

UNIVERSITE
DE SÃO PAULO

UNIVERSITÉ
RENNES

Environnement & Géomatique

Approches comparées France - Brésil

12-15 Novembre 2014

ACTES DU COLLOQUE

Editeurs scientifiques :

Vincent Dubreuil & Neli Ap. de Mello-Théry

UMR 6554 CNRS
LETG rennes costel

EACH
Escola de Artes, Ciências e Humanidades



UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

UNIVERSITÉ
RENNES

Meio Ambiente e Geomática

Abordagens comparadas França - Brasil

12-15 Novembro 2014

ATOS DO SIMPÓSIO

Editores Científicos:

Vincent Dubreuil & Neli Ap. de Mello-Théry

UMR 6554 CNRS
LETG rennes costel

EACH
Escola de Artes, Ciências e Humanidades

REALISATION ET MISE EN PAGE DES ACTES : *Carla DE MELLO DA SILVA*

REALIZAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS PÁGINAS DOS ATOS : *Carla DE MELLO DA SILVA*

Les opinions défendues dans cet ouvrage n'engagent que les auteurs ; elles ne sauraient être imputées aux institutions auxquelles ils appartiennent ou qui ont financé leurs travaux.

As opiniões defendidas nesta publicação são de responsabilidade dos autores; elas não podem ser atribuidas as instituições a que pertencem ou que financiaram seu trabalho.

Environnement et Géomatique :

Approches comparées France-Brésil

...En hommage à Robert BARIOU

Meio ambiente e Geomática :

Abordagens comparadas França-Brasil

...Em homenagem a Robert BARIOU

ENVIBRAS

12-15 Novembre 2014 , Rennes - France

Comité d'organisation :

DUBREUIL Vincent
NEDELEC Vincent
FUNATSU Beatriz
HUBERT-MOY-Laurence
LE CLEC'H Solen
ARVOR Damien
DE MELLO THÉRY Neli
QUÉNOL Hervé
OSZWALD Johan
BILLY Roselyne
TOZATO Heloisa
DE MELLO DA SILVA Carla
LOUZEIRO Clenes
TAVARES Claudia
REGNAULD Hervé
MARZIN Claire
RAMIRES Jane

Comité Scientifique international:

BACANI Vitor
UFMS, Aquidauana, Brésil

BURSZTYN Marcel
Université de Brasilia, Brésil

CAVICCHIOLI Andrea
Université de São Paulo, Brésil

COY Martin
Université Innsbruck, Autriche

ENDLICHER Wilfried
Université Humboldt, Allemagne

FRATIANNI Simona
Université de Turin, Italie

LAQUES Anne-Elisabeth
IRD, Montpellier, France

LAURENT François
Université du Mans, France

LE TOURNEAU François-Michel
Université Paris 3, France

MACHADO Luiz Augusto
INPE-CPTEC, Brésil

MAITELLI Gilda
UFMT, Cuiabá, Brésil

SIMÕES Margareth
UERJ, Rio de Janeiro, Brésil

MENDONÇA Francisco
UNESP, Pr.Prudente, Brésil

MONTEIRO Ana
Université de Porto, Portugal

DOS PASSOS Messias
UNESP, Pr.Prudente, Brésil

RONCHAIL Josyane
Université Paris 7, France

SANT'ANNA João Lima
UNESP, Pr. Prudente, Brésil

SANTOS Jeater
UFMT, Rondonópolis, Brésil

THÉRY Hervé
CNRS, Paris 3, France

VIZINTIM Mirian
UEL, Londrina, Brésil

ENVIBRAS

12-15 Novembro 2014 , Rennes - França

Comite de organização :

DUBREUIL Vincent
NEDELEC Vincent
FUNATSU Beatriz
HUBERT-MOY-Laurence
LE CLEC'H Solen
ARVOR Damien
DE MELLO THÉRY Neli
QUÉNOL Hervé
OSZWALD Johan
BILLY Roselyne
TOZATO Heloisa
DE MELLO DA SILVA Carla
LOUZEIRO Clenes
TAVARES Claudia
REGNAULD Hervé
MARZIN Claire
RAMIRES Jane

Comite cientifico internacional:

BACANI Vitor
UFMS, Aquidauana, Brasil

BURSZTYN Marcel
Université de Brasilia, Brasil

CAVICCHIOLI Andrea
Université de São Paulo, Brasil

COY Martin
Université Innsbruck, Austria

ENDLICHER Wilfried
Université Humboldt, Alemanha

FRATIANNI Simona
Université de Turin, Italia

LAQUES Anne-Elisabeth
IRD, Montpellier, França

LAURENT François
Université du Mans, França

LE TOURNEAU François-Michel
Université Paris 3, França

MACHADO Luiz Augusto
INPE-CPTEC, Brasil

MAITELLI Gilda
UFMT, Cuiabá, Brasil

SIMÕES Margareth
UERJ, Rio de Janeiro, Brasil

MENDONÇA Francisco
UNESP, Pr.Prudente, Brasil

MONTEIRO Ana
Université de Porto, Portugal

DOS PASSOS Messias
UNESP, Pr.Prudente, Brasil

RONCHAIL Josyane
Université Paris 7, França

SANT'ANNA João Lima
UNESP, Pr. Prudente, Brasil

SANTOS Jeater
UFMT, Rondonópolis, Brasil

THÉRY Hervé
CNRS, Paris 3, França

VIZINTIM Mirian
UEL, Londrina, Brasil

À la suite de la conférence de Rio+20 et de la publication du cinquième rapport du GIEC, les questions environnementales restent au cœur des préoccupations politiques, sociétales et scientifiques. Elles le sont d'autant plus au Brésil où les transformations ont été particulièrement spectaculaires pendant les trente dernières années : déforestation, urbanisation, révolution verte, exploitation des ressources minières ou hydriques ont profondément modifié les paysages et les rapports entre les sociétés et leur environnement. Dans certaines régions, cette intensification est telle que la durabilité des modes de mise en valeur se pose maintenant de manière aigüe.

Ces mutations récentes ont été accompagnées par l'essor des techniques d'observations spatiales (télédétection) et des outils de gestion territoriale, notamment les Systèmes d'Information Géographique. De nombreux programmes de recherches ont montré leurs potentialités, notamment pour un suivi des interactions nature-société et les techniques de gestion territoriale sont chaque jour davantage utilisées, aussi bien pour le suivi des dynamiques passées et le contrôle des changements actuels qu'en termes de diagnostic pour le futur.

Cependant, la contribution réelle de ces nouvelles technologies fait rarement l'objet d'études comparatives entre des espaces différents : en quoi, permettent-elles de mieux comprendre les processus physiques et/ou anthropiques ? De quelle manière peuvent-elles contribuer efficacement à une gestion durable des territoires (gestion des risques, adaptation au changement climatique, etc...). Scientifiques et aménageurs doivent donc aussi réfléchir sur l'intérêt de ces outils pour proposer de nouvelles options de développement plus «durables».

Forts de ces constats, nous avons donc souhaité réunir un large panel de chercheurs Français et Brésiliens pour débattre de ces questions scientifiques majeures. Après avoir encouragé la présentation de ces recherches mixtes (franco-brésiliennes), nous avons reçu 109 propositions. Par la suite, le comité scientifique (que nous tenons à remercier ici pour la qualité de son travail) a retenu 30 travaux pour une présentation orale, presque autant comme poster soit un total de 61 publications, presque 500 pages. Plus des deux tiers de ces textes sont rassemblés ici dans les deux langues (français et portugais) et près de la moitié ont effectivement été conçus et/ou rédigés par des équipes mixtes, franco-brésiliennes, montrant la vigueur des échanges et collaborations scientifiques entre nos deux pays. Plus généralement, tout ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide et l'appui du comité d'organisation et le soutien des sponsors, que nous tenons également à remercier.

Ce colloque est co-organisé par l'Université de São Paulo (Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Instituto de Estudos Avançados et programas de pós graduação em Geografia Humana e Ciência Ambiental) et par l'équipe COSTEL, une des 5 composantes de l'UMR LETG (Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique) et de l'OSUR (Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes). Forte d'une expérience de partenariat de près de trente ans avec le Brésil, l'équipe LETG-Rennes-COSTEL rend aussi hommage à l'un de ses pionniers, Robert Bariou, à l'origine de la création du laboratoire et des échanges avec le Brésil.

Cette manifestation est, pour finir, le colloque de clôture du projet USP-COFECUB "Politiques publiques et Impacts des Changements climatiques à l'Echelle régionale & Locale sur les Espaces Fragiles", le fruit d'une collaboration de près de quinze ans entre les deux institutions. Le projet officiel s'achève mais la dynamique impulsée se maintient car les échanges de collègues et d'étudiants, les cotutelles et codirections de masters et de thèses sont les garants d'un avenir prometteur entre les deux rives de l'Atlantique !

Bonne lecture !

Vincent Dubreuil & Neli de Mello-Théry

Algumas palavras para introduzir ...

As questões ambientais continuam no centro das preocupações políticas, sociais e científicas, como mostraram a Conferência Rio +20 e a publicação do quinto relatório do IPCC. Elas o são, ainda mais no Brasil, onde as transformações foram, durante os últimos trinta anos, particularmente espetaculares: desmatamento, urbanização, revolução verde, exploração dos recursos minerais ou hidrológicos, os quais modificaram as paisagens e as relações entre as sociedades e seu ambiente. Em algumas regiões a pressão antrópica é tão significativa que coloca, de maneira drástica, a sustentabilidade dos modelos de desenvolvimento.

Estas mudanças recentes foram acompanhadas pelo surgimento de técnicas de observação espaciais (sensoriamento remoto) e por instrumentos de gestão territorial, especialmente os Sistemas de Informação Geográfica. Numerosos programas de pesquisa mostraram suas potencialidades, especialmente pelo monitoramento das interações natureza-sociedade e essas técnicas e instrumentos de gestão territorial se tornam cada dia mais difundidas e utilizadas para monitoramento, para controle de processos antigos ou também para diagnósticos para o futuro.

Entretanto, a contribuição real destas novas tecnologias raramente foi objeto de estudos comparativos entre espaços diferentes: em que eles permitem uma melhor compreensão dos processos físicos e/ou antrópicos? De que maneira eles podem contribuir de maneira eficaz à uma gestão sustentável dos territórios (gestão dos riscos, adaptação às mudanças climáticas, etc.)? Também permitem vislumbrar perspectivas futuras e muitos cientistas e profissionais que trabalham com estes temas procuraram analisar sua utilidade e propor caminhos para a sustentabilidade de novos modelos de desenvolvimento.

Com base nesses achados lançamos a ideia à uma ampla gama de pesquisadores franceses e brasileiros para discutir essas questões científicas importantes, que responderam com inscrição de alguns resultados de diversos projetos de cooperação bilateral. Depois de incentivar a apresentação destas pesquisas conjuntas (Franco-Brasileira), recebemos 109 propostas. O comitê científico (ao qual agradecemos pela qualidade do seu trabalho) selecionou 30 trabalhos para apresentação oral, quase tanto como posteres, reunindo um total de 61 publicações, somando quase 500 paginas ! Mais de dois terços destes estão reunidos aqui em ambas as línguas (Francês e Português) e quase a metade foram realmente concebidos e/ou escritos por equipes mistas, mostrando a força dos intercâmbios científicos e colaborações entre os nossos dois países. De modo mais geral, todo este trabalho não teria sido possível sem a ajuda e apoio da comissão organizadora e com o apoio de patrocinadores, a quem também queremos agradecer.

Esta conferência é co-organizado pela Universidade de São Paulo (Escola de Artes e Ciências Humanidades, Instituto de Estudos Avançados e programas de pós graduação em Geografia Humana e Ciência Ambiental) e o COSTEL, um dos cinco componentes da UMR LETG (Littoral, Meio Ambiente, Sensoriamento Remoto e Geomática) e o OSUR (Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes). Com uma experiência de quase trinta anos de parceria com o Brasil, a equipe LETG-Rennes-COSTEL também presta homenagem a um dos seus pioneiros, Robert Bariou, que foi na origem da fundação do laboratório e dos intercâmbios com o Brasil.

Por ultimo, mas não menos importante, este evento é a conferência de encerramento do Projeto USP-COFECUB "Políticas Públicas e Impactos das Mudanças Climáticas nas Escala Local e Regional em áreas frágeis", o resultado de uma colaboração de quase 15 anos entre duas instituições. O projeto oficial termina, mas a dinâmica é mantida para a troca de colegas e alunos, co-orientação e cotutela de mestrado e doutorado são a garantia de um futuro brilhante entre as duas margens do Atlântico!

Boa leitura !

Neli Ap. de Mello-Théry & Vincent Dubreuil

Table des matières

ROBERT BARIOU : de Gourin au Guaporé... en passant par la Géomatique..., V. Dubreuil [et al.] 1
Análise das precipitações pluviométricas e avaliação de mudança climática na bacia do rio Paraná, Brasil, F. Acquaotta [et al.] 5
Análise semi-integrada e modelagem morfo-pedológica no litoral leste de Beberibe, Ceará., P. Aguiar [et al.] 13
A Geotecnologia e o ordenamento territorial no Município de Porto Nacional, Tocantins., M. Silva ... 21
O índice de vegetação NDVI no Pontal do Paranapanema-SP, Brasil, em 1985, 2002 e 2013, M. Amorim [et al.] 29
A influência do relevo na espacialização dos eventos de precipitação pluvial intensa em Bacia hidrográfica no estado de São Paulo ? Brasil, A. Antunes [et al.] 37
Determinação da zona de influência dos bens culturais metropolitanos a partir de una análise espacial ? o caso do corredor cultural de São Paulo., R. Antunes [et al.] 45
Sensoriamento remoto aplicado à detecção e monitoramento de superfícies alagadas no Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil, V. Bacani [et al.] 53
Comparação de anos agrícolas com diferentes padrões pluviométricos observados por teledetecção, V. Carmello [et al.] 61
Queimadas na Amazônia legal: Comparativo de dinâmicas temporais e espaciais de 2002 a 2011 nos estados do Mato Grosso e do Pará., A. Cavicchioli [et al.] 69
Percepção Espacial de alunos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio do IFRO: uma abordagem interdisciplinar a partir da leitura, M. Colombo [et al.] 77
Estudo das transformações históricas e da dinâmica atual da paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antonio na perspectiva do modelo GTP (geosistema ? território ? paisagem), M. Passos 84
Conservação da natureza na paisagem urbana: hemerobia do parque estadual Fontes do Ipiranga., M. Fernandes 92
Estado e Políticas Públicas Ambientais: uma análise sobre a Compensação Ambiental no Brasil, R. Oliveira fonseca.....99
Sensoriamento remoto e o estudo do clima urbano em cidade de pequeno porte do interior do Estado de São Paulo, Brasil: o exemplo de Rancharia., D. Frasca teixeira [et al.] 107
Brasil e União Europeia na Conferência das Partes de Mudanças Climáticas de Copenhagen, C. Gamba [et al.] 115
A relação entre o campo térmico e a geomorfologia em município do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul - Brasil., J. Gobo [et al.] 123
Clima urbano da cidade de Dourados (MS - Brasil): uma analise a partir do processo de urbanização., S. De toledo gomes [et al.] 130
Índice de suscetibilidade a ocorrência de desastres naturais dos municípios do estado do Paraná, M. Gonçalves [et al.] 138
L'utilisation du paysage et de la geotecnologie dans l'aide à la gestion de la santé environnement: un exemple dans la Chapada dos Veadeiros, Goias, Brésil, H. Gurgel [et al.] 146

Dinâmica da paisagem urbana com base na análise do NDVI na Região Metropolitana de São Paulo-Brasil., B. Jesus [et al.] 154
Zonage du Brésil à partir d'une série temporelle d'images MODIS, A. Jolivot [et al.] 160
Cartographie de la texture des sols à partir du relief en Amazonie orientale, F. Laurent [et al.] 168
Les enjeux méthodologiques de la spatialisation des Services Ecosystémiques (SE) en vue de leur opérationnalisation., S. Le clec'h [et al.] 176
O impacto ambiental da indústria gráfica de pequeno porte: um estudo de caso, C. Lopes [et al.] 184
Análise socio-ambiental e estratégias nos processos decisórios: estudo de caso sobre o Fórum Mato-grossense de Meio Ambiente e Desenvolvimento (FORMAD), S. Lourenço..... 192
Impact des changements de l'utilisation des sols et de la pollution atmosphérique sur la variabilité atmosphérique, L. Toledo machado [et al.] 199
Urbanização e mudanças climáticas em Cuiabá no período de 1920 a 2012, G. Maitelli [et al.] 206
Avaliação dos Fragmentos de Mata da área urbana do município de Umuarama-PR a partir das métricas oriundas da Ecologia da Paisagem, A. Marques [et al.] 214
Avaliação da vulnerabilidade social e infraestrutural ao risco de inundações., C. Mendes [et al.] 222
Les perspectives d'études sur les risques naturels dans la géographie brésilienne et française., F. Mendonca [et al.] 230
Constitution et analyse critique d'une base de données spatiale pour l'étude des saisons des pluies dans le bassin amazonien., V. Michot [et al.] 237
Políticas de adaptação às mudanças climáticas e gestão de áreas protegidas, C. Moura de paulo [et al.] 245
L'Occupation du Sol et les Systèmes Agro-Forestiers (SAFs) dans l'Assentamento Vale do Amanhecer à Juruena, MT, Brésil., L. Nascimento [et al.] 252
Correlações lineares entre a Oscilação Decadal do Pacífico e a precipitação no Estado do Paraná ? Brasil, L. Nascimento júnior [et al.] 260
A formação territorial do sul da Bahia: Entre ações e omissões do poder público., K. Neves [et al.] .268
Les données géographiques comme révélateur de l'état des connaissances sur l'environnement ? Analyse et comparaison des infrastructures nationales brésilienne et française de données géographiques., M. Noucher [et al.] 276
La résilience des paysages forestiers tropicaux amazoniens : suivi des enjeux de conservation par les indicateurs paysagers en contexte forestier tropical humide, J. Oszwald [et al.] 284
A inundação como um elemento de estudo da fragilidade potencial e da vulnerabilidade ambiental do córrego Progresso, ao sul da cidade de Porto Murtinho ? MS, na região do baixo Pantanal., R. Pereira da silva [et al.] 292
O estudo da paisagem como ferramenta de análise de áreas protegidas na fronteira entre o Brasil e a França, L. Garcia magalhães peres [et al.] 300
Dinâmica territorial e sustentabilidade em áreas de agricultura familiar na Amazônia brasileira: Análise de resultados preliminares do programa DURAMAZ 2, M. Pires negrao [et al.] 308

Da produção do espaço urbano à construção social do clima: exemplos de Alfredo Marcondes e São Carlos, Brasil, C. Riboli rampazzo [et al.] 316
Classificação automatizada do relevo na bacia hidrográfica do Ibicuí, com parâmetros geomorfométricos hierarquizados por meio de uma árvore de decisão, L. Robaina [et al.] 324
Geomorfologia urbana histórica e a avaliação da influência de fatores naturais e antrópicos na geração de eventos fluviais extremos em São Paulo - Brasil., C. Rodrigues [et al.] 332
Qualidade de vida urbana - os desafios da mensuração e de comparação o caso de Barueri e Osasco no Brasil e Strasbourg na França., M. Roggero [et al.] 340
Extrêmes hydrologiques dans le bassin amazonien et leurs conséquences, J. Ronchail [et al.] 348
Un « site sentinelle » à la frontière franco-brésilienne pour comprendre et suivre les relations entre climat et santé, E. Roux [et al.] 356
Cartographie de l'utilisation des sols dans le bassin de la riviere Mutum, Pantanal mato-grossense, Brasil, J. Santos [et al.] 364
Modelo Bayesiano de dados espaciais aplicado ao mapeamento da integridade ecossistêmica da Amazônia Brasileira., M. Simoes [et al.] 371
Técnica de pesquisa em clima urbano com foco no subsistema físico-químioco., C. Silva 379
Modelo de regressão harmônica para a série mensal de temperatura máxima média de Presidente Prudente (SP) ? Brasil, M. Silvestre [et al.] 387
O risco essencialmente social: Estudo sobre a percepção do risco a eventos extremos em São Paulo., I. Simas [et al.] 395
Análise de políticas públicas para Serviços Ecossitêmicos (SE) associados às mudanças climáticas em três tipos de ocupação do solo no estado do Pará-Br., P. Sinisgalli [et al.] 403
Migração e malária: difusão espacial de doenças infecciosas na frente pioneira amazônica, 2003-2012, P. Feitosa souza frenkel [et al.] 411
Environnement et société dans les modes de vie des paysans et la réduction des territoires des sociétés traditionnelles de São Paulo, J. Suzuki [et al.] 419
Alterações no uso do solo da bacia hidrografica do rio Ibicui no período de 1998 a 2013, R. Trentin [et al.] 427
Dynamiques de peuplement et déforestation en Amazonie brésilienne entre 2000 et 2010 : un regard basé sur les données statistiques et spatiales brésiliennes., I. Tritsch [et al.] 435
La négociation environnementale en France et au Brésil : les cas du parc marin en mer d'Iroise et de l´APA Várzea do Rio Tietê, V. Van tilbeurgh [et al.] 443
Comparação entre índices de vulnerabilidade aplicados aos setores urbanos do município de Londrina: congruências e disparidades, M. Vizintim fernandes barros [et al.] 451
O Aquecimento Global como um Paradigma para a ciência das Mudanças Climáticas, P. Zangalli jr [et al.] 459
Climat, patrimoine culture et biodiversité en ville- étude des zones urbaines de l'état de São Paulo ? Brésil et Rennes métropole ? France., S. Zanirato [et al.] 467

Método de análise de risco em aterro sobre mangue e lixão: um estudo na Grande São Pedro, Vitória/ES, Brasil., S. Zorzal [et al.] 477

ROBERT BARIOU : ***de Gourin au Guaporé... en passant par la Géomatique...***

La vie scientifique de Robert Bariou s'est construite autour de deux pôles : le Brésil et la télédétection, celle-ci englobant la photo-interprétation. Le Brésil, Robert en a entendu parler pendant toute sa jeunesse lorsque les émigrés gourinois, dont certains étaient membres de sa famille, revenaient au pays. La photo-interprétation, il l'a découverte lors des cours de Francis Ruellan en licence. F. Ruellan, professeur à Rennes, avait vécu au Brésil, et participé à la détermination du site de Brasilia, parallèlement à l'écriture d'un traité de photogrammétrie.

Coté télédétection, F. Ruellan avait fondé le centre de géomorphologie à Manaus avant de faire de même avec le laboratoire de géomorphologie de L'Ecole pratique des Hautes études de Dinard. Chaque année en septembre, un stage y était organisé et Robert y a enseigné pendant longtemps la photo-interprétation. C'est aussi F. Ruellan qui a monté le fond de photographies aériennes, unique dans les universités de l'ouest, puis fondé à Rennes un laboratoire dont on peut voir encore certains appareils dans la salle B 242 dite « salle Bariou », laboratoire qui est l'ancêtre de COSTEL. Agrégé en 1970, Robert entre comme assistant en 1971 à Rennes. Lors de cette année, M. Phlipponneau l'envoie suivre un stage de six semaines à l'IGN à Saint-Mandé. Avec l'aide de Daniel Lecamus, il rédige le « Bariou », le manuel de télédétection publié en 1978[1]. Mais Robert n'oublie pas le Brésil : lors de ses cours de géographie régionale sur l'Amérique latine, il utilise les romans des écrivains sud américains pour illustrer les problèmes sociaux de la paysannerie, méthode qu'il réutilisera avec son dernier film sur le Nordeste. Le "Centre Régional de Télédétection", le premier nom de COSTEL, réalise des contrats utilisant la photo-interprétation, comme celui avec la MSA sur l'inventaire des primeurs dans les Côtes d'Armor ou comment distinguer un choux fleur adulte d'un artichaut pubère. Cette première passion pour la photo-interprétation ne le quitte pas et, à sa retraite, Robert Bariou étudie les photographies aériennes prises par la Luftwaffe sur le sud de l'Angleterre et l'armée américaine en 1944 et retrouvées par André Meynier dans les locaux de la vielle faculté des lettres de la Place Hoche. Par un travail de détective et avec l'aide de Google Earth, il identifie patiemment les localisations de ces photos racontant la bataille de Normandie et l'avancée des armées alliées jusqu'en Belgique.

Il est temps de passer à l'échelle supérieure ! Profitant des échanges Erasmus centrés sur la télédétection avec les universités de Portsmouth, de Louvain la Neuve, un réseau se crée. Le laboratoire de Louvain la Neuve dirigé par Jules Wilmet, professeur Honoris causa de l'Université de Rennes 2 va servir d'exemple pour la création de COSTEL. Le laboratoire va s'installer dans deux pièces du bâtiment B. Dans la première, s'entasseront les étudiants de maîtrise et les premiers thésards, dont Laurence Hubert-Moy, devenue présidente du comité scientifique TOSCA du CNES, et « Chico » Mendonça, professeur à l'université de Curitiba, arrivé du Brésil sans connaître un mot de français et qui trouvera à COSTEL les bases de la télédétection et la maîtrise de la langue de Molière. Le labo est déjà une tour de Babel, outre les Brésiliens, toujours la communauté la plus nombreuse, arrivent des thésards d'Italie, d'Uruguay, du Maroc, et même de Normandie ! Dans la seconde pièce, domaine de Michel Legault puis de Pascal Gouery, sera installé le premier ordinateur, « Triade 80 » de chez Sintra-Alcatel, parfois surnommée "Grillade" en référence à ses petits soucis techniques. Robert et Daniel ne sont pas peu fiers de leur "bécane", la deuxième de la série livrée en France (après celle du CNES...). Le bureau de Robert était juste à côté du « labo » et Robert y trônait, parfois allongé à la romaine sur la table et animait avec bonne humeur et convivialité

[1] R.Bariou, 1978 : Manuel de télédétection. Editions Sodipe, Paris, 349 pages

les débuts de ces futurs chercheurs. Robert, Daniel Lecamus et Françoise Le Hénaff se lancent alors dans l'aventure des "Dossiers de Télédétection"[2] et la coordination d'un numéro spécial de Norois[3]. Robert alternait alors des séances intenses de travail nocturnes pour la rédaction de ses ouvrages et les longues stations assises au pied de la bibliothèque du laboratoire juste, mais vraiment juste à côté de son bureau. C'est aussi l'époque des virées en avion pour survoler le marais de Dol, les excursions où, accompagné de sa tarière et de ses carnets de note dans… le marais de Dol, où les étudiants, cherchaient en vain, si possible dans la tourbe, le "pixel SPOT"... sans oublier les cours et TD au cours desquels immanquablement le même étudiant tiré au hasard sur la liste d'appel en début d'année était désigné chaque semaine pour aller présenter ses travaux au tableau. Pendant cette période, sa collection de timbres fondait comme neige au soleil et ses étudiants partageaient avec lui ses séances de travail intenses, quelques-unes de ses virées en avion, la plupart de ses excursions et travaux de terrain, mais tout le temps ses fous-rires…

En 1982, le centre de télédétection va alors fusionner avec le laboratoire de climatologie fondé par Charles-Pierre Péguy et dirigé à l'époque par Jean Mounier et prendre le nom de COSTEL « Climat et Occupation du Sol par TELédétection ». Jean-Pierre Marchand, directeur de 1988 à 1998 et ses successeurs Vincent Dubreuil et Laurence Hubert-Moy arrimeront solidement l'édifice au CNRS, *via* la création de l'URA1687 en 1994 qui se fondra dans l'UMR 6554 LETG (en 1996) et à la participation au GIS « environnement » (1990), l'ancêtre du CAREN et de l'OSUR (en 2001 et 2006). A toutes ces étapes, la dimension internationale et les coopérations avec le Brésil ne seront jamais démenties.

Coté Brésil, le département de géographie avait donc déjà quelques contacts, mais il s'agissait surtout de relations personnelles autour de personnalités de premier plan : Francis Ruellan puis Michel Phlipponneau qui tissa des liens étroits avec Milton Santos et Correira de Andrade. Les premiers contacts de Robert furent avec Alvanir Figueiredo de Azevedo en septembre 1984, puis, les véritables initiateurs des accords CAPES-COFECUB furent Mirian Vizintim et Omar Barros, leur séjour à Rennes (à COSTEL pour Mirian, à l'INRA pour Omar) servant de catalyseur au développement des relations avec Londrina, relations qui se concrétiseront plus tard par le projet 119/91. Le premier projet labellisé coordonné par Robert a donc débuté en 1991 et concernait les *"Applications de la Télédétection à l'étude des ressources hydriques et des écosystèmes tropicaux et subtropicaux brésiliens"*, associant Brasilia, l'ENGREF/CEMAGREF de Montpellier, les géographes de l'ORSTOM de Lannion et les universités du Sud Brésilien. Après le retrait des partenaires de Brasilia et du sud de la France, restaient COSTEL et le groupe des Universités d'Etat de Londrina et de Maringá au Paraná (Mirian Vizintim, Francisco Mendonça) et l'UNESP (Campus de Presidente Prudente, autour de Messias dos Passos) dans l'Etat de São Paulo. La recherche portait sur le bassin du Rio Tibagi, affluent du fleuve Paraná, et la région de Londrina. Depuis cette époque, les liens se sont raffermis avec le Sud/Sud-Est du Brésil, la coopération et les thèmes d'étude se sont

[2] BARIOU R., LECAMUS D., LE HENAFF F. - Dossiers de Télédétection :
Réponse Spectrale des Végétaux. n° 1, mars 1985, PUR Rennes 2, 98 pages.
Indices de Végétation. n° 2, juin 1985, PUR Rennes 2, 160 pages.
L'Atmosphère. n°3, juin 1985, PUR Rennes 2, 80 pages.
Rayonnement Electromagnétique. n°4, Sept 1985, PUR Rennes 2, 70 pages.
Albedo-Réflectance. n° 5, sept 1985, PUR Rennes 2, 43 pages.
Maladie des végétaux., Géochimie. n°6, sept 1985, PUR Rennes 2, 64 pages.
Corrections Atmosphériques. n° 7, PUR Rennes 2., 116 pages.
L'Etalonnage des Données., n°8, Rennes 2, janvier 1994, 112 pages.

[3] BARIOU R -Télédétection et Géographie. NOROIS, tome 39, N° 155

élargis : travaux sur le Rio Paraná (impact des barrages), sur le Mato Grosso, et sur la forêt de versant de la Serra do Mar dans l'Etat de São Paulo, entre autres... Plusieurs thèses, HDR et de nombreux mémoires de master et DEA seront soutenus dans le cadre ou dans le prolongement de ce programme.

Une nouvelle fois, il est temps de passer à l'échelle (spatiale!) supérieure. Le second projet coordonné par Robert débute en 1996 et porte sur *"Écosystèmes et Organisation de l'espace en Amazonie Matogrossense - Approche par Télédétection-"*. COSTEL débarque en Amazonie et, coté brésilien, le partenariat est coordonné par Gilda T. Maitelli de l'UFMT à Cuiabá. Ce projet s'inscrit dans le cadre du projet NORTE, toujours avec un double objectif de formation et de recherche. Robert poursuit les premiers travaux menés en compagnie de Messias Dos Passos, sur le front pionnier de la région du Haut Guaporé dans le Sud Ouest du Mato Grosso, à proximité de la BR364. Mais la région d'étude s'étend désormais plus loin vers le nord, le long de la route BR163, entre Nova Mutum, Sorriso, Sinop et Itaubá. A l'époque, à part quelques rares chercheurs (Martin Coy, H.Rivière-d'Arc), peu de scientifiques s'intéressaient à cette région... situation bien différente 10 années plus tard où tous les grands centres de recherches sur l'Amazonie ou les fronts pionniers tropicaux ont fait de cette région un passage obligé... Le soja est passé par là ! Pour la première fois, poursuivant son œuvre pionnière, Robert entraîne avec lui un groupe important de collègues et d'étudiants : 40 personnes le suivent en 1999 dans un périple d'un mois et demi de terrain dans tout le Brésil. Certains, d'ailleurs, n'hésiteront pas à y retourner dès l'année suivante pour ramener de l'eau du Guaporé, rivière dont rêvait déjà le "petit" Robert quand, enfant, il regardait les cartes de la région dans les atlas... Une équipe de tournage spécialement mobilisée pour l'occasion (en 1999 puis en 2002) participera, sous sa houlette et l'indéfectible soutien de Claire Lejeune, à la réalisation de 5 documentaires sur le Brésil, démontrant sa préoccupation constante de diffuser les connaissances scientifiques vers un public plus large, et notamment les étudiants. Pour la première fois, enfin, à l'occasion de ce programme, COSTEL envoie ses étudiants et chercheurs sur le terrain : maîtrises, DEA, thèses, et missions de longue durée d'enseignants-chercheurs[4]. Comme pour Robert, le Brésil allait changer leurs vies, professionnelles et personnelles, profondément.

Parmi les petits disciples de Robert, Vincent Nédélec a suivi les traces du Gourinois voyageur. Comme un hommage, il coordonne avec Néli de Mello (pour l'USP) et les collègues de COSTEL un voyage d'études, 10 ans après celui organisé par Robert. C'est l'année de la France au Brésil[5], un titre officiel, une reconnaissance des tutelles et des ambassades, des poignées de main ministérielles, mais pour nous, depuis 1995 et pour de longues années encore, loin des ors de la République mais près des ors de Poconé ou Peixoto chaque année est l'année de COSTEL au Brésil. Sur les traces de Robert, les Costelliens ont jusqu'à présent survécu aux *jacarés* du Pantanal, aux sirènes de l'Amazone, aux *sucuris* affamés, aux bus sans freins sur la BR163[6], aux piranhas du Teles Pires ou des villes… Finalement, suivant les conseils du Maître, les Costelliens apprennent à résister aux difficultés brésiliennes, le costellien résiste à tout… sauf à une bonne *caipirinha* bien fraîche *na beira mar*.

[4] DUBREUIL V., BARIOU R., MAITELLI G.T., DOS PASSOS M.M. (dir.), 2002 : Environnement et télédétection au Brésil ; Presses Universitaires de Rennes ; 200 pages

[5] NEDELEC V., DE MELLO N.A., THERY H., DUBREUIL V., CAVICCHIOLI A., REGNAULD H., 2013 : Le terrain est un laboratoire : un voyage franco-brésilien au Mato Grosso. in Leturcq G., Louault F., Schneider Marques T.C. (dir.) "Le Brésil : un laboratoire pour les sciences sociales", L'Harmattan, pp.23-38.

[6] "C'est pas bien, mais c'est comme ça" (M.M.Dos Passos, comm. pers.)

La suite de l'histoire brésilienne de COSTEL est donc écrite par d'autres, étudiants puis collègues de Robert, qui ont poursuivi l'investissement sur la Terre du bois de Braise, toujours animés par la même passion. Les coopérations se renforcent alors avec Brasilia, l'INPE (Vincent Nédélec), Rio de Janeiro (Damien Arvor), Manaus (Beatriz Funatsu), Belém (Vincent Nédélec et Johan Oszwald), le Mato Grosso do Sul et le Rio Grande do Sul (Hervé Quenol) et bien sur l'UNESP et l'USP (Vincent Dubreuil). São Paulo, où un nouvel accord cadre (USP-COFECUB) se développe entre 2011 et 2014 portant sur *"Politiques publiques et Impacts des Changements climatiques à l'Echelle régionale & Locale sur les Espaces Fragiles"* coordonné, coté brésilien, par Neli de Mello Théry.

Depuis les premiers contacts en 1984 jusqu'à 2014, plus de 30 années se sont écoulées et l'histoire de COSTEL se confond souvent avec celle du Brésil et de Robert et les allers et retours des uns et des autres des deux cotés de l'Atlantique. Tous poursuivent le chemin ouvert par Robert :

A felicidade é o caminho! Felicidade é uma viagem, não um destino.

Vincent Dubreuil
Laurence Hubert-Moy
Jean-Pierre Marchand
Vincent Nédélec







ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS E AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BACIA DO RIO PARANÁ, BRASIL

ACQUAOTTA F. (1), FRATIANNI S. (1,2), ZANDONADI L. (3), ZAVATTINI J. A. (3)

(1) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, via Valperga Caluso 35 - 10125, Torino, Italie. fiorella.acquaotta@unito.it; simona.fratianni@unito.it

(2) Centro di Ricerca sui Rischi Naturali in Ambiente Montano e Collinare (NatRisk), via Leonardo da Vinci 44 - 10095 Grugliasco (TO), Italia.

(3) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Avenida 24-A, número 1515, CEP 13506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil. le_zandonadi@yahoo.com.br; zavattini@rc.unesp.br

Resumo - *Esta pesquisa aborda aspectos relacionados às alterações ocorridas nos valores de chuvas durante o período de 1986 a 2011 na bacia hidrográfica do rio Paraná, Brasil, visando identificar quais foram as tendências destas alterações através da interpretação de 11 índices climáticos criados pelo ETCCDMI (RX1day; RX5day; SDII; R10mm; R20mm; R95mm; CDD; CWD; R95p; R99p; PRCPTOT), ambos aplicados para 32 estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET). Com os resultados podemos afirmar que realmente está havendo aumento no número de dias úmidos em boa parte da bacia, pois se constatou aumento nas precipitações totais (PRCPTOT) em praticamente todas as estações analisadas, sendo que as chuvas consideradas extremas (R95p e R99p) foram as principais colaboradoras para tais acréscimos.*
Palavras-chave : *precipitações pluviométricas, índices climáticos, mudança climática, Bacia do Rio Paraná (BR).*

Résumé – Analyse des précipitations et évaluation du changement climatique dans le bassin du fleuve Paranà, Brésil*. Cette recherche aborde les questions liées à l'évolution des quantités de précipitations au cours de la période 1986-2011 dans le bassin du fleuve Paraná, au Brésil, pour identifier les tendances de ces changements par l'interprétation des 11 indices climatiques créés par ETCCDMI (RX1day; RX5day; SDII; R10mm; R20mm; R95mm; CDD; CWD; R95p, R99p; PRCPTOT), appliqué pour 32 stations météorologiques appartenant à l'Institut National de Météorologie du Brésil (INMET). Les résultats obtenus montrent qu'il y a effectivement une augmentation du nombre de jours de pluie dans une grande partie du bassin, car il a été constaté une augmentation des précipitations totales (PRCPTOT) dans presque toutes les stations analysées ; les précipitations extrêmes (R95p et R99p) ont été les principaux contributeurs à ces changements.*
Mots-clés : précipitations, indices climatiques, changement climatique, bassin fleuve Paraná (BR).

Abstract – Analysis of precipitation and assessment of climate change in the Paranà river basin. *This research addresses issues related to changes in the amounts of rainfall during the period 1986-2011 in the Paraná River basin, Brazil, to identify the trends of these changes through 11 climate indices created by ETCCDMI (RX1day; RX5day; SDII; R10mm; R20mm; R95mm; CDD; CWD; R95p, R99p; PRCPTOT), both applied for 32 meteorological stations belonging to the National Meteorology Institute of Brazil (INMET). We can observe an increase in the number of wet days in the most part of the basin, and an increase in total precipitation (PRCPTOT) in almost all the stations analyzed, and the extreme rainfall (R95p and R99p) were the main contributors to such additions.*
Key-words : *precipitation, climate indices, climate change, Paranà river basin (BR).*

Introdução

Diversos trabalhos e investigações têm sido realizados visando identificar quais elementos do clima poderiam provocar maiores impactos naturais e sociais, além de compreender como estes elementos estão causando tais impactos e quais são as suas intensidades e frequências de ocorrências. Atualmente, um dos temas que os cientistas do clima têm empenhado mais atenção é o das variações extremas nos valores de temperatura e precipitação. E dentre as diversas pesquisas já realizadas, muitas já comprovaram, para diversas regiões do planeta, alterações reais nos valores destes elementos, como podemos verificar nas pesquisas de Acquaotta (2012), Aguilar et al. (2005), Alexander et al. (2006 e 2009), Besselaar et al. (2012), Klein Tank et al. (2002, 2003 e 2006), Moberg et al. (2006), Mueller e Seneviratne (2012), Sen Roy e Rouault (2013), Terzago et al. (2013), Vincent e Mekis (2006),Vincent et al. (2005), Wang et al. (2013).

Com a intenção de colaborar na melhoria do entendimento das alterações pluviométricas que tem ocorrido no Brasil, nesta pesquisa concentramos nossos esforços sobre as chuvas caídas numa grande bacia hidrográfica, a do rio Paraná (Zandonadi, 2009), considerada, em

termos socioeconômicos, a mais importante das grandes regiões hidrográficas brasileiras, pois apresenta a maior densidade populacional do país (32% da população), concentrada principalmente em grandes e importantes cidades (ANA, 2013). A bacia do rio Paraná também possui o maior parque hidroelétrico brasileiro (176 usinas hidrelétricas) e a maior capacidade de produção de energia do país (59,3% do total nacional). Devido à alta taxa de industrialização a bacia possui a maior demanda de energia do país, utilizando praticamente 75% do consumo nacional (ANEEL, 2013a). É, evidentemente, uma bacia hidrográfica extremamente dependente das chuvas e qualquer alteração na dinâmica deste elemento climático pode acarretar grandes impactos para a população.

O principal objetivo desta pesquisa é, portanto, apresentar as alterações que vem ocorrendo na dinâmica pluviométrica de toda a bacia hidrográfica do rio Paraná, visando contribuir para melhores planejamentos socioeconômicos da área. Almeja-se também dar suporte para que outras pesquisas venham a ser produzidas através do uso do elemento chuva como principal norteador de suas discussões, principalmente para regiões de climas tropicais e equatoriais, onde a influência pluviométrica é sempre muito intensa.

1. A bacia hidrográfica do rio Paraná

A bacia hidrográfica do rio Paraná localiza-se no Brasil, entre as coordenadas geográficas 15º 25’ 47’’ e 26º 50’ 55’’ de latitude Sul e 43º 34’ 55’’ e 55º 55’ 53’’ de longitude Oeste (Figura 1). É a segunda maior região hidrográfica brasileira e sua área (879.860 Km²) ocupa 10% do território nacional, distribuída entre os Estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal. Faz divisa com outras cinco grandes regiões hidrográficas brasileiras: ao Norte, com a bacia do Tocantins-Araguaia; a Noroeste, com a bacia do Paraguai; a Nordeste, com a bacia do São Francisco; a Sudeste, com a bacia do Atlântico Leste; e ao Sul, com a bacia do Uruguai (ANEEL, 2013b e ANA, 2013).

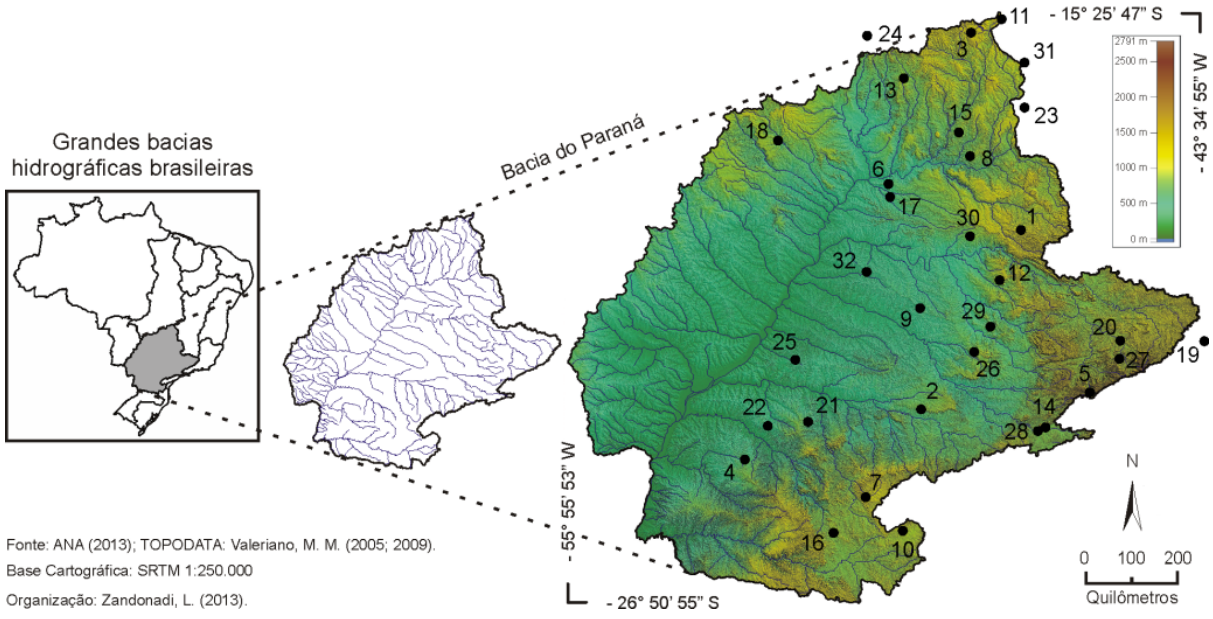


Figura 1: Bacia do rio Paraná: rede de drenagem e altimetria.

2. Dados utilizados e controle de qualidade

Os dados pluviométricos diários utilizados para as observações e análises nesta pesquisa foram obtidos inicialmente de 44 estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), um órgão do governo brasileiro. As estações encontravam-se

distribuídas ao longo de toda a bacia hidrográfica do rio Paraná e abrangiam o período histórico de 1961 a 2011.

O primeiro processo de análise e controle de qualidade dos dados foi o da verificação das possíveis lacunas existentes nos dados diários de chuvas daquelas 44 estações iniciais, momento em que se observou que algumas continham grandes falhas, em alguns casos anuais, principalmente durante os anos de 1979 a 1985, o que impossibilitou, para este período, qualquer tipo de verificação para obtenção de resultados. Este relato culminou na impossibilidade de se utilizar nas análises a longa série anteriormente descrita (1961 a 2011), sendo então selecionada uma nova série histórica, desta vez mais curta e correspondente ao período de 1986 a 2011. Portanto, além de forçar a utilização de uma série histórica mais curta, a má qualidade dos dados conduziu também à diminuição no número de estações de coleta de dados a serem utilizadas na análise, passando de um total de 44 para apenas 32 estações (Figura 1), as quais têm suas informações demonstradas em detalhe na Tabela 1.

Estações pluviométricas		Código (OMM)	Latitude (S)	Longitude (W)	Elevação (m)
1	**Araxá**	83579	19° 34' 00"	46° 56' 00"	1023,6
2	**Avaré**	83773	23° 06' 00"	48° 55' 00"	813,0
3	**Brasília**	83377	15° 47' 24"	47° 55' 22"	1159,5
4	**Campo Mourão**	83783	24° 03' 00"	52° 22' 00"	616,4
5	**Campos do Jordão**	83714	22° 44' 00"	45° 35' 00"	1642,0
6	**Capinópolis**	83514	18° 41' 00"	49° 34' 00"	620,6
7	**Castro**	83813	24° 47' 00"	50° 00' 00"	1008,8
8	**Catalão**	83526	18° 10' 13"	47° 57' 27"	840,5
9	**Catanduva**	83676	21° 08' 00"	48° 58' 00"	570,0
10	**Curitiba**	83842	25° 43' 00"	49° 26' 00"	923,5
11	**Formosa**	83379	15° 32' 56"	47° 20' 17"	935,2
12	**Franca**	83630	20° 33' 00"	47° 26' 00"	1026,2
13	**Goiânia**	83423	16° 40' 25"	49° 15' 50"	741,5
14	**Guarulhos**	83075	23° 26' 00"	46° 28' 00"	735,0
15	**Ipamerí**	83522	17° 43' 27"	48° 10' 16"	773,0
16	**Iratí**	83836	25° 28' 00"	50° 38' 00"	837,0
17	**Ituiutaba**	83521	18° 58' 00"	49° 21' 00"	560,0
18	**Jataí**	83464	17° 55' 23"	51° 43' 00"	662,9
19	**Juiz de Fora**	83692	21° 46' 02"	43° 18' 49"	940,0
20	**Lavras**	83687	21° 14' 00"	45° 00' 00"	918,8
21	**Londrina**	83766	23° 19' 00"	51° 09' 00"	566,0
22	**Maringá**	83767	23° 04' 00"	51° 58' 00"	542,0
23	**Paracatú**	83479	17° 13' 00"	46° 52' 00"	712,0
24	**Pirenópolis**	83376	15° 51' 16"	48° 57' 57"	740,0
25	**Presidente Prudente**	83716	22° 07' 00"	51° 23' 00"	435,6
26	**São Carlos**	83726	22° 01' 00"	47° 54' 00"	856,0
27	**São Lourenço**	83736	22° 06' 00"	45° 01' 00"	953,2
28	**São Paulo (Mirante de Santana)**	83781	23° 30' 00"	46° 37' 00"	792,1
29	**São Simão**	83669	21° 29' 00"	47° 33' 00"	617,4
30	**Uberaba**	83577	19° 46' 00"	47° 56' 00"	737,0
31	**Unaí**	83428	16° 22' 00"	46° 53' 00"	460,0
32	**Votuporanga**	83623	20° 25' 00"	49° 59' 00"	502,5

Tabela 1 : Estações pluviométricas utilizadas.

Finalizado este processo de escolha das estações e do período a ser utilizado, os dados pluviométricos diários de cada estação foram organizados em planilhas, as quais foram submetidas a um intenso trabalho de análise e verificação de qualidade, visando à identificação das lacunas ainda existentes nos dados do novo período selecionado. Para acelerar o processo de identificação das lacunas foi utilizado o software RClimDex (Zhang et al., 2004).

Foi então realizado um controle de qualidade para saber se as 32 estações escolhidas apresentavam ao menos 90% dos dados diários com qualidade para serem analisados ao longo de um ano, porém, utilizando-se desta porcentagem os resultados se mostraram inviáveis, já que a quantidade de estações rejeitadas seria muito grande devido às lacunas nos dados. Os mesmos testes foram então novamente realizados, desta vez considerando-se apenas 80% dos dados (Klein Tank et al. 2002) válidos para o período de análise, chegando-se a um resultado mais positivo. Portanto, foi esta a porcentagem empregada na seleção das melhores estações, as quais foram utilizadas posteriormente na obtenção dos índices climáticos.

Sobre cada série considerada completa aplicou-se um controle de qualidade para identificar os eventuais erros de transcrição dos dados e os valores anômalos (outliers). Os valores incorretos e os outliers são transcritos e guardados pelo software RClimDex em tabelas para que se possa analisar os dados e corrigi-los posteriormente, se necessário.

3. Aplicação dos índices climáticos e cálculo dos percentuais

Uma vez selecionadas as estações e o período histórico da análise, foram então obtidos os índices necessários para a verificação do comportamento pluviométrico da área de estudo. São, no total, 11 índices criados e organizados pelo Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices - ETCCDMI (2003) para se realizarem os cálculos aplicados a estudos sobre os dados de chuvas (Tabela 2).

ID	Nome Indicador	Definições	Unid.
RX1day	Max. 1 dia de quantidade de chuva	Máximo de 1 dia de precipitação mensal	mm
RX5day	Max. 5 dias de quantidade de chuva	Máximo de 5 dias consecutivos de precipitação mensal	mm
SDII	Índice de intensidade diária simples	Precipitação total anual, dividido pelo número de dias chuvosos (definido com precipitação > = 1.0mm) no ano	mm/dia
R10mm	Número de dias de chuva intensa	Contagem de dias anual em que a precipitação é > = 10mm	dias
R20mm	Número de dias de chuva muito intensa	Contagem de dias anual em que a precipitação é > = 20mm	dias
Rnn	Número de dias superiores a *nn* mm	Contagem de dias anual em que a precipitação é > = 1.0 mm	dias
CDD	Dias secos consecutivos	Número máximo de dias consecutivos com chuvas diárias < 1mm	dias
CWD	Dias chuvosos consecutivos	Número máximo de dias consecutivos com chuvas diárias > = 1mm	dias
R95p	Dias muitos úmidos	Precipitação total anual quando as chuvas diárias forem > 95 porcento	mm
R99p	Dias extremamente úmidos	Precipitação total anual quando as chuvas diárias forem > 99 porcento	mm
PRCPTOT	Total anual de dias chuvosos	Precipitação total anual em dias úmidos (chuvas diárias > = 1mm)	mm

Tabela 2 : Índices utilizados.

Para cada índice pluviométrico foram calculadas também as tendências através do método da regressão linear. A significância estatística das tendências calculadas foi verificada utilizando-se o coeficiente de determinação R^2, de acordo com Aguilar et al. (2003). Posteriormente esta mesma classificação cromática foi utilizada nos mapas para indicar as localizações de cada índice na bacia, possibilitando verificar quais áreas apresentaram alterações pluviométricas mais significativas. Os índices em que os *p-values* foram menores ou iguais a 0,05, ou seja, aqueles em que os dados foram considerados mais confiáveis por possuírem mais de 95% de significância foram evidenciados com letras no estilo negrito.

4. Os resultados obtidos

Podemos afirmar que realmente está havendo aumento no número de dias úmidos em boa parte da bacia. Esse aumento é indicado pelo índice SDII (Índice de Intensidade Diária Simples), que mostra a intensidade de ocorrências de dias com chuvas durante o período analisado, pois apenas 6 das 32 estações analisadas apresentaram tendências com valores negativos, ou seja, diminuição dos dias chuvosos (Figura 2). Um fato importante é que os maiores valores de tendências de ocorrências de dias chuvosos têm sido provocadas principalmente por chuvas mais intensas, gerando aumento significativo dos volumes precipitados no ano, porém, não quer dizer que as chuvas tenham sido bem distribuídas temporalmente. O elevado número de estações pluviométricas com tendências positivas (indicando aumento no número de dias com chuvas) para os índices R1mm, R10mm, R20mm e R95mm demonstram claramente esse comportamento. Desse modo, enquanto que para o índice R1mm (indicativo dos dias com chuvas menos volumosas) o número de estações com tendências negativas e positivas é praticamente equivalente (18 negativas, 12 positivas e 2 sem alterações), nos índices R10mm, R20mm e R95mm os números de estações com tendências positivas de chuvas aumentam significativamente.

Estações pluviométricas	CDD	CWD	RX1day	RX5day	SDII	R1mm	R10mm	R20mm	R95p	R99p	PRCPTOT
Araxá	-0,61	0,08	0,21	0,06	0,09	0,00	0,12	0,18	8,52	2,20	8,86
Avaré	-0,09	-0,11	-0,14	-0,67	0,03	-0,32	0,00	0,01	-1,68	3,77	-1,97
Brasília	1,10	0,07	0,18	1,73	0,02	0,00	0,04	0,07	3,37	-0,70	1,59
Campo Mourão	-0,15	-0,06	-0,21	-0,29	0,05	-0,46	0,04	0,08	-0,75	-0,54	-1,98
Campos do Jordão	-0,02	0,04	0,14	1,17	**0,09**	0,57	**0,63**	**0,44**	**10,37**	0,64	**19,14**
Capinópolis	0,15	-0,02	-0,35	0,67	0,01	-0,05	0,18	0,05	0,74	1,04	1,02
Castro	-0,07	-0,07	1,06	0,23	0,05	0,29	0,29	0,28	1,61	0,81	10,28
Catalão	0,66	-0,08	-0,31	-0,66	0,06	0,07	0,26	**0,20**	2,75	1,29	6,78
Catanduva	0,13	-0,03	-1,03	-1,61	-0,04	-0,15	-0,32	-0,20	0,90	-3,02	-5,72
Curitiba	-0,22	-0,03	0,69	0,27	0,08	0,20	0,39	0,22	**7,32**	2,04	11,96
Formosa	0,86	-0,01	-0,18	-0,30	-0,03	-0,08	-0,26	-0,07	1,50	0,20	-3,51
Franca	-0,11	-0,05	-0,32	-0,40	0,03	0,39	0,18	**0,22**	2,18	-1,24	8,86
Goiânia	0,59	-0,02	0,91	0,55	**0,07**	-0,18	0,11	0,04	3,00	4,39	5,38
Guarulhos	0,23	0,04	-0,01	0,02	0,01	-0,15	-0,18	0,02	3,67	2,31	-1,24
Ipamerí	0,61	0,06	-0,07	0,02	0,02	-0,12	0,05	0,20	-1,47	0,14	1,09
Iratí	-0,19	0,01	-1,10	0,52	0,02	0,18	0,14	0,22	-0,27	-0,12	4,73
Ituiutaba	-1,10	0,10	-0,34	-1,01	-0,02	0,45	0,11	-0,02	4,22	-0,09	5,26
Jataí	0,03	-0,09	0,19	0,81	0,02	-0,20	-0,15	-0,11	4,03	1,60	-1,77
Juiz de Fora	0,12	0,17	0,71	0,56	0,11	0,57	**0,58**	0,43	**11,29**	**6,37**	**19,79**
Lavras	-0,88	0,12	-0,48	-0,09	0,04	-0,18	-0,13	0,10	0,75	-2,10	0,66
Londrina	-0,94	0,15	1,54	2,57	0,03	0,50	0,18	0,19	5,04	3,90	12,45
Maringá	-0,23	-0,05	0,31	0,06	0,04	-0,11	0,05	0,08	-2,82	2,79	1,85
Paracatú	1,41	0,05	-0,37	0,63	0,09	-0,11	0,06	0,21	5,16	-0,68	5,16
Pirenópolis	0,41	-0,08	-0,15	-0,45	0,05	-0,13	-0,04	0,09	1,88	-0,30	2,41
Presidente Prudente	0,30	-0,09	-0,33	1,62	0,03	0,03	0,04	0,08	3,48	-1,99	3,47
São Carlos	-0,22	-0,11	0,08	-1,47	-0,01	-0,04	-0,13	-0,12	2,76	-0,10	-1,30
São Lourenço	0,42	0,01	0,40	1,83	-0,01	0,04	-0,05	0,08	-0,35	-1,34	-0,76
São Paulo (Mirante de Santana)	0,40	0,02	0,17	-0,16	**0,09**	-0,46	-0,08	0,08	3,17	-0,16	2,84
São Simão	-0,05	0,01	0,18	1,18	0,03	-0,11	-0,27	0,11	**10,02**	2,70	1,94
Uberaba	0,07	-0,08	-0,47	0,13	0,10	-0,08	0,20	0,31	3,65	-0,75	9,19
Unaí	0,56	0,04	-0,08	-1,90	-0,05	-0,41	-0,11	-0,06	-8,60	-2,12	-11,25
Votuporanga	0,64	**0,15**	0,77	2,61	0,03	0,15	0,02	-0,05	**9,16**	3,42	5,63

Figura 2 : Tendências positivas (células azuis) e negativas (células vermelhas) no período 1986 a 2011. (Obs.: células brancas = índices sem alterações; valores em negrito = *p-value* menor que 0,05).

A partir do índice R99mm (indicativo de dias extremamente úmidos) o número de estações com tendências positivas tende a reduzir, porém, ainda permanece com número maior de estações com tendências positivas em comparação aos índices R1mm. O aumento dos dias chuvosos, em especial aqueles com chuvas mais intensas refletem diretamente no acréscimo dos totais de chuvas anuais, como mostra o índice PRCPTOT, pois a maioria das estações (23 com tendências positivas) se apresentou com aumento no total pluviométrico anual. Em alguns casos, inclusive, o aumento no índice PRCPTOT foi muito significativo, como se pode perceber nas estações de Campos do Jordão (número 5 na tabela 1) e Juiz de Fora (número 19 na tabela 1) que apresentaram tendências positivas igual a 19,1 e 19,8, respectivamente. Apesar de serem valores extremamente elevados, os dados dessas estações foram considerados confiáveis, pois apresentaram mais de 95% de significância. Além do aumento

nos volumes anuais de chuvas, o índice RX5day mostrou também que houveram mais ocorrências de chuvas mensais registradas em dias consecutivos, principalmente em 5 dias. É provável que este acréscimo de dias chuvosos tenha relação direta com o aumento das chuvas intensas registradas.

Com base no índice CDD, por exemplo, é possível notar que toda a região sul da bacia apresentou tendências de decréscimo de dias secos consecutivos, e esse padrão é exatamente o contrário do que ocorre na região norte da bacia, onde as tendências indicam aumento nos dias secos consecutivos. Esses padrões são, de certo modo, compreensíveis, já que o sul da bacia é mais influenciado pela Massa Polar Pacífica e por Sistemas Frontais associados, que ao invadirem a região com mais intensidade ao longo de todo o ano, provocam chuvas que se distribuem de modo mais homogêneo temporalmente, reduzindo as chances de ocorrências de períodos secos prolongados. E no norte, mais influenciado pelas Massas Tropicais e Equatoriais, as chuvas tendem a serem mais volumosas, porém, de curta duração, pois são geradas principalmente pela intensa convecção do ar provocada pelas temperaturas mais elevadas ao longo do ano (Monteiro, 1964; Zavattini e Boin, 2013).

Para o índice CDW, que representa a ocorrência de dias chuvosos consecutivos com chuvas acima de 1 mm, o único padrão espacial notado encontra-se na região leste da bacia, justamente onde se encontram os relevos mais acidentados e mais elevados da área de estudo. E por ser também uma região que é influenciada muitas vezes pela Massa Tropical Atlântica, de origem oceânica e que carrega muita umidade, a interação com o relevo pode ser primordial para que haja maiores ocorrências de dias chuvosos. A comprovação das tendências de diminuição de ocorrências de dias secos consecutivos (CDD) apresentados para a região sul, bem como as tendências de aumento de dias chuvosos consecutivos (CDW) para a região leste pode ser feita através da interpretação do índice Rx5day, de tendência de ocorrência de 5 dias consecutivos de chuvas, pois mostra que as duas regiões tiveram diminuição nos números de dias secos e aumento de dias chuvosos. O índice SDII, que mostra a intensidade de ocorrência de dias chuvosos, também comprova esta afirmação, que, aliás, mostrou aumento nos valores de tendências não somente para as regiões sul e leste, mas para praticamente toda a área de estudo.

Conclusões

Este artigo é fruto do convênio firmado entre a Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro, Brasil e a Università degli Studi di Torino, Itália. Os resultados obtidos refletem, por um lado, a experiência de pesquisadores italianos no uso de técnicas de pesquisa desenvolvidas pelos grupos MEditerranean climate DAta REscue – MEDARE (2013) e Advances in Homogenisation Methods of Climate Series – ACTION COST-ES0601 (2013), que se dedicam à criação de um teste estatístico de valor internacional para homogeneização de séries climáticas (Acquaotta, 2012; Acquaotta et al., 2009; Acquaotta e Fratianni, 2013; Venema et al., 2012). E, por outro lado, o interesse de pesquisadores dedicados à Climatologia Geográfica na aplicação desses recursos a dados climáticos do Brasil.

Os resultados obtidos na pesquisa serão muito úteis para a gestão e planejamento do território brasileiro que, devido à sua grande extensão, apresenta climas diversos e muitos problemas causados pela ampla variabilidade climática nele existente. Os índices climáticos calculados para a bacia hidrográfica do rio Paraná mostraram que em algumas regiões as tendências de aumento nos volumes de chuvas foram significativas. Ainda que não haja padrão espacial na distribuição destas tendências, é possível afirmar que em grande parte da bacia está havendo aumento significativo nos totais anuais de chuvas e que esse aumento está correlacionado principalmente a chuvas mais intensas.

Entende-se que apesar dos resultados terem apontado claramente para aumento das chuvas na maior parte da bacia, a pesquisa deva ser melhorada, pois a falta de estações pluviométricas em algumas regiões pode influenciar na identificação de um padrão espacial das tendências apresentadas pelos índices climáticos analisados. Além disso, os dados utilizados apresentaram lacunas que podem influenciar as análises, e a melhoria destes dados seria essencial para que as próximas pesquisas comprovem ou não os resultados obtidos.

Referências Bibliográficas

Acquaotta F., Fratianni S., Cassardo C and Cremonini R., 2009: On the Continuity and Climatic Variability of Meteorological Stations in Torino, Asti, Vercelli and Oropa. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **103**, 279–287. doi: 10.1007/s00703-008-0333-4.

Acquaotta, F., 2012: Analisi delle Serie Storiche di Temperatura e Precipitazione in Piemonte: peculiarità e variabilità climatica. *Tesi di Dottorato in Scienza e Alta Tecnologia, indirizzo in Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino,* pp. 178.

Acquaotta F., Fratianni S., 2013: Analysis on long precipitation series in Piedmont (North-West Italy). *American Journal of Climate Change*, **02**:14–24. doi: 10.4236/ajcc.2013.21002.

ACTION COST-ES0601 - *Advances in homogenisation methods of climate series: an integrated approach HOME*, 2013. (Available at http://www.homogenisation.org/v_02_15/).

Aguilar E., Auer I., Brunet M., Peterson T.C., and Wieringa J., 2003: *Guidelines on Climate Metadata and Homogenization.* WCDMP 53, WMO-TD 1186, World Meteorol. Org., Geneva, Switzerland, pp. 55.

Aguilar E., Peterson T.C., Ramírez Obando P. et al., 2005: Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and Northern South America, 1961-2003. *Journal of Geophysical Research*, **110**. D23107.

Alexander L.V., Zhang X., Peterson T.C. et al., 2006: Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research,* **111**: D05109. doi: 10.1029/2005JD006290.

Alexander L.V., Tapper N., Zhang X. et al., 2009: Climate extremes: progress and future directions. *International Journal of Climatology*, **29**:317–319. doi: 10.1002/joc.1861.

ANA, *Agência Nacional de Águas*, 2013: (http://www.ana.gov.br/mapainicial/pgMapaL.asp).

ANEEL, *Agência Nacional de Energia Elétrica*, 2013a: (http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf).

ANEEL, *Agência Nacional de Energia Elétrica*, 2013b: (http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=110).

Besselaar E.J.M. van den, Klein Tank A.M.G. and Buishand T.A., 2012. Trends in European precipitation extremes over 1951–2010. *International Journal of Climatology*, **33** (12): 2682-2689. doi: 10.1002/joc.3619.

Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices, 2003: CCl/CLIVAR first team meeting report, Zuckerman Inst./Clim. Res. Unit, E. Anglia Univ., Norwich, UK. (Available at http://www.clivar.org/organization/etccd/docs/ETCCDMI1stReport.htm).

Klein Tank A.M.G., Wijngaard J.B., Können G.P. et al., 2002: Daily surface air temperature and precipitation dataset 1901-1999 for European Climate Assessment (ECA). *Int. J. of Climatol*, **22**: 1441–1453.

Klein Tank A.M.G. and Können G.P., 2003: Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99. *Journal of Climate*, **16**: 3665-3680.

Klein Tank A.M.G., Peterson T.C., Quadir D.A. et al., 2006: Changes in Daily Temperature and Precipitation Extremes in Central and South Asia. *Journal of Geophysical Research*, **111**, D16105.

MEDARE, *The Mediterranean Climate Data Rescue*, 2013: (http://www.omm.urv.cat/MEDARE).

Moberg A., Jones P.D., Lister D. et al., 2006: Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901–2000. *Journal of Geophysical Research*, **111**, D22106.

Monteiro C.A.F., 1964 : Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. *Revista Geográfica*, **33** (61): 59-69.

Mueller B. and Seneviratne S.I., 2012 : Hot Days Induced by Precipitation Deficits at the Global Scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* **109** (31): 12398-12403.

Sen Roy S. and Rouault M., 2013: Spatial Patterns of Seasonal Scale Trends in Extreme Hourly Precipitation in South Africa. *Applied Geography*, **39**: 151-157.

Terzago S., Fratianni S., Cremonini R., 2013: Winter precipitation in Western Italian Alps (1926–2010): Trends and connections with the North Atlantic/Arctic Oscillation. *Meteorology and Atmospheric Physics*¸ **119**:125–136. doi: 10.1007/s00703-012-0231-7.

Venema V.K.C., Mestre O., Aguilar E. et al., 2012: Benchmarking homogenization algorithms for monthly data. *Clim. Past.*, **8**:89-115. doi: 10.5194/cp-8-89-2012.

Vincent L.A. and Mekis E., 2006: Changes in Daily and Extreme Temperature and Precipitation Indices for Canada over the Twentieth Century. *Atmosphere-Ocean*, **44** (2): 177-193.

Vincent L.A., Peterson T.C., Barros V.R. et al., 2005: Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. *Journal of Climate*, **18**: 5011-5023.

Wang W., Shao Q., Yang T. et al., 2013: Changes in Daily Temperature and Precipitation Extremes in the Yellow River Basin, China. *Stoch Environ Res Risk Assess*, **27**: 401-421. doi: 10.1007/s00477-012-0615-8.

Zandonadi L., 2009: As Chuvas na Bacia do Paraná: aspectos temporais, espaciais e rítmicos. *Mestrado em Geografia*. *Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*, Rio Claro, pp.136.

Zavattini J.A. and Boin M.N., 2013: *Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa*. Editora Alínea, Campinas, pp. 150. ISBN 978-85-7516-611-6.

Zhang X., Yang F., 2004: *RClimDex (1.0) User Guide*. Climate Research Branch Environment Canada: Downsview, Ontario, Canada.

ANÁLISE SEMI-INTEGRADA E MODELAGEM MORFO-PEDOLÓGICA NO LITORAL LESTE DE BEBERIBE, CEARÁ

AGUIAR P F. de [(1)], FREIRE G. S. S. [(2)], CARVALHO R. G. de[(3)]

(1) NAEA da Universidade Federal do Pará, UFPA, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, LGMA, Universidade Federal do Ceará, UFC, Av. Humberto Monte, Campus do Pici, s/n, CEP 60455-790, Fortaleza, CE, Brasil [poncianafreire@gmail.com]

(2) Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, LGMA, Universidade Federal do Ceará, UFC, Av. Humberto Monte, Campus do Pici, s/n, CEP 60455-790, Fortaleza, CE, Brasil [freire@ufc.br]

(3) Grupo de Estudos em Gestão Ambiental – GEGA,Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, UERN, BR 110, Km 48, R. Prof. Antônio Campos, CEP: 59610-090, Mossoró, RN, Brasil [rodrigocarvalho@uern.br]

Resumo: *Este trabalho objetivou uma análise morfopedológica e integrada dos seus fatores e a sua interação na formação do solo. A área de estudo localiza-se no município de Beberibe, costa nordeste do Brasil, entre as coordenadas UTM X1 = 605.4520, 9512.5000, e X2 = 631.0000, 9529.5000, abrangendo a área de entorno das lagoas de Dentro, do Sal e de Paripueira. A metodologia consistiu: na pesquisa bibliográfica e documental da área; pesquisa de campo; mapeamento das unidades morfo-pedológicas (1: 50.000) da área, baseado em documento cartográfico pré-existente, e atualizado a partir de sensoriamento remoto (imagens multiespectrais Landsat, e imagem SRTM), utilizando SIG. Assim, foi realizada uma análise do relevo, através de processamento de imagem SRTM, além de uma integração de dados das características físico-ambientais resultando na análise dos solos. Os solos da área estudada na região da zona litorânea são caracterizados como arenosos e salinos, próximo a linha de costa (planície litorânea) e, argilo-arenosos na parte interna (planalto costeiro).*
Palavras-Chave*: análise integrada, modelagem, morfo-pedologia, mapeamento*

Résumé: Analyse semi-intégré et la modélisation morpho-pédologique sur la côte est de Beberibe,Ceará.. *Ce travail vise à réaliser une analyse morpho-pedologique intégrée des facteurs contrôlant la formation des sols et de leurs interactions. La zone d'étude se situe à Beberibe, sur la côte nord-est du Brésil, entre les coordonnées UTM X1 = 605,4520, 9512,5000, et X2 = 631,0000, 9529,5000, couvrant la zone autour des étangs de Dentro, Sal et Paripueira. La méthodologie a consisté: en une recherche bibliographique et documentaire; une recherche sur le terrain; une analyse cartographique des caractéristiques morpho-pédologiques des unités (1: 50.000) de la région, sur la base de documents cartographiques pré-existants en utilisant le SIG et mis à jour par la télédétection (Landsat multispectrale et l'image de SRTM). Ainsi, une analyse du relief par le traitement d'images SRTM été réalisée avec une intégration de données sur les caractéristiques physiques de l'environnement, résultant de l'analyse des sols. Les sols de la zone d'étude dans le domaine des zones côtières sont caractérisés par des sables à forte te neur en sel à proximité du littoral (plaine littorale) et par des argiles sableuses à l'intérieur (plateau côtier).*
Mots-clés*: analyse intégré, la modélisation, morpho-pédologie, cartographie*

Abstract: Semi-integrated analysis and morpho-pedological modeling in the east coast of the Beberibe, Ceará*. This work aimed a morpho-pedological and integrated analysis of its factors and their interactions in soil formation. The study area is located in Beberibe, northeastern coast of Brazil, between UTM coordinates X1 = 605.4520, 9512.5000, and X2 = 631.0000, 9529.5000, covering the area around the ponds Dentro, Sal and Paripueira. The methodology consisted in: bibliographical and documentary research area; field research; mapping units of morphopedological characteristics (1: 50,000) of the area, based on pre-existing cartographic document, and updated from remote sensing (multispectral Landsat and SRTM image) using GIS. Thus, was performed a relief analysis by image processing SRTM, and an integration data physical-environmental characteristics that resulting in the analysis of soils. The soils of the studied area in the coastal zone are characterized as sandy and saline, close to the shoreline (coastal plain) and sandy-clayey inside (coastal plain).*
Keywords*: integrated analysis, modeling, morpho-pedology, mapping*

Introdução

O presente trabalho consta de uma análise semi-integrada dos fatores de formação do solo (geológicos, geomorfológicos, tempo, clima e ação biológica) e morfo-pedológica como subsídeo para o ordenamento territorial do litoral leste de Beberibe, utilizando-se a modelagem para representação e análise dos dados.

A análise semi-integrada envolve o entendimento integrado de diferentes fatores, permitindo a identificação de unidades de solos, por correlação do conhecimento de áreas como o relevo, da geologia e a vegetação, sendo relevante para o conhecimento das potencialidades e limitações de uso do solo, visando um melhor planejamento ambiental, levando em consideração a organização do uso e ocupação respeitando-se assim a capacidade de suporte dos solos.

O entendimento dos processos morfogenéticos e pedogenéticos são fundamentais para o conhecimento das características dos solos, úteis na identificação de tipos de uso da cobertura da terra.

A expansão das atividades humanas sobre o solo, como a agricultura, pecuária, construção de cidades entre outros tipos de usos tem gerado inúmeros impactos no meio físico como os processos de erosão acelerada de caráter laminar e linear, além de movimentos de massa no mundo todo, principalmente relacionados a urbanização e a agricultura que geram impactos negativos e perda dos nutrientes do solo, comprometendo as próprias atividades humanas.

A área de estudo possui 265 km² e situa-se no litoral leste do município de Beberibe, Ceará, costa nordeste do Brasil, entre as coordenadas UTM X1= 605.4520, 9512.5000, e X2= 631.0000, 9529.5000, abrangendo a área de entorno das lagoas de Dentro, do Sal e de Paripueira (Figura 01).

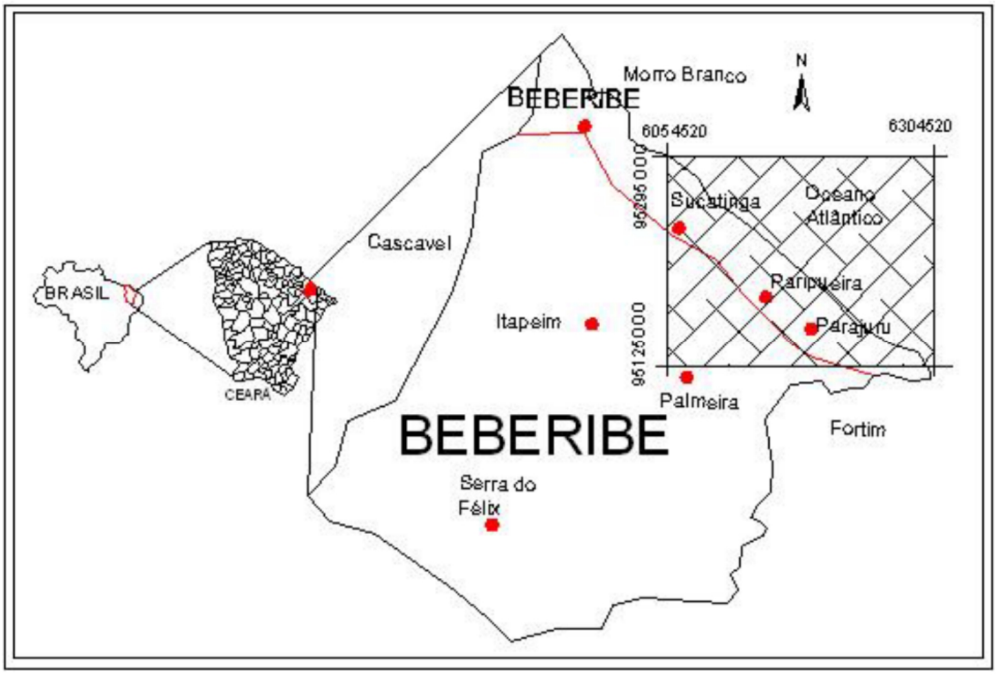


Figura 1. Mapa de Localização do litoral leste de Beberibe (Fonte: AGUIAR, 2005).

A área de estudo é caracterizada por possuir clima tropical sub-úmido, com precipitação anual em torno 1100 mm (Aguiar, 2005). Outras características também podem ser atribuídas à área como a de Fernandes (2000) que classifica a fitogeografia segundo critérios ecológicos-vegetacionais-florísticos, dividindo o Brasil em províncias e subprovíncias e setores, onde a área inserindo a área na Província Atlântica, e Subprovíncia Litorânea ou Costeira. Destacam-se: a vegetação de dunas, o manguezal, a mata ciliar, e a mata de tabuleiro também chamada de vegetação de tabuleiro.

O objetivo geral da pesquisa foi realizar uma análise semi-integrada e morfo-pedológica do litoral leste do município de Beberibe. Os objetivos específicos foram: realizar uma caracterização descritiva semi-integrada e dos aspectos pedológicos da área; analisar o relevo através do uso de produtos de interpretação do relevo utilizando imagens SRTM; mapear e analisar as unidades morfo-pedológicas da área, úteis para subsidiar um possível ordenamento de uso e ocupação fundamental para o planejamento ambiental adequado.

1. Material e métodos

A metodologia consistiu no levantamento bibliográfico e documental da área, pesquisa de campo (várias campanhas), processamento de imagens e mapeamento das unidades morfo-pedológicas e sua caracterização baseados em documentos cartográficos, análise geoambiental, atualização e geração de modelo digital de terreno a partir de sensoriamento remoto.

Foram utilizadas para a base de dados: a carta de solo da SUDENE (1: 100.000), e os parâmetros do SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos), pela análise realizada das amostras dos seus perfis. A caracterização do solos foi realizada utilizando-se como referência Oliveira (2009), o Mapa Exploratório de solos do estado do Ceará na escala de 1: 500.000 (Jacomine & Almeida, 1973), o Mapa Exploratório de Solos do Projeto Radam Brasil folha SB. 24/25, além da confecção de mapas por análise das chaves de interpretação visual da imagem Landsat 7 ETM+, composição das bandas 543, RGB, muito útil na identificação de formas de relevo, bem como de tipos de solos devido a sua boa reflectância nessas três bandas.

Foi realizada uma análise semi-integrada a partir da caracterização geoambiental do litoral leste de Beberibe (geologia, geomorfologia, solos e uso do solo), além das caraterísticas morfoclimáticas da área. Os mapas temáticos foram feitos por geração da base cartográfica na escala 1: 50.000, a partir da carta do INCRA na escala de 1: 25.000. O mapa geomorfológico foi realizado a partir do cruzamento dos planos de informação dos mapas de geomorfologia e geologia, utilizando-se o aplicativo *intersect* e outro de integração como o *merge* do ArcGis, para a correlação dos dados de relevo com os de solos na descrição da caracterização morfo-pedológica da área.

O mapa morfo-pedológico foi gerado a partir da geração de classes de declividade geradas da imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 90 metros e reamostrada para 30 metros, depois de gerados o modelo digital de elevação e os mapas de hipsometria e declividade, tratados em Sistema de Informações Geográficas (SIG's) ArcGIS, no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) da UFC. A verificação da qualidade do DEM (Figura 2) foi realiza a partir dos valores do erro médio quadrático, análise de tendência, baseados em Oliveira (2005), bem como o erro linear por cálculos e fórmulas. A descrição dos solos foi feita principalmente por uma relação simples deste com a altitude, observadas nos mapas.

2. Resultados e discussões

O DEM do litoral leste de Beberibe (Figura 2) e o Mapa morfo-pedológico do litoral leste de Beberibe (Figura 2) gerados a partir da imagem SRTM possibilitaram uma boa metodologia de geração de classes de declividade, mapa de altitude, mapa hipsométrico, DEM e posterior associação das classes de declividade à morfologia do terreno e aos tipos de solos, produzindo o mapa final (morfo-pedológico). O mapeamento a partir da interpretação geoespacial dos produtos gerados da imagem SRTM permitiram realizar uma boa delimitação da morfopedologia da área, que deve servir como subsídio ao seu planejamento.

As resoluções das imagens Landsat têm melhorado, onde o Landsat 7 e o 8, permitem analisar os dados em resoluções espaciais de 15m, tendo permitido avanços nas metodologias de interpretação visual voltadas para a identificação de feições de relevo e unidades de solos. O uso do SRTM tem contribuído muito na geração de MDE's (Figura 2), no entanto, ainda possui limitações relacionadas à sua resolução espacial.

Os trabalhos de campo foram muito úteis no reconhecimento da área e principalmente para a validação dos dados, onde observou-se que grande parte das unidades de relevo e de solos do mapa morfo-pedológico condisseram com as identificadas no litoral leste de Beberibe.

Para a caracterização descritiva da morfo-pedologia da área foi essencial o entendimento dos processos pedogenéticos, onde foi realizada uma análise integrada da dinâmica geoambiental da área baseada em autores como Bertrand (1969), Tricart (1977), Morais *et al.* (1975), Freire (1989), incluíndo a análise de geossistemas e da ecodinâmica ambiental.

A seguir são apresentadas as principais características semi-integradas e morfo-pedológicas a partir das unidades de relevo da área. As unidades geomorfológicas da planície costeira de Beberibe (Figura 3) ocorrem em formas como tabuleiros costeiros (platôs costeiros e falésias), planícies litorâneas (planícies eólicas, planícies estuarinas e planícies de praia) e possuem altitudes variando de 0 a 65m .

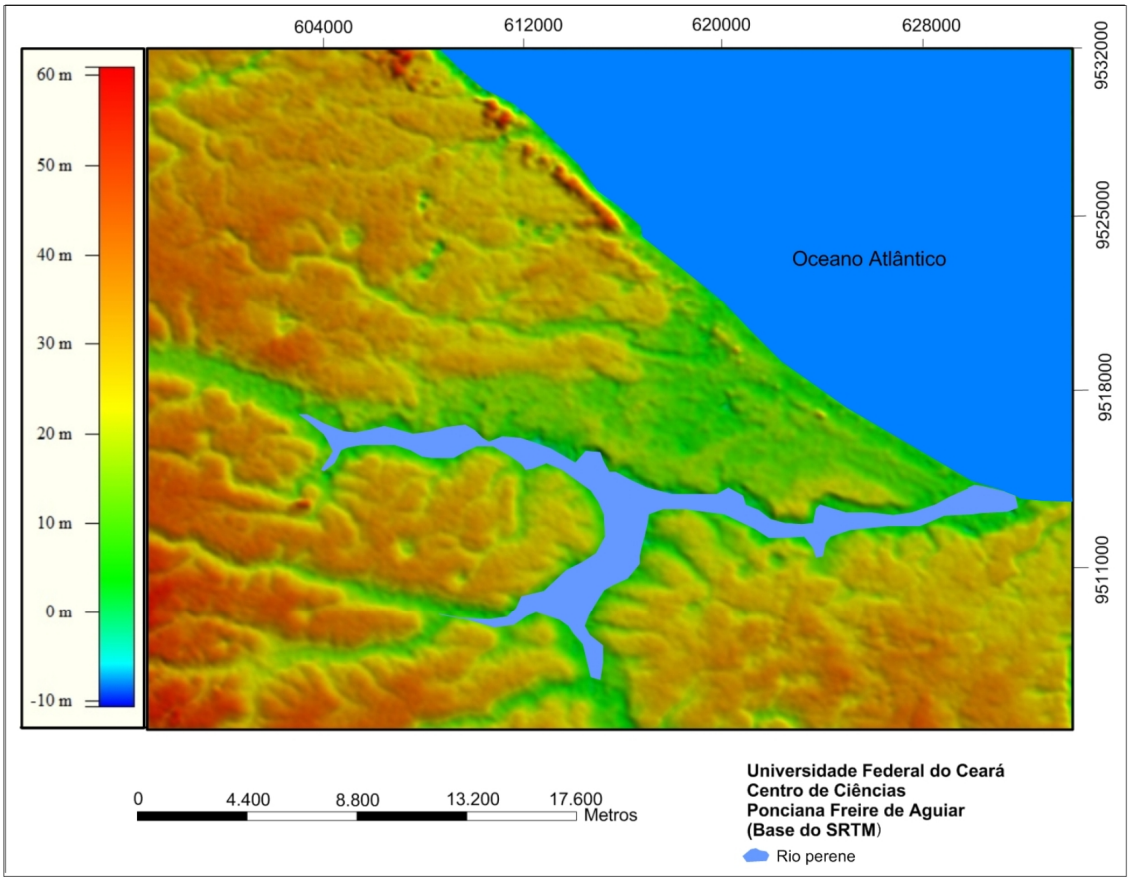


Figura 2. DEM do litoral leste de Beberibe gerados a partir da imagem SRTM.

Os solos das planícies litorâneas e dunas percorrem a faixa litorânea e retaguarda (Figura 3), possuem relevo plano a suave ondulado, geralmente vindo associados aos neossolos quartzarênicos (antigas areias quartzosas distróficas) e/ou com solos halomórficos, que segundo Jacomine & Almeida (1973) são datadas do Holoceno.

Nos tabuleiros costeiros (da Formação Barreiras, idade miocênica a pleistocênica) do litoral leste de Beberibe observam-se na parte interna (Figuras 3) os argissolos vermelho-amarelos, constituídos de sedimentos argilo-arenosos vermelho-amarelados, dispondo-se abaixo da vegetação de tabuleiro e a restinga, intercaladas à agricultura de subsistência.

Na planície costeira ocorrem os neossolos quartzarênicos (Figuras 3) originados de depósitos marinhos (de praia), eólicos e estuarinos (de idade holocênica), caracterizados por

superfície plana nas praias (sedimentos arenosos) e estuários (sedimentos areno-argilosos), levemente ondulada a ondulada no campo de dunas (areias de granulometria fina). Podem vir associados aos argissolos quando esses solos se aproximam e se sobrepõem em parte aos tabuleiros costeiros (Freire, 1989).

A área é constituída das seguintes classes ou associações de solos: argissolos vermelho-amarelos; neossolos quartzarênicos associados a argissolos; gleissolos; e planossolos.

2.1. Argissolos

Os argissolos vermelho-amarelos no litoral leste de Beberibe são constituídos de sedimentos argilo-arenosos, de cor vermelho amarelada e ocorrem nos tabuleiros costeiros do litoral leste de Beberibe observa-se na parte interna em altitudes acima de 15 m até os 65 metros (Figuras 3), apresentando-se em relevo plano a suave ondulado, onde os tabuleiros são mais conservados, com vegetação de tabuleiro e restinga e limitação de média a baixa ao uso e ocupação e as atividades agrícolas, devendo-se preservar as áreas de vegetação natural.

Os argissolos são solos profundos a muito profundos, podendo obedecer seqüência de horizonte A, Bt e C, textura média e argilosa, com teor de argila médio de 16,75% (Sousa *et al*., 2012). São solos ácidos à moderadamente ácidos em superfície, apresentando baixa fertilidade natural, por serem distróficos, menos de 50% de bases trocáveis.

2.2. Neossolos Quartzarênicos associados à Argissolos

São solos derivados de sedimentos arenoquartzosos de origem marinha de idade holocênica, sendo solos não hidromórficos, não consolidados e de fertilidade natural muito baixa (antigas areias quartzosas marinhas distróficas). Ocorrem na planície costeira entre altitudes (Figuras 3) em relevos planos a suavemente ondulados nos tabuleiros (entre 15 a 35m) e suave ondulado a ondulado na área de dunas fixas. Os neossolos quartzrênicos sem associação ocorrem em relevo plano na planície praial (até 3m) e nas dunas frontais.

A classe dos Neossolos quartzarênicos possui horizonte A moderado a fracamente desenvolvido, tendo horizontes A e C, menos que 15% de argila, e relevo plano a suavemente moderado. Esse solo percorre toda a planície litorânea envolvendo o campo de dunas e a faixa praial, e que podem por vezes vir associados argissolos e/ou com solos halomórficos. Com textura arenosa/media, de cores bruno, bruno-claro-acinzentado, a bruno avermelhado-escuro e bruno-escuro.

São solos com baixa soma de bases e muito baixa saturação de base, com areias quartzosas distróficas (Jacomine & Almeida, 1973). São excessivamente drenados e pouco desenvolvidos a profundos e muito profundos. Possuem fortes a muito fortes limitações ao uso agrícola, ainda que, na área existam plantis de mandioca, caju ou coco.

Os neossolos quartzarênicos podem vir associados aos argissolos. Nesse caso, possuem horizonte A com espessura entre 10 a 30 cm, sendo normalmente do tipo fraco, com hororizonte B areno-argiloso vermelho-amarelado, ocorrendo à retaguarda das dunas e recortados pelos interflúvios de solos planossolos. Sua limitação está ligada à baixa fertilidade natural e pouca capacidade de reter água e nutriente por sua textura arenosa. São utilizados na agricultura e pecuária extensiva no litoral, como coco, caju e culturas de subsistência (milho, mandioca, feijão).

2.3. Gleissolos

O mapa morfo-pedológico (Figura 3) foi realizado com o SRTM com uma relação direta entre altitude e tipo de solo. Assim, observa-se que os gleissolos ocorrem nas planícies

estuarinas em altitudes de 0 a 10m, associando-se por vezes aos neossolos quartzarênicos, em margens de lagoas costeiras, podendo vir associados também aos solos indiscriminados de mangues. São solos halomórficos com acumulação de sais solúveis no horizonte superficial e percentagem de saturação com sódio trocável maior que 15% em algum horizonte. Apresentam limitações de uso para a agricultura devido às concentrações de sais elevadas.

São solos caracterizados por alta presença de material orgânico (MO) na superfície, diferindo da classe de solos orgânicos por apresentarem menores quantidades de MO. Sua alta concentração de sais solúveis conduz a uma elevada condutividade elétrica. O horizonte C pode ser gleyzado ou não.

Eles se desenvolvem de deposições fluviais recentes em relevo plano de várzeas, planícies aluvionais e áreas deprimidas associadas a excesso de água e a solos indiscriminados de mangues na foz dos rios (Freire, 1989). Se desenvolve nesse solo uma espécie vegetal de mata ciliar muito característica, o bredo ou bredinho de praia (*Iresine portulacoides Moq*).

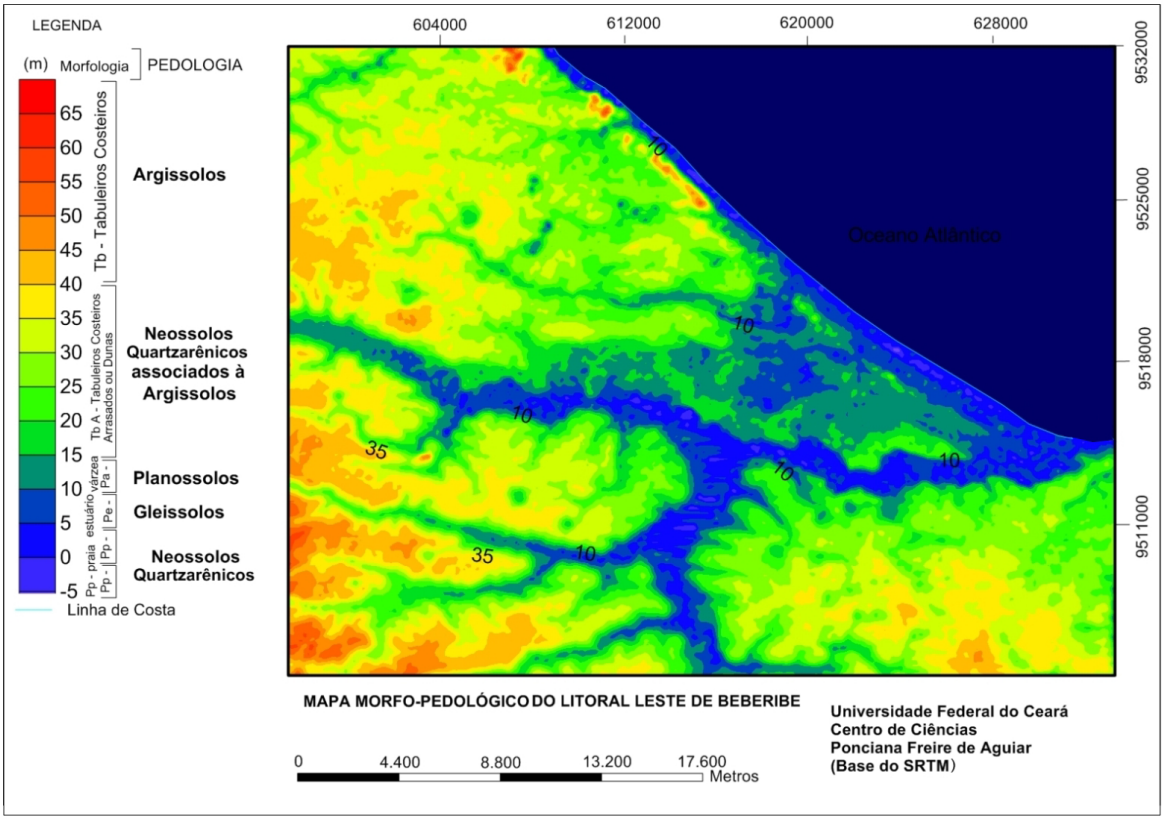


Figura 3. Mapa morfo-pedológico do litoral leste de Beberibe

Estes solos, pelos riscos de inundações freqüentes, apresentam sérias limitações ao uso agrícola, sem utilização agrícola devido a alta salinidade. São utilizados no extrativismo de carnaúba e oiticica, plantas locais que servem para a produção de óleo para exportação, e atualmente biodiesel, além de atividades como a pecuária extensiva, salinas e carcinocultura, que vem se expandindo rapidamente e degradando a planície estuarina do Rio Pirangi.

2.4. Planossolos

Os Planossolos Háplicos (antigo planossolo solódico) ocorrem entre altitudes de 10 a 15m, percorrendo as planícies dos rios interiores de drenagem imperfeita, com enxarcamento na quadra chuvosa e ressecamento na seca. Possuem horizonte B textural, saturação com sódio (100.Na/T) entre 6 e 15%, (Figuras 2 e 3) e argila de atividade alta. O horizonte A é

predominantemente fraco a moderado, textura arenosa/média a argilosa e relevo plano a suavemente ondulado. Tem seqüência de horizontes A, Bt e C, e alta saturação de bases. E podem vir associados a argissolos. São solos raramente profundos a rasos, com mudanças abrúpticas, de baixa permeabilidade e por isso muito susceptíveis a erosão.

Na região nordeste são possíveis formarem-se Planossolos Háplicos eutrófico solódico vermelho-amarelos e franco-argilosos duro a muito duro, friável, plástico e pegajoso (Campos & Santos, 2013). No entanto, segundo Jacomine & Almeida (1973) os Planossolos Háplicos do estado do Ceará são solos que podem vir associados aos planossolos nátricos (antigo planossolo solonétzico ou nátrico), halomórficos, com um horizonte B textural diferente e B argílico (BRASIL, 1981), com reação moderadamente ácida a neutra, seqüência de horizontes A, Bt e C e mudança abrúptica do A para o Bt. Possuem alta soma de bases trocáveis.

Os planossolos ocorrem associados às planícies aluviais (fluviais) e flúvio-lacustres (Figura 3), como nas áreas alagáveis planas de várzeas, resultantes das deposições fluviais, em estreitas faixas ao longo dos cursos d'água, como nas margens do rio Pirangi. Os sedimentos formaram-se desde o Holoceno, predominando argilosos e siltosos sobre os arenosos, podem envolver classes como: planossolos solódicos e associações com solos halomórficos, aluviais e vertissolos. Possui vegetação de mata ciliar secundária, e o uso de pastagem natural para a pecuária extensiva. A agricultura e a carcinocultura têm gerado grandes impactos e induzido a perda dos nutrientes do solo, comprometendo as atividades agrícolas e o equilíbrio dos manguezais na área, devendo assim, ter maior fiscalização e apoio por parte dos órgãos competentes.

Assim, a análise semi-integrada à análise morfo-pedológica do litoral leste de Beberibe mostra-se na associação dos diferentes solos, formas de relevo e vegetação da área: tabuleiros costeiros com argissolos, na planície costeira os neossolos quartzarênicos, as planícies fluviais ocupam áreas de planossolos, nas planícies fluvio-marinhas ocorrem gleissolos, sendo estes últimos solos muito frágeis. Os usos e a ocupação devem levar em consideração a estabilidade, fragilidade dos ambientes.

Esses estudos são essenciais na análise da potencialidade e limitação dos solos aos usos e para a gestão ambiental, através do conhecimento da fragilidade dos solos e dos ambientes, úteis no entendimento da degradação do meio físico, servindo como subsídeo ao planejamento, ao ordenamento territorial e apoio à gestão dos territórios.

Conclusões

O mapeamento a partir da interpretação geoespacial dos produtos gerados da imagem SRTM, mapa hipsométrico, mapa de altitude, DEM e mapa de declividade, permitiram realizar uma boa delimitação da morfopedologia da área, que deve servir como subsídio ao planejamento da área.

A partir da análise integrada e morfo-pedológica do litoral leste de Beberibe foi possível identificar as áreas dos tabuleiros costeiros que abrangem área de argissolos, a planície costeira onde ocorrem os neossolos quartzarênicos, as planícies fluviais onde se dispõem os planossolos, além das planícies flúvio-marinhas onde ocorrem os gleissolos.

O ordenamento do uso e a ocupação humana devem levar em consideração a estabilidade, fragilidade, e a potencialidade e limitação dos ambientes. As principais limitações ao uso e ocupação ocorrem nas feições da planície costeira, bem como nas planícies aluviais, com baixa limitação aos usos e ocupação ocorrendo nos tabuleiros costeiros.

Referências Bibliográficas

Aguiar P, F. de. 2005: *Zoneamento Geoambiental no Litoral Leste do Município de Beberibe, Ceará*. (Dissertação de Mestrado) Departamento de Geologia. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 157p.

Bertrand G. 1969 Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. In: *Caderno de Ciências da Terra* São Paulo: USP, **13**, 1-27.

Brasil 1981: Projeto RADAMBRASIL. *Levantamento de recursos naturais - Fortaleza - Jaguaribe - Natal: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. v.21 e 23, Folhas SA. 24 e SB 24/25. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. 475 p.

Campos A.C., Santos G.M. dos. 2013: Compartimentação Morfopedológica da Sub-bacia do Córrego Tamanduá em área de Cerrado no Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco, Goiânia – GO. *II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. **14**, 33,09-18.

EMBRAPA. 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: EMBRAPA (Produção de Informação). Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412 p.

Freire G.S.S. 1989: *Edute hydrologique et sedimentologique de l'estuarie du rio Pacoti (Fortaleza, Ceará, Brasil)*. Nantes: Université de Nantes Faculté des Sciences et Techniques, Thèse de Doctorat. 300 p.

Jacomine P.K.T, Almeida J.C. 1973: *Levantamento Exploratório de Solos do Estado do Ceará*., Recife: Convenio MA/DNPEA - SUDENE/DRN, com MA/CONTAP/ USAID/ETA. v.I e II

Morais J.O., Souza M.J.N., Coutinho P.N. 1975: Contribuição ao Estudo geomorfológico-sedimentológico do litoral de Beberibe (Ceará-Brasil). Fortaleza: *Arq. Ciência do Mar*. **15**, 2, 71-78.

Oliveira C. G. de. 2005: *Avaliação de Modelos Digitais de Elevação gerados a partir de sensores remotos orbitais óptico (Aster) e radar (Radarsat-1, SRTM: um estudo para a região da Serra dos Carajás (PA)*. (INPE-13168-TDI/1027). (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 184 p.

Oliveira L.B. de, Fontes M.P.F., Ribeiro M.F., Ker, J.C. 2009: Seção V - Gênese, Morfologia e Classificação do Solo: Morfologia e classificação de Luvissolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no Semiárido do Nordeste Brasileiro. *R. Bras. Ci. Solo*, **33**, 1333-1345.

Sousa A. S. M. De, Oliveira M. R. da C., Marinho J. R. de O., et al, 2012: *Análise semi-integrada dos solos da Serra de Aratanha, Ceará*. Disponível em: www.geo.ufv.br/simposio/simposio/.../001.pdf Acessado em 01 de Set de 2013.

Tricart Jean. 1977: *Ecodinâmica*. IBGE/SUPREN. Rio de Janeiro. 100p.

A GEOTECNOLOGIA E O ORDENAMENTO TERRITORIAL NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL, TOCANTINS.

DA SILVA M. A. (1)

(1) Universidade Federal do Tocantins, 07 Qd. 15 s/nº Jardim dos Ipês 77500-000 *[mauricio.silva@uft.edu.br]*

Resumo *– O estudo tem como objeto a Aplicação da Geotecnologia ao Ordenamento Territorial do Município de Porto Nacional, TO. A organização territorial do Município é demarcada pela ocupação no Norte goiano, no ciclo do ouro, com as entradas e bandeiras adentrando de Sul a Norte pelo País. O comércio via fluvial do Pará e Maranhão, a montante do Rio Tocantins e do boi curraleiro, adentrando de Leste a Oeste pelo sertão goiano, foram balizadores históricos que orientaram a investigação. A partir de 1988, a diminuição da área de Porto Nacional, que cede espaço para a construção da capital do Estado. O objetivo geral foi analisar a evolução do ordenamento territorial do Município de Porto Nacional, através do uso de geotecnologias. Realizou-se uma análise temporal no período de 1980 até 2013, com intervalo de 5 anos, executada com o auxílio das imagens do sensor Landsat, cartas topográficas e software SPRING, do INPE. O estudo demonstrou que a utilização de um sistema integrado pela administração municipal, de gestão urbana e rural que forneça apoio à decisão e considere indicadores sociais, físicos-espaciais e econômicos, poderá contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população.*
Palavras-Chave*: Ordenamento do Território, Geotecnologias, Gestão Territorial, Porto Nacional.*

Résumé – La Geotechnologie et L´Agencement Territorial Dans La Ville de Porto Nacional, Tocantins*. Cette étude concerne l'application de la géotechnologie pour l'organisation territoriale de la ville de Porto Nacional, TO. L'organisation territoriale de la municipalité a été marquée par l'occupation du Goias de Nord, pendant le cycle de l'or, avec les expéditions coloniales traversant le pays du sud au nord. Le commerce par le fleuve du Pará et Maranhão, en amont du fleuve Tocantins et du bœuf Curraleiro entrant d'est en ouest par le Sertão de Goiana, ont été des repères historiques qui ont guidé la recherche. Depuis 1988, on assiste à la diminution de la superficie de Porto Nacional, qui cède la place à la construction de la capitale de l'Etat. L'objectif global a été d'analyser l'évolution de l'aménagement du territoire dans la municipalité de Porto Nacional, grâce à l'utilisation de la géotechnologie. Nous avons effectué une analyse temporelle de 1980 à 2013, avec un intervalle de cinq ans, réalisée à l'aide des images du capteur Landsat, des cartes topographiques et du logiciel SPRING de l'INPE. L'étude a démontré que l'utilisation d'un système intégré par l'administration municipale, d'une gestion urbaine et rurale qui fournit une aide à la décision et considère des indicateurs sociaux, physico-spatiaux et économiques, pourra contribuer à améliorer la qualité de vie de la population.*
Mots-clés*: Planification du territoire, Géotechnologies, Gestion des terres, Porto Nacional.*

Abstract – The Geotechnology and the territorial ordering in Porto Nacional – Tocantins. *The following study has as objective the Use of Geotechnology to the Territorial Ordering of Porto Nacional City, in Tocantins State – Brazil. The territorial organization of Porto Nacional is known as the North Goiano Golden Cycle, with entrances and expeditions from the South part of Brazil to the North part. The Pará and Maranhão fluvial commerce, the Tocantins River and the Boi Curraleiro Montante, entering from East to West through the western part of Goiás, were historic marks used to orient this investigation. Since 1988 Porto Nacional City area was reduced to permit the creation of the capital of the new state We established, as the general objectives of this thesis to analyze the evolution of the territorial ordering of Porto Nacional City, through the use of Geotechnologies. During the study it was done a temporal analysis in each five years from 1980 to 2013. It was done using the images from the sensor Landsat, topographic letters and the SPRING Software (versions 5.0.5 and 5.1.8) from INPE. The research showed, among other factors, that a integrated system utilization that is able to provide information to help during the decision making and considers social data from urban and countryside areas in the physic-spacial and economic aspects is important to contribute to the improvement of all citizens' life quality.*
Key-words: *Territorial Ordering.Geotechnology.Territorial Management. Porto Nacional.*

Introdução

A presente investigação tem como foco a aplicação da geotecnologia ao ordenamento territorial do Município de Porto Nacional, estabelecendo como objetivo geral a análise da evolução do uso e ocupação territorial do Município de Porto Nacional no período de 1980 a 2013 por meio do uso de geotecnologias. Apresenta também a evolução histórica do referido Município de 1800 a 2013.

A área de estudos é o Município de Porto Nacional, referência para o Estado do Tocantins, seja nas decisões políticas, culturais e econômicas, bem como em toda a transformação físico-territorial. A posição geográfica da sede municipal tem a influência do rio Tocantins, da criação do Estado do Tocantins e sua nova capital, Palmas, além da implantação da UHE e da chegada dos trilhos da ferrovia Norte-Sul a Porto Nacional.

Porto Nacional foi uma das principais cidades do antigo Norte goiano, antes da divisão do Estado de Goiás. Fundada no início do século XIX, esteve diretamente ligada histórica e culturalmente ao Rio Tocantins, que era a principal via de acesso ao Município ao longo dos séculos XVIII a XX. Embarcações navegavam pelo Rio Tocantins transportando mercadorias entre Porto Nacional, no Tocantins e Belém, no Estado do Pará. Na década de 1970, com a construção da BR-153, o fluxo de pessoas e mercadorias passou a ser por via terrestre.

1. Localização e caracterização da área de estudo

A localização geográfica do Município de Porto Nacional é entre os paralelos 09º 59’ 21" e 11º 06’ 31" de latitude Sul e os meridianos 48º 07’ 54" a 48º 52’ 07" de longitude Oeste de Greenwich, com uma área de 4.449,89 km² representando 1.60% do Estado do Tocantins. A população total do Município era de 44.991 de habitantes, de acordo com o Censo Demográfico do IBGE de 2010.

Situado na parte central do Estado do Tocantins, faz parte da microrregião homogênea de Porto Nacional, onde abrange os Municípios de Brejinho de Nazaré; Silvanópolis; Monte do Carmo; Porto Nacional; Palmas; Aparecida do Rio Negro; Lajeado; Tocantínia; Pedro Afonso; Bom Jesus do Tocantins e Santa Maria do Tocantins, conforme divisão regional do IBGE em 1989. O acesso é possibilitado partindo de Palmas, capital do Estado, pela TO-050, em direção Sul, da qual a sede do Município dista 65 km. Faz seus limites com os municípios, ao Norte, Miracema do Tocantins, ao Sul, Ipueiras e Silvanópolis, a Leste, Palmas e Monte do Carmo, a Oeste, Paraíso do Tocantins, Pugmil, Nova Rosalândia, Oliveira de Fátima, Fátima e Brejinho de Nazaré. (figura 1).

Conforme dito, o Município teve, no século XVIII e XIX, o Rio Tocantins como referência, via de acesso para o transporte de mercadorias que contornavam a costa brasileira, e escoamento do ouro para os Estados do Maranhão e, sobretudo, do Pará, produtos esses, que ao chegarem a Belém eram levados para Portugal.

A principal preocupação do poder público dizia respeito à mineração. Para Apolinário (2000, p. 38) autoridades governamentais reforçavam o pouco interesse pela plantação para subsistência, justificando a preocupação com a produtividade das minas, procurando impedir o desenvolvimento de outras atividades econômicas que viessem a ocupar a força de trabalho escravo.

No século XX, Porto Nacional continuou sendo o Município referência do então Norte goiano. Se o rio inicialmente era o único elo com o resto do País, nos idos de 1960 a cidade já contava com a instalação de linhas aéreas, sendo acompanhada pela estrada e o asfalto (BR 153) e, por fim, na virada do século, veio a ferrovia Norte-Sul.

Neste sentido, ao mesmo tempo em que o Município de Porto Nacional perdia área com a emancipação de novos Municípios, principalmente na linha da BR-153, ele continuava com influência política. A redivisão da área em novos Municípios era considerada condição estratégica de desenvolvimento, sobretudo, para o comércio que anteriormente era feito pelo rio, e que, agora, transferira-se para a BR-153, da qual Porto Nacional estava afastado aproximadamente por 45 km.

Autores como Palacin, Moraes e outros descrevem a ligação de Goiás às minas de ouro com o Norte goiano. Silva (1996), por outro lado, faz uma reflexão sobre a ocupação e colonização do atual Estado do Tocantins e afirma que foi a pecuária extensiva a responsável pela divisão do Estado, sobretudo a entrada do boi “pé duro” a partir de Pernambuco passando pelo Piauí. Para o autor, “Foram os curraleiros do Tocantins – e não os mineradores de ouro - que deram os primeiros sinais de independência do Norte de Goiás, com a criação da comarca

da Palma, em 1809. [...]" (SILVA, 1996, p. 25). Corroboram os autores com a ideia que tanto o minério como a atividade agropastoril foi determinante na ocupação do Norte goiano, contribuindo assim para a divisão do Estado.

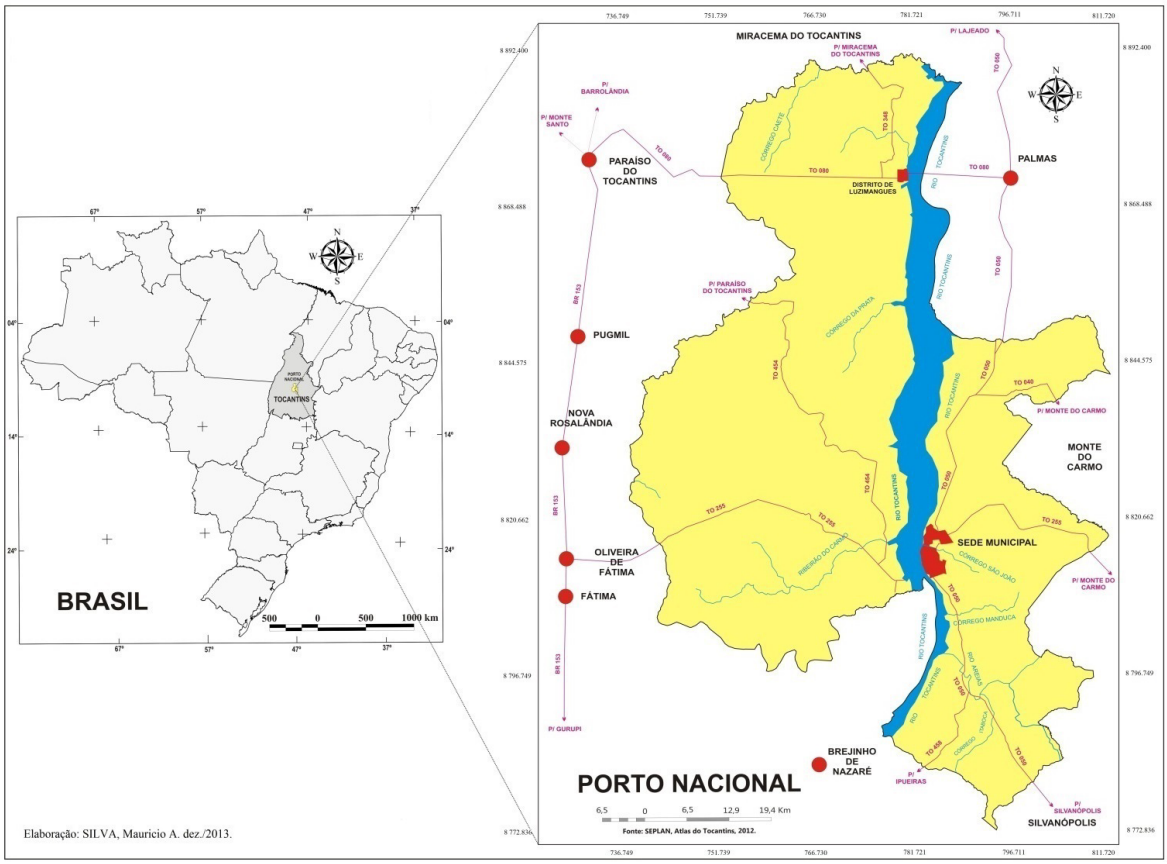


Figura 1: Mapa de localização do Município de Porto Nacional no Estado do Tocantins

Outro marco de referência foi o fato de que, em1988, com a divisão do Estado de Goiás, foram desapropriadas áreas na localidade do povoado de Canela, então Município de Porto Nacional, para propiciar a construção de Palmas, capital do Estado do Tocantins.

A expectativa com relação ao novo Estado era de que questões que, por muito tempo permaneceram sem resolução poderiam ter novo trato com a criação da nova unidade federativa. A regularização fundiária e os assentamentos eram de conhecimento do poder público (Goiás), sendo assuntos que mereceriam a atenção da nova administração, o que não ocorreu de maneira satisfatória.

A figura 2 resgata a evolução histórica da área do Município de Porto Nacional quando ainda Município do Norte Goiano, desde os idos de 1800. De acordo com Ferreira (1958), entre os Municípios goianos, Porto Nacional era o que possuía a maior extensão territorial, com 40.300 km^2 o que correspondia a 6, 46% do Estado de Goiás.

A partir de 2001, iniciou-se a formação do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, "Lageado". A população que vivia do rio foi diretamente atingida pelo empreendimento e tornou-se reassentada, mas não mais às margens do antigo rio Tocantins e sim, em sua maioria, na periferia da cidade. Os reassentamentos implantados pela INVESTCO (empresa-consórcio responsável pela construção da UHE "Lageado") no Município de Porto Nacional foram a constatar: Flôr da Serra, Pinheirópolis, Olericultura e Luzimangues.

Em nome do “progresso” e com o aval do Estado, juntamente com a iniciativa privada é construída a UHE, no leito do rio Tocantins, no Município de Lajeado, propagando que o Estado do Tocantins, conhecido também como o estado das águas, viria a ser conhecido como produtor de energia.

A construção da UHE demandou uma reestruturação física na área do referido Município bem como em mais seis Municípios a montante e a jusante da barragem.

O rio que se torna lago não serve mais, nem mesmo para atividades rotineiras, como se banhar em suas águas, que dirá retirar o sustento das famílias. Os movimentos sociais foram protagonistas contrários à criação do lago. De outro lado, o poder público se impõe em prol do lucro “[...] o Estado brasileiro foi sempre dominado por interesses privados.” “[...] isso caracteriza o Estado capitalista em geral [...]” (COUTINHO, 2012, p. 126). De acordo com as demandas do capital que se impõe, não importa o bem estar das pessoas e todos os prejuízos causados aos seres humanos, principalmente aos mais carentes.

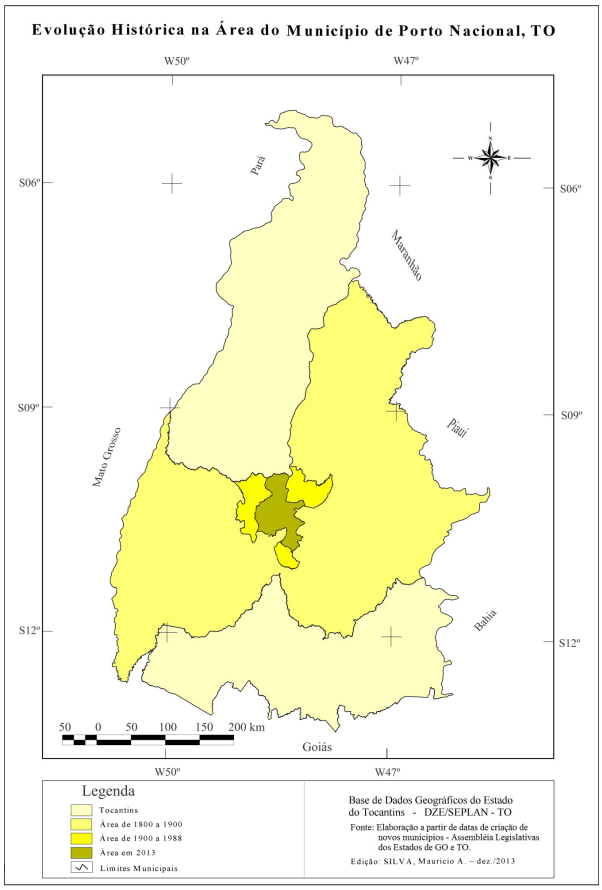


Figura 1: Evolução Histórica na Área do Município de Porto Nacional, TO.

Os planos de assentamento oficiais implantados no Município de Porto Nacional, realizados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), foram onze: Plano de Assentamento (P. A.) Capivara, P. A. Terra Prometida, P. A. Pau D’arco, P. A. Almecegas, P. A. Bom Sucesso, P. A. São Salvador, P. A. Retiro e P. A. Santo Antônio, estabelecidos na margem esquerda do rio Tocantins, e o. P. A. São João, P. A. Zé Pereira e P. A. Matão, implantados na margem direita do rio. (figura 3). É preciso mencionar que todos os assentamentos supracitados têm como principal característica comum, dentre várias que poderiam ser enumeradas, a condição precária da infraestrutura, inadequada a localidades afastadas do perímetro urbano.

Por outro lado, a Ferrovia Norte-Sul, iniciada em 1987, tem um atraso de 26 anos e seus trilhos só chegam a Porto Nacional em 2013. Paralela a BR-153 e ao leito do rio Tocantins, a ferrovia já foi concedida à iniciativa privada em 2007, por um período posterior de 30 anos. Quando concluída, possuirá a extensão de 4.155,6 km e seccionará os estados do Pará, Maranhão, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e chegará ao Rio Grande do Sul.

O projeto de infraestrutura da ferrovia prevê a conexão da malha ferroviária brasileira, a interligação de rios, rodovias e outros modais, com a pretensão de induzir a ocupação econômica do cerrado brasileiro. A carga principal da Ferrovia Norte-Sul é a soja, embarcada em Porto Franco no Estado do Maranhão e em Colinas do Tocantins, no Estado do Tocantins, entretanto, também já transporta minério de ferro embarcado em Guaraí no Estado do Tocantins até Açailândia no Estado do Maranhão.

Cortando a área do Município de Porto Nacional, a ferrovia passa próxima ao reassentamento Luzimangues, hoje, distrito de Luzimangues, oriundo do aglomerado de atingidos pela formação do lago da UHE Luís Eduardo Magalhães. Tal distrito localiza-se à considerável distância da sede municipal, estando mais próxima da Capital, Palmas que da cidade de Porto Nacional, à qual se une apenas pela ponte sobre o lago.

Os trilhos no Município já são realidade, porém distantes da sede. O minério descia o Rio Tocantins de barco rumo ao Norte e hoje faz processo contrário em retorno pela ferrovia Norte-Sul, mas ainda só trilhos! Nada mais atual que a antiga pergunta: “Que horas chega o trem?”

Assim continua a reorganização territorial do Município de Porto Nacional.

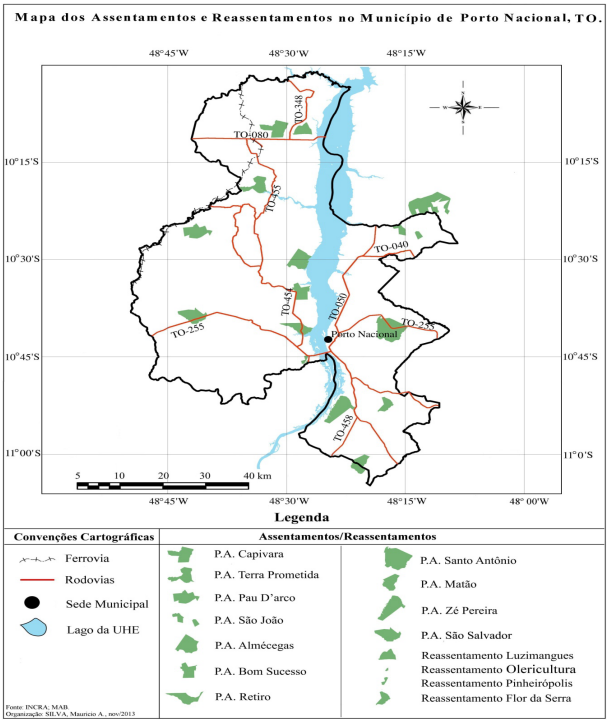


Figura 2: Assentamentos e Reassentamentos no Município de Porto Nacional, TO.

2. Levantamento de material bibliográfico e cartográfico

A pesquisa contou com o levantamento do material bibliográfico, base de sustentação de toda investigação. Além disso, foram analisadas cartas topográficas na escala 1: 100.000, imagens orbitais, imagens SRTM e mapas pré-existentes e, fundamentalmente, dados cartográficos da área de estudo, acima descrita.

A partir das imagens orbitais do sensor Multispectral Scanner Subsystem (MSS), satélite Landsat 2 e sensor Thematic Mapper (TM), LANDSAT 5 e 8, com resolução espacial de 30 metros nas bandas 3, 4 e 5, para cobrir o Município de Porto Nacional, foi elaborado um mosaico órbita/pontos 222/067 e 068. Foram selecionadas as imagens (nas datas 21/06/1985, 26/01/1990, 05/07/1996, 17/08/2000, 14/07/2005, 28/07/2010 e 17/05/2013, no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de 2013) para compor um mosaico no interstício de 5 anos, desde a década de 1980 a 2013, período marcado por relevante transformação na área do Município de Porto Nacional, considerada no estudo.

Utilizou-se o s*oftware* SPRING 5.1.8 e 5.2.1 para as operações de processamento digital de imagens, registro e realce e também para as operações de segmentação, classificação e mapeamento.

3. Trabalho de campo

Com o objetivo de avaliar e constatar a exatidão e veracidade da classificação prévia foi realizada a etapa de trabalho de campo, em que foi percorrido todo o Município com o apoio de um receptor de GPS (Global Positioning System) e de uma câmera fotográfica. Equipamentos que proporcionaram que as áreas visitadas fossem classificadas e apontadas como áreas de: vegetação natural, pastagens, áreas de cultura temporárias, áreas de cultura

permanente, áreas de silvicultura, área urbana e corpos d'água. Além disso, permitiram detectar as mudanças atuais no ambiente.

4. Trabalho de laboratório

O Laboratório de Geoprocessamento (LABGEOP), do Curso de Geografia do Campus de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins foi utilizado para realização do trabalho, necessário à classificação das imagens.

Foi realizado na etapa do pré-processamento o recorte nas imagens da área do Município e a correção geométrica. Todas as cenas foram arquivadas em pastas distintas, distribuídas por data de imageamento, ficando assim em cada pasta as bandas espectrais 3, 4 e 5.

Rosa e Brito (1996) elucidam que o geoprocessamento envolve um conjunto de tecnologias formado pelos SIGs, cartografia digital, pelo processamento digital de imagem e pelos bancos de dados que proporcionam a visualização e análise dos dados.

A evolução quantitativa do uso e ocupação da Terra no Município de Porto Nacional mostram a dinâmica da evolução em períodos de cinco anos, a partir do ano de 1985. A consequente divisão das áreas requer novo mapeamento, objetivando não apenas identificar limites, mas disponibilizar aos administradores e à sociedade o conhecimento dos elementos necessários ao planejamento e orientação do melhor aproveitamento econômico das propriedades de suas áreas de interesse.

Para o Poder Público a utilização do mapeamento dos mais variados temas de uma área, servirá como suporte para a extensão rural, mostrando a importância de um planejamento espacial do uso da Terra e a rentabilidade econômica dos diferentes tipos de uso.

As informações da evolução do uso e ocupação da Terra no Município de Porto Nacional estão apresentadas nas tabelas 1 e 2. Tais informações representam a área do Município distribuído por classes de uso e ocupação, nas quais as áreas são representadas em Km^2 e em percentual. As referidas informações retratam as décadas de 1980 a 2013 e uma síntese pode ser conferida no gráfico 1.

Classes temáticas	Landsat 2						Landsat 5						Landsat 8	
	ANO 1985		ANO 1990		ANO 1996		ANO 2000		ANO 2005		ANO 2010		ANO 2013	
	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%
Corpos d'água	39,88	0,89	47,08	1,05	40,30	0,90	38,02	0,85	354,06	7,95	349,14	7,84	349,21	7,84
Cultura temporária	149,19	3,35	135.75	3,05	170,37	3,82	249,00	5,59	236.77	5,32	458,91	10,31	376,03	8,45
Pastagem	3.104,20	69,77	2.815.99	63,30	3.005,05	67,55	3.371,78	75,79	1.907,13	42,85	2.495,05	56,08	2.656,51	59,71
Vegetação natural	1.156,62	25,99	1.451.07	32,60	1.234.17	27,73	791,09	17,77	1.951.93	43,88	1.146,79	25,77	1.068,14	24,00
TOTAL	4.449,89	100	4.449,89	100	4.449,89	100	4.449,89	100	4.449,89	100	4.449,89	100	4.449,89	100

Tabela 1: Evolução do uso e ocupação da Terra no Município de Porto Nacional entre 1985 a 2013. Organização: SILVA, nov./ 2013.

CLASSES TEMÁTICAS	ANO 1985	ANO 1990	ANO 1996	ANO 2000	ANO 2005	ANO 2010	ANO 2013
	ÁREA (km^2)	ÁREA (km^2)	ÁREA (km^2)	ÁREA (km^2)	ÁREA (km^2)	ÁREA (km^2)	ÁREA (km^2)
Corpos d'água	39,88	47,08	40,30	38,02	354,06	349,14	349,21
Cultura Temporária	149,19	135,75	170,37	249,00	236,77	458,91	376,03
Pastagem	3.104,20	2.815,99	3.005,05	3.371,78	1.907,13	2.495,05	2.656,51
Vegetação Natural	1.156,62	1.451,07	1.234,17	791,09	1.951,93	1.146,79	1.068,14
TOTAL	4.449,89	4.449,89	4.449,89	4.449,89	4.449,89	4.449,89	4.449,89

Tabela 2: Síntese do uso e ocupação da Terra no Município de Porto Nacional entre 1985 a 2013.
Organização: SILVA, nov/2013.

Embora com períodos de aumento e retração, as áreas ocupadas com pastagens no Município de Porto Nacional tem se mostrado representativas, desde a década de 1980, período de início da análise temporal. Constata-se o crescimento gradativo nas áreas de cultura temporárias desde a supracitada década. As áreas com vegetação natural que se demostrou representativa no ano de 2005, nos anos seguintes vem sendo reduzidas.

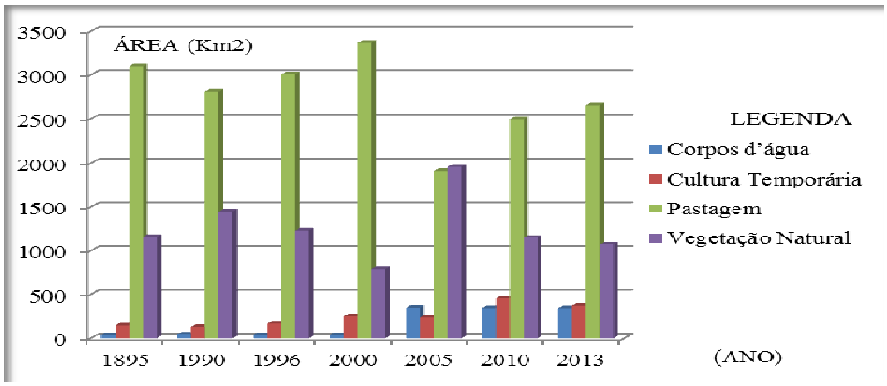


Gráfico 1: Síntese da evolução do uso e ocupação da Terra no Município de Porto Nacional – 1985 a 2013.
Organização: SILVA, nov./ 2013.

O Município de Porto Nacional sofreu várias alterações, considerando a era do minério quando a capitania de Goiás foi desmembrada da Capitania de São Paulo. Nesse período o Município de Porto Nacional, então Porto Real, tinha influência e era representativo no Norte da Capitania, por localização geográfica estratégica, área de comércio e comunicação com área mais distante e de interesse econômico.

Conforme Valverde e Dias (1967, p. 231) "as grandes propriedades e o sistema pastoril extensivo tornam as áreas de cerrados verdadeiros vazios demográficos". Era o contexto onde se encontrava o boi curraleiro e por consequência, a formação dos currais. A partir dai surgem vários desmembramentos e, novos aglomerados urbanos que posteriormente buscam a independência política com a emancipação.

Podemos considerar várias etapas na delimitação da área do Município de Porto Nacional, quando estabelecida pelos órgãos oficiais, que na maioria das vezes eram feitas pelo "poder" da influência local.

A área territorial atual do Município foi delimitada a partir da criação do Estado do Tocantins. A área territorial do Município de Palmas, também é desmembrada da área do Município de Porto Nacional, quando é delimitada uma área de seu território para a construção da capital. Outro aspecto determinante na construção desse novo espaço foi a necessidade de retirada de moradores das margens do rio Tocantins, e o processo de se transformar o rio em lago.

Considerações Finais

O propósito desta pesquisa foi apreender sobre a geotecnologia como determinante na coleta de dados, na análise das alterações espaciais e ao subsídio do ordenamento territorial. Para tanto, acreditávamos no início desta e confirmamos que o domínio da técnica, aliada a disposição desses meios é determinante para a tomada de posição do gestor público.

O ordenamento do território do Município de Porto Nacional está diretamente ligado ao processo histórico da ocupação do Norte goiano. Entradas e Bandeiras que propiciaram a exploração do ouro vieram do Sul para o Norte da então capitania de Goiás (Goyas). Por outro

lado, as atividades agropastoris ocuparam de Leste para Oeste na busca do pasto para a criação extensiva do boi curraleiro.

A aplicação da geotecnologia para a obtenção dos dados propiciou-nos visualizar, a partir da década de 1980, a temporalidade do uso e ocupação da Terra, registrado a cada 5 anos, bem como o registro das atividades econômicas na área do Município evidenciando a área de uso para atividades agropastoris diretamente proporcional ao uso da técnica que o homem dispunha em cada período.

Na busca de conhecer e apontar alternativas de melhorias para o Município foi feito o mapeamento do uso e ocupação da Terra do Município de Porto Nacional através de técnicas de sensoriamento remoto e a identificação das principais alterações espaciais por meio das geotecnologias no período de 1980 a 2013, que contribuíram no ordenamento territorial e a demonstração do processo de transformação dos limites até os dias atuais.

No Município de Porto Nacional soma-se um agravante técnico para a análise físico-territorial, atualização permanente e gestão eficiente de informações: a complexidade natural do meio. Devido ao fato de ser um espaço altamente diversificado e dinâmico, o estudo depende do monitoramento, o que pode ser realizado através de SIGs, adequadamente estruturados e implementados. Além disso, a análise requer métodos que proporcionem diagnosticar, analisar e prognosticar possíveis problemas, podendo efetuar monitoramento, atualização de informações e apoiar planejamento físico-territorial, compreensão e acompanhamento da evolução dessa realidade.

É preciso, ainda, publicizar as técnicas e ferramentas de geoprocessamento que permitam auxiliar na gestão do território, visto que a possibilidade de utilização de dados pode contribuir com a gestão pública.

Esta investigação, por fim, se pretende não esgotada, mas aponta para novas possibilidades de pesquisa, com abordagens que privilegiam o enraizamento da discussão sobre a importância da apropriação das geotecnologias no poder público, sobretudo, o municipal, objeto de nossa pesquisa.

Referências bibliográficas.

Apoliário J. R., 2000 : Escravidão Negra no Tocantins Colonial: Vivências escravistas em Arraias (1739-1800), Goiânia: Kelps, p. 38.

Brasil, INPE, 2009 : Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1997. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 25 ago.

Coutinho C. N., 2012 : Contra a Corrente: ensaios sobre a democracia e socialismo. 2ª ed., São Paulo: Cortez, p. 126

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010 : Manual técnico de uso da Terra. Rio de Janeiro.

Palacin L. , Moraes M. A.S., 2008 : História de Goiás, 7ª ed., Goiânia: Editora da UCG – Vieira.

Rosa R., Brito J. L., 1996 : Introdução ao geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica, Uberlândia: UFU.

Silva M. A., 2013 : Geotecnologia Aplicada ao Ordenamento Territorial do Município de Porto Nacional, Tocantins. Uberlândia, Tese de Doutorado.

Silva O. B., 1996 : Breve história do Tocantins e sua gente: Uma luta secular. Araguaina: Federação das Indústrias do Estado do Tocantins, Brasília: Solo, 1996, p. 25.

Valverde O., Dias C. V., 1967 : A rodovia Belém-Brasília: Estudo de geografia regional. Rio de Janeiro, Vozes, p. 231.

O ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NDVI NO PONTAL DO PARANAPANEMA-SP, BRASIL EM 1985, 2002 E 2013

AMORIM M. C. C. T. [(1)], CARDOSO R. S. [(2)], DORIGON L. P. [(3)]

(1) Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, Departamento de Geografia, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente-Brasil [mccta@fct.unesp.br]

(2) Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente-Brasil [renatacardoso16@gmail.com]

(3) Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente-Brasil [laridorigon@hotmail.com]

Resumo *- Esse estudo teve como objetivo calcular o NDVI, através de imagens do Landsat 5, 7 e 8, no Pontal do Paranapanema-SP, Brasil, no mês de agosto dos anos de 1985, 2002 e 2013, a fim de identificar mudanças na cobertura vegetal da região, uma vez que esta passou por processos de retirada da mata e sucessivas apropriações de terras, culminado em extensas áreas destinadas à pastagem e até mesmo na exposição dos solos ao regime de chuvas. Os resultados demonstraram que valores entre 0,75 e 1 correspondem a áreas de matas preservadas, como o Parque Estadual do Morro do Diabo e alguns fragmentos de matas em lugares isolados. Já os valores entre -0,25 e -1 ocorreram em áreas com cobertura de pastagens, de agricultura e corpos d'água, sendo que as imagens de 2002 e 2013 apresentaram o aumento destas em relação a 1985. Além disso, a análise das imagens permitiu identificar a expansão da área urbana de Presidente Prudente-SP e as áreas alagadas nas margens dos rios Paraná e Paranapanema com a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta e da Usina Hidrelétrica de Rosana, respectivamente.*
Palavras-chave: *sensoriamento remoto, NDVI, paisagem, Pontal do Paranapanema-SP.*

Résumé – Suivi de l'indice NDVI dans la région du "Pontal do Paranapanema-SP" Brésil en 1985, 2002 et 2013. *Cette étude a comme objectif de suivre l'indice NDVI à partir d'images Landsat 5, 7 et 8 dans la région Pontal do Paranapanema-SP, Brésil, au cours des mois d'août de 1985, 2002 et 2013, afin d'identifier les changements de couverture végétale. En effet, cette région a connu diverses phases de déforestation lors de son appropriation et de sa mise en valeur avec l'extension des pâturages et de sols nus exposés au régime pluviométrique. Les résultats montrent que les valeurs entre 0,75 et 1 correspondent à des secteurs de forêts préservées, comme le Parc Régional du Morro do Diabo, et divers fragments forestiers isolés. Les valeurs entre -0,25 et -1 concernent les secteurs de pâturages, de cultures (sols nus) et l'eau; ces espaces de faibles indices de végétation sont en augmentation entre les images de 1985 et 2002 ou 2013. De plus, l'analyse des images permet de mettre en valeur l'expansion de l'aire urbaine de Presidente Prudente-SP ainsi que les aires inondées des fleuves Paraná et Paranapanema avec la construction des usines hydro-électriques Sérgio Motta et de Rosana, respectivement.*
Mots-clés : *télédétection, NDVI, paysage, Pontal do Paranapanema-SP.*

Abstract – The vegetation index NDVI in Pontal do Paranapanema-SP, Brazil in 1985, 2002 and 2013*. This study aimed to calculate NDVI using Landsat 5, 7 and 8, in Pontal do Paranapanema-SP, Brazil, in August of the years 1985, 2002 and 2013 in order to identify changes in vegetation cover, since this region has suffered deforestation and successive land grabs, resulting in extensive areas for grazing and even the exposure of soils to rainfall. The results showed that values between 0.75 and 1 correspond to preserved forests, such as the Morro do Diabo State Park and some forest fragments in isolated places. The values between -0.25 and -1 occurred in land area covered by grasslands, agriculture and water bodies, and the 2002 and 2013 images showed their increase compared to 1985. Moreover, the image analysis allowed to identify the expansion of the urban area in Presidente Prudente-SP and wetlands on the banks of the rivers Parana and Paranapanema with the construction of the Hydroelectric Engineer Sérgio Motta and Hydroelectric of Rosana, respectively.*
Keywords : *remote sensing, NDVI, landscape, Pontal do Paranapanema-SP.*

Introdução

Aproximadamente 70% da superfície terrestre é recoberta com vegetação, sendo que esta é é um dos mais importantes componentes dos ecossistemas (JENSEN, 2009). A vegetação se constitui num importante indicador de qualidade ambiental e pode desempenhar o papel de sombreamento, filtragem e dispersão da poluição atmosférica, controle de ruídos, proteção solar das edificações, além de atuar na redução das temperaturas através do processo de evapotranspiração e retenção de umidade no solo e no ar.

Dada a sua importância se faz necessário seu mapeamento e monitoramento com relação às respostas aos elementos climáticos e ao longo dos anos, sendo alguns deles possíveis de serem analisados por meio de imagens de satélites.

O sensoriamento remoto, como fonte regular de obtenção de dados da superfície terrestre, constitui-se numa importante técnica para o monitoramento sistemático da dinâmica da vegetação. Os cientistas têm empenhado significativos esforços a fim de desenvolver sensores e algoritmos de processamento visual e digital de imagens para extrair importantes informações biofísicas da vegetação a partir de dados de sensoriamento remoto.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo calcular o NDVI através de três imagens de satélite (Landsat 5, 7 e 8), no Pontal do Paranapanema-SP, Brasil, no mês de agosto dos anos de 1985, 2002 e 2013, a fim de identificar mudanças na cobertura vegetal da região, uma vez que esta passou por processos de retirada da mata e sucessivas apropriações de terras, culminado em extensas áreas destinadas à pastagem e até mesmo na exposição dos solos ao regime de chuvas.

1. Contextualização da área de estudo

O processo de ocupação da região do Pontal remonta às expedições exploratórias e à fixação das missões jesuíticas no século XVII. No final do século XIX e início do XX, a vinda de mineiros e de desbravadores do Mato Grosso deu origem aos primeiros povoados da região. A ampliação das áreas de plantio de café e a falta de mão-de-obra para a colheita e outros cuidados com a terra propiciaram a chegada de imigrantes estrangeiros italianos, portugueses, alemães, franceses, ingleses e japoneses. Posteriormente ocorreu acentuado movimento de imigração interna representada por nordestinos, mais precisamente por baianos (BOIN, 2000).

O avanço da plantação do café ocasionado por interesses econômicos e a procura de novas terras foram responsáveis pela devastação de grandes áreas verdes. Depois de exaurido o solo, os pioneiros não o deixavam em repouso para que a floresta se reconstituísse e com ela a sua fertilidade, mas destinavam as áreas exauridas à pastagem. Assim a destruição das matas foi tão rápida que as estradas de ferro logo encontraram dificuldade em abastecer as locomotivas com este tipo de combustível (BOIN, 2000; LEONIDIO, 2009).

Ao longo dos anos a região tem sofrido grandes transformações na paisagem, desde a ocupação pelos cafeicultores e a construção de ferrovias, grandes consumidoras de lenha, até a ação de grileiros e especuladores imobiliários. Deste modo, sua vegetação natural com predomínio de matas foi rapidamente suprimida e substituída por culturas e pastagens.

Como pode ser observado na Figura 1, em 1920 o oeste paulista ainda dispunha de cobertura de matas na maior parte de sua área. Outro levantamento em 1973 demonstrou que, no intervalo de cinquenta anos a vegetação natural ficou reduzida a alguns fragmentos de mata no extremo Pontal do Paranapanema, com a maior concentração desta vegetação natural no Parque Estadual do Morro do Diabo, no município de Teodoro Sampaio (SERRA FILHO et al., 1974; TAVARES, 1986; BOIN,2000).

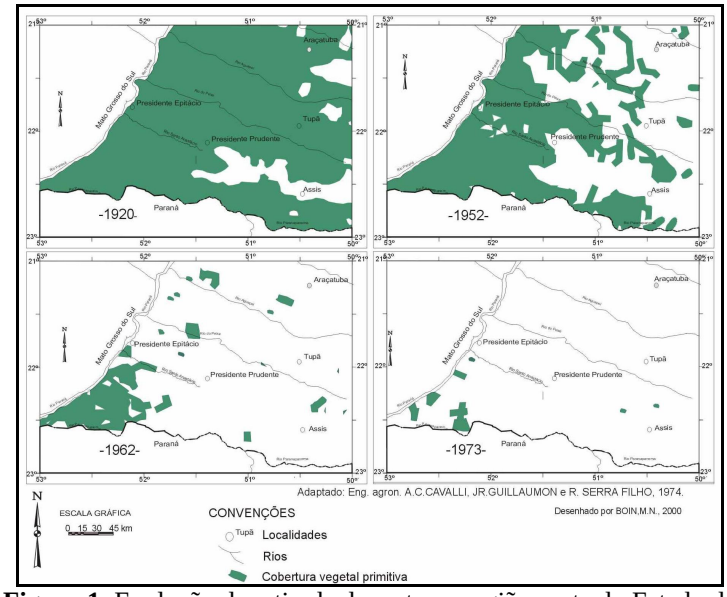


Figura 1: Evolução da retirada da mata na região oeste do Estado de São Paulo. Fonte: Boin (2000, p. 9).

Neste contexto, pode-se afirmar que a grilagem de terras e a destruição das matas durante a ocupação inicial do Pontal do Paranapanema resultaram na situação atual de degradação do ambiente natural da região. Atualmente as reservas florestais restringem-se a cerca 5,3% do original e as terras griladas e devolutas compõem cerca de 40% de seu território (LEONIDIO, 2009).

2. Sensoriamento remoto da vegetação e o NDVI

As vantagens das imagens de satélite referem-se à aquisição de informações sobre objetos sem contato físico direto e se utilizam de sensores para coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal possível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração da informação (NOVO, 1989).

O sensoriamento remoto vem sendo aplicado em diversos campos do conhecimento, uma vez que, atualmente, existe a facilidade de acesso aos dados remotos e aos equipamentos adequados ao processamento destas informações, além da crescente necessidade de compreensão do funcionamento dos sistemas que compõem o planeta Terra (EPIPHANIO et al., 1996).

O sensoriamento remoto da vegetação, de acordo com Epiphanio et al. (1996, p. 446) é um sistema complexo,

> A vegetação *per se* é um alvo complexo do sensoriamento remoto. Apresenta propriedades de reflexão foliar variadas numa mesma planta, múltiplos componentes refletores, não-uniformidade de estrutura inter e intraplantas. Assenta-se sobre um substrato constituído de solo e restos vegetais que, por sua vez, apresentam propriedades de reflexão próprias. Além disso, no processo de medição da energia proveniente desse sistema, as configurações angulares do iluminante e dos instrumentos de medição contribuem para a modulação das propriedades de reflexão da vegetação.

No Brasil, a aplicação de sensoriamento remoto em estudos sobre vegetação teve início na década de 1940, quando o projeto Radambrasil entrou em operação. Esse projeto teve como objetivos principais representar espacialmente as classes fisionômicas da cobertura vegetal do território nacional, incluindo demais itens fundamentais sobre o meio ambiente e os recursos naturais, como a geologia, a geomorfologia e os solos.

Após o projeto Radambrasil o país passou a incentivar e a capacitar profissionais de diversos ramos acadêmicos para que estes pudessem aplicar e analisar dados de sensores orbitais. Inicialmente foram utilizadas as imagens dos satélites da série Landsat, que operavam em diferentes regiões espectrais, como as do infravermelho próximo e médio, por exemplo (PONZONI et al., 2012).

Jensen (2009) afirma que desde a década de 1960 cientistas e estudiosos vem buscando modos de extrair e modelar os parâmetros da vegetação através do sensoriamento remoto. Os resultados desses esforços são, na maioria das vezes, índices de vegetação (IV) que se constituem pelo agrupamento, de uma maneira específica, das características de reflectância portada por cada banda individual do espectro eletromagnético.

Esses índices são transformações lineares de faixas espectrais, sobretudo na região do vermelho (V) e do infravermelho próximo (IVP). Segundo Epiphanio et al. (1996) essas duas bandas específicas contam com mais de 90% da variação da resposta espectral da vegetação.

A faixa do espectro eletromagnético denominada de vermelho (V) apresenta grande absorção de energia pela vegetação, a qual fica escura e permite bom contraste entre as áreas ocupadas (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Já na faixa do infravermelho próximo (IVP) a vegetação reflete muita energia, aparecendo bem clara nas imagens e com sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal) (INPE, 2014).

De acordo com Jensen (2009), utilizando-se dessas duas faixas espectrais, Rouse et al. (1974) propuseram o Índice de Vegetação denominado *'normalized difference vegetation index'* (NDVI), definido pela seguinte equação:

$$NDVI=(pIVP-pV)/(pIVP+pV), \quad (1)$$

onde: pIVP é a reflectância no infravermelho próximo e pV é a reflectância no vermelho. A aplicação desta fórmula faz com que a vegetação na imagem seja evidenciada com valores próximos a +1.

O fundamento do NDVI está relacionado à absorção da radiação na faixa do vermelho pelas clorofilas existentes nas células vegetais e ao espalhamento ou reflectância pelas folhas da radiação no infravermelho próximo. Todavia, a cobertura vegetal com características de estresse hídrico tende a absorver menos radiação solar, o que aumenta sua reflectância no espectro visível e a maior absorção no infravermelho próximo (POELKING et al., 2007; SARTORI et al., 2009).

Sendo assim, a grande importância desse índice se dá mediante dois aspectos: (1) ele é um ótimo indicador de mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e na atividade da vegetação, facilitando seu monitoramento e, (2) por ser ele resultante de uma razão aritmética, muitas formas de ruídos *multiplicativos* (diferenças de iluminação solar, sombras de nuvens, algumas atenuações atmosféricas, algumas variações topográficas) são reduzidas (JENSEN, 2009).

Também este índice pode ser explorado a fim de monitorar historicamente a vegetação, através de análises de aumento ou redução desta em um recorte geográfico, além de auxiliar na identificação do ciclo fenológico de culturas e diferenciar dentro de uma cena áreas com distintos usos e ocupações da terra.

3. Procedimentos

A partir das imagens dos satélites Landsat 5, 7 e 8, correspondentes às cenas de Presidente Prudente, Iepê, Presidente Epitácio e Rosana (Tabela 1), foram selecionadas as bandas nas faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo, necessárias no cálculo do NDVI, para a composição de um mosaico do Pontal do Paranapanema no software ENVI.

Órbita/Ponto	Cidade	Landsat 5	Landsat 7	Landsat 8
222/075	Presidente Prudente	08/08/1985	15/08/2002	21/08/2013
222/076	Iepê	08/08/1985	28/06/2002	21/08/2013
223/075	Presidente Epitácio	15/08/1985	06/08/2002	28/08/2013
223/076	Rosana	15/08/1985	06/08/2002	28/08/2013

Tabela 1: Informações das imagens selecionadas. Fonte: USGS e Catálogo de Imagens do INPE

A seleção das imagens, fornecidas através de download gratuito no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no site da instituição de Pesquisa

Geológica dos Estados Unidos (USGS), obedeceu a escolha de cenas no mês de agosto, durante a estação seca na região, com exceção à cena de Iepê no Landsat 7, que devido a presença de nuvens foi necessária a escolha da imagem de 28 de junho de 2002.

Com relação às características das imagens, as do Landsat 5 e 7 apresentam resolução espacial de 30 metros, sendo que a banda 3 (vermelho) registra radiação eletromagnética entre 0,63 e 0,69 µm, enquanto a banda 4 (infravermelho próximo) é sensível à faixa de 0,76 a 0,90 µm. As imagens do Landsat 8 também possuem resolução espacial de 30 m, porém a banda 4 corresponde à região do vermelho (0,64 - 0,67 µm) e a banda 5 ao infravermelho próximo (0,85 - 0,88 µm).

Após a elaboração de um mosaico de imagens para cada ano de análise, 1985, 2002 e 2013, o NDVI foi calculado através da ferramenta "Raster Calculator" no software ArcGIS, sem correção atmosférica, e através dos mapas gerados foi possível verificar as mudanças ocorridas na paisagem, tais como o decréscimo significativo da vegetação, alterações nos cursos d'água e expansão de áreas construídas.

4. Resultados

Por meio do mapa de NDVI de agosto de 1985 (Figura 2) é possível observar com destaque o Parque Estadual do Morro do Diabo, representado pela maior área verde com valores entre 0,5 e 1. Nas proximidades do parque são verificados relictos de mata ainda preservados na época, porém em toda a extensão norte do Pontal do Paranapanema houve a predominância de valores entre -0,20 e 0,10, que podem ser associados à presença de vegetação rasteira e à atividade agropecuária.

Esse padrão com tons avermelhados pode estar relacionado ao ciclo fenológico das culturas e também pode ser explicado pela diminuição da precipitação nos meses de inverno, mais especificamente julho e agosto (14,7 mm e 5 mm de precipitação respectivamente, de acordo com os dados da Estação Meteorológica da FCT/UNESP em Presidente Prudente), que provoca estresse hídrico na vegetação, deixando-a seca e muitas vezes com o solo exposto.

Na imagem (Figura 2) também é possível observar a presença do Rio Paraná na divisa com o estado do Mato Grosso do Sul, e do Rio Paranapanema na fronteira com o estado do Paraná. Esses cursos d'água apresentaram coloração vermelha e valores próximos a -0,75. De acordo com Poelking et al. (2007), isso ocorre em virtude da água apresentar reflectância na região do vermelho maior do que na do infravermelho próximo, o que resulta em valores negativos próximos a -1.

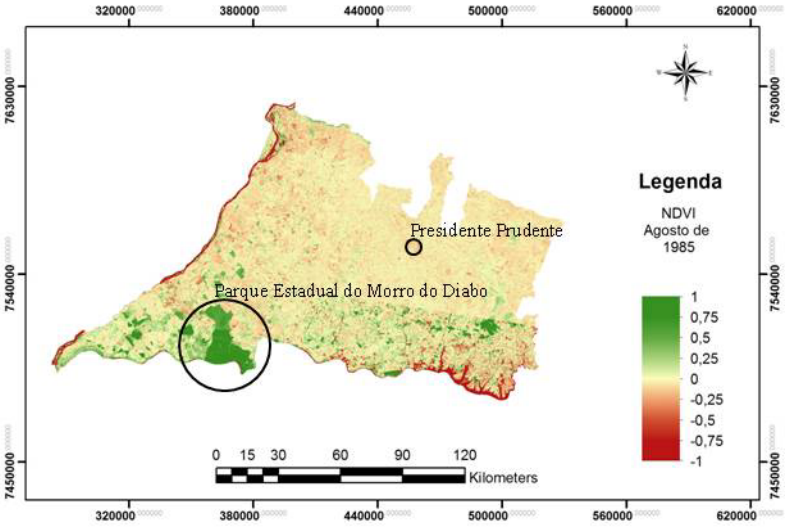


Figura 2: NDVI no Pontal do Paranapanema em agosto de 1985.

No que se refere à Figura 3 com o NDVI de agosto de 2002, verificou-se uma mudança na coloração e nos valores predominantes na porção norte da imagem, entre 0 e 0,25. Essa variação pode estar associada aos elevados totais de precipitação em julho (67,3 mm) e agosto

(72,5 mm) de 2002 em relação aos de 1985, de acordo com dados registrados pela Estação Meteorológica em Presidente Prudente.

Além disso, a ocorrência de precipitação realçou ainda mais o Parque Estadual do Morro do Diabo, com valores próximos a 1, e destacou áreas construídas, como a cidade de Presidente Prudente, com valores entre -0,25 e -0,5 e coloração vermelha. No entanto, é possível observar uma diminuição significativa da vegetação entre 1985 e 2002, principalmente na porção sul da imagem, o que indica o avanço do desmatamento na região.

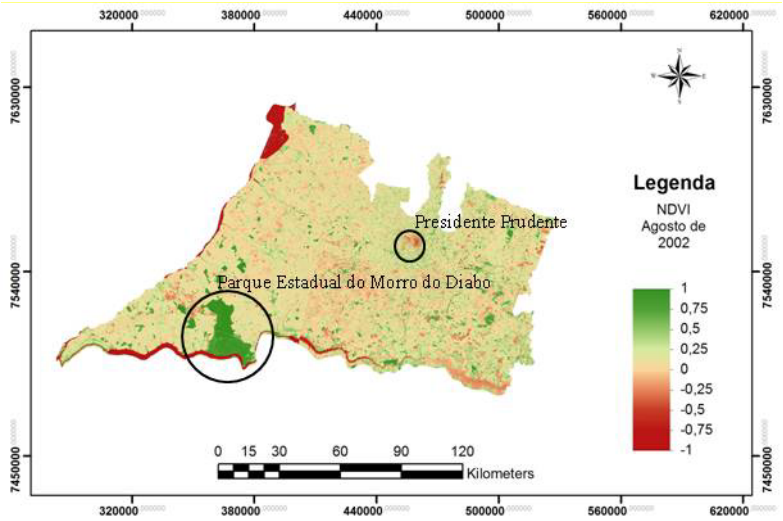


Figura 3: NDVI no Pontal do Paranapanema em agosto de 2002.

Através do mapa de NDVI de agosto de 2013, verificou-se que a região do Pontal do Paranapanema apresentou o predomínio de valores entre 0 e 0,35, o que remete à presença de vegetação com características de estresse hídrico, pois de acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, foram registrados 42 mm de precipitação no mês de julho e apenas 4 mm de precipitação em agosto desse ano.

Em decorrência do baixo total pluviométrico, comum nessa época do ano na região de estudo, também pode ser observado na Figura 4 a diminuição da intensidade de reflectância da vegetação, mais evidente no Parque Estadual do Morro do Diabo, com valores de NDVI entre 0,5 e 0,75, e nas proximidades do município de Presidente Prudente, com tonalidades de verde claro e valores próximos a 0,5.

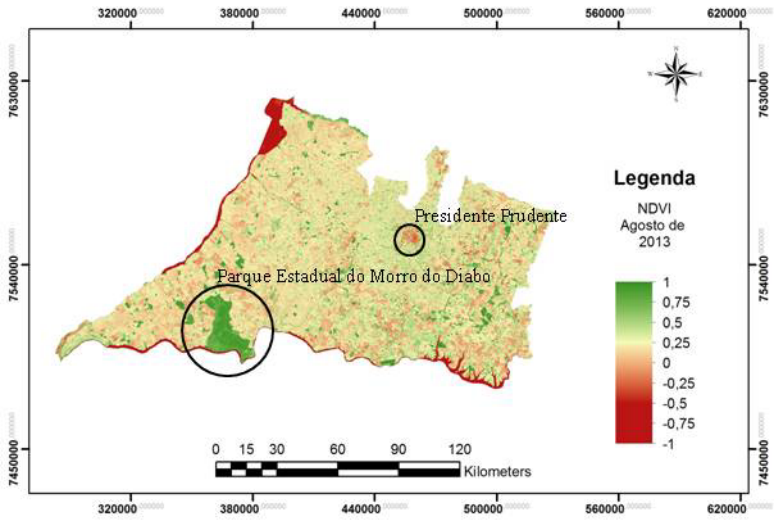


Figura 4: NDVI no Pontal do Paranapanema em agosto de 2013.

Além das variações na cobertura vegetal, outro aspecto notado foi a diminuição da largura do Rio Paranapanema em relação ao observado no mapa de 2002. Essa mudança pode estar relacionada ao regime de chuvas, que interfere diretamente no volume de água e na vazão do rio, provocando alterações no leito maior sazonal.

De maneira geral, os resultados demonstraram que os valores positivos de NDVI (entre 0,75 e 1), nas imagens, encontram-se em áreas com vegetação de alguns relictos de matas preservadas, como o Parque Estadual do Morro do Diabo e alguns fragmentos de matas em lugares isolados. Já os valores menores ocorreram em áreas com cobertura de pastagens, de agricultura e corpos d'água (entre -0,25 e -1), sendo que as imagens de 2002 e 2013 apresentaram o aumento destas em relação a 1985.

Conclusões

O estudo demonstrou que o NDVI pode ser analisado através da interpretação de imagens de sensores remotos e pelos valores obtidos em diferentes datas, o que permite avaliar a variação da cobertura vegetal e as mudanças na paisagem em certo período de tempo.

Associados com os dados de pluviosidade, os mapas possibilitaram identificar o significativo aumento da atividade fotossintética da vegetação no mês de agosto de 2002 em relação aos anos de 1985 e 2013, que apresentaram baixo total pluviométrico.

Percebeu-se também a importância das imagens de satélites como ferramenta não só para mapear a vegetação, mas também para avaliar sua condição e resposta espectral de acordo com as características climáticas e hidrológicas em uma determinada área.

Agradecimentos :

Agradecemos a CAPES pelo apoio financeiro no evento no exterior. (Numero do processo AEX 7433/14-0).

Referências bibliográficas

Boin M. N., 2000: *Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada*. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE: *Catálogo de Imagens*. Disponível em : < http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

Companhia Energética de São Paulo – CESP, 2014: *Usina Hidrelétrica Eng Sérgio Motta (Porto Primavera)*. Disponível em: <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Empresa_UsinaPorto?OpenDocument&Menu=5%20-%20menu_lateral@@002_004_003>. Acesso em 21 abr. 2014.

Divisão de Geração de Imagens - DGI/INPE, 2014: *Os satélites LANDSAT 5 e 7*. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php>. Acesso em 15 abr. 2014.

Duke Energy Brasil, 2014: *Usina hidrelétrica de Rosana celebra 26 anos de atividades*. Disponível em: <http://dukeenergybr.wordpress.com/2013/06/10/usina-hidreletrica-de-rosana-celebra-26-anos-de-atividades/>. Acesso em: 21 abr. 2014.

Epiphanio J. C. N., Gleriani J. M., Formaggio A. R., Rudorff B. F. T., 1996: Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n.**6**, p. 445-454.

Jensen J. R., 2009: *Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. 2 ed. São José dos Campos: Parênteses**.**

Leonidio A., 2009: Violências fundadoras: o Pontal do Paranapanema entre 1850 e 1930. *Ambiente & Sociedade*. Campinas, v. **12** no.1, p. 37-48. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2009000100004>. Acesso em 16 abr. 2014.

Novo E. M. L. M., 1989: *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, v. 269 p.

Poelking E. L., Lauermann A., Dalmolin R. S. D., 2007: Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. In: *Anais* XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26, INPE, p. 4145-4150. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@ /2006/11.15.19.18.33/doc/4145-4150.pdf >. Acesso em: 14 abr. 2014.

Ponzoni F. J., Shimabukuro Y. E., Kuplich T. M., 2012: Sensoriamento Remoto da Vegetação. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1. 176p .

Sartori A. A. C., Pianucci M. N., Silva, R. F. B., Zimback C. R. L, 2009: Influência do período de estiagem no Índice de Vegetação (NDVI), no município de Botucatu-SP. In: *Anais* XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal-RN. v. 14. p. 4363-4369. Disponível em:

<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@ /2008/11.11.17.31/doc/4363-4369.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2014.

Serra Filho R., Cavalli A. C., Guillaumon J. R., Chiarini J. V., Nogueira F. P., Ivancko C. M. A. M., Barbieiri J. L., Donzeli P. L., Coelho A. G. S., Bittencourt I., 1974: Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, São Paulo, v. **11**, 53 p.

Tavares A. C., 1986: *A erosão dos solos no contexto da análise ambiental*: O exemplo do alto curso do rio São José dos Dourados. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, São Paulo. 254 p.

United States Geological Survey - USGS. *EarthExplorer*. Disponível em : < http://earthexplorer.usgs.gov/>.

United States Geological Survey - USGS. *Landsat Missions.* Disponível em : < http://landsat.usgs.gov/>.

A INFLUÊNCIA DO RELEVO NA ESPACIALIZAÇÃO DOS EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL INTENSA EM BACIA HIDROGRÁFICA NO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL

ANTUNES A.S.(1), GALVANI E.(1)

(1) USP, Avenida Prof. Lineu Prestes, 338, Cep: 05508-080- São Paulo-SP, Brasil, [adrianoantunes@usp.br, egalvani@usp.br]

Resumo *- As precipitações pluviométricas intensas representam um fenômeno cada vez mais significativo frente à complexidade urbana e social do território brasileiro. Assim, o presente artigo possui por finalidade espacializar os fenômenos intensos de precipitação, verificar sua variabilidade no período de 1981 a 2010 e buscar possíveis relações com o relevo na bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Para realizar tal estudo, foram analisados dados diários de precipitação, dentro do período estudado, onde o limiar de 100 mm foi considerado como evento intenso de chuva. Posteriormente os eventos intensos foram espacializados e quantificados dentro do local de estudo. Através da utilização do geoprocessamento na elaboração dos mapas, a influência do relevo ficou evidente, tanto na dinâmica pluviométrica quanto na espacialização dos eventos pluviais intensos.*
Palavras-chave: *climatologia, precipitação intensa, variabilidade pluviométrica*

Résumé – L'influence du relief sur la spatialisation des événements de précipitation intense d'un bassin versant de l'état de São Paulo- Brésil. *Les précipitations intenses représentent un phénomène de plus en plus important face à la complexité urbaine et sociale du territoire brésilien. Ainsi, cet article a pour objectif de spatialiser les évènements intenses de précipitation, de déterminer leur variabilité entre 1981 et 2010 et d'identifier leurs possibles relations avec le relief du bassin versant du fleuve Piracicaba. Pour la présente étude, les données journalières de précipitations ont été analysées pour la période d'étude et une limite de 100mm a été considérée pour la définition des évènements intenses de pluie. Ensuite, les évènements intenses ont été spatialisés et quantifiés pour le site. A travers l'utilisation du géotraitement pour l'élaboration des cartes, l'influence du relief tant sur la dynamique pluviométrique que sur la spatialisation des événements pluvieux intenses a été mis en évidence.*
Mots clefs : *climatologie, précipitation intense, variabilité pluviométrique*

Abstract - The influence of relief on the spatial distribution of the events of intense rainfall in catchment area in the state of São Paulo – Brazil. *Severe pluviometric precipitation represents a more and more distinguished phenomenon when placed face to the urban and social complexity of the Brazilian territory. Thus, this article aims to place the great pluviometric phenomena in a determined space, verify its variability from 1981 to 2010, and look for possible connections between ground and the pluviometric phenomenon at the Piracicaba River basin. In order to do it, precipitation data were analyzed within the study period, in which the limit of 100 mm was considered as a severe precipitation event. Afterwards, the severe events were geographically placed and qualified within the study site. Once such analysis was done, ground influence became evident, both in the pluviometric dynamics as well as in the placing of the severe pluviometric events.*
Key words: *climatology, heavy rainfall, precipitation regime variability*

Introdução

A preocupação com os recursos hídricos tem se tornado cada vez maior, a medida que os níveis de poluição aumentam e os períodos de estiagem se tornam mais comuns. Como grande exemplo dessa preocupação, a área de estudo do presente trabalho se apresenta como grande alvo acerca dos debates em relação ao meio ambiente. Localizada no Brasil, mais precisamente no interior do estado de São Paulo, a bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba é um exemplo no qual os elementos naturais se misturam ao grande adensamento urbano. Regiões que não oferecem condições seguras de moradia passaram a ser ocupadas rapidamente nas últimas décadas. Em 1980, a população na bacia hidrográfica era de 2 milhões de habitantes, passando a 4 milhões nos últimos anos, o que evidencia um rápido crescimento demográfico (IBGE, 2010). Esse intenso processo de urbanização e industrialização passou a ser fonte de poluição e de maior consumo de seus recursos, gerando uma crescente preocupação acerca da qualidade de suas águas (ANA, 2007). Esses anseios são justificáveis, visto que parte das águas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba abastecem cerca de 8 milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo por meio do sistema Cantareira, que utilizando um moderno sistema de captação e tratamento proporciona considerável reserva hídrica aos habitantes da região citada (IBGE, 2010).

Os transtornos, a saber, enchentes, inundações e escorregamento de vertentes, são fortemente ligados à quantidade de chuva e seu tempo de duração. Dessa forma, existem diversos conceitos relacionados às precipitações, que serão classificadas como intensas de acordo com o critério citado, ou seja, quantidade e duração do evento. Vale ressaltar que os diferentes conceitos, na maioria das vezes, podem ser utilizados somente na área de estudo em questão, devido as especificidades climatológicas de cada parte do planeta.

Sendo assim, o objetivo desse estudo é verificar a variabilidade, a espacialidade e possíveis relações dos eventos intensos de precipitação com o relevo local. Para explicar tais especificidades, será utilizado o método da análise integrada, baseado em análise de dados de precipitação e utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Através dos elementos estudados, será possível identificar quais áreas recebem mais fenômenos de precipitação intensa, assim como conhecer os elementos que influenciam tanto a variabilidade quanto a espacialidade dos eventos.

1. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é compreender a dinâmica do fenômeno de precipitações intensas na bacia hidrográfica do rio Piracicaba – SP - Brasil, buscando possíveis relações com o relevo do local, no período de 1981 a 2010.

2. Metodologia e técnicas

2.1 Dados

Para a realização do estudo foram analisados dados diários de precipitação no período de 1981 a 2010, fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Departamento de Águas e Energia (DAEE) por meio do sistema HidroWeb, disponível no sítio hidroweb.ana.gov.br. Foram escolhidos 56 estações pluviométricas, sendo 34 intrabacia e 22 extrabacia. Para a seleção das estações, contemplou-se a consistência da coleta, ou seja, a série deveria estar completa entre 1981 e 2010.

A necessidade dos postos extrabacia se faz presente devido ao método da interpolação, utilizado para estimar a distribuição da precipitação no interior da Bacia com uma menor margem de erro.

Para a elaboração dos diferentes mapas, foi utilizado o software ArcGis 9.3, com a bases cartográficas do IBGE, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e do CPRM (Serviço Geológico do Brasil). A distribuição espacial dos postos pluviométricos se torna extremamente importante, visto que quanto maior a densidade, maior será a confiabilidade nos resultados da pesquisa.

2.2 A consistência do banco de dados e a espacialização da precipitação

A consistência do banco de dados se torna fundamental para o desenvolvimento de qualquer pesquisa. No presente trabalho, a inconsistência no banco de dados representa 0,13% no total de 56 postos verificados em uma série histórica de 30 anos. Para o preenchimento das falhas utilizou-se o método da média aritmética, representado pela equação abaixo:

$$\overline{P} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} P_i$$

No qual N representa as estações pluviométricas, com as alturas de chuva medidas em cada estação indicadas por Pi (i = 1, 2, 3, ..., N) e P a precipitação média na bacia.

Para a realização da espacialização da precipitação, foi utilizado o método da interpolação com o objetivo de avaliar a variabilidade espacial de um determinado fenômeno por meio de dados de um determinado local (JIMENEZ; DOMECQ, 2008). No presente trabalho foi utilizado o método da Krigagem, realizado no software ArcGis, 9.3. que, por apresentar um melhor resultado visual, foi escolhido para a realização do trabalho.

A escolha dos 56 postos se deu com a ideia de máxima representatividade dentro da bacia hidrográfica estudada. Assim, a necessidade de postos extrabacia se fez presente, de forma a buscar com maior precisão a dinâmica pluviométrica da bacia hidrográfica. Entretanto, para a representação dos eventos de precipitação intensa, foram utilizadas somente as estações intrabacia, pois não faria sentido representar a espacialidade dos fenômenos fora da região de estudo. Os postos extrabacia foram necessários para que se obtivesse a dinâmica pluviométrica como um todo da área de estudo.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1994) a densidade mínima de postos pluviométricos para a análise climatológica em áreas planas no interior do continente é de 575 km^2. Para a realização dessa estimativa, foram considerados os aspectos físicos das diferentes paisagens, ou seja, relevo e características climáticas, entre outros.

Observando a figura 1, pode-se observar que, segundo o método proposto pela WMO, a área da bacia hidrográfica está coberta em quase toda sua plenitude.

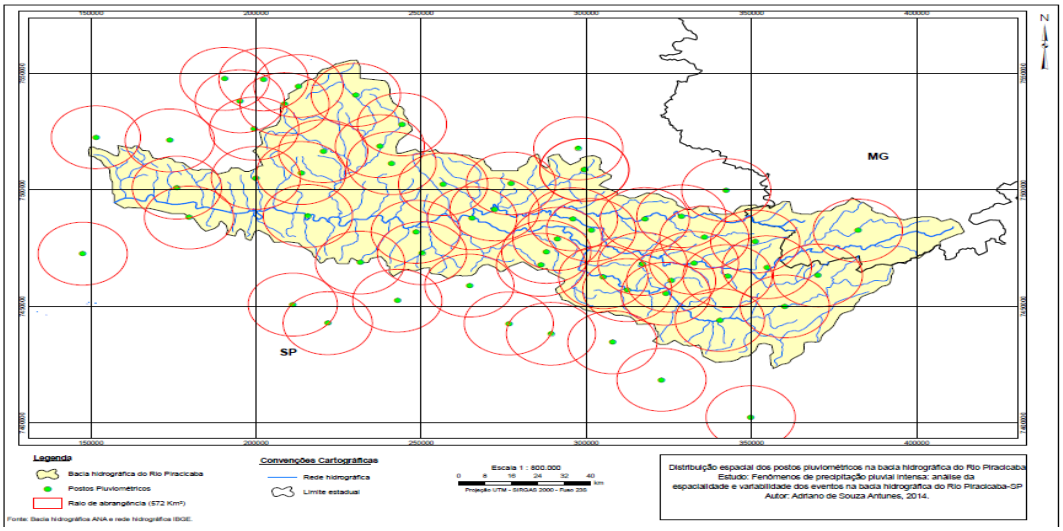


Figura 1: Raio de abrangência dos postos pluviométricos segundo critério estabelecido pela WMO (1994).

2.3 Determinação dos eventos de precipitação intensa

Definir um conceito de chuva intensa seja determinado, diversos aspectos podem ser levados em consideração, entre eles quantidade, tempo e abrangência do fenômeno. Segundo Zhu e Thot, 2001, um evento de chuva intensa deve ser classificado de diversas formas, podendo ser levado em consideração uma previsão climatológica ou simplesmente de acordo com a finalidade de um determinado usuário.

Para definir qual fenômeno de precipitação pluvial poderia ser considerado intenso, foi necessário conhecer a dinâmica pluviométrica do local de estudo. Após a analise dos dados, percebeu-se que as chuvas atingiam o limiar de 50 mm em 24 horas facilmente, correspondendo a 25% da série de dados, podendo gerar conclusões inconsistentes e assim não corroborar com os objetivos da pesquisa, que se remete aos grandes eventos pluviais. Em contrapartida, percebeu-se que o limiar de 150 mm em 24 horas não poderia ser utilizado visto que a representatividade desses fenômenos é ínfima, ou seja, de 0,9% dos eventos, não

sendo suficiente para uma análise mais ampla. Contudo, o limiar de 100 mm em 24 horas pode ser considerado suficiente para causar grandes transtornos à população tanto nas áreas urbanas, com inundações e engarrafamentos, como nas áreas rurais, com escorregamentos de morros e perda da produção de determinados produtos agrícolas. Além disso, sua representatividade, de 4,1% dos totais no período estudado, poderia nos fornecer informações precisas acerca dos grandes fenômenos de precipitação na região, sendo, portanto, o conceito adotado no presente trabalho. Dessa forma, o presente estudo está inserido no critério utilizado para escolha de eventos de precipitação intensa, de Espírito Santo e Satyamurty (2002), que estudaram os eventos intensos na região Sudeste do Brasil, justamente o local onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

2.4 Análise dos dados

Decompondo o todo em partes, inicialmente, dentro do período estudado (1981-2010), foram selecionados os postos pluviométricos da região que contemplariam a série completa. Os dados diários foram separados respeitando-se os limites de 50mm, 100mm e 150mm. Após a seleção dos eventos com limiar de 100 mm, esses dados foram separados com suas respectivas estações. Dentro do critério adotado, foram selecionados 173 eventos na região.

Entretanto, segundo Madoxx (1980), tempestades individuais maduras podem cobrir áreas de aproximadamente 1000 km^2. Dessa forma, fenômenos ocorridos no mesmo dia ou em dias subsequentes que atingiram duas ou mais estações dentro do raio delimitado foram considerados como eventos únicos, sendo eliminados os dados das estações vizinhas. Sendo assim, passou-se a ter 98 eventos de precipitação intensa na região. A figura 2 mostra a variação dos mesmos durante o período estudado.

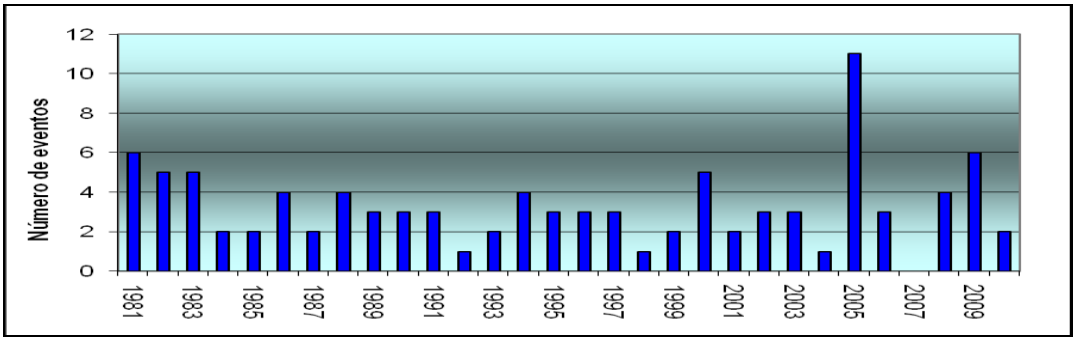


Figura 2: Precipitação acima de 100 mm na bacia do rio Piracicaba.

A obtenção da variabilidade dos fenômenos de precipitação intensa é fundamental para a determinação das causas dos desastres naturais. Atualmente, grande parte dos estudos climatológicos buscam informações precisas acerca desses fenômenos uma vez que a discussão sobre a variabilidade climática se faz cada vez mais presente.

3. Características físicas da Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba.

3.1 O relevo local

A bacia do rio Piracicaba está inserida em três grandes compartimentos geomorfológicos do estado de São Paulo: o Planalto Atlântico, a leste composto por rochas cristalinas, que representam um conjunto de terras altas e montanhosas, formadas por uma pequena região da Serra da Mantiqueira, no centro-oeste encontra-se a Depressão Periférica, que se estende por uma faixa de aproximadamente 50 km, formada por rochas sedimentares e áreas de intrusões basálticas; e finalmente, a extremo oeste, as Cuestas Basálticas que, no contato com a Depressão Periférica, constituem um frontão caracterizado pelo relevo escarpado e suavizado

(São Paulo, 1990). Apresenta um desnível de aproximadamente 1250 metros em sua extensão, que se inicia nas cabeceiras, mais precisamente na Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, até sua foz no rio Tietê (São Paulo, 1996).

Dessa forma para que possíveis relações entre precipitação intensa e relevo pudesse se estabelecer o conhecimento dessa dinâmica se faz necessário e a utilização do geoprocessamento figura como um importante aliado na busca do conhecimento sobre esses processos, através da elaboração dos diferentes mapas.

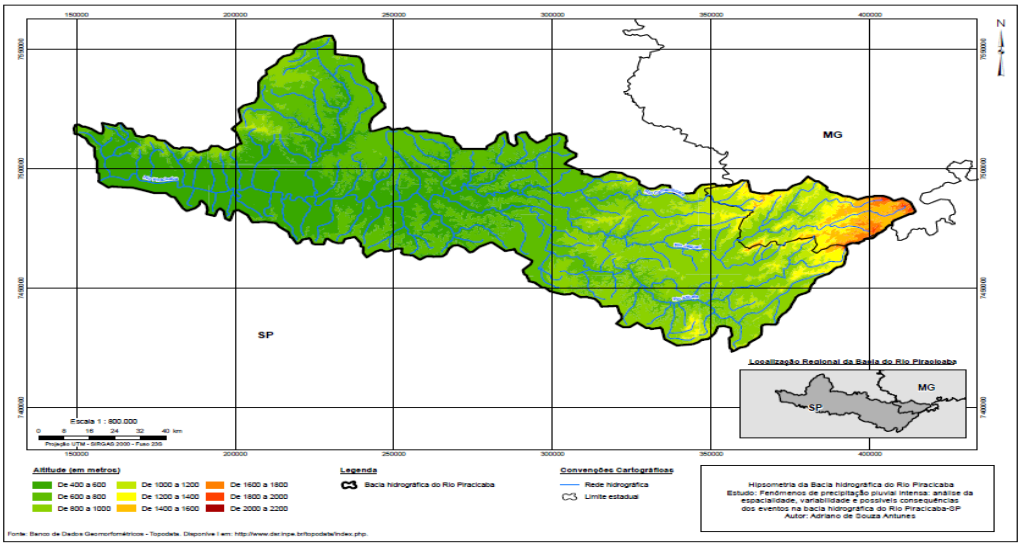


Figura 3: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

3.2 Principais elementos e fenômenos que atuam na gênese dos eventos intensos de precipitação na região da Bacia hidrográfica do rio Piracicaba

Por meio da revisão bibliográfica sobre o tema, verifica-se uma rica literatura acerca dos acontecimentos climáticos na região, sendo amplamente abordadas as características sinópticas de meso e micro escala, assim como elementos em superfície. A partir do conhecimento sobre como esses mecanismos atuam de forma conjunta, é possível estabelecer uma possível dinâmica climática para o local de estudo. É sabido que as médias latitudes apresentam áreas potencialmente favoráveis à ocorrência dos eventos intensos de precipitação. Em seus trabalhos, Lima (2010) e Brooks et al (2003) apresentam características atmosféricas desses ambientes que os tornam propícios a ocorrência de grandes trovoadas Lima (2010) destaca os fenômenos responsáveis pelos eventos de precipitação intensa no Sudeste do Brasil, região onde se encontra a bacia do rio Piracicaba, entre eles os Sistemas Frontais (SF) e a Zona Convectiva do Atlântico Sul (ZCAS) Rodrigues et al (2004) identificaram a região centro-sul do continente, localizada entre os dois anticiclones subtropicais, do Pacífico e do Atlântico Sul, como altamente frontogenética, ou seja, favorável à formação e intensificação de frentes.

Para alguns pesquisadores, a ocorrência das frentes frias traz como consequência o fenômeno da ZCAS. Andrade (2005) estudou casos de eventos extremos de precipitação, nos quais verificou que, no verão, o avanço da frente fria no litoral do Sudeste foi um dos responsáveis para o início da ocorrência das ZCAS.

Outro fenômeno climático que pode ser considerado importante e que é responsável por parte dos eventos de precipitação intensa, como afirmam Velasco e Fristch (1987), são os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs). Figueiredo e Scolar (1996) estudaram os movimentos dos CCMs na América do Sul e concluíram que aproximadamente 70% dos sistemas se deslocaram para leste e sudeste, atingindo o Sul do Brasil, e 30% se dirigem para

norte e nordeste, alcançando o Sudeste brasileiro. Dessa forma, atingem a região em menor escala, porém com grande intensidade.

Não podemos deixar de lado a influência da TSM na variabilidade da precipitação no Brasil. O fenômeno ENSO, tanto na fase positiva quanto na negativa, irá determinar os padrões interanuais de chuva. Diversos autores já citaram essa influência, como por exemplo, Rao e Hada (1990), que correlacionaram as precipitações no Brasil com o Índice de Oscilação Sul (IOS), obtendo valores negativos para a região Sul no outono e na primavera.

4 – Resultados

4.1 Análise da precipitação média anual

Após a análise dos dados, percebeu-se que médias pluviométricas ficaram entre 1000 mm e 2100 mm, nas quais o maior volume de chuvas ocorreu nas áreas centrais e leste, corroborando com o estudo de Zandonadi e Pascoalino (2012). O total pluviométrico nessas regiões tem a contribuição, como citado anteriormente, das características do relevo, pois é esta a área mais elevada da bacia hidrográfica devido à presença do Planalto Atlântico.

A oeste da área de estudo, no entanto, as médias pluviométricas podem ser consideradas relativamente homogêneas. Cândido e Nunes (2008) afirmaram que essa dinâmica é intimamente afetada pela presença das Cuestas Basálticas que se situam exatamente no contato entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental Paulista.

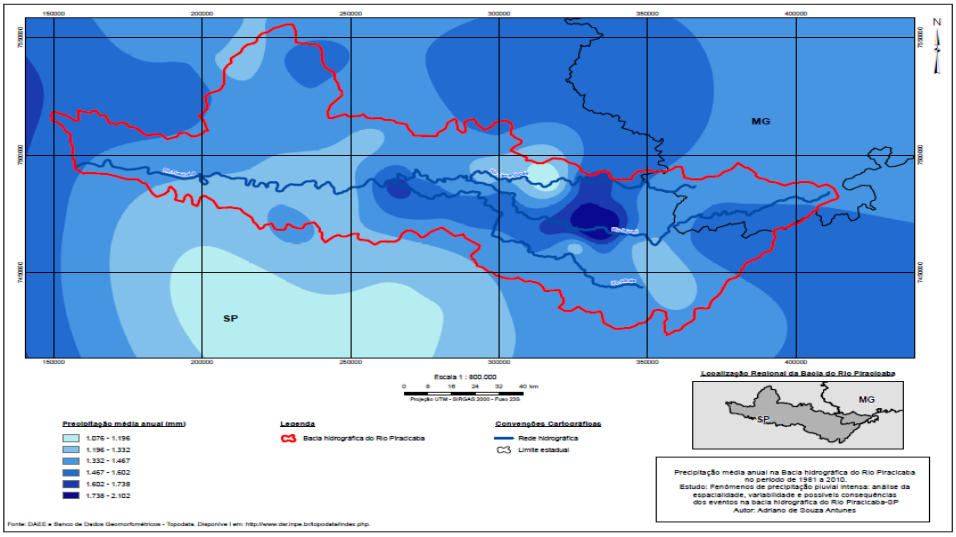


Figura 4: Precipitação média anual no período de 1981 a 2010

.

É comum, como afirmaram Pelegatti e Galvani (2010), associar uma maior quantidade de precipitação somente na vertente que se encontra direcionada para o oceano. Entretanto, no caso da bacia do rio Piracicaba, esta associação deve ser complementada devido à influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que, ao levarem a umidade da Amazônia, em uma corrente sentido noroeste - sudeste, acabam se estacionando junto ao o planalto Atlântico, ocasionando uma grande quantidade de chuvas na vertente voltada para o continente

4.2 Variabilidade e espacialização dos eventos de precipitação intensa

Adotando os critérios estabelecidos para quantificar os eventos de precipitação intensa, foi possível conhecer a dinâmica do fenômeno na bacia hidrográfica no período citado. Após a análise dos dados, percebeu-se que não houve um aumento em relação ao número de eventos

no período estudado. A variabilidade se fez presente em toda a série analisada, sendo 1995 o ano mais significativo com 11 eventos.

Espacializando os eventos de precipitação intensa na bacia do rio Piracicaba, observa-se que predominaram nas regiões centrais e oeste da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, com menores quantidades no extremo leste. É possível dizer que essa dinâmica pode ser atribuída mais uma vez pela grande influência do relevo, por se tratar de uma região de maiores altitudes, o efeito orográfico se faz presente através da chuva fraca e contínua, como verificado por Cândido e Nunes (2008), principalmente nas estações chuvosas. Nas áreas centrais, e a oeste, no entanto, há a ocorrência dos sistemas frontais, fomentadores de grandes tempestades na região. A figura 5 evidencia as áreas que receberam esses fenômenos no período.

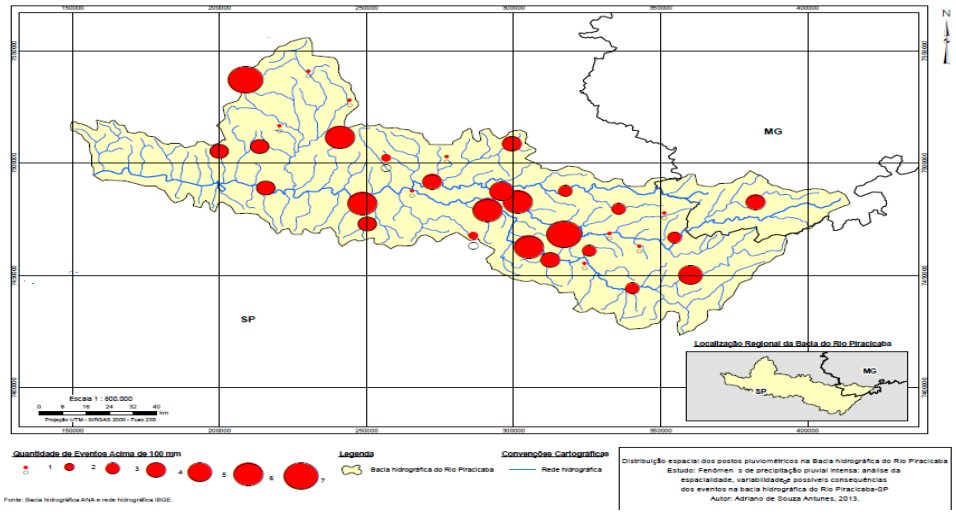


Figura 5: Distribuição dos eventos de precipitação intensa na bacia do rio Piracicaba.

Vale ressaltar que, para a análise dos eventos extremos, o recorte espacial se dá somente na intrabacia hidrográfica, não sendo considerados os dados das estações pluviométricas extrabacia.

Conclusões

Analisando a série histórica de precipitação no período de 1981 a 2010, observou-se que a bacia do rio Piracicaba, possui uma dinâmica climatológica altamente influenciada pelo relevo. Essa influência não fica restrita somente às médias pluviométricas, mas também em relação aos eventos de precipitação intensa. Nos mapas elaborados para a espacialização da pluviosidade, percebe-se que, em relação às médias anuais, os maiores valores estão na região central e leste da bacia hidrográfica, justamente pela presença de terrenos elevados, onde encontramos parte da Serra da Mantiqueira, ocasionando o efeito orográfico na pluviosidade. É importante ressaltar que as chuvas orográficas não podem ser consideradas como fenômeno responsável pela gênese, mas um intensificador das precipitações. Há também a influência das massas úmidas vindas do oceano a leste e a oeste a chegada principalmente da ZCAS, proveniente da Amazônia, grande fomentadora das chuvas no período do verão no sudeste brasileiro.

Com relação aos eventos intensos, ficou evidente a variabilidade ao longo dos 30 anos e a inexistência de uma tendência de aumento nas ultimas décadas. Os elementos naturais parecem ser decisivos na configuração dos mesmos, pois o relevo irá atuar mais uma vez, mesmo que de forma diferenciada. São raros os fenômenos a leste da bacia hidrográfica, ficando os mesmos restritos as áreas centrais e oeste, ficando evidente a influência da Zona de

Convergência do Atlântico Sul, dos sistemas frontais e, em menor escala, dos Complexos Convectivos de Mesoescala.

Referências Bibliográficas

ANA (Agência Nacional de Águas), 2007: A implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos e Agência das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Brasília, 112p.

Andrade K. M. 2005: Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul. 185p. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (INPE) São José dos Campos.

Brooks H. E., Doswell III C. A., Kay M. P. 2003: Climatological estimates of local daily tornado probability. Weather and Forecasting, **18**, 626-640p.

Cândido D. H., Nunes L. H. 2009: Influência da orografia na precipitação da área entre o Vale do Rio Tietê e a Serra da Mantiqueira. Geousp (USP), **24**, 08-27p.

Espirito Santo C., Satyamurty P. 2002: Eventos extremos de precipitação na região sudeste do Brasil e redondezas no período de 1997-2001. Congresso Brasileiro de Meteorologia, **12**, Foz do Iguaçu,INPE, CDROM.

Figueiredo J. C., Scolar J. 1996: Estudo da trajetória dos sistemas convectivos de mesoescala na América do Sul. In: VII Congresso Argentino de Meteorologia e VII Congresso Latino-americano e Ibérico de Meteorologia. Anais, Buenos Aires.

Jimenez K. Q., Domecq F. M. 2008: Estimação de chuva usando métodos de interpolação. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 16p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2010: Censo 2010. Disponível em: http://censo2010.ibge.gov.br/en/. Acesso em 20 de Janeiro de 2014.

Lima K. C. 2010: Episódios de precipitação intensa no sudeste do Brasil e a influência das anomalias de temperatura da superfície do mar e da topografia – São José dos Campos: INPE, 201 p. (Tese de Doutorado)

Maddox R. A., 1980: Mesoscale Convective Complexes. Bull. Am. Meteorol. Soc., 61, 1374-1387.

Malvestio L. M., Nery J.T. 2012: A importância da Amazônia para o Regime Pluviométrico da Região Sudeste do Brasil, Revista Geonorte, **1**, 786-795p, Manaus, AM, Brasil.

Marques A. P. S, Junior J. M., Amorim A., Flores E. F. 2012: Aplicação do interpolador Krigagem Ordinária para a elaboração de planta de valores genéricos. Rev. Brasileira de Cartografia, 64/2, 175-186p.

Velasco I., Fritsch J.M. 1987: Mesoscale Convective Complexes in the Americas. Journal of Geophysical *Research* ., 92 (D8), 9591-9613p.

Rao V.B., Hada K. 1990: Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with southern oscillation. Theoretical and Applied Climatology, **42**, 81-91p.

SÃO PAULO, 1990: Plano Estadual de Recursos Hídricos: primeiro plano do Estado de São Paulo. São Paulo, DAEE, 1990.140p.

SÃO PAULO., (1996): Secretaria de recursos hídricos, saneamento e obras do Governo do Estado de São Paulo. Grupo ETEP. Levantamento e sistematização de dados sobre áreas de risco, áreas degradadas, áreas sujeitas a erosão e informações específicas sobre resíduos sólidos domésticos e sobre atividades agrícolas desenvolvidas nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Contract number 2000396. Final Report – Tomo II.

Rodrigues M. L. G., Franco D., Sugahara S. 2004: Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. Revista Brasileira de Geofísica 22(2). 135-151p.

Pelegatti C. H. G., Galvani E. 2010: Avaliação da precipitação na Serra do Mar-SP em eventos de diferentes intensidades e duração. GEOUSP - Espaço e Tempo. São Paulo, 27, 147-158p.

WMO. The Dublin Statement and Report of the Conference. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century. 26-31 January 1992. Dublin, Ireland.

Zandonadi L., Pascoalino A. 2012: Distribuição temporo-espacial das chuvas nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, 4, 830 – 843p.

Zhu Y., Thot Z. 2001. Extreme weather events and their probabilistic prediction by the NCEP ensembly forecast system. In: Preprints for the symposium on the precipitacion Extrems: Prediction, impacts and responses. Albuquerque. Proceedings…Boston, AMS.

DETERMINAÇÃO DA ZONA DE INFLUÊNCIA DOS BENS CULTURAIS METROPOLITANOS A PARTIR DE UMA ANÁLISE ESPACIAL- O CASO DO CORREDOR CULTURAL DE SÃO PAULO-BRASIL

ANTUNES R. L. S.(1), JESUS B. L. P.(1), RIZZI C. A.(1)

(1)Geografia Física da USP, Av. Prof. Lineu Prestes, 338, Cep: 05508-080- São Paulo, Brasil [robertoantunes@usp.br],[brunajesus21@hotmail.com],[carizzi91@gmail.com]

Resumo- *Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento para a identificação de bens culturais, na Subprefeitura Sé do Município de São Paulo - Brasil. Desta forma, realizou-se uma análise temporal do uso e ocupação da terra, com o aporte das geotecnologias e imagens de alta resolução Ikonos e Quickbird, identificando diferentes variáveis de uso da terra e a transformação urbana, no período de 2002 a 2013. Este setor apresenta alguns bens culturais propícios para a constituição de um projeto de resgate histórico e cultural em larga escala chamado Corredor Cultural. O estudo tomou elementos da determinação de áreas nucleares naturais, substituindo os critérios do planejamento ambiental pelos critérios urbanísticos mencionados. Neste sentido, a proposta consistiu no monitoramento dos efeitos negativos das deseconomias urbanas em função da área de abrangência física dos atributos paisagísticos, patrimoniais e de acessibilidade com os parâmetros de concentração de esquinas e de paradas de ônibus no entorno dos bens culturais do projeto Corredor Cultural. Como resultado, houve a geração de áreas de influência física adaptadas à problemática dos bens culturais da cidade ao longo do trajeto do Corredor Cultural.*
Palavras-chave *- Deseconomias de Aglomeração, Acessibilidade Geográfica, Análise Espacial, Área Envoltória, Ambiente Construído*

Résumé: Détermination de l'aire d'influence des biens culturels métropolitains à partir d'une analyse spatiale:le cas du Couloir Culturel de São Paulo - Brésil. Résumé: *L'objectif de ce travail était de mener une enquête visant à identifier des biens culturels de la sous-préfecture de Sé à São Paulo - Brésil. Nous avons effectué une analyse temporelle de l'usage et de l'occupation des sols, à partir des géo-technologies et d'images Ikonos et Quickbird à haute résolution, identifiant ainsi les différentes variables d'usage des terres et de la transformation urbaine durant la période de 2002 à 2013. Ce secteur présente des biens culturels propices à la constitution d'un projet de conservation et de valorisation historique et culturelle à grande échelle appelé « Corredor Cultural ». L'étude a considéré des éléments de détermination des zones centrales naturelles en remplaçant des critères de planification de l'environnement par les critères urbains mentionnés. En ce sens, la proposition a consistée à suivre les effets négatifs des déséconomies urbaines en fonction de la zone de couverture physique du paysage, du patrimoine et des attributs d'accessibilité avec des paramètres de concentration des coins de rue et des arrêts d'autobus à proximité de biens culturels du projet Corredor Cultural. Le résultat a été la création de zones d'influence physique adaptées à la problématique des biens culturels de la ville le long du Corredor Cultural.*
Mot-clefs *- Déséconomies d'agglomération, Accessibilité géographique, Analyse spatiale, zone d'enveloppement, Environnement bâti.*

Abstract - Determining the area of influence of metropolitan cultural properties through spatial analysis : the case of the Cultural Corridor in São Paulo *- BrazilThis work's objective is to realize an investigation to identify cultural heritage at the Subprefeitura Sé, Município of São Paulo – Brasil. A temporal analysys has bem realized for the use and ocupation of the soil, with the approach of the geotechnologies and high resolutions images Ikonos and Quickbird. Different variables has been identified by the use of the soil and the urbain transformation, in the period of 2002 to 2013.This sector presents some cultural heritages propitious to the constitution of a historical and cultural rescue project in large scale named Corredor Cultural.To establish spatially the physical scope of these transformations, the report took elements of the determination of natural nuclear areas, substituting the criterions of the environmental planning by the urban criterions mentioned. In this sense, the proposal consists in the observation of the negative effects of the urban diseconomies according to the area of landscape attributes of physical scope, heritage and accessibility with the parameter of the concentration of corners and bus stops around the cultural heritage of the project Corredor Cultural. As result, there was the creation of physical influence areas adapted to the problem of the cultural heritage of the city all along the way of Corredor Cultural.*

Keywords*- Diseconomies of agglomeration, geographic accessibility, Spatial Analysis, envelopment Area, Built Environment.*

Introdução

A utilização de imagens de satélite se constitui em suporte ao levantamento, identificação e mapeamento de bens culturais. Com o aporte do Sensoriamento Remoto podemos ampliar a identificação das áreas amostrais que podem se constituir em outros bens culturais. Neste contexto, este estudo, aplicado na região central da Subprefeitura Sé, do município de São Paulo apoiou-se no uso das geotecnologias no sentido de identificar novos e ampliar os bens culturais já existentes, levantados pelo Cine Belas Artes. Desta forma, a realização da

classificação do uso e cobertura do solo e a partir da identificação das classes na área do corredor: Telhado Cinza (Brownfields) e Telhado Marrom, destacando-se os prédio e/ou museus históricos, subsidiou este objetivo.

Com a identificação visual qualitativa dos alvos da proposta de estudo, análises espaciais foram adaptadas no sentido de estabelecer áreas de influência direta. Ao longo do eixo estruturante do chamado projeto Corredor Cultural, buscou-se constituir a referida área de amortecimento como um perímetro capaz de auxiliar o planejamento metropolitano a estabelecer um raio de atuação no sentido de levantamento do acervo socioespacial da cultura paulistana.

De posse do resultado dos procedimentos, tornou-se a discussão em torno da magnitude do ambiente construído metropolitano, das deseconomias urbanas, tais como verticalização e adensamento urbano. Problematizou-se sumariamente a tendência de descaracterização da paisagem histórica, ao passo que o congestionamento estrutural dificulta e precariza o acesso do público visitante. Assim, toma-se como conclusão que tais efeitos negativos podem ser mensurados a partir dos critérios ligados ao planejamento patrimonial (visualidade e eficiência da delimitação da área envoltória) e ao planejamento de transporte (microacessibilidade e macroacessibilidade).

1. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento para a identificação de bens culturais, na Subprefeitura Sé do Município de São Paulo - Brasil.

2. Metodologia e técnicas

Selecionada a região central denominada como Subprefeitura Sé. Foram utilizadas imagens de satélite IKONOS e QUICKBIRD para classificar a área de estudo em dois períodos distintos (2002 e 2013). O geoprocessamento foi obtido através do MultiSpec Application 3.3, que serviu como base geral para a classificação supervisionada, com o auxilio das imagens foi possível a identificação visual dos alvos na área urbana para a confecção dos treinadores e auditores da tal classificação.

3. Adaptação de Análises Espaciais: Corredor Cultural Luz-Paulista

A proposta do Corredor Cultural não é uma demanda recente. Já em 2009 se discutia a respeito das possibilidades de requalificação do centro velho de São Paulo em um contexto em que se considerava a possibilidade de catalisação de investimentos públicos e privados para a região (OLLERTZ, 2008). A reabertura do Cine Belas Artes no dia 16 de julho de 2014 representou o reavivamento da discussão em torno de um corredor cultural para o centro de São Paulo. A retomada deste cine foi objeto de uma demanda social que se alastrou para a problemática da manutenção dos. espaços culturais paulistanos. Fechado devido à desentendimentos entre os antigos donos pela cobrança do aluguel para o espaço, o cine, um dos mais tradicionais da cidade de São Paulo, baixou suas portas em 2011. Desde então, houve a organização de um coletivo chamado Movimento Belas Artes – MBA que buscou sua reabertura (MBA, 2014). A Imagem 01 mostra sua fachada deteriorada.

Retrocedendo um pouco no tempo, em janeiro daquele mesmo ano – 2014 –, o anúncio da reabertura para o Cine Belas Artes foi recebido positivamente pelos setores ligados à cultura na metrópole. Na sequência das demandas pelo reavivamento do cine renascia também a proposta do Corredor Cultural. E agora vinha com uma bandeira mais ideologizada e ainda mais ambiciosa (LEITE, 2014). O trecho se inicia na rua Vergueiro, no Centro Cultural São Paulo e termina na Praça da Luz, com destino à Pinacoteca. A constituição desse corredor se justifica pela densidade de museus, cinemas e parques em seu trajeto (GERAQUE, 2014).

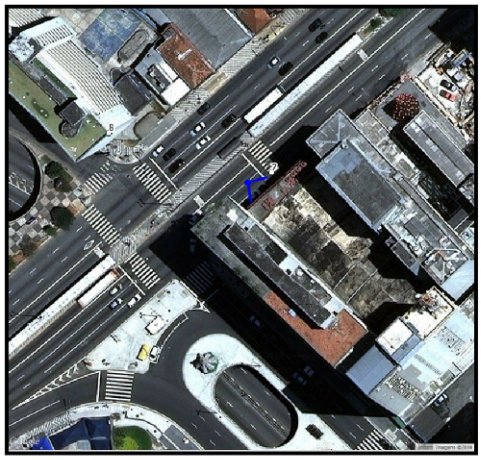
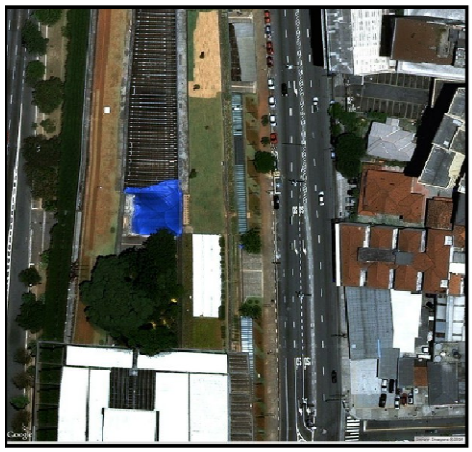




Imagem 01. Cine Belas Artes. Fechado em 2011 por desentendimento entre antigos proprietários a respeito do valor do aluguel. Desde então o Movimento Belas Artes (MBA) tem atuado no sentido de reabri-lo. Entre 2013 e 2014, uma associação entre o MBA, Secretaria de Cultura e CAIXA, permitiu sua reabertura para fins de lazer e educação. Com este precendete, o MBA tem levantado a proposta de constituicão de um Corredor Cultural que interconecte este e outras dezenas de bens culturais da cidade.



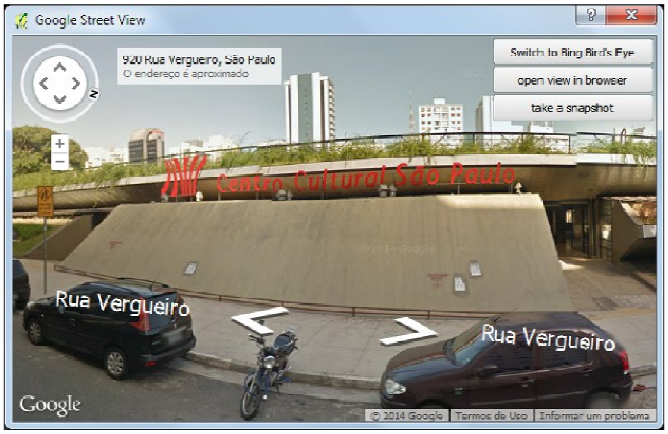
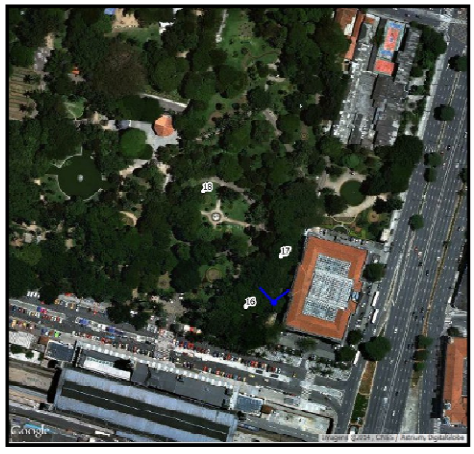


Imagem 02. Centro Cultural Vergueiro. Importante espaço paulistano para realização de exposição, eventos musicais, treatrais e outros. Possui espaço para exposições. Há uma biblioteca em em seu espaço. Para o MBA, foi considerado o início do trajeto Luz-Paulista para o Corredor Cultural.



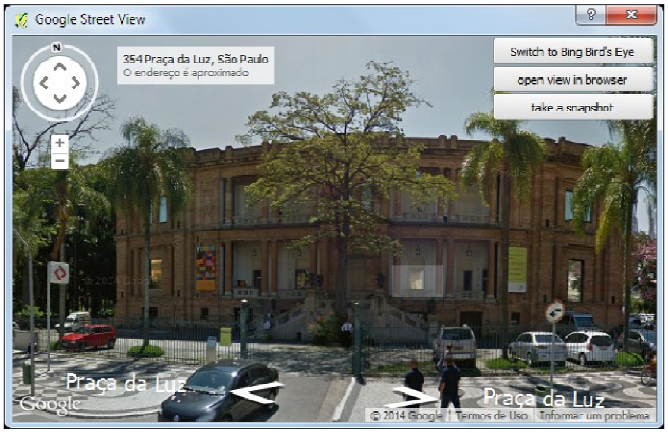


Imagem 03. Pinacoteca do Estado de São Paulo. Imponente edifício. Possui um dos mais importantes acervos litográficos e iconográfico da arte brasileira. Esta região da Luz possui outros espaço culturais muito importantes para a memória e cultura metropolitana e brasileira. Em especial, a conceitualização dos Cinco Brasis de Darcy Ribeiro pode ser belamente referenciado nas pinturas ali localizadas. É considerado o final do trajeto para o Corredor Cultural.

As Imagens 02 e 03 apresentam sua origem no Centro Cultural Vergueiro e fim na Pinacoteca, na Estação da Luz (LEITE, 2014).

4. Resultados

A classificação do uso e cobertura do solo foi realizada para a região da Subprefeitura Sé, entretanto como o objeto deste estudo é a proposta de implementação de um corredor cultural, em área que compreende a Sé, foi realizado um *zoom* da área que delimita o buffer do referido corredor.

Na Figura 1 pode ser observado a comparação entre as classificações de uso e cobertura do solo em dois períodos distintos: 2002 e 2013. Observa-se que houve um aumento (5,3 %) das copas de árvores, o que se destaca como um dos indicativos de qualidade ambiental. A Subprefeitura Sé é uma área central com adensamento de construção no limite, não dispondo assim de terrenos livres, entretanto a análise demonstrou possibilidades de aumentar a arborização urbana.

Mesmo com o aumento da arborização verificou-se um grande desequilíbrio entre a quantidade de árvores presentes na Subprefeitura Sé *versus* área construída, o que implica diretamente no desempenho que as árvores exercem sobre o clima local, por exemplo, insuficiencia para a demanda de acumulo de calor de um dia sol.

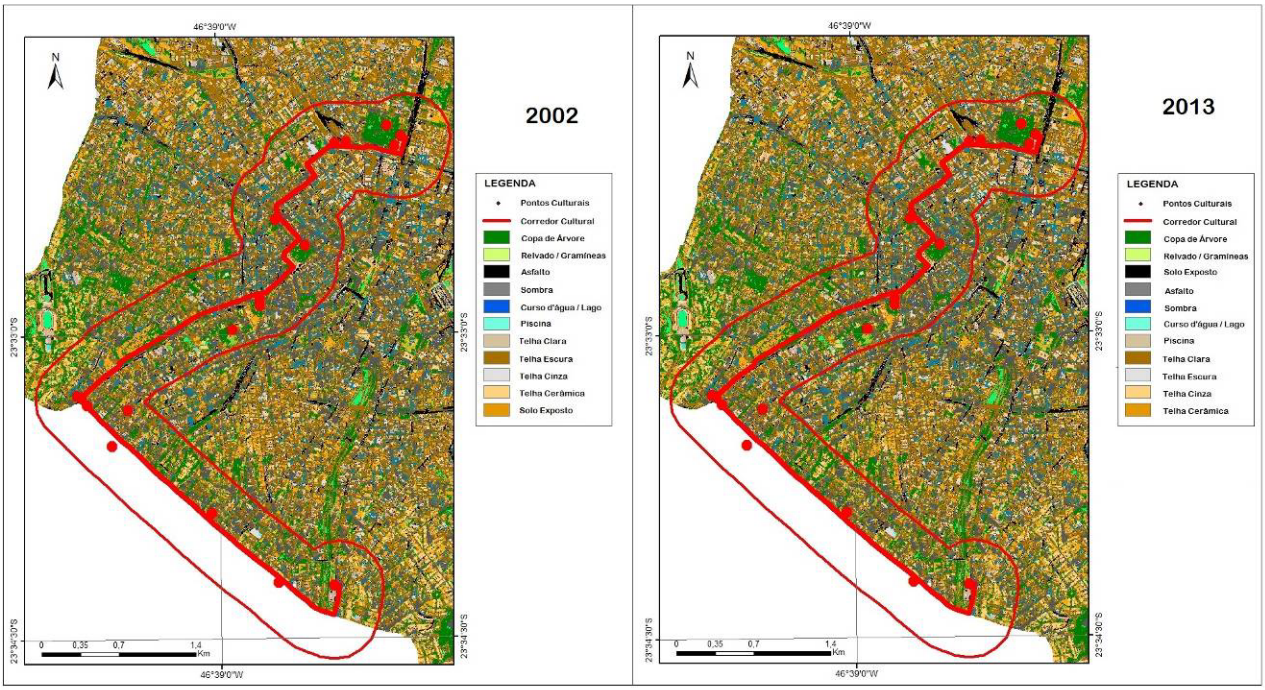


Figura 1. Classificação do uso de cobertura do solo para os anos de 2002 e 2013.

A análise identificou um aumento significativo de áreas impermeáveis (asfalto, concreto entre outros) na Subprefeitura Sé em geral e na área do *buffer*, durante o período, o que contribuiu para o aumento do escoamento superficial, possibilitando maiores índices de alagamentos e até enchentes, o que enfatiza um dos pontos negativos.

É importante estabelecer um elo entre a análise da classificação da Figura 1 e os bens culturais e a noção de visualidade ou fruição do bem. Em especial, a legenda da Figura 1 apresenta as classes Telha Clara, Escura, Cinza e Cerâmica. Especificamente, nestas estão foto-interpretados os bens culturais urbanos. São antigos prédios comerciais, espaços culturais, cinemas, parques, museus, teatros etc. Como mencionado, a concentração de atividades culturais nessa região permitiu ao Movimento Belas Artes ampliar seu esboço de

atual social para a constituição de uma proposta de interconexão de tais espaços no amplo projeto Corredor Cultural. Tal proposta ganha maior ímpeto com a ressureição do planejamento metropolitano, uma década após a edição do último Plano Diretor e que tem figurado nos atuais debates nas mídias sociais pelo resgate do setor cultural na metrópole paulistana. As Imagens 01, 02 e 03 apresentam as amostras espaciais que mais caracterizam a proposta do corredor: o Cine Belas Artes, o Centro Cultural Vergueiro e a Pinacoteca do Estado de São Paulo. A presença destes bens culturais na paisagem da cidade representa o valor histórico e cultural que a noção de Imaginabilidade imprime no ambiente construído. Manter tais espaços visíveis e acessíveis à população metropolitana é um dos principais objetivos de um planejamento voltado para o desenvolvimento humano. Daí a importância do resgate e valorização desses espaços, para a manutenção de sua fruição na paisagem.

Analisando estes dados que mostram e caracterizam o uso e cobertura do solo nestes dois períodos obtemos informações que auxiliam em como foi possível tratar espacialmente esta proposta de corredor cultural. Um primeiro obstáculo foi a identificação da proposta. Não há um universo fechado de quais bens culturais seria alvo das políticas públicas enunciadas acima. O que se pode extrair foram alguns exemplares socioespaciais levantados pelo movimento social (LEITE, 2014).

De posse do traçado no ambiente do Google Earth, foi realizada então a extração das paradas de ônibus. Os dados foram exportados e convertidos em SHP. Realizamos a geração de polígonos de voronoi para obtenção das áreas médias de captação de cada parada de ônibus extraída do *geobrowser*. O passo seguinte foi utilizar esse universo de paradas de ônibus para imputar o raio de abrangência da acessibilidade locacional [400m = 5 minutos de caminhada] (VALIN, 2009). Foi utilizada a ferramenta Buffer para mesclar os resultados topologicamente convergentes. Passou-se então para a etapa de análise da microacessibilidade em função da distribuição topológica pela densidade de esquinas por meio da extração de nós ou cruzamentos dos logradouros.

Foi utilizado o valor de 400 metros de raio imputados por meio do método *kernel* quártico biponderado. As Imagens 04 e 05 apresentam os resultados. Positivamente, agora, a proposta de um corredor cultural adquire um formato espacial em que se pode abranger os bens culturais almejados pelos movimentos sociais e possíveis alvos das políticas públicas voltadas ao setor cultural da metrópole.

Por fim, pela Imagem 05, nota-se que o entroncamento das principais vias estruturantes corresponde igualmente às maiores densidades de esquinas e também de concentração das paradas de ônibus. Trata-se de um indicador de quadras menores, dados muito importante para a vitalidade de bairros e distritos (JACOBS, 2007). Estas são as centralidades culturais mais propícias à integração do corredor com a cidade. Nota-se também que toda a extensão da área de influência está servida – porque foi assim constituída – pela presença de paradas de ônibus e dentro dos parâmetros desejáveis de acessibilidade locacional: 400 metros de raio de caminhada dentro da área de influência do corredor cultural. A extensão proposta também pode contribuir para a constituição de um itinerário cultural em finais de semana, com passes subsidiados especificamente para acesso aos bens culturais.

Pela Imagem 05 também podemos notar as concentrações topológicas das paradas de ônibus. Nota-se que o entroncamento das principais vias estruturantes corresponde igualmente às maiores densidades de esquinas e também de concentração das paradas de ônibus. São as centralidades culturais mais propícias à integração do corredor com a cidade. Toda a extensão da área de influência está servida – porque foi assim constituída – pela presença de paradas de ônibus e dentro dos parâmetros desejáveis de acessibilidade locacional: 400 metros de raio de caminhada dentro da área de influência do corredor cultural. A extensão proposta também pode contribuir para a constituição de um itinerário cultural em dias especiais e fins de

semana, com passes subsidiados especificamente para acesso aos bens culturais. Essa hipótese também pode ser refletida para o caso da área de influência direta dos conjuntos paisagísticos Significativos.

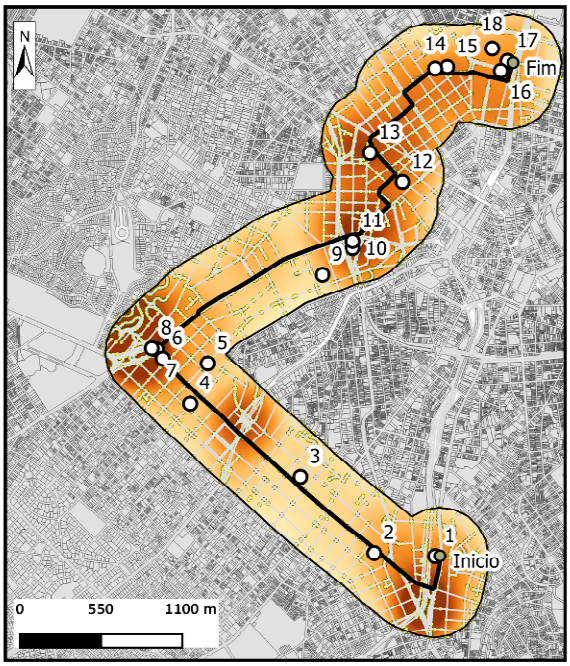


Imagem 04. Cortar Raster. Ferramenta para cartografia temática. Utilização de máscara [área de influência direta 400m de raio] e camada alfa para corte da auréola externa do kernel quártico.

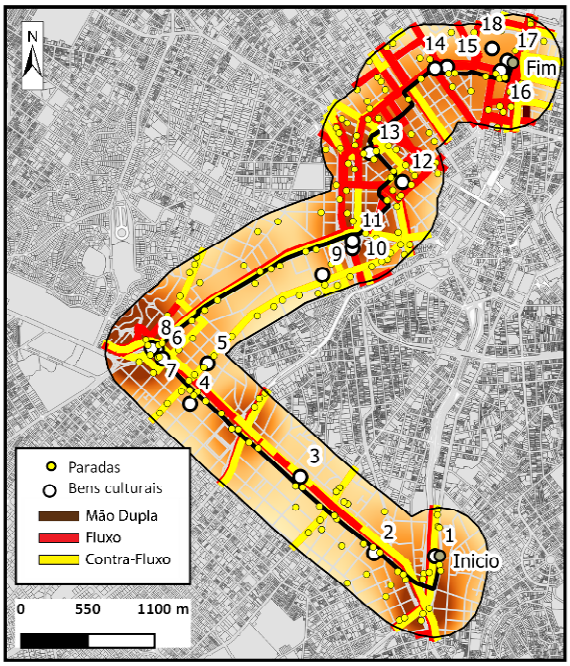


Imagem 05. Mapeamento final de densidade pelo kernel quártico. Análise da microacessibilidade no entorno das áreas nucleares do corredor cultural via concentração de esquinas e dentro dos parâmetros de acessibilidade locacional [400m=5min]. O universo de áreas nucleares em função da viabilidade do projeto.

.

Reforçamos que essas análises espaciais – determinação do perímetro de 400 metros, a concentração de esquinas e de paradas de ônibus, suas concomitâncias com o sentido das vias estruturantes - correspondem ao primeiro passo para o monitoramento das deseconomias urbanas. Tendencialmente, os lugares dinamizados pela economia contemporânea passam a concentrar investimentos público-privados e, os lugares depreciados ou desativados tornam-se alvos de reestruturações para fomento de novos ciclos de negócio. Como desenlace desse processo, as externalidades positivas são igualmente geradas com o estigma da concentração: há a concentração de postos de trabalho, das modalidades de consumo correlatas, bem como a concentração das melhores localizações habitacionais (FRÚGOLI, JR, 2000). A concentração gera deseconomias (PEREIRA et al, 2000), estas, variando de nomenclatura conforme são espacialmente estudadas. As citações são mais frequentes para deseconomias urbanas (IPEA, 1999), de dispersão (MACHADO, 2000:87) e de aglomeração (PEREIRA, 2008:96).

Como relacionar a influência das deseconomias urbanas, de dispersão ou de aglomeração ao raio de influência de poligonais culturais como o Corredor Cultural? É possível estabelecer uma correlação espacial entre as deseconomias e a acessibilidade ou o isolamento geográfico relativo desses bens culturais socioespaciais? O transporte privado e individual, encabeçado pelo automóvel, é o principal vetor de externalidades negativas para o setor público (MACIEL, 2012:48). O aumento do uso automóvel corresponde ao aumento do tempo perdido no trânsito, realidade para grandes cidades brasileiras. Para a cidade de São Paulo, em termos gerais, o custo do uso do automóvel encarece o chamado “custo São Paulo”:

> "Os congestionamentos em São Paulo não são um mero problema local, mas um gargalo nacional. A lentidão crescente dos deslocamentos implica custos bilionários. E mais grave ainda, a tendência é que continuem aumentando, pois a frota prossegue em firme expansão" (CINTRA, 2014:24).

Por fim, o aumento do tempo gasto ou excesso de tempo perdido em viagens pelo transporte privado e individual, é uma deseconomia urbana, na verdade, uma externalidade negativa, e pode ser imputado nos lugares de destino por meio de metodologias geográficas pela aplicação de geoalgoritmos, em alguns casos, utilizados de forma inédita. Poligonais geradas pela concentração de diferentes durações de viagens podem assim ser espacializados, localizando no ambiente construído onde efetivamente se realiza a acessibilidade geográfica. Não obstante, seguindo as informações apresentadas, poligonais podem ser geradas localizando, no ambiente construído, os lugares da cidade em que são marcados pela concentração de bens culturais, pela localização de tempos em excesso gastos em viagens de automóveis. Uma primeira forma de realizar este intento é o estabelecimento da concentração de esquinas e de paradas de ônibus e o sentido das vias estruturantes em um perímetro que leve em consideração, como recorte de estudo, o valor cultural e histórico remanescente na metrópole. O presente artigo teve como esforço a realização deste procedimento metodológico e técnico. Em suma, a determinação de um recorte espacial para a análise dessa deseconomia é um passo importante para o estudo do impacto que o excesso de tempo viajando em ônibus e em automóveis pode ocorrer na disposição geral da população metropolitana em deslocar-se até o destino dos bens culturais. Isto significa afirmar que o levantamento da microacessibilidade e da fruição dos bens na paisagem joga um papel central na efetivação do resgate do patrimônio cultural. Em um ambiente construído carente de espaços públicos como é evidente na metrópole de São Paulo, sua concretização se dará somente com a aproximação desses bens e sociedade civil.

Considerações Finais

O mapeamento do uso do e cobertura do solo foi pertinente no sentido de contribuir como ferramenta para identificar as áreas amostrais e de como traçar novos espaços que poderão servir como corredores culturais, priorizando o aumento da qualidade ambiental. Desta forma, consideramos que esse universo amostral não esta fechado. A ideia é agregar mais espaços, o buffer pode de fato abranger estes bens que por ventura estão nesta zona de entorno dos bens culturais existentes, em um perímetro de 400 metros.

Externalidades ligadas ao transporte privado oferecem uma estimulante discussão, como por exemplo, o excesso de tempo perdido em automóveis, sua relação com o congestionamento e população. Pesquisas posteriores nesta linha podem utilizar as adaptações das análises espaciais realizadas neste artigo para introduzir o estudo das deseconomias urbanas em função da localização de usos culturais e históricos importantes para a imagem da cidade. O congestionamento estrutural e sua externalidade, o excesso de tempo perdido no transporte público e individual, foram os exemplos utilizados para demonstrar as potencialidades dessa associação.

Para tanto, uma das formas possíveis seria o levantamento médio do volume de tráfego nos trechos de vias no interior do perímetro. Embora ainda fechado e exclusivo, sabe-se que já existe um monitoramento do congestionamento por vias na cidade de São Paulo. Outro dado interessante poderia ser o levantamento dos estacionamentos localizados no interior do perímetro e sua comparação com a densidade de estacionamentos por área de ponderação metropolitana. O número de vagas de automóveis por apartamento pode ser outro dado a ser computado. Também o levantamento da extensão média de ciclofaixas no Município de São Paulo, recentemente instituída no espaço geográfico, pode ser outro indicador da

microacessibilidade potencial dos bens culturais abarcados pelo determinado perímetro de amortecimento.

Estudos posteriores baseados no método de modelagem da sintaxe axial, com suas análises espaciais em torno da microacessibilidade física da rede de esquinas pode ser outro interessante estudo. Em suma, tais estudos são pertinentes porque revelam a dinâmica polinucleada da metrópole contemporânea sob a hegemonia da acumulação flexível, em adição (não em oposição) à observação, em uma escala geográfica menor, à realidade do sistema centro-periferia ainda atual e imperante no ambiente construído paulistano. Na escala do espaço intra-urbano polinucleado, o uso coletivo para o bem estar da população metropolitana alça-se como demanda latente para a agenda dos projetos urbanos, tão marcados pela lógica da valorização imobiliária e corporativa, como tem sido observado nos últimos anos para o Município de São Paulo. A valorização do acervo socioespacial da cultura material paulistana, como evidenciado no projeto Corredor Cultural, representa um dos inúmeros impulsos da parcela da classe média paulistana compromissada com o estado de bem-estar social no Centro Expandido ou a Manhattan Brasileira.

Referências Bibliográficas

Cintra M. 2014: Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo. Textos para Discussão. São Paulo: FGV-EESP, **356**: 38p.

Frúgoli H., JR. 2000: Centralidade em São Paulo: trajetórias, conflitos e negociações na metrópole. São Paulo: Edusp, 254p.

Geraque E. 2014: Projeto propõe corredor cultural entre o Paraíso e centro de SP. Folha de São Paulo On-Line - São Paulo. São Paulo: Folha de São Paulo On-Line - São Paulo.

IPEA. 1999: Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público. Revista dos Transportes Públicos, Ano 21. São Paulo: ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos & IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica, pp.35-92.

Jacobs J. 2007: Morte e Vida de Grandes Cidades. São Paulo: Martins Fontes, 510p.

Leite G. 2014: São Paulo: um Corredor Cultural contra especulação imobiliária. Blog Outras Palavras, Disponível em: < http://outraspalavras.net/blog/2014/03/17/sao-paulo-um-corredor-cultural-contra-especulacao-imobiliaria/ >. Acesso em: 17/07/2014.

Machado M. H. F. 2000: Urbanização e Sustentabilidade Ambiental: Questões de Território. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais. São Paulo: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. **3**, 81-95.

Maciel M. S. 2012: Externalidades Negativas do Transporte Motorizado Individual em Zonas Urbanas do Brasil: Uma análise do Potencial de Economia de Recursos para 2020. (Doutoramento). Programa de Planejamento Estratégico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 294p.

MBA. 2014: Fruto de ampla mobilização cidadã, Cine Belas Artes reabre no dia 19. Blog Livros & Ideias, Disponível em: < http://livroseideias.wordpress.com/tag/movimento-cine-belas-artes/ >. Acesso em: 17/07/2014.

Pereira R. H. M. 2008: Processos Socioespaciais, Reestruturação Urbana e Deslocamentos Pendulares na Regão Metropolitana de Campinas. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 179p.

Ppereira W. A. de A. et al. 2000: Uma análise da relação entre as deseconomias associadas ao transporte urbano e o tamanho das cidades brasileiras. Revista dos Transportes Públicos, Ano 22. São Paulo: ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos, pp.29-42. p.

Ollertz A. 2008: Projeto Corredor Cultural. Revista Eletrônica Vitruvirus: Arquitextos.

Valin M. M. 2009: Uso de softwares livres para o desenvolvimento de SIG Web de acessibilidade a atrativos turisticos: Estudo de caso da cidade de Campinas-SP. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 142p.

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À DETECÇÃO E MONITORAMENTO DE SUPERFÍCIES ALAGADAS NO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA, MS, BRASIL

BACANI V.M. (1), SAKAMOTO A. Y. (2), QUENOL H. (3) CORGNE S. (4)

(1) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/CPAQ. Rua Oscar Trindade de Barros, 740. Bairro Serraria. CEP 79200-000. Aquidauana-MS, Brasil [vitor.bacani@ufms.br]

(2) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/CPTL. Av. Ranulpho Marques Leal, 3.484 - Caixa Postal 210, CEP 79620-080. Três Lagoas-MS, Brasil [arnaldo.sakamoto@ufms.br]

(3) Laboratoire LETG-Rennes-COSTEL, UMR6554 LETG. Place du recteur Henry le Moal, 35043 Rennes,France [herve.quenol@univ-rennes2.fr]

(4) Laboratoire LETG-Rennes-COSTEL, UMR6554 LETG. Place du recteur Henry le Moal, 35043 Rennes,France [samuel.corgne@uhb.fr]

Resumo – *O objetivo deste trabalho foi mapear as áreas alagadas no Pantanal da Baixa Nhecolândia ao longo dos períodos de seca e cheia dos anos de 1987/1988 e 2013. Os anos de 1988 e 2013 correspondem a anos típicos de cheia e seca no Pantanal. Os procedimentos metodológicos fundamentaram-se em rotinas de tratamento digital de imagens de satélite Landsat 5/TM e 8/OLI. Após as etapas de pré-processamento, aplicou-se o cálculo do Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), por meio da razão entre bandas referente às regiões espectrais do verde e infravermelho próximo, conforme proposto por McFeeters (1996). O resultado desta operação foi submetido à classificação não supervisionada por meio do classificador Iso Cluster e validados por meio do índice de concordância kappa e avaliação da exatidão global. A concordância kappa variou entre 0,78 a 0,92. Os resultados mostraram que a maior quantidade de água na superfície está relacionada ao aumento do nível d'água do rio Paraguai, que apresenta uma defasagem de dois a três meses em relação às precipitações locais.*
Palavras-chave: *Pantanal da Nhecolândia, áreas úmidas, sensoriamento remoto, índice de água por diferença normalizada.*

Résumé – Identification et suivi des surfaces inondées par télédétection dans le Pantanal de la Nhecolândia, Brésil. *L'objectif de cette étude est d'identifier et suivre spatialement les surfaces d'inondation dans la zone humide du Pantanal de Nhecolândia à travers une analyse diachronique entre 1987-88 (année humide) et 2013 (année de sécheresse). Les années 1988 et 2013 sont des années typiques d'inondations et de la sécheresse dans le Pantanal, respectivement. La méthodologie est basée sur l'exploitation d'images LANDSAT 5/TM (1987 et 1988) et Landsat 8/OLI (2013). Après les étapes de prétraitement, le calcul de l'indice de teneur en eau par différence normalisée (NDWI) est appliqué (McFeeters,1996) afin de discriminer les surfaces en eau. Cet indice combiné aux bandes spectrales est intégré dans un processus de classification non supervisé (Iso cluster) visant à identifier les surfaces en eau et les surfaces « autres ». Les indices de kappa pour l'année de sécheresse (1987) sont de 0.78 et 0.92 pour 2013. Ces résultats montrent que la plus grande quantité d'eau de surface est liée à l'augmentation du niveau de la rivière Paraguay, qui a un retard de deux à trois mois par rapport à l'eau des précipitations locales.*
Mots-clés: *Pantanal de la Nhecolândia, zones humides, télédétection, indice de teneur en eau par différence normalisée.*

Abstract: Remote sensing for detection of flooding surfaces in the Pantanal of Nhecolândia, MS, Brazil. *The objective of this study was to map flooding surfaces in the Lower Nhecolândia Brazilian Pantanal Wetland over the periods of dry and flood years of 1987/1988 and 2013. Years 1988 and 2013 are typical years of flood and dry in the Pantanal. The methodological procedures were based on routine digital image processing of Landsat 5/TM and 8/OLI. After the preprocessing steps, calculate the Normalized Difference Water Index (NDWI) as proposed by McFeeters (1996). The result of this operation was submitted to unsupervised classification using the classifier Iso Cluster and validated by kappa index and overall accuracy. The kappa ranged from 0.78 to 0.92. The results showed that the greatest amount of surface water is related to the increase in the water level of the river Paraguay, which has a lag of two to three months in relation to local precipitation.*
Keywords: *Nhecolândia Pantanal wetland, wetlands, remote sensing, Normalised Difference Water Index (NDWI).*

Introdução

O Pantanal brasileiro, também conhecido como Pantanal Mato-Grossense, é um dos maiores e mais importantes ecossistemas de zonas úmidas tropicais contínuas do mundo, cobrindo uma área de aproximadamente 140.000 km² durante o período de inundação máxima (JUNK et al., 2006). O Pantanal está localizado principalmente no centro oeste do Brasil, ocupando parte dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com cerca de 10% de sua área em territórios Paraguaio e Boliviano. O alto rio Paraguai e seus tributários alimentam o Pantanal, promovendo uma forte inundação sazonal que varia em duração, amplitude e extensão tanto temporal quanto espacial. Estas variações sazonais do nível da água são a força

motriz dos processos ecológicos em sistemas de planícies de inundação. Identificar o padrão têmporo-espacial das inundações em regime de pulso de inundação sazonal é fundamental para a compreensão dos processos biogeoquímicos, hidrológicos e ecológicos do ecossistema (JUNK et al., 1989; HAMILTON et al., 1996; JUNK et al., 2006).

A capacidade de uso e suporte de espécies terrestres no Pantanal é limitada pela magnitude e duração das inundações anuais. A diversidade de espécies aquáticas é afetada por ações do homem sobre a terra e a água. Os administradores de terras pantaneiras, o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade da região são dependentes do comportamento dos pecuaristas. Os pecuaristas estão propensos a seguir os incentivos econômicos. Desde o início da década de 1970, os fazendeiros já abriam terras e plantavam pastagens, a fim de aumentar as taxas de lotação de gado. O desmatamento e implantação de pastagens plantadas para o gado é percebida pelos pecuaristas como a melhor alternativa econômica de uso da terra no Pantanal (SEIDL et al., 2001).

O Pantanal é formado por uma série de sub-regiões com características particulares em termos de ecologia, hidrologia e geomorfologia. O regime de inundação nestas sub-regiões é claramente sazonal, mas o período varia entre as sub-regiões, devido ao lento escoamento das áreas inundadas (HAMILTON et al., 1996; HAMILTON, 2002). Dentre as diferentes sub-regiões, destaca-se o Pantanal da Nhecolândia, por apresentar uma grande diversidade de espécies de flora e fauna, e é a maior em termos de riqueza e abundância de espécies da vida selvagem do Pantanal, devido à sua elevada heterogeneidade ambiental. Em razão dessa grande diversidade de fauna e flora, esta sub-região é foco de vários estudos de espécies ameaçadas de extinção, estudos voltados para a abundância das comunidades de peixes nos ambientes aquáticos, desmatamento como resultado da criação de gado e estudos de seleção de habitat dos animais selvagens (EVANS e COSTA, 2013).

Nesse contexto, torna-se de vital importância a utilização de técnicas de sensoriamento remoto na identificação das transformações ocorridas na paisagem associadas à configuração espacial das águas superficiais. O tamanho e a relativa inacessibilidade às zonas úmidas tornam os métodos tradicionais, difíceis e caros. Desse modo, satélites de sensoriamento remoto destacam-se pelo custo eficaz e abordagem prática que podem ser usados para mapear a distribuição da paisagem sobre grandes áreas úmidas, com vantagens que incluem a coleta de dados multiespectral e multitemporal (RUNDQUIST et al., 2001; OZESMI e BAUER, 2002), além da possibilidade de monitoramento de inundação em áreas úmidas (JENSEN, 2009). Portanto, a utilização de sensores ópticos pode contribuir com a compreensão da dinâmica de inundação em unidades de paisagem no Pantanal da Nhecolândia, e, sobretudo, nos permite colaborar com a orientação do uso e ocupação adequados às peculiaridades regionais da planície.

O objetivo deste trabalho foi mapear as áreas alagadas no Pantanal da Baixa Nhecolândia ao longo dos períodos de seca e cheia dos anos de 1987/1988 e 2013.

1. Metodologia

1.1. Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Pantanal da Baixa Nhecolândia, uma sub-região do Pantanal Mato-Grossense localizada entre as coordenadas: 18° 40'S, 57° 02'W e 19° 35'S, 55° 32'W (Figura 1). Esta sub-região é limitada ao norte pelo rio Taquari e ao sul pelo rio Negro e ocupa uma área de 8220 km², conforme definido em Hamilton et al. (1996).

A Baixa Nhecolândia apresenta uma grande diversidade de espécies de flora e fauna, e é a maior em termos de riqueza e abundância de espécies da vida selvagem do Pantanal, devido à

sua elevada heterogeneidade ambiental. Em razão dessa grande diversidade de fauna e flora, esta sub-região é foco de vários estudos de espécies ameaçadas de extinção, estudos voltados para a abundância das comunidades de peixes nos ambientes aquáticos, desmatamento como resultado da criação de gado e estudos de seleção de habitat dos animais selvagens (EVANS e COSTA, 2013).

A sub-região da Baixa Nhecolândia é marcada por uma forte heterogeneidade paisagística, destacando-se dos demais "Pantanais" por apresentar uma combinação particular de rios, "baías", "salinas", "salitradas", "cordilheiras", "corixos", "vazantes", matas e cerrados (BRASIL, 1982). Há ainda uma grande variedade de pastagens nativas e introduzidas, compondo unidades campestres e de cerrados na Nhecolândia (SANTOS, 2001).

Fernandes (2000) menciona que a terminologia adotada para classificação destas unidades de paisagem é popular, porém foi adaptada a literatura especializada. As "baías" são pequenas depressões, geralmente circulares, alongadas, que contém água durante as cheias e podem chegar a um metro de profundidade. Geralmente apresentam pH levemente ácido a neutro (5-7) e condutividade elétrica variável (média 500 µS cm-1).

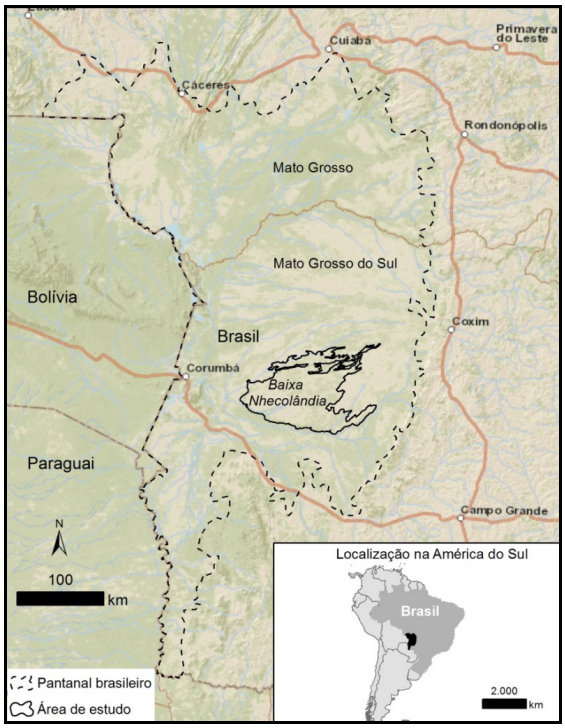


Figura 1: Localização da área de estudo no Pantanal brasileiro

As "cordilheiras" constituem-se de elevações alongadas; a altura não ultrapassa 3 metros acima do nível das lagoas, sendo composta de sedimentos arenosos que sustentam uma vegetação de savana arbórea densa (BRASIL, 1982).

Outros tipos de massas hídricas são os "corixos" e as "vazantes". As "vazantes" se formam nos períodos agudos das precipitações pluviométricas, ligando uma "baía" à outra. Os "corixos" correspondem a pequenos cursos d'água, com leito acanalado e geralmente são conectados a algum rio (ALLEM e VALLS, 1987).

O complexo sistema de lagoas e "cordilheiras" contrastando com "baías" e "vazantes"; tem uma dinâmica hidrológica comandada pelo rio Paraguai, da mesma forma que o baixo rio Taquari e o baixo rio Negro (QUEIROZ NETO et al., 1996).

O clima desta sub-região é classificado como do tipo Aw (Köppen) - clima tropical, megatérmico, com inverno seco e chuvas no verão. A temperatura média anual é de 25,4 °C com temperatura média anual das máxima e mínima 31,7 °C e 20,4 °C, respectivamente. A umidade relativa média anual é 81,7%. As condições termopluviais da região apresentam evapotranspiração de referência em torno de 1532,6 mm, não ocorrendo excedente hídrico anual, em consequência da evapotranspiração ser maior que a precipitação na maioria dos meses. A deficiência hídrica da região é de 331,0 mm, sendo mais pronunciada de agosto a outubro (SORIANO e GALDINO, 2002).

Os solos desenvolvem-se a partir de sedimentos arenosos finos (95%) depositados pelo rio Taquari, desde o início do Quaternário (CUNHA, 1980), e são submetidos parcialmente a

acentuado hidromorfismo (BRASIL, 1982). Nas áreas mais baixas do relevo encontram-se os solos hidromórficos e nas partes mais elevadas (florestas e cerrados), os Neossolos Quartzarênicos (CARVALHO FILHO et al., 2001 apud SANTOS, 2001).

O Pantanal da Baixa Nhecolândia encontra-se num patamar topográfico posicionado entre 80 e 120 metros de altitude (FERNANDES, 2000) e é caracterizado como uma ampla planície fluviolacustre, de inundações fracas a medianas, vinculada a cursos fluviais intermitentes e defluentes do rio Taquari, os quais apresentam canais e leitos anastomosados contendo ainda grande quantidade de lagoas de água doce e a maior concentração de lagoas "salinas" do Pantanal. Um componente importante da diversidade de habitats na Baixa Nhecolândia é o seu ciclo de inundação monomodal, com as cheias ocorrendo de fevereiro a abril, e período seco de agosto a novembro (HAMILTON et al., 1996). Segundo Rodela e Queiroz Neto (2006), o mês de junho corresponde ao final do período de cheia e novembro ao final do período de seca e início do período de aumento de umidade no solo.

2.2. Métodos

O mapeamento das áreas alagadas dos anos de 1987/1988 e 2013 foi desenvolvido com base em imagens de satélite LANDSAT-5 e LANDSAT-8 geradas pelos sensores TM (Thematic Mapper) e OLI (Operational Land Imager), respectivamente. Os mapas foram gerados com base em rotinas de tratamento digital de imagens e armazenados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O método empregado para extração das informações fundamentou-se na análise digital de imagem, conforme procedimentos descritos em Novo (2008) e Jensen (2009).

2.2.1. A análise digital de imagens

As técnicas adotadas para o processamento de imagens orbitais consistiram em: a) pré-processamento, b) técnicas de realce e, c) classificação e, d) validação (NOVO, 2008; JENSEN, 2009).

a) Pré-processamento: consistiu na aplicação de técnicas de correções atmosféricas e geométricas. O registro foi realizado com objetivo de reorganizar os pixels das imagens de satélite de 1987 e 1988 em relação à imagem de referência, que foi a do satélite LANDSAT-8 de 2013, obtida já com correções geométrica (ortorretificada) e radiométrica da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), com sistema de projeção cartográfica UTM, Datum WGS1984, zona 21 S. A escolha do ano hidrológico de 1987/1988 justifica-se por se tratar de anos representativos de acentuada seca e cheia, respectivamente (RODELA e QUEIROZ NETO, 2006). Quanto ao ano de 2013 a escolha fundamentou-se na possibilidade de validação dos dados por meio de comparações com o presente, além de se tratar do inverso de 1988, ou seja, um ano com precipitação pluviométrica inferior a normal climatológica, configurando uma situação oposta a 1988.

b) Realce: a técnica de realce aplicada foi a de razão entre bandas com o objetivo de realçar a presença de corpos d'água em superfície, denominado Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI). A espacialização do Índice de Água por Diferença Normalizada foi obtida a partir de imagens dos satélites LANDSAT-5 e LANDSAT-8, conforme o cálculo espectral proposto por McFeeters (1996), definido como:

$$NDWI = (\rho green - \rho IVP)/(\rho green + \rho IVP)$$

Onde: ρgreen e IVP são bandas de reflectância do verde e infravermelho próximo, respectivamente.

O valor do NDWI varia de -1 a 1. McFeeters (1996) definiu zero como o limiar. Isto é, o tipo de cobertura é água se o NDWI é ≥ 0, e não é água se o NDWI é ≤ 0. Esta razão entre bandas permite: (1) maximizar a reflectância típica da água usando o comprimento de onda da luz verde (TM2); (2) minimizar a baixa reflectância dos corpos de água no infravermelho-próximo (TM4); e (3) realçar o contraste entre a água e a superfície terrestre proporcionada pela banda infravermelha.

c) Classificação: em seguida, as imagens NDWI foram submetidas ao método de classificação não supervisionada, por meio do classificador *Iso Cluster*, disponível no software ArcGIS 10.2.

d) Avaliação da Exatidão do Mapeamento: a avaliação da classificação pautou-se na utilização de parâmetros estatísticos clássicos para validação do mapeamento, tais como: o índice de concordância *Kappa* e acurácia global. Nesta etapa foram selecionados pontos amostrais obtidos diretamente sobre a imagem de satélite com base no método de análise visual de imagem, interpretados como verdade terrestre. Estes pontos foram dispostos em uma matriz de erros e confrontados com a classificação obtida. Para auxiliar na análise das classificações, os valores do índice *Kappa* foram comparados aos limiares estabelecidos por Landis e Koch (1977).

Os dados de área ocupada por água foram relacionado com os níveis da régua de Ladário-MS, instalada no Rio Paraguai, obtidos do Serviço de Sinalização Náutica do Oeste da Marinha Brasileira e com dados pluviométricos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da Estação Agroclimatológica fazenda Nhumirim (Lat.: 18º59' S; Long.: 56º39' W Gr., Alt.: 98m).

2. Resultados e Discussão

O mês de novembro de 1987, que corresponde ao final do período seco, apresentou 17,5% da superfície ocupada por água, enquanto que, em junho de 1988, período final da maior cheia registrada no Pantanal ao longo do período de 1900 a 2014 (CPRM, 2014), a área passou para 31,8% (Figura 2).

A Figura 3 representa a relação existente entre o percentual de água superficial presente na Baixa Nhecolândia e os níveis fluviométricos do rio Paraguai e pluviométricos da Estação fazenda Nhumirim. A precipitação total anual para o ano de 1987 foi de 1283 m, valor próximo a normal climatológica (1977 a 2005) também registrada na Estação Agrometeorológica da fazenda Nhumirim que é de 1151,58 mm. Contudo, o ano de 1988 registrou um total de 1584 mm, o maior registrado durante o período de 1977 a 2005. Em relação ao nível fluviométrico do rio Paraguai, em 1987, o movimento é decrescente de julho até novembro, aonde a partir de dezembro inicia-se uma ascensão em resposta às chuvas iniciadas em outubro, que se estendem até março de 1988, e o pico da cheia é atingido em abril com o nível da régua de Ladário em 6,64 m (GALDINO e CLARKE, 1995).

Diferentemente de 1988, o ano de 2013 foi marcado por um período de precipitação reduzida, com 752 mm de total anual (INMET, 2014), aproximadamente 400 mm abaixo da normal climatológica, enquanto que para 1988 foram 430 mm acima. A referida precipitação ao longo do ano refletiu uma menor superfície coberta por água ao longo dos períodos de cheia e seca, registrados em junho e novembro, respectivamente, sobretudo no noroeste da área (Figura 4). Durante o final do período de cheia, detectou-se 27,6% da superfície coberta por água, e no final do período seco, apenas 13,4%. A Figura 5 revela o aumento do nível fluviométrico do rio Paraguai até período em que cessam as chuvas em junho, passando a diminuir seu nível até o mês de dezembro.

A concordância kappa variou de muito boa (0.78) a excelente (0.92), enquanto que a exatidão global esteve entre 89% e 96% (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

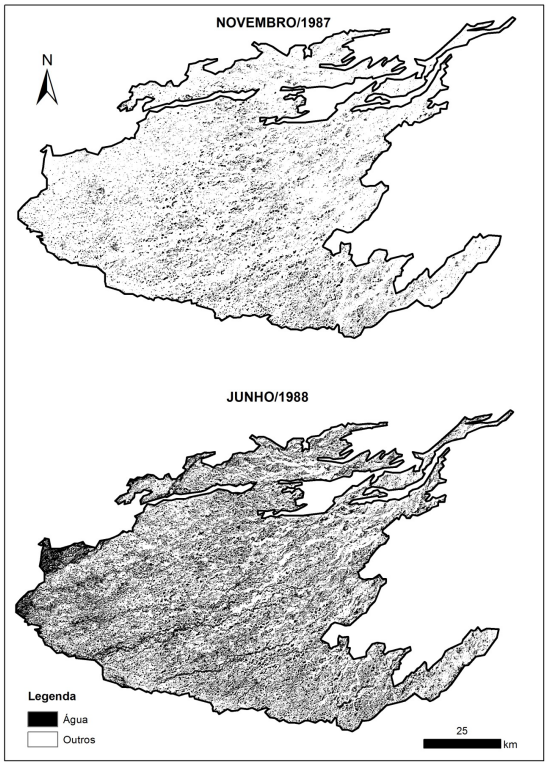


Figura 2: Superfície ocupada por água no período de seco de 1987 e de cheia em 1988.

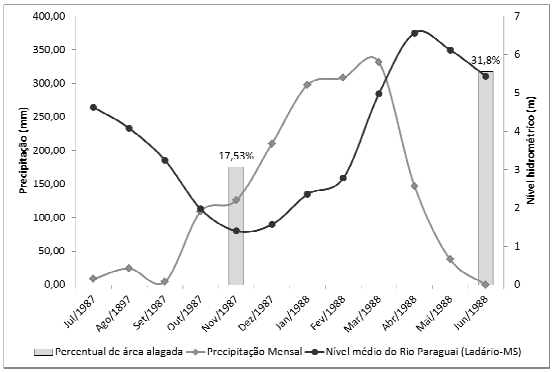


Figura 3: Relação da superfície ocupada por água com os níveis pluviométricos e fluviométricos locais de Julho de 1987 a Junho de 1988.

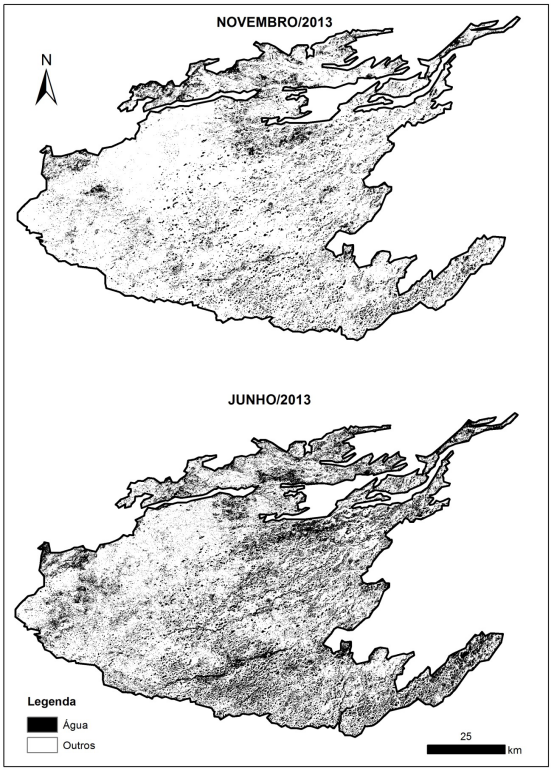


Figura 4: Superfície ocupada por água no período de seco e de cheia em 2013.

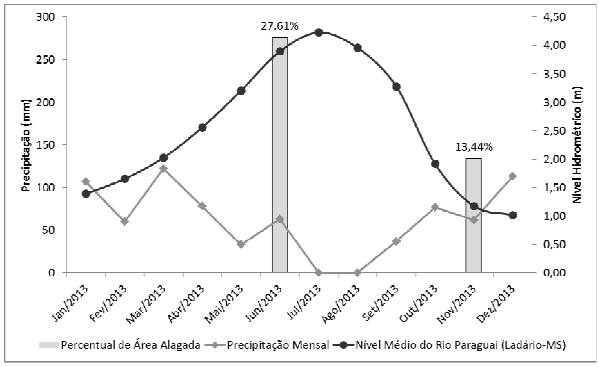


Figura 5: Relação da superfície ocupada por água com os níveis pluviométricos e fluviométricos locais de Janeiro a Dezembro de 2013.

Referência (Novembro/1987)					
Classificação	Classes	Água	Não Água	Kappa	Acurácia Global
	Água	40	1	0,78	89%
	Não Água	10	49		
	Total	100			

Tabela 1: Matriz de confusão para Novembro de 1987.

Referência (Junho/1988)					
Classificação	Classes	Água	Não Água	Kappa	Acurácia Global
	Água	46	0	0,92	96 %
	Não Água	4	50		
	Total	100			

Tabela 2: Matriz de confusão para Junho de 1988.

Referência (Novembro/2013)					
Classificação	Classes	Água	Não Água	Kappa	Acurácia Global
	Água	48	2	0,92	96%
	Não Água	2	48		
	Total	100			

Tabela 3: Matriz de confusão para Novembro de 2013.

Referência (Junho/2013)					
Classificação	Classes	Água	Não Água	Kappa	Acurácia Global
	Água	50	5	0,90	95%
	Não Água	0	45		
	Total	100			

Tabela 4: Matriz de confusão para Junho de 2013.

Conclusão

A metodologia adotada demonstrou-se eficiente para o mapeamento de áreas úmidas no Pantanal, bem como possibilitou avaliar a relação das áreas cobertas por água com as respostas das chuvas locais e o nível hidrométrico do Rio Paraguai. O percentual de área inundada associa-se diretamente ao nível fluviométrico do rio Paraguai que apresenta uma defasagem de dois a três meses em relação à precipitação. Os resultados são considerados satisfatórios do ponto de vista estatístico, sobretudo por se tratar de um classificador não supervisionado sobre um produto de razão entre bandas espectrais. Ressalta-se a necessidade de estudos mais detalhados temporalmente, com uso de sensores de micro-ondas ativos, para melhor compreender a dinâmica local de inundação e suas relações com as mudanças no uso do solo pantaneiro.

Referências bibliográficas

Allen A. C., Valls J. F. M., 1987 : *Recursos Forrageiros Nativos do Pantanal Mato-Grossense*: subdivisão do Pantanal Mato-grossense. Brasília: EMBRAPA-CERNAGEM. p. 23-26.

Almeida T. I. R., Sígolo J. B., Fernandes E., Queiroz Neto J. P., Barbiero L., Sakamoto A. Y., 2003 : Proposta de classificação e gênese das lagoas da baixa Nhecolândia-MS com base em sensoriamento remoto e dados de campo. *Revista Brasileira de Geociências*, v. **33**, n. 2, p. 83-90.

Brasil. Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral, *Projeto RADAMBRASIL*, , 1982 : Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE 20, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro.

Calheiros D. F., Oliveira M. D., 1999 : Pesquisa limnológica no Pantanal: uma revisão. In II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1999, Corumbá. *Anais...* Corumbá: Embrapa Pantanal, p.115-125.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2014 : Disponível em <http://www.cprm.gov.br/rehi/alerta_cheias/PDF/LAD.pdf> acessado em: 25/06/2014.

Cunha N. G. da., 1980 : Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, MS. *Circular Técnica*, EMBRAPA/UEPAE, n. **1**, p. 6-45.

Evans T. L., Costa M., 2013 : Landcover classification of the Lower Nhecolândia subregion of the Brazilian Pantanal Wetlands using ALOS/PALSAR, RADARSAT-2 and ENVISAT/ASAR imagery. *Remote Sensing of Environment*, v. **128**, p. 118-137.

Fernandes E., 2000 : *Caracterização dos Elementos do Meio Físico e a Dinâmica da Nhecolândia (Pantanal Sul-Mato-Grossense)*. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 195p.

Galdino S., Clarke, R.T. 1995. *Levantamento e estatística descritiva dos níveis hidrométricos do rio Paraguai em Ladário, MS* - Pantanal. Período 1900-1994. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP. (EMBRAPA/CPAP. Documentos, **14**), 70p.

Hamilton S. K., 2002 : Comparison of inundation patterns among major South American floodplains. *Journal of Geophysical Research*, v. **107(D20)**, p. 1-14.

Hamilton S. K., Sippel S. J., Melack J. M., 1996 : Inundation patterns in the Pantanal wetlands of South America determined from passive microwave remote sensing. *Archiv für Hydrobiologie*, v. **137**, n. 1, p. 1-23.

INMET– Instituto Nacional de Meteorologia. 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acessado em: 25/06/2014.

Jensen J. R., 2009 : *Sensoriamento remoto do ambiente*: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução da 2 ed. por (pesquisadores do INPE): Epiphanio, J. C. N. (coordenador); Formaggio A. R., Santos A. R. , Rudorff B. F. T., Almeida C. M., Galvão L. S. São José dos Campos: Parêntese, 672p.

Junk W. J., Bayley P. B., Sparks R. E., 1989 : The flood-pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication Fisheries and Aquatic Sciences*, v. **106**, p. 110-127.

Junk W. J., Cunha C. N., Wantzen K. M., Petermann P., Strüssmann C., Marques M. I., Adis J., 2006 : Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences*, v. 68, n. **3**, p. 278-309.

Landis J. R., Koch G. G., 1977 : The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. **33**, n. 1, p. 159-174.

McFeeters S. K., 1996 : The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, v. 17, n. **7**, p.1425-1432.

Mourão G. M., Ishii I. H., Campos Z. M. S., 1988 : Alguns fatores limmnológicos relacionados com a ictiofauna de baías e salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. **2**. p. 181-198.

Novo E. M. L. M., 2008 : *Sensoriamento Remoto*: princípios e aplicações. São Paulo: Blucher, 363 p.

Ozesmi S. L., Bauer M. E., 2002 : Satellite remote sensing of wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, v. **10**, p. 381-402.

Queiroz Neto J. P., Sakamoto A. Y., Lucati H., Fernandes E., Capellari B., 1996 : Dinâmica hídrica em uma lagoa salina e seu entorno na área do Leque, Nhecolândia (Pantanal-MS). In: II SIMPAN, 1996, Corumbá. *Anais...* Corumbá: Embrapa, CPAP/UFMS, p. 143-149.

Rodela L. G., Queiroz Neto J. P., 2006 : Estacionalidade do clima no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1. (GEOPANTANAL), 2006, Campo Grande. *Anais...* Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE. p. 126-135.

Rundquist D. C., Narumalani S., Narayanan R. M., 2001 : A review of wetlands remote sensing and defining new considerations. *Remote Sensing Reviews*, v. **20**, p. 207-226.

Santos S., 2001 : *A Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil*. Tese (Doutorado). São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 185 p.

Seidl A. F., Silva J. dos S. V. De, Moraes, A. S., 2001 : Cattle ranching and deforestation in the Brazilian Pantanal. *Ecological Economics***,** v. **36**, p. 413-425.

Soriano B. M. A., Galdino S., 2002 : Análise das Condições Climáticas em 2000 na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Corumbá, n. **30**, p. 1-34.

COMPARAÇÃO DE ANOS AGRÍCOLAS COM DIFERENTES PADRÕES PLUVIOMÉTRICOS OBSERVADOS POR TELEDETECÇÃO

CARMELLO V. [(1)], SANT'ANNA NETO J. L. [(1)]

(1) Grupo de Pesquisa GAIA – FCT/UNESP – Presidente Prudente, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, Brasil [viniciuscarmello@gmail.com, joaolima@fct.unesp.br]

Resumo – *O objetivo deste trabalho é analisar, por meio dos dados de chuva e de técnicas de teledetecção, a redução dos registros de chuva na safra de soja de 1999 – 2000 em contrapartida ao ano agrícola chuvoso de 2009 – 2010. O intuito é determinar padrões espaciais e temporais dos impactos dos baixos registros de precipitação na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema. Foram selecionados dois anos agrícolas com padrão pluviométricos extremos (seco e chuvoso) segundo a série histórica analisada. Para comparação dos dois anos foram utilizadas as séries históricas temporais do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derivados das imagens do SPOT-Vegetation decendiais, com sínteses mensais. Comparativamente, nos meses de Outubro a Dezembro de 1999 há diminuição da densidade da reflectância vegetal, assim como nos meses de Janeiro e Fevereiro (período crítico para o desenvolvimento fenológico), associando-se ao déficit hídrico observado naquele ano agrícola, uma vez que, dependendo da data de plantio são nestes meses que as plantas de soja alcançam seus picos de desenvolvimento, entendido desde a fase de floração ao enchimento dos grãos. É neste período que as plantas de soja precisam de maior abundância de água. Já, no ano agrícola de 2009-2010, são destacados os meses de Janeiro e Fevereiro que apresentaram os maiores valores de NDVI com maior reflectância da cobertura vegeta. Em 2000, durante os meses de Março e Abril, período de colheita da soja, os NDVI mostram uma diminuição da refletância vegetal.*
Palavras-chave *: chuva, variabilidade interanual das chuvas, comparação, Paranapanema.*

Résumé – comparaison d'années agricoles avec une différence de précipitations par un suivi par télédétection. – *Le but de cette étude est d'analyser les différences de récolte de soja pour des années sèches (1999-2000) et pluvieuses (2009-2010), à partir de données de télédétection et de stations météorologiques. Deux années agricoles aux profils pluviométriques extrêmes (sec et humide) ont été sélectionnées et analysées à partir de séries temporelles. La comparaison des deux années a été effectuée à des données NDVI mensuelles des images décennale SPOT-Végétation,. On observe une diminution de la réflectance végétale pendant les mois d'Octobre à Décembre 1999, ainsi que durant les mois de Janvier et Février (période critique pour le développement phénologique), en lien avec le déficit hydrique observé lors de cette année agricole puisque, en fonction de la date à laquelle les semis ont été effectués, c'est au cours de ces mois (de la phase de floraison au remplissage du grain) que les plants de soja atteignent leur pic de développement. Pendant cette période le plant de soja a besoin d'une plus grande quantité d'eau. Déjà, durant l'année 2009-2010, il a été mis en évidence que les mois de Janvier et Février ont présenté des valeurs supérieures de NDVI, avec une meilleure réflectance de la couverture végétale. En 2000, durant les mois de Mars et Avril, période de la récolte du soja, les mesures de NDVI ont montré une diminution de la réflectance végétale..*
Mots-clés : *pluie, variabilité interannuelle de la pluie, comparaison, Paranapanema..*

Abstract : comparison of agricultural years with different rainfall patterns observed by teledetecção. *This study aims to analyze, through the rain data and remote sensing techniques, the rainfall data reduction in soybean crop 1999 - 2000 in contrast to the rainy growing season of 2009 -. 2010. The intent is to determine spatial patterns and temporal impacts of low rainfall records in Paranapanema slop of river basin - Paraná, Brazil. Both years with extreme (dry and wet) rainfall pattern were selected according to the time series analyzed. To compare the two years we used the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) temporal time series derived from the decennial images SPOT-Vegetation, with monthly syntheses. To compare, in the months of October to December 1999 there is a decrease in the density of vegetation reflectance, as well as in the months of January and February (critical period for phenological development), associating to drought observed that the agricultural year, since depending on the planting date is during these months that the soybean plants reach their peak of development, understood from the flowering stage to grain filling. It is in this period that the soybean plants need greater abundance of water. In the agricultural year 2009-2010, highlights the months of January and February with highest NDVI values with higher reflectance of vegetation cover. In 2000, during the months of March and April period of harvest of soybean, the NDVI show a decrease in plant reflectance.*
Keywords : *rainfall, rainfall variability, comparison, Paranapanema.*

Introdução: clima e agricultura no mundo tropical e a dependência hídrica da soja

No contexto da agricultura brasileira, elementos relacionados tanto ao tempo atmosférico, ao perfil socioeconômico dos agricultores, e a organização e estrutura fundiária marcam a relação entre Clima e Agricultura. Essa relação é intensa e afeta diretamente a produtividade agrícola no Brasil, como um fator de insumo e ao mesmo tempo de risco agrícola.

A variabilidade pluviométrica participa da relação de dependência como um importante elemento à produtividade da soja. Ela define por vezes os níveis de vulnerabilidade da planta,

dimensionada ao risco dos sujeitos sociais como reflexo do nível técnico, materializada por períodos de déficits hídricos e de secas e estiagens (veranicos – período seco durante a estação chuvosa). Estes eventos, entendidos como extremos, quando associados ao desenvolvimento das culturas agrícolas, provocam significativa alteração os estágios fenológicos, principalmente os que se referem às culturas sazonais, como o da soja.

Nas áreas agrícolas, essa relação é produzida pelas trocas de energia que ocorrem em um ambiente, e resultam diferencialmente do ritmo, da variabilidade das chuvas e das características predominantes na atmosfera. Essas se dão de forma conjunta, em uma associação sistêmica, contínua e necessária a este tipo de padrão climático (tropical), na qual a precipitação é o principal elemento.

A precipitação é considerada a forma principal pela qual a água retorna da atmosfera para a superfície terrestre após os processos de evaporação e condensação, em ciclo hidrológico, exposto na Fig. 1. Para esses autores, a quantidade e a distribuição de chuvas que ocorrem anualmente em uma região determinam o tipo de vegetação natural e também o tipo de exploração agrícola possível (Pereira *et al.*, 2002).

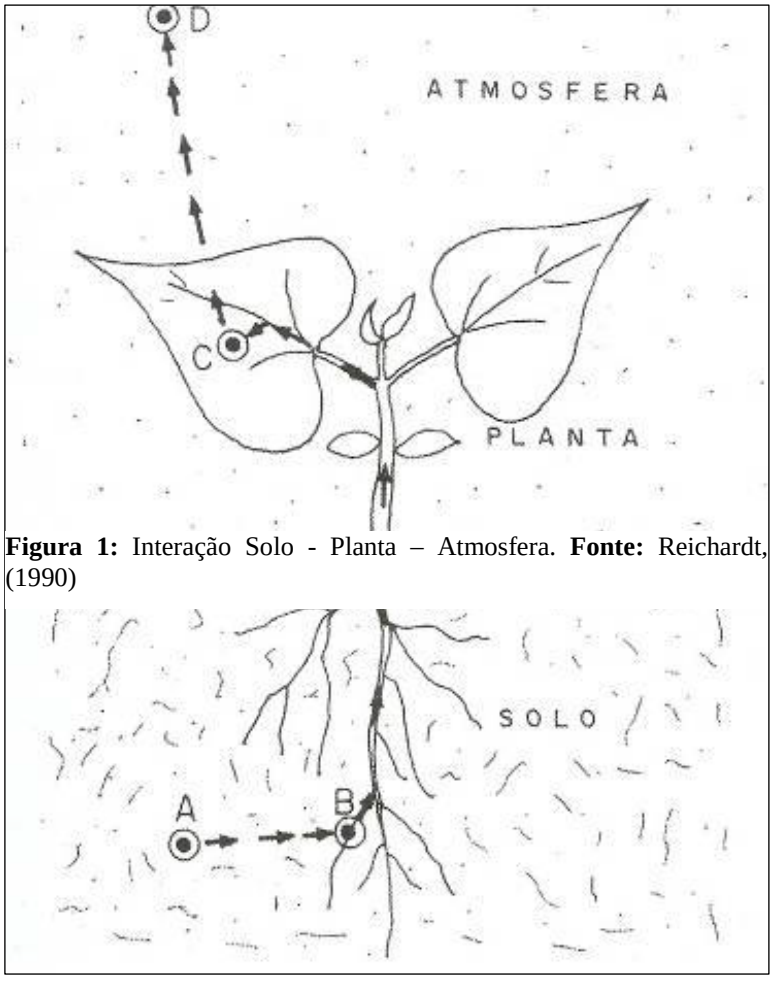


Figura 1: Interação Solo - Planta – Atmosfera. **Fonte:** Reichardt, (1990)

A água mantém e preserva as funções vitais da planta, agindo na turgescência (quantidade de água) das células dos tecidos, na posição da planta e de suas folhas em relação à radiação solar (principal fonte de energia), no condicionamento dos mecanismos metabólicos para os processos de fotossíntese, no controle da temperatura, na evapotranspiração e na determinação de flores e frutos (Awad e Castro, 1989).

A cultura da soja necessita em média de 450 a 800 mm de água para obtenção do máximo rendimento. Estes valores também dependem das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo. A demanda hídrica da cultura da soja aumenta conforme o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo necessário no estagio de floração e enchimento de grãos, e pode consumir cerca de 7 a 8 mm/dia, e decresce após esse período. Essa demanda variável faz com que a soja possa ser cultivada sob condições ambientais muito variáveis e, predominantemente, sem irrigação. Contudo, em ambientes tropicais ela também está sujeita ao estresse hídrico e dependendo da intensidade dos períodos de déficits, o desenvolvimento da planta pode ser afetado (Confalone e Dujimovich, 1999; Berlato e Fontana, 1999; Matzenauer *et al.*, 2003)

Nos trópicos meridionais, o período agrícola para soja corresponde ao período da estação chuvosa (período sazonal entre outubro a abril com maiores totais pluviométricos), e os déficits hídricos observados nesta estação são classificados como veranicos (período seco dentro de uma

estação predominantemente chuvosa). Estes fenômenos são mais frequentes nos meses de janeiro a março, e geralmente, coincidem com o período crítico das culturas de verão (floração e enchimento de grãos). Elas têm sido apontadas como fator limitante ao rendimento da soja (Berlato; Fontana, 1999; Matzenauer *et al.* 2003).

As plantas sob déficit hídrico são afetadas por uma dificuldade na absorção da água e tem suas funções fisiológicas alteradas, significativa de água durante a floração o fechamento dos estômatos e o enrolamento de folhas provocam em consequência a queda prematura de flores e folhas e o abortamento de flores e frutos, levando finalmente à redução do rendimento dos grãos (EMBRAPA, 2006). A falta significativa de água ou mesmo a seca é um constrangimento notável em climatologia, afetando os recursos de água, tornando problemático o crescimento da cobertura vegetal e a análise integrada entre clima e teledetecção, dentro dos estudos geográficos, assevera a utilização dos dados fornecidos pelos satélites meteorológicos renovou completamente os conhecimentos e a compreensão do sistema Terra-Atmosfera (Dubreuil, 2005).

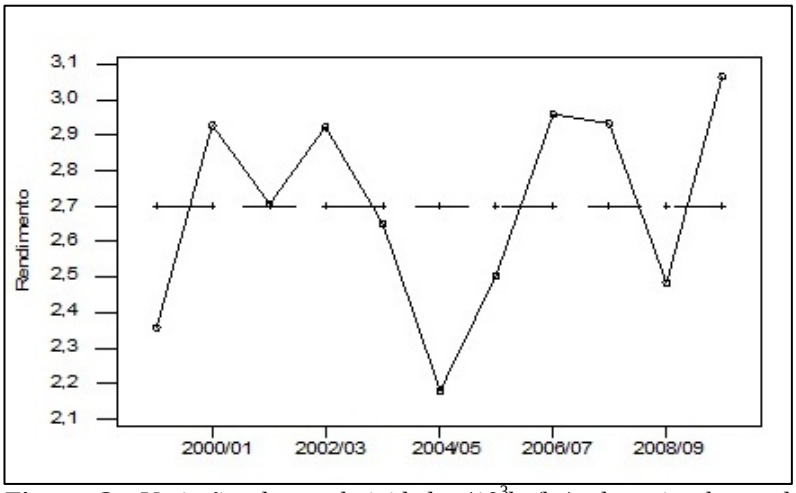


Figura 2: Variação da produtividade (10^3kg/ha) de soja do total produzido pelos 132 municípios inseridos total ou parcialmente na bacia

Estudos como este têm sido justificados pelo fato da soja no estado do Paraná ser considerada o "carro chefe" das exportações de grãos, além de estar relacionada diretamente com o aumento das exportações de grãos do país. A busca por novas técnicas que possam favorecer o entendimento deste tipo de relação presente no campo (produtividade e precipitação) é fator determinante para amenizar este tipo de dependência e consequentemente diminuir as variações interanuais de produtividade. A produtividade de soja na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema é marcada por variações interanuais medidas pela soma da produtividade entre os municípios presentes total ou parcialmente na bacia (Fig. 2). Parte dos resultados mostraram que essa variação anual da produtividade é resultado da variabilidade de chuva nas escalas anuais, mensais e decendiais, porém com relação direta ao nível tecnológico e as formas de manejo presentes na bacia (Carmello, 2013).

A teledetecção à favor dos estudos climáticos

A partir da natureza do comportamento espectral dos vegetais pode-se estabelecer uma simples relação entre o NDVI e a evapotranspiração por intermédio da resistência estomática à transferência do vapor d'água. Esses autores defendem que essas correlações são significativas em associação aos dados de precipitação e para a detecção de ocorrência de secas (Dubreuil *et al.*, 2010).

O NDVI é o índice de vegetação mais correntemente utilizado, permitindo efetivamente destacar a vegetação clorofílica utilizando as bandas vermelha e infravermelho próximo (IVP). Pode-se observar o índice de vegetação (combinação de informações procedentes de diferentes bandas espectrais) em diferentes momentos do ano, observando-se o estado da cobertura vegetal, com efeito na refletância dos vegetais em função da estrutura de suas células, fortemente dependente do seu teor de água. A densidade de cobertura vegetal é vista a partir da variação do NDVI entre 0.02 a 0.92 (Dubreuil, 2005).

A partir da bibliografia apresentada constatou-se a dependência hídrica da agricultura pelas vias da precipitação, ou da irrigação, no caso em que há maior desenvolvimento tecnológico, e também pelo entendimento acerca do uso das imagens de satélite NDVI – Spot Vegetation, objetiva-se neste trabalho analisar, por meio da teledetecção, a redução dos registros de chuva na safra de soja de 1999–2000 em contrapartida ao ano agrícola chuvoso de 2009–2010 e assim, determinar o estado espacial e temporal deste tipo de impacto relacionado a baixos registros de precipitação no território da soja inserido no contexto da vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema na região sul do Brasil.

1. Material, dados e procedimentos

1.1. A escolha dos postos e dos dados de precipitação

Os dados diários de precipitação foram obtidos junto ao Instituto Águas Paraná (2012). Em um primeiro momento, foram observados 154 postos pluviométricos distribuídos homogeneamente na região da vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema. Verificou-se a coerência dos dados, garantindo o uso dos postos pluviométricos cujas séries de dados fossem completas. Assim, finalmente, optou-se em coletar os dados de precipitação de 89 postos (Fig. 3). A série histórica de 1999 até 2010 representou dados de chuva correspondentes ao período do ano agrícola da soja (referente aos meses de outubro a abril).

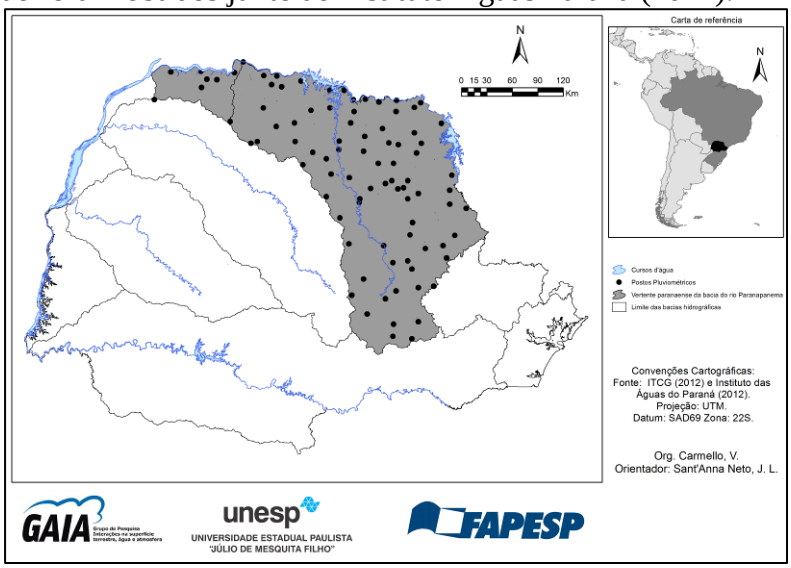


Figura 3: Distribuição dos 89 postos pluviométricos na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema, região sul do Brasil.

Para analisar a variação pluviométrica no período e determinar os anos-agrícolas extremos foi utilizada a técnica de Quantis. Esta técnica consiste em dividir o valor do percentil 1 ao ano mais menos chuvoso e o valor m (nome dado ao ano da série) para o ano com registros mais fortes. Em seguida, esses valores são normalizados pelo m para obter, deste modo, os valores comprimidos entre 0 e 1 (Meisner, 1976)).

Os valores de chuva foram convertidos em percentis e os quantis (q) 0,10, 0,35, 0,65 e 0,9 foram utilizados para delimitar as seguintes repartições: Extremamente seco (abaixo de 0,10); Seco (entre 0,10 e 0.35); Habitual (entre 0.35 e 0,65); Chuvoso (entre 0,65 e 0.90); e Extremamente Chuvoso (acima de 0,90) (Carmello *et al*. 2014).

Os resultados foram representados em um quadro tempo-espacial, com cada ano e com os valores diferenciados por cores representativas.

1.2. A utilização das imagens de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e a técnica de teledetecção

As imagens foram coletadas no *website* do SPOT Vegetation (SPOT © CNES, 2013), descompactadas, renomeadas e organizadas num projeto no software IDRISI. Foram realizadas as correções necessárias e os pixels foram transformados em NDVI. Para realizar os recortes

referentes à vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema, foi utilizada a função Rastervector do IDRISI, em que foi inserido um Layer da Bacia. Os pixels foram reclassificados pela função Reclass e, posteriormente, realizou-se recorte mediante a função Overlay. Em síntese, as imagens foram tratadas em sínteses decendiais. Os dados de precipitação do período estudado foram comparados aos índices de vegetação (NDVI), para analisar o padrão espacial e temporal do impacto do menor registro de precipitação (Nascimento Júnior *et al*., 2014).

2. Variabilidade interanual das chuvas e o ano agrícola padrão seco de 1999 – 2000 e o chuvoso de 2009 - 2010

As Figs. 4 e 5 mostram a variabilidade das chuvas entre os anos agrícolas da soja. Em especial, a Fig. 4 representa os valores de chuva anualmente (em colunas) e todos os postos pluviométricos (classes em linha por grau latitudinal).

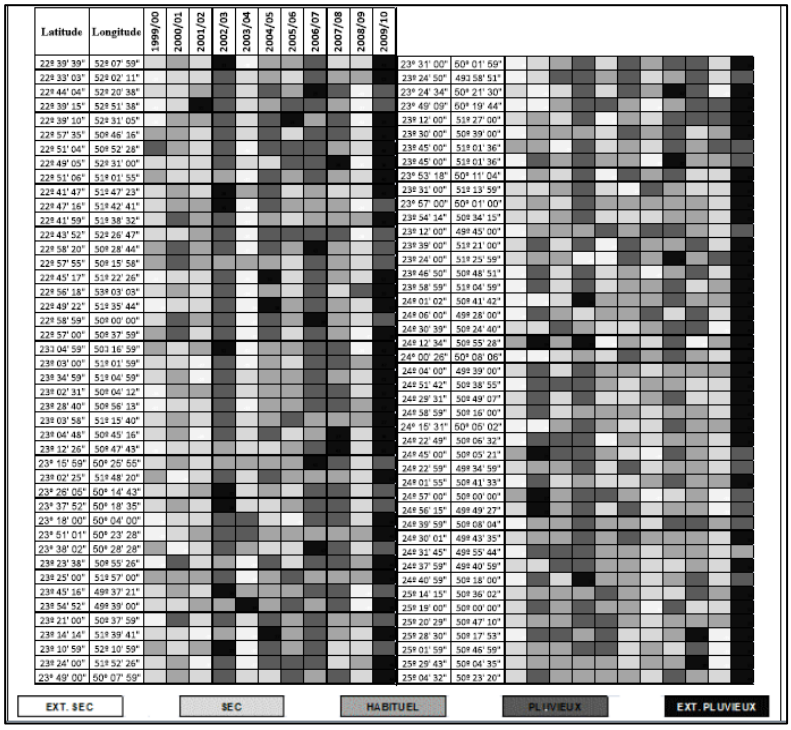


Figura 4: Distribuição da precipitação por estação e por ano agrícola (outubro - abril). **Fonte:** Carmello *et al* (2014).

São observáveis os menores registros de chuva no ano agrícola de 1999–2000, considerado o mais seco da série histórica, com 35% dos postos pluviométricos classificados como extremamente secos e 46% secos, precipitação anual entre 478 mm e 1154 mm. Outros anos agrícolas, como 2003–2004 (17% extremamente seco e 33% seco) e 2008 – 2009 (11% extremamente seco e 48% seco), também são considerados secos em comparação aos demais (Carmello, 2013; Carmello *et al*., 2013; Carmello, *et al*., 2014).

Em contrapartida, o ano agrícola de 2009 – 2010 apresentaram registros pluviométricos que se destacaram pelo maior volume de chuva, considerado neste estudo como marcadamente chuvoso, com totais variando entre 1047 até 1776 mm (Carmello, 2013; Carmello *et al*., 2013; Carmello, *et al*., 2014).

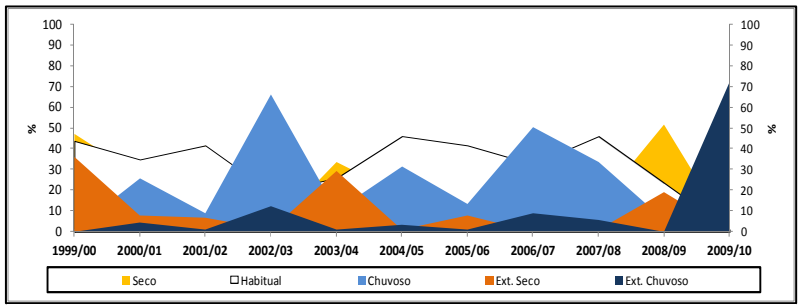


Figura 5: Percentual de registros de chuva por posto pluviométrico

3. Variação espaço temporal dos índices de NDVI e os estágios de desenvolvimento da cultura da soja

É exatamente no ponto relacionado ao crescimento da cobertura vegetal, que as análises foram desenvolvidas com relação aos períodos de desenvolvimento da soja (Outubro-Abril) (Fig. 6).

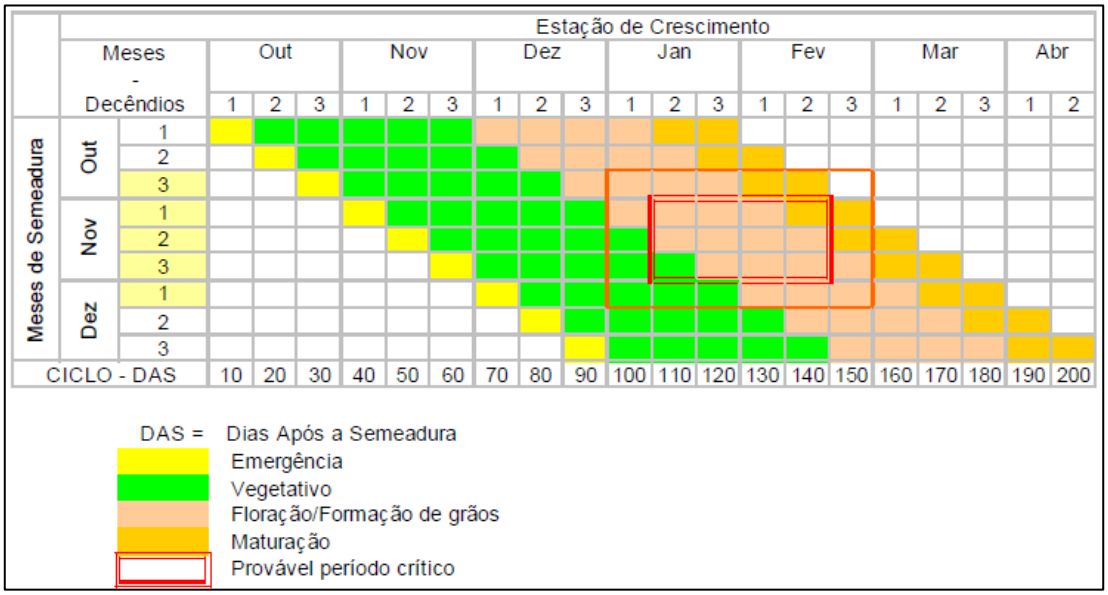


Figura 6: Calendário agrícola da soja e os principais períodos fenológicos da cultura. **Fonte:** Almeida (2005)

Os meses de janeiro e fevereiro de 2000 apresentam uma melhor densidade de cobertura vegetal, porém pouco expressiva ao se comparar com o mês de fevereiro de 2010. Durante os meses de março e abril, período de colheita da soja, os índices de refletância mostram uma diminuição da cobertura vegetal, principalmente no mês de abril de 2000, supostamente subsidiado pelo fato de grande parte da soja ter sido colhida ou estar num estádio vegetativo bastante avançado (Fig. 7).

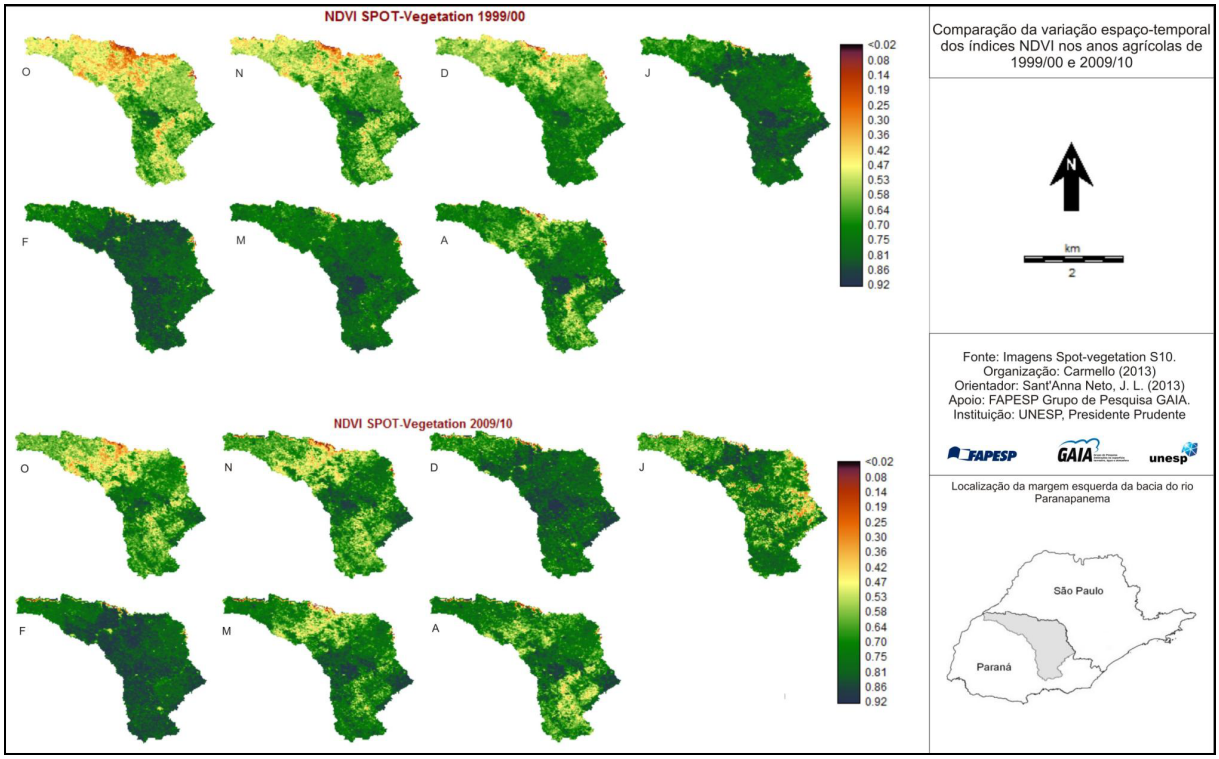


Figura 7: Variação do NDVI no período de safra de soja dos anos agrícolas de 1999 – 2000 (ano seco) e 2009 – 2010 (ano chuvoso). Cada imagem representa um mês com inicio em Outubro até Abril.

Os níveis de refletância, tanto no ano agrícola de 1999, quanto em 2009, mostram uma tendência espacial de diminuição em outubro e novembro, sobretudo na porção norte dentro da

bacia onde predominam características do terceiro planalto paranaense. Neste caso, dependendo da data de plantio da soja, houve o comprometimento no desenvolvimento da planta na fase de emergência e no período vegetativo. Houve diminuição da densidade da reflectância vegetal nos meses de Outubro a Dezembro de 1999, assim como nos meses de Janeiro e Fevereiro (período crítico para o desenvolvimento fenológico). Estas afirmações são amparadas pela análise dos dados pluviométricos, que mostraram ser o ano de 1999-2000 o mais seco. Em 2000, durante os meses de Março e Abril, período de colheita da soja, os NDVI mostram uma diminuição da refletância vegetal, sobretudo no mês de Abril, supostamente subsidiado pelo fato de grande parte da soja ter sido colhida, ou estarem num estádio vegetativo bastante avançado (R7 e R8, Fig. 8).

Em Outubro e Novembro de 2009 verifica-se a diminuição da densidade de cobertura vegetal (vegetação clorofílica) se comparado aos demais meses. A partir de Dezembro, as imagens apresentam uma maior densidade de cobertura vegetal, sobretudo Dezembro e Fevereiro. Nos meses de Março e Abril de 2010 há uma diminuição desta densidade de cobertura vegetal, assim como ocorrido na safra de 1999-2000. Dependendo da data de plantio, Janeiro e Fevereiro são os meses cuja planta de soja alcança seus picos de desenvolvimento, além da fase de floração e enchimento dos grãos. É neste período que as plantas de soja precisam de maior abundância de água (estágios vegetativos: R4, R5 e R7, Fig. 8).

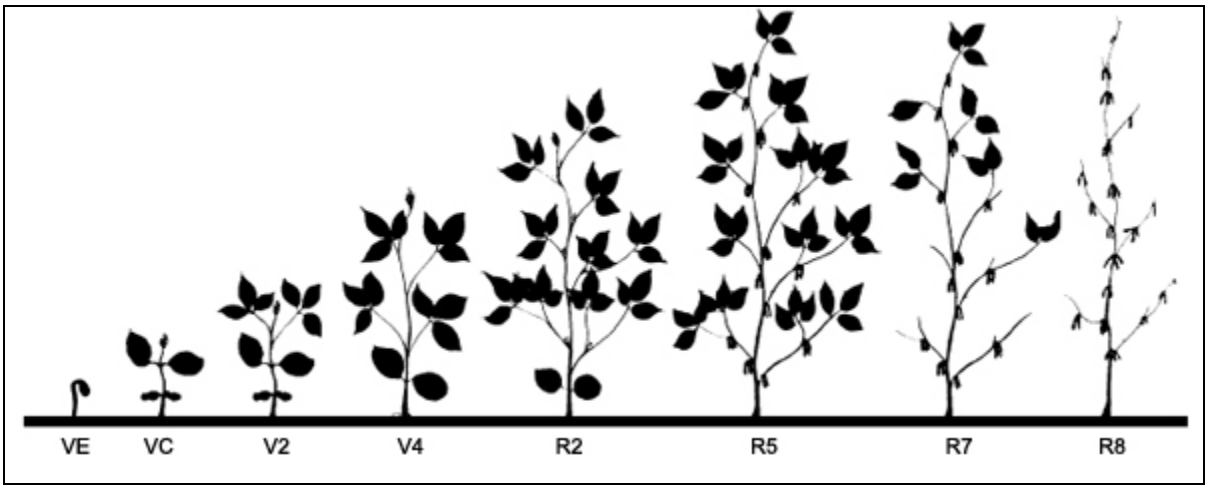


Figura 8: Estágios fonológicos da cultura da soja. **Fonte:** Iowa State University

Conclusão

Este estudo permitiu mostrar a variação anual das chuvas, com destaque para o ano agrícola de 1999–2000, considerado um ano seco, em contrapartida ao ano agrícola chuvoso de 2009–2010.

A cultura de soja não irrigada depende da forte variabilidade interanual das chuvas. Estas variações dos padrões de precipitação mostraram, nos valores finais de rentabilidade agrícola, diferenças anuais, tanto para números que indicaram boa safra (2009-2010), quanto para variações marcantes de produtividade (1999-2000). A partir da análise anual das chuvas, foi possível utilizar as imagens *SPOT Vegetation* e comparar os índices de vegetação com o objetivo de analisar o padrão espacial e temporal do impacto dos diferentes padrões de precipitação no período de cultivo da soja em parte da região Sul do Brasil. Nesta região de estudo, foi possível observar uma tendência espacial de diminuição dos índices de refletância, com variações, conforme características pluviométricas registradas em cada ano agrícola.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (Processos: 2011-03087-4 e 2014-01071-1).

Références bibliographiques

Almeida I. R., 2005: O clima como fator de expansão da cultura da soja no Centro Oeste. *(mémorial de doctorat en géographie*), Presidente Prudente, 112 p.

Awad M., Castro P. R. C., 1989: Introdução à fisiologia vegetal. Nobel, 177 p.

Berlato M. A., Fontana D. C., 1999: Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 7.

Canfalone A., Dujmovich M. N., 1999: Influência do déficit‖ hídrico sobre a eficiência da radiação solar em soja. Revista Brasileira de Agrociência, **5**, 195 - 198.

Carmello V., Sant'Anna Neto J. L., Dubreuil V., 2014 :Variabilité des précipitations et rendements du soja en région de climat de transition, XXVIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 279 -284.

Carmello V., 2013: Análise da variabilidade das chuvas e sua relação com a produtividade da soja na vertente paranaense da bacia do Paranapanema. *(mémorial de master en géographie*), Presidente Prudente. 123 p.

Carmello V, Silvestre M. R; Dubreuil V; Sant'Anna Neto J. L., 2013: Chuva, Soja e Risco Agrícola na Vertente Sul da Bacia do Rio Paranapanema Paraná, *XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 289-297.

Castro P. R. C., Kluge R. A., Sestari I., 2008: *Manual de Fisiologia Vegeta*l, Editora Agronômica CERES, 640 p.

Dubreuil V., 2005: Clima e Teledetecção: uma abordagem geográfica. *Revista Brasileira de Climatologia*, 1, 76-99.

Dubreuil V., Lamy C., Lecerf R., Planchon O., 2010: Monitoramento de secas na Bretanha: reconstituição histórica e abordagem por teledetecção. *Mercator*, 9, 107-119.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: soja em números (safra 2012/2013). Disponible en: < http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=1&op_page=294>. Accès: 26 Janvier 2014.

ITCG, 2012: Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Produtos Cartográficos. Governo do Paraná. Disponible em: http://www.itcg.pr.gov.br/

Instituto das Águas do Paraná., 2012: Dados da rede de postos pluviométricos do Paraná. *Águas Paraná*. Governo do Estado do Paraná.

Iowa State University. March, 1994: How a soybean plant develops. In: Special Report No. 53. Disponible en: http://extension.entm.purdue.edu/fieldcropsipm/soybean-stages.php. Accès: 27 mars 2014.

Matzenauer R., Berni N. A., Maluf J. R. T., 2003 : Estimativa do consumo relativo de água para a cultura da soja no Estado do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, **33**, 1013 – 1019.

Meisner B. N., 1976: *A study of Hawaiian and line island rainfall*. Honolulu: University of Hawaii, Rep. UHMET, Dept. Meteor, 83 p.

Nascimento Júnior L., Sant'Anna Neto J. L.,Dubreuil V., 2014 : la sécheresse dans l'état du Parana (Brésil) : observation et suivi par télédétection. XXVIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 60 – 66.

Nepomuceno A. L., Farias J. R. B., Neumaier N., 1993: Respostas fisiológicas de cultivares de soja a disponibilidade hídrica no solo. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, **5**, 57 p.

Pereira A. R., Angelocci L. R., Sentelhas P. C., 2002: Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas, Contexto, 487 p.

Reichardt K., 1990: A água em sistemas agrícolas, Editora Manole, 188 p.

Sant'Anna Neto J. L., 1990: Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista. *(mémorial de master en géographie*), São Paulo, 120 p.

SPOT © CNES, 2013: Free VEGETATION Products (10 days synthesis) : http://free.vgt.vito.be/home.php

QUEIMADAS NA AMAZÔNIA LEGAL: COMPARATIVO DE DINÂMICAS TEMPORAIS E ESPACIAIS DE 2002 A 2011 NOS ESTADOS DO MATO GROSSO E DO PARÁ

CAVICCHIOLI A.[(1)], DUBREUIL V. [(2)]

(1) Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP), Av. Arlindo Bettio 1000, 03828-000, São Paulo (SP), Brasil [andrecav@usp.br]

(2) LETG-Rennes-COSTEL, Université Rennes 2, UMR 6554 CNRS [vincent.dubreuil@uhb.fr]

Resumo - *Há muito tempo, a Amazônia vem sendo o objeto de interesses econômicos por parte de atores do mundo produtivo, mas não há dúvida de que esses tenham se intensificado na virada do século XX para o XXI, sobretudo com a expansão do agronegócio e o aumento da produção de commodities agrícolas, minerais e do setor pecuário. Nesse quadro, um fenômeno importante de alteração antrópica do meio ambiente é aquele das queimadas de biomassa, relacionadas, sobretudo, ao processo de desmatamento do bioma amazônico (mas não somente). Esse trabalho tem por objetivo mostrar e comparar as dinâmicas temporais e especiais de ocorrência das queimadas nos estados do Mato Grosso e do Pará que foram o palco das mudanças mais profundas nesses últimos anos. Dados quantitativos de focos de queimadas gerados por sistemas de sensoriamento remoto (sensores AVHRR e MODIS) nos satélites NOAA-12 e AQUA da NASA permitiram analisar as tendências dos dois estados entre os anos de 2002 e 2011, ou seja, na fase de maior intensidade do avanço do agronegócio (2003-2005) e durante o período em que houve tentativas para a contenção do desmatamento da Amazônia.*
Palavras-chave: *Queimadas, Amazônia Legal, Mato Grosso, Pará*

Résumé - Les feux en Amazonie Légale : comparaison des dynamiques spatio-temporelles de 2002 à 2011 dans les Etats du Mato Grosso et du Para. *Depuis longtemps l'Amazonie a fait l'objet de nombreuses convoitises par les acteurs économiques mais la pression s'est amplifiée au tournant du XXe et du XXIe siècle, notamment en raison de l'expansion de l'agriculture intensive, de l'exploration des minerais et de l'élevage. Dans ce contexte, un des aspects majeurs de l'altération anthropique du milieu sont les feux et incendies, brûlant une grande quantité de biomasse lors du processus de déforestation en Amazonie (mais pas seulement). Ce travail a pour objectif de décrire et comparer les dynamiques temporelles et spatiales des occurrences des feux dans les Etats du Mato Grosso et du Para qui ont connu les plus profondes modifications pendant ces dernières années. Les données quantitatives sur les feux, issus des capteurs AVHRR et MODIS des satellites NOAA-12 et AQUA de la NASA, ont permis d'analyser les tendances dans ces deux Etats entre 2002 et 2011, c'est à dire pendant la période d'avancée majeure de l'agro-business (2003-2005) et durant la période où de nombreuses tentatives pour limiter la déforestation en Amazonie ont été mises en œuvre.*
Mots-clés: *Feux, Amazonie Légale, Mato Grosso, Pará.*

Abstract: Biomass burning in the Amazon: comparison of temporal and spatial dynamics between 2002 and 2011 in the states of Mato Grosso and Pará. *The Amazon has been for a long time the object of economic interests in the productive world. This state of things has undergone intensification in the turn of the XXI century, primarily due to the growth of agribusiness and the increase in the production of agricultural and mineral commodities. In the framework of anthropic modification of the environment associated with this process, an important phenomenon is biomass burning, mainly related – though not only – to the deforestation of the amazon biome. This work aims to evidence and compare the temporal and spatial dynamics of biomass burning in Mato Grosso and Pará that behold the most profound changes in the last few years. Quantitative data on fires produced from the remote sensing (AVHRR and MODIS) on NOAA-12 and AQUA satellites (NASA) enabled the analysis of trends in these states between 2002 and 2011, that is, in a phase of major growth of agribusiness (2003-2005) and of considerable efforts towards the restraint of deforestation in the Amazon.*
Keywords: *Biomass Burning, Legal Amazon, Mato Grosso, Pará.*

Introdução

As queimadas de origem antrópica são processos típicos das regiões tropicais e estão associadas a práticas de transformação no uso do solo, a formas de manejo de áreas agrícolas e a procedimentos de disposição de resíduos sólidos (CRUTZEN & ANDREAE, 1990; ANDREAE, 1991; DUBREUIL *et al.*, 2002). No Brasil, em particular, por muito tempo a prática de incendiar as lavouras de cana de açúcar na fase anterior à colheita foi amplamente adotada na região sudeste, fato que chegava a representar um evento de recorrência regular e aceito pelas populações locais como uma ocorrência normal e natural. Somente nos últimos anos, juntamente com o surgimento de evidências cada vez mais fortes de seus impactos na saúde e no bem-estar dos ecossistemas naturais (ANDREAE, 1991; SALDIVA *et al.*, 2004) , começou-se a implementação de políticas de restrição que resultaram na efetiva redução das queimadas de cana de açúcar e substituição por abordagens mais modernas à realização das colheitas.

Um aspecto que tem atraído a atenção da comunidade científica diz respeito às queimadas como fonte de componentes que podem ter um papel importante nas dinâmicas físicas e químicas da atmosfera, em escala regional ou global. A combustão de matéria vegetal tem como consequência não somente a produção de gases de efeito estufa como gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4), contribuindo de forma expressiva para as emissões globais dessas espécies de acordo com os dados do IPCC (IPCC, 2013), mas também a geração de compostos que atuam tanto indiretamente no balanço radiativo do planeta como na alteração da qualidade do ar de um modo geral (Monks *et al.*, 2009). Nessa direção, destaca-se o papel das queimadas nas emissões de pelo menos três componentes ou grupos de componentes atmosféricos: i) o monóxido de carbono (CO), composto que atua no controle das concentrações de radical hidroxila (OH), tido como o principal reagente na decomposição troposférica de CH_4 e outros compostos orgânicos; ii) os óxidos de nitrogênio (NOx), importantes precursores de ozônio, mas também ligados à química de OH; iii) os aerossóis.

No caso dessa última categoria de subprodutos da combustão, é preciso considerar tanto sua influência indireta, sobretudo em processos de formação de nuvens (IPCC, 2013) como o efeito direto na forçante radiativa. Essa pode ser positiva ou negativa em função da composição das partículas e de seu tamanho, muito embora em média o efeito global das emissões de aerossóis resulte num valor estimado em -0,82 W m^{-2} (IPCC, 2013). *Black carbon* (BC) é o principal absorvedor de radiação eletromagnética enquanto sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), aerossóis orgânicos primários e secundários (POA e SOA) e aerossóis minerais atuam principalmente como espalhadores de luz resultando num efeito negativo. Avalia-se que nos aerossóis produzidos na queima de biomassa as das contribuições sejam balanceadas, mas as incertezas nessas estimativas ainda são bastante expressivas (IPCC, 2013), o que aponta para a necessidade de focar tanto em inventários de emissão como no estudo das propriedades químicas dos aerossóis.

As emissões de aerossóis na América do Sul (5,9 Tg ano^{-1}) representam 12% do valor global (IPCC, 2013) e, no Brasil, a contribuição das queimadas para a emissão de espécies que interferem no balanço radiativo da atmosfera é particularmente significativa, sobretudo aquelas que ocorrem nas áreas da Amazônia Legal (CAVICCHIOLI *et al.*, 2010). Nessa região, os vetores antrópicos associados com a exploração dos recursos naturais, sobretudo para fins agrícolas, têm sido responsáveis por taxas de queimadas (ISENBURG, 2012) que nos últimos anos alcançaram picos muito severos, ainda que nos últimos anos tenham dado sinais de atenuação em decorrência da pressão de setores ambientalistas e da implementação de políticas de controle, inclusive devido à assunção por parte do Brasil de compromissos de mitigação nas negociações internacionais.

À luz de quanto exposto e entendendo que é fundamental que o monitoramento e a caracterização de aerossóis precisem ser antecipados por uma compreensão dos fatores que determinam a ocorrência das queimadas, esse trabalho propõe-se a evidenciar e analisar as dinâmicas temporais e especiais de desse fenômeno nos estados do Mato Grosso e do Pará.

1. Metodologia

Dados especializados sobre a ocorrência de focos de queimadas nos estados do Mato Grosso e do Pará entre os anos de 2002 e de 2011 foram obtidos da plataforma *Monitoramento de queimadas e incêndios* (www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas) mantida e alimentada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A detecção dos focos é feita a partir das informações de sensoriamento remoto proporcionadas pelos sensores AVHRR do satélite polar NOAA-12 (até agosto/2007) e MODIS do satélite polar AQUA (a partir de agosto/2007). A identificação dos focos de queimadas decorre do sinal da banda termal tratado por meio de um algoritmo desenvolvido e validado por Giglio et al. (2003).

Todos os dados de focos de queimadas foram sintetizados numa escala municipal em valores anuais totais e, em determinados casos, correlacionados com os dados de áreas desmatadas sempre numa síntese municipal. Os dados de desmatamento foram obtidos da plataforma PRODES do INPE (http://www.obt.inpe.br/prodes/). A escolha de realizar uma análise em nível municipal (que não exclui, num segundo momento, a complementação por meio de uma espacialização mais precisa) se deve à possibilidade de cruzar a informação sobre as queimadas com vetores de natureza social, política e econômica disponíveis para esse tipo de unidade territorial. Esse estudo deverá ser objeto de aprofundamentos futuros.

Os mapas foram confeccionados por meio do software ArcGIS 10.2.2 do Environmental System Research Institute Inc. (Esri, USA) e de bases cartográficas obtidas dos portais Hidroweb (http://hidroweb.ana.gov.br/) da Agência Nacional das Águas (ANA) e Brasil em Cidades (http://www.brasilemcidades.gov.br/) do Ministério das Cidades.

2. Tendências de queimadas no Mato Grosso e no Pará no período de 2002 a 2011

2.1 Tendências temporais globais e correlação com o tipo de bioma e o desmatamento

Os valores anuais totais de focos de queimadas detectados nos estados do Mato Grosso e do Pará de 2002 a 2011 estão mostrados nos gráficos da Figura 1, juntamente com a discriminação do número de queimadas por tipo de bioma afetado. Esse detalhamento foi efetuado somente no caso do Mato Grosso em que três biomas estão presentes (amazônico, cerrado e pantanal), contrariamente ao caso do Pará em que se encontra somente o bioma amazônico.

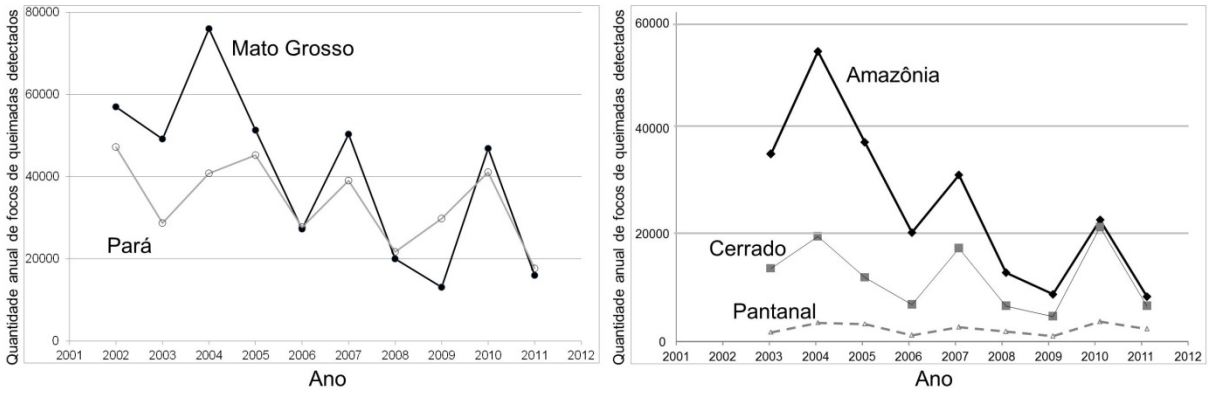


Figura 1: Quantidades anuais totais de focos de queimadas detectados nos estados do Mato Grosso e do Pará entre 2002 e 2011 (esquerda) e quantidades anuais totais de focos de queimadas detectados no estado do Mato Grosso entre 2002 e 2011 em cada tipo de bioma: amazônico, cerrado e pantanal (direita).

Uma clara tendência temporal é evidente no caso do estado do Mato Grosso, onde ao pico absoluto de queimadas registrado no ano de 2004 se segue uma queda progressiva, que alcança o mínimo absoluto no ano de 2009. A explosão de queimadas em 2004 é o marco dessa série e coincide com o máximo de superfície de bioma amazônico desmatada nesse estado desde 1999 e correlacionada por Arvor (2009) ao forte incremento no lucro da produção de soja ocorrido paralelamente. A inversão de tendência, explicada ao menos inicialmente pelo abatimento na rentabilidade dessa *commodity* (ARVOR, 2009) apresenta picos intermediários nos anos de 2007 e 2010, perceptíveis em todos os biomas (Figura 1) e que uma avaliação preliminar mostra corresponderem a anos de anomalias negativas de volume de chuva no estado do Mato Grosso (também confirmado por SCHROEDER *et al*. (2009) para uma parte do período examinado).

No Mato Grosso, a tendência de queda está claramente mais pronunciada no bioma amazônico e ocorre simultaneamente à perda de correlação entre o número de focos de queimadas e a superfície de floresta desmatada (na escala municipal) apontada na Figura 2, com queda no valor de R^2 do patamar 0,8 para níveis da ordem de 0,2. Fica, assim, caracterizada uma inversão na associação entre desmatamento e queimadas: essas parecem não acontecer mais com intensidade máxima nos municípios onde o avanço da frente de desmatamento é maior e é possível que o aumento na contribuição relativa do bioma cerrado no total de queimadas (queimadas que provavelmente ocorrem como parte de um processo de manejo do solo para fins de pastagem e não em decorrência do encerramento do ciclo de derrubada da floresta) tenha um peso significativo nesse resultado.

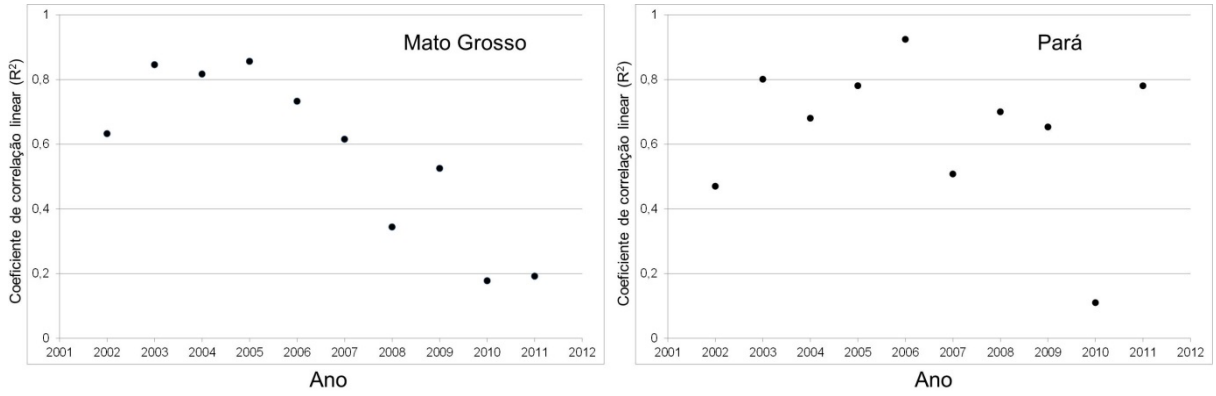


Figura 2: Variação interanual nos coeficientes de correlação (R^2) entre superfície desmatada (km^2) e quantidade total de focos de queimadas nos municípios dos estados do Mato Grosso e do Pará.

No estado do Pará, a dinâmica temporal das queimadas no período considerado apresenta características diferentes (Figura 1), se destacando antes de tudo pela ausência do pico no ano de 2004 – fato perfeitamente compreensível já que nesse estado a soja, que impulsionou desmatamento e queimadas nos primeiro anos do novo século no MT, representa um vetor pouco significativo no avanço da frente pioneira. No caso do Pará, as flutuações interanuais correspondem àquelas observadas no MT, o que corrobora a influência da variável meteorológica, muito embora essa conjectura precise ser adequadamente aprofundada.

A correlação entre desmatamento e queimadas mantem-se na faixa de 0,6-0,9 em sete dos dez anos avaliados nessa pesquisa, numa distribuição temporal que revela uma fraca tendência para a diminuição ao longo dos anos – mas de qualquer forma muito menos evidente que no MT. A esse respeito, conclui-se que o desmatamento no PA ainda constitua o principal fator responsável pela ocorrência de queimadas, ainda que com leves sinais de uma maior contribuição em áreas já alteradas e onde a queimada passa a ser um elemento de manejo do solo (p. ex. em áreas de pastagens com a finalidade de promover o enriquecimento de nutrientes, como já acontece em outras regiões, sobretudo no cerrado).

2.2 Tendências espaciais na escala municipal

A evolução espacial na ocorrência de queimadas nos dois estados considerados nessa pesquisa está mostrada nas Figuras 3-5 em termos de focos de queimadas agrupados por municípios em dois períodos: nos anos de 2002 a 2006 e de 2007 a 2011. Nessa escolha, considerou-se que o primeiro período foi caracterizado pela forte intensificação no avanço das frentes pioneiras, incentivado sobretudo pelo agronegócio (soja no MT e gado no PA), ao passo que a segunda fase se destacou por uma nítida desaceleração nesse processo. Como evidenciado por Nepstad *et al.* (2014), nos últimos 10 anos (2004-2013) a expansão na Amazônia estruturou-se de acordo a um novo conjunto de condicionantes, que num primeiro

momento incluíram sobretudo a queda na rentabilidade da soja e restrições na comercialização da soja a partir de áreas desmatadas a partir de 2006 e, num segundo, os efeitos da implementação de políticas públicas federais e de vários instrumentos de controle. Isso, na prática, redundou numa queda de 70% na taxa de desmatamento concomitantemente à retomada do crescimento na produção de soja e de carne bovina (NEPSTAD *et al.*, 2014).

Em termos de queimadas, tendo evidenciado que se estabeleceu efetivamente uma tendência de diminuição na ocorrência total de queimadas nos dois estados (ainda que de forma muito mais evidente no MT), interessa aqui analisar se houve alteração nas contribuições relativas por parte dos diversos municípios envolvidos nesse fenômeno. Nesse sentido, os mapas foram elaborados de maneira a destacar os municípios responsáveis por até 80% das queimadas totais registradas nos dois períodos. Em particular foram discriminados os municípios que, ordenados em ordem decrescente de queimadas totais por período, contribuem para até 50% das queimadas (vermelho) e aquelas responsáveis pela faixa de 50 a 80% (amarelo); no caso do período 2007-2011, os municípios que entraram no conjunto somente nessa fase foram assinalados na cor laranja. Cabe destacar que, de acordo com a forma de agrupamento adotada, os municípios destacados em vermelhos são os maiores contribuidores para as queimadas.

No MT (Figura 3), as queimadas no período 2002-2006 estão concentradas na porção norte do estado (planalto dos Parecis). A porção ao oeste da rodovia BR 163 (a Cuiabá-Santarém que corta o estado de norte a sul e representa o principal canal de escoamento da produção agrícola) e no norte do estado está ligada principalmente à produção de carne bovina. Os municípios adjacentes à rodovia e aqueles localizados na faixa entre a BR 163 e o rio Xingu representam os maiores produtores de soja ou aqueles que têm as mais elevadas taxas de crescimento na produção dessa leguminosa.

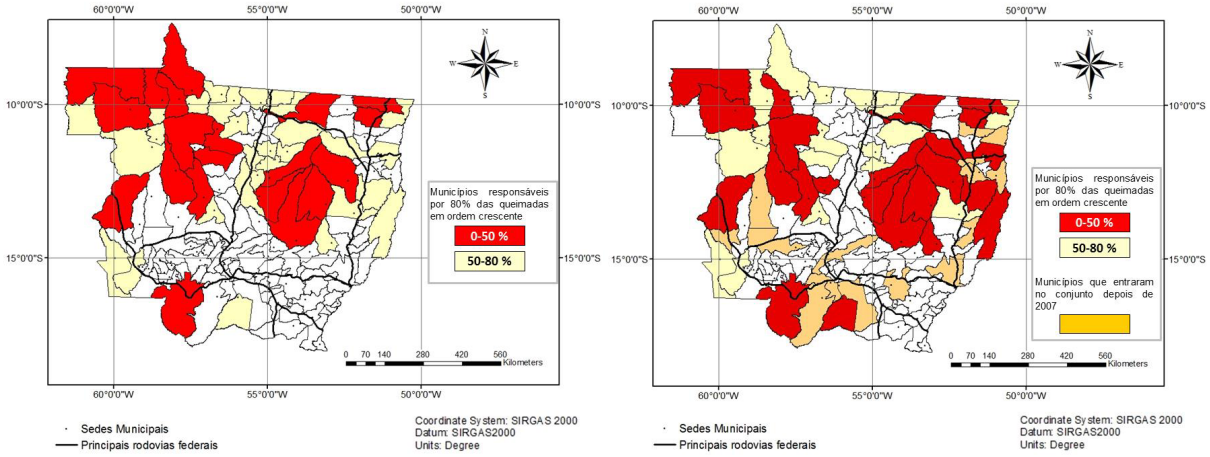


Figura 3: Mapas com destaque para o conjunto dos municípios do estado do Mato Grosso com maior número de focos de queimadas registrados no período de 2002 a 2006 (esquerda) e de 2007-2011 (direita). Conjunto restrito aos municípios responsáveis, em ordem decrescente, por 80% do total de focos de queimadas. Em vermelho: municípios responsáveis, em ordem decrescente, pela faixa de 0 a 50% do total de focos de queimadas; em amarelo: municípios responsáveis, em ordem decrescente, pela faixa de 50 a 80% do total de focos de queimadas; em laranja: municípios que entraram no conjunto depois de 2007 em qualquer uma das duas faixas.

O principal efeito que se observa na passagem da primeira para a segunda fase do período analisado (que coincidem aproximadamente com os ciclos que Nepstad *et al.* (2014) denominam de *expansão agro-industrial* e *Frontiera da Governança*) é o deslocamento da frente de queimadas para as fronteiras oeste, sul e, sobretudo, leste do estado. Isso é particularmente evidente na saída da lista (ou rebaixamento de faixa) de vários municípios

com as maiores taxas de queimadas localizados na área de influência direta da BR 163 (Sorriso, Sinop, Vera, União do Sul, Nova Canaã do Norte, Alta Floresta, Nova Monte Verde, Tabaporã e Porto dos Gaúchos) e a entrada na lista ou a ascensão no *ranking* de municípios situados nos confins oeste (Sapezal, Nova Lacerda e Tangará da Serra), sul (Poconé, Barão de Melgaço, Santo Antônio do Leverger e Nossa Senhora do Livramento) e leste (Barra do Garças, Campinápolis, Luciara, Porto Alegre do Norte, Nova Nazaré, São Félix do Araguaia, Ribeirão Cascalheira e Cocalinho, entre outros).

Esse cenário fica reforçado no mapa da Figura 4 que aponta os municípios que nos anos de 2007 a 2011 tiveram aumento no número total de queimadas por período com relação aos anos de 2002 a 2006. É interessante constatar que essa dinâmica de queimadas interessa sobretudo municípios em áreas de cerrado e, em alguns casos, contendo porções significativas de terras indígenas (Campinápolis, Nova Nazaré) ou unidades de conservação (Gaúcha do Norte) ou ambas (São Felix do Araguaia), fato que deverá ser objeto de investigação específica. É possível que o crescimento das queimadas no setor meridional do estado e em áreas adjacentes ao Pantanal esteja associado com o avanço do cultivo da cana de açúcar, relatado por Arvor (2009).

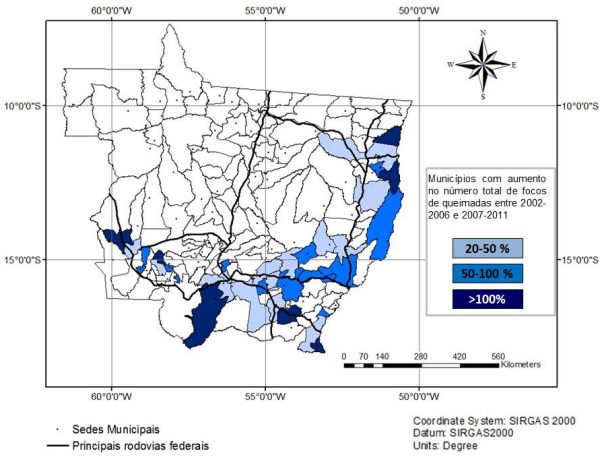


Figura 4: Mapa com destaque para o conjunto dos municípios do estado do Mato Grosso que apresentaram aumento no número total de focos de queimadas registrado no período de 2007 a 2011 com relação ao período de 2002 a 2006.

No estado do Pará (Figura 5), no mapeamento adotou-se o mesmo procedimento já descrito para o MT, mas no caso optou-se por desconsiderar os municípios de maior extensão (arbitrariamente, os municípios com áreas superior a 25.000 km^2, evidenciados nas figuras com hachuras) já que esses, por sua amplitude, dariam uma imagem destorcida das áreas de incidência das queimadas na ausência de uma espacialização pontual dos focos.

A Figura 5 para os dois períodos mostra claramente que as queimadas nesse estado se dão ao longo de dois principais eixos. Por um lado, têm-se os municípios adjacentes à BR 230 (rodovia transamazônica, no transecto leste-oeste), pois claramente essa constitui um importante vetor que facilita a de penetração antrópica no bioma amazônico e, consequentemente, processos de desmatamento e queimadas. A esse respeito, considerando os 10 municípios destacados no mapa ao longo dessa rodovia (Anapu, Brasil Novo, Itupiranga, Marabá, Monte Alegre, Novo Repartimento, Pacajá, Porto de Moz, Santarém, Uruará), verifica-se que a correlação total entre queimadas e desmatamento nos períodos de 2002 a 2006 e de 2007 a 2011 resulta em coeficientes (R^2) de 0,556 e 0,684, respectivamente, mas que sobe para 0,826 e 0,940 se forem desconsiderados, no cálculo, os municípios com comportamentos atípicos (dois em cada período).

Do outro lado, tem-se a faixa leste do estado, na fronteira com o Maranhão e o Tocantins, que constitui uma região fortemente antropizada e cuja principal atividade econômica é, além da extração mineral, a criação de rebanhos bovinos para a produção de carne, muito embora já não se possa desconsiderar o aumento na produção de soja ocorrido nos últimos anos em alguns municípios[1]. Uma análise mais aprofundada precisa ser realizada a esse respeito. Contudo, constata-se que nessa região do estado a proporção de floresta desmatada por extensão municipal é ligeiramente inferior do que no outro eixo de ocorrência de queimadas em ambos os períodos considerados (8,6% e 3,8% *versus* 7,3% e 2,5%) e que o coeficiente de correlação entre queimadas e desmatamento ao invés que aumentar, como no outro contexto, diminui, passando de 0,834 para 0,414 (ou de 0,901 para 0,708 se forem desconsiderados os municípios com comportamento atípico, no máximo dois). Isso, associado ao fato de que nesse segundo bloco de município a superfície coberta por floresta era, em 2002, de 45,3% segundo os dados do PRODES *versus* 69,5% do primeiro conjunto, induz a crer que aqui a ocorrência de queimadas esteja menos vinculada à finalização de processos desmatamento e possivelmente envolva outros determinantes, até por conta da presença maciça de áreas de pastagem.

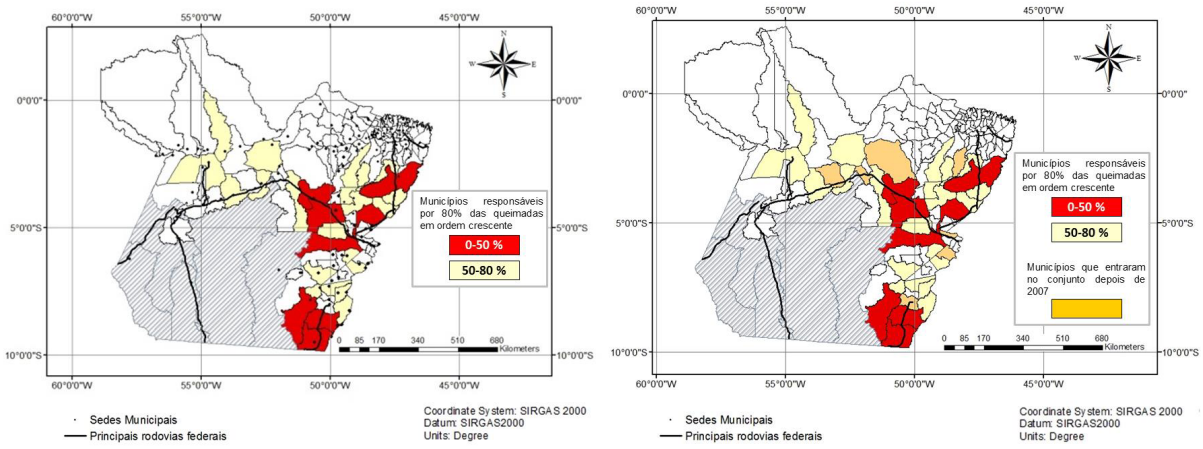


Figura 5: Mapas com destaque para o conjunto dos municípios do estado do Pará com maior número de focos de queimadas registrados no período de 2002 a 2006 (esquerda) e de 2007-2011 (direita). Conjunto restrito aos municípios responsáveis, em ordem decrescente, por 80% do total de focos de queimadas. Em vermelho: municípios responsáveis, em ordem decrescente, pela faixa de 0 a 50% do total de focos de queimadas; em amarelo: municípios responsáveis, em ordem decrescente, pela faixa de 50 a 80% do total de focos de queimadas; em laranja: municípios que entraram no conjunto depois de 2007 em qualquer uma das duas faixas. Os municípios com hachuras foram desconsiderados.

É importante observar que na passagem do período 2002-2006 para 2007-2011 não houve, diferente do MT, uma mudança significativa na distribuição espacial das áreas associadas ao maior número de queimadas no PA, a não ser pela entrada, na lista, dos sete municípios destacados na cor laranja no mapa da Figura 5. Entretanto, essa ocorrência não altera o quadro que foi ilustrado acima com relação a este estado, tendo em vista que os novos contribuidores pertencem às mesmas áreas de influência destacadas anteriormente.

[1] A título de exemplo, vejam-se as taxas de crescimento na produção dessa *commodity* de 2004 para 2011: +28% (Santana do Araguaia), +527% (Dom Elizeu) e +1122% (Paragominas) de acordo com o IBGE (http://www.cidades.ibge.gov.br/), sendo esses todos municípios (apresentados na sequencia de sul para norte) que apresentam as maiores taxas de queimadas.

Conclusão

Os dados sobre as queimadas permitiram verificar que ao longo dos dez anos entre 2002 e 2011 se estabeleceu uma tendência de diminuição na quantidade absoluta de focos tanto no Mato Grosso como no Pará, ainda que no primeiro caso essa queda seja mais evidente por conta dos elevados níveis de queimadas registrados nesse estado nos primeiros anos da década. No MT fica bastante caracterizado o fato de que esse fenômeno está, hoje, menos associado ao avanço da frente de desmatamento na floresta amazônica e, em termos relativos, assume maior importância nas regiões de cerrado, possivelmente como processo de renovação de áreas de pastagem – muito embora essa hipótese precise ser melhor investigada e acompanhada por meio de outros instrumentos. No PA, a dinâmica espacial está menos intensa e indica a permanência das áreas sujeitas a queimadas nos mesmos municípios afetados no começo da década analisadas. Contudo, a extensão dos territórios municipais torna a metodologia adotada menos eficaz para um estudo dessa natureza e uma análise com maior resolução se faz necessária para conclusões mais robustas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP pelo apoio financeiro (processo N° 2011/20247-5) e a Universidade de São Paulo e o Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le Brésil pelo apoio financeiro no âmbito da parceria USP-COFECUB (projeto n. 10.1.1959.86.9 e Uc Sh 131/11).

Referências bibliográficas

Andreae M. O., 1991: Biomass burning: its history, use and distribution and its impacts on environmental quality and global climate, in *Global Biomass Burning: atmospheric, climatic and biospheric implications*, Levine J. S. (org.), MIT Press, Cambridge, 3-21.

Arvor D., 2009: Etude par télédétection de la dynamique du soja et de l'impact des précipitations sur les productions au Mato Grosso (Brésil), *Tese de doutorado na Universite Rennes 2 Haute-Bretagne*, 393 p.

Cavicchioli A. *et al.*, 2010: Impactos atmosféricos das transformações territoriais e do crescimento do agronegócio na Amazônia mato-grossense. *Confins*, **10**.

Crutzen P. J., Andreae M. O., 1990: Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, **4988**, 1669-1678.

Dubreuil V. *et al*, 2002: Apports des satellites météorologiques à l'étude des paysages et à la déforestation au Mato-Grosso (Brésil); in *Environnement et télédétection au Brésil*, Dubreuil V. (org.), Presses Universitaires de Rennes; 31-41.

Giglio L. *et al.*, 2003: An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. *Remote Sens. Environ.*, **87**, 273-282.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge (UK) e New York (USA), 1535 pp.

Isenburg T., 2012: L'Amazzonia e la foresta, Jaca Book, Foligno (Itália), 188 p.

Monks *et al*., 2009: Atmospheric composition change – global and regional air quality. *Atmos. Environ.*, **43**, 5268-5350.

Nepstad *et al.* 2014: Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, **344**, 1118-1123.

Saldiva P. H. N. *et al.*, 2004: Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *J. Brasil. Pneumol.*, **2**, 158-175.

Schroeder *et al*., 2009: Comment on ''Reversal of trend of biomass burning in the Amazon'' by Ilan Koren, Lorraine A. Remer, and Karla Longo. *Geophys. Res. Letters*, **36**, 1-3.

PERCEPÇÃO ESPACIAL DE ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO DO IFRO: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR A PARTIR DA LEITURA

COLOMBO M. L.[(1)], SOUSA A. G. DE [(1)], MININ H. C.[(1)], PIRES NEGRÃO M.[(2)]

(1) IFRO-câmpus Colorado do Oeste, Endereço: Rodovia 399, Km 05 - Zona Rural - Colorado do Oeste / RO - CEP: 76.993-000, [malu.colombo@ifro.edu.br], [aparecida.gasquez@ifro.edu.br, [hedi.minin@ifro.edu.br]

(2) CREDA UMR 7227 – Univ. Sorbonne Nouvelle Paris 3 [negraobr@uol.com.br]

***Resumo**: Este artigo tem como objetivo identificar as percepções espaciais dos alunos desenvolvidas a partir do desenvolvimento de um projeto interdisciplinar pautado na leitura de obras clássicas. Os participantes do referido foram alunos dos primeiros anos do curso técnico integrado ao ensino médio do IFRO-câmpus Colorado do Oeste e foi desenvolvido no segundo semestre de 2012. Envolveu a leitura de uma obra literária e posteriormente foram produzidos textos, cartazes, maquetes, fôlders e paródias. Houve orientação e acompanhamento dos professores de Língua Portuguesa, Geografia e Introdução à Informática. Após a realização dessas atividades os alunos divulgaram suas produções na E.E.E.M.F Paulo de Assis Ribeiro,localizada no município de Colorado do Oeste. Cabe ressaltar que o projeto foi desenvolvido por cinco turmas de primeiros anos, no entanto, para efeito de amostragem, nesse trabalho apresentamos dados de trinta e seis alunos. Para este trabalho apresentamos dados relativos à aprendizagem de Geografia, que se refere às concepções espaciais desenvolvidas. A metodologia utilizada para a obtenção de dados foi a aplicação de questionários com sete questões discursivas. A média de idade dos alunos é de 15 anos, sendo dezoito do sexo masculino e dezoito do sexo feminino. Após a leitura da obra, vários aspectos geográficos foram desenvolvidos pelos alunos e foram divididos em econômicos, humanos e físicos. Com a construção da maquete também desenvolveram concepções espaciais relativas à representação dos espaços humanizados e naturais, pois adquiriram maior noção de espaço, escalas, proporção, localização; características de vegetações e rios.*

***Palavras-chave:** Percepção Espacial. Geografia. Leitura. Interdisciplinaridade.*

***Résumé: Perception spatiale d'élèves Du cours technique en agriculture integer au lycée de L'IFRO: une approche interdisciplinaire à partir de La lecture.** Cet article a pour but d'identifier les perceptions spatiales des élèves à partir du développement d´un projet interdisciplinaire basé sur la lecture d'œuvres classiques. Les participants au projet ont été élèves de première année du cours technique intégré au lycée de l'IFRO-campus Colorado d'Oeste et le projet a été développé au cours du deuxième semestre de 2012. Ce projet a été mené à partir de la lecture d'une œuvre littéraire, qui a servi de base pour la production de textes, d'affiches, de maquettes, de brochures et de parodie par les élèves, orientés et accompagnés par des professeurs de Langue Portugaise, de Géographie et d'Informatique. Après l'exécution de ces activités, les élèves ont présenté leurs productions à l'école Paulo de Assis Ribeiro, située dans la ville de Colorado d'Oeste. Il faut signaler que le projet a été développé par cinq groupes de première année, cependant nous ne présentons dans ce travail que les données de trente et six élèves. Pour ce travail, nous présentons des données relatives à l'apprentissage de la géographie, qui se réfère aux conceptions spatiales développées. La méthodologie utilisée pour obtenir les données s'appuie sur une enquête à partir de questionnaires avec sept questions discursives. L'âge moyen des élèves, dix-huit garçons et dix-huit jeunes filles, est de 15 ans. Après avoir lu le livre, plusieurs aspects de la géographie ont été développés par ces élèves: des aspects économiques, humains et physiques. Avec la construction de la maquette, ils ont également développé des conceptions spatiales relatives à la représentation des espaces anthropiques et naturels, car ils ont gagné une plus grande notion d'espace, d'échelle, de proportion, de localisation, et de caractéristiques des végétations et des rivières.*

***Mots-clés**: Perception spatiale. Géographie. Lecture. Interdisciplinarité.*

***Abstract**: **Students perception of space in Technician Agriculture Integrated Middle Education IFRO: An Interdisciplinary Approach From Reading.** This paper aims to identify the spatial perceptions of students developed from the development of an interdisciplinary project based on the reading of classic works. Participants were referred to the students of the first year of high school integrated into the IFRO-campus Colorado do Oeste and was developed in the second half of 2012 of of the technical course. Involved the reading of literary work and later texts, posters, models, brochures were produced and parodies. There was direction and guidance of teachers of English Language, Geography and Informatics. After performing these activities students reported their productions in Paulo de Assis High School located in the city of Colorado do Oeste. The project was developed by five groups of first years, however, for the purpose of sampling in this project we presented data from thirty-six students. For this paper we present data on the learning of geography, which refers to the developed spatial concepts. The methodology used to obtain data was questionnaires with seven essay questions. The average age of students is 15 years, eighteen males and eighteen females. After reading the book, various aspects of geography were developed by the students and were divided into economic, human and physical. With the construction of the model also developed spatial concepts relating to the representation of the humanized and natural spaces, it gained greater sense of space, scale, proportion, location; characteristics of vegetations and rivers.*

***Keywords:** Space Perception. Geography. Reading. Interdisciplinarity.*

Introdução

O desenvolvimento do Projeto Leitura Viva joga luz sobre um dos problemas cruciais da educação brasileira na atualidade: a dificuldade de leitura e escrita dos estudantes. Entendemos que esse baixo desempenho decorre de uma ineficiência geral nas políticas públicas educacionais. No entanto, acreditamos que educadores e profissionais da educação em geral podem, através de metodologias de ensino diferenciadas, contribuir significativamente para a melhoria da leitura crítica e da escrita dos seus alunos.

Uma dessas metodologias é a interdisciplinaridade, defendida em vários documentos oficiais do Ministério da Educação do Brasil e por teóricos da área da educação. (FAZENDA, 2012, 2013; SANTOMÉ; LUCK, 2010; MORIN, 2002)

Este artigo tem como foco a interdisciplinaridade através do Projeto Leitura Viva, desenvolvido com alunos do primeiro ano do curso técnico em agropecuária integrado ao ensino médio do *campus* Colorado do Oeste. Inicialmente a professora de Língua Portuguesa anunciou a proposta de trabalho aos alunos, que se sentiram motivados e para dar início ao projeto os alunos foram divididos em grupos. Posteriormente, foi apresentada a lista de livros literários para a escolha. A lista apresentava 26 títulos, que variavam da Literatura Universal até a Brasileira: *Romeu e Julieta, Odisseia, Ilíada, Moby Dicky, Drácula, Ivanhoé, Rei Artur e os cavaleiros da Távola Redonda, Dom Quixote, A Metamorfose, Os miseráveis, As viagens de Gulliver, Frankenstein, Auto da barca do inferno, A Megera Domada, O príncipe e o mendigo, A guerra dos mundos, Os três mosqueteiros, Robinson Crusoé, Viagem ao Centro da Terra, A volta ao mundo em 80 dias, A Dama das Camélias, Meu pé de laranja lima, A ilha misteriosa, O mistério da casa verde, Uma história só para mim* e *O mundo perdido.* Durante a leitura dos livros, os alunos desenvolveram pesquisas concernentes à biografia do autor, período literário da obra lida e suas características e sobre os gêneros discursivos: biografia, paródia e poema. Após a conclusão da leitura e das pesquisas, os alunos passaram a produzir os textos baseados no enredo das obras. Concluídos os textos, o professor de Introdução à Informática orientou a produção dos fôlderes, que contiveram as informações sobre a obra e demonstraram os textos produzidos. Após essa etapa, os alunos produziram as maquetes representativas sobre a percepção espacial em relação às obras lidas. A culminância do projeto foi a exposição dos trabalhos produzidos na E.E.E.F.M. Paulo de Assis Ribeiro, no município de Colorado do Oeste, envolvendo apresentações artísticas e culturais em forma de recital de poemas e paródias, como está representado na figura 1.



Figura 1: Apresentação das produções ao público. Maquetes representativas das obras Drácula, de Bram Stocker e Rei Artur e os cavaleiros da Távola Redonda, adaptação de Ana Cristina Ayer Oliveira - Índigo

O projeto proporcionou a integração dos conhecimentos nas áreas de Língua Portuguesa, Geografia e Introdução à Informática, no entanto, para este texto, apresentamos dados

referentes aos conhecimentos geográficos, especialmente no que se refere às percepções espaciais.

1. Procedimentos Metodológicos

Essa pesquisa tem caráter qualitativo. O método utilizado para desenvolvê-la pautou-se inicialmente em pesquisa bibliográfica, com o intuito de conhecer mais sobre a temática interdisciplinar e as conexões com a Geografia. O projeto foi desenvolvido por cinco turmas de primeiros anos, no entanto, para efeito de amostragem, nesse trabalho apresentamos dados de trinta e seis alunos. Estes responderam um questionário contendo uma questão para a definição do perfil dos alunos e sete questões discursivas, abrangendo temáticas das áreas de Língua Portuguesa, Geografia e Informática. O questionário foi respondido individualmente e após a aplicação procedemos à análise dos dados.

2.Interdisciplinaridade: Conexões Entre Leitura E Geografia

O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) realiza a avaliação de estudantes de 65 países nas áreas de Leitura, Ciências e Matemática. No ano de 2.009 foram 470 mil estudantes, sendo 20.000 no Brasil. Esse programa é realizado a cada três anos e, no caso brasileiro, apesar de haver melhorias, os índices são muito baixos. Na área de Leitura, por exemplo, o Brasil atingiu o índice 412, resultado ruim se comparado aos países da OCDE cuja média foi 498. (BRASIL, 2010)

Entendemos que esse baixo desempenho decorre de uma ineficiência geral nas políticas públicas educacionais. No entanto, acreditamos que educadores e profissionais da educação em geral podem, através de metodologias de ensino diferenciadas, contribuir significativamente para a melhoria da leitura crítica e da escrita dos seus alunos.

Uma dessas metodologias é a interdisciplinaridade, defendida em vários documentos oficiais do Ministério da Educação do Brasil e por teóricos da área da educação. (FAZENDA, 2012, 2013; SANTOMÉ; LUCK, 2010; MORIN, 2002)

Para isso é preciso superar algumas concepções sobre a aprendizagem da leitura e da escrita. A principal delas é a de que ler é simplesmente decodificar, converter letras em sons, sendo a compreensão consequência dessa ação. Devido a essa concepção equivocada a escola vem produzindo grande quantidade de leitores capazes de decodificar qualquer texto, mas com dificuldades para entender o que leem. Assim, para aprender a ler é necessário interagir com diversos textos escritos, com criatividade e imaginação, só assim haverá reflexão e entendimento do que se lê. (BRASIL, 2000)

O ato de ler e escrever corretamente conduz os estudantes a uma interpretação do mundo, pois o ato de ler envolve uma tomada de consciência para a expressão referencial escrita, capaz de gerar pensamento e produção de significado. Para se obter boas produções escritas, é necessário anteriormente a prática de uma boa leitura. (Silva, 2005). Neste sentido, a verdadeira leitura é aquela em que o leitor perde a ingenuidade diante dos textos, dos livros, pois consegue captar intenções, valores, sentimentos e visões de mundo, o leitor cria o seu texto com base no que foi lido. A escola deve proporcionar práticas que tornem a leitura um ato interessante e desafiador. (KUENZER, 2002)

Por isso, defendemos que a escola, enquanto ambiente de produção do saber, deve contribuir para que os estudantes se tornem bons leitores. Portanto, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares surge como proposta de trabalho para atingir esse objetivo.

Segundo Santomé (1998, p. 63) a interdisciplinaridade implica na interação entre duas ou mais disciplinas, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, consequentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, em uma modificação de conceitos e de terminologias fundamentais. Entre as diferentes matérias ocorrem intercâmbios mútuos e recíprocas integrações, determinando um equilíbrio de forças nas relações estabelecidas.

A premissa da interdisciplinaridade também está presente nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio para as Ciências humanas e suas tecnologias, ao apontar que o ensino de Geografia deve promover mudanças concretas que resultem em novos padrões de aprendizagem, a partir de uma rede de significados, isto é, utilizando estratégias diversificadas ao abordar os conteúdos, dialogando e ampliando os conhecimentos já adquiridos e propondo novas situações de aprendizagem que se referenciem em resoluções de problemas em perspectiva interdisciplinar.

Esse documento aponta ainda a importância de trabalhar conceitos cartográficos e identificar fenômenos geográficos expressos em diversas fontes e linguagens, valorizando as leituras objetivas e subjetivas do mundo.

Essas linguagens (textual, corporal e cênica, iconográfica e oral) servirão de apoio para as aulas de Geografia, ou seja, são um instrumento mais adequado para fazer a leitura do meio geográfico e de seu uso, o que supõe o exercício da interdisciplinaridade. (BRASIL, 2006)

Neste sentido, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares envolvendo a Geografia e atividades de leitura contribuem para que o ensino seja mais contextualizado e significativo para os alunos. O Projeto Leitura Viva, aproximou a Geografia da Leitura e muito contribuiu para o desenvolvimento de percepções espaciais pelos alunos, como é destacado a seguir.

3. Aprendendo Geografia a partir da leitura e reflexão da obra clássica

Participaram dessa pesquisa trinta e seis alunos, sendo dezoito do sexo masculino e dezoito do sexo feminino, com média de idade de 15 anos. Responderam um questionário contendo uma questão para verificar o perfil dos alunos e sete questões dissertativas para verificar os conhecimentos adquiridos pelos mesmos. Ao serem questionados sobre o que tinham aprendido em relação à Geografia a partir da obra lida vários aspectos geográficos foram levantados pelos alunos e foram divididos em econômicos, humanos e físicos.

Sobre os aspectos econômicos, as observações foram: o contraste de áreas desenvolvidas e subdesenvolvidas economicamente (12); a disputa por território pelas sociedades na Antiguidade para alcançar poder econômico/sociais (7); as atividades econômicas existentes como comércio, serviços e agricultura (1). Seis alunos não responderam a essa questão. A figura 2 retrata a percepção espacial dos alunos quanto à organização de uma cidade.



Figura 2: Espaço urbano com base na leitura do livro A Guerra dos Mundos, de Herbert George Wells.

Ao relatar os aspectos humanos /sociais retratados nas obras as observações foram: forte divisão social entre ricos e pobres, rivalidades e guerras (17); as pessoas eram simples, de boa convivência e demonstravam preocupação com os outros (2); o bom nível de escolaridade dos personagens (2); a discriminação social, pois um personagem era considerado feio pelos outros. Dois alunos não responderam a essa questão.

Nota-se que os alunos desenvolveram a concepção de organização espacial a partir das diferenças de classe, que é muito marcado no sistema capitalista de produção, bem como da necessidade histórica de luta por poder e domínio espacial a partir de guerras entre grupos rivais. Verifica-se que a leitura das obras contribui para aprimorar o espírito crítico dos alunos.

Sobre os aspectos físicos desenvolvidos, a maioria se referiu a aspectos de relevo: montanhoso, plano (8); outros se referiram ao aspecto litorâneo (5); também se referiram às florestas e grandes vegetações retratadas na obra (5); aos climas quentes e úmidos (5). Essas constatações podem ser percebidas na representação da maquete na figura 3. Apenas três alunos não responderam a essa questão.



Figura 3: Maquete representativa de um espaço físico representado no livro Moby Dicky, de Herman Melville.

Geralmente são ensinados separadamente os tipos de climas, de vegetações, de relevo, o que torna a compreensão mais difícil, pois os alunos precisam relacioná-los para melhor contextualizá-los. Muitas vezes, os professores ficam presos a uma metodologia tradicional

de ensinar os aspectos físicos da Geografia separadamente de outros aspectos, como o humano. Assim, o conteúdo se torna pouco significativo e de pouca compreensão para os alunos, que não o entende em sua totalidade.

Quando os alunos se deparam com a leitura de uma obra literária em que é necessário o entendimento do contexto e da totalidade dos aspectos envolvidos, desenvolvem percepções espaciais e conhecimentos geográficos que poderiam não entender ou ter mais dificuldade se o conteúdo fosse estudado de forma mecânica e descontextualizada.

3.1.Produção da maquete e representações espaciais

Uma das fases do projeto envolveu a produção de uma maquete representativa da obra que foi lida pelo grupo. Este foi orientado a representar, na maquete, o que era mais significativo na obra referente ao espaço, elemento da narrativa também abordado nas aulas de Língua Portuguesa. A figura 4 representa o espaço percebido pelos alunos na leitura da obra *Dom Quixote*, de Miguel de Cervantes.



Figura 4: Maquete representativa da obra Dom Quixote.

Ao serem questionados se haviam aprendido sobre Geografia com esta atividade a maioria (22) respondeu que sim e quando questionados por que, a metade (13) respondeu que adquiriram maior noção de espaço, escalas, proporção, localização; outros (4) aprenderam sobre características de vegetações e rios; um aluno alegou que aprendeu mais sobre as características urbanas de Londres para representar na maquete e um aluno aprendeu a fazer construções antigas.

Contata-se que a maioria desenvolveu percepções espaciais também no que se refere à representação dos espaços humanos e naturais. Os conteúdos ligados à Cartografia, como noções de localização espacial, pontos cardeais e colaterais, coordenadas geográficas, são vistos nos livros didáticos, muitas vezes, a partir de uma realidade bem distante dos alunos e desenvolvê-los a partir de uma atividade prazerosa estimula o aprendizado dos mesmos.

O documento com Orientações Curriculares para o Ensino Médio para as Ciências humanas e suas tecnologias aponta a necessidade de trabalhar conceitos cartográficos e identificar fenômenos geográficos expressos em diversas fontes e linguagens, valorizando as leituras objetivas e subjetivas do mundo. Essas linguagens compõem instrumento adequado para fazer a leitura do meio geográfico e de seu uso, o que supõe o exercício da interdisciplinaridade. (BRASIL, 2006) Os quatro alunos que responderam negativamente a

questão alegaram que não relacionaram a tarefa de construir a maquete com conteúdos da Geografia.

Considerações

O desenvolvimento do Projeto Leitura Viva caracteriza-se como uma atividade pedagógica interdisciplinar e, constatamos que possibilitou uma aprendizagem mais significativa e contextualizada sobre várias áreas do conhecimento, como Língua Portuguesa, Introdução à Informática e Geografia. Assim, entendemos que o desenvolvimento de metodologias diversificadas oportuniza a formação integral do indivíduo.

Referências Bibliográficas

Brasil, Ministério da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2000.

Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências humanas e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira- INEP. Resultado preliminar PISA 2009. 2010. Disponível em http://www.mec.gov.br. Acesso em 10 de outubro de 2012.

Kuenzer, Acácia. Ensino Médio: Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. 3ª ed. Cortez, 2002.

Sntomé, Jurjo Torres. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Silva, Ezequiel Theodoro da. O ato de ler: fundamentos psicológicos para uma nova pedagogia da leitura. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

ESTUDO DAS TRANSFORMAÇÕES HISTÓRICAS E DA DINÂMICA ATUAL DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTO ANTONIO NA PERSPECTIVA DO MODELO GTP (Geosistema – Território – Paisagem)

DOS PASSOS M. M. (1)

(1) Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente-Brasil [mmpassos86@gmail.com.br]

Resumo *- O Pontal do Paranapanema conhece profundas mudanças desde o início de sua ocupação: desmatamento irregulares, apropriação de terras devolutas por fazendeiros e políticos e pela eclosão dos movimentos sociais, notadamente o MST. A instalação de usinas hidroelétricas nos rios Paraná e Paranapanema e de inúmeras agroindústrias de etanol e açúcar se prestam para respaldar esta afirmação. O objetivo desse estudo é: investigar as dinâmicas sócio-econômicas e territoriais de modo a diagnosticar-prognosticar como essas dinâmicas interferiram/interferem nas transformações históricas e na dinâmica atual da paisagem na bacia do ribeirão Santo Antonio. A nossa abordagem teórico-metodológica está apoiada no modelo GTP (Geossistema - Território - Paisagem).*
Palavras-chave: *Pontal do Paranapanema, geossistema, território, paisagem.*

Résumé : Etude des transformations historiques et de la dynamique actuelle du paysage du bassin hydrographique de la rivière Santo Antonio dans la perspective du modèle GTP (geosystème - territoire - paysage) – *Le Pontal do Paranapanema a connu de profonds changements depuis le début de son occupation: la déforestation illégale, l'appropriation des terres désoccupées par des fermiers et des politiciens et par l'éclosion de mouvements sociaux, en particulier le MST. L'installation de centrales hydroélectriques sur les fleuves Paraná et Paranapanema et de nombreuses entreprises agricoles d'éthanol et de sucre viennent s'ajouter à cette affirmation. L'objectif de cette étude est: étudier les dynamiques socio-économiques et territoriales afin de diagnostiquer et de prédire comment ces dynamiques ont interféré/interfèrent sur les transformations historiques et sur la dynamique actuelle du paysage du bassin de la rivière Santo Antonio. Notre approche théorique et méthodologique s'appuie sur le modèle GTP (Géosystème - Territoire - Paysage).*
Mots-clés: *Pontal do Paranapanema, géosystème, territoire, paysage.*

Abstract : Study of historical changes and current landscape dynamic in the Santo Antonio basin in the perspective of GTP model (Geosystem - Territory - Landscape)– *Pontal do Paranapanema has witnessed profound changes since the beginning of its occupation: illegal deforestation, appropriation of public lands by farmers and politicians, and the emergence of social movements, notably the MST. The installation of hydropower plants on the Paraná and Paranapanema rivers and a number of agricultural companies in the fields of ethanol and sugar support this assertion. The objective of this study is: to investigate the socioeconomic and territorial dynamics with the aim of devising a diagnosis and a prognosis of how these dynamics interfered/interfere in the historical transformations and the current dynamics of the landscape of the Ribeirão Santo Antonio drainage basin. Our theoretical and methodological approach is supported by the GTL (Geosystem – Planning – Landscape) model.*
Keywords: *Pontal do Paranapanema, geosystem, territory, landscape*

Introdução

O Pontal do Paranapanema - Sudoeste do Estado de São Paulo, sofreu uma série de mudanças socioambientais desde a chegada da frente pioneira, nos anos 40 do século passado. Inicialmente, essa região foi palco do "ciclo do algodão", estruturado a partir do tripé: indústrias beneficiadoras (SANBRA, MACFADEN, CLAYTON), proprietários de terras e arrendatários. O algodão teve um ciclo curto e, as terras de algodão se transformaram em terras de pastagens. O processo de erosão-lixiviação do solo levou os pecuaristas a adotarem a estratégia de "renovar as pastagens"; pouco capitalizados economicamente e tecnicamente, os proprietários rurais não adotaram práticas culturais que revertessem a degradação ambiental e, pior, que repusessem as perdas do agrossistema regional.Essas transformações paisagísticas, associadas às condições de mercado, determinaram a desvalorização dos terrenos agrícolas que, por sua vez, causou problemas econômicos para os pequenos produtores, provocando a venda das terras e a migração para as cidades ou para regiões mais distantes.

Entendemos que as frentes pioneiras e, mesmo, a "vida rural" nessa parcela do território brasileiro permaneceram pouco tempo ligadas à terra, quer como atividade econômica, quer como local de moradia ou de afinidade, o que se manifesta no padrão da paisagem edificada, na qual predominam: (1) pastagens pouco produtivas que dão suporte a uma pecuária

extensiva com manejos atrasados; (2) habitat rural disperso e baixo Índice de Desenvolvimento Humano – materializado na ausência de serviços públicos essenciais (escolas, postos de saúde...); na inexistência de culturas alimentares. É comum o morador rural se abastecer de produtos "banais" (verduras, frutas etc.) na cidade; (3) o desenho rural foi elaborado a partir das rupturas entre o campo e a cidade e, assim, o primeiro foi deixado em plano bastante inferiorizado no que diz respeito à sua construção.

A introdução desse artigo é destinada, de uma parte, a definir o objeto da pesquisa: o meio ambiente geográfico no seu sentido amplo e, de outra parte, a ferramenta científica para a análise, ou seja, o sistema de referência tripolar – GTP: Geossistema - Território – Paisagem (BERTRAND, 2002)– cuja validade tentaremos demonstrar ao longo de nossa exposição.

1. A bacia do ribeirão Santo Antônio no contexto do Pontal do Paranapanema

O Pontal do Paranapanema ocupa a porção Extremo-Oeste do Estado de São Paulo. É uma "mesopotâmia", limitada ao norte pelo rio Paraná, ao sul pelo rio Paranapanema, a oeste pela confluência desses dois rios. O seu limite leste deslocou-se ao sabor do avanço da fronteira agrícola.

Com a chegada da fronteira agrícola (1940) na área do atual município de Mirante do Paranapanema, teve início o processo de desmatamento e ocupação agrícola – baseada essencialmente na cultura do algodão e amendoim.

O desmatamento irregular de mais de 240 mil hectares da "Grande Reserva do Pontal", entre 1945-1965, para implantação de grandes fazendas de gado, ou de pequenos sítios de 5, 10 e 15 alqueires em torno de "núcleos urbanos", ao lado da "preservação" da Reserva Florestal do Morro do Diabo – como verdadeiro "enclave"–; assim como a implantação das usinas de álcool e açúcar (Alcídia, 1976 e Conquista do Pontal/Odebrecht, 2009), e a construção das grandes usinas hidrelétricas de Taquaruçu, Rosana e Porto Primavera, criam um mosaico de paisagens e feições regionais, em uma área originalmente "homogênea" e que, agora oferece uma gama de aspectos e problemas muito interessantes, em função de suas diferenciações antrópicas. (PASSOS, 2008).

2. O modelo GTP

O paradigma GTP (Geosistema – Território – Paisagem), é uma construção de tipo sistêmico destinada a demonstrar a complexidade do meio ambiente geográfico respeitando, tanto quanto possível, a sua diversidade e sua interatividade. O GTP, isto é, Geossistema - dimensão antrópica de um conceito naturalista -, Território - dimensão naturalista de um conceito social, Paisagem - dimensão cultural da natureza. (BERTRAND, 2002)

Nós vamos analisar os impactos socioambientais, motivados pelo processo de valorização da bacia do ribeirão Santo Antônio, tendo como referência metodológica o Geossistema. O território será abordado a partir do uso da terra; enquanto que a percepção da paisagem será abordada a partir de entrevistas semi-dirigidas.

2.1. O Geossistema: um conceito naturalista com dimensão antrópica

A análise geossistêmica está estruturada em três subsistemas: o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica. No presente estudo, valorizou-se a observação direta

de campo, análise de fotos aéreas, imagens de satélite e dados meteorológicos.

Os processos morfogenéticos têm suas características definidas pela ação conjunta da compartimentação geomorfológica, das condições geo-pedológicas, da dinâmica clímato-hidrológica, da exploração biológica e das alterações antrópicas.

A eliminação da cobertura vegetal natural é o início de toda uma fase resistásica. Nas áreas de ocupação agrícola, os agentes morfogenéticos passaram a se manifestar com grande agressividade, definindo uma dinâmica da paisagem com características de ruptura: erosão em sulcos – que resultaram na formação de inúmeras voçorocas –, erosão laminar intensa, com eliminação dos horizontes superficiais do solo, em intervalo curto de tempo e ainda com assoreamento e desperenização de muitos córregos e ribeirões, de grande importância na dinâmica clímato-hidrológica. Atualmente, os materiais carreados das vertentes não estão sendo totalmente evacuados para fora da área e sim mantidos no leito dos ribeirões, que chegam a apresentar – mesmo na época das cheias – uma lâmina d'água de poucos centímetros de profundidade, contrariamente ao que se poderia esperar em função do nível pluviométrico regional.

2.2. O potencial ecológico

A expressão "potencial ecológico" representa um conjunto do mundo físico que condiciona a sua exploração pelo mundo biológico (flora e fauna).

No extremo-oeste paulista, o relevo regional se traduz por um tipo de arranjo estrutural sob o controle de camadas praticamente horizontais e sub-horizontais, embora ocorra com frequência a formação de escarpas devido à diferente litologia, ao estado de agregação ou à cimentação da rocha.

Mesmo reconhecendo que o Pontal possui filiação evolutiva muito direta com a história paleoclimática e paleobotânica Quaternária das áreas ou zonas onde elas se expandiram e de certo modo se fixaram, temos que admitir que os processos morfoclimáticos recentes modelaram em rochas sedimentares suborizontais, litologicamente homogêneas, um verdadeiro relevo de feições pouco variáveis.

As condições geo-pedológicas

Muito embora as condições climáticas subtropicais úmidas, imperantes no Holoceno, tenham conduzido a pedogênese zonal à formação predominante de latossolos, independentemente do tipo de material originário, as diferenças litológicas do substrato geológico contribuem notoriamente para as diferenciações do modelado.

Os solos caracterizam-se por elevada concentração de areias quartzosas, fertilidade natural baixa, boa permeabilidade e infiltração hídrica elevada.

A dinâmica clímato-hidrológica

O trimestre mais chuvoso, na região, é o de dezembro-janeiro-fevereiro, e o menos chuvoso é o de junho-julho-agosto.

A ocorrência de totais de chuvas mais elevados, no verão evidencia o domínio das massas

tropicais sobre a região..

O gráfico ombrotérmico (Figura 1), elaborado a partir de dados da Estação Meteorológica da Unesp/Presidente Prudente, permite observar:

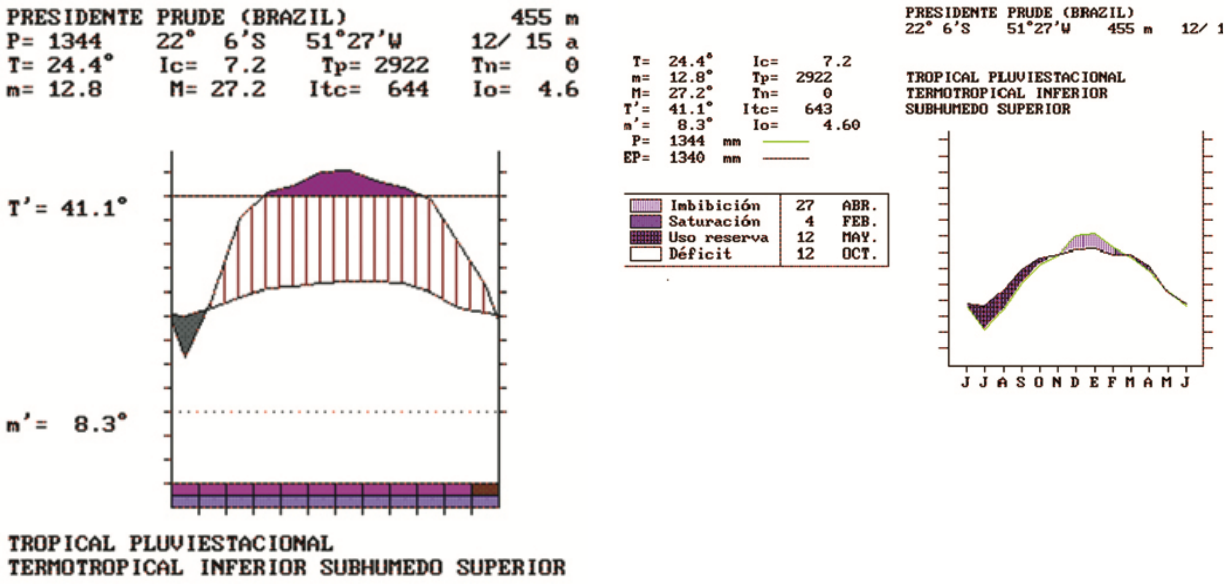


Figura 1- Gráfico ombrotérmico – Presidente Prudente/SP.

- a temperatura média mensal das máximas absolutas do mês mais quente: T´= 4l,1ºC;
- a temperatura média mensal das mínimas absolutas do mês mais frio: m´= 8,3ºC.

Portanto o período de atividade vegetal (PAV) é favorável ao longo dos doze meses do ano;

- a linha das temperaturas médias mensais acusa poucas oscilações. Na verdade, o grande impacto das baixas temperaturas, associadas ao período seco do ano, se manifesta de forma mais concreta sobre a vegetação, diluindo-se nos gráficos climáticos;
- a distribuição das precipitações está concentrada nos meses de outubro a março. Forte insolação e elevadas temperaturas (verão), ou vento seco e baixas temperaturas (inverno), associadas à litologia arenítica da Formação Caiuá provoca stress hídrico nos cultivos, sobretudo quando não se concretizam as expectativas de chuvas de primavera e mesmo durante o verão: quando ocorrem os "veranicos", ou seja, curtos períodos de forte insolação sem chuvas, notadamente no período de dezembro a fevereiro.

2.3. A exploração biológica do potencial ecológico

No início do século XIX, a região do Pontal do Paranapanema era totalmente florestada. O gradiente fisionômico da mata estava condicionado, sobretudo, às condições pedológicas e hidrológicas, sendo possível, ainda, deduzir-se a influência das condições paleoclimáticas através de espécies vegetais típicas de climas mais secos (Cereus sp), ainda hoje existentes em forma de "enclave" – definindo um geofácies botânico bastante exótico.

3. A bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio - as unidades básicas e sua dinâmica atual

É pertinente dividirmos a bacia do ribeirão Santo Antônio em "alta", "média" e "baixa" bacia, conforme explícito na figura 2.

- a alta bacia, cuja geologia é marcada pela ocorrência da formação Bauru que define um relevo mais rugoso. Aqui estão as nascentes dos afluentes formadores da bacia do Santo Antonio. Os primeiros pioneiros – menos preparados tecnicamente e economicamente – ocuparam essas áreas mais elevadas, autênticas “bocas-do-sertão” , resultando num caráter muito agressivo de lesionamento da paisagem. A ocupação inicial se deu numa matriz de pequenas propriedades que abrigavam os pioneiros e plantadores de algodão. Esse “mundo rural” se encontra, atualmente, envelhecido e empobrecido... à espera da chegada da cana-de-açúcar;

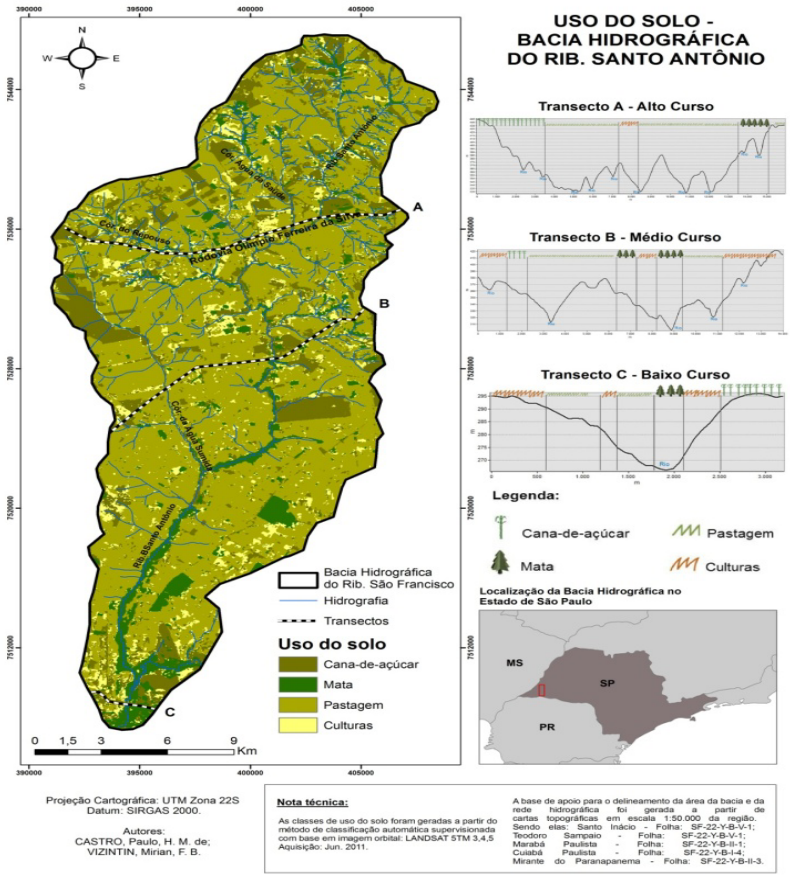


Figura 2 - A compartimentação da bacia hidrográfica da bacia do ribeirão Santo Antônio - Alta - Média - Baixa - (Figura elaborada por Mirian Vizintin e Paulo de Castro)

- a média bacia, se notabiliza pela ocorrência de solos derivados do arenito Caiuá. A forma desleixada de manejar a média e grande propriedade, regra geral, com pecuária extensiva, imediatamente após o desestímulo à cultura do algodão (1965), é responsável pelo lesionamento agudo da paisagem – desperenização, erosão e voçorocamento... O baixo rendimento das pastagens, a pressão do MST e a incapacidade de gestão dos médios e grandes proprietários favorecem a substituição de pastagens degradadas pela cana-de-açúcar;
- a baixa bacia, cujo desmatamento inicial (1940) teve como objetivo maior “legitimar” a posse da terra. A partir dos anos 1990, esta porção territorial foi objeto de intenso e contínuo processo de assentamentos rurais.

Partindo dos elementos fornecidos pela pesquisa, é possível uma classificação das unidades componentes da paisagem, em função de uma tipologia dinâmica e da fragilidade dos equilíbrios morfo-pedogenéticos, nos seguintes tipos:

a) *áreas de vegetação residual em biostasia subclimácica e paraclimácica* – nessas áreas, o potencial ecológico se mantém praticamente estável e em equilíbrio com a exploração biológica, embora esta se apresente sensivelmente alterada pela ação antrópica, principalmente de sua composição florística e da fauna.

b) *áreas de pastagens artificiais extensivas com dinâmica regressiva (geofácies degradados em mosaico)* – são áreas cuja biostasia original foi atingida pela ação antrópica, sem modificação importante no potencial ecológico.

c) *áreas de usos intensivos com minifúndios em resistasia antrópica* – incluímos nessa categoria o conjunto das pequenas propriedades situadas, notadamente na alta bacia do ribeirão Santo Antônio.

d) *áreas de veredas com dinâmica regressiva de origem antrópica* –. as várzeas do ribeirão Santo Antônio. Originalmente, estavam inseridas em um geossistema em biostasia, representando geofácies parcelados com campos ou matas ciliares. Mesmo as ocupadas com pastagens às vezes se diferenciam do conjunto devido às inundações sazonais, com o pasto apodrecendo pela ação da água.

e) *unidades de "neogeossistemas" (capoeiras) em dinâmica progressiva* - essas unidades surgem a partir da redução da ação antrópica, onde as pastagens, sem manejos adequados, se degradam e permitem o surgimento de "capoeiras". Na alta bacia do ribeirão Santo Antônio, onde o processo de desterrorialização foi mais acentuado - fim do mundo rural motivado pelo abandono dos campos agrícolas, abandono dos bairros rurais, dos cemitérios rurais, do esvaziamento populacional. A "pecuária" nessas pequenas propriedades é basicamente de gado leiteiro que constitui a base da economia local. Os neogeossistemas (geofacies) estão dominados, notadamente, por espécies invasoras, dentre as quais se destaca "o assa peixe".

f) *área canavieira com dinâmica estável* – área inicialmente ocupada com a cultura de algodão e, em seguida com pastagens. Nos últimos anos, a crise da pecuária e os conflitos com o MST levaram os proprietários a optarem por arrendamento de suas terras às usinas de álcool. Os contratos de arrendamento são atenciosos em relação às "terras produtivas" evitando, sobretudo, o plantio da cana em áreas suscetíveis à erosão ou nas APPs.

A título de demonstração da expansão da cana-de-açúcar na bacia do ribeirão Santo Antônio, apresentamos as figuras 3 e 4, onde pode-se observar, na figura 2, que o plantio inicial da cana-de-açúcar acontece em áreas isoladas, na média bacia. Este fato se explica: (a) primeiramente, pela pressão que o MST exerceu sobre as médias e grandes fazendas, na tentativa de incluí-las no processo de reforma agrária; (b) pela instalação da Usina da Odebrecht cuja logística de acesso à matéria prima (cana-de-açúcar) era melhor atendida, inicialmente, a partir das áreas de plantio na média bacia.

4. O Território

O Pontal do Paranapanema - entende-se aí a Bacia Hidrográfica do ribeirão Santo Antônio - passou por vários ciclos econômicos de curta duração, ou seja, de pouca ou nenhuma sustentabilidade: agricultura de subsistência realizada pelos primeiros migrantes - ucranianos, eslavos, tchecos - que se estabeleceram na Alta Bacia do ribeirão; a fundação do núcleo urbano de Mirante do Paranapanema, por migrantes japoneses; a chegada dos nordestinos - notadamente a partir de 1950, quando se estabeleceram no município as indústrias beneficiadoras de algodão e motivaram, sobretudo, o rápido desmatamento; os pecuaristas e

finalmente as usinas de álcool e açúcar.

É difícil dizer qual desses "ciclos econômicos" foram mais agressivos em termos de impactos socioambientais. É possível, no entanto, afirmar que "um novo ciclo" ignorou quase que por completo as marcas paisagísticas (natural, social, cultural...) do ciclo precedente.

O "ciclo atual" está assentado na cana-de-açúcar e no aumento do número de assentamentos rurais.

As figuras 3 e 4 permitem visualizar o processo de quase coalescência das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar, notadamente na alta e média bacia. A baixa bacia foi objeto de assentamentos rurais (reforma agrária) cuja as normas estabelecidas pelo Estado, impedem o uso dessas terras para o plantio da cana.

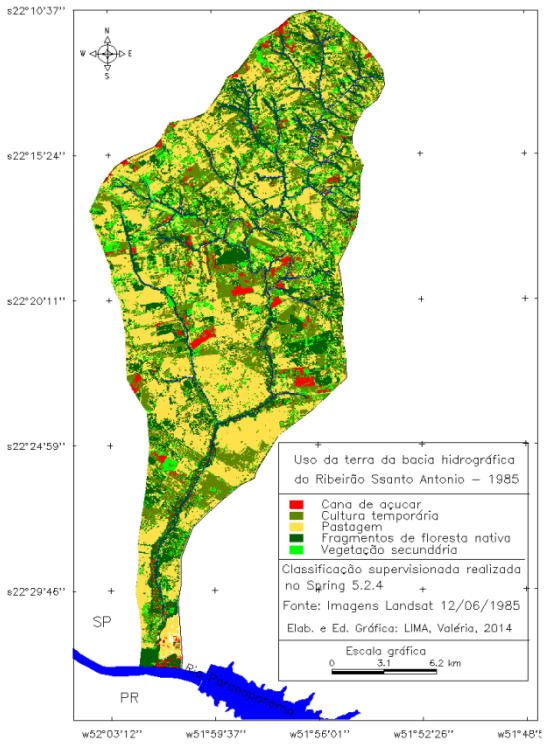


Figura 3 - Uso da terra na bacia do ribeirão Santo Antônio - 1985

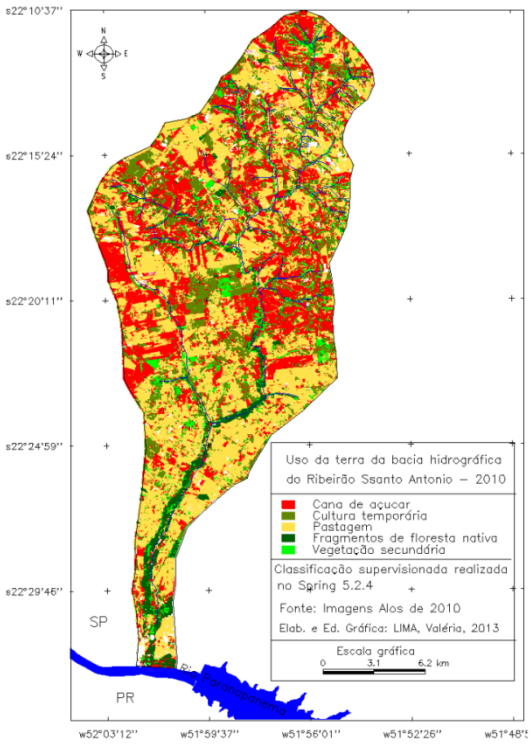


Figura 4 - Uso da terra na bacia do ribeirão Santo Antônio - 2010

5. A paisagem

O estudo da paisagem, de modo a atender a proposta do modelo GTP (BERTRAND, 2012), se deu a partir de entrevistas semi-dirigidas (RENNÓ, 2009).

A decisão de explorar as representações da paisagem através do olhar dos habitantes locais se baseia sobre o fato que muito frequentemente é justamente estes olhares que são os menos considerados, os menos conhecidos e os mais negligenciados nas políticas de ordenamento do território e do modelo de desenvolvimento local.(PASSOS, 2013).

Nos aspectos da identidade/sentimento de pertencimento, é na alta bacia que se encontram, de forma mais explícita - e mesmo, mais "guardadas" - as paisagens à frente e atrás dos olhos.... dessas pessoas que viveram o próspero e alegre ciclo do algodão e que, hoje, estão empobrecidas, desiludidas, conforme constatamos nas entrevistas semidirigidas.

Considerações finais

O modelo GTP se presta para um estudo - diagnóstico e prognóstico - do meio ambiente entendido como um sistema global, complexo e com diversidade. Ou seja, ele contempla três entradas: natuaralista (G), sócio-econômica (T) e sócio-cultural (P).

Em relação ao Geossistema foram definidas algumas unidades básicas/geofacies cuja tipologia se presta para definir a dinâmica biostásica, conforme a proposta de G. Bertrand.

A análise da dinâmica territorial foi diagnosticada, neste estudo, a partir das imagens Landsat de 1985, 1990, 1995, 2005 e 2010 e, também, a partir de fontes bibliográficas. Nesse artigo estamos apresentando tão somente duas dessas imagens (1985 e 2010) que, ao mesmo tempo, evita o constrangimento de ultrapassar o limite de oito páginas e explicita com clareza a evolução das áreas de plantio da cana-de-açúcar.

Apesar de não ser possível, nesse espaço, explicitar as questões que orientaram as entrevistas semi-dirigidas, ressalto que a partir das mesmas foi possível diagnosticar níveis muito diferentes de sentimentos de identidades e de pertencimento entre os moradores da alta bacia (pequenos agricultores, que aí moram desde a década de 1960/70) e os assentados rurais, a partir da reforma agrária iniciada na última década do século passado, da baixa bacia do ribeirão Santo Antônio

Este artigo foi extraído do Relatório Científico apresentado à FAPESP (Processo: 2013/03805-0) e, de certa forma, a limitação do número de páginas, cria sérias dificuldades, notadamente na qualidade das figuras, pois estas estão bastante reduzidas o que dificulta a leitura das legendas.

Referências bibliográficas

Bertrand G. et Bertrand C., 2002 : *Une Géographie Traversière. L´Environnement A Travers Territoires Et Temporalités***.** Paris: Editions Arguments.

Passos, M.M., 2008: *A raia divisória: Geossistema, Paisagem e Eco-história***.** Maringá: EDUEM.

Passos, M. M., 2013: *Paisagem e Meio Ambiente (Noroeste do Paraná).* Maringá: EDUEM.

Rennó, F., 2009 : *Le Sertão Mineiro: un territoire à la recherche de ses paysages et de ses identités.* Toulouse: Thèse de Doctorat.

Vizintim, M e Castro, P. Seminário da disciplina: "*Para que serve o GTP*" - PPGE-UNESP-Presidente Prudente, 2013.

CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NA PAISAGEM URBANA: HEMEROBIA DO PARQUE ESTADUAL FONTES DO IPIRANGA.

FERNANDES M. (1)

(1) Universidade de São Paulo, 338 Lineu Prestes, 05508-090 São Paulo – Brésil[mariana.fernandes@usp.br]

Resumo - *Cada vez mais a humanidade tem lidado com os problemas causados pelo uso desenfreado da Natureza e seus recursos. Consequentemente, há uma crescente preocupação com a conservação da Natureza e cabe ao planejamento ambiental a função de manejo e preservação de tais recursos. Tendo isto em vista, o presente trabalho propôs um ordenamento da paisagem para o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), localizado em São Paulo – Brasil, pautado no conceito de Hemerobia. Foram identificadas sete classes hemerobióticas relativas, classificadas de acordo com o grau de alteração na paisagem. Acredita-se que esse zoneamento, se tomado como referência, pode contribuir para uma melhor gestão do PEFI, possibilitando a manutenção dessa pequena unidade de conservação.*
Palavras-chave : *Hemerobia, Unidades de paisagem, Parque Estadual Fontes do Ipiranga, Unidades de Conservação.*

Résumé – Conservation de la nature dans le paysage urbain : Hemerobie dans le Parc D'État Fontes do Ipiranga*. De plus en plus l'humanité a porté sur les problèmes causés par l'utilisation abuseé de la nature et de ses ressources. Par conséquent, il ya une préoccupation croissant pour la conservation de la nature et la fonction de planification environnementale est responsable de la gestion et de la préservation de ces ressources. Avec cela à l'esprit, ce document propose un aménagement du paysage pour les sources Parc D'État Fontes do Ipiranga (PEFI), situé à São Paulo - Brésil, basée sur le concept de Hemerobie. Sept classes hemerobiotics ont éte identifiés, classifiées selon le degré de changement dans le paysage. On croit que ce zonage, si pris comme référence, peuvent contribuer à une meilleure gestion des PEFI permettant le maintien de cette petite unité de conservation.*
Mots-clés : *Hemerobie,Unités de paysage, Parc d'état de Fontes do Ipiranga, Unités de conservation.*

Abstract : Nature conservation in the urban landscape : Hemeroby of the State Park Fontes do Ipiranga. *More and more mankind has dealt with the problems caused by rampant use of nature and its resources. Consequently, there is a growing concern for nature conservation and up to environmental planning the function of management and preservation of such resources. In view of this, this paper proposed a landscape planning for the Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), located in São Paulo - Brazil, based on the concept of Hemeroby. Seven hemerobiotics classes were identified, classified according to the degree of change in the landscape. It is believed that this zoning, if taken as a reference, can contribute to better management of PEFI, allowing the maintenance of this small conservation unit..*
Keywords : *Hemeroby, Landscape units, Fontes do Ipiranga State Park, Conservation units.*

Introdução

Ao longo da história, a relação entre Sociedade e Natureza passou por momentos de aproximação e distanciamento. Embora a Natureza seja responsável pelo suprimento da vida de todos os seres vivos, o Homem continuamente vem desenvolvendo técnicas a fim de se isolar em sua "tecnosfera", reduzindo a Natureza a uma máquina, um bem que serve apenas para gerar lucros imediatos ao homem, de forma que quanto mais controle esse tiver sobre ela, melhor. (Moletta I.M., Nucci J.C., Kröker R., 2005 ; Fávero O.A., Nucci J.C., De Biasi M., 2008).

Ross (1993), afirma que o ser humano, ao se apropriar de forma predatória dos recursos naturais, causa alterações na paisagem em um ritmo muito mais intenso do que aquele que a natureza imprime. Os danos causados ao meio natural, movidos principalmente pelo lucro rápido e alto retorno financeiro, podem ser tardiamente percebidos (ou pior, negligenciados), tornando-se irreversíveis. Cabe então à Sociedade garantir medidas efetivas e de longa duração que possibilitem o equilíbrio entre as necessidades da Homem e a manutenção da Natureza.

Atualmente, a perspectiva holística que o estudo da paisagem oferece pode ser a chave para um planejamento ambiental eficiente, que vise minimizar os danos causados pelo uso desenfreado e por muitas vezes degradante dos recursos naturais.

Por paisagem, entende-se o conceito proposto por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2007) : « um espaço físico e um sistema de recursos naturais aos quais integram-se as sociedades em um binômio inseparável Sociedade/Natureza ». Ainda segundo os mesmos autores, a

paisagem é um sistema de conceitos formado pelo trinômio paisagem natural (geossistema), paisagem social (ambiente onde ocorre as relações sociais) e paisagem cultural (resultado da ação da cultura na paisagem natural ao longo do tempo).

O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), localizado em meio à maior cidade do Brasil, é uma pequena Unidade de Conservação (UC) que sofre constantemente a pressão da metrópole. Para fins de proteção, o Parque conta com um Plano de Manejo, cujo zoneamento prevê áreas que necessitam de maiores cuidados. O Plano de Manejo vigente, elaborado em 2008, propôs um zoneamento de acordo com as possibilidades de intervenção humana e com o grau de conservação encontrado na área. Pretendeu-se com tal zoneamento, identificar as forças negativas e ameaças à conservação e propor medidas de manejo que colaborem para a manutenção do parque. Curiosamente, desde que o plano entrou em vigor, o parque perdeu 332.000 m² de sua área total para a ampliação do Centro de Exposições Imigrantes. A área, antes pertencente ao governo do estado, foi concedida por 30 anos para a iniciativa privada. Concomitante a isso, o Parque também sofreu com a ocorrência de incêndios, causados pela queda de balões. Segundo a organização não governamental Pick-upau, o PEFI perdeu mais de 10 hectares de mata preservada por conta do incêndio.

O presente trabalho pretendeu zonear o PEFI a partir da identificação e classificação das Unidades de Paisagem (UPs), de maneira a contrapor o zoneamento existente. Acredita-se que essa nova proposta possa contribuir para que o Parque cumpra com seu papel de proteção e manutenção da biota ali existente.

1. Caracterização da área de estudo

Ilhado em meio à metrópole paulistana, localiza-se o Parque Estadual Fontes do Ipiranga, (Figura 1). O parque possui atualmente cerca de 526 ha, constituindo um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica inseridos em área urbana do país (Bicudo D., Forti M. C., Bicudo C. E., 2002; São Paulo, 2008), contribuindo para a preservação da fauna e flora em meio à cidade, além de ter papel fundamental no equilíbrio climático, na qualidade do ar e no controle de cheias (por permitir a infiltração de águas pluviais) da região.

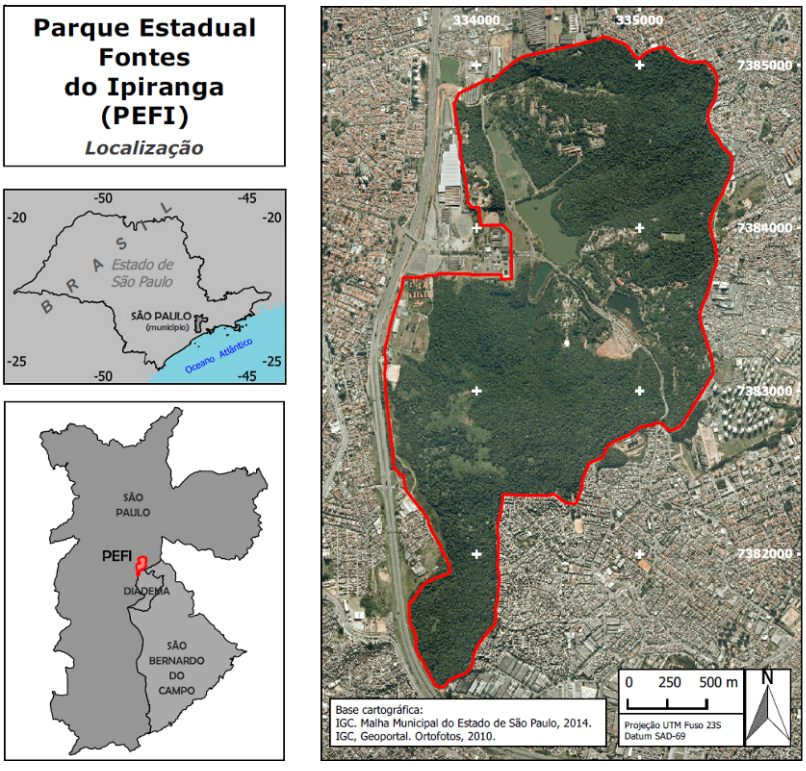


Figura 1 : Localização do PEFI. Org. Mariana Fernandes

Atualmente, estão inseridos na área do PEFI o Instituto de Botânica com o Jardim Botânico de São Paulo; o parque CienTec do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo; a Fundação Parque Zoológico constituída pelo Zoo Safári e pelo jardim Zoológico; o Centro de exposições Sálvio Pacheco de Almeida

Prado (ou Imigrantes); o Centro de Esportes, Cultura e Lazer – CECL (antiga FEBÉM) e o Centro de Atenção Integrada de Saúde Mental – CAISM Água Funda. A Secretaria de Agriculta e Abastecimento e o Instituto Geológico também faziam parte do parque, mas foram "desafetados" pela lei estadual nº 14.944 de janeiro de 2013, com o propósito de expansão do Centro de Exposições Imigrantes, que também não faz mais parte do parque.

A vegetação do PEFI faz parte do domínio da Mata Atlântica situada no Planalto Paulista e é classificada como Floresta Ombrófila Densa, apresentando também influência da Floresta Estacional Semidecidual e do Cerrado. As florestas Atlânticas de planalto foram massivamente devastadas no Brasil inteiro, abrindo espaço para a ocupação urbana e para a atividade agropecuária. A pequena floresta do PEFI é um dos poucos fragmentos restantes deste ecossistema (Bicudo D., Forti M. C., Bicudo C. E., 2002). A vegetação preservada é fator fundamental para a conservação de diversas espécies de fauna nativa, além de abrigar diversas espécies de avifauna migratórias, que nidificam temporariamente nas áreas do parque.

2. Materiais e procedimentos metodológicos

A partir das fotografias aéreas as UPs foram delimitadas, utilizando-se o conceito de hemerobia para tal. Este conceito foi introduzido por Jalas (1953, 1965 *apud* Troppmair, 1987), para classificar os diferentes graus de alteração da paisagem. Outro autor que estudou o conceito, Sukopp (1972) define hemerobia como "a totalidade dos efeitos do ser humano na paisagem, sendo esses efeitos voluntários ou não". Anos depois, Mateo Rodriguez (2000) propôs uma classificação conforme o grau de impacto e a intensidade da transformação da paisagem. Para um estudo da paisagem, sobretudo da paisagem em que o homem está diretamente envolvido (a chamada paisagem "cultural"), é imprescindível considerar as transformações causadas pelos seres humanos no meio. Para esse trabalho, pretendeu-se utilizar a colaboração desses três autores.

Para a identificação das Unidades de Paisagem (UPs), foram utilizadas Ortofotos com resolução de 45 cm disponíveis no *Geoportal*[1] do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo – IGC/SP.

A classificação proposta ordenou as UPs de acordo com o grau de naturalidade/antropização encontrado na área, de modo que as classes são relativas entre si. A vetorização das unidades será feita através do *software Quantum GIS* 2.4.

O novo zoneamento foi baseado no mapa de uso e ocupação do solo elaborado pelo Programa Multisetorial de Eco-Desenvolvimento do PEFI, dirigido pelo Instituto de Botânica, e também foi utilizado como base para o zoneamento proposto no Plano de Manejo do Parque. Parte-se da premissa que o mapeamento de uso e ocupação é imprescindível para a identificação dos graus de hemerobia, uma vez que com ele é possível identificar as atividades antrópicas que ocorrem no espaço, logo, o grau de artificialidade presente na paisagem.

Posteriormente, trabalhos de campo foram realizados, a fim de validar as UPs propostas.

Com o novo zoneamento pronto, as UPs foram comparadas com as zonas propostas no Plano de Manejo do Parque.

3. Resultados

[1] IGC, Geoportal. Ortofotos, 2010. Disponível em < http://www.igc.sp.gov.br/geoportal>

Partiu-se do pressuposto que quanto maior for o grau de hemerobia causado pelo tipo de uso e a ocupação do solo, menor será a estabilidade do sistema natural e como resultado, foram delimitadas 7 diferentes classes (ver Figura 2).

São elas :

Paisagem com grau mínimo de hemerobia – Mínimo impacto antrópico relativo. É aqui que se encontra a maior mancha de Floresta Ombrófila Densa com estádio sucessional secundário tardio, além de conter a maior área contínua em estádio sucessional secundário médio. Essa classe possui 19,9% da área total do parque.

Paisagem com grau muito baixo de hemerobia – Essa classe possui, em sua maioria, fragmentos de floresta em estádio de sucessão secundário médio, é praticamente inexistente a presença de fragmentos de floresta em estádio de sucessão secundário tardio. Essa área sofre pressão de outras duas áreas mais degradadas. Possui 16,8% da área total do parque.

Paisagem com grau baixo de hemerobia – Embora essa classe esteja localizada quase totalmente na borda do PEFI, encontram-se aqui a maior quantidade de pequenas unidades de floresta em estádio sucessional secundário tardio. Provavelmente, a diminuição do efeito de borda se deve à presença de guaritas, que realizam a vigilância da área. Considera-se essa a zona mais suscetível a degradação, devido a sua proximidade com áreas altamente antropizadas. Esta classe possui 5,2% da área total do PEFI.

Paisagem com grau médio de hemerobia – Com 11,3% da área total do PEFI, essa classe foi classificada com grau médio devido algumas variáveis : não há presença de floresta em estádio de sucessão secundário tardio ; possui formato de « corredor », o que aumenta os efeitos de borda ; em trabalhos de campo foram encontrados despejo irregular de entulhos e restos de veículos. No extremo sul do Parque, foi possível notar que as grades de proteção foram quebradas para possibilitar a entrada de estranhos.

Paisagem com grau alto de hemerobia – Esta classe possui a maior parte de sua vegetação em estádio sucessional inicial, com baixa densidade de remanescentes de porte médio ou alto. Parte de sua área é acessível ao público do Jardim Botânico de São Paulo. Sua área é de 4,1% do total do Parque.

Paisagem com grau muito alto de hemerobia – Nesta classe, predomína a vegetação em estádio de sucessão primário, com dominância de pteridófitas. Há poucos anos atrás, essas área sofreu um grave incêndio causado pela queda de um balão. Esse incêndio abriu uma grande clareira na porção sudoeste do PEFI e parte dessa área foi tomada pelas pteridófitas. Com os trabalhos de campo, pode-se constatar que nessa classe há presença de ocupações por moradias ilegais e despejo irregular de entulhos ao longo das bordas do Parque. Possui 11,3% da área total do PEFI.

Paisagem com grau máximo de hemerobia – É na região central do PEFI que se encontra a área com a maior intensidade de modificação da paisagem natural. Essa região abriga todas as sedes das instituições que fazem parte do Parque e é também a região mais atrativa à população, por se encontrarem aqui o Zoológico de São Paulo, o Zoo Safári, o Jardim Botânico e o Parque CienTec. Com a maior porcentagem relativa de área, essa classe possui 31% da área total do Parque.

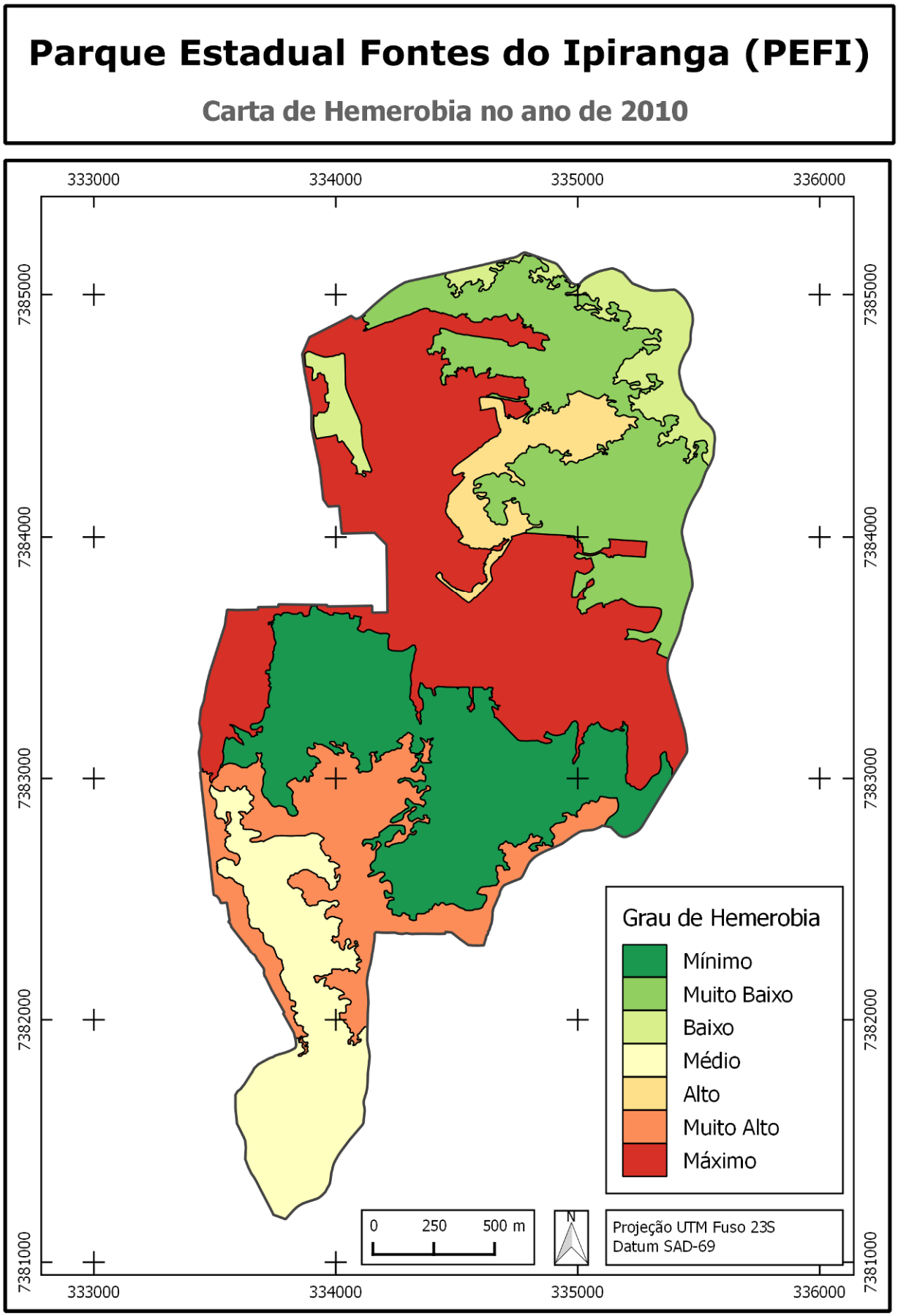


Figura 2: Carta de hemerobia do Parque Estadual Fontes do Ipiranga – PEFI. Org.: Mariana Fernandes.

Comparando o novo zoneamento com o zoneamento realizado pelo Plano de Manejo do Parque (vide Figura 3), encontramos classes relativamente diferentes. Embora a Paisagem com grau máximo de hemerobia coincida com as Zonas de Uso Conflitante e do Patrimônio Histórico, Cultural e Natural, as outras classes possuem limites bem diferentes. Acredita-se que o zoneamento proposto pode colaborar mais para o planejamento e coordenação das classes, pois identifica mais precisamente as alterações causadas pelo homem, que tem relação direta com o grau e a intensidade de degradação encontrada no Parque.

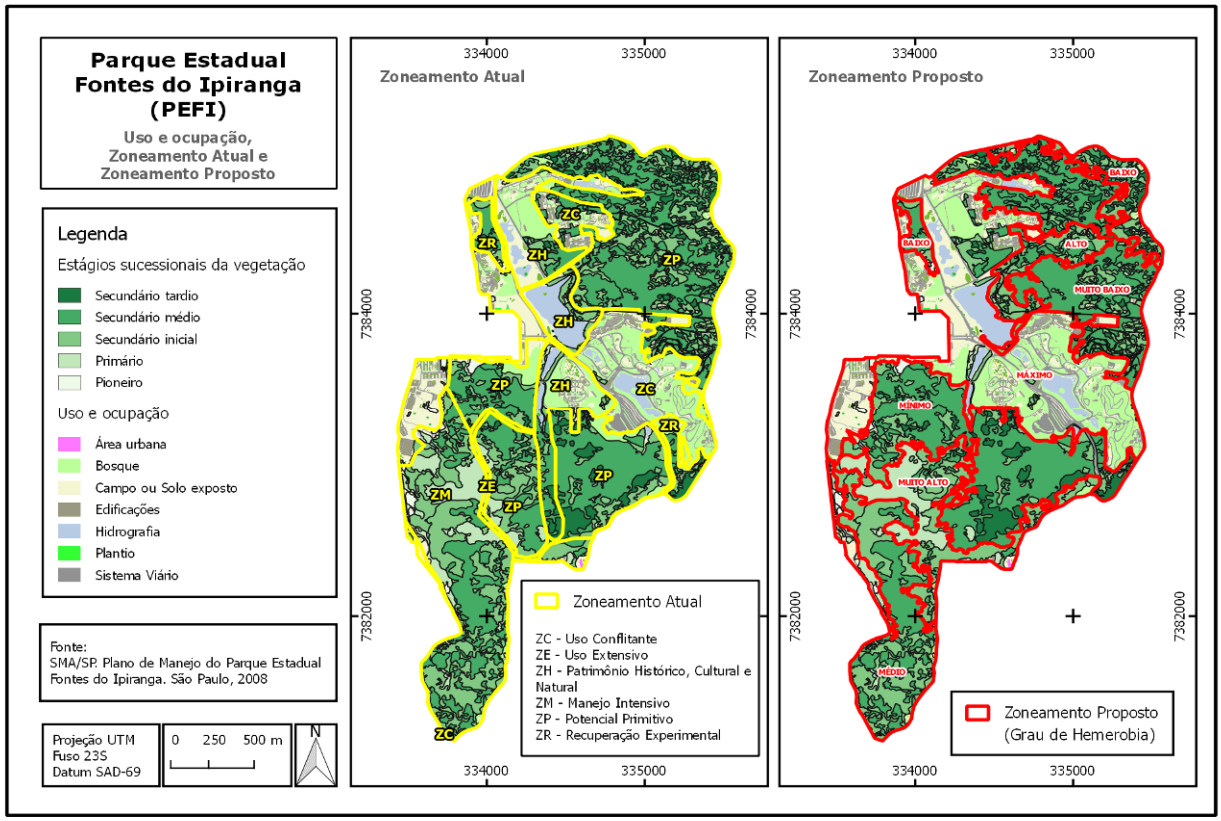


Figura 3 : Comparação entre os Zoneamento vigente atualmente e o Zoneamento Proposto. Org. Mariana Fernandes

O uso do conceito « hemerobia » para o zoneamento não foi ao acaso. O PEFI possui um grave histórico de exploração de acordo com as necessidades políticas e econômicas vigentes. Ocorre que os limites impostos pelo homem não acompanham o ritmo de funcionamento da Natureza, o que invariavelmente acarreta em degradação ambiental. É fundamental que o planejamento ambiental considere os limites da natureza bem como a alteração antrópica já presente no ambiente. A identificação dos diferentes graus de Hemerobia na paisagem fornece uma noção mais direta sobre os impactos humanos e aponta uma primeira impressão dos processos socioeconômicos existentes na área, conhecimentos essenciais para um plano de manejo que vise a preservação da natureza (Fávero O.A., Nucci J.C., De Biasi M., 2008). Em contextos semelhantes, esse conceito já foi utilizado para fins de planejamento ambiental : em Berlim, em inventários de vegetação (2003), na Áustria, nos estudos de Hemerobia dos ecossistemas florestais (2001), entre outros.

Conclusão

O novo zoneamento tentou identificar os efeitos que a apropriação humana causa na paisagem. Tal classificação levou em conta o papel que uma UC deve exercer, regulamentado pela lei federal 9.985, de 18 de julho de 2000 (UC é um « espaço territorial e seus recursos

ambientais [...], com características naturais relevantes, [...] com objetivos de conservação e limites definidos, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção »). Para tal objetivo ser alcançado, é necessário que o planejamento ambiental capaz de controlar as ações antrópicas na paisagem, a fim de que esta possa se manter minimamente em biostasia.

O zoneamento pelos graus de hemerobia colabora para a identificação imediata de todas as zonas de manejo, sobretudo aquelas que possuem uso intensivo de seus recursos, permitindo uma visão totalizadora da realidade que pode para uma melhor gestão do parque.

Embora se entenda a importância social que a classe « Paisagem com grau máximo de hemerobia » oferece por agir como instrumento de lazer à população, também é importante que essa região seja bem delimitada e seus limites respeitados. Igualmente importante e necessário é um manejo efetivo nas áreas delimitadas, coibindo ocupações ilegais, despejo de entulhos e acima de tudo, o desmatamento e destruição das características naturais em geral.

O zoneamento atual indicado pelo Plano de Manejo, embora se proponha « impedir o avanço da ocupação humana, o aumento do adensamento e da impermeabilização da área do Parque » e « preservar, recuperar e proteger os fragmentos florestais e as nascentes do parque » abriu brechas para justamente o contrário : foi permissivo e corroborou para a desafetação de 332.000 m², ao invés de recuperar os fragmentos de mata. Embora o plano de manejo já indique a presença de ocupações ilegais e depósitos de entulho nos entorno do Parque, 6 anos após sua instauração não houveram medidas que propusessem ações para coibir tal tipo de ação, e aparentemente esses casos estão se intensificando cada vez mais.

O zoneamento proposto não pretende por si só resolver os problemas de degradação encontrados no Parque. Entende-se que o Plano de Manejo, bem como o zoneamento são apenas instrumentos para o planejamento ambiental, cabendo aos gestores do Parque aplicar de fato as políticas propostas para que essa pequena mancha verde consiga resistir a urbanização.

Referências bibliográficas

Bicudo D., Forti M. C., Bicudo C. E., 2002 : Parque Estadual Fontes do Ipiranga**:** Unidade de Conservação que resiste à urbanização de São Paulo. *Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo*, 351 p.

Fávero O.A., Nucci J.C., De Biasi M., 2008 : Hemerobia nas unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio sorocaba (SP) – desafios e oportunidades para a conservação da natureza. *Geografia, Ensino & Pesquisa*, **12**, 2462-2479.

Moletta I.M., Nucci J.C., Kröker R., 2005 :Carta de hemerobia de uma área de extração de areia no bairro de umbará, Curitiba/PR/Brasil. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, **11**, 4964-4976.

Rodriguez J.M.M., 2000 :*Geografia de los paisajes*. Universidad de Habana, 139 p.

Rodriguez J.M.M., Silva E. V., Cavalcanti A. P.B., 2007 : *Geoecologia das paisagens. Uma visão geossistêmica da análise ambiental.* Edições UFC, 222p.

Ross J.L.S.,1993 : Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, **8**, 3-74.

São Paulo, 2008 : Plano de Manejo do Parque Estadual Fontes do Ipiranga – Resumo executivo. *Secretaria do Meio Ambiente,* 38 p.

Sukopp H., 1972 : Wandekl von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. *Berichte uber Landwirstchaft*, **1**, 112-139.

Troppmair H., 1987 : *Biogeografia e Meio Ambiente.* Edição do Autor, 274 p.

ESTADO E POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE SOBRE A COMPENSAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

FONSECA R. O. (1)

(1) Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, Laboratório de Geografia Política (DG/FFLCH/USP), Av. Prof. Lineu Prestes, 338 - Cidade Universitária - 05508-080, São Paulo/ SP, Brasil [rafaelfonseca@usp.br; rafa.ofonseca@gmail.com].

Resumo – *As contradições entre o desenvolvimento sustentável e o tradicional modelo de crescimento econômico fazem parte do cotidiano em suas diversas formas. Nesse cenário no Brasil tem-se a compensação ambiental, um instrumento da política ambiental nacional que onera os empreendedores com o objetivo de compensar os impactos não mitigáveis causados em suas obras. O objetivo deste artigo é apresentar como o Estado e as suas políticas públicas definem e operacionalizam esse instrumento no país considerando a escala federal da administração do território, através de pesquisa bibliográfica sobre o tema e em fontes oficiais do Governo Federal. Observa-se que a forma como o instrumento está operacionalizado no país atualmente acarreta em divergências que revelam a necessidade de ampliação das discussões sobre a sua efetividade como um todo.*
Palavras-chave: *políticas territoriais, gestão ambiental, compensação ambiental, licenciamento ambiental.*

Résumé – L'État et les Politiques Publiques de l'Environnement : une analyse sur la compensation de l'environnement au Brésil. *Les contradictions entre le développement durable et le modèle traditionnel de croissance économique font partie du quotidien dans ses diverses formes. Dans ce scénario on a créé au Brésil, ce qu'on appelle de compensation de l'environnement, c'est-à-dire, un instrument de la politique nationale de l'environnement qui surcharge les entrepreneurs dans le but de compenser les impacts causés par leurs travaux dont les dommages ne peuvent pas être atténués. L'objectif de cet article est de présenter comment l'État et ses politiques publiques déterminent et rendent opérationnel cet instrument dans le pays, étant donné l'échelle fédérative de l'administration du territoire au moyen de la recherche bibliographique concernant le sujet dans les sources officielles du Gouvernement Fédéral. Il est important d' observer que la forme dont cet instrument est opérationnalisé aujourd'hui dans le pays, entraîne des divergences qui montrent la nécessité de plus de discussions sur son effectivité dans son ensemble.*
Mots-clés : *politiques territoriales, gestion de l'environnement, compensation de l'environnement, autorisations environnementales.*

Abstract - State and Environmental Public Policy: an analysis of the environmental compensation in Brazil. *The contradictions between sustainable development and traditional model of economic growth are part of our daily lives in many ways. In this scenario in Brazil, we have the environmental compensation, an instrument of national environmental policy that financially burdens the entrepreneurs aiming to offset the non-mitigated impacts caused in their projects. Our aim in this paper is, based on the literature and official sources of the Brazilian Federal Government, present as the State and its public policies define and operationalize this instrument in the country considering the scale of the federal administration of the territory. It is observed that the way the instrument is operationalized in the country currently causes divergences that reveal the need to expand the discussions about its effectiveness as a whole.*
Keywords: *territorial policies, environmental management, environmental compensation, environmental licensing.*

Introdução

As contradições entre o desenvolvimento sustentável e o tradicional modelo de crescimento econômico estão presentes na maior parte das questões contemporâneas acerca da temática ambiental, contribuindo para a ampliação das discussões que visam consolidar conjuntamente os pilares econômicos, sociais e ambientais, bem como a expansão da participação pública como um todo.

Esse cenário se fortaleceu no Brasil após a Conferência do Rio de Janeiro em 1992 (CNUMAD), sendo reforçado pela posição internacional do país como um importante ator nas esferas ambiental e econômica, devido a sua riqueza natural e posição de destaque no comércio internacional, sobretudo na pecuária e no setor de *commodities* agrícolas e minerais.

Essa posição no cenário mundial, em grande medida, é resultado do processo de alterações políticas e econômicas que ocorreu nas últimas décadas no país, caracterizado pela adoção de um modelo de desenvolvimento pautado na expansão da economia em relação ao mercado internacional, que contribuiu consequentemente para uma (re)organização do território na busca por uma maior eficiência infraestrutural em setores considerados estratégicos para o

crescimento econômico (transportes, energia e infraestrutura urbana), intensificando dessa maneira os questionamentos e as contradições previamente citadas.

Nesse contexto, as políticas públicas ambientais se inserem em um campo de forças repleto de questões conflitantes, salientando por vezes os embates existentes no debate pelo crescimento econômico e como promovê-lo. Ocasionalmente o discurso do crescimento a qualquer custo pressiona a proteção da diversidade biológica a tal ponto que a não realização de um empreendimento é considerado por parte da opinião pública um prejuízo à coletividade (BECHARA, 2009).

O vetor socioambiental acaba então por assumir um papel cada vez mais relevante na organização dos territórios, sobretudo quando as ações públicas gradativamente se tornam policêntricas, e o conceito de público incorpora não somente o Estado, mas também a sociedade civil e o setor privado (LITTLE, 2003).

No cerne dessas contradições há vários elementos relevantes, como os danos ambientais causados, pelas grandes obras infraestruturais dirigidas pelo Estado (nos diversos níveis de governo) e pelos grandes empreendedores privados.

Assim, perpassando por essa lógica contraditória entre o desenvolvimento sustentável e o crescimento tradicional estritamente econômico, tem-se a compensação ambiental, um instrumento da política ambiental do país vinculado ao processo de obtenção das licenças ambientais.

Nesse cenário o objetivo deste artigo é apresentar como o Estado e as suas políticas públicas definem e operacionalizam a compensação ambiental no Brasil considerando a escala federal da administração do território. Desse modo, a metodologia de elaboração do trabalho consistiu em pesquisa bibliográfica sobre o tema e em fontes oficiais do Governo Federal.

1. A compensação ambiental no Brasil

1.1. Definição e surgimento

A compensação ambiental no Brasil visa contrabalançar os impactos previstos no processo de licenciamento ambiental[1] de empreendimentos de construção civil com significativos impactos ambientais, tendo como base um estudo de impacto ambiental e respectivo relatório (EIA/RIMA)[2], onerando os empreendedores com o objetivo de compensar os impactos não mitigáveis causados.

Surgiu no Brasil associada aos grandes projetos do setor elétrico brasileiro, em especial àqueles situados na Amazônia, como uma forma de criação de áreas voltadas à conservação da biodiversidade nas regiões afetadas por esses grandes empreendimentos (FARIA, 2008),

[1] O licenciamento ambiental é um instrumento capaz de formalizar o papel antecipatório do empreendedor, garantindo aos possuidores das licenças o reconhecimento público de que suas atividades serão realizadas com a perspectiva de promover a qualidade ambiental e sua sustentabilidade. Ao emitir licenças o Estado busca controlar as atividades que possam interferir nas condições ambientais do território (IBAMA, 2002).

[2] Segundo o MMA (2009), o EIA é um documento de natureza técnica que tem como objetivo avaliar os impactos ambientais gerados por todas as atividades e/ou empreendimentos potencialmente poluidores e/ou que possam causar degradação ambiental. Esse estudo deve contemplar a proposição de medidas mitigadoras e de controle ambiental, visando garantir assim o uso sustentável dos recursos naturais. O RIMA, como relatório respectivo, deve refletir as conclusões do EIA e tem o objetivo de dar publicidade e portanto informar à sociedade sobre os impactos, medidas mitigadoras e programas de monitoramento do empreendimento ou atividade, sendo apresentado de forma a facilitar a compreensão em uma linguagem simples, objetiva e acessível.

pode-se dizer que foi um avanço como tentativa de regular e minimizar os impactos de um modelo de desenvolvimento simplesmente predatório em relação aos recursos naturais.

O ICMBio (Instituto Chico Mendes da Biodiversidade), órgão ambiental estatal, define em seu *site*[3] a compensação ambiental como um instrumento de política pública que, intervindo junto aos agentes econômicos, proporciona a incorporação dos custos sociais e ambientais da degradação gerada por determinados empreendimentos, em seus custos globais.

Para Born e Talocchi (2002), as compensações ambientais são instrumentos econômicos de remuneração realizados devido à existência de efeitos danosos, como impactos negativos e não mitigáveis decorrentes das atividades antrópicas diversas. Para Sánchez (2008), seria uma forma de "substituição" equivalente de um bem ambiental que será perdido, alterado ou descaracterizado, e não deve ser confundida como uma indenização, que é um pagamento em espécie pela perda de um bem.

Destaca-se que os termos compensação ambiental e medidas compensatórias são utilizados, com frequência, de forma indiscriminada gerando confusões que acarretam em equívocos comuns, mesmo entre técnicos da área ambiental. Medidas compensatórias são aquelas ações que visam compensar impactos ambientais negativos irreversíveis e inevitáveis, distinguindo-se das denominadas medidas mitigadoras que são ações destinadas a prevenir impactos adversos ou a reduzir aqueles que não podem ser evitados (FARIA, 2008).

Na legislação brasileira o tema da compensação ambiental foi tratado pela primeira vez pelo Conama em 1987 por meio da Resolução 10 que exigia das obras de grande porte a implantação de Estações Ecológicas como contrapartida. A fixação do montante de recursos a ser despendido pelo empreendedor deveria ser proporcional ao dano a se ressarcir, em o valor não inferior a 0,5% do custo de implantação do empreendimento (GIASSON; CARVALHO, 2012).

O instrumento somente foi estabelecido em lei no ano 2000 a partir do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)[4], mantendo-se o mínimo de 0,5% do custo de implantação do empreendimento.

Como se definiu esse percentual é uma questão que acarreta no Brasil várias discussões que envolvem a dificuldade de como valorar financeiramente os impactos ambientais causados por empreendimentos de significativo impacto ambiental, acarretando em um imbróglio jurídico até hoje em trâmite no Brasil.

A atribuição de valores aos ativos ambientais é um debate extremamente complexo no qual não se pretende aprofundar neste artigo, mas de forma geral um ativo da biodiversidade somente tem valor quando sua utilidade é imprescindível para a vida na Terra (MOTA; et al, 2010) e não há consenso em como monetiza-los de forma coerente. Todo recurso ambiental tem um valor intrínseco e do ponto de vista econômico, o valor de um recurso ambiental é o valor para a tomada de decisão, ou seja, é a contribuição do recurso para o bem-estar social (ORTIZ, 2003).

1.2. O imbróglio em relação ao percentual de cálculo e a atual metodologia

No final de 2004 a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) ajuizou a ADI[5] nº 3.378, com o objetivo de impugnar parte da Lei do SNUC, alegando que alguns dispositivos feririam

[3] ICMBIO (Instituto Chico Mendes da Biodiversidade). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/compensacao-ambiental.html>. Acesso: 09.jul.2014.
[4] Lei nº 9.985/2000, artigo 36.
[5] Ação Direta de Inconstitucionalidade

os princípios da legalidade, da separação de poderes, da razoabilidade e da proporcionalidade (DOMINGUES; CARNEIRO, 2010).

As questões centrais dessa ação estavam relacionadas ao fato da Lei do SNUC não fixar um percentual máximo para a definição da compensação ambiental pelo órgão ambiental licenciador, além da mesma estar vinculada ao custo total do empreendimento. Dessa forma, acabaria inclusive por penalizar o empreendedor que mais investisse em tecnologia para proteção ambiental (MACEDO, 2012).

Em 2006, o Tribunal Regional Federal da 1ª Região concedeu liminar[6] limitando a 0,5% o valor máximo para a aplicação do percentual da compensação ambiental a todos os empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental. Dois dias depois o Ibama (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, órgão ambiental federal) ajuizou no Superior Tribunal Federal (STF) uma Suspensão de Segurança[7] (nº 2.875) considerando legítima a fixação de um percentual mínimo e a ocorrência de grave lesão à ordem e à economia pública (DOMINGUES; CARNEIRO, 2010).

Logo em seguida, no mesmo ano, o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) publicou a resolução 371/2006, fixando o valor da compensação ambiental em exatos 0,5%, tornando-a invariável até que o órgão ambiental licenciador (Ibama) elaborasse uma metodologia de cálculo para definição do grau de impacto ambiental.

Em 2008, o STF analisou a ADI e julgou parcialmente precedente a ação declarando inconstitucional a expressão prevista na Lei do SNUC que define o valor da compensação no mínimo de 0,5% dos custos totais do empreendimento, dessa forma, o percentual deverá ser fixado proporcionalmente ao impacto ambiental sem vínculo ao custo total do empreendimento, tendo como base o EIA/RIMA.

Por fim, um ano após a decisão do STF foi publicado o Decreto 6.848/2009 alterando a regulamentação da compensação ambiental prevista no SNUC. Dessa maneira ficou definido que o Ibama deve estabelecer o grau de impacto de um empreendimento para fins da compensação ambiental considerando os impactos negativos sobre o meio ambiente tendo como base o respectivo EIA/RIMA, ademais de outros detalhes definidos no referido Decreto.

Este Decreto inovou ao definir em seu Anexo a Metodologia de Cálculo do Grau de Impacto Ambiental, que é utilizada atualmente para definir o grau de impacto (GI) de um empreendimento e consequentemente qual o valor da compensação ambiental a ser despendido pelo empreendedor tendo como base o valor de referência (VR)[8].

Assim, de forma inédita, esse Decreto instituiu um patamar máximo para a compensação ambiental, no montante correspondente a 0,5% dos custos do empreendimento, percentual que anteriormente era considerado pela Lei do SNUC e pelas Resoluções do Conama como mínimo (MACEDO, 2012), sem dúvida essa inversão de parâmetros foi uma tentativa de resposta à sentença proferida pelo STF.

[6] Agravo de Instrumento nº 2005.01.00.060479-0/DF.

[7] Suspensão de Segurança é um pedido feito ao presidente do STF para que seja cassada liminar ou decisão de outros tribunais, em única ou última instância, em mandado de segurança. A Suspensão só poderá ser concedida, por meio de despacho fundamentado, nos casos de lesão à ordem, à saúde, à segurança e à economia pública. A causa deve ser fundada em questão constitucional, caso contrário, a ação deve ser ajuizada no Superior Tribunal de Justiça.

[8] Decreto nº 6.848/2009. Art. 31-A. VR = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais.

Portanto, na nova metodologia de cálculo, de forma geral as referências para a avaliação do grau de impacto seriam: os impactos sobre a biodiversidade, o comprometimento de áreas prioritárias e a influência em unidades de conservação, além de alguns índices pré-estabelecidos (Figura 1).

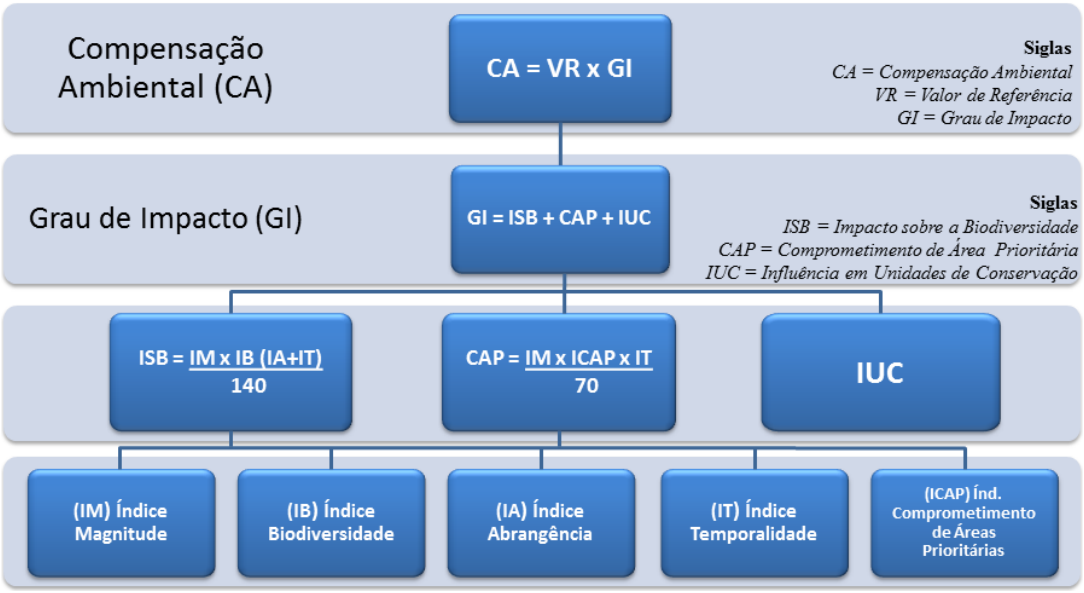


Figura 1: Metodologia de cálculo da compensação ambiental. Fonte: elaboração própria com base no Anexo do Decreto 6.848/2009.

Segundo Domingues e Carneiro (2010), o Decreto 6.848/2009 ao delimitar o valor da compensação ambiental entre 0% e 0,5% tendo como base o valor de referência (VR), que representa o somatório dos investimentos necessários para a implantação do empreendimento, seria uma afronta à decisão do STF que declarou inconstitucional a noção de custo total do empreendimento e a referência ao percentual. Além disso, o Decreto em vigor apenas dissimula os critérios julgados inconstitucionais, mas de qualquer maneira ao elaborar uma metodologia de cálculo foram minimizadas as inseguranças jurídicas causadas anteriormente pelo instrumento ambiental.

Ademais, como nenhum empreendimento ultrapassará o percentual de 0,5% houve um abrandamento das inseguranças dos empreendedores em relação ao fato da legislação anteriormente em vigor não fixar um percentual máximo a ser atribuída a compensação ambiental. Por outro lado deixa evidente que, ao menos para esse instrumento, o valor do meio ambiente nunca será maior que 0,5% do total a ser investido por um empreendedor, algo extremamente questionável.

Nessa disputa que exacerba as relações de poder e interesses do Estado e da iniciativa privada não se pode esquecer que há ainda outros importantes atores, como por exemplo, algumas organizações da sociedade civil[9]. Nesse sentido, em junho de 2009 o Instituto Socioambiental (ISA) e a ONG Amigos da Terra protocolaram a Reclamação nº 8.465 alegando que o Decreto 6.848/2009 afronta a decisão do STF[10].

[9] Consideram-se organizações da sociedade civil todas as organizações sem fins lucrativos que desenvolvem atividades vinculadas a inúmeras pautas e demandas. Segundo o art. 1º da Lei nº 9.790/1999, podem se qualificar como Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público as pessoas jurídicas de direito privado, sem fins lucrativos, ou seja, que não distribui, entre os seus sócios ou associados, conselheiros, diretores, empregados ou doadores, eventuais excedentes operacionais, brutos ou líquidos, dividendos, bonificações, participações ou parcelas do seu patrimônio, auferidos mediante o exercício de suas atividades, e que os aplica integralmente na consecução do respectivo objeto social.

[10] Disponível em <http://site-antigo.socioambiental.org/nsa/detalhe?id=2916>. Acesso: 28.mai.2014

De acordo com a petição apresentada, ao se impor um montante máximo para a compensação se estará desestimulando as empresas a investirem em tecnologias que, mesmo sendo possivelmente mais onerosas, sejam mais afáveis ao meio ambiente, os empreendedores saberão que isso encarecerá o valor da obra que volta a ser o fator indexador da compensação ambiental. Nessa lógica, quanto mais 'sujo' o empreendimento, mais barato ele será, e, consequentemente, menor será também o valor da compensação, muito embora o impacto causado venha a ser proporcionalmente maior.

Do ponto de vista dessas ONGs, o valor da compensação ambiental para estar de acordo com a decisão do STF deve ser baseado no impacto ambiental previsto e não no valor do empreendimento, ou seja, parece ainda distante o encontro de uma resolução para esse imbróglio.

1.3. A operacionalização da compensação ambiental em nível federal

A operacionalização da compensação ambiental em nível federal perpassa majoritariamente por atribuições do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ibama (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis) e ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Para tanto foram instituídas a Câmara Federal de Compensação Ambiental (CFCA) e o Comitê de Compensação Ambiental Federal (CCAF).

A CFCA é um órgão colegiado presidido pelo Ministério do Meio Ambiente e composto por membros dos setores público e privado, da academia e da sociedade civil; possui um caráter supervisor e tem por objetivo orientar o cumprimento da legislação referente à compensação ambiental. Seguindo um padrão de gestão pautado na ampliação dos espaços de participação da sociedade civil em nível nacional, sobretudo nas questões que envolvem as políticas ambientais (LOSEKANN, 2012).

O CCAF, presidido pelo Ibama, é integrado apenas por representantes dos órgãos ambientais federais e tem como principal competência deliberar sobre a divisão e a finalidade dos recursos oriundos da compensação ambiental federal

A Instrução Normatiza nº 8/2011 do Ibama, que regulamenta o procedimento da compensação ambiental no nível federal tendo como base o Decreto 6.848/2009, e a Instrução Normativa nº 20/2011 do ICMBio, que regula os procedimentos administrativos para a celebração dos Termos de Compromissos (TC) em cumprimento às obrigações das compensações ambientais dirigidas às unidades de conservação federais, são as bases normativas para a operacionalização do instrumento em nível federal, que ocorre conforme o exposto sinteticamente a seguir.

Compete à Diretoria de Licenciamento Ambiental (Dilic/Ibama) o cálculo do valor da compensação ambiental tendo como base as informações do EIA/RIMA elaborado pelo empreendedor, que deve conter um Plano de Compensação Ambiental sugerindo inclusive a Unidade de Conservação (UC) a ser beneficiada. Nesse sentido, o CCAF deliberará sobre a divisão e a finalidade da compensação ambiental, definindo as UCs beneficiadas podendo inclusive optar pela criação de uma nova área natural protegida.

Após as deliberações do CCAF o Ibama emite a Licença de Instalação do empreendimento exigindo, na forma de condicionante, o cumprimento das obrigações relativas à compensação ambiental. Posteriormente o órgão encaminhará ao CCAF o Plano de Compensação Ambiental consolidado.

Concomitantemente, o empreendedor será notificado a firmar o Termo de Compromisso (TR) para a execução da compensação junto ao ICMBio. Caberá a este órgão a fiscalização da execução do TR, enviando ao CCAF eventuais relatórios relacionados à auditoria, monitoria e

avaliação dos recursos aplicados. Além disso, cabe ao ICMBio após o cumprimento do TR de forma satisfatória a emissão da Certidão de Cumprimento da Compensação Ambiental (parcial ou integral) comunicando o CCAF e o Ibama.

Por fim, o atendimento da condicionante, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, será efetivado após o recebimento do atesto de pleno cumprimento da Compensação Ambiental pelo CCAF.

Considerações Finais

O Estado é o principal agente na dinâmica da gestão e no planejamento ambiental do território; falar do meio ambiente é tratar indissociavelmente do território, da mesma forma que falar de política é tratar de seus vínculos com a sociedade e esse agente assim como as relações de poder existentes (MELLO-THÉRY, 2011), passando por todas as organizações que acabam por "produzir" o território; certamente o Estado, a partir de suas políticas, está sempre organizando o seu território (RAFFESTIN, 1993 [1980]).

As relações de poder e interesses diversos são exacerbados na maior parte dos países no momento em que a prioridade quase sempre é o crescimento simplesmente econômico e muitas vezes a proteção ambiental é considerada um entrave para esse objetivo.

Nesse cenário intrincado e por vezes contraditório tem-se no Brasil a compensação ambiental. Tema controverso e tido por vezes como pouco compreendido mesmo entre profissionais relacionados ao setor socioambiental. Além disso, muitos setores não possuem o interesse de ampliar a sua compreensão, sendo objeto de numerosas críticas que acabam por revesti-lo de um sofisma concebido por argumentos de retardar o desenvolvimento econômico do país, sobretudo por dois motivos.

Primeiro, por possuir uma gestão estatal falha em relação à gestão e a fiscalização, por vezes com adoção de medidas desgovernadas pelos órgãos ambientais tornando o licenciamento ambiental passível de diferentes interpretações, sendo alvo de descrença em relação a possíveis punições legais.

Segundo, pela ausência de transversalidade das políticas públicas; frequentemente medidas díspares são adotadas, às vezes simplesmente inviabilizando empreendimentos sob o argumento da proteção do meio ambiente, em outros momentos licenciando projetos sem a devida atenção ambiental, tornando a emissão de licenças um instrumento que se aplica com interesses distintos.

É preciso enfatizar que nem tudo pode ser simplesmente compensado, portanto a compensação ambiental não pode ser simplesmente utilizada para aprovar qualquer atividade ou projeto (TORRESAN; LORANDI; 2008). O planejamento ambiental deve-se fundamentar na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente, estabelecendo as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades socioculturais a atividades e interesses econômicos, visando manter a máxima integridade possível dos seus elementos componentes (SANTOS, 2004).

O crescimento econômico não deve ocorrer a todo custo, é preciso garantir um desenvolvimento sustentável e, acima de tudo, coerente com perspectivas de longo prazo, sendo as questões que envolvem as compensações ambientais apenas um ponto dessa complexa conjuntura.

É curioso e intrigante refletir que a compensação ambiental é um instrumento inserido diretamente na contradição entre o crescimento econômico e a proteção ambiental, pois a soma de recursos direcionados só ocorre no momento que há intervenções no meio ambiente,

ou seja, quanto maior o montante de recurso disponível para o uso em medidas ambientais maiores são as intervenções no próprio ambiente.

Portanto, é necessário refletir sobre a forma como esse instrumento está estabelecido e sobre sua efetividade como um todo, pois talvez o mesmo esteja contribuindo para aprovação de intervenções ambientais que estão em sentido oposto aos seus objetivos preservacionistas.

De qualquer forma, em paralelo a essas reflexões, na atualidade é um mecanismo que envolve uma relevante soma de recursos que necessitam ser avaliados e despendidos de forma eficaz, pois é preciso que haja compensações de fato não apenas na esfera administrativa e jurídica. Por isso, é imprescindível ampliar esse espaço de discussão, afinal, as compensações ambientais existem para que e para quem?

Referências bibliográficas

Bechara E., 2009: *Licenciamento e Compensação Ambiental.* São Paulo: Atlas.

Born R. H., Talocchi S, 2002: Compensações por Serviços Ambientais: sustentabilidade ambiental com inclusão social. In: BORN, R. H.; TALOCCHI, S. (orgs.). *Proteção do capital social e ecológico: por meio de Compensações por Serviços Ambientais (CSA).* São Paulo: Peirópolis. p. 27-45.

Domingues J. M,; Carneiro J. S. A.., 2010: A Compensação Ambiental prevista pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): a ADI nº 3.378 e o Decreto nº 6.848/09. *Revista Direito GV 12*. São Paulo, **6 (2),** Jul-Dez, p. 493-502.

Faria I. D., 2008: *Compensação ambiental: os fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos.* Brasília: Conleg, Consultoria Legislativa do Senado Federal. Textos para discussão **nº43**, julho.

Giasson M. M., Carvalho S. H. C., 2012: *Mecanismo de compensação ambiental federal no Brasil: impactos negativos e os recursos revertidos para unidades de conservação.* 2ª Conf. da REDE de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos e 1° Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto. São Paulo.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2002: *Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal.* Brasília: Ibama.

Little P. E., 2003: Os desafios da política ambiental no Brasil. In: LITTLE, P. E. *Políticas Ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências.* Brasília: IIEB, p.13-21.

Losekann C., 2012: Participação da sociedade civil na política ambiental do Governo Lula. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, **v.15, n.1**, abr., Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2012000100012>. Acessado em 29.jul.2014.

Macedo L. A., 2012: Compensação Ambiental e ADI 3378-6: definições e impasses. In: Ferreira N. C. D., Alves J. A., Reis J. R. L.(orgs.). *Anais/encarte Técnico-Científico do Workshop sobre Compensações Ambientais no Brasil.* Manaus: Editora Aufiero, p. 29-40.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2009: *Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais: licenciamento ambiental.* Brasília: MMA.

Mello-Théry N. A.,2011: *Território e gestão ambiental na Amazônia.* São Paulo: Annablume.

Mota J. A. *et al.*, 2010. A valoração da biodiversidade: conceitos e concepções metodológicas. In: MAY, P. H. *Economia do meio ambiente: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2 ed., p. 265-288.

Ortiz R. A., 2003. Valoração Econômica Ambiental. In: May P. H., Lustosa M. C., Vinha V. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Elsevier, p. 81-100.

Raffestin C., 1993 [1980]: *Por uma geografia do poder.* São Paulo: Editora Ática.

Sanchez L. E., 2008: *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.* São Paulo: Oficina de Textos.

Santos R. F., 2004: *Planejamento Ambiental: teoria e prática.* São Paulo: Oficina de Textos.

Torresan F. E.; Lorandi R., 2008: A methodological proposal for quantifying environmental compensation through the spatial analysis of vulnerability indicators. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, **v. 51**, n.3, june.

SENSORIAMENTO REMOTO E O ESTUDO DO CLIMA URBANO EM CIDADE DE PEQUENO PORTE DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL EM EPISÓDIO DE VERÃO: O EXEMPLO DE RANCHARIA.

TEIXEIRA D. C. F. (1), AMORIM M.C.C.T. (2)

(1) Grupo de Pesquisa Interações na superfície, água e atmosfera, GAIA, Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, SP, Brasil [danielle.frasca@hotmail.com].

(2) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Grupo de Pesquisa Interações na superfície, água e atmosfera, GAIA, Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, 305 Roberto Simonsen, Presidente Prudente, SP, Brasil [mccta@fct.unesp.br]

Resumo – *O presente trabalho tem por objetivo analisar as características da temperatura do ar e da superfície no ambiente intraurbano e no rural próximo a fim de diagnosticar a existência de ilhas de calor atmosférica e superficial. Para isso foram realizados transectos móveis para medidas da temperatura do ar e o tratamento de imagens do satélite Landsat 7, banda 6, do sensor infravermelho termal para se obter a temperatura dos alvos. Os resultados mostraram que nos dois procedimentos foram diagnosticadas temperaturas mais elevadas no intraurbano, particularmente nas áreas densamente edificadas e com pequena quantidade de cobertura vegetal arbórea. As maiores ou menores intensidades das ilhas de calor atmosféricas estiveram associadas aos sistemas atmosféricos atuantes que resultaram em velocidades do vento maiores ou menores e as ilhas de calor superficiais estiveram associadas à presença de precipitação.*
Palavras-chave*: Ilha de calor urbana, temperatura da superfície, transecto móvel, sensoriamento remoto.*

Résumé – Télédétection et l'étude du climat urbain dans ville petit intérieur de l'état de São Paulo, Brésil épisode de l'été: l'exemple de Rancharia Résumé *–Cette étude vise à analyser les caractéristiques de la température de l'air et de surface dans un environnement intra-urbain et rural proche afin de diagnostiquer l'existence d'îlots de chaleur atmosphérique. Des transects mobiles ont été effectués pour les mesures de température de l'air et le traitement d'images de satellite Landsat 7, bande 6, du capteur infrarouge thermique pour obtenir la température des surfaces. Les résultats ont montré que dans les deux procédures des températures plus élevées ont été diagnostiquées dans l'intra-urbain, en particulier dans les zones densément construites et avec une petite quantité de couverture boisée. Les plus grandes ou plus petites intensités des îlots de chaleur atmosphériques ont été associées aux systèmes météorologiques actifs en fonction de la vitesse du vent et les îlots de chaleur de surface ont été associés à la présence de précipitation.*
Mots-clés : *Îlot de chaleur urbaine, température de la superficie, transects mobile, télédétection.*

Abstract - Remote sensing and urban climate study in small city at the São Paulo state, Brazil, summer episode: the example of Rancharia*. The present paper aims to analyze the characteristics of the air temperature and of the surface, at the interurban and nearby rural environment, to diagnose the existence of islands of atmospheric and superficial heat. For this, mobile transects were performed for measurements of air temperature, as well as the treatment of Landsat 7 satellite images, band 6, of the thermal infrared sensor, to obtain the temperature of the targets. The results showed that in both procedures, the highest temperatures were detected in the interurban environment, particularly in densely built areas, and those with a small amount of natural vegetation cover. The highest or lowest intensities from the atmospheric heat islands were associated with active weather systems, which resulted in higher or lower wind speeds, while the superficial heat islands were associated with the presence of precipitation.*
Keywords *: Urban heat island, surface temperature, mobile transect, remote sensing.*

Introdução

A cidade de Rancharia localiza-se no oeste do Estado de São Paulo/Brasil, distante aproximadamente 516 Km da capital paulista (Figura 1). É uma cidade de pequeno porte, com população estimada de 29.732 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística[1] - IBGE - para o ano de 2013. O presente trabalho tem por objetivo comparar as características da temperatura do ar com informações relativas à temperatura da superfície no ambiente intraurbano e no rural próximo a fim de diagnosticar a existência de ilhas de calor atmosféricas e de superfície. O levantamento destes dados resulta do trabalho de campo do período de verão, realizado em janeiro de 2014.

[1] Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354220&search=sao-paulo rancharia> Acesso em 24 Janeiro 2014.

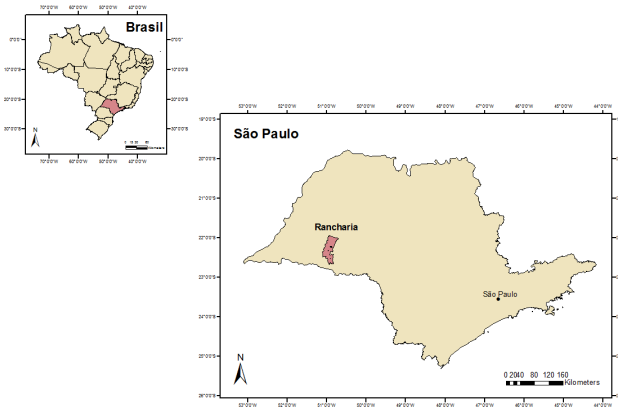


Figura1. Mapa de localização de Rancharia-SP.
Elaboração: Danielle C. F. Teixeira (2014).

A urbanização tardia e com planejamento inadequado foi comum às cidades brasileiras de todos os portes e dos mais variados graus de urbanização, contudo e evidentemente nas maiores aglomerações urbanas os problemas causados pelo uso inadequado dos espaços intraurbanos se tornam mais impactantes, mas mesmo as cidades de médio e pequeno porte têm apresentado problemas ambientais e sociais que refletem no comprometimento da qualidade de vida do homem urbano:

> É sabido que a degradação ambiental e a queda da qualidade de vida nas cidades destes países se agravam à proporção que a urbanização se intensifica. As cidades médias e pequenas atestam, assim, embora em níveis inferiores aos das grandes cidades e áreas metropolitanas, graves problemas ambientais [...] (MENDONÇA, 2003. p. 94).

Nesse aspecto as cidades de pequeno porte também justificam a importância dos estudos ambientais e apresentam "consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano" (MENDONÇA, op. cit. p. 96). No caso das cidades de pequeno e médio porte existem facilidades na intervenção e no planejamento dos novos espaços produzidos.

O estudo de cunho ambiental nas cidades exige um esforço interdisciplinar. Entre todas as questões envolvidas estão aquelas referente à atmosfera urbana que é uma preocupação recente nas cidades de pequeno e médio porte. Lombardo (1985, p. 22) destaca que "a cidade apresenta alterações climáticas muito diferenciadas das áreas circunvizinhas. A intensidade de urbanização expressa em termos de espaço físico construído altera significativamente o clima". Assim, o tamanho da cidade, as características da paisagem onde se insere o sítio urbano são importantes para a determinação da singularidade climática do local (MENDONÇA, 2003. p. 97).

Cidades de pequeno e médio porte têm apresentado importantes modificações que implicam no comprometimento da qualidade de vida do homem (MENDONÇA, 2003. p. 94). Entre estas modificações, estão as que se referem aos aspectos climáticos com alterações significativas da atmosfera urbana (AMORIM, 2000; VIANA, 2006; UGEDA JÚNIOR, 2011; ORTIZ, 2012).

1. Método e procedimentos metodológicos

A proposta teórico-metodológica do Sistema Clima Urbano elaborada por Monteiro (1976) com base na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1950) foi norteadora desta pesquisa. Monteiro (1976) definiu dez enunciados básicos que demonstram o S.C.U como um sistema aberto, adaptativo, dinâmico, integrado, evolutivo, passível de autorregulação, morfogenético, organizado em subsistemas que apresentam as relações sistêmicas existentes no S.C.U e se voltam para a percepção humana, sendo eles:

> a) Conforto Térmico *(Subsistema Termodinâmico)*: Englobando os componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente.
> b) Qualidade do ar *(Subsistema Físico-Químico)*: A poluição é um dos males do século, e talvez aquele que, por seus efeitos mais dramáticos, atraia mais a atenção. Associada às outras formas de poluição (água, solo etc.), a do ar é uma das mais decisivas na qualidade ambiente urbana.
> c) Meteoros de impacto *(Subsistema Hidrometeórico)*: aqui estão agrupadas todas aquelas formas meteóricas, hídricas (chuva, neve, nevoeiros), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestade), que assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e os serviços. (MONTEIRO, 2003. p. 24, grifo nosso).

Os elementos termodinâmicos do S.C.U são percebidos pela sociedade através do conforto térmico por meio das variáveis térmicas e higrométricas. Estes dois elementos são insumos do S.C.U transformados na cidade e resultam do balanço de energia líquida que atua no sistema (MONTEIRO, 2003. p. 44). Como insumo resultante do balanço de energia entre superfície e atmosfera, o padrão de ocupação do solo urbano e a forma urbana são fatores que influenciam e são influenciados pelas variáveis do clima (UGEDA JÚNIOR, 2011, p. 32).

Para a investigação proposta, o levantamento de dados ocorreu por meio do transecto móvel (OKE, 1982; GÓMEZ, 1993; MONTEIRO, 1997; BRANDÃO, 2003; AMORIM, 2005). Este procedimento metodológico foi realizado em quatro episódios noturnos (21h00) do mês de janeiro de 2014, mês representativo do verão em condições de estabilidade atmosférica. A sua realização não foi consecutiva, mas distribuída em dias da semana e do final de semana de forma a se representar a dinâmica urbana. O percurso foi realizado nas avenidas Dom Pedro II (sentido oeste-leste), Avenida Pedro de Toledo e suas ruas adjacentes (sentido norte-sul) vias percorridas por um veículo que portava termohigrômetro digital, modelo TH-03B da marca *Impac*. Este sensor foi fixado na extremidade de uma haste de 1,5 metros em relação ao solo. A temperatura e a umidade do ar foram registradas a cada 100 metros percorridos com o auxílio do hodômetro do veículo. Destaca-se que o procedimento teve duração de aproximadamente 50 minutos e somente um veículo foi utilizado para o percurso.

Outra ferramenta para esta análise consistiu na elaboração de cartas de temperatura da superfície geradas a partir de imagem do canal termal do satélite *Landsat 7* dos dias 04/01/2014 e 20/01/2014 que teve como objetivo analisar a distribuição da temperatura

superficial no ambiente intraurbano e do rural próximo, diferenciando as áreas mais e menos aquecidas.

De acordo com Gartland (2010, p. 40, grifos nosso):

> Estações fixas e transectos móveis são geralmente utilizados para monitorar as temperaturas do *ar* em uma cidade. O sensoriamento remoto pode ser usado para medir temperaturas e outras características de *superfícies*, como por exemplo, coberturas, pavimentos, vegetação e solo nu, por meio da medição de energia refletida e emitida a partir deles.

A *American Society for Photogrammeetry and Remote Sensing* (AS-PRS) descreve o sensoriamento remoto como a medição ou aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por meio de um dispositivo de registro que não esteja em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno em estudo, conforme afirma Colwell (1997 apud JENSEN, 2009, p. 3). Segundo Jensen (op. cit, p. 251), "objetos que têm temperatura acima do zero absoluto (0 K) emitem energia eletromagnética. Portanto, todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem, como vegetação, solo, rocha, água e pessoas emitem radiação eletromagnética infravermelha termal". Desta forma, utilizou-se do canal termal do satélite Landsat 7 para se analisar a temperatura superficial do sítio urbano e do rural circunvizinho de Rancharia.

O satélite Landsat 7 foi lançado em 1999, equipado com o sensor ETM+, um melhoramento dos sensores anteriores do Landsat 4 e Landsat 5, constituído por 8 bandas espectrais, e uma banda pancromática. No ano de 2003 sofreu avarias de *hardware* no sensor *Scan Line Corrector* (SLC) do sistema ETM+, contudo o Landsat 7 obtém imagens atualizadas que incluem Rancharia (ponto 222/075), pois esta localiza-se no centro da cena, onde ainda é possível obter informações de qualidade. Para a presente análise foi utilizado o canal termal (infravermelho) a partir da banda 6[2], com resolução espacial de 60 metros (faixa espectral 10,4-12,5µm-micrômetro)[3]. Possui resolução temporal de 16 dias e sua passagem ocorre às 10h00, no período matutino[4].

A obtenção da temperatura de superfície (Temperatura aparente) utiliza cálculos e algoritmos realizados no aplicativo *Idrisi 17.0* que converte os níveis de cinza para radiância (escala colorida), a partir de fórmulas, cujos valores são mostrados na Tabela 1:

L λ	Radiância espectral no sensor de abertura em Watts
QCAL	Valor do pixel calibrado em DN
lmax λ	Radiância espectral que é escalonado para QCALMAX em Watts no valor de 17.040
Lmin λ	Radiância espectral que é escalonado para QCALMIN em Watts no valor de 0.000
QCALMAX	O máximo valor de pixel calibrado, correspondente à **lmax** λ em DN = 255
QCALMIN	O mínimo valor de pixel calibrado, correspondente à **Lmin** λ em DN = 1

Tabela 1: Conversão para radiância.
Fonte: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html>Acesso em 25/07/2014.

2. O transecto móvel de verão: resultados

[2] Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>
[3] Fonte:<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php>) Acesso em 07 jan.2013
[4] Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/Satelites/LANDSAT7.php> Acesso em 29 jul.2014.

O mês de janeiro de 2014 apresentou algumas peculiaridades no comportamento da atmosfera. Segundo a síntese sinótica do CPTEC INPE[5], as chuvas foram abaixo da média e as temperaturas máximas foram acima da média para a região Sudeste do Brasil, com registros recordes em algumas localidades. Estas situações foram justificadas pela ocorrência de um bloqueio atmosférico de longa durabilidade no Oceano Atlântico que determinou uma circulação da ZCAS[6] negativa e impediu o avanço de sistemas frontais. A ZCAS consiste numa característica climática que tem um papel regulador da precipitação sobre a região Sudeste (Cavalcanti et. al. 2009, p. 106). O acumulado mensal de chuva foi de 133 milímetros, de acordo com informações disponibilizadas pelo Instituto Agronômico de Campinas – IAC, valor muito abaixo da média que é de 205 mm para o mês de janeiro de acordo com a série histórica de dados de 1961 a 2003.

O primeiro transecto aconteceu no dia 05/01/2014 (Figura 2) sob atuação da massa de ar Tropical Atlântica na área de estudo, o que explica a existência de maiores temperaturas no período. No momento do registro dos dados de temperatura a direção do vento era de leste e sua velocidade de 2,8 m/s. Não houve precipitação durante o dia, mas no dia anterior, a estação do IAC registrou 12mm de precipitação. A temperatura máxima registrada na estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no dia 05/01/2014 foi de 30,1°C e a mínima de 20,6°C. Durante o trajeto do transecto a menor temperatura verificada foi de 21,6°C em ambiente de transição do rural-urbano e a maior temperatura foi 23,8°C, verificada no centro urbano. As maiores temperaturas formaram um bolsão de ar mais aquecido no centro da cidade e no conjunto habitacional no setor centro-leste, onde o padrão construtivo configura-se como área densamente construída, com terrenos menores e pouca vegetação arbórea.

Os dias 09/01/2014 (Figura 3) e 19/01/2014 (Figura 4) registraram as maiores diferenças térmicas no período observado. No dia 09 uma frente fria atuava sobre o sul e parte do sudeste do Brasil, havendo uma suave queda na temperatura neste dia, com registro de 6 mm de chuva em Rancharia. Às 21h00 o vento apresentou a velocidade de 0,6 m/s, proveniente de leste e a diferença verificada entre o ponto mais quente e mais frio foi de 3,9°C. Repetiu-se as mesmas características de distribuição da temperatura no centro, mas a área periférica leste apresentou menores temperaturas. Neste episódio, a temperatura máxima registrada no transecto foi de 26,6°C no centro da cidade, enquanto que a menor temperatura foi de 23,9°C na transição para o ambiente rural.

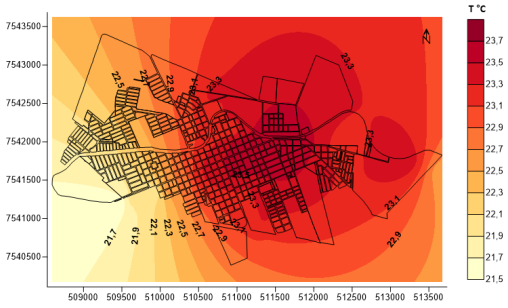


Figura 2. Temperatura do ar, transecto móvel, 05/01/2014, 21:00.

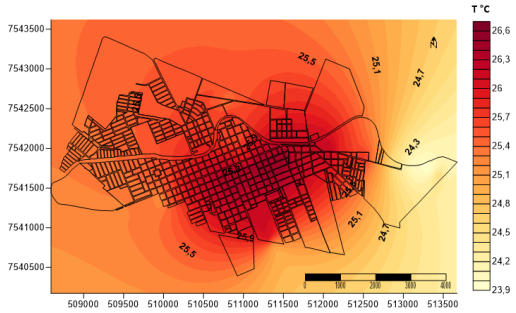


Figura 3. Temperatura do ar, transecto móvel, 09/01/2014, 21:00.

[5] Disponível em:<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/125818> Acesso em 26 jun.2014
[6] Zona de Convergência do Atlântico Sul.

O transecto do dia 19/01/2014 (Figura 4) aconteceu num domingo, véspera de feriado. Neste dia, atuava no município uma Massa Polar Tropicalizada, o que conferiu estabilidade ao tempo, fazendo com que a diferença entre o urbano e rural fosse de 3,9 °C. Durante o dia, a temperatura máxima registrada na estação automática[7] de Rancharia foi 32,8°C enquanto a mínima foi 23,2°C. Os ventos eram oriundos do sudeste, estavam fracos, apresentando a velocidade de 0,2 m/s. Verificou-se o mesmo padrão de aquecimento dos dias anteriores, com as maiores temperaturas registradas no centro urbano, enquanto que as menores temperaturas se concentraram nas áreas periféricas a leste, oeste e sul.

No dia 20/01/2014 (Figura 5) era feriado em Rancharia, ainda sob influência de uma Massa Polar Tropicalizada e a velocidade do vento às 21h00 era de 1,7 m/s, proveniente de leste e nordeste. Não ocorreu precipitação e verificou-se uma mudança no padrão de aquecimento em relação aos dias anteriores. Na porção norte da malha urbana, registrou-se um bolsão de ar quente, calor antropogênico gerado pelo movimento de carros e pelos refletores acesos no campo de Futebol da Vila Matarazo, próximo à via percorrida pelo transecto.

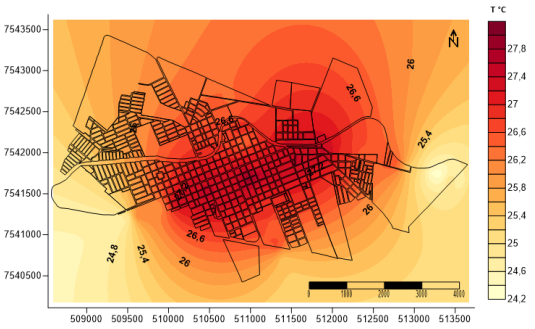


Figura 4. Temperatura do ar, transecto móvel 19/01/2014, 21:00.

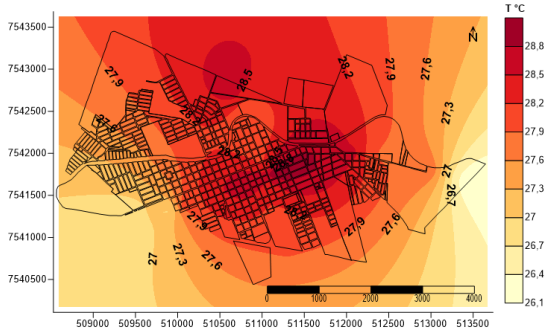


Figura 5. Temperatura do ar, transecto móvel 20/01/2014, 21:00.

3. Temperatura da superfície a partir do canal termal: resultados

As cartas de temperatura superficiais possibilitam uma comparação entre as diferentes superfícies como as áreas urbanas, setores com maior densidade de vegetação e os solos rurais no momento da aquisição da imagem pelo sensor. As áreas urbanas, caracterizadas pela maior densidade de edificações e de impermealização do solo apresentam maior aquecimento, pois são materiais com baixa emissividade térmica e baixo albedo. “Os pavimentos contribuem para os efeitos da ilha de calor, pois se aquecem sob o sol e liberam esta energia armazenada para seus arredores ao entardecer e durante a noite” (Gartland, 2009, p. 105). Em contrapartida, a área rural, com exceção dos solos nus, apresenta menor capacidade térmica, pois demandam mais energia para se aquecer. No caso dos solos expostos e secos na área rural, estes também possuem reduzido albedo, ou seja, refletem menos e acumulam o calor, conforme é verificado nos detalhes das Figuras 6 e 7.

A imagem do dia 04/01/2014 (Figura 6) apresenta temperaturas superficiais no intervalo de 21°C a 32°C que estão relacionadas com a distribuição das áreas verdes, o padrão de uso e ocupação do solo urbano e do solo rural. A área densamente construída, as edificações feitas com coberturas metálicas e de fibrocimento apresentaram-se mais aquecidas do que áreas com cobertura vegetal no intraurbano. Superfícies caracterizadas como solo exposto da zona rural também são áreas mais aquecidas do que as pastagens e plantações, como é possível observar nas fotos destacadas nas figuras 6 e 7.

[7] Disponível em: <www.inmet.gov.br/>Acesso em 03 Jan. 2014.

Comparando-se as duas imagens do canal termal, as áreas densamente construídas apresentaram o mesmo padrão de aquecimento no intraurbano. No entanto, a área rural diferenciou-se visto que no dia 03/01/2014 houve registro de 20 mm de chuva e no dia 04/01/2014 de 12 mm o que determinou um padrão de menor aquecimento dos alvos localizados na área rural (Figura 6), pois os solos estavam úmidos. No dia 20/01/2014 (Figura 7), tanto as superfícies urbanas como as rurais apresentaram maiores temperaturas do que no episódio do dia 04/01/2014. Em ambas, as áreas intraurbanas, com pequena distribuição de cobertura vegetal ou arbórea destacaram-se com maior aquecimento, notadamente alguns setores na zona noroeste que é uma área em expansão urbana e com solo exposto, e no nordeste da cidade onde localiza-se a área industrial, composta por galpões e coberturas metálicas, em detalhes nas fotos das Figuras 6 e 7.

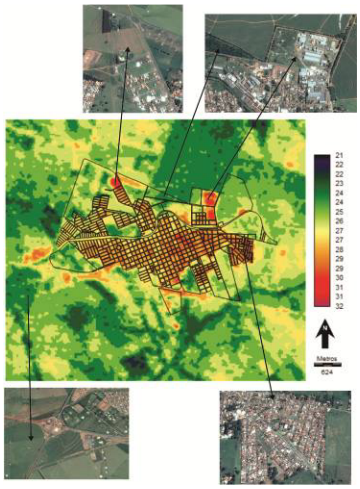


Figura 6. Carta de temperatura da superfície de Rancharia-SP, infravermelho termal do satélite Landsat 7, 04/01/2014. Fonte:<http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/WRS222-075>Org. TEIXEIRA, D.C.F.(2014)

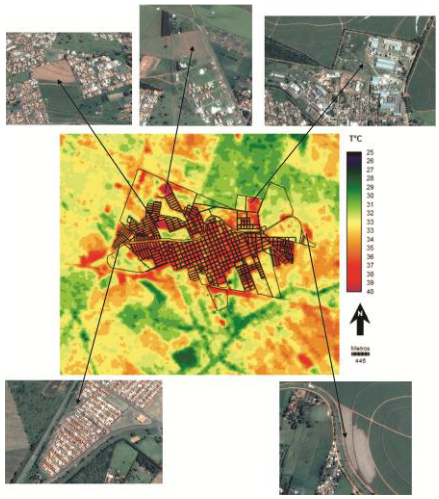


Figura 7. Carta de temperatura da superfície de Rancharia-SP, infravermelho termal do satélite Landsat 7, 20/01/2014. Fonte:<http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/WRS222-075>Org. TEIXEIRA, D.C.F.(2014)

Conclusões

As medições de temperatura do ar e da superfície, mesmo com procedimentos diferentes de aquisição de dados constituem importantes ferramentas para a caracterização do clima urbano. Mesmo que as duas formas de aquisição não sejam simultâneas, visto que os transectos são noturnos enquanto que a imagem de satélite é obtida por volta das 10h00 no período da manhã, existem relações entre a temperatura do ar e a temperatura da superfície, especialmente nos setores intraurbanos. De toda forma, as duas análises se complementam e contribuem para a identificação de ilhas de calor atmosféricas e superficiais.

Os transectos são eficientes para obtenção de dados da temperatura do ar e a identificação de ilhas de calor atmosféricas. Sua execução depende das condições de estabilidade do tempo, mas seu baixo custo possibilita uma frequência maior de observações, enquanto que o sensoriamento remoto com imagens gratuitas está condicionado à resolução temporal do satélite, neste caso, de 16 dias.

No caso da observação por meio dos transectos, nos quatro episódios, a ilha de calor urbana configurou-se no padrão habitual de maior aquecimento do centro urbano, mais densamente edificado, sendo que a intensidade da ilha de calor ficou condicionada as condições meteorológicas. Quanto mais fraco foi o vento, maior foi a diferença térmica.

Com relação às imagens do canal termal, estas identificaram os alvos com maior e menor aquecimento das cenas em questão e a ocorrência de chuva foi importante para se observar menores temperaturas, sobretudo na área rural.

Referências bibliográficas

Amorim M.C.C.T., 2000: O clima urbano de Presidente Prudente/SP. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 374 p.

Amorim M.C.C.T., 2005: Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno**.** Geosul, UFSC - Florianópolis, **39**, 65-82.

Brandão A.M.P.M., 2003: O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. *Clima Urbano.* Org. Mendonça, F; Monteiro, C.A de F. São Paulo: Contexto, 121 – 153.

Cavalcanti I. F. de A., Ferreira N. J., Silva M. G. A. J., Dias M. A. F. S., 2009: Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de textos.

Gartland L., 2010: Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos. 248 p.

Gómez A. L., 1993: *El clima de las ciudades españolas.* Madrid.

Jensen J. R., 2009: Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2 ed. São José dos Campos: Parenteses.

Lombardo M. A., 1985: Ilha de calor nas Metrópoles: O exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 244 p.

Monteiro C.A, 1976: Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IGEOG/USP.

Monteiro C. A.F., Mendonça F., 2009: Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 192 p.

Monteiro A., 1997: O clima urbano do Porto: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 486 p.

Ortiz G. F., 2012: O clima urbano de Cândido Mota: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente-SP. 163 f.

Oke T.R., 1982: The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the RoyalMeteorological Society*, n. **455**, 1-24, Jan.

Ugeda Júnior J. C., 2011: Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente-SP. 383f.

Viana S.E.M., 2006: Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio-SP. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente-SP. 190f.

Site Oficial do IBGE. Disponível em: <http//:www.ibge.gov.r>Acesso em: 14 Mar.2014**.**

Site Oficial do INMET. Disponível em*:* <www.inmet.gov.br/>Acesso em 03 Jan. 2014.

BRASIL E UNIÃO EUROPEIA NA CONFERÊNCIA DAS PARTES DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE COPENHAGUE

GAMBA C. [(1)], RIBEIRO W. C. [(1)], DUBREUIL V. [(2)], LAQUES A.E. [(3)]

(1) Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo. Cidade Universitária, São Paulo, Brasil [carolina.gamba@ig.com.br, wribeiro@usp.br]

(2) LETG-RENNES-COSTEL, Université Rennes 2, UMR 6554 CNRS. France. [vincent.dubreuil@uhb.fr]

(3) UMR-ESPACE, IRD, Montpellier, France, [anne-elisabeth.laques@ird.fr]

Resumo *– Esse artigo visa analisar as posições de dois sujeitos destacados na COP 15: o Brasil e a União Europeia. A escolha por eles deve-se ao fato de que protagonizaram o debate, por meio de propostas que foram discutidas pelos demais países. A metodologia utilizada consistiu em uma revisão bibliográfica sobre a ordem ambiental internacional e uma recuperação histórica das discussões, realizada por meio da consulta aos discursos proferidos pelos representantes dos sujeitos citados, bem como por meio de revisão de relatórios divulgados na COP e posterior a ela. Esse conjunto de informações está exposto em quatro partes: a ordem ambiental das mudanças climáticas e a COP 15, na qual se apresenta uma revisão das negociações envolvendo as mudanças climáticas e os objetivos da COP de Copenhague; o Brasil na COP 15, com as posições do país na reunião; a UE na COP 15, na qual são expostas as propostas do bloco no evento, para finalizar com uma síntese comparativa*

Palavras-chave: *mudanças climáticas globais, Brasil, União Europeia, COP 15, ordem ambiental internacional.*

Résumé – Le brésil et l'Union Européenne dans la conférence des parties du changement climatique de Copenhague *Cet article vise à analyser les positions de deux protagonistes majeurs lors de la COP 15 : le Brésil et l'Union Européenne. Ce choix est lié au fait que ces deux acteurs ont impulsé les débats en faisant des propositions discutées ensuite par l'ensemble des pays. La méthodologie retenue est une analyse bibliographique sur les rapports environnementaux internationaux, des discours prononcés par les représentants de ces pays (ou ensemble de pays), ainsi que des rapports divulgués postérieurement à la COP 15. Cet ensemble d'informations est structuré en quatre parties : une première aborde la question des rapports environnementaux sur les changements climatiques avant la COP 15 et les objectifs de celle-ci ; une deuxième partie traite de la position du Brésil par rapport aux principaux pays pendant la COP 15 et une troisième sur celle du bloc de l'UE; une dernière partie propose une synthèse comparative entre ces deux protagonistes.*

Mots-clés: *Changements climatiques globaux, Brésil, Union Européenne, COP-15, rapports environnementaux internationaux*

Abstract – Brazil and the European Union on the conference of the parties of climate change for Copenhagen *This article aims to analyze the positions of two prominent actors in COP 15: Brazil and the European Union. The choice is due to the fact that they staged the debate, through proposals that were discussed by the other countries. The methodology consisted of a literature review on international environmental order and historical recovery of the discussions held by consulting the speeches given by representatives of the countries, as well as through review of reports released in COP and subsequent to it. This set of information is exposed in four parts: the environmental order of climate change and COP 15, in which it presents a review of the negotiations involving climate change and the goals of the COP of Copenhagen; Brazil at COP 15, with the positions of the country at the meeting; the EU at COP 15, in which it sets out the proposal of the block at the event, to finish with a comparative overview.*

Keywords: *global climate change, Brazil, European Union, COP 15, international environmental order.*

Introdução

Mudanças climáticas estão entre os temas mais relevantes do debate internacional contemporâneo. Elas ganharam a opinião pública internacional, a partir da difusão de estudos que apontam alterações em curso na dinâmica do planeta, que, se confirmadas, podem gerar consequências bastante complexas a muitos países (IPCC, 2013 ; Merot et al., 2012).

Este artigo visa apresentar um momento considerado fundamental nas negociações para a redução das emissões de gases de efeito estufa: a 15ª Conferência das Partes de Copenhague, realizada em 2009, com destaque para dois atores destacados nas negociações internacionais sobre o tema: o Brasil e a União Europeia (UE). Para tal, está dividido em quatro partes: a ordem ambiental das mudanças climáticas e a COP 15; o Brasil na COP 15; a UE na COP 15 e uma síntese comparativa.

1. A ordem ambiental das mudanças climáticas e a COP 15

Desde a década de 1990 ocorrem reuniões entre países para tratar das mudanças climáticas globais (De Mello et al., 2013). Esse movimento teve um momento destacado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, realizada no Rio de Janeiro no Brasil, em 1992, quando foi assinada a Convenção Quadro de Mudanças Climáticas - CMC. A Convenção estabeleceu que os países membros devem reunir-se periodicamente nas Conferências das Partes (COP), nas quais são adotadas as medidas necessárias para evitar o aumento da temperatura da Terra, bem como, as medidas para a adaptação que tais mudanças podem gerar.

Em 1997, em Kyoto, no Japão, foi assinado o Protocolo de Kyoto - PK, que estabeleceu normas de redução de gases de efeito estufa para parte dos países-membros da CMC. O PK teve um período de funcionamento, 2008 a 2012, de modo que era preciso renegociar suas bases, ou mesmo estabelecer novas formas de controlar e diminuir o volume de emissões.

Esse conjunto de eventos internacionais constitui a ordem ambiental das mudanças climáticas (RIBEIRO, 2001), na qual atuam países, blocos de países e, também, grupos de pressão, como organizações não governamentais (ONGs), empresas e agencias multilaterais. No caso específico das mudanças climáticas, cabe destacar o papel do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), que funciona como um assessor consultivo, já que ele elabora relatórios científicos que podem orientar as decisões dos países membros. É o IPCC, por exemplo, que aponta para a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa de modo a evitar um aumento médio da temperatura da Terra que leve a consequências desastrosas, como a elevação do nível do mar e mudanças no regime de chuvas, entre outras.

A CMC usou princípios importantes em seu texto, que funcionaram como um anteparo para as decisões dos países. Um deles foi o Princípio das Responsabilidades Comuns, porém Diferenciadas, por meio do qual os países reconhecem que aqueles que emitiram mais gases estufa que os que passaram a emitir mais tarde devem reduzir suas emissões antes. Outro princípio adotado foi a da precaução, por meio do qual, ainda que se tenha uma dúvida científica acerca de um problema, como o que envolve as mudanças climáticas, devem-se adotar medidas preventivas já que não se sabe ao certo as consequências que podem vir a ocorrer, caso o problema se confirme.

Entre as Conferências das Partes já realizadas envolvendo as mudanças climáticas globais, a que ocorreu em Copenhague, em 2009, foi das que mais despertou atenção da opinião pública. A COP 15 tinha como objetivo rever as metas de emissões pelos países e, por isso, foi o encontro da ordem ambiental internacional que reuniu mais chefes de estado e de governo depois da CNUMAD, até sua realização. Isso ocorreu porque havia uma grande expectativa de que as negociações sobre redução de emissões de gases de efeito estufa avançassem. Porém, ao final dos trabalhos os resultados não refletiram os anseios de analistas e da sociedade civil, que também esteve presente e atuante na reunião.

2. O Brasil na COP 15

A COP 15 foi marcante no que tange a uma mudança no posicionamento brasileiro nas negociações sobre o clima. Segundo Santarius et al (2011), o Brasil deixou o evento como um dos vencedores da conferência, pelo menos do ponto de vista político. Isto porque se apresentou como uma liderança na política climática, pela experiência e confiança passada pela delegação brasileira e, sobretudo pela adoção de compromissos voluntários de redução de emissões de gases de efeito estufa.

De fato, foi a primeira vez, no que tange aos acordos da ordem ambiental internacional

sobre o clima, que o país mostrou-se disposto a dialogar acerca de compromissos de mitigação, inclusive com apresentação de números. A divulgação de compromissos voluntários de redução nacionais de emissões de gases de efeito estufa durante o evento consolidou uma mudança de posicionamento do ponto de vista político, diante de longos anos de recusa em assumir qualquer tipo de obrigações, ainda que voluntárias, no âmbito da Convenção.

O anúncio realizado durante a COP 15 referiu-se a medidas de mitigação de gases de efeito estufa em diferentes setores, expressas em termos de toneladas de CO2 equivalente (Tabela 1). As mesmas envolvem uma expectativa de redução de 36,1% a 38,9% até o ano de 2020 (BRASIL, 2010), um número bastante expressivo.

Medidas de Mitigação	**Redução estimada (tonelada de CO2 eq) para 2020:**
Redução no desmatamento da Amazônia	564 milhões
Redução no desmatamento do Cerrado	104 milhões
Recuperação de pastagens	83 a 104 milhões
Sistema de integração lavoura-pecuária	18 a 22 milhões
Plantio direto	16 a 20 milhões
Fixação biológica de N2	16 a 20 milhões
Eficiência energética	12 a 15 milhões
Aumento do uso de biocombustíveis	48 a 60 milhões
Aumento da oferta de energia por hidrelétricas	79 a 99 milhões
Fontes alternativas de energia	26 a 33 milhões
Ferro e aço (substituição do carvão de desmatamento por carvão de florestas plantadas)	8 a 10 milhões

Tabela 1. Compromissos nacionais voluntários de redução de emissões anunciados pelo Brasil durante a COP 15 (BRASIL, 2010**)**

Pela observação do tabela acima, verifica-se a dimensão dos esforços no sentido do planejamento em diferentes níveis de governo, para diferentes setores de atividades para que tais medidas possam ser cumpridas. É importante ressaltar que, haja vista que a maior parte das emissões brasileiras de gases de efeito estufa, naquele momento, provinha de mudanças no uso da terra na região amazônica, tal domínio morfoclimático foi considerado chave no que tange a qualquer medida de mitigação.

De acordo com Abranches (2010), a decisão sobre compromissos nacionais voluntários não foi tarefa fácil. Num primeiro momento, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva, a ministra da casa civil e chefe da delegação brasileira na COP 15 – Dilma Roussef, e o Itamaraty se colocaram contra tal atitude; assim como a porção do Ministério de Ciência e de Tecnologia (MCT) que cuidava de diversos assuntos relacionados às mudanças globais do clima – como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e os inventários de emissões. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por sua vez, sempre foi a favor e, surpreendentemente, o Ministério da Agricultura também apoiou os compromissos voluntários. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) também concordava com a adoção de medidas deste tipo desde a gestão Marina Silva. Para Carlos Minc, Ministro do Meio Ambiente em 2009, a economia de baixo carbono era uma ótima oportunidade para o Brasil, de modo que o mesmo deveria assumir

posição de liderança no processo (ABRANCHES, 2010). Após o convencimento, sobretudo do presidente Lula, deu-se início a outro debate acerca da escolha do cenário de redução de emissões mais adequado. Decidiu-se por uma margem de segurança entre 36% e 39%.

O anúncio de metas nacionais voluntárias de redução de emissões por parte da delegação brasileira de fato constituiu um ganho político importante pelo rompimento com atitudes históricas do Brasil nas negociações, que recusava qualquer compromisso numérico até então. Porém, no que tange ao ganho ambiental real, as estimativas de redução de emissões eram bastante incertas, pois os cálculos realizados para se chegar a este número não foram de todo apresentados. A atitude basicamente foi a de marcar posição nas negociações, de forma a deixar os detalhes sobre a forma como tais medidas iriam ocorrem para depois. Além disso, constituiu resposta à pressão internacional e doméstica para medidas mais proativas frente à mudança do clima.

Goldemberg (2010) também destaca a superação das reservas do governo brasileiro no tocante a mecanismos de mercado sobre reflorestamento e desmatamento evitado de florestas. O Brasil passou a apoiar instrumentos como o de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD), que tem grande potencial de transferência de recursos para o país.

Ao assumir metas voluntárias de redução de emissões, a defesa do Princípio das Responsabilidades Comuns, porém Diferenciadas, bem como dos demais princípios definidos pela Convenção-Quadro foi central no discurso brasileiro. A continuidade do Protocolo de Kyoto era fundamental para a garantia de manutenção de sua estrutura e diferenciação entre países no tocante a responsabilidades históricas das emissões de gases de efeito estufa.

Outro aspecto a destacar da presença brasileira na COP 15 foi a atuação junto a um grupo de países na tentativa de estabelecer um acordo. Como as negociações estavam bloqueadas, foi apenas com a chegada dos líderes mundiais (chefes de estado e de governo, no jargão da ONU), que foi possível chegar a um texto. Porém, esse episódio não foi aceito pelas demais partes. Como é sabido, as decisões na ONU ocorrem por consenso, que não fora atingido até o último dia do encontro em Copenhague. Em uma tentativa de evitar o completo fracasso da COP 15, os Estados Unidos da América e os membros do BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China) reuniram-se para elaborar um texto, que foi submetido ao plenário. Nas discussões, esse produto foi muito criticado e, ao final, foi aceito como uma anotação, ou seja, sem qualquer obrigação de adoção pelos países membros da CMC.

Em síntese, ao analisar a participação brasileira na COP 15, verifica-se uma mudança significativa de posicionamento do ponto de vista político; pela atuação da delegação brasileira, bastante solicitada por outras; mas, sobretudo, pelo comprometimento com reduções de emissões de gases de efeito estufa. Ainda que de maneira voluntária, o Brasil apresentou números expressivos para mitigação. Essa posição deixa o país em uma encruzilhada, nos termos definidos por Gamba e Ribeiro (2013), que apontam que o país busca ganhar tempo antes de estabelecer metas voluntárias de redução de emissões de gases estufa.

Por outro lado, a questão da forma como as metas para diferentes setores de atividade seriam alcançadas não foi considerada prioridade. Por isso permanecem incertezas sobre os ganhos reais advindos da decisão brasileira no tocante à mitigação, bem como das fontes de recursos a serem destinados a tais medidas.

O país insistiu na defesa do Princípio das Responsabilidades Comuns, porém Diferenciadas, como ficou bastante claro nos momentos em que a delegação brasileira falou em nome do G77+China. Contudo, definitivamente não estava na mesma situação de conforto como em eventos precedentes. Durante a COP 15, as divergências internas do G77+China se

acentuaram; também alimentadas por Partes externas ao grupo – ou mesmo o documento dinamarquês. Desta forma, o Brasil buscou articular-se mais com os países do BASIC, com atuação conjunta crescente; por estes países apresentarem mais características comuns (economias emergentes).

3. A UE na COP 15

A UE, desde a criação da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1992, tem se destacado como um de seus principais agentes. Procura desempenhar posição de liderança nas negociações sobre o tema – seja na mediação entre grupos de interesses distintos; seja por manter-se marcadamente proativa no tocante à adoção de números significativos de redução de emissões de gases de efeito estufa.

Ressalta-se que a União Europeia, aceita como entidade legal e Parte da UNFCCC, representa os interesses de seus vinte e sete Estados-membros de maneira conjunta, de modo que estes não têm direito a voto separado em seu âmbito. A representação máxima nos processos de negociação fica sob responsabilidade do país que detém a presidência do bloco no momento (posição que se altera a cada seis meses). Durante a Conferência das Partes de Copenhague (COP 15), a Suécia era presidente do Conselho da União Europeia (Primeiro Ministro Fredrik Reinfeldt). Seu representante falou em nome do Conselho e dos Estados-membros da UE. Foi assistido pela presidência posterior, pela Comissão Europeia e o Secretariado do Conselho; combinação esta chamada de “troika” (VAN SCHAIK & VAN HECKE, 2008).

De acordo com Groen & Niemann (2012), para a União Europeia, as mudanças climáticas, além de seu significado social, constituem não apenas um aspecto significativo para a política externa do bloco, mas também envolve uma questão de salvação para o próprio projeto de integração da União Europeia.

Em relação à COP 15, a União Europeia tinha por objetivo continuar a desempenhar um papel de liderança nas negociações; ainda mais pela grande expectativa criada no cenário internacional no sentido de se chegar, durante o evento, a um acordo justo, ambicioso e equitativo; resultado de um processo de dois anos de negociações com vistas ao fortalecimento da cooperação internacional sobre mudanças climáticas, conduzido desde o Plano de Ação de Bali na COP-13, 2007 (IISD, 2009). Era consenso de seus Estados-membros e da Comissão Europeia a defesa do desenvolvimento sustentável, do princípio da precaução e do multilateralismo; por meio de um acordo ambicioso a ser alcançado pelas diferentes Partes da UNFCCC.

Contudo, se no nível internacional o posicionamento da União Europeia mostrava-se relativamente homogêneo – na medida em que o bloco obrigatoriamente necessitava apresentar conjuntamente suas expectativas no âmbito da UNFCCC; internamente havia diversos pontos de divergência, que refletiam interesses de países com características distintas.

Por exemplo, países altamente dependentes do carbono no setor energético, como Polônia e Itália, se opunham à adoção de números ambiciosos de corte de emissões. Outros como Finlândia, Áustria e Suécia, defendiam suas fortes indústrias madeireiras, de modo que apresentavam muitas ressalvas no tocante às discussões sobre uso do solo e florestas. Um dos pontos de maior entrave referia-se ao chamado “hot air” ou Unidade de Quantidade Atribuída (UQA), uma espécie de autorização de emissão para as economias dos países que formavam o ex-bloco soviético após o colapso de suas indústrias pesadas. Países como Reino Unido, Holanda, Dinamarca e Suécia se opuseram veementemente à transferência das unidades não

usadas para um segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto. Já a França e o Reino Unido, por sua vez, adotavam posições marcadamente progressistas e, ao contrário dos países do Leste Europeu, estavam prontos para negociar números concretos de financiamento a países em desenvolvimento.

Abranches (2010) destacou que a União Europeia, naquele momento, estava longe de ser uma entidade homogênea. Viola (2009), antes da realização da COP 15, já destacava a diferença entre países que estavam buscando reduzir suas emissões de gases de efeito estufa próximos ao patamar exigido pelo IPCC, e países mais conservadores, como os do Leste.

Groen & Niemann (2012) destacam que a falta de consenso em diferentes pontos centrais, bem como a existência da regra da unanimidade para a definição do posicionamento comum do bloco, acabou por levar à formação de um mandato de negociação com um menor denominador comum, que reduziu a habilidade de ação dos negociadores em Copenhague. Segundo os autores, houve um comprometimento da flexibilidade e, logo, um enfraquecimento da influência dos mesmos sobre os demais agentes e no resultado final do evento.

No tocante às expectativas da UE para a COP 15, o evento deveria resultar num acordo ambicioso acerca de metas de redução de emissões que aproveitasse o que o Protocolo de Quioto “tinha de bom” (ABRANCHES, 2010). Sobretudo, tal documento vinculante deveria trazer metas reais e concretas para todos os países industrializados e economias emergentes, em especial Estados Unidos e China; bem como mecanismos para sua implementação e gestão.

Um dos pontos de destaque (e de polêmicas) do posicionamento da União Europeia na COP 15 foi o caráter condicional no tocante aos seus números de redução de emissões. Buscou, entre as Partes, metas ambiciosas – em torno de 30% em relação aos níveis de 1990, até o ano de 2020. Contudo, somente se comprometeria com este objetivo se os demais países também o fizessem (EUA e emergentes). Durante a primeira coletiva de imprensa realizada no evento (UNFCCC, 2009), os negociadores europeus ressaltaram que queriam exercer posição de liderança no tocante à elevação da ambição da redução de emissões e que manteriam a meta de 30% até o final, mas que a adoção da mesma pelo bloco estava, de fato, condicionada ao posicionamento dos Estados Unidos e da China, que juntos respondiam por metade das emissões mundiais de gases de efeito estufa.

A União Europeia, de maneira geral, rejeita o argumento das responsabilidades históricas utilizado pelos países em desenvolvimento. Porém, para estes, abrir mão deste princípio cerne da UNFCCC e do Protocolo de Quioto significaria o mesmo que abandoná-lo e, ainda que existam diferenças significativas entre eles, não pensavam, naquele momento, em negociar um novo acordo baseado em princípios diferentes dos em vigência. Tal situação beneficiava, sobretudo, os países emergentes. Já os Estados Unidos queriam mesmo era abandonar o Protocolo de Quioto.

Em concordância com Groen & Niemann (2012), o posicionamento da União Europeia, ainda que louvável do ponto de vista das ambições, se mostrou pouco realista, pois, logo no início do evento, agentes como EUA e China apresentaram metas de redução de emissões menos ambiciosas do que as expectativas do bloco. A estratégia da UE de convencer a maioria das Partes da UNFCCC a adotar seus mesmos níveis de emissão não funcionou.

Além disso, na COP 15, tida como um dos marcos do processo de negociação da UNFCCC – não tanto por seus resultados, mas pelo alto grau de politização – os líderes das delegações não desempenharam o mesmo papel que nas anteriores, já que boa parte dos esforços finais ficou a cargo de chefes de governo e de Estado. No caso da União Europeia, destaca-se que,

ainda que a estrutura da representação tenha sido definida e continuasse a desempenhar seu papel durante a COP 15, os chefes de Estado da França, da Alemanha e do Reino Unido tomaram a frente do processo. Segundo Abranches (2010), líderes europeus, africanos e americanos realizaram consultas intensas e decisivas, com destaque para Gordon Brown, Angela Merkel e Nicolas Sarkozy, que buscaram conjuntamente um caminho político para a cúpula do clima.

Ressalta-se a realização de uma cúpula UE-Brasil antes da COP 15, quando tais países se comprometeram a buscar no evento posturas mais ambiciosas de redução de emissões e aprovaram um documento que subsidiaria o Acordo de Copenhague. Além disso, durante o evento, os presidentes Lula e Sarkozy realizaram uma reunião para obtenção de um consenso sobre uma nova proposta de acordo. Após a realização da mesma, deram uma coletiva de imprensa que representou o primeiro ato político dos chefes de governo em Copenhague. Afirmava-se durante o encontro que tal união, ainda que com divergências, tinha por objetivo evitar a formação de um G2 composto por Estados Unidos e China, agentes centrais da COP 15. Contudo, a proposta franco-brasileira teve poucos efeitos práticos, na medida em que chineses e norte-americanos não se comprometeram concretamente.

De maneira geral, verifica-se que a União Europeia, durante a COP 15, procurou desempenhar papel de liderança entre os demais agentes da UNFCCC, por meio da mediação entre interesses distintos, contudo sem abrir mão de uma estratégia progressista em torno da elevação da ambição no tocante à redução das emissões de gases de efeito estufa. Com diferenças significativas no âmbito interno, buscou trazer para a discussão internacional uma posição conjunta que refletia os interesses de seus Estados-membros, ainda que, ao final do evento, dado o alto grau de politização e a pressão política, as lideranças dos Estados mais progressistas sobre o tema – Reino Unido, França e Alemanha – tenham assumido a representação do bloco nas negociações, com o discurso de evitar o fracasso total do evento. Isto não foi possível, dada a extrema divergência entre as partes e a falta de habilidade da presidência da COP 15, que produziu um clima de desconfiança difícil de superar.

4. Uma síntese comparativa

Brasil e União Europeia atuaram com destaque na COP 15, bem como em outras rodadas da ordem ambiental internacional. O primeiro, mudou bastante suas posições ao apresentar metas voluntárias de redução de emissões, bem como ao assimilar instrumentos como o REDD. Também buscou atuar politicamente, seja oferecendo metas para levar outros membros a apresentar números para a mitigação, seja atuando junto ao BASIC no texto que ao final serviu como anotação pela COP 15.

Já a UE manteve-se como uma liderança em relação aos demais atores da COP 15. Tradicionalmente esse bloco de países, acostumado a estabelecer consenso entre seus integrantes, atua como moderador nas rodadas da ordem ambiental do clima. Mas um moderador progressista, posto que defende a necessidade de reduzir as emissões de gases estufa, diferente de outros atores que também possuem renda elevada.

Tanto o Brasil, quanto a União Europeia, enviaram seus dirigentes mais expressivos para Copenhague, o que expressou a relevância que ambos deram ao evento. Além disso, protagonizaram momentos de destaque, que de algum modo permitiu estabelecer um documento ao final da reunião. Apesar de serem entes territoriais muito distintos, tanto o Brasil quanto a União Europeia possuem um ponto em comum: a iniciativa para o diálogo, por meio de propostas concretas para discussão junto aos demais países-membros da COP 15.

Referências bibliográficas

Abranches S., 2010: *Copenhague:* antes e depois. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 321p.

Brasil, 2010: *Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasil: Ministério de Ciência e Tecnologia, 520 p.

De Mello N., Cavicchioli A., Dubreuil V., 2013 : Controvérsias ambientais frente à complexidade das mudanças climáticas. *Revista Mercator*, **12(29)**, pp.155-170.

Gamba C., Ribeiro W. C., 2013. A encruzilhada brasileira na ordem ambiental internacional das mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, **27(78)**, 177-194. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000200012>. Acesso em: 07/2014.

Goldemberg J., 2010: Copenhague: um "Post Mortem". *Política Externa*, **18**, n.4.

Groen L., Niemann A., 2012. The European Union at the Copenhagen Climate Negotiations: A Case of Contested EU Actorness and Effectiveness. *Mainz Papers on International and European Politics*, **2012/01,** 01-23.

IISD, 2009. Summary of the Copenhagen Climate Change Conference: 7-19 December 2009. *Earth Negotiations Bulletin*, **459**, 30 p. Disponível em: <http://www.iisd.ca/climate/cop15/>. Acesso em: junho/2014.

IPCC, 2013 : *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Fifth (AR5) rapport.* 1535p. Disponivel em <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf>

Merot P., Dubreuil V., Delahaye D., Desnos P., (dir.), 2012 : *Le climat change dans l'Ouest, Evaluation, Impacts, Perceptions*. Presses Universitaires de Rennes, 458 p.

Ribeiro W. C., 2011. *A ordem ambiental internacional*. São Paulo : Contexto, 176 p.

Santarius T. et al., 2011. One Step Forward and Two Sideward. *Regional Analyses of Climate Policy in 2010 and the Cancun Climate Conference (COP 16)*. Henrich Böll Stiftung. The Green Political Foundation, Berlim, 23p.

UNFCCC, 2009. *Fifteenth Conference of the Parties of United Nations Framework Convention on Climate Change*. Webcast, dec.07-18/2009. Disponível em: <http://unfccc4.meta-fusion.com/kongresse/cop15/templ/ovw.php?id_kongressmain=1&theme=unfccc>. Acesso em: junho/2014.

Van Schaik L., Van Heckle K., 2008. Skating on Thin Ice: Europe's Internal Climate Policy and its Position in the World. *Working Paper.* Brussel: Egmont Royal Institute for International Relations, **2008/12**, 30p. Disponível em: <http://aei.pitt.edu/10886/>. Acesso em: junho/2014.

Viola E., 2009. COP 15: China, Estados Unidos e União Europeia são decisivos. *Entrevista à ANDI*. Disponível em: < http://www.controversia.com.br/index.php?act=textos&id=4874>. Acesso em: junho/2014.

A RELAÇÃO ENTRE O CAMPO TÉRMICO E A GEOMORFOLOGIA EM MUNICÍPIO DO PLANALTO MERIDIONAL DO RIO GRANDE DO SUL – BRASIL

GOBO J. P. A.(1), ANTUNES R. L. S. A.(1), JESUS B. L. P. (1) , ANTUNES A.S.(1),

(1) Geografia Física da USP, Avenida Prof. Lineu Prestes, 338, Cep: 05508-080-São Paulo-SP, Brasil [jpgobo@usp.br, robertoantunes@usp.br, brunajesus21@hotmail.com, adrianoantunes@usp.br]

Resumo- *Este trabalho teve como objetivo analisar o campo térmico do município de Palmeira das Missões, localizado no Planalto Meridional do estado do Rio Grande do Sul, relacionando seus comportamentos térmicos e espaciais com o meio físico da área em situação de inverno e verão para o ano de 2010. Para tanto, elaborou-se uma análise espacial através da confecção de mapas temáticos, entre eles uso e ocupação do solo, mapa clinográfico, hipsométrico, e orientação de declividades, que caracterizaram as variáveis geoecológicas da área estudada. Para a compreensão da variabilidade térmica, foram utilizadas, imagens de satélite do sensor Landsat 5TM, banda do infravermelho termal. Dessa forma, foi realizada a sobreposição dos mapas com a imagem termal para a compreensão da dinâmica entre as trocas de energia superfície-atmosfera, identificando a relação entre o campo térmico e as variáveis geomorfológicas da área de estudo. Após a análise e sobreposição dos dados verificou-se que a influência dos elementos geomorfológicos foi preponderante na caracterização do campo térmico do Município de Palmeira das Missões Os resultados mostraram que há uma boa relação entre as características de uso e cobertura do solo com os padrões de temperatura de superfície para o mês representativo do verão (janeiro), entretanto, para o mês representativo do inverno (agosto) não se identificou esta relação.*
Palavras-Chave*: Uso e Ocupação do Solo, Clinográfico, Hipsométrico, Orientação de Vertentes e Geomorfológico.*

Résumé – La relation entre le champ thermique et la géomorphologie dans une commune du planalto meridonal de l'Etat du Rio Grande do Sul - Brésil *Ce travail a pour objectif d'analyser le champ thermique de la commune de Palmeira das Missoes, située sur le Planalto Meridional (Plateau Méridional) de l'Etat du Rio Grande do Sul au Brésil, en comparant ses comportements thermiques et spatiaux avec l'environnement physique de la zone, durant l'hiver et l'été austral de l'année 2010. Ainsi, une analyse spatiale a été effectuée à travers l'élaboration de cartes thématiques telles que celle de l'usage et occupation du sol, la carte clinographique, hypsométrique et de l'orientation des déclivités qui caractérisent les variables géoécologiques de la zone étudiée. Des images satellitaires de la bande infrarouge thermale du capteur Landsat 5TM ont été utilisées pour cartographier la variabilité thermique de la région. Ainsi, la superposition des cartes thématiques avec l'image thermale a permis d'identifier le rôle de la dynamique des échanges d'énergie superficie-atmosphère et d'identifier la relation entre le champ thermique et les variations géomorphologiques de l'aire d'étude. Cette analyse montre que l'influence des éléments géomorphologiques est prépondérante dans la caractérisation du champ thermique de la commune de Palmeira das Missoaes. Les résultats ont montré une bonne relation entre les caractéristiques d'usage et de couverture du sol avec la normale de température de surface pour le mois représentatif de l'été austral (janvier). Au cours du mois représentatif de l'hiver austral (août) cette relation n'est cependant pas observée.*
Mots-clef *: Usage et occupation du sol, Clinographie, Hypsométrie, orientation des versants et Géomorphologie.*

Abstract - Relationship between thermal field and geomorphology in the Rio Grand do Sul Southern plateau – Brazil. *The aim of the present study is to analyze the thermal field Palmeira das Missões, located in the Southern Plateau in the state of Rio Grande do Sul, relating its thermal and spatial behaviors with the physical environment of the area in a winter and summer for situation 2010. Therefore, it was elaborated a spatial analysis through the production of thematic maps, including use and occupation of land, clinographic, hypsometric and slope orientation maps which characterized the rural ecology variables of the study area. In order to understand the thermal variability, images of the Landsat sensor STM, thermal infrared band, were used. Thus, it was necessary to overlap of the maps with the thermal image to the comprehension of the dynamics between the surface-atmosphere energy exchange, which would identify the relationship between the thermal field and the geomorphological variables of the study area. After analyzing the data and the overlapping it was found that the influence of geomorphological elements was instrumental in the characterization of the thermal field in the City Palmeira das Missões. The results showed that there is a good relationship between the characteristics of land use and land cover patterns with surface temperature for a typical summer month (January) , however, for the representative month of winter (August) this relationship was not identified.*
Keywords: *Soil Use and Occupation, Clinográfico, Hypsometric, aspect and Geomorphological.*

Introdução

O clima interfere nos processos geomorfológicos, formação dos solos, o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais, bem como influencia de maneira direta a vida do homem, determinando boa parte de suas atividades econômicas, moradia, vestuário, comércio, indústria, e demais atividades (GOBO, 2013).

No que se refere aos estudos relacionados ao clima do Rio Grande do Sul, estes concentram-se principalmente nos trabalhos realizadas por Machado (1950), Monteiro (1963),

Moreno (1961), Sartori (1979, 1980, 1993 e 2000) e Wollmann (2008 e 2011), e em termos de classificação climática geral, o Estado do Rio Grande do Sul insere-se no tipo Cfa e Cfb, proposto por Köppen (AYOADE, 2003), sendo: C – clima temperado chuvoso e quente; f - nenhuma estação seca; a - verão quente e mês mais quente com temperatura média maior do que 22ºC e a do mês mais frio superior a 3ºC; b – Temperatura média do ar no mês mais quente é menor que 22°C e a temperatura média do ar nos 4 meses mais quentes é superior a 10°C (WOLLMANN, 2011).

Assim, o município de Palmeira das missões, localizado no Planalto Meridional do estado apresenta-se inserido dentro desta zona climática a qual esta classificado o Rio Grande do Sul e, portanto, caracteriza-se pelo predomínio quase absoluto do clima mesotérmico do tipo temperado (NIMER, 1977).

1. Caracterização da área de estudo

A área utilizada no estudo compreende o munícipio de Palmeiras das Missões (Imagem 1), noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 27° 53' 19" S e 53° 18' 19" W. Possui uma população de 38.192 habitantes, numa área de 1.419,430 km^2 (IBGE,2010). Situada predominantemente na unidade geomorfológica do Planalto Meridional, o relevo da região, por apresentar características singulares, possui grande importância para o desenvolvimento da região estudada. Os derrames basálticos ocorridos no era Mesozoica propiciaram um solo fértil e um terreno sem grandes altitudes permitindo assim, o desenvolvimento da agricultura. Apresenta médias altimétricas em torno de 600 metros, sendo que está cota se mantém por varias direções do Município e distâncias superiores a 20 km (SOARES, p. 17, 1974).

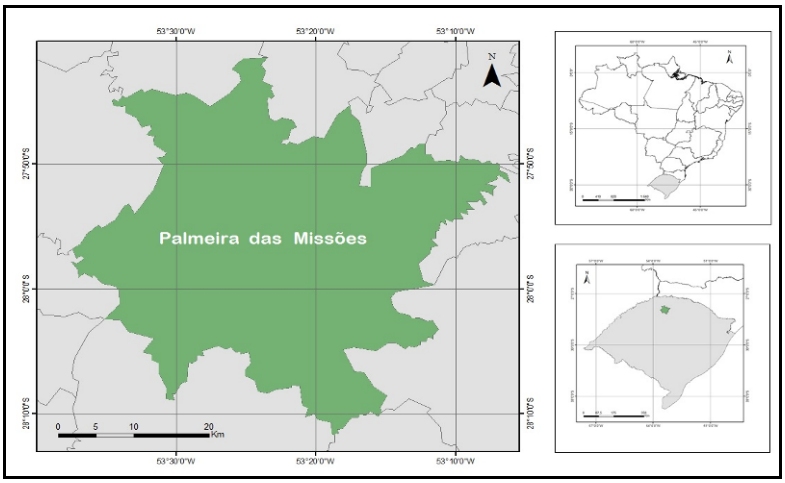


Figura 1: Localização do munícipio de Palmeiras das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil .
Org.: Gobo et al. (2014).

As características geomorfológicas e fitogeográficas influenciam diretamente a economia da região. O setor norte por apresentar maiores declividades do terreno e uma vegetação relativamente mais densa, desenvolve atividades agropecuárias em pequenas propriedades, voltadas ao mesmo tempo para a subsistência e comercialização. Já o setor sul, com declividade menores, através das denominadas coxilhas, emprega a cultura mecanizada já que nessa região estão presentes as maiores propriedades (CASTANHO E BEZZI, 2001).

O Município está inserido na unidade fisiográfica do Alto Uruguai, onde vegetação se apresenta heterogênea em suas diferentes regiões. Entretanto, é necessário ressaltar que o desenvolvimento da pecuária e a retirada da madeira, diminuíram consideravelmente a vegetação original e a mesma fico restrita a pequenos manchas na região.

$$L\lambda = ((lmax\ \lambda - \lambda\ Lmin) / (QCALMAX\ QCALMIN)) * (QCALMIN\text{-}QCAL) + Lmin\ \lambda \quad \textbf{(1)}$$

A descrição das variáveis da formula de conversão para radiância estão descritas na Tabela 1.

L λ	Radiância espectral em sensor de abertura de em Watts
QCAL	Valor quantizado calibrado pixel em DN
Lmin λ	Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMIN em Watts = 0.000
LMax λ	Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMAX = 17.040
QCALMIN	O mínimo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a Lmin λ), em DN = 1
QCALMAX	Máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a LMax λ) no DN = 255

Tabela 1- Variáveis da formula de conversão para radiância **Fonte:** http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov.
Org.: Gobo et al. (2014)

Segundo Dumke (2007), "os valores de Li,max e Li,min podem se alterar em função da data de imageamento e do tipo de sensor". Os parâmetros que devem ser utilizados em imagens TM encontram-se na Tabela 2.

Sensores TM(Qcal min = 1 and Qcal max = 255)				
	W/(m²sr m)		**(W/m2 sr m)/DN**	**W/(m2 sr m)**
Bandas TM	LMIN λ	LMAX λ	G rescale	B rescale
1	-1,52	169	0.671339	-2,19
	-1,52	193	0.765827	-2,29
2	-2,84	333	1.322.205	-4,16
	-2,84	365	1.448.189	-4,29
3	-1,17	264	1.043.976	-2,21
4	-1,51	221	0.876024	-2,39
5	-0,37	30,2	0.120354	-0,49
6	1,2378	15,3032	0.055376	1,18
7	-0,15	16,5	0.065551	-0,22

Tabela 2- Faixa de Radiância Espectral dos Sensores TM. .**Fonte:** Chander; Markham; Helder, 2009.
Org.: Gobo et al. (2014).

Em seguida, aplicou-se a equação para converter os valores digitais em temperatura Kelvin:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad \textbf{(2)}$$

Onde: **T** = temperatura efetiva no satélite em Kelvin; **K2** = constante de calibração 2, valores na (Tabela 6); **K1** = constante de calibração 1, valores na (Tabela 6); **L** = radiância espectral em Watts / (metros quadrado μm).

	Constant 1 - K1 Watts / (metros quadrado ster * * mm)	Constant 2 - K2 Kelvin
Lansat 5	607,76	1260,56

Tabela 3- TMConstantes de calibração da banda termal. Fonte: http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov.
Org.: Gobo et al. (2014).

Posteriormente, aplicou-se a fórmula para converter os graus Kelvin em graus Celsius (Cº), ainda no software ArcGis 9.2. Assim, subtraiu-se 273,15 dos valores de temperatura gerando a grade da temperatura de superfície. Foram utilizados dados meteorológicos referentes à temperatura do ar, à umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, para os meses de janeiro e agosto de 2010, correspondentes aos meses de obtenção das imagens do canal

termal, da estação meteorológica de Palmeira das Missões pertencente a rede de estações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os dados de temperatura do ar utilizados para a elaboração da analise rítmica e das imagens de satélite foram extraídos a temperatura de superfície (LST). Por fim, adotou-se a técnica da análise rítmica, proposta por Monteiro (1969, 1971, 2000), como subsídio para investigação dos tipos de tempo, em sua sucessão habitual e extrema, condição que configura o ritmo climático (MOURA; ZANELLA, 2012).

2. Resultados

A partir do desenvolvimento dos mapas clinográfico e de orientação de declividade (Figura 2 e 3), observou-se que o município de Palmeira das Missões, por estar situado em uma região de planalto, não apresenta declividades acentuadas, o que é caracterizado, segundo Ross (1985), por rochas vulcânicas acidas e básicas da Unidade Morfo-Escultural dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná.

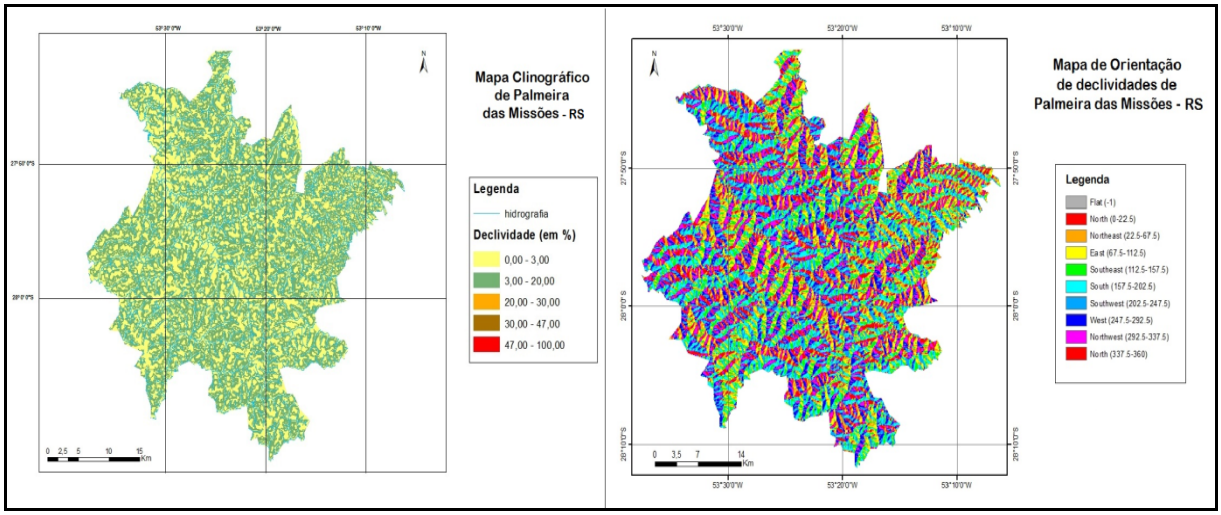


Figura 2 e 3: Mapa Clinográfico e mapa de Orientação de Declividade. Org.: Gobo et al. (2014).

O mapa hipsométrico (Figura 4) caracteriza o município como um grande divisor de águas a partir do norte ao sul de sua área, resultando em um desnível de aproximadamente 200 metros entre os pontos mais altos e as porções menos elevadas da área de estudo. Observa-se uma diminuição da altitude partindo-se da área centro-norte do município para nordeste e leste, e para noroeste, oeste e sudoeste. É necessário chamar atenção para a localização da área urbana do município, a qual está localizada nos pontos mais elevados da área com altitudes superiores a 600m. Na interpretação do mapa de uso e cobertura do solo (Figura 5), foram identificadas 6 (seis) classes: urbano; água; solo exposto; vegetação; plantio; campo. Dentre estas classes, a de plantio, campo e solo exposto são as mais abrangentes na área de estudo, o que configura-se devido às características agrícolas da economia do município, com ampla produção agrícola voltada a monoculturas da soja, trigo milho, dentre outros cereais.

Os mapas das figuras 6 e 7, representam a temperatura de superfície da área de estudo para os meses de janeiro e agosto de 2010, respectivamente, e configuram-se por temperaturas elevadas no mês de janeiro, representativo de verão e temperaturas menos elevadas no mês de agosto, representativo de inverno.

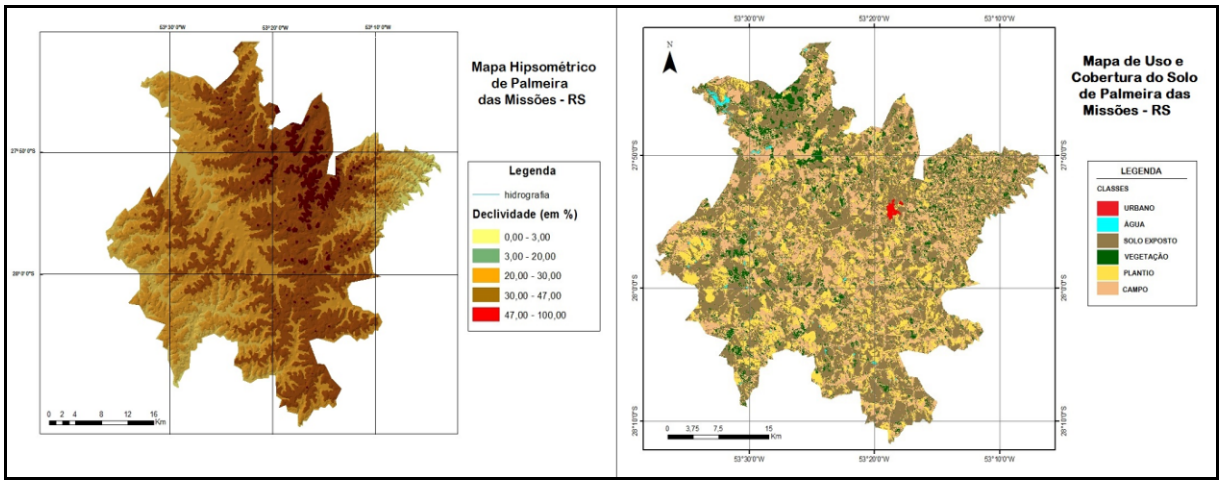


Figura 4 e 5: Mapa Hipsométrico e mapa de Uso e Cobertura do Solo. Org.: Gobo et al. (2014).

É possível observar maior similaridade entre os mapas de temperatura de superfície, tanto para agosto quanto para janeiro, com o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 5), onde os pontos de temperaturas mais elevadas nos mapas termais estão localizadas, principalmente, nas áreas classificadas como de solo exposto e urbano. Porém, no mapa de temperatura de superfície de agosto, representativo de uma situação de inverno, não é possível associar as áreas de maior ou menor temperatura da superfície com o uso e cobertura do solo, nem com nenhuma outra característica física observada nos mapas anteriores.

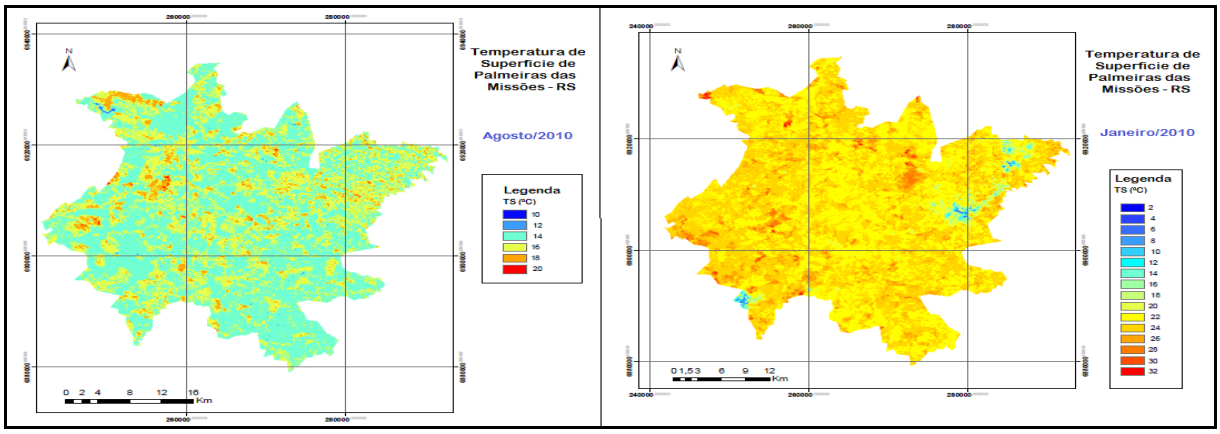


Figura 6 e 7: Mapa da Temperatura de Superfície de janeiro de 2010 e mapa da Temperatura de Superfície de Agosto de 2010. Org.: Gobo et al. (2014).

Devido a não identificação de uma relação entre as características físicas do município e a temperatura de superfície para o mês representativo de inverno (agosto), fez-se o uso da análise rítmica para os meses de estudo, a fim de buscar na dinâmica atmosférica uma resposta mais plausível para esta questão.

Na análise da figura 8, referente a análise rítmica para o mês de janeiro de 2010, é possível observar uma maior participação da Massa Polar Velha (MPV), bem como da Massa Tropical Continental (MTC) e dos sistemas atmosféricos produtores de chuva, tais como a Frente Polar Atlântica (FPA) e a Frente Quente (FQ).

Já a figura 9 apresenta as características da dinâmica atmosférica para o mês de agosto de 2010, representativo de inverno, o qual é marcado pela predominante participação dos sistemas extratropicais, tais como a MPA, FPA e MPV, durante todo o mês, o que caracteriza episódios de ondas de frio durante este período na região, o que não é incomum e as maiores ocorrências anuais do fenômeno são verificadas durante os meses de inverno (junho, julho e agosto), devido à maior regularidade de atuação e domínio da Massa Polar Atlântica com

trajetória marítima e continental, sendo esta última de maior importância para a formação do fenômeno (COSTA et. al. 2008; SARTORI, 1993).

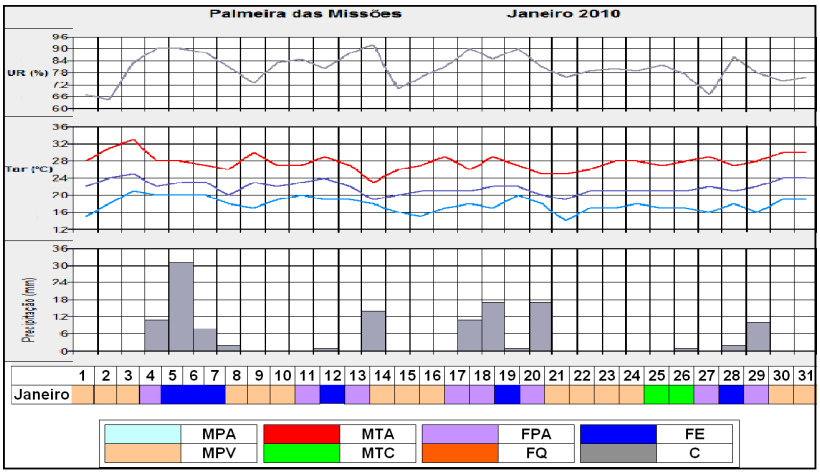


Figura 8: Gráfico de Análise Rítmica para Janeiro de 2010. Org.: Gobo et al. (2014).

Assim, uma não associação entre as características físicas da área de estudo com os padrões observados no mapa da temperatura de superfície para o mês de agosto, pode estar relacionada com os padrões climáticos do inverno sul-rio-grandense, que caracteriza-se pelo amplo predomínio dos tipos de tempo associados ao domínio das massas de ar polares, sobretudo pela Massa Polar Atlântica a qual é responsável pelo abaixamento das temperaturas máximas e mínimas diárias e pela estabilidade do tempo atmosférico (SARTORI, 1993).

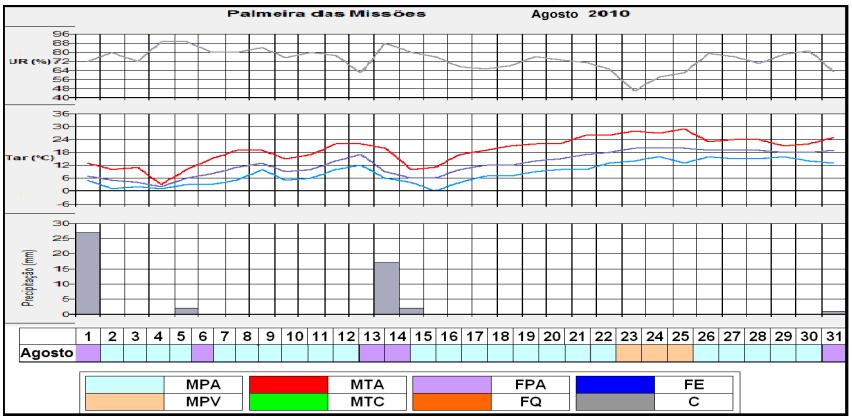


Figura 9: Gráfico de Análise Rítmica para Agosto de 2010. Org.: Gobo et al. (2014).

Considerações Finais

O estudo do campo térmico do município de Palmeira das Missões revelou uma boa relação entre as características de uso e cobertura do solo com os padrões de temperatura de superfície para o mês representativo do verão (janeiro), o que pode estar associado a uma maior influência das características físicas da área de estudo com os padrões da dinâmica atmosférica regional para esta estação.

Já os padrões de temperatura de superfície para o mês representativo do inverno (agosto), apresentou uma fraca relação com as características físicas da área de estudo, o que pode estar associado aos padrões da circulação atmosférica regional fortemente regida pelos sistemas atmosféricos extratropicais, os quais tornam-se preponderantes na determinação dos padrões de temperatura de superfície em detrimento das características físicas locais.

Referências bibliográficas

Ayoade J. O., 2003: *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Castanho R. B, Bezzi M L., 2001: A dinâmica do espaço agrário do município de Palmeira das Missões - RS, a partir da década de 70. *Boletim Gaúcho de Geografia*, Porto Alegre, v. **27**, p. 108-117.

Costa E. R., Sartori M. G. B, Fantini V., 2008: Estudo da relação entre eventos El-Niño - La-Niña e ocorrência de ondas de frio na região de Santa Maria-RS. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. **32**-**33**, p. 263-276.

Gobo J. P. A., 2013: *Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano 2004*. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Hasenack H., Weber E.(org.), 2010: *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000*. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ,2010: *Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Coordenação de Agropecuária*. Cidades. Rio de Janeiro: IBGE.

Machado F. P., 1950: *Contribuição ao estudo do clima no Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, IBGE, 91p.

Monteiro C. A. F., 1963: *O clima da região Sul*. In: CATALDO, D. M. (Org.). Geografia do Brasil, Grande Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, p. 117-169.

Monteiro C. A. F., 1969: *A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempos no Brasil.)* Série Teses e Monografias, nº1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP.

Monteiro C. A. F., 1971: Análise rítmica em climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Revista IGUSP*. São Paulo. [s./v.], [s./n.], p. 1-21.

Monteiro C. A. F., 2000: *A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo*. Rio Claro: UNESP- IGCE, CD-ROM.

Moreno J. A., 1961: *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.

Moura M. O., Zanella M. E., 2012: Escolha de "anos- padrão" para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. *REVISTA GEONORTE*, Edição Especial 2, **1, N.5,** p.547 – 560.

Nimer E., 1977: *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421.

Ross J. L. S. 1985: Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo nº **4**. p. 25-39.

Sartoti M. G. B., 1993: As variações pluviométricas e o regime das chuvas na região central do Rio Grande do Sul. Rio Claro, *Boletim de Geografia Teorética*, v. **23**, p. 72-80.

Sartori M. G. B., 1980: Balanço sazonário da participação dos sistemas atmosféricos em 1973, na região de Santa Maria, RS. *Ciência e Natura*, nº **2**, p. 41-53

Sartori M.G.B., 2000:*Clima e Percepção*. USP/FFLCH (Tese de Doutoramento). São Paulo.

Sartori M. G. B., 1979: *O Clima de Santa Maria: do regional ao urbano*. 163f. Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade de São Paulo, São Paulo.

Soares M. P.,1974: *Santo António da Palmeira*. Porto Alegre: Bels. 1" Ed .. 1974. 351p.

Sítio: http://coralx.ufsm.br/ifcrs/fisiografia.htm#alto

Wollmann C. A., 2011*: Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (Rosaceae spp.) no Rio Grande do Sul*. USP/FFLCH. Tese de Doutorado. São Paulo.

CLIMA URBANO DA CIDADE DE DOURADOS (MS - BRASIL): UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

GOMES S. T.[(1)], SILVA C. A. [(2)]

(1) Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, km 12. Faculdade de Ciências Humanas. CEP: 79800-000. Dourados/MS/Brasil [siltgomes@yahoo.com.br]

(2) Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, km 12. Faculdade de Ciências Humanas. CEP: 79800-000. Dourados/MS/Brasil [charleisilva@ufgd.edu.br]

Resumo – *Baseado na metodologia do Sistema Clima Urbano, de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, procurou-se analisar as características termohígricas do município de Dourados, utilizaram-se as normais climatológicas, construiu-se um mapa de superfície térmica, elaborado a partir de imagens do LANDSAT 5, sistematizaram-se dados termohígricos coletados dentro do tecido urbano em pontos fixos e transectos móveis. Os dados termohígricos foram classificados segundo o índice de desconforto térmico de Thom. Procurou-se refletir sobre as diferentes formas de ocupação do espaço urbano e como elas geram diferentes tipos de parcelamento do solo, diferentes fluxos, diferentes tipos de construções e, consequentemente, microclimas urbanos, distintos dentro de um mesmo território. Assim, foi possível perceber diferentes características dentro da cidade de Dourados, a correlação dos dados indicou variações nos dados termohígricos, os quais tem profunda relação com os aspectos urbano, histórico, social, político e também climatológico.*
Palavras-chave: *Clima urbano, conforto térmico, urbanização, Dourados.*

Résumé – Climat urbain de la ville de Dourados (MS - Brésil): une analyse du processus d'urbanisation *Basée sur l'analyse systémique du climat urbain de Carlos Augusto Monteiro de Figueiredo, nous avons essayé d'analyser les caractéristiques thermiques de la ville de Dourados. Les normales climatiques ont été utilisées, des cartes thermiques ont été construites à partir d'images Landsat 5, combinées avec des données de température recueillies dans le tissu urbain avec des mesures mobiles et fixes. Les données ont été classées en fonction de l'indice d'inconfort thermique Thom. La relation entre les différentes formes d'occupation de l'espace ubain et des microclimats urbains est mise en évidence. Ainsi, il était possible de voir différentes caractéristiques de la ville de Dourados et les corrélations entre la variabilité spatiale des températures et les différents facteurs urbains (facteurs historiques, sociales, politiques et climatiques).*
Mots-clés : *Climat urbain; confort thermique; urbanisation; Dourados.*

Abstract: Urban climate of the city of Dourados (MS - Brazil): an analysis from the urbanization process. *Based on the methodology of Urban Climate System, from Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, we tried to analyze the hygrothermal characteristics of the city of Dourados, we used the climatological normals, we constructed a map of thermal surface, drawn from LANDSAT 5 images, systematized up hygrothermal data collected within the urban tissue at fixed points and mobile transects. The hygrothermal data were classified according to the index of Thom's thermal discomfort. Sought to reflect on the different forms of occupation of urban space and how they generate different types of land subdivision, different flows, different types of buildings and consequently urban microclimates, distinct within the same territory. Thus, it was possible to see different features in the city of Dourados, the correlation of the data indicated variations in hygrothermal data, which have deep relationship with the urban, historical, social, political, and climatological aspects.*
Keywords : *Urban climate; thermal comfort; urbanization; Dourados.*

Introdução

A cidade é o exemplo mais significativo das mudanças e ritmos impostos pelas atividades humanas. O processo de urbanização modifica o clima à medida que impõe um caráter peculiar à baixa troposfera, a ponto de produzir condições atmosféricas locais distintas das encontradas nas áreas vizinhas. A atmosfera da cidade torna-se mais aquecida, tanto devido à presença de material particulado (poeira, fuligem), liberação de gases (CO2, CO, e outros), provenientes de veículos e indústrias, como pela liberação de calor produzido no tecido urbano.

Essa relação dinâmica é característica fundamental do processo de urbanização que reflete a interconexão entre forma e conteúdo. A metodologia formulada por Monteiro (1976) constitui-se pela importância do embasamento cartográfico e do conhecimento geográfico da cidade em diversos aspectos, incluindo, o processo histórico de urbanização, as características do padrão urbano e as condições da dinâmica atmosférica atual. A metodologia pode enfocar quaisquer dos três subsistemas do clima urbano (termodinâmico; físico-químico; hidrometeórico), em qualquer estudo de caso. A subdivisão em canais de percepção não trata de uma redução ao nível de elementos, mas de uma aglutinação em conjuntos que, mantendo

associação intrinsecamente atmosférica (composição, comportamento e produção meteórica) são dirigidos à percepção sensorial e comportamental do habitante da cidade. . O subsistema termodinâmico tem atenção especial neste trabalho, vinculando-se aos aspectos de conforto térmico do clima da cidade.

1. Dourados: urbanização

Segundo Silva (2000), como desdobramento das mudanças desencadeadas pela agroindustrialização, sobretudo as relacionadas ao aprofundamento da divisão social do trabalho e consequente complexificação da estrutura social local, toma grande impulso um processo de segmentação sócio-espacial no tecido urbano. A cidade apresenta uma tendência a organizar-se dividida em duas partes bem separadas e nitidamente distintas: a primeira dessas partes é constituída pelo retângulo situado a noroeste do cruzamento da artéria principal – av. Marcelino Pires – com a rua Aquidauana, que passa a concentrar as classes afluentes (provavelmente pelo fato de que essa área reunia as condições mais favoráveis em Dourados, sobretudo em termos de salubridade - local elevado e seco -, infraestrutura e acessibilidade ao centro), e a segunda parte corresponde ao restante do espaço urbano, isto é, a porção sul e nordeste da cidade onde se situam os bairros populares.

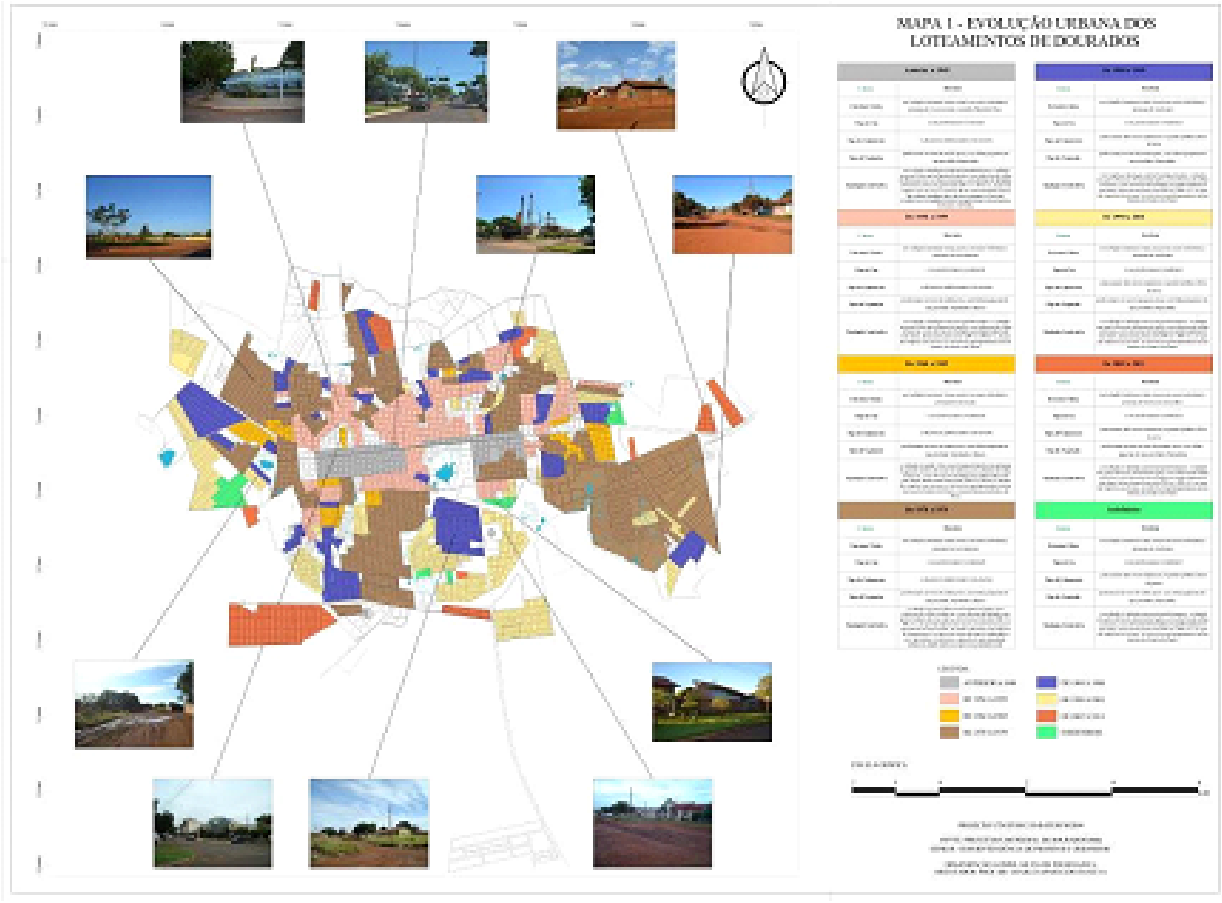


Figure 1 : Mapa de Evolução Urbana dos Loteamentos de Dourados
Organização: GOMES, S. T. (2011)

Analisando o mapa de evolução urbana do município, percebe-se uma morfologia urbana que se estrutura e se desenvolve a partir de um eixo principal, a avenida Marcelino Pires, característica básica de uma cidade linear, inclusive, com malha urbana cartesiana. Pela imagem é clara a descontinuidade de ocupação ao longo dos anos, com preenchimento do tecido alternado ao longo das décadas, o que pode levar a várias "Dourados" dentro de

Dourados. É importante buscar compreender como os fatores físicos e ambientais de Dourados foram considerados (ou não) em sua morfologia urbana, tendo em vista o favorecimento de interesses imobiliários e fundiários dentro do tecido urbano da cidade. É neste contexto que se busca entender as implicações da evolução urbana de Dourados em seu clima, especialmente no que diz respeito ao conforto térmico de seus habitantes. Trata-se de uma realidade multifacetada, articulada por diferentes camadas sociais, adensamentos populacionais, tipologias variadas de edificações e presença de muitos vazios urbanos.

2. Materiais e métodos

O conhecimento prévio da série histórica de dados meteorológicos do local de estudo foi fundamental para a pesquisa em Climatologia Geográfica, principalmente por meio de uma análise crítica e sistêmica das relações que envolvem os dados trabalhados. Primeiramente é preciso entender que o interesse na coleta de dados meteorológicos historicamente está atrelado à produção agrícola, visando otimizar o agronegócio e, por isso, geralmente as estações meteorológicas são localizadas em área rural. Portanto, o uso desses dados em climatologia urbana deve ser feito com cuidado, pois não refletem a situação climática própria da cidade, mas seu uso é importante principalmente como parâmetro de comparação com os dados coletados dentro do tecido urbano, possibilitando a visualização dos níveis de disparidades entre um ambiente não construído e de um ambiente construído. Sendo assim, mesmo que o uso de estações meteorológicas oficiais fosse amplamente realizado dentro das cidades, ainda assim os dados meteorológicos rurais continuariam sempre sendo parâmetros de extrema relevância no diagnóstico climatológico urbano.

Considerando o estudo prévio da cidade de Dourados e o trabalho de campo realizado, foi possível traçar alguns parâmetros comparativos que puderam embasar a escolha dos locais de levantamento de dados climáticos atuais. Embora os conjuntos de lotes por décadas possuam características globais predominantes, conforme classificado anteriormente, existem características não predominantes que devem ser levadas em conta por representar condições urbanas peculiares e que podem servir de parâmetro comparativo. A ocupação do território revela condições sociais, estruturas urbanas e interesses políticos distintos e, portanto, não é feita de forma homogênea ao longo dos períodos de tempo. Desta forma, a análise de uma década não pode se basear em um ponto representativo dessa década e, sim, por meio de diversos pontos em condições diferentes de uma mesma década.

O processo de coleta de dados foi realizado por meio de coleta de dados em pontos fixos e em transectos móveis (norte-sul e oeste-leste). O critério de escolha dos pontos fixos e dos trajetos tem o objetivo de representar tipologias construtivas e condições urbanas distintas de modo a compará-las, pois a hipótese inicial era de que condições urbanas diferentes geram dados diferentes, em intensidades, quantidades e qualidades diversas.

Nesse sentido, foram feitos dois transectos móveis principais que percorreram os eixos da Avenida Marcelino Pires (longitudinal) e da Avenida Presidente Vargas (latitudinal). Seguindo o cruzamento formado pelos transectos móveis principais, a intenção foi distribuir os pontos fixos de forma mais homogênea possível, buscando distribuir as quantidades de forma proporcional à dimensão de cada quadrante formado pelo cruzamento dos eixos norte-sul e oeste-leste e buscando representar os períodos de ocupação de forma proporcional também, considerando que a média de 8 pontos por quadrante (totalizando 32 pontos) seria interessante.

Cada série de coleta de dados foi realizada em três finais de semana (sexta-feira, sábado e domingo – por serem dias mais disponíveis, visto que a maioria dos voluntários possui ocupação em dias úteis) do mês de março (final do verão, ainda com o domínio da mPa e

ocorrências de frentes frias, tendo como predominância a atuação da mTc e a mTa), nas datas de 02/03/2012 a 04/03/2012, de 09/03/2012 a 11/03/2012 e de 16/03/2012 a 18/03/2012. Considerando os horários oficiais, conforme a Organização Meteorológica Mundial, e o fuso horário de Dourados com relação ao horário de Brasília ser de -1:00h, foram adotados os horários de coleta de 8:00h, 11:00h, 14:00h, 17:00h e 20:00h. Com isso, foram 9 dias de coleta em 5 horários diários, totalizando 45 horários de coleta em pontos fixos.

Cada equipamento do ponto fixo foi etiquetado, contendo denominação e ordenamento do equipamento (TM1, TM2, TM3, TM4, TH1, TH2, TH3, TH4, TH5, TH6 e TH7) de forma a se ter o controle dos dados de cada equipamento. Os equipamentos foram aferidos junto com a estação meteorológica compacta profissional, por 3 vezes em cada horário definido para a coleta, o que totalizou 15 aferições. Tomando a estação como base, foi possível definir um desvio-padrão de dados de cada equipamento através da média aritmética das informações obtidas. Ou seja, a média das 3 aferições do horário das 8:00h estabeleceu o desvio-padrão desse horário para cada equipamento e assim por diante.

A estação meteorológica compacta profissional foi montada na unidade I da UFGD devido a alguns critérios: representar um bairro característico da cidade, com ocupação do período de 1950-1959, possuir espaço disponível com raio de 20 m² livre ao seu redor, ser o local de trabalho da autora deste trabalho (o que possibilitou acesso constante para verificação a aferição de forma prática e instalação do monitor virtual da estação na mesa de trabalho da autora), ser um local movimentado, com vigilância 24h e monitoramento por câmeras de segurança. Para montagem da estação foi confeccionado um suporte metálico de quatro apoios, com 2,10 m de altura e seção circular de 3 cm e foram utilizados os seguintes materiais: grade metálica articulada de 80 cm de altura, corrente de aço de 3,00 m de comprimento e 2 cadeados para fixa-la na escada-marinheiro de acesso à caixa d'água da UFGD.

Para a coleta nos pontos fixos, cada voluntário recebeu um *kit* para a coleta contendo os seguintes elementos: um termômetro ou termohigrômetro, pilhas, uma caneta esferográfica azul, uma ficha de coleta e uma caixa de papelão de 46 cm de comprimento, 32 cm de largura e 22 cm de altura para apoiar o equipamento em um local externo totalmente exposto à radiação solar de forma que em cada ponto ficasse estabelecida uma altura padrão de coleta em relação ao chão. Para organização e controle de todos os pontos coletados, foi feita uma ficha de identificação dos pontos, conforme elaborado por Santos (2011), onde constaram as informações relativas ao equipamento, coordenadas, altitude, datas de coleta, nome do responsável, endereço e bairro de cada ponto.

Embora existam diversos trabalhos científicos que utilizam abrigos meteorológicos, foi definida a opção por apoio simples do equipamento com total exposição, tendo em vista os equipamentos simples e materiais disponíveis e o desempenho satisfatório apresentado pelos equipamentos durante o processo de aferição e coleta. A altura de 22 cm da caixa de apoio foi definida também pelo interesse em se obter os dados não apenas da temperatura do ar - que tradicionalmente é obtida a uma altura acima de 1,20 m com o uso de abrigos meteorológicos -, mas, principalmente, em se obter os dados irradiados pelo solo.

Os transectos móveis foram estudados de acordo com a distância dos percursos e tempo necessário para cumprimento do roteiro. Foram definidos da seguinte forma: percorrer os eixos em 3 horários para cada dia de coleta (iniciar o trajeto matutino às 8:00h, o trajeto vespertino às 14:00h e o trajeto noturno às 20:00h) de forma a coletar informações dos 3 períodos do dia e coincidir com 3 horários dos pontos fixos. Para cada transecto foi definida uma parada a cada 1 km percorrido, com o termohigrômetro de precisão (sem data-logger) apoiado manualmente a uma altura de 1,10 m do solo, aferindo durante 3 minutos para

estabilizar os dados coletados e anotação das informações após transcorridos os 3 minutos de parada.

O roteiro de coleta foi organizado da seguinte forma: saída do primeiro ponto ao norte (próximo ao anel viário e à reserva indígena) do transecto latitudinal em direção ao ponto final sul desse transecto (próximo à EMBRAPA e à saída para Caarapó); concluído o transecto latitudinal, com 10 paradas, o veículo seguia pela rodovia BR-463, sentido Ponta Porã, até o encontro com o anel viário, na rotatória para Laguna Carapã; nessa rotatória, o veículo seguia pela primeira entrada à direita, de forma a iniciar o trajeto longitudinal no ponto oeste da avenida Guaicurus (próximo à indústria BR Foods); o trajeto sentido oeste-leste foi dividido em 16 paradas, com finalização na rodovia BR-163 (próximo à indústria Seara).

Durante o percurso, foi verificado que os dados não seguiam uma ordem crescente ou decrescente de variação, se mostrando de forma heterogênea de acordo com cada local de parada, o que revela adequada confiabilidade dos dados, pois vão de acordo com a hipótese inicial do trabalho: locais distintos física e socialmente geram dados também distintos. Todos os pontos fixos e todos os pontos de paradas dos transectos móveis tiveram suas coordenadas e altitudes registradas por meio do GPS disponível no Laboratório de Geografia Física da UFGD, o que foi fundamental para o mapeamento do trabalho e análise dos dados.

Todos os dados coletados foram tabulados com o auxílio do software Excel versão 2010. Foi criada uma planilha para os pontos fixos e uma planilha para os transectos e, em cada planilha foram criadas 3 abas, sendo 1 aba para cada fim de semana de coleta. As tabelas organizam cada ponto de acordo com a data, horário, coordenadas geográficas, altitude, temperatura anotada, fator de correção de temperatura (desvio padrão de cada equipamento obtido pela média das aferições do horário), temperatura efetiva (temperatura anotada com aplicação do fator de correção), umidade relativa anotada, fator de correção de umidade relativa (desvio padrão de cada equipamento obtido pela média das aferições do horário) e umidade relativa efetiva (umidade relativa anotada com aplicação do fator de correção).

Para cada tabela foi gerado um gráfico em séries de linhas de temperatura e umidade relativa, de tal forma que no eixo X foram ordenados os pontos e no eixo Y foram dispostos os valores de temperatura do lado esquerdo (em escala de 0ºC a 50ºC) e os valores de umidade relativa do lado direito (em escala de 0% a 100%). Após esse procedimento, foi utilizada essa tabulação de dados para a conversão dos dados de temperatura e umidade relativa efetivas em índice de conforto térmico. O índice de conforto térmico foi escolhido com base no trabalho de Nava A. (2010) , Santos e Andrade (2008) , e o artigo de SANTOS J. S. et al. (2011), neste ultimo artigo é possível ter o acesso à fórmula de Thom & Bosen (1959), para cálculo do Índice de Desconforto Térmico (IDT), conforme segue:

$IDT = T – (0,55\text{-}0,0055\ UR) \times (T - 14,5)$

Onde T é a temperatura e UR é a umidade relativa.

Os valores obtidos podem ser então classificados, conforme verifica-se na a tabela 01:

F	IDT (ºC)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 21,0	Possível desconforto
2	21,0 ≤ IDT < 24,0	Menos de 50% da população sente desconforto
3	24,0 ≤ IDT < 27,0	Mais de 50% da população sente desconforto
4	27,0 ≤ IDT < 29,0	A maioria da população sente desconforto
5	29,0 ≤ IDT < 32,0	O desconforto é muito forte e perigoso
6	IDT ≥ 32,0	Estado de emergência médica

Tabela 1 : Classificação Segundo o Índice de Desconforto Térmico

Fonte: Giles et al. (1990) apud Santos, Melo, Araújo e Melo (2011)

Assim, em cada tabela da planilha foi inserida uma nova coluna contendo a fórmula de Thom, de tal forma que foi possível obter o índice de desconforto térmico de cada ponto em todos os horários. Tal índice foi utilizado por ser notadamente conhecido por considerar especificamente a condição fisiológica de desconforto térmico do ser humano, proporcionando resultados significativos, principalmente durante o verão e em situações de temperaturas elevadas, como é o caso desta pesquisa. Para cada tabela foi gerado um gráfico em séries de linhas de conforto térmico, de tal forma que no eixo X foram ordenados os pontos e no eixo Y foram dispostos os valores de conforto térmico obtidos.

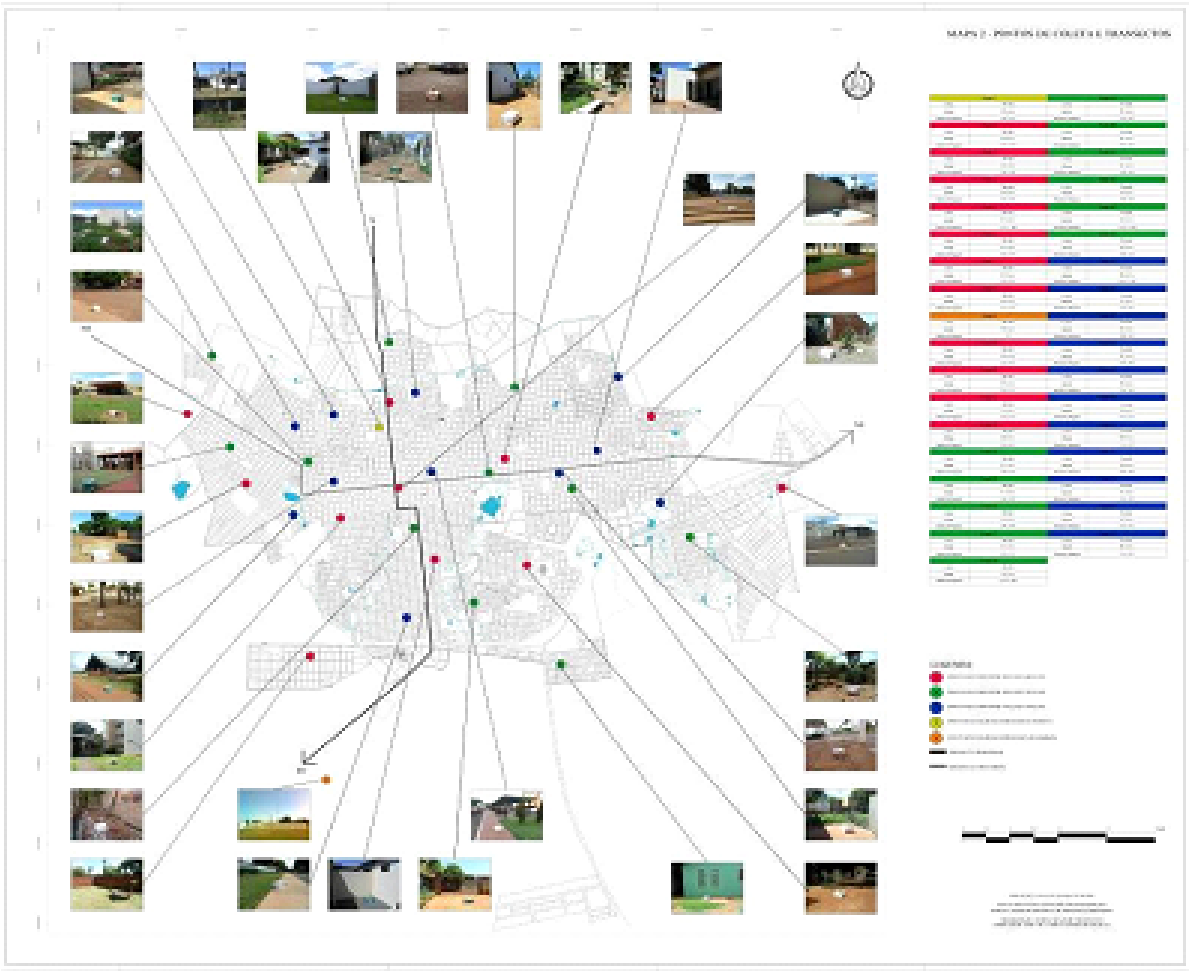


Figure 2 : Mapa de Pontos de Coleta e Transectos
Organização: GOMES S. T. (2012)

Em cada ponto fixo de coleta, a condição de pavimentação se mostrou bastante diversa (vias asfaltadas e não asfaltadas, cobertura vegetal com grama, pavimentação com pedra brita, calçadas de concreto, etc.), o que foi uma variável interessante a ser considerada na pesquisa. Para melhorar a visualização da inter-relação entre os pontos amostrados e os transectos percorridos, está inserido o mapa com a espacialização dessas informações no tecido urbano da cidade, acompanhado do quadro de pontos. Cada ponto possui uma foto de referência, onde se percebe a diversidade das tipologias construtivas que fazem parte do município e definem seu conforto térmico.

Foi inserido o mapa de superfície térmica de Dourados, obtido pelo LANDSAT 5 TM, no qual foram sobrepostos os pontos amostrados de tal forma que, pelo quadro de análise, é possível v isualizar a tendência de comportamento térmico dos pontos – quais os localizados

em áreas de maiores ou menores temperaturas -, de acordo com a informação do LANDSAT para o dia 08/04/2011.

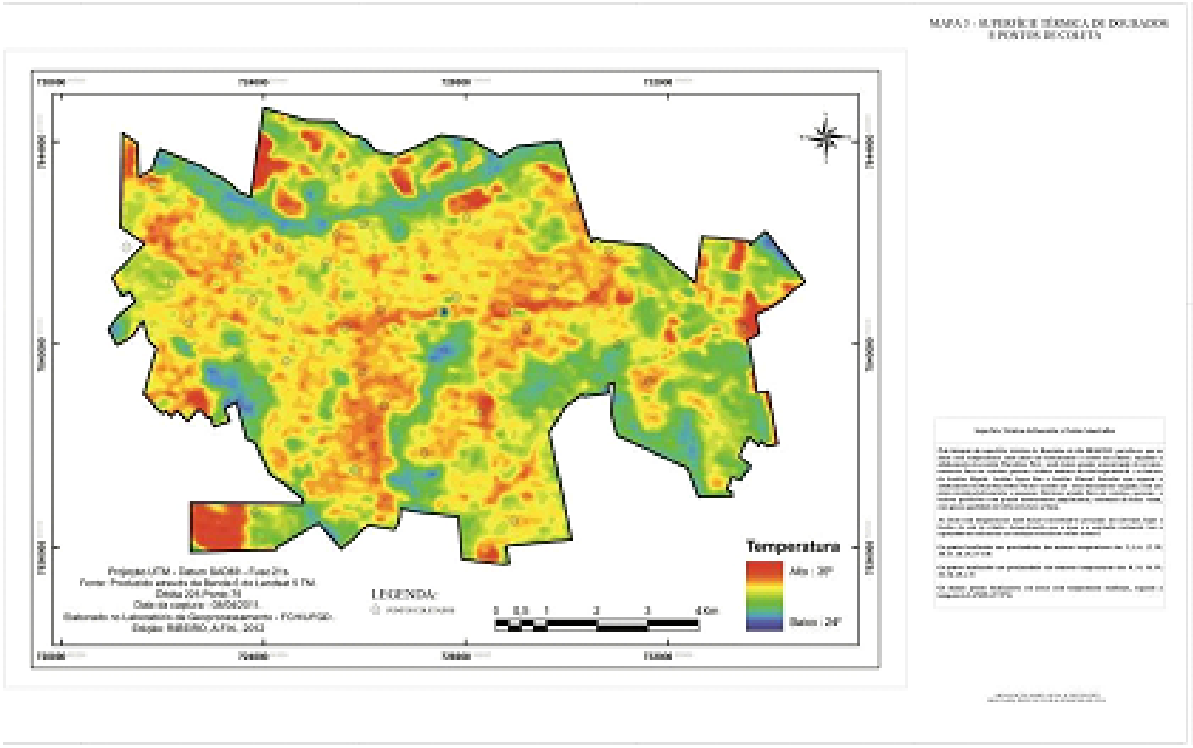


Figure 3 : Mapa de Superfície Térmica e Pontos de Coleta
Organização: GOMES, S. T. (2012)

Conclusão

Em suma, cruzando as informações trabalhadas, temos a seguinte situação:

- Pelas normais climatológicas, as médias de temperatura em março para Dourados são de 25,9ºC na primeira série de 30 anos e de 24,2ºC na segunda série de 20 anos. Considerando que esses dados são valores médios e obtidos em zona rural, a hipótese de que dentro da cidade os dados de temperatura seriam diferentes e maiores do que os das normais foi confirmada pela maioria dos dados de temperatura coletados – excluindo o período noturno que apresentou temperaturas mais brandas - estarem bem acima desses valores de referência, chegando, até mesmo, a alcançar 50ºC em determinados pontos;

- Pela imagem térmica do LANDSAT, alguns pontos amostrados destacam-se por estarem localizados em áreas de maiores temperaturas. Dentre eles, os pontos 3, 14 e 15 merecem atenção por terem participado entre as maiores temperaturas nos registros gráficos e por também terem os maiores índices de desconforto térmico registrados;

- Em muitos estudos correlatos se tem registrado o fenômeno de ilhas de calor noturnas, porém, não foi o caso em Dourados. Pela avaliação do comportamento higrotérmico noturno, Dourados apresentou amenização de temperaturas e aumento de umidade, provavelmente em função da pouca verticalização presente em seu espaço urbano, que possibilita que a cidade devolva à atmosfera o calor absorvido durante o dia.

O panorama para a condição termohígrica de Dourados e o conforto térmico visualizado evidenciam e comprovam as hipóteses iniciais do trabalho:

- Em bairros nobres e de classe média alta se tem condições termohígricas e índices de desconforto térmico mais favoráveis, tendo em vista a possibilidade de acesso a lotes maiores,

melhor qualidade de padrão construtivo, melhor ventilação, afastamento entre edificações, menor adensamento, menor fluxo de veículos e pessoas;

- Em contrapartida, os bairros periféricos e populares, com pouca infraestrutura urbana, grande concentração de edificações, adensamento populacional, lotes menores, baixa qualidade de padrão construtivo, ventilação deficiente, grande fluxo de pessoas e veículos, apresentam condições termohígricas e índices de desconforto térmico mais desfavoráveis e perigosos para a saúde humana;

- O centro da cidade, naturalmente provedor dos principais serviços e comércio, se torna vetor de atração de fluxo de pessoas e veículos, com alto percentual de impermeabilização de pisos, edificações concentradas, mais verticalizadas, com ventilação prejudicada e grande absorção de calor durante o dia;

- As áreas próximas aos córregos, fundos de vale e vegetação mais densa apresentam significativo equilíbrio térmico, com amenização de seu índice de desconforto térmico;

- De uma forma geral, quanto maior a umidade relativa encontrada, menor a temperatura registrada.

É necessário, portanto, que o planejamento urbano e as políticas públicas considerem os estudos climatológicos para o desenvolvimento de suas ações no ambiente urbano, de forma a ser construída uma cidade cada vez mais saudável e integrada à sua própria dinâmica. Como Dourados é uma cidade média, de acordo com os estudos recentes de Geografia Urbana, ainda há tempo de se (re)pensá-la de modo a se evitar tantos problemas urbanos graves encontrados em grandes metrópoles brasileiras. A ciência tem apontado as direções de um caminho longo para se alcançar uma relação homem-natureza mais ecológica, embora o atual paradigma cartesiano imponha um caminho mais curto em direção às contradições e aos conflitos. É preciso considerar a escala ambiental urbana, pensar em longo prazo e lembrar que para vencer um longo caminho, basta dar o primeiro passo.

Referências bibliográficas

Gilles B. D., Balafoutis C.H., Maheras P., 1990 : Too hot for comfort : the heatwaves in Greece in 1987 and 1988. *Int. J. Biomet.*, **34**, 98-104.

Gomes S. T., 2012 : *Clima Urbano de Dourados (MS): uma análise a partir do processo de urbanização. Dissertação (Mestrado em Geografia).* UFGD, 158 p.

Monteiro C. A. F., 1976 : *Teoria e clima urbano. Tese (Livre-Docência).* USP/FFLCH, 181 p.

Nava A., Souza D. M., Nery J. T., 2010 : *Análise do conforto térmico no município de Ourinhos – SP*. IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 10 p.

Santos J. S., Mello B. C. B., Araújo L. E., Melo E. E. C., 2011 : Caracterização do Campo Térmico Urbano e suas Relações com o Uso e Ocupação do Solo no Campus Central da UFPB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, **3**, 445-462.

Santos V. A., 2011: *Dinâmica climática e poluição atmosférica na cidade de Dourados (MS). Monografia (Bacharelado em Geografia).* UFGD, 140 p.

Santos, R. L.e Andrade H. O., 2008 : Avaliação quantitativa do conforto térmico de uma cidade em área de transição climático: Feira de Santana-Bahia, Brasil. *Revista de Geografía Norte Grande*, **40**, 77-84.

Silva M. C. T., 2000 : *Os novos rumos da política habitacional e processo de urbanização de Dourados. Tese (Doutorado Geografia Humana).* USP/FFLCH, 314 p.

Thom E. C.e Bosen J. F., 1959 : The discomfort index. *Weatherwise*, **12**, 57–60.

ÍNDICE DE SUSCETIBILIDADE A OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARANÁ

GONÇALVES M. [(1)], VIZINTIM M. F. B.[(1)]

(1) Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências, Pr 445 Km 380, 86057-970 Londrina, Brasil [marcelogeo@yahoo.com.br, mirianvizintim@gmail.com]

Resumo – *No Estado do Paraná, nos últimos dez anos, foram registradas mais de 2.300 ocorrências de desastres naturais que afetaram quase 7 milhões de pessoas em 348 municípios. Nestes casos, muitos esforços são feitos para atendimento às vítimas e reconstrução dos lugares afetados. O objetivo principal deste trabalho foi criar um índice capaz de identificar quais os municípios com maior suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais no Estado do Paraná. Para isso, foi elaborada uma metodologia através da criação de indicadores que, agregados a uma matriz, foram capazes de mensurar tal suscetibilidade. Os indicadores representaram o percentual da população de cada município afetada por determinado desastre, dentro do tempo de recorrência. O cálculo do índice, denominado ISODN, foi feito através de média ponderada, sendo que os pesos dados para cada tipo de desastre foram escolhidos de acordo com a capacidade de reação da população, levando em consideração o possível tempo para se preparar para enfrentar tal evento.*
Palavras-chave : *desastres naturais; índice; indicadores; Estado do Paraná.*

Résumé – Indice de sensibilité de la fréquence des catastrophes naturelles des municipalités de l'État du Paraná. *Dans l'état du Paraná, au cours des dix dernières années, il y a eu plus de 2300 occurrences de catastrophes naturelles qui ont touché près de 7 millions de personnes dans 348 municipalités. Dans ces cas, de nombreux efforts sont faits pour aider les victimes et la reconstruction des lieux touchés. L'objectif principal de ce travail est de créer un indice en mesure d'identifier les municipalités ayant une sensibilité plus élevée aux catastrophes naturelles dans l'État du Paraná. La méthodologie consiste à élaborer des indicateurs regroupés dans un tableau permettant de mesurer la potentialité d'occurrence d'une catastrophe naturelle. Ces indicateurs sont le pourcentage de la population de chaque municipalité touchée par une catastrophe particulière dans le délai de récidive. Le calcul de l'indice appelé ISODN a été fait par moyenne pondérée, les poids attribués à chaque type de catastrophe ont été choisis en fonction de la réactivité de la population, en tenant compte du temps possible à se préparer à faire face à un tel événement.*
Mots-clés : *catastrophes naturelles, indice; indicateurs; État du Paraná.*

Abstract : Susceptibility index the occurrence of natural disasters of Paraná State Municipalities. *In Paraná, the last ten years, there were over 2,300 occurrences of natural disasters that have affected nearly 7 million people in 348 municipalities. In these cases, many efforts are made to assist victims and reconstruction of the affected places. The main objective of this work is to create an index able to identify those municipalities with higher susceptibility of occurrence of natural disasters in the state of Paraná, for it was an elaborate methodology by creating indicators that aggregate to an array, were able to measure the susceptibility of the occurrence of natural disasters. Indicators represent the percentage of the population of each municipality affected by a particular disaster within the time of recurrence. The calculation of the index called ISODN was done via weighted average, with the weights given to each type of disaster were chosen according to the responsiveness of the population, taking into account the possible time to prepare to face such an event.*
Keywords : *natural disasters; index; indicators; Parana State.*

Introdução

Pouco sabemos sobre a evolução da maioria dos eventos climáticos, principalmente pela falta de registros históricos precisos, mas é consenso que os chamados desastres naturais, decorrentes destes eventos, vem aumentando drasticamente em todo o mundo.

Esse aumento vem sendo observado não apenas na frequencia e na intensidade, mas também no número de pessoas afetadas e no montante de prejuízo financeiro dos locais afetados. Segundo GUHA-SAPIR et. al. (2011), atualmente, existem mais desabrigados no mundo em conseqüência de desastres naturais do que de conflitos.

Os chamados desastres naturais podem ser definidos como aqueles provocados pelo impacto de fenômenos da natureza, produzidos por fatores de origem externa, atuando sobre uma região povoada, podendo, inclusive, ser agravado por atividades antrópicas (Castro, 2003).

Responsáveis por expressivos danos e perdas, de caráter social, econômico e ambiental, os desastres naturais têm tido uma recorrência e impactos cada vez mais intensos, podendo ser provocados por diversos fenômenos, tais como, inundações, escorregamentos, erosão,

terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, entre outros (Tominaga, Santoro, Amaral, 2009).

Isso acontece tanto pela vulnerabilidade da maioria da população, quanto pela fragilidade, cada vez maior, do espaço ocupado pelas sociedades, sendo que, na maioria das vezes, a população vulnerável habita estas áreas frágeis.

Podemos dizer que a vulnerabilidade aplica-se ao grau de susceptibilidade ou de risco a que está exposta uma população a sofrer danos por um desastre natural. Este termo é amplo e ainda apresenta divergências em sua definição. Para Pelling (2003) a vulnerabilidade está associada à exposição ao risco e à incapacidade de evitar ou absorver danos.

Nos últimos anos, o Brasil tem figurado entre os países mais afetados por desastres naturais. Só em 2011 foram pelo menos mil pessoas mortas e 5 bilhões de dólares em prejuízos. Especificamente no Estado do Paraná, entre 2003 e 2013, foram registradas pela Defesa Civil, mais de 2.300 ocorrências de desastres naturais que afetaram quase 7 milhões de pessoas em 348 municípios.

Nestes casos, muitos esforços são feitos para atendimento às vítimas e reconstrução dos locais afetados, principalmente com utilização de recursos públicos, o que exige um planejamento para melhor aplicar tais recursos e melhorar a eficiência na ajuda às vítimas.

O objetivo principal deste trabalho é criar um índice capaz de identificar quais os municípios com maior suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais no Estado do Paraná, de acordo com o número de pessoas afetadas, criando um mapa de prioridades que pode ser utilizado no planejamento das ações.

Para chegar a este índice, foi elaborada uma metodologia através da criação de indicadores que, agregados a uma matriz, foram capazes de mensurar a suscetibilidade a ocorrência de desastres em todo o Estado.

1. Riscos, perigos e desastres naturais

Os estudos dos riscos, perigos e desastres naturais, estão se difundindo em todo o mundo e se tornando cada vez mais multidisciplinar, tomando o centro dos debates, avaliações e estudos, no meio técnico-científico.

Além disso, a evolução dos meios de comunicação coloca a sociedade em contato diário com notícias relacionadas aos riscos, perigos e desastres, sejam de origem natural, tecnológica ou mista, tornando tais temas cotidianos para a maioria da população.

Como consequencia da incorporação de termos traduzidos de outras línguas para o português, risco e perigo, acabam se tornando sinônimos, apesar de possuírem diferenças de conceitos.

No Brasil, o termo mais utilizado é o risco, sendo definido como a possibilidade de ocorrência de um acidente ou desastre, ou seja, o fato já ocorrido, onde foram registradas conseqüências sociais e econômicas (perdas e danos) (Cerri & Amaral, 1998).

O risco pode ser considerado uma medida da probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente, e é geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as conseqüências, e expressa o perigo em termos de danos por período de tempo (Augusto Filho, 2001).

Podemos definir, como colocado por Licco e Seo (2013), que os perigos são naturais mas os desastres, apesar de serem assim denominados, não, sendo que a natureza fornece os

perigos na forma de terremotos, erupções vulcânicas, eventos climáticos, etc., e os seres humanos criam as condições de contorno para os desastres ocorrerem.

A exposição aos perigos naturais torna-se um desastre, quando os fenômenos ocorridos são maiores do que a capacidade, das sociedades, em conter os elementos e as ações decorrentes de tal perigo, isso significa que, uma grande tempestade ou um forte vendaval só se torna um desastre, se as sociedades expostas a esses fenômenos (perigos) não possuírem infraestruturas capazes de suportar as forças imprimidas.

Segundo D'ercole e Pigeon (1999, p. 340), "as eventualidades ditas naturais são fenômenos físicos, identificados por sua intensidade e freqüência" e elas acabam se tornando riscos quando existe "a possibilidade ou a probabilidade de atender as determinantes humanas (pessoas, bens, valores culturais, etc.)".

Mapear os riscos naturais é determinar a probabilidade de que seja produzido tal fenômeno nesta ou naquela zona em função de uma intensidade e de um período de retorno dado (Hetú, 2001).

Este mapeamento é um dos principais objetivos deste trabalho, identificando e levantando a frequência e a intensidade de cada evento, valorando cada um a fim de identificar um padrão ou mostrar a inexistência de padrões, criando um ponto de partida para um planejamento eficiente.

Na maioria dos casos, quando um agente natural atinge um determinado local, trata-se de um problema de localização a causa primeira da catástrofe e não a fatalidade, ou seja, as pessoas ou a infra-estrutura se encontravam em local e momento inadequado, tornando fundamental a capacidade de gerenciar bem o espaço (Hetú, 2001).

A fim de melhorar o planejamento do espaço e a destinação adequada de recursos para ações de emergências e contingências é que foi pensada a criação de um índice que classifique os municípios de acordo com a ocorrência de desastres naturais.

De acordo com Shields et al. (2002), um índice pode revelar o estado de um sistema ou a situação de um fenômeno, podendo este índice, segundo Prabhu et al. (1996), ser construído para analisar dados através da junção de um conjunto de elementos com relacionamentos estabelecidos.

Em uma análise superficial, índice e indicador possuem o mesmo significado, mas a diferença se assenta "em que um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem", (Siche et al. 2007).

A definição de Siche et al. (2007) se encaixa na fundamentação do índice que será criado neste trabalho, onde, através de indicadores de cada tipo de desastre natural estudado, será criado um valor numérico capaz de classificar os municípios de acordo com a suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais.

2. Metodologia de trabalho

Para a execução deste trabalho, inicialmente, foi realizado levantamento dos desastres naturais ocorridos no Estado do Paraná, a fonte de consulta foi o SISDC - Sistema Eletrônico da Defesa Civil do Estado do Paraná, que registra em um banco de dados todas as ocorrências de desastres ocorridos no Estado, disponível em http://www.defesacivil.pr.gov.br.

O banco de dados traz ocorrências desde 1980, com mais de 30 anos de série histórica, que podem nos dizer muito sobre a frequência dos desastres ocorridos no Estado, porém, observou-se que, antes dos anos 2000, o registro de pessoas afetadas pelos desastres não era

constante, dificultando sua utilização na medição da intensidade das ocorrências. Assim, optou-se pela utilização de uma série histórica de 10 anos (2003-2013).

De posse destes dados, foi realizado um levantamento dos principais desastres naturais ocorridos neste período, sendo escolhidos os mais representativos, tanto pela quantidade de ocorrências quanto pelo número de municípios afetados. Os principais desastres naturais levantados foram: alagamentos; deslizamentos; enxurradas; erosões; estiagens; granizos; inundações, e; vendavais.

Tais informações foram incorporadas a um sistema de gerenciamento de banco de dados geográfico relacional, onde os atributos alfa-numérico foram ligados à base cartográfica contendo os limites dos municípios do Estado do Paraná, utilizando o código de referência do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística como chave primária, possibilitando assim a espacialização.

Os dados do SISDC trazem a quantidade de ocorrências de determinado desastre, por município, a data de ocorrência e o número de pessoas afetadas por cada uma, tornando possível o mapeamento no espaço e no tempo dos fenômenos ocorridos, além da determinação da intensidade do desastre, mesmo que este afete a população de maneira indireta.

De posse dessas informações já foi possível gerar produtos que nos fornecessem algumas indicações e uma distribuição dos desastres pelo Estado, a fim de apontar as direções para atingir o objetivo do trabalho, ou seja, a criação de um índice de ocorrência dos desastres nos municípios do Estado, possível através da incorporação de indicadores referentes a cada desastre levantado.

O índice construído neste trabalho foi denominado ISODN – Índice de Suscetibilidade a Ocorrência de Desastres Naturais e foi calculado através da média ponderada entre os índices criados para cada desastre natural mapeado e incorporado ao estudo.

Para cada desastre natural foi criado um índice utilizando os seguintes indicadores, levantados por município entre os anos de 2003 e 2013: número de ocorrências; número de pessoas afetadas; média populacional; total de pessoas afetadas. Calculados conforme fórmula abaixo:

$$\boldsymbol{Ppa} = \frac{Npa * 100}{Noc * Mpopp}$$

O índice utilizado individualmente para cada tipo de desastre foi o percentual de pessoas afetadas no período (***Ppa***), ou seja, foi multiplicado o número total de ocorrências (*Noc*) pela média populacional do período (*Mpopp*), para termos o total de pessoas expostas ao desastre, uma vez que, em cada ocorrência, entende-se que toda a população do município pode ser exposta ao fenômeno, e depois foi calculado o percentual que o número de pessoas afetadas (*Npa*) representava neste universo.

Já o ISODN foi calculado através da seguinte fórmula:

$$ISODN = \frac{Es * 1 + Er * 2 + Al * 3 + Gr * 4 + En * 5 + In * 6 + Vs * 7 + De * 8}{36}$$

Para calcular o ISODN, os índices individuais foram ponderados de acordo com a capacidade de reação da população a cada desastre, levando em consideração o possível tempo que a população tem para se preparar para enfrentar tal evento.

Assim, os valores variaram de 1 a 8, onde 8 foi classificado como o desastre que pode trazer mais danos para a população, tanto pela rapidez de ocorrência como a possível intensidade do evento, enquanto que um desastre cujo tempo de preparação para suportar o evento seja maior, foi ponderado com valor 1.

Além disso, a experiência dos pesquisadores e o conhecimento prévio da área de estudo permitiram chegar a esta ponderação, classificando a gravidade de cada evento com as observações feitas em vários eventos ocorridos, de acordo com o quadro abaixo.

Desastres Naturais	**Pesos**
Estiagem (*Es*)	1
Erosão (*Er*)	2
Alagamento (*Al*)	3
Granizo (*Gr*)	4
Enxurrada (*En*)	5
Inundação (*In*)	6
Vendaval (*Ve*)	7
Deslizamento (*De*)	8

Tabela 1: Pesos atribuídos aos desastres naturais no cálculo do ISODN

Os resultados forneceram um índice capaz de mensurar a suscetibilidade de cada município a ocorrência de desastres naturais, de acordo com a ponderação feita. Assim, pode-se espacializar tal informação em um mapa que chamamos de mapa síntese da suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais.

O ISODN que deu origem ao mapa síntese variou, dentro do estudo, de 0 a 27,9, e sua escala de classificação foi feita através do método de desvio padrão (standard deviation) onde os valores das classes, após um arredondamento do resultado, foram divididas em: 0 – suscetibilidade extremamente baixa; maior que 0 até 1 – suscetibilidade baixa; maior que 1 até 5 – suscetibilidade média; maior que 5 até 10 – suscetibilidade alta; maior que 10 – suscetibilidade extremamente alta.

3. Resultados e Discussões

Feito todo o processamento das informações, foi possível estabelecer uma metodologia de cálculo para os índices que deram origem ao ISODN. Esta metodologia nos permitiu traçar tanto um panorama geral dos municípios por tipo de desastre, como também realizar um mapa síntese da suscetibilidade a ocorrência de desastres naturais.

No intervalo de tempo analisado, de 2003 a 2013, foram registrados no Estado do Paraná 3.262 ocorrências de desastres que atingiram 361 municípios, afetando 7.477.662 pessoas. Destes desastres, 2.351 foram classificados como desastres naturais, tendo atingido 348 municípios e afetado 6.953.464 de pessoas.

Dos 38 tipos de desastres naturais constantes do SISDC, oito tiveram ocorrências recorrentes dentro dos 10 anos analisados, sendo estes escolhidos para compor o cálculo do ISODN.

Os vendavais tiveram maior número de ocorrências, atingindo 244 municípios e afetando mais de dois milhões de pessoas em dez anos, tornando-se o desastre natural com maior abrangência, estando presente em todas as regiões do Estado, em mais de 60% dos municípios.

Já a estiagem foi o desastre com maior alcance, ou seja, o que afetou maior número de pessoas, tanto em números absolutos quanto em média de pessoas afetadas por ocorrência. Porém, a maioria das pessoas não é afetada por este desastre de maneira grave.

As enxurradas e deslizamentos também tiveram grande média de pessoas afetadas por ocorrência, sendo estas ocorrência de maior gravidade comparadas à anterior.

As erosões e inundações, por serem desastres mais localizados e específicos, possuem abrangência menor, sendo natural atingir menos municípios e afetar menos pessoas, além de serem desastres com maior possibilidade de previsão e contingências.

Tipo de desastre natural	Número de ocorrências	Número de pessoas afetadas	Número municípios atingidos	Média de pessoas afetadas por ocorrência
Alagamento	170	116.645	71	686
Deslizamento	100	256.927	33	2.569
Enxurrada	384	999.032	173	2.602
Erosão	27	28.382	20	1.051
Estiagem	419	2.679.141	202	6.394
Granizo	274	386.416	160	1.410
Inundação	86	107.812	55	1.254
Vendaval	878	2.366.216	244	2.695
Total	2.338	6.940.571	-	2.969

Tabela 2: Síntese de dados dos principais desastres naturais ocorridos no Estado do Paraná entre 2003 e 2013

Quando se aplicou a metodologia de cálculo do ISODN foi observado o mesmo padrão de importância da abrangência e do alcance dos desastres na ordenação dos municípios.

Nos 10 municípios com maior ISODN, os vendavais, estiagens e enxurradas foram os que mais influenciaram para o maior valor do índice, mesmo não tendo os maiores pesos na média ponderada, isso se deu pela grande diferença entre o número de ocorrência e de pessoas afetadas destes três desastres, comparados aos demais.

Municipios	Indicadores de suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais								ISODN
	Alag.	Desliz.	Enxur.	Eros.	Estiag.	Gran.	Inund.	Vend.	
Godoy Moreira	0,00	0,00	34,78	0,00	0,00	0,00	13,96	106,98	27,96
Matelândia	0,00	0,00	0,00	0,00	55,53	55,46	0,00	72,24	21,75
Jussara	0,00	0,00	0,00	0,00	16,27	0,00	0,00	102,41	20,36
Nossa Senhora das Graças	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,03	19,45
Nova Cantu	0,00	0,00	114,91	0,00	89,96	1,73	0,00	0,00	18,65
Santo Inácio	0,00	0,00	4,36	0,00	20,93	0,00	0,00	84,32	17,58
Matinhos	20,67	0,00	22,47	0,00	0,00	0,00	65,53	0,51	15,86
Boa Esperança do Iguaçu	0,00	0,00	68,53	0,00	67,37	18,17	0,00	9,19	15,19
Candói	0,00	0,00	17,19	0,00	51,52	2,58	55,02	4,02	14,06
Florestópolis	0,00	0,00	98,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,73

Tabela 3: Indicadores dos dez municípios com maior ISODN do Estado do Paraná

O mapeamento dos municípios segundo o ISODN mostrou que as regiões Sudoeste e Oeste e Centro Sul Paranaense são as mais suscetíveis a ocorrência de desastres naturais. Estas regiões concentram 21 dos 37 municípios classificados com suscetibilidade extremamente alta de ocorrência de desastres naturais, além disso, apenas um município destas regiões ficou livre de algum tipo de desastre natural nos anos analisados.

Já o Norte Pioneiro e o Norte Paranaense Central são as regiões com menor suscetibilidade, comparada às demais. Apesar de possuírem municípios com suscetibilidade extremamente alta, a maioria apresentou ISODN menor que um.

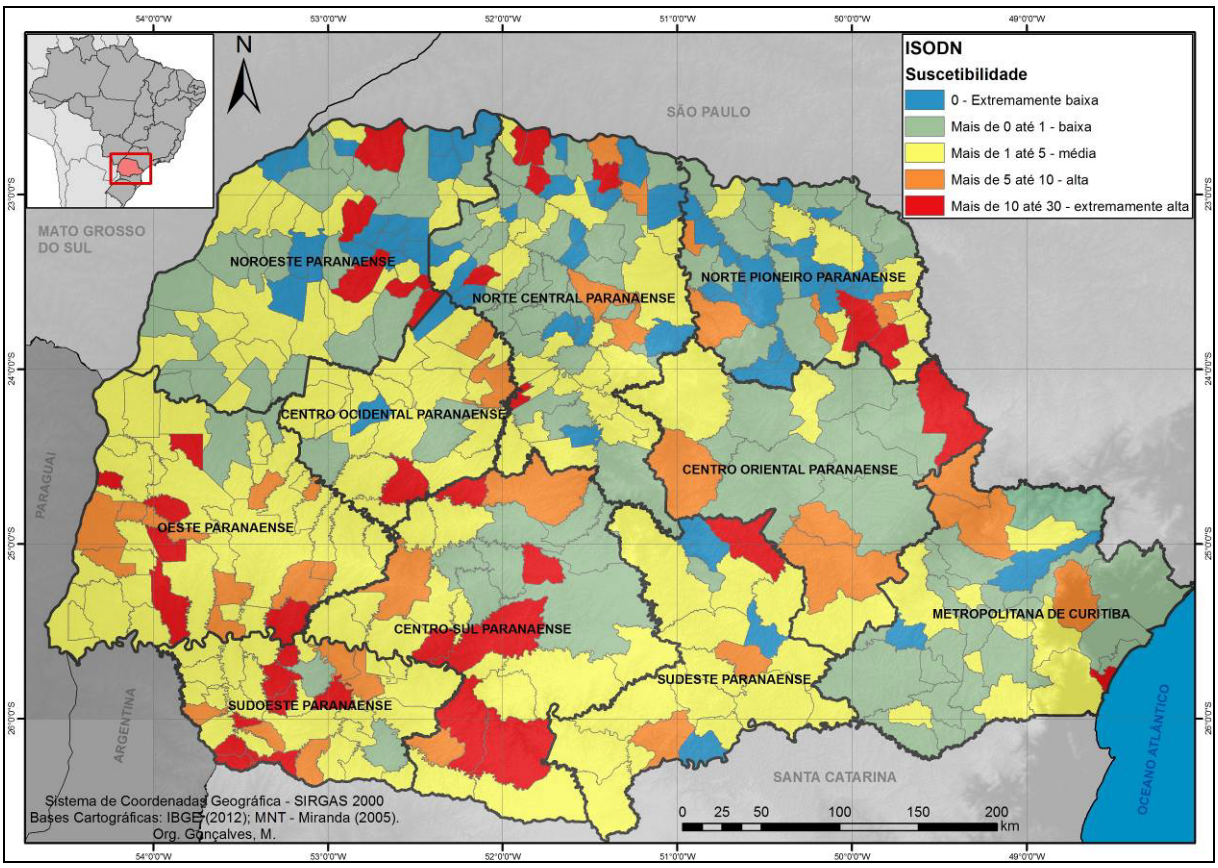


Figura 1 : Classificação dos municípios do Estado do Paraná de acordo com o ISODN

Conclusão

Com relação à metodologia, ela permitiu traçar um perfil do estado dentro de uma proposta estatística relacionada à ocorrência de desastres e a quantidade de pessoas afetadas por município, servindo para orientar investigações mais profundas e possíveis ações de emergências e contingências.

O ISODN se mostrou útil na classificação dos municípios de acordo com os desastres, mesmo se estudos mais profundos apontarem para uma mudança nos pesos utilizados, a alteração será de fácil aplicação, só dependendo do refinamento das informações presentes nos bancos de dados.

O índice serviu para gerar uma caracterização sintética dos principais desastres ocorridos no Estado, podendo servir para orientar as ações dos órgãos competentes tanto no planejamento quanto no remanejamento de estruturas.

Além disso, a metodologia permite a incorporação de novas entradas ou parâmetros para refinar os cálculos.

Na metodologia criada, para estabelecer a gravidade do desastre natural foi utilizado o número de pessoas afetadas e a ponderação foi feita de acordo com alguns levantamentos sobre o grau de impacto de cada desastre sobre os seres humanos e as infraestruturas. Por exemplo, um deslizamento tem a capacidade de afetar mais drasticamente um local, sua ocorrência pode ser súbita, sem tempo de socorro, enquanto que uma estiagem é um desastre mais lento e sua ocorrência permite maior planejamento nas contingências.

Referências bibliográficas

Augusto Filho O., Ogura A. T., Macedo. E. S. & Cerri & L. E. S. 1991: Riscos Geológicos: um modelo de abordagem e exemplos de aplicação no sudeste. In: *Simpósio de Geologia do Sudeste*. Sociedade Brasileira de Geologia/SP-RJ, **2**, São Paulo. Atas, São Paulo, 297-302.

Castro A. L. C. 2003: *Manual de Desastres Naturais: Desastres Naturais*. Vol I. Brasília.

Cerri L. E. S. & Amaral C. P. 1998: *Riscos Geológicos*. In: Oliveira A. M. S. & Brito S. N. A. (eds.) Geologia de Engenharia. São Paulo, ABGE.

D'ercole R., Pigeon P. 1999: L'expertise internationale des risques dits naturels: intérêt géographique. *Annales de géographie*, nº **608**, p. 339-357.

Guha-Sapir D.,Vos F.,Below R., Ponserre S. 2011: *Annual Disaster Statistical Review 2010: The Numbers and Trends*. Brussels: CRED.

Hetú B. 2001:La question des risques naturels. In: LAURIN, Suzane; KLEIN, Juan-Luis; TARDIF, Carole (sous la direction) *Géographie et sociéte: vers une géographie citoyenne*. Québec. p.61-92).

Licco E. A., Seo E. S. M. 2013: Perigos e Riscos Naturais: Estudo de Caso do Jardim Pantanal. InterfacEHS - *Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*. Vol. 8, N. **1**. p. 3-24.

Pelling M. 2003: *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London: Earthscan. 256 p.

Siche R., Agostinho F., Ortega E., Romeiro A. 2007: Índices Versus Indicadores: Precisões Conceituais na Discussão da Sustentabilidade de Países. *Ambiente & Sociedade*. Campinas v. X, n. **2**. p. 137-148. jul.-dez.

Tominaga L. K., Santoro J., Amaral R. do. 2009: *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico.

L'UTILISATION DU PAYSAGE ET DE LA GEOTECNOLOGIE DANS L'AIDE À LA GESTION DE LA SANTÉ ENVIRONNEMENT: UN EXEMPLE DANS LA CHAPADA DOS VEADEIROS, GOIAS, BRÉSIL

GURGEL H.C. [(1)], LAQUES A-E. [(2)]

(1) Universidade de Brasília (UnB) – Dept. de Geografia (GEA) – Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS) - Campus Universitário Darcy Ribeiro - Brasília-DF - 70910-900 – Brésil [helengurgel@unb.br]

(2) Institut de Recherche pour le Développement (IRD) – UMR ESPACE-DEV - Maison de la Télédétection, 500 Rue Breton, 34000 - Montpellier – France [anne-elisabeth.laques@ird.fr]

Résumé – *La santé est fortement liée à l'environnement, cependant, cette relation ne peut être analysée par une approche classique, sectorielle. Il est nécessaire d'intégrer différentes disciplines pour examiner l'impact des politiques de santé dans une région donnée et celui de l'environnement sur la santé des gens qui y vivent. Une alternative est d'utiliser des méthodes qui intègrent la géomatique à une approche paysagère permettant l'élaboration de géoindicateurs. Cette expérience est menée dans la Chapada dos Veadeiros - Goiais. Les résultats préliminaires montrent que l'augmentation de la morbidité dans la région est de nature environnementale. Toutefois, dans les bourgades touristiques les infrastructures de santé sont de meilleure qualité et les taux diminuent. Ce premier constat renforce la nécessité d'élaborer des indicateurs qui tiennent compte de la relation entre l'accès aux services et le profil de la population qui vit et circule dans la région.*
Mots-clés : *santé, paysage, indicateurs, analyse de la situation.*

Resumo – O uso da paisagem e da geotecnologia para ajudar a gestão da saúde ambiental. Un exemplo na chapada dos Viadeiros, Goiás, Brasil. *A saúde tem uma forte relação com meio ambiente, entretanto essa relação não pode ser analisada por uma abordagem clássica, setorial. É necessário integrar um conjunto de disciplinas para analisar o impacto das políticas de saúde em uma dada região e o do meio ambiente na saúde das pessoas que ali vivem. Uma alternativa é utilizar métodos que integram os instrumentos de geoprocessamento a uma abordagem através da análise da paisagem para elaboração de geoindicadores. Está sendo assim elaborado um projeto na Chapada dos Veadeiros – Goias, a fim de abarcar esse contexto. Resultados preliminares mostram que a maior morbidade da região foi de cunho ambiental. Além disso, as regiões com maior aporte turístico na região, contam também com maior infraestrutura de saúde. Evidenciando a necessidade de elaboração de indicadores que contemplem a relação de acesso aos serviços e o perfil da população que habita e circula na região.*
Palavras-chave : *saúde, paisagem, indicadores, análise de situação.*

Abstract : Landscape analysis and geotechnologies to monitor health-environment interactions : a case study in the Chapa dos Veadeiros, Goias, Brazil. *The Health has a strong interrelationship with the Environment issue. Despite that interrelationship these issues can not be addressed through classical and narrow conceptual bases. It is necessary a multidisciplinary approach for driving an Health Policy considering specific aspects related to the health of people who living in a specific local and its environment. One way for creating geoindicators is adopt GIS as a method for supporting landscape analysis. For reaching this analysis context and results is in construction process a project in the Chapada dos Veadores National Park, State of Goias, Brazil. Preliminary results indicate that great part of mobidity are related to the environment causes. In addition, there are indications relating greater tourist movement with largest health infrastructure. All this situation demand consistent indicators which can relate access to the public services and people who lives there as well as who visit the place.*
Keywords : *health, landscape, indicators, situation analysis.*

Introduction

En 2007, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a établi que l'existence de facteurs de risques environnementaux, jouent un rôle prépondérant dans plus de 80% des maladies fréquemment recensées (OMS[1]). En tête des problèmes sanitaires associés à l'environnement, les maladies diarrhéiques, les infections des voies respiratoires et le paludisme. Selon les estimations, 94% de la charge de maladies diarrhéiques sont attribuables à l'environnement. Ces maladies sont associées à des facteurs de risque tels que l'eau de boisson insalubre et l'absence d'hygiène chez les populations humaines et d'assainissement du milieu. Pour le paludisme, 42% des cas sont imputables à des facteurs environnementaux associés à des politiques publiques et à des pratiques concernant l'utilisation des sols, le déboisement, la gestion des ressources en eau, le choix des sites d'habitation et l'habitat (par exemple,

[1] Prévenir la maladie grâce à un environnement sain : une estimation de la charge de morbidité imputable à l'environnement, OMS, 2007. Synthèse sur le sujet réalisée par plus de 100 experts du monde entier. Consultable sur http://www.who.int/publications/list/9241594209/fr/index.html

l'amélioration du système de drainage des eaux usées domestiques). Peuton alors penser qu'une meilleure gestion de l'environnement pourrait contribuer à une réduction de la charge de morbidité ?

Encore faut-il alors définir ce concept polysémique d'environnement pour lui donner une dimension scientifique et opérationnelle. Dans cette contexte, nous aborderons l'environnement comme une construction sociale où l'homme, en fonction de ses contraintes et potentialités transforme et aménage des milieux, eux-mêmes caractérisés par des contraintes et potentialités. Il en résulte des systèmes spatiaux plus ou moins propices à la circulation de maladies dans lesquels l'organisation des sociétés va déterminer leur capacité de prise en charge du risque sanitaire et ainsi créer des profils sanitaires spécifiques. Si la dimension paysagère traduisant la variabilité de ces constructions sociales est bien sûr porteuse d'information, elle ne saurait cependant suffire et au delà de l'analyse d'indicateurs, nous nous proposons ici d'analyser les interrelations des déterminants du système d'accès aux soins afin de comprendre les processus générateurs d'inégalités tant dans le temps que dans l'espace.

L'environnement en interactions avec la santé des populations est un système complexe. Aux dynamiques éco-sociales d'occupation du territoire qui marquent les paysages se superposent des évolutions diachroniques des peuplements des territoires, des inégalités d'accès au soin et à la prévention des populations, des gestions de la surveillance et de l'alerte généralement en réponse à des urgences (c'est le cas quand ce sont des catastrophes comme des inondations, tempêtes, sécheresses, glissements de terrain), et de manière plus générale, des politiques de santé publique souvent différemment appliquées selon les contextes locaux, nationaux ou globaux d'un même pays. Dans ce contexte, l'un des plus grands défis actuels qui se pose aux responsables de la Santé Publique en matière de santé environnementale est de construire des systèmes ou des dispositifs de surveillance et d'alerte qui permettent de mieux contrôler, les effets des changements environnementaux sur la santé humaine.

Actuellement les dispositifs de surveillance et d'alerte sont construits selon le schéma ci-après (Romaña et al., 2010 ; Micheau et al, 2012), avec des indicateurs d'ordre sanitaire à partir desquels est organisée la surveillance de l'état sanitaire de la population humaine (1) et avec des indicateurs environnementaux à partir desquels est organisée la surveillance de l'état de l'environnement (2).

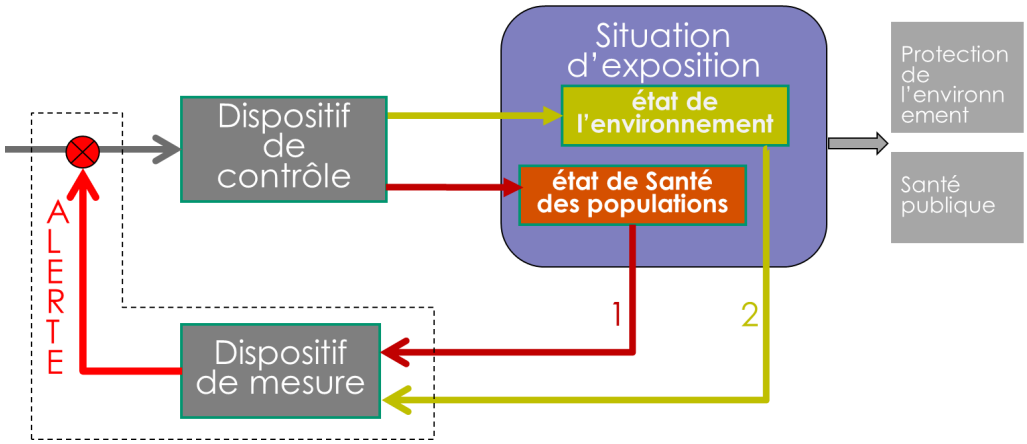


Figure 1 : Les dispositifs de surveillance en santé et environnement. Source : Romaña et al., 2010 ; Micheau et al., 2012

Très peu de systèmes combinent la surveillance sanitaire avec celle de l'environnement, en prenant en compte simultanément les deux types d'indicateurs (1) et (2).

Pour arriver à intégrer la santé et l'environnement dans un même système de surveillance et d'alerte, il est nécessaire d'effectuer des collectes de données sur l'état de l'environnement et des problèmes sanitaires, dans une même région, puis de les examiner conjointement pour obtenir une première analyse sur la situation. Sur cette base, des indicateurs en interaction avec ces données et le territoire sont construit, permettant d'avoir ainsi un diagnostic de la santé environnementale des populations humaines dans une région donnée (Freitas, 2011).

Le Brésil, conscient de ces interrelations entre les changements environnementaux et l'état de santé des populations humaines, a déjà commencé une démarche d'institutionnalisation de la surveillance de la santé liée à l'environnement. En 2004, la Coordination Générale de la Santé Environnementale du Ministère de la Santé (CGVAM/MS) et l'Organisation Panaméricaine de la Santé (OPAS) ont organisé le Symposium International sur le développement d'indicateurs pour la gestion intégrée de la santé environnementale. La construction d'indicateurs en santé environnementale pourrait soutenir et renforcer des initiatives qui contribuent à l'analyse de la santé et de l'environnement, la prise de décision et l'amélioration de la qualité de vie (Carneiro, 2006).

L'une des actions du gouvernement s'est concrétisée par la mise en place de l'Observatoire National de « Climat et Santé » (Cf. Observatorium, FIOCRUZ http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/) qui réunit des informations de nature diverse pour faciliter l'analyse des relations sur le territoire entre le climat et la santé. Parallèlement à cette volonté gouvernementale liée à la santé, le Brésil met actuellement en pratique une politique de libre accès aux données produites ou gérées par le secteur public. En conséquence, il est possible d'utiliser aujourd'hui, en accès libre et gratuit, une énorme quantité de données afin de les intégrer dans des politiques publiques de la surveillance et, à termes, de l'alerte.

Dans cette contexte le Laboratoire de Géographie, Environnement et Santé (LAGAS) du département de Géographie de l'Université de Bras´lia (UnB) et la UMR-ESPACE-DEV de l'IRD, dans le contexte du Laboratoire Mixte International (LMI) sont en train de developper en conjoint le projet « Indicateurs Territoriaux en Environnement et Santé dans la Chapada dos Veadeiros - ITES ». Ainsi l'objective de cette papier est de montrer les premières pas du projet. Où on ira démontrer comment les recherches sont en train d'être développées et quelques résultats initialises.

Les principaux objectifs du projet sont:

(1) d'améliorer les connaissances sur les causes de la disparité spatiale des conditions de santé, (2) de développer des méthodes de mesure et de suivi des phénomènes liés à l'évolution socio-environnementale des territoires (3) d'apporter un appui aux politiques publiques de santé par l'élaboration d'indicateurs et de méthodes facilitant le transfert des résultats des recherches.

1. Méthodes de travail

1.1. Une approche interdisciplinaire

La connaissance fine des interactions entre l'homme et l'environnement est fondamentale pour comprendre l'émergence et la diffusion des maladies. Les connaissances des dynamiques socioenvironnementales, des politiques publiques et de l'épidémiologie (sciences biomédicales) sont autant d'articulations et de disciplines importantes à prendre en compte pour la construction d'indicateurs et l'élaboration de politiques publiques capables de prendre en charge les menaces environnementales pour la santé. Le ITES fonde son approche sur l'intégration de ces différentes entrées et la mobilisation d'outils et de méthodes innovantes dans le contexte brésilien (spatialisation des connaissances par télédétection et analyses de

données, diagnostic et élaboration d'indicateurs à partir d'analyse des paysages et de leur évolution).

Chaque membre de l'équipe a un rôle clé à jouer à toutes les étapes du projet :

• l'identification du problème ;

• l'utilisation de la géomatique pour obtenir des informations et analyser les données ;

• choisir les types d'analyse spatiale à travers les données environnementales, sociales, sanitaires et des politiques publiques ;

• La construction des indicateurs, leur interprétation ;

• La mise à disposition des résultats afin d'être utilisés par les gestionnaires et la société.

1.2. Une démarche fondée sur l'Analyse de Situation

La ITES part du principe que l'Analyse de Situation (Cf. ASEB de l'OMS) peut être un réel support opérationnel qu'il faut prendre en compte pour coordonner les informations nécessaires à l'évaluation des questions de santé environnementale dans des régions vulnérables du Brésil. Il peut s'avérer être (i) le cadre indispensable pour l'évaluation des politiques de santé qui ont pour conséquences l'accès aux soins, (ii) la production d'indicateurs spatialisés qui se rapportent au territoire et permettent le suivi des régions analysées et iii) l'organisation des données à transférer vers l'Observatoire du « Climat et de la Santé ». Cette méthode devra être adaptée au contexte politique et socio-environnemental du Brésil via les travaux qui seront menés dans la région d'étude. A ce niveau, la connaissance de l'analyse spatiale à l'aide de la géomatique et de l'épidémiologie est une clé importante pour sélectionner les données les plus pertinentes qui permettront de définir les indicateurs aux différentes échelles de la gestion territoriale.

1.3. La télédétection comme source d'informations pour la construction d'indicateurs

Avec la prise de conscience de l'importance des changements et des dynamiques environnementales pour la qualité de la santé humaine, les questions de comment acquérir des données sur les milieux avec une certaines rythmicité se sont posées lorsque les recherches sont menées dans des régions peu étudiées.

En ce sens les données obtenues par différents satellites d'observation de la Terre représentent une source de données facilement disponible dans le temps et dans l'espace en fonction des besoins et des échelles d'observation. Par leurs traitements que maîtrisent parfaitement les équipes françaises (UMR ESPACE-DEV) et brésiliennes (LAGAS/UNB), ces données apporteront de l'information et des connaissances sur la dynamique d'occupation des sols et des paysages. Le suivi des changements d'état de ces deux niveaux d'observation (vitesse d'évolution, nature des changements, mesures des modifications) qui sont faites en ayant recours à l'analyse des métriques paysagères (fragmentation, diversité, connexité...) (Foltête et al., 2014) apporteront des données qui combinées à d'autres sources, permettront d'établir des diagnostics de territoires (où, quand, comment se produisent ces changements liées à l'étalement urbain, la déforestation, l'avancée des grandes cultures, les crues, les barrages, etc.). C'est sur les analyses d'image que seront surimposées les données collectées sur les situations d'exposition des populations humaines aux problématiques locales de santé et les maladies.

Les analyses d'image chercheront aussi à mettre en évidence les facteurs qui influent sur le cycle de certaines maladies et se produisent à différentes échelles spatiales et temporelles (rythmes saisonniers, feux, inondations...). Il sera aussi question de conduire des travaux sur

la recherche de la distribution et l'abondance de certains vecteurs comme les moustiques, vecteurs de la dengue, ou l'eau, vecteur des agents pathogènes de syndromes comme le syndrome diarrhéique ou les hépatites, par exemple, en relation avec la caractérisation de l'occupation du sol et des paysages.

1.4. Le paysage comme outil intégrateur d'analyse

Au Brésil, les politiques de santé publique et les données sanitaires se rapportent généralement au territoire administratif, à des catégories sociales ou bien à des types d'objet or il a été prouvé maintenant que l'analyse des relations entre la santé et l'environnement n'est pas toujours adapté à ce type de découpage. Il est donc nécessaire d'appréhender un nouveau niveau d'analyse, celui du paysage. En effet, cette nouvelle entrée projette directement les travaux de recherche et de transfert de la connaissance vers le politique dans les relations que l'homme entretient avec son lieu de vie et d'usage, et son environnement. Le paysage permet une prise en compte systémique et holistique des facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques associés à un territoire et cela dans une dimension spatio-temporelle.

L'hypothèse est faite ici que le paysage est un outil de zonage adapté pour informer sur les relations entre la santé et l'environnement (Quartier et al., 2012). Son analyse recèle de nombreuses informations sur sa composition et sa configuration ce qui permet d'évaluer ces relations à partir de la construction d'indicateurs spatialisés, c'est-à-dire d'indicateurs dont la valeur se rapporte à une unité spatiale. L'information qu'ils produisent se transmet graphiquement par une carte.

Il sera alors nécessaire d'articuler différentes échelles d'analyse et de fonctionnement de déterminants des discontinuités spatiales des maladies cibles et/ou des profils sanitaires. Pour cela il sera question de travailler à la fois sur les relations entre l'habitat des vecteurs et les évolutions du milieu pour suivre les dynamiques d'évolution des espaces potentiels de la maladie et d'analyser les modalités de construction des espaces partagés entre les différents termes de la chaîne épidémiologique à l'échelle des espaces fonctionnels de la maladie. Ce second niveau permettra d'identifier au sein des espaces potentiels, les mailles élémentaires de la transmission renvoyant vers les pratiques de l'espace par les sociétés, les conditions de vie (habitat et habiter), etc..., et les modalités de prise en charge par des systèmes de soins.

2. Des indicateurs se rapportant au territoire pour la gestion de la santé

Si le Brésil a depuis longtemps mis en place un système de santé (SUS - Système Unique de Santé), les actions entreprises en médecine préventive sont peu développées. En effet, dans les unités de santé de base, les hôpitaux par exemple, c'est encore la pratique quotidienne de la médecine curative (Barcellos et al, 2002). La reconnaissance du territoire pour la délimitation des zones pour l'action et pour la gestion a gagné en force avec l'analyse spatiale des problèmes de santé. La mise en place d'actions préventives à partir d'une délimitation territoriale pré-déterminée est devenue l'une des clés pour l'organisation des soins et la définition d'une politique de surveillance. Ainsi, construire des indicateurs au niveau du territoire apparait comme un élément clé pour soutenir les actions et la gestion de la santé à l'échelle locale, régionale et nationale.

Cette construction d'indicateurs sera accompagnée d'une analyse critique de l'information médicale qui sera principalement issue dans un premier temps des statistiques produites par le système de santé national et ce à différentes échelles. Il sera nécessaire dans la mesure du possible d'essayer d'appréhender cette information au niveau des structures de soins de base afin de disposer d'une cohérence de l'information environnementale et sanitaires. Pour autant,

finesse des données en termes d'échelle ne signifie pas nécessairement adéquation par rapport à la réalité épidémiologique. Issues des structures de soins, les données liées à la distribution de la maladie représentent la morbidité diagnostiquée. En ce sens elles sont donc autant dépendantes de la réalité de la distribution de la maladie au sein d'une population que de la distribution de l'offre et de la variabilité du recours aux soins. Au final nous analysons des données de santé qui peuvent être influencées par d'autres types d'offres, information susceptible d'échapper aux statistiques officielles, ainsi que par la variabilité des recours potentiellement autant déterminés par des critères d'accessibilité (physique, économique, culturelle, etc...) que par des réalités médicales.

Il s'agira donc au final d'éviter le piège de l'analyse de données de morbidité diagnostiquée susceptibles de présenter des biais plus ou moins importants, par des travaux de cadrage de l'information à travers l'étude géographique de l'offre et du recours aux soins en lien avec des enquêtes de morbidité réelle effectuées en population générale à l'échelle de sites ateliers illustrant la diversité des systèmes socio-spatiaux étudiés. Ces indicateurs seront construits selon différentes méthodes, au cas par cas, selon les méthodes couramment utilisées pas les chercheurs de l'équipe. La présentation des étapes de l'analyse (ciaprès) expose les différentes phases nécessaires à leur réalisation. Ces indicateurs deviendront de véritables marqueurs sanitaires de l'espace lorsqu'ils auront passés les filtres de l'évaluation avec les Institutions brésiliennes. Des enquêtes de terrain seront effectuées ponctuellement et selon un protocole à définir pour appréhender et mesurer l'écart à la réalité lié aux données disponibles et/ou collectées selon des entrées sectorielles ou disciplinaires ou à des échelles pas toujours adaptées.

2.1. Les étapes d'analyses

Pour construire les indicateurs aux différentes échelles de la gestion des territoires et les rendre disponibles, les étapes ci-dessous seront réalisées :

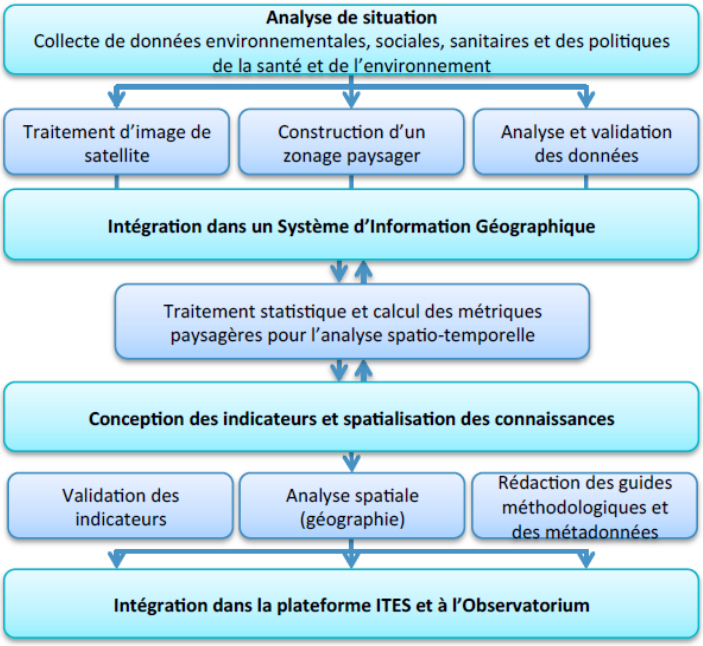


Figure 2 : Les étapes du projet.

3. Le terrain d'étude : La Chapada dos Viadeiros

Cette région du Cerrado (biome de savane plus ou moins arborée) est actuellement confrontée à l'arrivée massive de l'agriculture commerciale dont le soja sur les parties

sommitales des plateaux qui dominent les vallées. Ici, la population vit d'une petite agriculture familiale dans des conditions précaires. Le réseau d'irrigation ultra moderne que demande ces cultures modifie le cycle, la qualité et l'abondance des eaux des populations en aval. Les dernières études menées dans la région ont évaluée un IDH moyen de 0.68, le plus bas de l'Etat du Goiás et l'un des plus faible au Brésil. Maladie étudiée : Ces populations souffrent de maladies infectieuses et parasitaires et de la difficulté d'accès aux soins. Aini nous iron develloper d'études d'impact sur la santé de la mise en place des aire protegées qui existe dans la region par des approches intégrées des conditions de vie des populations, des conditions sanitaires et des risques d'exposition et de contacts avec les maladies liées à l'environemment.



Figure 3 : Les terrains d'études actuelle et futur.

4. Les premieres resultats

Inicialment a été effectuée, une analyse de la situation de la morbidité et de la mortalité dans les communes de la Chapada dos Veadeiros. L'analyse globale montre que les principales causes d'hospitalisation sont liés à des maladies respiratoires, les maladies parasitaires et l'accouchement. Ce profil indique que les maladies liées à l'environnement sont fortement présents dans la région. Les principales causes de décès sont liés au cancer et les maladies circulatoires, suivant le profil actuel de la mortalité brésilien.

Ce cadre met en évidence l'importance de l'environnement par rapport aux hospitalisations. Où environ 50 pour cent des maladies qui conduisent à l'hospitalisation dans la région peut être étroitement liée aux conditions environnementales telles que les maladies respiratoires et parasitaires.

Par ailleurs, une analyse préliminaire des données d'utilisation des sols, disponibles par l'Agence de l'environnement de Goias menée en 2008, a montré que 90% des municipalités ont environ 80% de sa superficie de végétation naturelle, principalement cerrado. Les zones qui sont en cours d'utilisation sont conçus pour le pâturage et l'agriculture dans le soja notamment. À travers des visites sur le terrain, nous avons remarqué qu'il ya eu des changements intenses dans l'utilisation des terres dans certaines zones de la region d'étude tandis que d'autres ont continué intactactas. Cette situation va probablement causer des impacts sur la dynamique socio-environnementales locales. Des études multitemporalles sur l'utilisation des sols à partir d'images de satellites sont en cours d'élaboration afin de mieux caractériser les dynamiques environnementales de la région.

Un autre résultat intéressant qui a été vérifiée est que les municipalités qui a plus d'infrastructure touristique et une plus grande zone protégée, c'est qu'il présente la meilleure infrastructure de acess a l'santé, par rapporter le nombre de lits disponibles et le nombre de médecin par habitant (Freire et al, 2014). Cella demontre qui mieux comprendre le type d'activité économique développée localement aidera à la compréhension de la qualité de l'accès aux services de santé.

A partir de projets partenaires, çe même type d'analyse sera effectuée dans la frontière entre le Brésil et la France (Oyapock - Amapá et Saint George - Guyane française) région d'aligner la méthodologie en cours d'élaboration.

Conclusion

Les études sur la relation entre l'environnement et la santé ont été menées au cours des siècles, mais récemment, avec l'avènement des nouvelles technologies et des moyens scientifiques, nous pouvons approfondir la compréhension de cette relation. Les outils de géomatiques a aussi fait ressortir l'importance de la dynamique spatio-temporelle pour la compréhension de cette relation. Cependant, nous sommes dans une période d'abondance de données et d'informations et il est nécessaire synthétiser les connaissances en vue de leur appliquer et ainsi aider à la gestion et au développement, en particulier au niveau local. Ainsi, les géoindicateurs apparaissent avec une originalité particulière.

Le projet « Indicateurs Territoriaux en Environnement et Santé dans la Chapada dos Veadeiros - ITES » est à ses débuts. Les premiers résultats indiquent la nécessité d'une meilleure compréhension de la dynamique de la population qui habite et qui circulent sur la région, ainsi qu'une meilleure compréhension de la dynamique économique locale, ce qui influe directement sur la configuration du paysage. Cet ensemble de facteurs semble impacter direct sur le profil de la demande d'accès à l'établissement de services de santé locaux, ainsi que les principales causes de morbidité qui affectant la population locale. La construction de géoindicateurs de la santé et de l'environnement va apporter donc une meilleure compréhension des dynamiques locales qui aideront à une meilleure gestion de la santé publique locale.

Références bibliographiques

Barcellos,C. D. C., Sabroza P. C., Peiter P., & Rojas L. I., 2002 : Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. *Informe epidemiológico do SUS*, **11**, 129-138.

Carneiro F., 2006 : Meeting report: development of environmental health indicators in Brazil and other countries in the Americas. *Environmental Health Perspectives*, **114**, 1407-1408

Foltete J.C., Girardet X., Clauzel C., 2014 : A methodological framework for the use of landscape graphs in land-use planning. *Landscape and Urban Planning*, **124**: 140-150

Freire K., Gurgel, H. C., Laques, A-E., 2014 : Relações entre turismo e saúde: o caso da Chapada dos Veadeiros - GO. In: *I Congresso de Geografia da Saúde dos Países de Língua Portuguesa*, Coimbra – Portugal: Universidade de Coimbra.

Freitas C. M., 2011 : Introdução - Construindo indicadores em saúde ambiental. In: Carlos Machado de Freitas. (Org.). *Saúde ambiental - Guia básico para construção de indicadores*. Brasília: Ministério da Saúde, 19-23p.

Micheau J., Dor F., Gainza R. de, Romana C.A., 2012 : Menaces environnementales et systèmes d'alerte : conceptualisation et enjeux. Environnement, *Risques & Santé*, **11**, 493-501.

Quartier M., Davidson R., Oestreicher J., Harry M., Braga F., Dias F.B., Romana C.A., 2011 : The Landscape: a Gateway to Understanding Epidemiological Systems in Vector Borne Diseases. *Proceedings of the Environmental Health Conference*, Salvador, Brazil.

Romaña C.A., Beauvais M.L., Gainza R. de, 2010 : *Formalisation théorique d'un dispositif d'alerte en santé environnementale*. Pertina, rapport d'étude, 25p.

DINÂMICA DA PAISAGEM URBANA COM BASE NA ANÁLISE DO NDVI E USO DO SOLO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO – BRASIL

JESUS B. L. P. [(1)], LOMBARDO M. A. [(2)]

(1) USP, Avenida Prof. Lineu Prestes, 338, Cep: 05508-080- São Paulo-SP, Brasil [brunajesus@usp.br].

(2)Universidade Estadual Paulista. Avenida 24 A, 1515- Bela Vista Cep:13506-900 – Rio Claro -SP, Brasil [lombardo@rc.unesp.br]

Resumo - *O processo de expansão urbana gera impactos no ambiente que são intensificados pelas constantes mudanças do espaço, causando um desequilíbrio na natureza e nas interações atmosfera-Terra. Nas áreas urbanas os sistemas naturais são os que mais sofrem alterações causadas pela ação antrópica, principalmente por conta dos elementos que constituem a cidade como a ausência de áreas verdes, impermeabilização do solo, que impossibilitam a infiltração da água das chuvas, modificando o regime de escoamento superficial entre outros. Neste contexto foi feito uma análise temporal para verificar a dinâmica do índice de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) para o período de 30 anos (1985-2010) na Região Metropolitana de São Paulo – Brasil, com intuito de quantificar a variação do índice e identificar as mudanças na paisagem urbana. Para a análise utilizou-se o ArcGis para a extração do NDVI da imagem de satélite Landsat 5, a seguir gerou-se com esses dados tabelas com análises estatísticas zonais e a partir disso foi realizada uma análise exploratória para cada ano do período de estudo, que posteriormente foram comparadas a dados de Uso do Solo. Observou-se ao longo do período, que o intervalo de dispersão dos dados e a concentração dos mesmos tenderam em direção ao -1, isso indica que o espectro eletromagnético está refletindo cada vez menos; por sua vez, os dados de Uso do Solo também confirmaram com valores negativos para o período, indicando uma menor quantidade de vegetação na RMSP.*
Palavras Chaves: *paisagem urbana, índice de NDVI e geotecnologias.*

Résumé- Dynamique du paysage urbain à partir de l'étude du NDVI et de l'utilisation du sol dans la région métropolitaine de São Paulo – Brésil. *Le processus d'expansion urbaine génère des impacts environnementaux qui sont renforcés par des changements constants de l'espace, ce qui provoque un déséquilibre dans la nature et dans les interactions terre-atmosphère. Dans les zones urbaines, où les systèmes naturels sont ceux qui souffrent de la plupart des modifications apportées, causées par l'action anthropique, principalement en raison des éléments qui composent la ville, tels que l'absence d'espaces verts et d'étanchéité des sols, qui empêchent l'infiltration des eaux pluviales, modifiant ainsi le régime de ruissellement entre autres. Dans ce contexte, une analyse temporelle a été réalisée pour vérifier la dynamique de l'indice de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) pour une période de 30 ans (1985-2010) dans la région métropolitaine de São Paulo-Brésil ; ceci afin de quantifier la variation de l'indice et d'identifier les changements dans le paysage urbain. Pour l'analyse nous avons utilisé ArcGis pour l'extraction du NDVI de l'image satellite Lansat 5, ce qui a permit de générer des tableaux de données statistiques zonales. A partir de ces éléments, une analyse exploratoire a pu être menée pour chaque année de la période d'étude. Ces résultats ont été comparés aux données d'occupation des sols : il a été observé au cours de la période que l'intervalle de dispersion des données et leur concentration tend vers -1, cela indique que le spectre électromagnétique réfléchit moins. A leur tour, les données d'aménagement des sols ont également confirmées des valeurs négatives pour la période, indiquant un montant inférieur de la végétation dans le RMSP.*
Mots clés : *paysage urbain, indice, NDVI et géotechnologies****.***

Abstract - Urban landscape dynamic based on NDVI and land use analysis in the metropolitan area of São Paulo - Brazil *The process of urban expansion is generating environmental impacts that are intensified by changing the space, causing an imbalance in nature and between the Earth-atmosphere interactions. In urban areas the natural systems that suffer most are the changes caused by human activities, mainly on account of the elements of the city such as the lack of green areas, soil sealing, which prevent the infiltration of rainwater, modifying the system of runoff and others. In this context it was made dynamic Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the period of 30 years (1985-2010) in the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP)- Brazil, aiming to quantify the variation of the index and identify the changes in the urban landscape. For the analysis we used the ArcGIS for NDVI extraction of the image of Landsat 5, then with these data was generated tables with zonal statistical analysis and was made exploratory analysis for each year of the study period, which were subsequently compared to data of Land Use. It was observed during the period that the range of data dispersion and concentration data tended toward -1, this indicates that the electromagnetic spectrum is reflecting ever less; the data Land Use also confirmed with negative values for the period, in turn indicating a smaller amount of vegetation in the RMSP.*
Keywords: *urban landscape, index of NDVI and geotechnology.*

Introdução

A qualidade ambiental é influenciada por diversos fatores, tais como presença de áreas com vegetação, características climáticas, desmatamentos, solos degradados, entre outros. Tentativas têm sido realizadas para monitorar esses fatores por meio do uso de dados obtidos a partir de sensoriamento remoto (SMALL, 2001).

No caso da área de estudo deste trabalho, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), também conhecida como a Grande São Paulo, destaca-se como um bom exemplo por ser uma das mais complexas Regiões Administrativas do Estado de São Paulo, reunindo 39 municípios com características socioeconômicas e territoriais heterogêneas, totalizando 19.867.456 habitantes (SEADE, 2014).

A RMSP caracteriza-se como uma área de grande aglomeração da população que impulsionou a expansão urbana, que por sua vez influencia no decréscimo da cobertura vegetal na área. Portanto, a importância da caracterização das dinâmicas temporais e espaciais das paisagens vem sendo cada vez mais explorada com o aporte que a técnica de sensoriamento remoto fornece.

Dados obtidos a partir de diferentes comprimentos de onda visível e infravermelho têm sido combinados para produzir índices espectrais que são medidas sensíveis em termos de variações espacial e temporal (GAO et al., 2000).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi observar o comportamento das Variações Máximas do Índice de NDVI (NDVI_MAX) comparado a dados de Uso do Solo, o que permitiu caracterizar sua distribuição espacial, bem como a evolução do seu estado ao longo do tempo. Desta forma, pretendeu-se contribuir para uma melhor compreensão das transformações da paisagem urbana no período de 30 anos da RMSP.

1. Objetivos

O objetivo do presente trabalho foi analisar e quantificar a variação do Índice de NDVI_MAX para o período de 30 anos e comparar aos dados de Uso do Solo da Região Metropolitana de São Paulo – Brasil com o aporte de geotecnologias, e a partir disso buscar identificar as mudanças na paisagem durante esse período.

2. Metodologia e técnicas

2.1 Dados

Neste estudo foram utilizadas imagens orbitais dos Satélites Landsat 5 (TM) bandas 3 e 4, orbita/ ponto 219/76, com o recorte da RMSP (Figura 1). As imagens orbitais foram adquiridas do acervo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

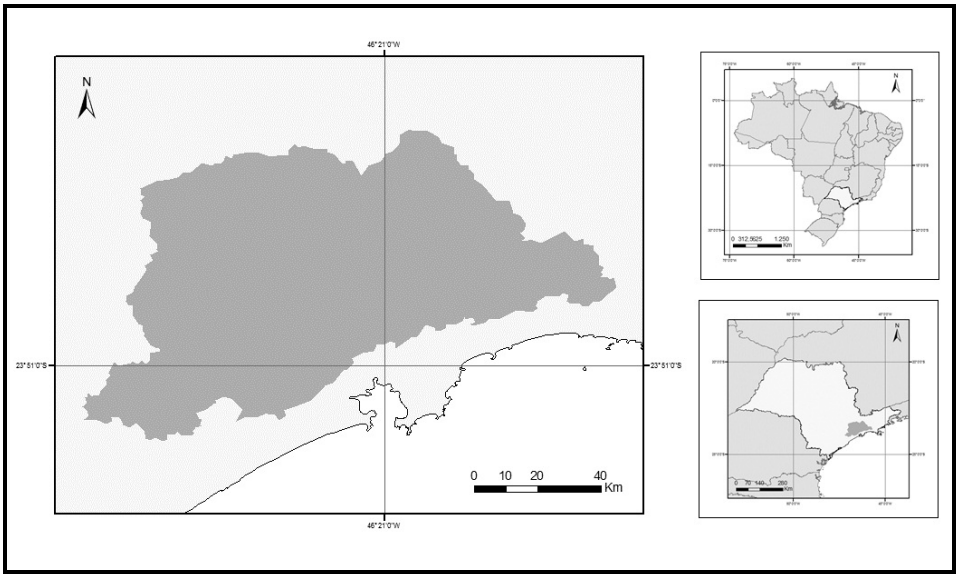


Figura 1- Mapa de localização. Organizado pela autora.

O intervalo determinado para o estudo da série de 30 anos foram os anos de 1985, 2000 e 2010.

2.2 Processamento das imagens e aplicação do índice de NDVI.

Para a aplicação do Índice de NDVI foram utilizadas as bandas 3 (vermelho) e 4 (infra-vermelho próximo). A primeira etapa depois da separação das duas bandas de cada ano foi o georreferenciamento das imagens. Em seguida foi feita a conversão de ND para Radiância e Reflectância Aparente para a correção atmosférica, de acordo com Chander et al., (2009), no software ArcGis 9.2.

A próxima etapa foi a classificação do índice de NDVI, de acordo com Rouse et al. (1973), que consiste em uma equação que tem como variáveis as bandas do vermelho e infravermelho próximo, como segue:

$$NDVI: IR - R / IR + R \quad (1)$$

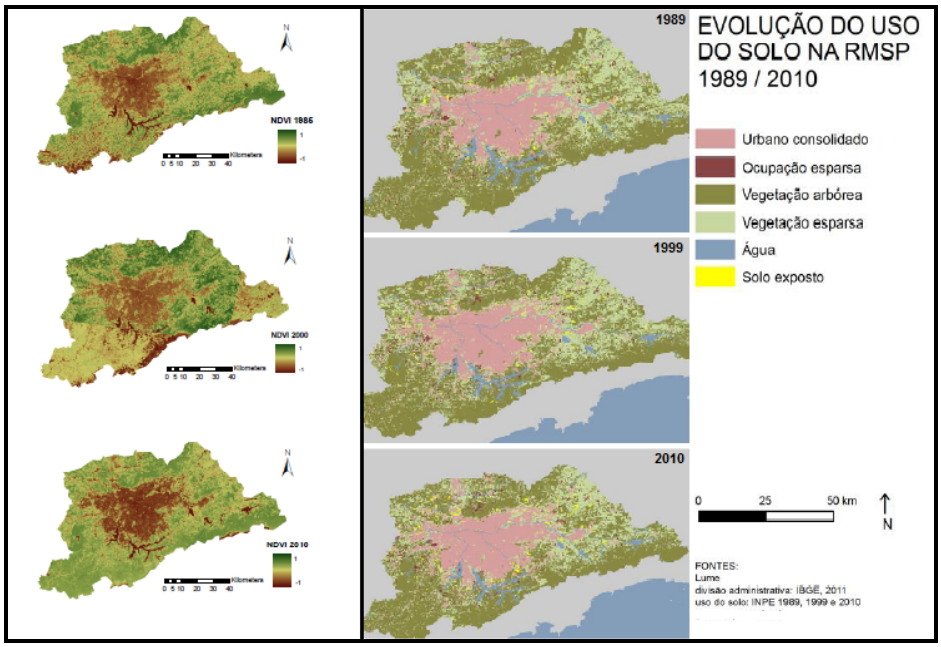
Sendo,
IR: Infrared (Infravermelho próximo)
V: Red (vermelho)

Este índice varia de +1 atingindo altos valores em regiões ricas em vegetação e no caso das regiões mais periféricas; e -1 nas áreas centrais, onde a ausência da vegetação é maior. As interpolações e aquisição dos dados do índice de NDVI foram realizadas utilizando o software ESRI ArcGis versão 9.2, por meio de análises estatísticas zonais.

3. Resultados

Foi realizada uma análise exploratória para cada ano do período de estudo com a finalidade de observar o comportamento dos dados de NDVI_Max e com esses dados gerado os mapas que estão esboçados na (Figura 2.A) e posteriormente foram comparados com o de Uso do Solo (Figura 2.B). Com a análise conjunta dos dados foi possível obter uma melhor compreensão da variabilidade dos dados na RMSP.

(A)



(B)

Figura 2. (A) Mapas do Índice de NDVI de1985 a 2010. Organizado por JESUS, 2014. (B) Mapas de Uso da Terra de 1989 a 2010. Fonte: SILVA, 2013

3.1 Análise dos dados

Para a primeira parte desta análise foram elaborados mapas para os anos de 1985, 2000 e 2010 com os dados do Índice de NDVI_Max (Figura 2), em seguida todos os dados foram organizados em tabela e tratados no Programa em R, que é definido como uma linguagem e um ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e gráficos. Este programa foi criado por Ross Ihaka e Robert Gentleman no Departamento de Estatística da Universidade de Auckland na Nova Zelândia. Com auxilio do programa R, os dados foram analisados com um gráfico de boxplot, de frequência e dispersão.

NDVI Máximo (NDVI_Max)			
	1985	2000	2010
média	0,78	0,71	0,7
moda	1	n/d	0,88
mediana	0,77	0,71	0,66

Tabela 1 – Tabela de variação da média, moda e mediana do Índice de NDVI_Max.
Fonte: imagens órbitais do Landsat 5. Organizado pela autora.

A tabela com os dados de NDVI_Max gerada foi organizada para cada ano, contendo as variações de média, moda e mediana, (Tabela1) e esboçado em um gráfico de frequência e dispersão da variação máxima do Índice de NDVI_Max, (Figura3).

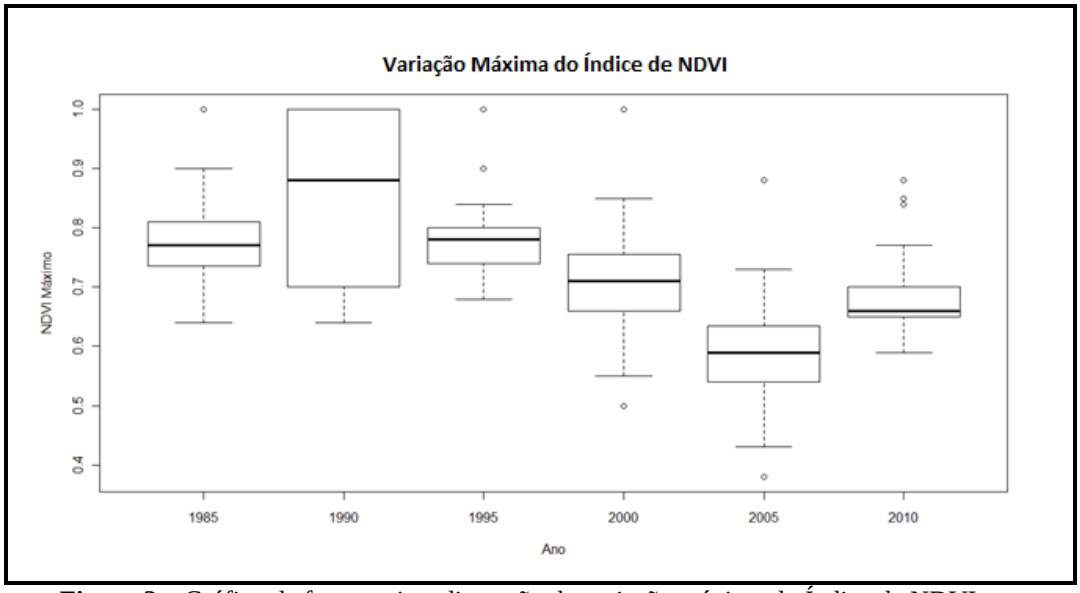


Figura 3 – Gráfico de frequencia e disperção da variação máxima do Índice de NDVI.
Fonte: imagens órbitais do Landsat 5. Organizado pela autora.

Para ano de 1985, a mediana foi de 0,77, a média 0,78, a moda foi de 1, o NDVI_Max de dispersão variou entre 0,6 a 0,9 e o NDVI_Max de concentração dos dados oscilou entre 0,7 e 0,8. Os dados se concentram de forma homogenia entre o Q1 e Q3. Quanto ao ponto atípico, indicou o índice do NDVI_Max superior a mediana.

O ano de 2000, apresentou a mediana de 0,71, a média de 0,71 e não se apresentou moda. O NDVI_Max de disperção demonstrou oscilação entre 0,5 a 0,9 e o NDVI_Max de concentração dos dados oscilou entre 0,6 e 0,8. Os dados se concentraram de forma homogenia entre o Q1 e Q3, o ano apresentou dois pontos atípicos, um indicando valores do índice de NDVI_Max superiores a mediana e outro valores de índice inferiores a mediana.

No ano de 2010, a mediana foi de 0,66, a média de 0,70 e a moda foi de 0,88. O NDVI_Max de disperção demonstrou oscilação entre 0,6 a 0,8 e o NDVI_Max de concentração dos dados oscilou entre 0,6 e 0,7. Esse ano apresentou a maior concentração dos dados acima da mediana, no Q1. Os 3 pontos atípicos apareceram indicando valores superiores, localizados acima da mediana.

O gráfico de Variação Máxima do Índice de NDVI por ano, ao longo do período analisado, apresentou o intervalo de dispersão dos dados tendendo, em direção ao -1.

Na segunda parte foram obtidos dados de Uso do Solo da RMSP do mesmo período (Tabela2).

Uso do Solo	1989	1999	2010	1989 a 1999	1999 a 2010	1989 a 2010
Urbano consolidado	1388,33	1546,74	1662,85	158,41	116,11	274,52
Ocupação esparsa	158,26	206,78	262,37	48,52	55,59	104,11
Vegetação arbórea	3938,76	3670,81	3556,33	-267,95	-114,48	-382,43
Vegetação rasteira	2181,45	2230,63	2147,93	49,18	-82,70	-33,52
Água	237,53	233,08	237,36	-4,45	4,28	-0,17
Solo exposto	48,57	64,86	86,06	16,29	21,20	37,49
Áreas ocupadas	1546,59	1753,52	1925,22	206,93	171,70	378,63
Cobertura vegetal	6120,21	5901,44	5704,26	-218,77	-197,18	-415,95

Fonte: INPE 1989, 1999 e 2010

Tabela 2 – Evolução do uso do solo na RMSP de 1989 a 2010 (km²)
Fonte: SILVA, 2013.

Observou-se nos dados de Uso do Solo da RMSP que as variáveis "Urbano consolidado" aumentou 274,52 km² e a "Ocupação esparsa" 104,11 km², logo em seguida destaca-se o "Solo exposto" com um aumento de 37,49 km². Essas três variáveis reforçam o constante aumento da aréa urbana no período de 1989 a 2010. Por outro lado, as outras três variáveis demonstradas na tabela, seguem com valores negativos: a "Vegetação arbórea" com -382,43 km², a "Vegetação rasteira" com -33,52 km² e a "Água" -0,17 km². Esses dados foram esboçados na (Figura4) abaixo:

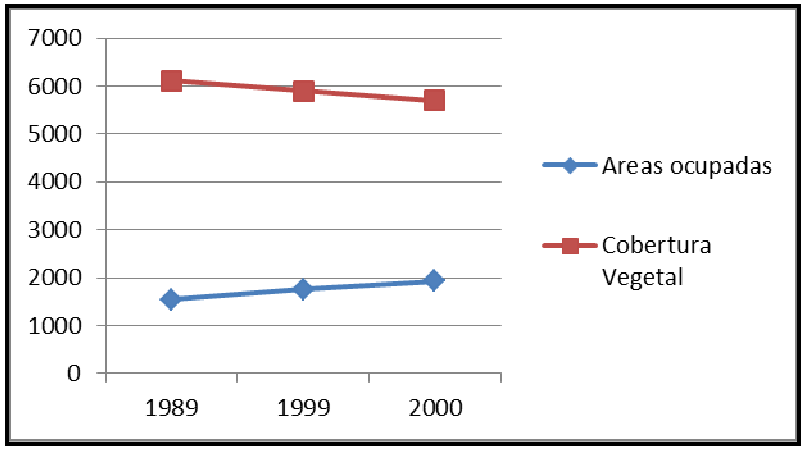


Figura 4 – Gráfico do cruzamento de dados das àreas ocupadas *versus* cobertura vegetal.
Fonte: SILVA, 2013. Organizado pela autora.

Ao analisar a figura acima fica evidente que as variáveis são inversamente proporcionais, ou seja, enquanto as "Áreas ocupadas" aumentam, a "Cobertura vegetal" diminui na RMSP.

Conclusões

Com a comparação dos dados do índice de NDVI_Max e Uso do Solo da RMSP, pode-se concluir a evidente supressão da vegetação ao longo do período de estudo, e que tem sido intensificada pelo grande adensamento urbano e suas transformações na RMSP. Esses índices indicam uma modificação a ser considerada impactante na paisagem urbana e refletem diretamente na qualidade de vida da população.

Dentre as variadas funções exercidas pela vegetação no contexto da cidade, ela é responsável por atuar como um filtro das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas, refrescando os ambientes próximos, uma vez que as folhagens das árvores atuam como anteparos protetores das superfícies que se localizam imediatamente abaixo e nas proximidades (ROMERO, 1997).

Neste contexto, Nucci (2001) também complementa que as áreas verdes urbanas são indispensáveis para assegurar a qualidade ambiental das cidades, uma vez que abrigam a fauna; filtram o ar, reduzindo os poluentes; atuam na redução da poluição sonora; diminuem a poeira em suspensão; e colaboram para a organização e desenvolvimento das atividades humanas, contribuindo para a saúde do homem.

É imprescindível que haja novas propostas de politicas públicas e replanejamentos na área urbana para amenizar futuras remoções de vegetação urbana.

Referências Bibliográficas

Chander G, Markham B. L, Helder D. L., 2009 : Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote Sensing Environment. 113 (893–903), Elsevier Science Inc.

Gao X., Huete A. R., Wenge NI, Tomoaki M., 2000: Optical–Biophysical Relationships of Vegetation Spectra without Background. Remote Sensing Environment. 74,609–620 Elsevier Science Inc., New York, NY.

Nucci J. C,1997: Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: Humanitas/FFLCH-USP, 2001.

Romero M.A.B.1973 : Caracterização do clima. Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano. Ed. Projet.

Rouse J. W., Hass R. H., Schell J. A. DEERING, D. W., 1973 : Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Tecnology Satellite-1 Symposium, .3Proceedings. Washington, .1, Sec.A, p. 309-307.

SEADE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Consultado em 04/06/2014 http://www.seade.gov.br/.

Silva L. S., 2013: A cidade e a floresta: o impacto da expansão urbana sobre áreas vegetadas na região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da USP (Procam/USP), São Paulo.

Small C., 2001 : Estimation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis, Int. J. Remote Sensing., 22, 1305-1334.

ZONAGE DU BRESIL A PARTIR D'UNE SERIE TEMPORELLE D'IMAGES MODIS

JOLIVOT A. (1), BEGUE A. (1), BISQUERT M. (2), TONNEAU JP. (1), SIMOES M. (3)

(1) CIRAD, UMR TETIS, Maison de la Télédétection, 500 Rue Jean François Breton, F- 34093 Montpellier, France

(2) IRSTEA, UMR TETIS, Maison de la Télédétection, 500 Rue Jean François Breton, F- 34093 Montpellier, France

(3) EMBRAPA Solos, Rua Jardim Botânico, #1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, Brésil

Résumé *– La cartographie des paysages passe généralement par la combinaison d'informations environnementales et d'informations sur les activités humaines. La qualité de la carte paysagère résultante dépend fortement de l'expertise et de la méthode utilisée, ainsi que de la qualité des données qui ont servi à son élaboration. Les séries temporelles d'images satellites apportent quant à elles une vision objective des territoires dans leur ensemble, à différentes dates. Ces images peuvent être segmentées pour stratifier l'espace en zones radiométriquement homogènes. L'objectif est ici de tester cette méthode de stratification à différentes échelles spatiales, au Brésil et dans la région du Maranhão, et d'évaluer les stratifications de façon non supervisée. Pour cela, une segmentation orientée objet est réalisée avec le logiciel eCognition à partir des valeurs de EVI (Enhanced Vegetation Index) et des indices de texture issus d'une série temporelle d'images MODIS à 250m de résolution. Différentes variables radiométriques et différentes échelles de segmentation sont testées et évaluées avec deux indicateurs statistiques. La segmentation obtenue est ainsi comparée visuellement à des zonages existants (GAEZ de la FAO ; zonage agro-écologique de l'EMBRAPA).*
Mots clés *: Segmentation d'images, paysage, MODIS, EVI*

Resumo –Zoneamento do Brasil a partir de uma série temporal de imagens MODIS *. A cartografia das paisagens envolvem geralmente a combinação de informações ambientais e informações sobre as atividades humanas. A qualidade da carta de paisagem resultante depende fortemente da expertise e do método utilizado, assim como da qualidade dos dados que foram usados na sua elaboração. As séries temporais das imagens de satélite aportam uma visão objetiva do território a diferentes datas. Estas imagens podem ser segmentadas para estratificar o espaço em zonas radiometricamente homogêneas. O objetivo deste trabalho é testar este método de estratificação a diferentes escalas espaciais, no Brasil e na região do estado do Maranhão e avaliar as estratificações de forma não supervisionada. Para tanto, uma segmentação orientada à objeto foi realizada utilizando-se o software eCognition a partir de valores dos índices de vegetação EVI (Enhaced Vegetation Index) e de índices de textura advindos de uma série temporal de imagens MODIS com resolução espacial de 250m. Diferentes variáveis radiométricas e diferentes escalas de segmentação foram testadas e avaliadas através de dois indicadores estatísticos. A segmentação obtida foi, então, comparada visualmente aos zoneamentos existentes (GAEZ da FAO e zoneamento agroecológico da Embrapa).*
Palavras-chave *: Segmentação de imagens, paisagem, MODIS, EVI*

Abstract – Zoning of Brazil from a time series of MODIS images. *Mapping landscapes use generally the combinaison of environmental informations and information about human activities. The quality of resulting landscape map depends strongly of the expertise and of the method used, but also of the quality of data used for its preparation. Time series of satellite images provide an objective view of the territories as a whole, on different dates. These images can be segmented to stratify the space in radiometrically homogeneous areas. The aim is to test this method of stratification at different scales, in Brazil and in the region of Maranhão, and evaluate this stratification by unsupervised ways. An object-oriented segmentation is performed with eCognition software with the values of EVI (Enhanced Vegetation Index) and texture index from MODIS slabs at 250m of resolution. Different variables radiometric and different scales of segmentation are tested and evaluated with two statistical indicators. The segmentation is compared visually with existing zoning (GAEZ from FAO ; agro-ecological zoning from EMBRAPA).*
Key words*: Image segmentation, landscape, MODIS, EVI*

Introduction

Les paysages sont le résultat d'interactions entre le milieu abiotique, le monde vivant et les activités humaines. Ils constituent des formes reconnaissables de la surface terrestre, souvent hétérogènes, montrant un arrangement caractéristique des éléments (Mücher et al., 2010). Pour les cartographier, des informations environnementales, telles que l'occupation du sol, le climat, la topographie et des informations sur les activités humaines (utilisation des sols) sont combinées à l'aide d'outils d'analyse spatiale. La représentation des paysages ainsi cartographiés est fortement liée à l'expert et à la méthode utilisée (informations sélectionnées et poids attribués), et à la qualité des données qui sont utilisées pour sa production.

Les séries temporelles d'images satellite permettent quant à elles d'identifier l'occupation et l'utilisation des sols, et leur dynamique, notamment au travers de l'analyse des indices de végétation. Les indices de textures issus de ces mêmes données nous informent sur l'arrangement des composants paysagers, et donc sur les conditions environnementales et humaines. Les images satellite apportent ainsi une vision objective des territoires dans leur ensemble, à différentes dates.

En 2014, Bisquert et al. ont montré la potentialité de séries temporelles d'images à basse résolution pour stratifier l'espace en zones radiométriquement homogènes : les limites des segments ainsi identifiés avaient un sens « paysager » sur le territoire français.

L'objectif du travail présenté est de tester cette démarche de stratification sur le territoire brésilien, à l'échelle nationale et à l'échelle d'une région, le Maranhão, et de comparer les résultats à des zonages agro-écologiques existants. Pour cela, nous utilisons une série temporelle d'images MODIS (produit MOD13Q1) que nous segmentons avec le logiciel eCognition. Différentes variables radiométriques et différentes échelles de segmentation sont testées et évaluées de façon non supervisée à partir d'indicateurs statistiques. Les segmentations obtenues sont comparées au zonage réalisé par la FAO au niveau national, et au zonage agro-écologique réalisé par l'EMBRAPA au Nordeste et en Amazonie au niveau régional.

1. Données et méthode

1.1 La zone d'étude

Le Brésil est le plus vaste pays d'Amérique du sud avec une superficie de 8.5 millions de km² (soit treize fois la France). Il s'étend de l'équateur jusqu'au tropique du Capricorne, ce qui représente une grande diversité en terme de végétation, de climat, d'occupation du sol et donc de paysages. D'après la FAO, le Brésil est caractérisé par 47 zones agro-écologiques (GAEZ), et 8 types de climats (Figure 1). La zone tropicale représente 90% du territoire.

En sus de l'échelle nationale, un site en zone tropicale dans le Nordeste, le Maranhão (Figure 1), a été sélectionné pour étudier l'effet de l'échelle sur la mise en œuvre et sur les résultats de la méthode de segmentation.

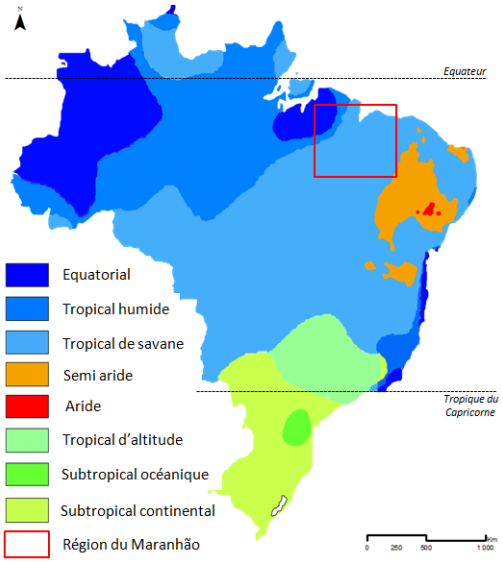


Figure 1 : Les climats au Brésil selon la classification de Köppen (Peel et al., 2007). Le carré rouge est le site régional.

1.2. Les données

1.2.1. Données satellites

Le choix des images s'est porté vers le produit MOD13Q1 dont les spécificités semblent bien adaptées à l'étude. Ce produit est constitué d'images composites de deux indices de végétation, le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) et le EVI (Enhanced Vegetation Index), fournis à une résolution spatiale de 250 m, et composés sur une période de 16 jours. En sus des indices de végétation, le produit comporte un indicateur de la qualité du pixel (présence de nuages, de neige, d'ombres…). Les produits sont livrés par dalle de 10° x 10°, soit quinze dalles pour couvrir l'ensemble du Brésil. Afin d'éviter les effets d'une année particulière en terme de climat, l'étude est réalisée sur quatre ans, entre janvier 2008 et

décembre 2011. Pour chaque année, 23 images sont disponibles (deux images par mois, une seule pour le mois de juin). Au total, 1380 dalles MODIS MOD13Q1 ont été téléchargées et traitées. La zone du Maranhão correspond à une dalle MODIS, soit environ 700 000 km².

1.2.2 Cartes de zonages

A l'échelle nationale, nous avons utilisé la carte des zones agro-écologiques (Global Agro-Ecological Zones, GAEZ, 2014) de la FAO. Cette carte prend en compte les données climatiques, combinées aux données de sol, terrain et ressources terrestres. La version utilisée dans cette étude date de 2012.

A l'échelle régionale, nous avons utilisé un zonage agro-écologique de la région du Nordeste et de l'Amazonie réalisé par l'EMBRAPA à partir d'une carte de végétation et des paysages (Barreto et al., 1993).

1.3. Calcul des indices

La méthode mise au point par Bisquert et al. (2014), testée sur la France, utilise la moyenne mensuelle de EVI calculée après l'élimination des valeurs aberrantes, en particulier celles des pixels contaminés par des nuages ou leur ombre (faisant chuter la valeur du EVI). Dans la partie équatoriale du Brésil, où le climat est caractérisé par des pluies abondantes toute l'année, l'élimination des pixels « ennuagés » conduit à une perte de 60% des pixels sur certaines dalles. Pour limiter la perte d'information, la série temporelle sur le Brésil a été construite à partir des valeurs maximales mensuelles d'indices de végétation, et non pas des moyennes mensuelles. Une fois la maximale mensuelle calculée pour chacune des quinze dalles, la mosaïque est réalisée. Les textures sont calculées à partir des mosaïques afin d'éviter les effets de bordure. Cinq textures sont calculées via le logiciel ENVI : l'homogénéité, le contraste, la dissimilarité, l'entropie et le second moment. La taille de la fenêtre de calcul est choisie à partir d'un semi-variogramme qui indique la distance à laquelle les pixels ne sont plus corrélés. Dans notre cas, la fenêtre adéquate est de 9 pixels (soit 2250 m).

1.4. Sélection des variables

Etant donné la taille de la zone d'étude et le nombre de données (valeurs mensuelles maximales de EVI et valeurs mensuelles de chaque texture, soient 72 variables), une segmentation incluant toutes ces données est difficilement réalisable. Il est donc nécessaire de sélectionner au mieux les variables les plus représentatives du territoire. Pour cela, une ACP (Analyse en Composantes Principales) a été réalisée à partir de la moyenne de chaque variable (1) sur l'ensemble du Brésil et (2) sur la région du Maranhão. Sur l'ensemble du Brésil, la Figure 2a montre que le EVI max, le contraste, l'entropie et la dissimilarité sont fortement corrélés. Le second moment montre une faible corrélation négative avec le EVI max. En revanche l'homogénéité semble apporter une information complémentaire au EVI max. Cinq autres ACP (non montrées) sont réalisées avec pour chacune le EVI max et une des textures. La Figure 2b montre le résultat pour le couple EVI max / homogénéité. On observe que globalement l'axe 1 correspond aux saisons, en opposant les mois d'hiver (1, 2, 3, 4, 11, 12) aux mois d'été (5, 6, 7, 8, 9, 10). Les mois de mars, aout et novembre, non corrélés entre eux, sont choisis pour réaliser l'étude. Ces résultats permettent de sélectionner le scenario le plus efficace dans la segmentation des paysages avec seulement six variables : trois mois (mars, aout et novembre) pour EVI max et l'indice de texture homogénéité.

En utilisant la même approche dans la région du Maranhão (Figure 3), le scénario choisi est de trois mois (février, avril et septembre) pour le EVI max et l'indice de texture second moment.

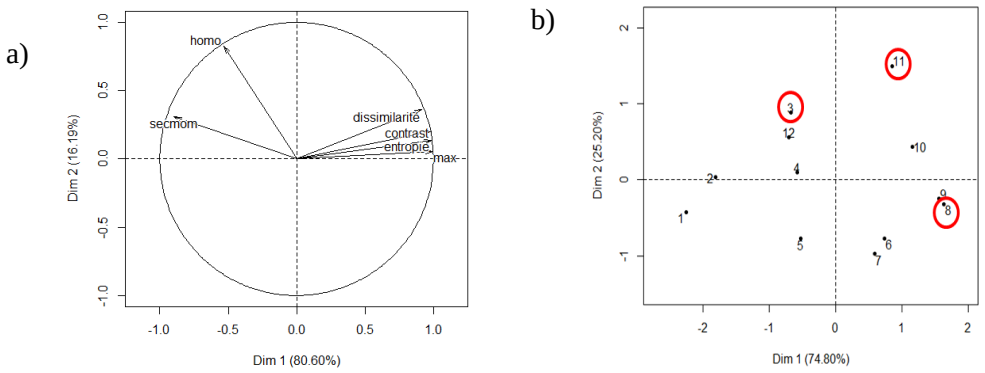


Figure 2. a) Résultat de l'ACP, graphique des variables, réalisée avec les moyennes des variables sur l'ensemble du Brésil ; b) Résultats de l'ACP, graphiques des individus, pour le couple EVI max / homogénéité.

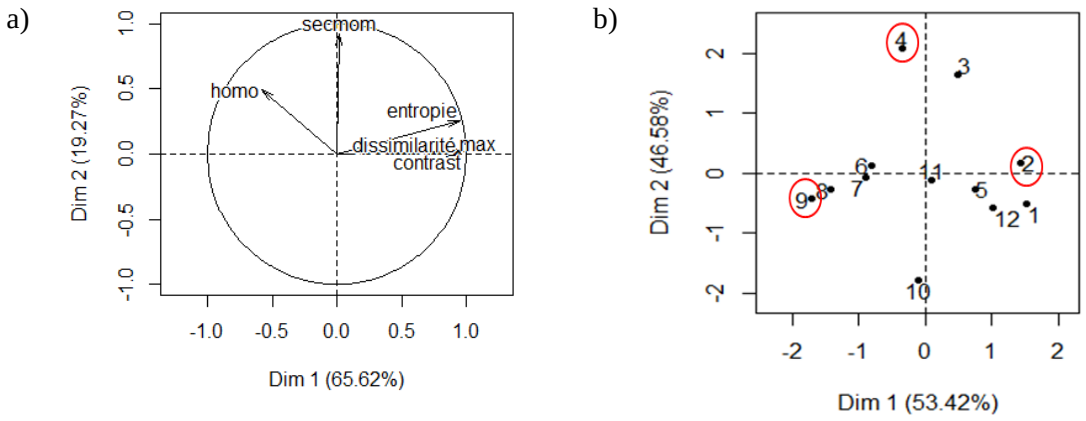


Figure 3. a) Résultat de l'ACP, graphique des variables, réalisée avec les moyennes des variables sur la zone du Maranhão ; b) Résultats de l'ACP, graphiques des individus pour le couple EVI max / second moment.

1.5. Segmentation

La segmentation est réalisée par le logiciel eCognition (Definiens Imaging, München, Germany). La méthode utilisée est l'algorithme de *multiresolution segmentation*, il nécessite quatre paramètres : le poids des différentes variables utilisées pour la segmentation, le paramètre d'échelle, le paramètre de forme qui détermine le degré d'influence de la radiométrie par rapport à la forme de l'objet et la compacité qui détermine si l'on souhaite des objets compactes ou non (si le paramètre de forme est différent de 0). Dans notre étude, le paramètre d'échelle varie entre 2 000 et 20 000 avec un pas de 1 000 pour le Brésil et entre 500 et 7 000 avec un pas de 500 pour la zone du Nordeste. Dans les deux cas, le paramètre de forme est égal à 0 pour ne prendre en compte que la radiométrie.

1.6. Evaluation non supervisée de la segmentation

Afin de déterminer la meilleure échelle de segmentation, deux indices sont calculés : l'indice de Johnson et l'indice de Zhang, qui mesurent l'homogénéité intra-région et la disparité inter-région.

Johnson and Xie (2011) combinent la variance *V* (Eq. 1), mesure de l'homogénéité intra-région, et l'indice de Moran *M* (Eq. 2), mesure de la disparité inter-région, en un indice J (Eq. 3).

$$V = \sum_{i=1}^{n} a_i v_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} v_i \quad (1)$$

$$M = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2\right)\left(\sum_{i\neq j} w_{ij}\right)} \quad (2)$$

$$J = V_{norm} + M_{norm} \quad (3)$$

Où n est le nombre total de régions, a_i et v_i l'aire et la variance de la région *i*, w_{ij} la mesure de la proximité spatiale (1 si les régions sont voisines, 0 sinon), y_i la valeur moyenne de la zone, $\bar{y}$ la valeur moyenne de l'image, V_{norm} et M_{norm} la valeur normalisée de *V* et *M* et *J* l'indice de Johnson.

Zhang et al. (2012) calculent l'homogénéité intra-région *T* d'après une version modifiée de l'équation de Borsotti (Eq. 4). La disparité inter-région est calculée d'après la variance normalisée *D* d'un vecteur moyen de toutes les régions qui analyse la différence entre la valeur moyenne d'une région et la moyenne des valeurs de toutes les régions (Eq. 5). Enfin, l'indice de Zhang Z est l'indice intégré (Eq. 6).

$$T = \frac{1}{10S}\sqrt{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{e_i}{1+\log a_i}\right) \quad (4)$$

$$D = \left(\sum_{b=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}(m_{ib} - mm_b)/n\right)\Big/\sqrt{n} \quad (5)$$

$$Z = T + \lambda D$$
$$\lambda = (T_{\max} - T_{\min})/(D_{\max} - D_{\min}) \quad (6)$$

Où *S* est la taille de l'image, *n* le nombre de régions, e_i la distance Euclidienne entre la valeur de chaque pixel de la région *i* et la moyenne de la région, m_{ib} la valeur moyenne de la bande *b* de la région *i*, mm_b la valeur moyenne de toutes les régions de la bande *b* et *Z* l'indice de Zhang. λ est le facteur de normalisation.

La meilleure combinaison correspond à l'échelle ayant l'indice de Johnson et l'indice de Zhang le plus petit afin d'obtenir des polygones homogènes et significativement différents des polygones voisins.

2. Résultats et discussion

2.1. Segmentation du Brésil

La Figure 4 présente les segmentations pour les échelles 6 000 (Figure 4a) et 20 000 (Figure 4b). Les différentes échelles de segmentations sont évaluées via les indices de Zhang et de Jonhson (Figure 5). L'indice de Zhang augmente avec le paramètre d'échelle. En effet, plus les polygones sont grands, plus on observe de l'hétérogénéité à l'intérieur de chacun d'eux. L'indice de Johnson se stabilise avant de légèrement ré-augmenter. D'après l'indice de Zhang, l'échelle 4 000 serait la plus intéressante car elle minimise l'hétérogénéité au sein des polygones. Cependant l'échelle 6 000 apporte un bon compromis entre l'homogénéité intra-

segment et l'hétérogénéité inter-segment (combinaison des valeurs des plus faibles pour Zhang et Johnson).

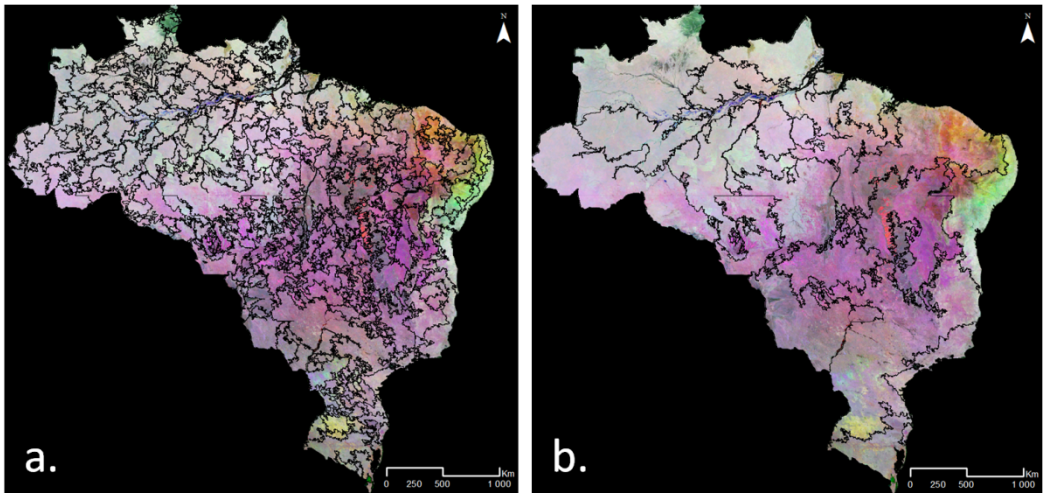
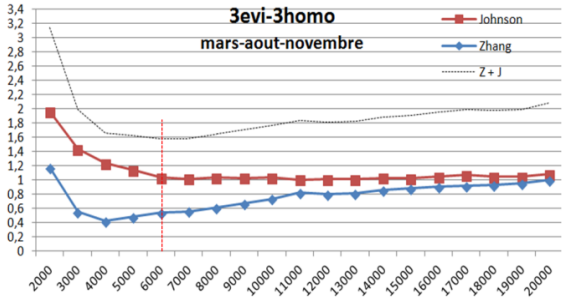


Figure 4 : Segmentations réalisée avec EVI max et l'homogénéité pour les mois de mars, août et novembre, pour les paramètres d'échelle (a) 6 000 et (b) 20 000, superposées à une composition colorée (rouge : EVI max mars - Vert : EVI max aout - Bleu : EVI max novembre).

Les segmentations obtenues sont comparées à la segmentation agro-écologique de la FAO. D'un point de vue statistique, l'échelle 6 000 est la meilleure ; cependant afin de comparer les deux cartes, l'échelle 20 000 semble être la plus appropriée par rapport à la taille des régions du zonage de la FAO. La comparaison visuelle des deux segmentations fait apparaitre des similitudes dans certaines zones (Figure 6).

Figure 5. Résultat de l'év



aluation non supervisée des segmentations du Brésil, courbes de Zhang et Johnson.

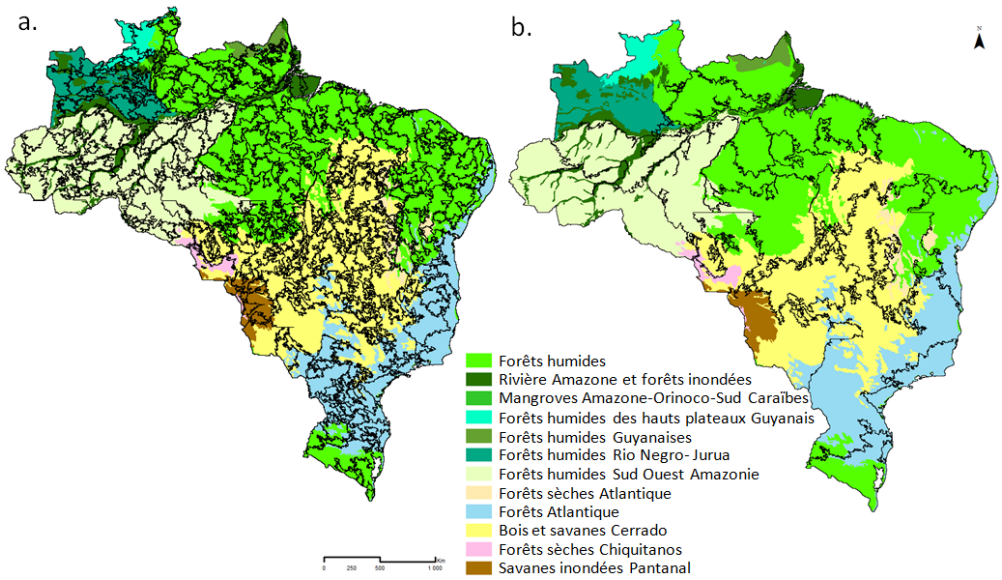


Figure 6.
Segmentations à l'échelle a. 6 000 et b. 20 000 superposées au zonage agro-écologique (FAO).

2.2.Segmentation de la région du Maranhão

D'après une analyse similaire, on observe que l'échelle 3 000 est statistiquement la plus efficace sur la région du Maranhão (Figure 7). La Figure 8a$_1$ présente la segmentation à l'échelle 3 000 et la figure 8a$_2$ l'échelle 7 000, superposée à une composition colorée multi-temporelle. La superposition de la segmentation (échelle 7 000) avec le zonage réalisé par l'EMBRAPA (Figure 8b) montre une cohérence avec certains polygones.

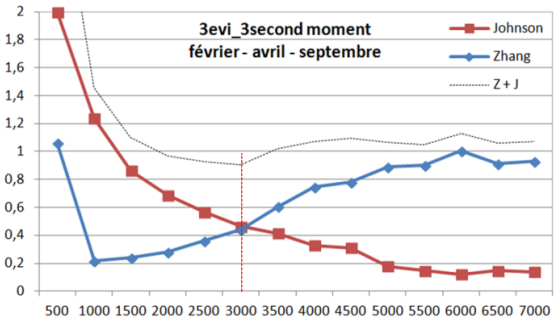
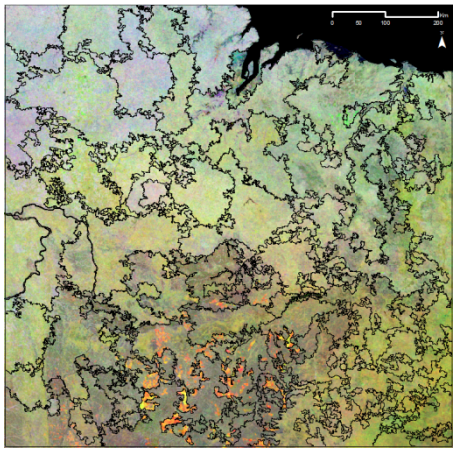
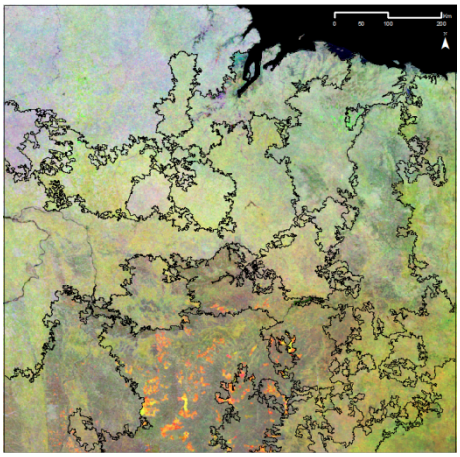


Figure 7 : Résultats de l'évaluation non supervisée des segmentations de la région du Maranhão.

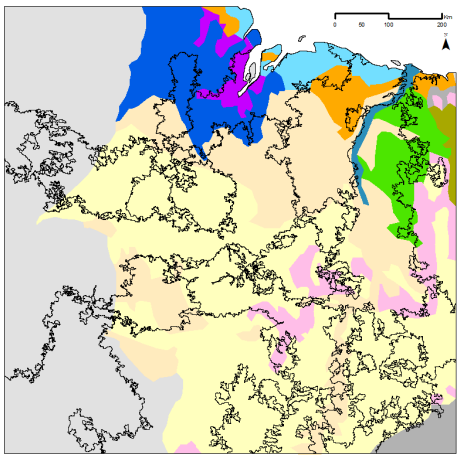
a $_1$



a $_2$



b



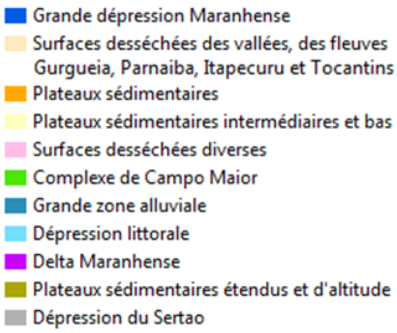


Figure 8 a) Segmentations réalisée avec le EVI max et le second moment pour les mois de février, avril et septembre, a$_1$: à l'échelle 3 000 et a$_2$: à l'échelle 7 000, superposée à une composition colorée (Rouge : EVI max février - Vert : EVI max avril - Bleu : EVI max septembre) ; b) Segmentation à l'échelle 7 000 superposée au zonage agro-écologique réalisé par l'EMBRAPA (en grisé : zone non traitée par l'EMBRAPA).

Discussion et conclusion

L'adaptation de la méthode mise au point par Bisquert et al. (2014) a permis la segmentation à différentes échelles, du Brésil et d'une région dans le Maranhão, en polygones radiométriquement homogènes. Les indices de Zhang et Johnson permettent de sélectionner l'échelle minimisant l'hétérogénéité intra-région tout en maximisant l'hétérogénéité inter-région. Cette méthode est robuste, objective et reproductible en tout point du globe.

Le travail réalisé ici a montré l'intérêt de traiter les zones à caractéristiques différentes (dans notre cas le climat) séparément. En effet l'hétérogénéité de la zone à couvrir ne permet pas de trouver des règles communes pour segmenter l'ensemble du territoire. Il a été nécessaire d'utiliser des variables différentes (texture et mois) pour les deux zones d'étude (Brésil, région du Maranhão). Les indices de Zhang et Johnson permettent de déterminer la meilleure échelle du point de vue statistique. Cependant l'échelle la plus adaptée dépend du besoin de l'utilisateur et de ce l'on cherche à faire ressortir.

Les segmentations obtenues sont difficilement comparables aux zonages agro-écologiques existants, même si l'interprétation visuelle montre de fortes similitudes dans certaines régions telles que l'Amazonie. Pour aller au-delà en terme de comparaison et d'interprétation des segments obtenus, il est prévu (1) d'analyser la nomenclature des cartes et (2) de caractériser les polygones obtenus par segmentation en termes de variables environnementales et d'occupation du sol pour essayer de comprendre les ressemblances et divergences entre les zonages.

Références bibliographiques

Barreto Rodriguez e Silva F., Riché G.R., Tonneau J.-P., … et al., 1993. *Zoneamento agroecologico do Nordeste. Diagnostico do quadro natural e agrossocioeconomico*. Vol.1. Caracterizacao das grandes unidades de paisagem. Distribuicao das grandes unidades de paisagem e das unidades geoambientais. Vol.2. Caracterizacao das unidades geoambientais. Petrolina : EMBRAPA-CPATSA, 476 p. - Documentos.

Bisquert M., Bégué A., Deshayes M., 2014. Object-based delineation of homogeneous landscape units at regional scale based on MODIS time series. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (en revision).

Johnson B., Xie Z., 2011. Unsupervised image segmentation evaluation and refinement using a multi-scale approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* **66**, 473–483.

Mücher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminée J.H.J., 2010. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, **10**, 87–103.

Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *HEESD* **4**, 439-473.

Zhang X., Xiao P., Feng X., 2012. An Unsupervised Evaluation Method for Remotely Sensed Imagery Segmentation. *Geoscience and Remote Sensing Letters*, IEEE **9**, 156–160.

Ressources en ligne :

Embrapa, 1993. Zoneamento agroecologico do Nordeste. Available : http://www.uep.cnps.embrapa.br/zane/ZANE.pdf [janvier 2014].

FAO, 2014. GAEZ - Global Agro-Ecological Zones. Available : http://www.fao.org/nr/gaez/fr/ [janvier 2014].

CARTOGRAPHIE DE LA TEXTURE DES SOLS A PARTIR DU RELIEF EN AMAZONIE ORIENTALE

LAURENT F. (1), POCCARD-CHAPUIS R. (2), PLASSIN S. (2)

(1) UMR ESO, université du Maine, avenue Olivier Messiaen, 72085 Le Mans, cedex, France – [francois.laurent@univ-lemans.fr]

(2) UMR SELMET, Cirad / EMBRAPA Amazonia Oriental Caixa Postal 48, Belém, Brésil – [renepoccard@gmail.com – sophie.plassin@cirad.fr]

Résumé – *La distribution des sols explique en partie leur exploitation agricole. Or, leur cartographie fait le plus souvent défaut. L'objectif des travaux est de construire une cartographie des textures de sols dans des régions au relief guidé par des indurations ferrugineuses ou bauxitiques. Ces formations sont fréquentes en milieu intertropical, notamment en Amazonie orientale. Elles "arment" le relief du fait de leur résistance et sont ainsi responsables de la formation de plateaux. La méthode vise à une économie de données en s'appuyant sur une variable explicative facilement accessible, en l'occurrence la topographie représentée par un Modèle Numérique de Terrain, afin d'en déduire la distribution spatiale de la texture de l'horizon de surface. Le lien est établi par des observations de terrain ponctuelles afin de déterminer les lois d'organisation spatiale des textures et par une synthèse des connaissances géologique et géomorphologiques sur la région d'étude. La variabilité spatiale de l'altitude de la cuirasse est obtenue par interpolation polynomiale et par krigeage. Cette dernière méthode offre de meilleurs résultats en matière de prédiction de la texture de l'horizon de surface du sol.*
Mots-clés : *géomatique, sol, géomorphologie, cuirasse ferrugineuse.*

Resumo- Mapeamento da textura dos solos a partir do relevo na Amazônia oriental. *A distribuição espacial dos solos explica em parte o seu uso agrícola. Mas falta freqüentemente o mapeamento de solos. O objetivo deste trabalho é de construir um mapa de texturas de solo em regiões onde o relevo é determinado por uma couraça ferruginosa ou bauxita. Essas formações são comuns em áreas tropicais, principalmente no leste da Amazônia. Eles determinam o relevo devido à sua resistência e , portanto, responsáveis pela formação de tabuleiros ou chapadas. O método tem como objetivo uma economia de dados e tem com base uma variável explicativa de fácil acesso, a topografia representada pelo Modelo Numérico de Terreno, a fim de deduzir a distribuição espacial da textura no horizonte superficial. A ligação é estabelecida por meio de observações de campo para determinar as leis da organização espacial de texturas e de uma síntese do conhecimento geológico e geomorfológico da área de estudo. A variabilidade espacial da altitude da couraça é obtida pela interpolação polinomial e pela krigagem. Este último método proporciona melhores resultados na previsão da textura do horizonte superficial do solo.*
Palavras-chave: *geoprocessamento, solo, geomorfologia, couraça ferruginosa*

Abstract - Soil texture mapping derived from topography in eastern Amazonia. *Cropping activities are related to soil distribution. However soils mapping is most often lacking. The objective is to build a map of soil textures in areas where morphology is controlled by duricrust. These formations are common in tropical areas, particularly in eastern Amazonia. They control the relief because of their strength and are thus responsible for the formation of plateaus. The method enables saving time. It is based on an explanatory variable which is easily accessible (i.e.: the topography represented by the Digital Terrain Model). This enabled deducing the spatial distribution of the texture of the topsoil layer. It was completed by field observations and a review of geological and geomorphological knowledge in the duricrust formations to determine the laws of spatial organisation of textures. The spatial variability of the duricrust elevation is obtained by polynomial interpolation and by kriging. The last method provides better results in predicting the texture of the topsoil layer.*
Keywords: *geomatic, soil, geomorphology, ferruginous duricrust.*

Introduction

En Amazonie, la colonisation agricole privilégie désormais les sols argileux valorisant mieux la fertilisation du fait de leur moindre sensibilité à la lixiviation. Ils constituent les espaces cibles de la culture de grains en plein essor depuis la décennie 2000 pour le soja et le maïs. Or, les régions forestières tropicales, même lorsqu'elles sont en cours de transformation agricole, souffrent généralement d'un manque de données sur le milieu qui les constitue. La planification du développement territorial comme la conservation de l'environnement nécessitent une connaissance des caractéristiques des sols sur de vastes étendues avec une économie de mesures. La texture est fréquemment liée à la position topographique notamment du fait de l’existence de paléo-surfaces d’altération qui guident l’organisation du relief lorsqu’elles sont de nature ferrugineuse ou bauxitique avec un niveau d'induration. Les cuirasses présentent en effet une résistance à l’érosion qui se manifeste fréquemment dans la morphologie par des plateaux plus ou moins incisés par le réseau hydrographique. Le relief et les sols d'une partie de l’Amazonie orientale héritent d’une telle dynamique.

Nous proposons une méthodologie adaptée à des espaces où le type de sol est fortement lié à la topographie particulièrement lorsque les caractéristiques du matériau sont suffisamment contrastées pour expliquer les différences de résistance à l'érosion et lorsque la structure n'est pas trop complexe comme par exemple, des milieux sédimentaires monoclinaux ou pour des surfaces héritées de pédogenèses latéritiques. L'identification des horizons indurés en couplant études de terrain et analyses géomatiques constitue une voie pour comprendre l'organisation des sols dans le paysage. L'altitude du plan d'induration croisée avec la topographie permet, par position relative, de spatialiser l'emprise des autres horizons hérités de cette pédogenèse, voire de leur texture lorsqu'elle est différenciée. Cette approche a été mise en œuvre en Amazonie orientale, dans le município de Paragominas (19 330 km²).

1. Caractéristiques de la région d'étude

1.1. Géologie

L'est du Pará est constitué de deux grands ensembles géologiques : le bassin de Grajaú et la plateforme Bragantine. Le município de Paragominas se situe entièrement dans l'ensemble géologique du bassin de Grajaú (figure 1). Le bassin de Grajaú couvre plusieurs centaines de milliers de km² du fleuve Tocantins jusqu'au sud-est de São Luis do Maranhão, il est issu d'un rift intracontinental avorté, en lien avec l'ouverture de l'Atlantique (Soares Junior et al., 2008).

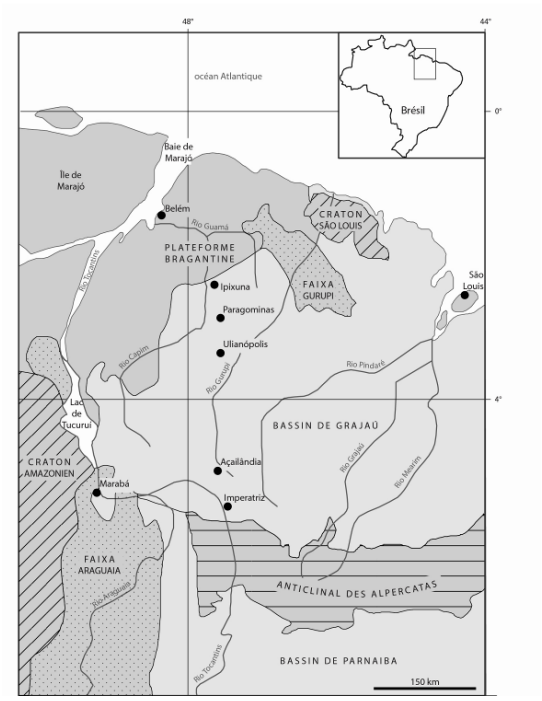


Figure 1 : Contexte géologique régional, d'après (Kotschoubey *et al.*, 2005b)

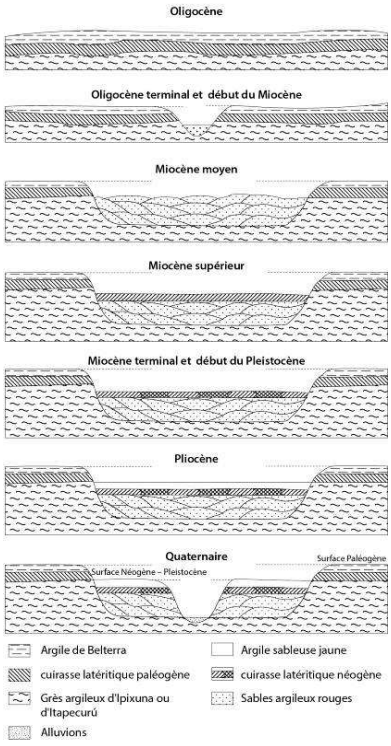


Figure 2 : Phases géologiques ayant construit la morphologie de la région de Paragominas d'après (Kotschoubey *et al.*, 2005b)

A l'est du Pará, le bassin de Grajaú a été comblé par des grès kaolinitiques de la série d'Itapecurú (Albien-Cénomanien) et de la formation d'Ipixuna (Crétacé supérieur - Tertiaire inférieur). Ces ensembles sont recouverts d'une cuirasse latéritique qui s'est développée sur une vaste surface d'aplanissement au Paléogène, qualifiée "Superfície Sul-Americana" (Rossetti, 2004). Une argile sédimentaire, dénommée "argile de Belterra", est venue ensuite recouvrir la cuirasse sur une dizaine de mètres d'épaisseur (Kotschoubey *et al.*, 2005a). La région a connu une crise érosive durant l'Oligocène supérieur, due à un changement

climatique global marqué dans cette région par l'aridité et une importante régression marine (phase de glaciations sous d'autres latitudes). Ceci entraîna la dissection du relief (figure 2). Une seconde cuirasse s'est constituée au Miocène, elle forme les collines basses des vallées.

1.2. Géomorphologie

Le nord-est du Pará et l'ouest du Maranhão se présentent sous forme de plateaux disséqués avec une inclinaison vers le nord-ouest, cette entité morphologique est nommée "Planalto Setentrional Pará – Maranhão" (Barbosa, Pinto, 1974). L'entité présente une extension nord-sud de 400 km. D'une altitude voisine de 360 et 400 m au sud dans la Serra de Gurupi, les plateaux s'abaissent à 160-190 m à proximité de la ville de Paragominas, pour descendre à 90-100 m à Ipixuna. Les plateaux (nommés "chapadas") sont séparés par des vallées atteignant plusieurs kilomètres de largeur où s'écoule le réseau hydrographique actuel. Le contraste d'altitude entre les plateaux et fonds de vallées diminue du sud vers le nord (figure 3).

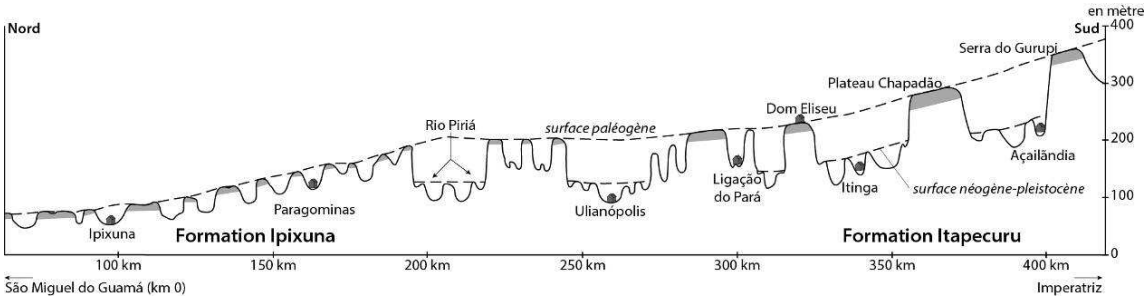


Figure 3 : Schéma topographique régional d'après (Kotschoubey *et al.*, 2005b)

1.3. Sols

Les sols de la région sont des latossols jaunes kaolinitiques (Sombroek, 1966). Leurs textures sont étroitement dépendantes de la nature du matériel parental et de la topographie. Sur les plateaux recouverts d'argile de Belterra, ce sont des latossols jaunes très argileux (70 à 80 % de kaolinite) (Kotschoubey *et al.*, 2005a). Sur les hauts de pente des vallées, ce sont des latossols jaunes gravillonaires, du fait du démantèlement de la cuirasse. Dans les fonds de vallées et sur les bas de pente, ce sont des latossols jaunes sablo-argileux car issus de la formation d'Ipixuna au nord ou de la série d'Itapecurú au sud (Rodrigues et al., 2003).

2. Données et traitements

La méthodologie retenue dans cette recherche combine une phase de terrain et une phase de traitements géomatiques. Le travail de terrain vise d'une part à comprendre l'organisation générale du relief et des sols et d'autre part à effectuer des relevés ponctuels de détermination de la texture de l'horizon de surface. Les traitements géomatiques servent à caractériser les relations spatiales entre la texture du sol et la topographie, pour aboutir *in fine* à réaliser une carte des textures.

2.1. Données

2.1.1. Observations de terrain

Les points d'observation ont été choisis en suivant une logique de toposéquences afin de représenter les différentes unités du relief (plateaux, rebords convexes des plateaux, pentes et fonds de vallée, en excluant les bas de pentes concaves fréquemment recouverts de colluvions). Les observations ont été faites en saison des pluies. Nous avons procédé à une identification tactile et visuelle de la texture (Baize, 2000). La texture de l'horizon de surface étant représentative de la texture du premier mètre dans ce type de sol, l'identification n'a

porté que sur le premier horizon. L'économie de temps comparée à des sondages à la tarière a permis de multiplier le nombre de points afin d'avoir une meilleure couverture spatiale des différentes unités de relief de la zone d'étude. Des points ont été relevés sur l'ensemble du município, selon des directions orientées nord-sud et est-ouest, seule la partie orientale a été moins échantillonnée du fait des conditions d'accès en saison des pluies. Au total, 241 points ont été relevés (Tableau 1). Les points ont été saisis au GPS et intégrés dans un SIG.

L'argile de Belterra est facilement différenciable par identification tactile du fait de l'absence de minéraux sableux. L'horizon pisolitique prend la forme de gravillons ferrugineux ou alumineux de taille millimétrique à centimétrique, facilement reconnaissables. La cuirasse est marquée par l'affleurement de dalles massives ou, lorsqu'elle est dégradée, par des cailloux et des blocs, elle prend différentes couleurs : noire, rouge, jaune, blanchâtre ou tachetée. Les argiles tachetées sous-jacentes à la cuirasse, sont aisément reconnaissables par leurs couleurs et par identification tactile. Enfin les grès d'Itapecurú et d'Ipixuna se différencient par la présence de grains de quartz identifiables au touché et visuellement. Concernant la cuirasse, seuls les affleurements de la cuirasse du Paléogène ont été retenus. La cuirasse du Miocène se distingue bien de la cuirasse paléogène : elle forme les collines basses situées dans les vallées, à 60 à 80 m en dessous de la cuirasse paléogène.

Texture	Nombre de points d'observation
Argile	104
Cuirasse	51
Argile tachetée	24
Sables argileux	62

Tableau 1 : Nombre de points d'observation par classe de texture

2.1.2. Modèle Numérique de Terrain

La topographie est obtenue grâce au Modèle Numérique de Terrain *Topodata* (Valeriano, Rossetti, 2011). *Topodata* est produit par l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) à partir d'un re-échantillonnage par interpolation au moyen d'un krigeage du MNT *Shuttle Radar Topography Mission* (*SRTM*) de 3" de résolution, pour aboutir à un MNT d'une résolution de 1", soit près de 30 mètres. Cependant la bande radar C de SRTM, présentant une longueur d'onde 5,6 cm, traverse difficilement la canopée et le sous-bois (Valeriano et al., 2006). La valeur d'altitude résultante est plus élevée que l'altitude de la surface du sol en zone forestière, ceci se manifeste notamment par des formes rectilignes dans le MNT correspondant aux limites des parcelles déboisées. L'erreur verticale attribuée par la NASA à SRTM est inférieure à 16 m.

2.2. Traitements géomatiques

L'altitude des points d'observation de texture est déduite du croisement spatial avec le MNT *Topodata* (Figure 4). Les classes de texture de cuirasse paléogène, d'argile non tachetée, d'argile tachetée et de sable argileux sont extraites pour constituer quatre couches en format raster, avec leur altitude comme attribut. La surface de la cuirasse paléogène présente une certaine continuité, avec une inclinaison du sud-est vers le nord-ouest, comme cela été mis en évidence lors des études géologiques résumées en première partie. Elle rejoint les différents plateaux et est interrompue au travers des vallées de dissection formées à la fin de l'Oligocène. Elle peut être représentée par une surface théorique issue de l'interpolation entre les points d'observation de la cuirasse. Deux méthodes alternatives d'interpolation ont été testées pour construire la surface théorique : par une fonction polynomiale et par krigeage.

L'interpolation polynomiale consiste à l'obtention automatique d'une surface d'ajustement entre des points de mesures, elle est définie par une loi globale sur l'ensemble de la zone traitée. L'ordre du polynôme définit la courbure de la surface. La fonction procède par

ajustement algébrique automatique des paramètres en minimisant l'écart quadratique entre les mesures et les valeurs de la surface en ces points (méthode de régression intégrée dans le logiciel utilisé, ArcGIS®). L'utilisateur choisit l'ordre du polynôme au moyen de différents essais, en ayant pour objectif de minimiser l'écart quadratique. La surface est lissée, elle ne passe pas en chaque point d'échantillonnage. Elle réduit fortement la variabilité spatiale du phénomène étudié. Cette méthode est vulnérable aux mesures aberrantes.

Le krigeage est adapté à des données pour lesquelles il existe une corrélation spatiale de distance, ce qui est le cas d'une cuirasse latéritique. L'algorithme de krigeage intégré dans le logiciel utilisé (ArcGIS®) consiste dans un premier temps en la création du semi-variogramme représentant la variance pour chaque paire de points d'observation dans l'espace considéré (analyse structurelle) et en l'ajustement d'un modèle (choisi par l'utilisateur) à ce semi-variogramme. La valeur de chaque maille de la surface d'interpolation résulte donc du semi-variogramme et de la disposition spatiale des valeurs observées se trouvant à proximité. La surface théorique de la cuirasse paléogène permet ensuite de déduire par position relative les autres horizons.

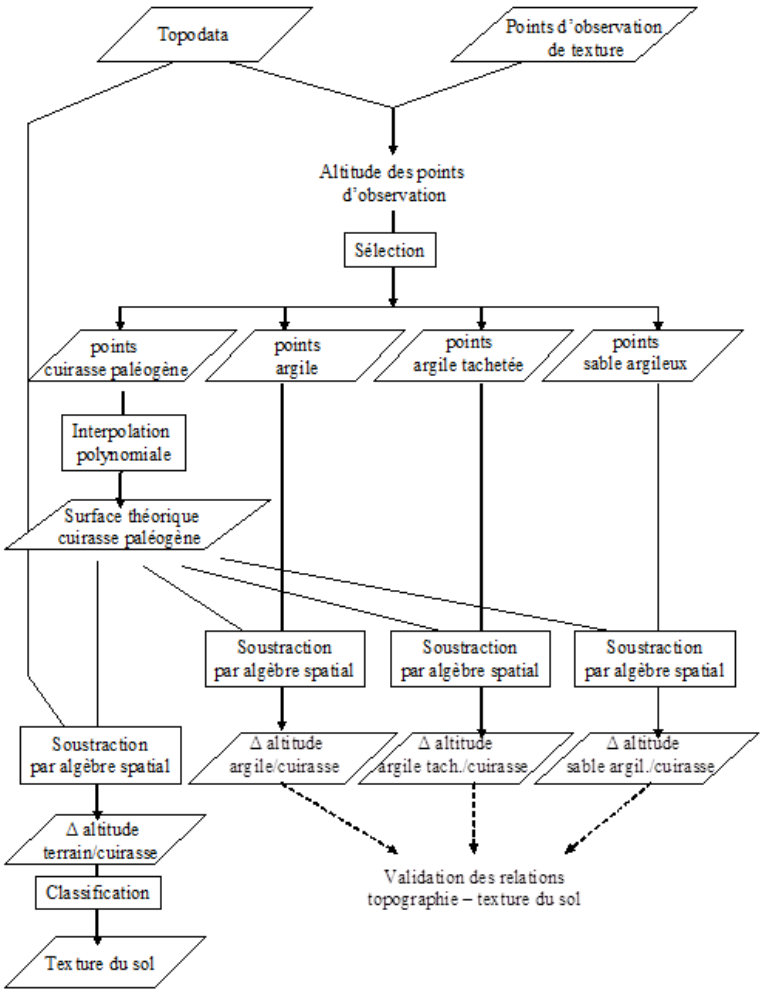


Figure 4 : Phases de traitements géomatiques

Le calcul par algèbre spatial des différences d'altitude entre la surface théorique de la cuirasse et les points d'observation de chaque texture permet de valider la pertinence de la déduction des textures par la position relative à la surface théorique de la cuirasse. En l'occurrence, l'altitude de la cuirasse paléogène est soustraite à l'altitude des points de chaque texture, afin de calculer les différences d'altitude les séparant de la cuirasse.

3. Résultats et Discussion : cartographie – validation – incertitudes

3.1. Ecarts entre observations et surfaces d'interpolation

Les différences d'altitude produites entre la surface théorique de la cuirasse, calculée selon différentes méthodes d'interpolation, et les valeurs des points d'observation de chaque texture, permettent de tester la pertinence de chacune des méthodes en matière de conformité au

schéma géologique régional. La qualité des résultats diffère selon l'horizon concerné et selon la méthode d'interpolation (Figure 5 et Tableau 2).

Selon les connaissances géologiques établies et présentées en première partie : les argiles sont au-dessus de la cuirasse paléogène (Argile de Belterra), les argiles tachetée sont en dessous de la cuirasse sur une épaisseur variable de l'ordre de 20 à 30 m et les sables argileux (grès argileux d'Ipixuna et d' Itapecurú) sont en dessous des argiles tachetées. En ce qui concerne la représentation de la cuirasse aux points où elle est observée : il est logique qu'un polynôme d'ordre élevé représente mieux les variations d'altitude de la cuirasse, comme l'atteste un resserrement, en fonction de l'ordre du polynôme, du 1er quartile des observations à proximité de la surface calculée. En certains points, la surface polynomiale est très éloignée de l'altitude. Ceci est cohérent avec la méthode polynomiale qui par définition construit une tendance régionale sans représenter les variabilités locales. Du fait de sa conception, le krigeage présente des résultats très proches des valeurs observées aux points échantillonnés.

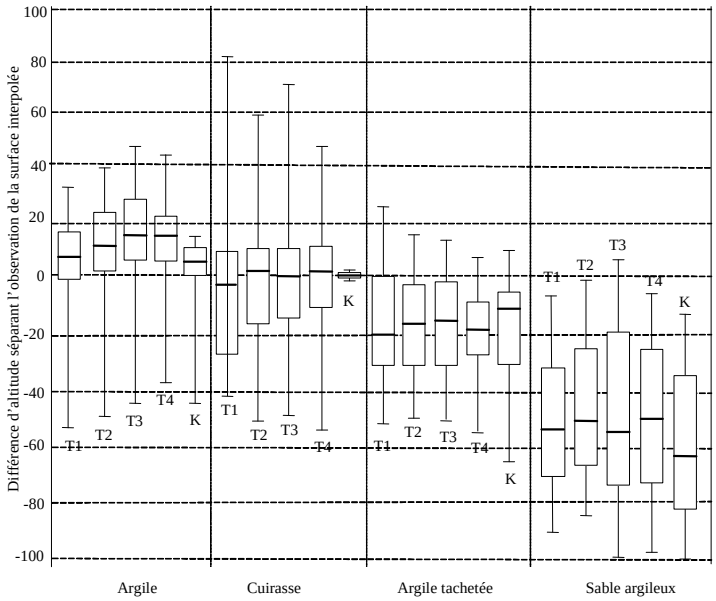


Figure 5 : Différence d'altitude séparant les points d'observation de la surface interpolée de la cuirasse latéritique

Conformité de la position relative de la classe de texture par rapport à la cuirasse (en %)	Polynôme				Krigeage
	Ordre 1	Ordre 2	Ordre 3	Ordre 4	
Argile	74	84	85	86	88
Argile tachetée	73	77	77	91	86
Sable argileux	100	100	95	100	100

Tableau 2 : Conformité des positions relatives des différentes textures par rapport à la surface d'interpolation

Les observations d'argile sont situées, pour plus des trois quarts, au dessus de la surface calculée quelque soit la méthode (de 74 à 88 %), ce qui correspond dans le profil à la position de l'Argile de Belterra qui surmonte la cuirasse paléogène. Le krigeage offre les résultats les plus conformes à l'épaisseur réelle de l'Argile de Belterra. Les valeurs minimales (de -38 à -58 m selon la méthode) peuvent s'expliquer par une inadaptation de la surface d'interpolation en ces points, mais aussi pour d'autres raisons : soit du fait d'erreurs d'identification tactile et visuelle (les grains de sables n'étant pas forcément perçus, un sable argileux ou une argile sableuse peuvent être confondues avec une argile), soit par l'existence de niveaux purement argileux dans les grès argileux d'Itapecurú ou d'Ipixuna (Kotschoubey *et al.*, 2005a).

Les observations d'argile tachetée sont situées à plus de 73 à 91 % en dessous de la cuirasse théorique et présentent un premier quartile de 25 à 31 m selon les méthodes, ce qui

correspond à la profondeur réelle de l'argile tachetée en dessous de la cuirasse (épaisseur de l'ordre de 20 à 30 m). La fonction polynomiale d'ordre 4 et le krigeage intègrent plus d'observations en dessous de la surface et semblent les plus adaptées. Mais, en certains points les différences d'altitude qu'elles génèrent sont très élevées par rapport aux observations ce qui ne correspond pas à une épaisseur réaliste des argiles tachetées.

Les observations de sable argileux sont quasi-systématiquement situées en dessous de la cuirasse théorique (de 95 à 100 % selon les méthodes), ce qui correspond bien à la réalité du terrain en ce qui concerne les grès argileux d'Itapecurú ou d'Ipixuna et les dépôts éogènes couvrant les fonds de vallée. Le krigeage offre de meilleurs résultats dans la mesure où aucune observation n'a été réalisée à moins de 14 m en dessous de la surface d'interpolation. Ceci correspond bien à la réalité car la cuirasse ne repose pas directement sur les sables argileux, elle en est séparée par des argiles tachetées.

Les écarts d'altitude entre les points d'observation de chaque texture et les surfaces théoriques de la cuirasse sont donc globalement cohérents avec les connaissances géologiques régionales. La méthode de krigeage présente les meilleurs résultats, suivie par l'interpolation polynomiale d'ordre 4.

3.2. Carte des textures de sol

Ainsi, nous pouvons admettre que la surface d'interpolation générée par krigeage ou, dans une moindre mesure, par un polynôme d'ordre 4, croisée au MNT permet de cartographier les textures de sol avec une marge d'incertitude relativement faible. A cette fin, l'altitude du MNT *Topodata* est soustraite par la valeur de la surface d'interpolation obtenue par krigeage des points d'observation de la cuirasse paléogène. Sur le résultat, une reclassification est appliquée (Tableau 3) afin de représenter les écarts moyens du profil type reconnu dans la littérature. Cette relation permet de construire la carte des textures de sols (Figure 6).

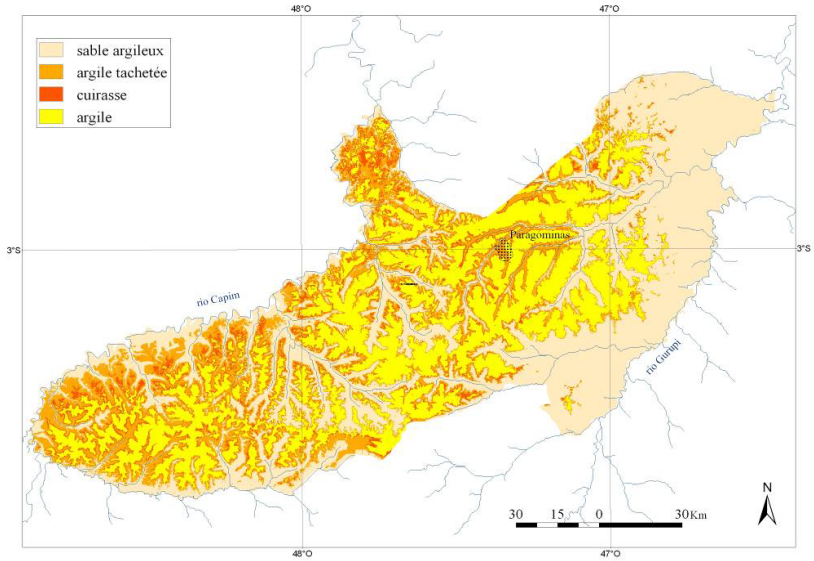


Figure 6 : Textures des sols dans le município de Paragominas (Pará) déduites de la position topographique relative à l'interpolation par krigeage de la cuirasse du Paléogène

Altitude relative du MNT par rapport à la surface de krigeage	Texture
< -25 m	Sable argileux
-25 à -5 m	Argile tachetée
-5 à +5 m	Cuirasse
> +5 m	Argile

Tableau 3 : Règle de déduction des textures en fonction de la différence d'altitude par rapport à la surface d'interpolation de la cuirasse

Conclusion

La méthodologie mise en place permet, dans des zones au relief guidé par l'existence d'une cuirasse latéritique, de constituer à moindre coût et rapidement une carte des textures du sol. Elle a présenté une certaine efficacité dans l'estimation de la variabilité spatiale des textures de sol, du fait de d'une régularité dans l'organisation verticale des textures. La méthode souffre de certaines limites liées aux incertitudes de la base de données *Topodata* (qui mesure la canopée plus que la surface du sol), aux erreurs d'identification des textures aux points d'observation, aux incertitudes dans la construction de la surface d'interpolation représentant la cuirasse, et plus largement aux difficultés à représenter des phénomènes naturels forcément plus complexes que les modèles spatiaux qui en sont faits.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de l'ANR, dans le cadre du projet ECOTERA : ECOefficiences et développement TERritorial en Amazonie brésilienne (appel Agrobiosphère, code du projet : ANR-13-AGRO-0003).

Références bibliographiques

Baize D., 2000 : *Guide des analyses en pédologie*, Paris, 2ème édition revue et augmentée, 266 p.

Barbosa G. V., Pinto M. N., 1974: Geomorfologia da folha SA.23 São Luis e parte da folha SA.24 Fortaleza. *Projeto RADAM, Levantamento de recursos naturais*. Brasília, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. **3:** II/1-II/26.

Kotschoubey B., Calaf J. M. C., et al, 2005: Caracterização e gênese dos depósitos de bauxita da província bauxitífera de Paragominas, Noroeste da Bacia do Grajaú, Nordeste do Pará/Oeste do Maranhão. *Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia*. O. J. Marini, E. Teixeira de Queiroz and B. W. Ramos. Brasilia, ADIMB (Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Ind. Mineral Brasileira)**:** 687-782.

Kotschoubey B., Truckenbrodt, W., Calaf, J. M. C., 2005b: "Evolução geológica da porção meridional da província bauxitífera de Paragominas, durante o Neógeno/Pleistoceno (Noroeste da Bacia do Grajaú, nordeste do Pará e extremo oeste do Maranhão)". *Rev. Bras. Geoc.*, **35**, 2, 263-272.

Rodrigues T. E., Silva R. C., Oliveira Junior R. C., et al , 2003: "Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Paragominas, Estado do Pará". *Embrapa Amazônia Oriental - Documentos*, **162**, 1-49.

Rossetti D. F., 2004: "Paleosurfaces from northeastern Amazonia as a key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products". *Sedimentary Geology*, **Vol.169**, 151-174.

Soares Junior A. V., Costa J. B. S., Hasui Y., 2008: "Evolução da margem atlântica equatorial do Brasil: três fases distensivas". *São Paulo UNESP Geociências*, .**24**, 4, 427-437.

Sombroek W. G., 1966: *Amazon soils. A reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region*, Wageningen, NL, 292 p.

Valeriano M. M., Kuplich T. M., Storino M., et al, 2006: "Modeling small watersheds in Brazilian Amazonia with shuttle radar topographic mission-90 m data". *Computers & Geosciences*, **32**, 8, 1169-1181.

Valeriano M. M., Rossetti D. F., 2011: "Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data". *Applied Geography*,**32**, 300-309.

LES ENJEUX METHODOLOGIQUES DE LA SPATIALISATION DES SE EN VUE DE LEUR OPERATIONNALISATION

LE CLEC'H S.[(1)] , OSZWALD J. [(1)], DUFOUR S.[(1)], JEGOU N.[(2)], ARNAUD DE S. X.[(3)], GRIMALDI M.[(4)]

(1) Laboratoire LETG Rennes COSTEL (UMR CNRS 6554), Université Rennes 2, 5 Place Henri Le Moal, 35000 Rennes, France, [solen.leclech@uhb.fr; johan.oszwald@uhb.fr ; simon.dufour@uhb.fr]

(2) Département de Mathématiques Appliquées au Sciences Sociales, Université Rennes 2.5 Place Henri Le Moal, 35000 Rennes, France,[nicolas.jegou@uhb.fr]

(3) *Centre national de la recherche scientifique (Cnrs), Umr 5603 Set Université de Pau et des Pays de l'Adour 64000 Pau, France, [xavier.arnauld@cnrs.fr]*

(4) UMR IRD BIOEMCO, Centre IRD Ile de France, 32 Av. Henri Varagnat, 93143 BONDY Cedex, France, [Michel.grimaldi@ird.fr]

Résumé -*Les Services Ecosystémiques (SE) possèdent aujourd'hui une ambition d'applicabilité auprès des politiques. Celle-ci se traduit par le développement de cartographies de SE. Nous proposons ici de voir comment spatialiser un SE en soulignant l'importance des choix méthodologiques. Des cartographies de sept indicateurs de SE ont été réalisées sur trois sites brésiliens, Macaranduba, Palmares 2 et Pacaja, appartenant aux fronts de déforestation de l'Etat du Pará. Des données télédétectées sont mises en relation par modèle statistique avec des données de SE obtenues par échantillonnages terrain. Les analyses statistiques soulignent l'importance du choix du modèle, du choix de l'échelle spatiale, des données d'entrée, la spécificité des sites et la difficulté de spatialiser certains SE à partir de données télédétectées. Si la cartographie qui en résulte permet de comprendre la répartition et la structuration de chaque SE sur le territoire, en relation avec l'appropriation de l'espace par les exploitants et avec les éléments structurels du territoire, la fiabilité des résultats statistiques remet en question la pertinence de l'exercice en vu d'une opérationnalisation.*
Mots clés : *services écosystémiques, SIG, cartographie, déforestation*

Resumo- Questões metodológicas da espacialização dos SE tendo em vista a sua operacionalização. *Os Serviços ecossistemicos (SE)possuem atualmente uma ambição de aplicabilidade ao lado das políticas. Isto se traduz pelo desenvolvimento de mapas de SE. Propomos aqui, verificar como um SE é espacializado ressaltando a importância das escolhas metodológicas. Mapas de sete indicadores de SE sobre três localicades brasileiras foram elaborados : Maçaranduba, Palmares 2 e Pacajá, que pertencem as frentes de desflorestamento no Estado do Pará. Os dados de sensoriamento remoto estão relacionados entre o modelo estatístico com os dados de SE obtidos através do trabalho do campo. As análises estatísticas destacam a importância da escolha do modelo estatístico, da escala espacial, dos dados de entrada, bem como a especificidade das localidades e a dificuldade de espacializar alguns SE a partir de dados de sensoriamento remoto. O mapa resultante permite-nos compreender a distribuição e a estruturação de cada SE no território em relação à apropriação do espaço por parte dos agricultores e os elementos estruturais do território. A confiabilidade dos resultados estatísticos colocam em questão a pertinência do exercício em vista de uma operacionalização.*
Palavras-chave: *serviços ecossistêmicos, SIG, mapa, desflorestamento*

Abstract-The methodological challenges of ecosystem services spatialization for their operationnalization. *Ecosystem Services (ES) reach now an ambition of applicability in policy. This ambition provokes the development of ES maps. We propose here to see how to spatialize ES and underline the importance of methodological choices. Seven ES indicators were mapped on three Brazilian sites, Maçaranduba, Palmares 2 and Pacaja, belonging to deforestation fronts in the state of Pará. Remotely sensed data are related by statistical model with the ES data obtained by sampling field. The statistical analyzes underline the importance of model choice, the choice of the scale, the choice of the input data, the site specificity and the difficulty to spatialize some SE from remotely sensed data. The resulting mappings allow us to understand the distribution and structure of each ES in the territory, in relation to the appropriation of space by the operators and the structural elements of the territory. The reliability of statistical results questioned the relevance of the exercise for policies.*
Key words : *ecosystem services, GIS, mapping, deforestation*

Introduction

La notion de Service Ecosystémique (SE), issue des sciences écologiques et économiques, visait originellement à pointer du doigt la dépendance humaine aux milieux naturels. Ce concept a gagné de l'ampleur depuis les années 1990. En atteignant la sphère de la gouvernance environnementale internationale, notamment avec le MEA, il possède aujourd'hui une ambition d'applicabilité auprès des gestionnaires des territoires. Ainsi, l'engouement suscité par cette notion se traduit par la volonté de baser des politiques environnementales sur les services écosystémiques comme outil d'évaluation, notamment par des mesures de compensation. Celles-ci passent notamment par l'outil cartographique qui

permet, à partir de la compréhension des processus physiques sous-jacents et de la répartition spatiale des SE, de faire le lien entre milieu naturel, activités anthropiques et politiques publiques. Les études sur la cartographie des SE se multiplient dans la bibliographie scientifique depuis le MEA (Troy et Wilson, 2006 ; Maes et al, 2011). Un des motifs de ce développement est la possibilité de se servir des spatialisations de SE comme un outil opérationnel. Pourtant, l'applicabilité de la notion de SE pose encore de nombreux problèmes méthodologiques peu soulevés dans la bibliographie, notamment en termes de choix de données et de modèles statistiques. De fait, nous nous proposons ici de voir comment spatialiser un SE en soulignant l'importance des choix méthodologiques et les conséquences de ces choix sur l'utilisation de la notion de SE pour la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques.

Pour répondre à cet objectif, des cartographies de sept indicateurs de SE ont été réalisées sur trois sites des fronts pionniers amazoniens. Sur ces espaces considérés comme *hotspots* de biodiversité et poumons verts de la planète, les enjeux et tensions sont très forts puisque le déboisement par les pionniers se fait au détriment de processus écologiques s'opérant aux différentes échelles (Fearnside, 2005).

1. Matériels et méthodes

Les trois sites étudiés, Maçaranduba, Palmares 2 et Pacaja, appartiennent à l'Amazonie brésilienne (Figure 1). Ces trois sites appartiennent aux fronts de déforestation à proximité de la Transamazonienne dans l'Etat du Pará. Les modifications paysagères y sont rapides et récentes (entre 1970 et 1990). Chacune de ces zones présente des contextes institutionnels variés et des situations contrastées. La diversité des situations provient de différences très fortes dans l'implantation et l'avancement des fronts de déforestation (Albaladejo et *al.*, 2000). Le déboisement du site de Maçaranduba a commencé dans les années 1970. En 2000, une organisation sociale de type agro-extractiviste a été mise en place, avec propriété collective de la terre et limitation du déboisement. Le site de Palmarès 2 est marqué par une histoire plus récente et très contrastée. De la fin des années 1980 jusqu'en 1994, ce site connait un fort développement de l'élevage bovin. Suite à un conflit social entre les agriculteurs du Mouvement des Sans Terre (MST) et le fazendeiros, la zone est abandonnée jusqu'en 1997. Cela se traduit notamment par un enfrichement. Par la suite, le site devient officiellement propriété d'un regroupement d'exploitants issus des MST. Ceux-ci se distribuent la terre équitablement, provoquant un émiettement des parcelles. L'intervention des politiques publiques désirant donner une importance aux milieux naturels tels qu'ils existaient avant le début de la déforestation y est forte. Enfin, le site de Pacajá connaît les premières conversions agricoles au début des années 1990 sur une des pistes secondaires de déforestation construites en arêtes de poisson depuis la Transamazonienne. La colonisation, isolée spatialement, est encouragée par l'État qui alloue la terre aux paysans.

La plupart des SE sont difficilement quantifiables et donc spatialisables (Grimaldi et *al.*, 2014). L'information qui est représentée est donc généralement constituée de proxys de ces SE. Les SE (de régulation et de soutien au sens du MEA et plus indirectement d'approvisionnement) étant fournis par les processus physiques, les indicateurs de SE choisis sont pour la plupart des indicateurs de ces processus. Dans le contexte de déforestation étudié ici, l'étude de sept indicateurs de SE a été jugée pertinente : le stockage du carbone dans la végétation et dans le sol, l'infiltrabilité de l'eau dans le sol, la qualité chimique du sol, la macroporosité du sol, l'eau biodisponible et un indicateur de biodiversité animale totale. Les informations sur les processus physiques délivrant les SE ont été recueillies en 2008 pour 135 points situés dans neuf des exploitations présentes sur chaque zone lors de campagnes terrain effectuées dans le cadre du programme de recherche AMAZ, des programmes de recherche

financés par l'ANR AMAZ-BD et AMAZ-ES (coord. : Patrick Lavelle - pour plus d'informations sur les données, voir. Grimaldi et *al.*, 2014). Ces données observées constituent les valeurs des variables à expliquer par des modèles statistiques.

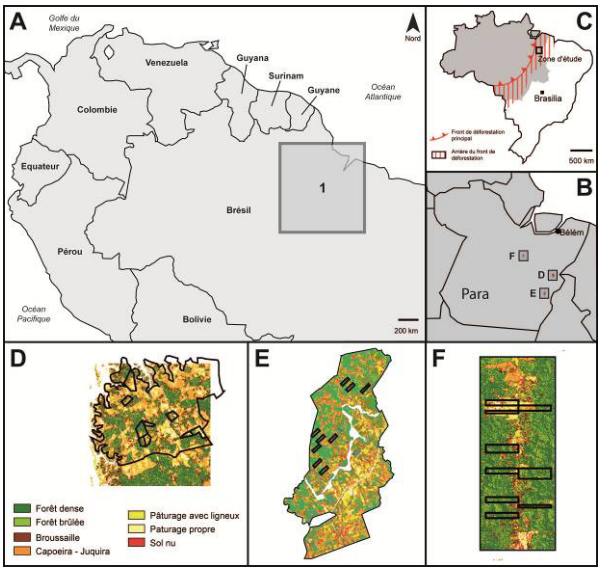


Figure 1 : Localisation des sites d'étude au Brésil (A), dans l'Etat du Pará (B) et localisation du front de déforestation (C). Sites de Maçaranduba (D), Palmares II (E) et Pacajá (F). Les cartes de présentation des sites correspondent à l'occupation des sols en 2007. Réalisation : J. Oszwald.

Afin d'expliquer au mieux les variations de ces proxys de processus physiques connus à l'échelle des points, des données issues de la télédétection à haute résolution spatiale (30 x 30 m) ont été choisies. La mise en relation de ces données par des modèles statistiques permet de prédire puis spatialiser des quantités de SE pour l'ensemble des sites d'étude (pour plus d'information sur les données télédétectées, voir Le Clec'h et. *al.*, 2013).

Un autre type de données explicatives a été inséré dans les modèles. Ces données sont liées au site d'appartenance des points. Ces variables, "site" et "sous-fenêtre" doivent permettre de comprendre s'il existe ou non un effet site. La variable "Site" correspond au site d'appartenance des points. La variable "sous-fenêtre" correspond à une sous-division de chaque site en trois espaces homogènes du point de vue pédologique.

Les données télédétectées et les données *in situ*, toutes les deux connues à l'échelle des 135 points, ont été mises en relation à l'aide d'un modèle statistique (pour plus d'information voir Le Clec'h et *al.*, 2013). Pour modéliser une variable quantitative à partir de variables qualitatives et quantitatives, les méthodes les plus répandues sont les arbres de régression (Algorithme Classification And Regression Trees – CART) et la régression linéaire multiple (Cornillon et *al.*, 2010). Ainsi, pour chacun des sept SE et pour chaque site, deux modèles ont été mis en œuvre, un par régression linéaire multiple et un par arbre de décision.

De plus, une analyse a été menée afin de comprendre dans quelle mesure l'utilisation de l'OS comme indicateur de SE ou comme seule variable de modélisation, engendre une simplification excessive, comme cela est souvent fait dans la bibliographie. Pour cela, quatre modèles de régression linéaire visant à expliquer deux proxys de SE, les stocks de carbone de la végétation et l'infiltrabilité de l'eau dans le sol, ont été réalisés pour chaque site. Le premier met en relation les stocks de carbone et le NDVI calculé à partir d'une image Landsat TM. Le second met en relation les stocks de carbone et une classification d'OS en six modalités. Le troisième modèle correspond à la mise en relation des stocks de carbone et une classification d'OS en deux modalités (opposition forêt — non-forêt). Enfin, la dernière analyse met en

relation les informations de stocks de carbone et les données d'OS et des données dérivées du MNT ASTER.

2. Résultats

Les analyses statistiques soulignent cinq éléments majeurs : l'importance du choix du modèle statistique, l'importance du choix des données d'entrée et de leur précision, l'importance de la spécificité des sites et la difficulté à quantifier et spatialiser certains SE.

La spatialisation des stocks de carbone dans la végétation sur le site de Pacajá montre bien l'importance du choix du modèle statistique. Les deux modèles ne retiennent pas les mêmes variables explicatives. Le modèle par arbre de décision est simple puisqu'il ne retient qu'une seule variable, l'« occupation du sol » alors que le modèle de régression linéaire retient deux variables : l'« occupation du sol » et la « distance au réseau hydrographique». De fait, les cartes qui en résultent sont donc significativement différentes, en termes de localisation des stocks et en termes de quantité stockée (Figure 2).

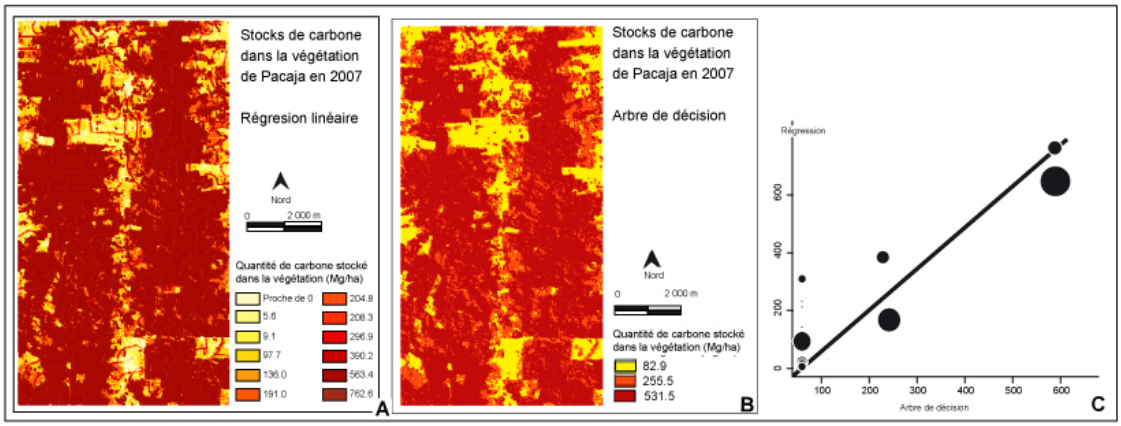


Figure 2 : Stocks de carbone de la végétation sur le site de Pacajá en 2007. Cartographie obtenue par prédiction par la méthode de régression multiple (A), de l'arbre de décision (B) et un biplot qui permet de montrer l'acért entre les deux méthodes.

Pour connaitre le modèle le plus performant, une procédure de validation croisée a été exécutée. La validation croisée consiste à séparer l'ensemble des données en un échantillon d'apprentissage sur lequel on construit chaque modèle et d'un échantillon test sur lequel le modèle est appliqué pour prédire les quantités de carbone stocké. Une erreur de prévision mesurant l'écart entre les valeurs prédites sur l'échantillon test et les valeurs observées sur le terrain est calculée pour chaque modèle.

Dans le cas du carbone stocké à Pacajá, la régression linéaire est plus performante puisque l'erreur de prévision cumulée est de 46 % inférieure par rapport à l'arbre de décision (respectivement 37 768 et 66 410). Toutefois, l'arbre de décision, malgré sa faible capacité prédictive pour certains SE, présente l'intérêt d'être facile à comprendre et à interpréter avec une hiérarchisation visuelle des variables, ce qui en fait un outil pédagogique intéressant et facile à s'approprier (Figure 3).

L'analyse par arbre de décision réalisée sur les 135 points des trois sites met en évidence l'importance de posséder des données très détaillées (Figure 3).

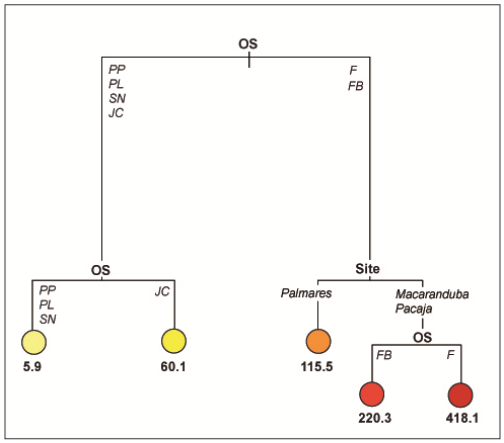


Figure 3 : Arbre de décision permettant d'expliquer les quantités de carbone stocké dans la végétation.

Le modèle de prédiction du carbone dans la végétation distingue d'abord les pixels des espaces forestiers (forêts et forêts brûlées) des autres types d'occupation des sols. Une seconde division apparaît dans cette dernière catégorie où les valeurs de carbone sont significativement différentes pour les paysages fermés et stabilisés (jachères et/ou friches) et des sites agricoles dynamiques (pâturages et sols nus). Les pixels représentant les pâturages et les sols nus correspondent à des zones fortement anthropisées et stockent environ 70 fois moins de carbone que les pixels représentant la forêt dense. Au sein des espaces forestiers, le modèle discrimine les forêts des forêts brûlées qui stockent bien moins de carbone. Cette distinction paraît évidente du fait que les forêts brûlées ont déstocké une grande partie du carbone anciennement stocké sous l'action des brûlis successifs accomplis par les agriculteurs afin de mettre en place les futures exploitations agricoles. Ce résultat souligne l'importance du choix des données et plus généralement de l'échelle d'analyse qui influence souvent la précision des données.

Pour compléter l'analyse sur l'importance des données d'entrée, plusieurs modèles intégrant des données différentes ont été réalisés et comparés pour l'infiltrabilité de l'eau dans le sol et le carbone stocké dans la végétation. L'analyse montre qu'une classification détaillée d'occupation du sol (allant des sols nus à la forêt dense) est nécessaire pour obtenir de bons résultats (l'erreur cumulée la plus faible). Malgré tout, cette variable n'est pas suffisante car dans certains cas elle n'est pas la seule variable explicative. Ainsi, l'infiltrabilité de l'eau dans le sol ne peut pas s'expliquer uniquement par l'OS. De la même manière, à Palmares, la trajectoire d'OS est bien plus significative que l'OS. Il est donc essentiel de prendre en compte d'autres informations pour réaliser un modèle permettant de comprendre et/ou de spatialiser un SE ou un proxy de SE.

Nous avons montré que les analyses sur un processus physique de fonctionnement relativement simple, le stockage de carbone dans la végétation, doivent s'appuyer sur un jeu de données solide (données variées et détaillées). Par conséquent, les analyses sur un processus physique de fonctionnement plus complexe, comme la macroporosité du sol, doivent impérativement s'appuyer sur un jeu de données le plus complet possible. De fait, en toute logique, les modèles statistiques réalisés sur cette variable retiennent davantage de variables qui relèvent pas uniquement de l'occupation du sol. Ces facteurs, souvent liés au sol (structure, qualité...) sont difficiles voire impossibles à posséder par télédétection à haute résolution spatiale. Il aurait été ainsi pertinent de réaliser les modèles en ajoutant des données de pédologie et d'hydrologie. De fait, les modèles statistiques visant à quantifier pour spatialiser les SE liés au fonctionnement du sol sont beaucoup moins performants et remettent en question la possibilité de spatialiser tous les SE. Par exemple, le modèle statistique de

régression linéaire réalisé sur l'eau biodisponible présente un R^2 de fiabilité de 44 %, ce qui est insuffisant pour ensuite pouvoir cartographier.

Certains modèles statistiques mis en place retiennent la variable "Site" (Figure 4). Cela signifie que pour certains SE, il est difficile de créer un modèle généraliste permettant de quantifier et/ou de spatialiser ce-dit SE. Tous les modèles réalisés retiennent une des variables liées au site. Cela ne semble pas surprenant car ces SE sont très dépendants de l'OS comme le carbone stocké dans la végétation ou très dépendants du type de sol comme la macroporosité. Un même type de végétation (forêt, pâturage) est loin d'être homogène et comporte de fortes variations entre les sites étudiés. Par exemple, les forêts de Pacajá sont bien moins dégradées que celles de Macaranduba qui sont également moins dégradées que celles de Palmares, qui stockent, de fait, beaucoup moins de carbone que celles des deux autres sites.

Discussion et conclusion

L'analyse a montré l'importance de la méthode même de quantification. L'application d'un modèle statistique semble adaptée à l'objectif. Pourtant, leur utilisation reste encore peu développée et la plupart des études s'appuient sur l'attribution d'une valeur de SE à chaque type d'OS (Fisher et *al.*, 2011), l'application de modèles écologiques communément acceptés (Nelson et *al.*, 2009) ou l'application de modèles économiques (Naidoo et Rickett, 2006). Les méthodes statistiques présentent pourtant des avantages majeurs. Ces modèles, par une procédure de choix de variables, permettent de comprendre quels sont les facteurs qui influencent la fourniture de SE de par la compréhension des processus physiques et des conditions environnementales. Ces modèles ne sont basés sur aucun *a priori* ni sur aucune généralisation, ce qui permet de posséder des quantifications adaptées à chaque territoire. Enfin, ils permettent d'estimer le degré de prédiction des données, via l'utilisation d'indicateurs. En d'autres termes, ils permettent d'estimer la capacité de chaque information à répondre à la spatialisation d'un proxy de service. Cet élément permet de fournir au gestionnaire un pourcentage de confiance en la carte produite, et donc de fiabilité quant à la prise de décision.

Les méthodes statistiques sont nombreuses et le choix même du modèle détermine les résultats. Les deux méthodes statistiques appliquées démontrent l'importance des choix méthodologiques. Dans le cas du SE "régulation du climat" via le stockage de carbone dans la végétation, les quantités de carbone prédites dépendent du modèle utilisé. La cartographie issue de l'arbre de décision permet de mettre en relation les quantités de carbone stocké dans la végétation arborée et arbustive et les grandes tendances historiques d'appropriation de la terre. La cartographie réalisée par la régression linéaire permet une analyse beaucoup plus fine permettant de rendre davantage compte de la variabilité spatiale au sein de chaque type d´usage du sol. Cela est dû à la capacité prédictive supérieure de cette méthode et à la présence d'une seconde variable explicative qui permet d'affiner l'analyse.

L'étude a souligné l'importance de posséder des données d'entrée variées et précises pour modéliser un SE. Or les données sélectionnées pour réaliser des cartographies de SE déterminent la qualité du résultat, les valeurs prédites et leur localisation. Pourtant, dans la plupart des études, l'OS ou un indice de végétation est utilisé comme des indicateurs directs de SE (Davies et *al.*, 2011), ces travaux se fondant sur l'hypothèse que la fourniture en SE ne varie pas au sein d'un même type d'OS (Koschke et *al.*, 2012). Avec le développement de l'utilisation des outils de télédétection, des informations variées, couvrant de vastes espaces à différentes résolutions spatiales et temporelles, sont maintenant disponibles. L'ajout d'informations complémentaires à l'OS devrait donc être systématique et devrait permettre d'éviter de simplifier de manière excessive la question.

De plus, les modèles statistiques ont mis en avant l'importance de l'utilisation de données précises. Les études spatialisant les SE se basent souvent sur des données d'OS obtenues par le traitement des images à petite échelle telles que Corine Land Cover (Maes et *al.*, 2011). Ces données sont alors imprécises, se contentant d'une simple opposition forêt/non forêt ou ne tenant pas compte des spécificités des sites (Metzger et *al.*, 2006).

L'étude a permis de montrer qu'il est difficile de spatialiser tous les SE. En effet, les résultats obtenus sont très différenciés selon le SE étudié. Cela est dû au manque de données spatiales adaptées et à la complexité des phénomènes mis en jeu dans sa fourniture. Les modèles statistiques réalisés sur les données de carbone stocké offrent de bons résultats mais ce n'est pas le cas de tous les SE. Les modèles statistiques réalisés sur les données d'infiltrabilité de l'eau dans le sol sont, de manière générale, moins bons que ceux du SE précédent. L'eau biodisponible n'a pas pu être modélisée de manière suffisamment bonne pour prétendre aboutir à une cartographie. La difficulté à modéliser ces SE est notamment due à l'importance des propriétés inhérentes au milieu dans le fonctionnement du processus physique (Dominati et *al.*, 2010). Or, dans la perspective d'une étude sur les interrelations entre SE, ce point peut poser problème. En effet, il est fort probable qu'en termes d'interrelations, les SE sélectionnés dans les analyses détermineront les résultats.

Les études spatialisant les SE se fondent souvent sur des analyses à l'échelle régionale voire nationale (Fischer et *al.*, 2011 ; Nedkov et Burkhard, 2012). Ce choix est largement discutable, d'une part parce qu'il ne permet pas facilement une précision des données et, d'autre part, parce qu'il ne prend pas en compte la diversité paysagère et la diversité des types de sol. A l'inverse, les analyses de SE à l'échelle locale permettent de souligner l'importance de la précision des données d'entrée, essentiellement en termes d'occupation du sol puisqu'une classification précise d'occupation du sol est davantage possible aux échelles fines (Domaç, 2004). Malgré les préconisations des organismes internationaux, l'échelle locale permet de mieux comprendre les processus liés aux SE. De fait, elle offre la possibilité d'adapter l'étude aux problématiques spécifiques du territoire étudié et peut être considérée comme un lien entre les différents acteurs du territoire. Elle permet en effet de faciliter les transferts de connaissances et d'informations en vu de la mise en œuvre d'une politique de gestion environnementale.

Spatialiser un SE implique donc des choix méthodologiques. Ceux-ci influencent très largement les résultats obtenus. Cela pose un certain nombre de problèmes dès lors que la spatialisation des SE est effectuée dans une optique d'opérationnalisation. Or, la spatialisation des SE se développe de plus en plus dans la sphère politique. Elle apparaît dans des rapports d'études politiques et parmi les axes prioritaires des enjeux environnementaux comme le projet européen MAES (*Mapping and Assessment of Ecosystem and their Services*). L'absence de prise en compte de ces choix peut avoir de fortes conséquences telles que la simplification excessive de la question et la mise en place de politiques totalement biaisées. Quelle est la validité des représentations ? Quel apport peuvent-elles avoir dans une optique d'opérationnalisation ?

Au vu de ces incertitudes, il semble difficile d'envisager la spatialisation de SE dans sa dimension opérationnelle. Dans l'état actuel des connaissances, l'intérêt majeur de spatialisation repose sur sa capacité à interroger la notion de SE pour la déconstruire en la passant au prisme des processus physiques et des fonctions écologiques qui les induisent. La spatialisation pourrait ainsi lever quelques verrous sur les relations entre processus physiques/écologiques – SE et activités anthropiques. Une fois les flous conceptuels et les contraintes méthodologiques levés, la spatialisation peut être envisagée dans ses dimensions opérationnelles.

Références bibliographiques

Albaladejo C. et Tulet J.C., 1996 : Les *fronts pionniers de l'Amazonie brésilienne : la formation de nouveaux territoires*. L'Harmattan, Paris, 230 pages.

Cornillon P.A., Guyader A., Husson F., Jégou N., Josse J., Kloareg M., Matzner-Löber E. et Rouvière L., 2010 : *Statistique avec R*. PUR, Rennes, 260 pages

Davies Z.., Edmondson J., Heinemeyer A., Leake J., Gaston K.,2011: Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology*, **48**:1125–1134.

Domaç A., 2004: *Increasing the Accuracy of Vegetation Classification Using Geology and DEM*, Mémoire de master en sciences naturelles et appliquées de middle east technical university.

Dominati E., Patterson M. et Mackay A., 2010 : A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. In *Ecological Economics*, **69** (9), 1858–1868

Fearnside P.M., 2005: Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences. *In Conservation Biology*,**19** (3), 680–688.

Fisher B., Turner R.K., Burgess N.D, Swetnam R.D, Green J, Green R.E, Kajembe G, Kulindwa K, Lewis S.L, Marchant R, Marshall A.L, Madoffe S, Minishi P.K.T., MorseJones S., Mwakalila S., Paavola J., Naidoo R., Ricketts T, Rouget M, Willcock S, White S. et Balmford A., 2011: Measuring, modeling and mapping ecosystem services in the Eastern Arc Mountains of Tanzania. In *Progress in Physical Geography*,**35** (5), 595–611

Grimaldi M., Oszwald J., Doledec S., del Pilar Hurtado M., de Souza Miranda I., Arnaud de Sartre X., Santos de Assis W., Desjardins T., Duds F., Guevara E., Gond V., Thaiz Santana Lima T., Marichal R., Michelotti F., Mitja D., Cornejo Noronha M., Nascimento Delgado Oliveira M., Ramirez B., Rodriguez G., Sarrazin M., Lopes da Silva Jr M., Lindoso de Souza S., Pereira Veiga Jr I., Velasquez E., et Lavelle P. 2014: Ecosystem services in Amazonian pioneer fronts: Searching for landscape drivers. *Landscape Ecology* , **29** (2) : 311-328.

Koschke L, Fürst C, Frank S et Makeschin F., 2012: A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. *Ecological Indicators*,**21**, 54–66

Le Clec'h S., Oszwald J., Jégou N., Dufour S., Cornillon P.A., Miranda I.S., Gonzaga L., Grimaldi M., Gond V., Arnauld de Sartre X.. 2013 : Cartographier le carbone stocké dans la végétation : perspectives pour la spatialisation d'un service écosystémique. *Bois et forêts des tropiques* (316) : 35-47.

Maes J., Parácchini M.L., Zulian G., 2011 : *A European Assessment of the Provision of Ecosystem Services: Towards an Atlas of Ecosystem Services.* Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Metzger M.J., Rounsevell M., Acosta-Michlik L., Leemans R. et Schröter D., 2006: The vulnerability of ecosystem services to land use change. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*,114, 69–85

NaidooR. et Ricketts T.H., 2006: Mapping the Economic Costs and Benefits of Conservation. In *PLOS Biology*,**4** (11), 2153–2164.

Nedkov S. et Burkhard B., 2012: Flood regulating ecosystem services—Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. In *Ecological Indicators*,**21**, 67–79.

Nelson E., Mendoza G., Regetz J., Polasky S., Tallis H., Cameron R.D., Chan K.M.A., Daily G., Goldstein J., Kareiva P.M., Lonsdorf E., Naidoo R., Ricketts T.H. et Shaw R.M., 2009: Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *In Frontiers in Ecology and the Environment*,**7**(1), 4–11

Troy A. et Wilson M.A., 2006: Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *In Ecological Economics*,**60** (2), 435–449.

O IMPACTO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA GRÁFICA DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO

LOPES C.S.D.[(1)], MAESSAKA E.S. [(1)]

(1) Departamento de design, Rodovia Celso Garcia Cid Km 380, Londrina, Brasil [uel.camila@gmail.com, maessakaerika@gmail.com]

Resumo –*A indústria gráfica brasileira tem se desenvolvido intensamente, hoje representando 2,95% do PIB do país. Junto aos resultados de ordem econômica, chama a atenção o impacto deste setor no meio ambiente e nas condições de trabalho dos funcionários das gráficas, principalmente nas de pequeno e médio porte. O presente artigo tem como objetivo analisar o potencial de impacto ambiental dos insumos envolvidos na impressão offset. A metodologia de pesquisa aplicada foi primeiramente a bibliográfica exploratória e em seguida a de campo, na qual foi analisado se os procedimentos de descarte e armazenamento das embalagens e uso de EPIs estão de acordo com as recomendações das Fichas de Segurança dos Produtos Químicos (FISPQ), normatizadas pela ABNT e na legislação vigente. Os resultados das análises mostraram grande inadequação às leis e às FISPQs analisadas, principalmente quanto ao gerenciamento do descarte, causando grandes danos ao meio ambiente e ameaça à saúde de seus funcionários.*
Palavras-chave : *indústria gráfica, offset, ecodesign, impacto ambiental.*

Résumé – L'impact environnemental de la petite industrie de l'impression: une étude de cas*. L'industrie de l'impression brésilien a développé intensément, représentant aujourd'hui 2,95% du PIB. Ainsi que les résultats d'ordre économique, attire l'attention de l'impact de ce secteur sur l'environnement et les conditions de travail des employés de l'impression, surtout dans les petites et moyennes. Cet article vise à analyser l'impact potentiel des intrants impliqués dans l'impression offset de l'environnement. La méthodologie de la recherche appliquée était littérature essentiellement exploratoire et le domaine dans lequel il a été examiné si les procédures d'élimination et de stockage des emballages et l'utilisation des EPI sont en conformité avec les recommandations contenues dans les fiches signalétiques des produits chimiques (FDS) , normalisée par ABNT et la législation en vigueur. Les résultats d'analyse ont montré une grande insuffisance des lois et les FDS analysés, en particulier en ce qui concerne la gestion de l'élimination, causant des dommages importants à l'environnement et menace la santé de leurs employés.*
Mots-clés: *industrie de l'impression, offset, l'éco-conception, l'impact environnemental.*

Abstract: environmental impact of small graphics industry: a case study. *The Brazilian printing industry has been developing intensely, today representing 2.95% of the GDP. Together with the results of an economic, draws attention the impact of this sector on the environment and the working conditions of the printing employees, mainly in small and medium enterprises. This article aims to analyze the potential environmental impact of inputs involved in offset printing. Regarding to the methodology applied, primarily it was examined whether the procedures for disposal and storage of packaging and use of PPE are in accordance with the recommendations in the Material Safety Data Sheets Chemicals (MSDS) , normalized by ABNT and current legislation. The analysis results showed great inadequacy of the laws and the MSDS analyzed, particularly regarding the management of disposal, causing major damage to the environment and threatens the health of their the employees.*
Keywords: *printing industry, offset, ecodesign, environmental impact.*

Introdução

A indústria gráfica brasileira vem crescendo continuamente com aproximadamente 20.500 mil gráficas espalhadas pelo país, gerando 221 mil empregos e cada vez mais investindo em novas tecnologias e estruturas. Em 2012 teve R$ 37.4 bi em produção industrial (ABRIGAF, 2013). Este crescimento acontece junto à um questionamento a respeito do meio ambiente e as condições do trabalhador.

Devido aos sistemas de impressão, hoje tendo como o principal o offset responsável por 70% do mercado (HIEDELBERG, 2013), as gráficas manipulam diversos produtos químicos que são bastante danosos ao meio ambiente, e aos funcionários que não fazem o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) necessários.

O questionamento que rege esta pesquisa é: afinal, os procedimentos para o tratamento do output da indústria e segurança do trabalhador tem acompanhado esse crescimento do setor gráfico? Este trabalho tem o intuito de verificar se os procedimentos de armazenamento, manuseamento e descarte de produtos químicos de uma indústria gráfica de pequeno porte estão de acordo com a legislação vigente. Esta pesquisa não objetiva generalizar a postura

frente à legislação ambiental das gráficas deste porte, mas sim diagnosticar esta gráfica especificamente.

1. Metodologia

A presente pesquisa é aplicada, pois segundo classificação de Gil (2002), os conhecimentos adquiridos são utilizados para aplicação prática voltados para a solução de problemas concretos da vida moderna.

A metodologia utilizada neste trabalho foi primeiramente a bibliográfica, sendo feito o levantamento das questões ambientais, problemas e aspectos relevantes da indústria gráfica, notadamente o processo de impressão offset. Posteriormente foi adotada a pesquisa de campo, quando foi feito o levantamento dos químicos empregados para este processo, sua condição de armazenamento, manuseamento e descarte. Quanto aos objetivos, a pesquisa foi exploratória, pois contou com levantamento bibliográfico, entrevistas e estudo de caso. A abordagem foi qualitativa pois trata-se de pesquisa descritiva, isto é, as informações não podem ser quantificáveis (GIL, 2002).

A gráfica investigada foi identificada como Gráfica X, por questões de sigilo. Ela é de pequeno porte, possui 14 funcionários, e possui uma impressora digial, duas tipográficas (uma Heildenberg e outra Minerva) e duas offset (uma nomo e a outra bicolor).

As gráficas nacionais se dividem da seguinte maneira conforme o seu porte: 78% micro, 18,6% pequeno, 2,9 médio e 0,4% de grande porte, sendo que o critério adotado para essa classificação é do IBGE, citado por LIMA (2001), no qual uma indústria de até 19 funcionários é considerada uma micro empresa.

Para a coleta de dados na gráfica foram retirados os rótulos dos químicos utilizados no sistema de impressão offset, para que fosse possível entrar em contato com a empresa fabricante e solicitar a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Com as fichas coletadas e a legislação vigente em mãos, foi possível fazer o levantamento das condições ideais de manuseamento (necessidade de EPIs), armazenamento e descarte para posterior comparação com as condições reais da Gráfica X.

A Legislação Ambiental foi consultada toda vez que as FISPQs solicitavam. O técnico responsável pela impressão offset, Herich Alessandro de Camargo, foi entrevistado algumas vezes para esclarecimentos. Em visita ao Centro de Tratamento de Resíduos local, o técnico Giancarllo Candeo Andreotti também foi entrevistado.

Os produtos químicos analisados foram: revelador para chapa positiva, gel corretor de chapa para offset, solvente de secagem rápida para rolos, álcool Isopropílico, solvente de secagem rápida para blanquetas, solução de fonte concentrada, xampu para descristalização, restaurador de blanquetas, goma protetora para chapa offset, querosene e limpador de chapa.

2. Fundamentação teórica

2.1. A indústria gráfica

2.1.1. Introdução

Em 2008 a indústria gráfica brasileira comemorou dois séculos de idade (ABIGRAF, 2013) e hoje representa 2,95% do PIB industrial nacional com mais de 20.500 mil gráficas espalhadas por todo país, que imprimiu mais de 300 milhões de exemplares de livros que foram vendidos no Brasil (SMA *et al.* 2003, p.7).

2.1.2. O sistema offset

A impressão *offset* é baseada no mesmo princípio da litografia em que "água e óleo não se misturam" (CRAIG, 1980). As impressoras desse sistema podem ser planas ou rotativas. Estas são compostas por vários cilindros sendo três deles parte da etapa de impressão: o cilindro porta-chapa, o porta-blanqueta e o de contrapressão. O termo *offset*, que significa "fora do lugar", faz menção ao processo indireto deste tipo de impressão em que a imagem já entintada passa por cilindro emborrachado antes de passar para o papel. Esse método além de evitar o desgaste da chapa litográfica, ainda facilita a impressão em papéis de qualidade inferior. As vantagens do sistema *offset* vão desde um acerto de máquina rápido até uma boa reprodução de detalhes e fotografias, porém esse tipo impressão é apenas recomendado para grandes tiragens devido o seu custo (BANN, 2010). Em 2004, com quase cem anos de funcionamento no Brasil, o *offset* obtinha 65 a 70% de participação no mercado da indústria gráfica enquanto os outros sistemas não passavam de 11%. De 1965 até 2005, a produtividade impressoras *offset* cresceu em 421% (HIEDElBERG, 2013).

A **solução de molha** é utilizada no sistema offset para fazer a diferenciação entre as áreas com grafismo e contra-grafismo. Por isso é muito importante ter um sistema de molhagem bem feito para se ter um bom resultado de impressão. Antigamente esse processo era feito manualmente com um pedaço de algodão e pano, mas hoje são utilizados conjuntos de molhagem tanto elétricos, mecânicos, eletrônicos e pneumáticos (PERAZOLO, 2005). Os principais componentes na composição da solução de molha são a goma dessensibilizante (goma-arábica) e ácido fosfórico (ANGHINONI, 2013).

Nas soluções de molha está presente o álcool isopropílico ou isopropanol, esse químico além de ter um alto custo, pode trazer riscos a saúde e ao meio ambiente. Algumas medidas como manter a refrigeração da rolaria, a escolha do aditivo de molha e o uso de dosadores mais modernos proporcionam a diminuição do uso deste produto (HEIDELBERG, 2013).

As **tintas** empregadas são bem pastosas, à base de óleo, e possuem uma composição química bem variável para corresponder às demandas principais para um bom resultado na superfície a ser impressa. As tintas devem ser resistentes à água e a leve acidez das soluções para umedecimento. As tintas para a impressão *offset* têm cores muito fortes para compensar a pouca quantidade que é utilizada. Elas secam geralmente por evaporação, oxidação/polimerização ou penetração. Para determinar o uso correto da tinta deve se procurar saber qual é o tipo máquina que irá imprimir: se é de uma (mono), duas, quatro ou mais cores (CRAIG, 1980).

Para se diferenciar no mercado atual e deixar as impressões mais ecológicas, algumas gráficas têm misturado óleo de base vegetal (como o *Soy Ink*) com a tradicional já ajuda a diminuir a quantidade de emissões de VOCs (ANGHINONI, 2013). Tintas tipo BIO, que são feitas fontes 100% renováveis foram criadas inicialmente com o intuito de melhor o desempenho de impressoras com reversão, ajudando a reduzir o acúmulo de tinta no cilindro de contrapressão das últimas unidades em impressoras de 8, 10 ou 12 cores.

Os **solventes** são usados na indústria gráfica para se fazer a limpeza das tintas. Segundo SILVA (2007), para fazer o uso correto do solvente, deve-se prestar atenção no poder de solvência, velocidade de evaporação, odor, custo e segurança. Os solventes podem ser classificados em verdadeiros, co-solventes e diluentes, variando de acordo com a solubilidade da resina ou por sua evaporação. Dentre os mais utilizados podemos citar os álcoois, cetonas e aromáticos.

A secagem da tinta *offset* pode ser dividida em duas partes: a primeira secagem ocorre quando a folha que acaba de ser impressa não suja a próxima. Ao completar a segunda etapa a tinta já está em seu estado sólido e resiste à esfregamento e possíveis abrasões (ANGHINONI, 2013).

Segundo Herich Alessandro de Camargo (2013), técnico gráfico e impressor *offset*, a **limpeza dos rolos** é feita da seguinte maneira: "primeiramente coloco a máquina para funcionar, adiciono o produto de limpeza junto às rolagens, ligo os lavadores das torres de impressão e aumento a velocidade da máquina, para que a limpeza tenha mais eficiência, vou adicionando o produto, e repetindo este procedimento até toda tintas ficar armazenada no lavador juntamente com o produto de limpeza. (...) Todo esse processo é realizado diretamente na máquina". O uso de solventes do tipo não-aromáticos permite uma limpeza de rolos e blanquetas que não agride suas propriedades de dureza, diâmetro e rugosidade. Essa nova tecnologia de solventes além de fazer uma limpeza mais eficiente, permite o emulsionamento com água.

Os produtos químicos empregados no sistema em sua maioria são: revelador para chapa positiva, gel corretor de chapa para offset, solvente de secagem rápida para rolos, álcool Isopropílico, solvente de secagem rápida para blanquetas, solução de fonte concentrada, xampu para descristalização, restaurador de blanquetas, goma protetora para chapa offset, querosene e limpador de chapa.

2.1.3. Segurança no trabalho

Os riscos para os trabalhadores vão além dos físicos, como ruídos, calor e vibrações, há também os químicos, que podem prejudicar as vias respiratórias, digestivas, a visão e a pele, e os riscos biológicos que provém das bactérias, fungos, parasitas do ambiente. Mas essas situações podem ser evitadas com precauções por parte do empregado e das condições do local de trabalho (PERAZOLO, 2005).

A seguir os principais pontos de interesse desta pesquisa referente à segurança do trabalho serão descritas.

O "**EPI** (equipamento de proteção individual) é todo dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador." (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1992, p.1) Itens de segurança ajudam na prevenção de acidentes e doenças e por isso seu uso é obrigatório e indispensável.

As quatro classes de EPIs estão divididas e exemplificadas na tabela 1.

Classificação de EPIs	Equipamentos
Proteção para cabeça	Rede para cabelos; Máscaras; Óculos; Protetor auricular.
Proteção para os membros superiores	Luvas; Creme protetor para mãos.
Proteção para membros inferiores	Sapatos; Botas.
Proteção do tronco	Aventais.

Tabela 1. Classificação de EPIs. Fonte: Perazolo (2005).

2.1.4 Impactos ambientais da indústria gráfica

A indústria gráfica gera muitos impactos ambientais devido ao elevado consumo de papel e também o uso de tintas, solventes e químicos em geral que liberam VOCs (compostos orgânicos voláteis), que são os principais causadores da efeito estufa, além de gasto de energia das máquinas e no transporte do material. Ao se falar de problemas ambientais, também está incluso os impactos humanos em relação ao seu trabalho. (BANN, 2010).

A grande maioria dos resíduos sólidos gerados pela indústria gráfica são as aparas de papel, impressas ou não, resultante do processo de acabamento das peças gráficas. As aparas não são tóxicas, são classe II porém, resíduo classe I, tóxico, também é gerado. “Latas plásticas contendo restos de tinta pastosa, solvente de limpeza sujo, sobras de tinta, vernizes ou adesivos, panos de limpeza sujos com solventes orgânicos e tinta, insumos químicos vencidos ou fora de especificação, lâmpadas fluorescentes usadas, EPIs impregnados com químicos e óleo lubrificante queimado estão entre os principais resíduos sólidos Classe I gerados nas gráficas.” (SMA *et al.*, 2003, p. 32).

As gráficas também geram resíduos líquidos industriais, como por exemplo aqueles fotográficos resultantes de revelação de imagens. Estes efluente, se não se enquadrarem no teor de PH ou de metais exigido pela legislação ambiental para serem descartados na rede pluvial ou de esgoto, devem ser tratados antes do descarte. Este tratamento poderá ser “biológico, físico, químico ou uma combinação destes” (SMA *et al.*, 2003, p. 32).

3. Resultados e discussões

3.1 Medidas de controle de engenharia

As medidas de controle de engenharia dos produtos exigidas pelos documentos consultados foram: instalação de sistema de ventilação, preferencialmente local exaustora ou, em caso de impossibilidade, ventilação geral diluidora, com o objetivo de manter níveis de componentes do produto no ar abaixo dos limites máximos recomendados. Adicionalmente é necessário manter chuveiros e lava-olhos de emergência nos locais onde haja manipulação do produto.

A realidade da gráfica é ausência dos sistemas de ventilação citados, tampouco possui lava-olhos nas imediações das máquinas impressoras.

3.2 EPIs

As fichas químicas examinadas exigem diversos tipos de EPIs: máscara tipo *full face* (contra gases), respirador com filtro químico, luvas impermeáveis (de PVC ou nitrilica), óculos de proteção hermeticamente fechados, botas impermeáveis, capacetes e roupas fechadas nos punhos. Caso a exposição seja prolongada, máscara protetora com cartucho de vapor orgânico.

Quanto aos equipamentos de proteção empregados na gráfica X, os técnicos utilizam botas (eventualmente), luvas e jalecos (eventualmente), não havendo à disposição os outros ítens exigidos. A impressora offset mono não possui guarda-corpo, expondo o operador às partes expostas da máquina. É necessária a limpeza dos rolos de impressão a cada troca de cor. Esta limpeza é realizada pelo técnico manualmente com solventes orgânicos aplicados em panos, sendo que o operador não usa luvas impermeáveis. Esta prática expõe o técnico à inalação dos solventes e também assimilação pela pele desprotegida. Os panos são descartados em locais destampados, gerando maior geração de solventes orgânicos no ambiente de trabalho.

3.3 Meio-ambiente

Segue uma síntese das recomendações para não agressão ao meio-ambiente. Primeiramente, recomenda-se verificar as legislações municipais, estaduais ou nacionais aplicáveis para a disposição final. Os resíduos podem ser reprocessados, incinerados em instalações adequadas ou enviados para o co-processamento em cimenteiras com autorização do órgão ambiental. A recomendação das FISPQs para o descarte dos resíduos é de nunca fazê-lo em lixo doméstico, solo, esgotos e cursos d’agua. As embalagens vazias não devem

ser reutilizadas.

A Legislação ambiental vigente referente ao descarte de resíduos é a Lei Federal Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010.

Brasil (2010, p.15), no Art. 9º diz o seguinte a respeito da disposição final ambientalmente adequada de resíduos:

> ...na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos." §1 "Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.
>
> No Art. 47º destaca-se que:
>
> ...são proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos: I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; II - lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração; III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade; IV - outras formas vedadas pelo poder público (BRASIL, 2010, p.15).

Ainda segundo a mesma lei, fica decretado a pena de reclusão de um a quatro anos e multa para quem "Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos" (BRASIL, 2010, p.15).

Na gráfica X, todos os resíduos líquidos e géis são descartados na rede de esgoto, enquanto as embalagens são destinadas ao lixo comum.

Com o objetivo de facilitar a visualização dos resultados, construiu-se a tabela 2 (a seguir) com atribuição de cores.

3.4. Quadro de resumo

	Controle de engenharia	EPIs	Descarte	Armazenamento
Revelador para chapa positiva				
Gel corretor de chapa para offset				
Solvente de secagem rápida para rolos	NA			
Álcool Isopropílico	NA			
Solvente de secagem rápida para blanquetas			NA	
Solução de fonte concentrada			NA	
Xampu para descristalização				
Restaurador de Blanquetas				
Goma protetora para chapa offset				
Querosene				
Limpador de chapa				

Legenda				
Cumpre as exigências		Cumpre rezoavelmente as exigências		Não compre nenhuma exigência

Tabela 2. Tabela para visualização do desempenho da gráfica X quanto às exigências das FISPQs e a legislação. NA = não se aplica, isto é, este assunto não é abordado pela FISPQ do produto em questão.

Analisando a tabela 1, pode-se aferir que o cenário geral é crítico, com especial criticidade no tocante ao descarte de embalagens vazias. De qualquer forma para os controles de engenharia e utilização de EPIs a situação não é diferente.

Considerações finais

Com base nos resultados alcançados, pode-se concluir que:

- A Gráfica X é altamente vulnerável socialmente, pois apresenta inúmeros riscos aos seus funcionários.

- É altamente vulnerável fisicamente, pois apresenta risco iminente de contaminação do meio natural devido ao descarte equivocado de seus resíduos.

- Faz-se urgente a imediata compra dos EPIs mencionados nas FISPQs, instalação de sistema de ventilação e correta destinação dos resíduos.

Referências bibliográficas

ABIGRAF- Associação Brasileira da Indústria Gráfica , 2013: A indústria gráfica em números. Disponível em: http://www.abigraf.org.br/index.php/downloads/cat_view/42-dados-economicos-do-setor-grafico-e-seus-segmentos/94-boletins-economicos Acesso em 9 out. 2013.

Anghinoni M., 2013: Tinta Offset Ecofriendly – Básica. Disponível em: http://sellerink.com.br/blog/2011/01/16/tinta-offset-ecofriendly-basica/>. Acesso em: 18 de Jun. 2013.

Bann D., 2010: Novo manual de produção gráfica**.** Porto Alegre: Bookman. 224 p.

Brasil, 2010: Lei Federal Nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Camargo H. A. de., 2013 Processo de Limpeza de Rolos de Impressoras Offset. Entrevista concedida a Érika Sayuri Maessaka, Londrina, 3 de Maio 2013.

Craig J., 1980: Produção Gráfica. São Paulo: Mosaico, Universidade Estadual de São Paulo, 270 p.

Domingues A. S.; Bertholo J.; Silva J.; Correia S. S., 2006: Ecodesign – Processos de impressão ecológicos e econômicos. Lisboa, Faculdade de Belas Artes de Lisboa.

Gil A. C., 2002: Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas.

Hiedelberg, 2013: Redução de álcool – impactos nas despesas e no meio ambiente. Disponível em: < http://www.heidelberg.com/br/ Acesso em: 18 de Jun. 2013.

Lima E.O., 2001: As definições de micro, pequena e média empresas brasileiras como base para a formulação de políticas públicas. In: Egepe, II, 2001, Londrina. Anais... Londrina. Ministério do Trabalho. Portaria n.° 6, de 19 de agosto de 1992 - Altera a Norma Regulamentadora n.º 06 – Equipamento de Proteção Individual - EPI. Brasília, 3 p.

Perazolo C. A., 2005: Impressão Offset I – Curso Técnico em Artes Gráficas. São Paulo: SENAI, 111 p.

Silva J. H., 2007: Matérias-Primas – Tintas – Curso Técnico em Artes Gráficas, São Paulo: SENAI, 73 p.

SMA – Secretaria do Estado do Meio Ambiente; CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; FIESP/CIESP – Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo; SINDIGRAF – Sindicato das Indústrias Gráficas do Estado de São Paulo, 2003: Guia técnico ambiental da indústria gráfica, São Paulo.

ANÁLISE SOCIO-AMBIENTAL E ESTRATÉGIAS NOS PROCESSOS DECISÓRIOS: ESTUDO DE CASO SOBRE O FÓRUM MATO-GROSSENSE DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (FORMAD)

LOURENÇO S. C. (1)

(1) Departamento de Geografia, Avenida Prof. Lineu Prestes, 338. Cidade Universitária. CEP: 05508-080 - Caixa Postal:72042 - São Paulo, Brasil.[suzanalourenco@usp.br]

Resumo - *O objetivo deste estudo é refletir como as estratégias de análise socioambiental usadas por uma rede de atores da sociedade civil no estado do Mato Grosso permitiu a inferência nos processos decisórios do Código Ambiental estadual. Por meio de análise documental e entrevistas, chegamos a que, na impossibilidade de desenvolver complexas ferramentas de sensoriamento remoto e modelagem, a conformação espacial e temporal dos membros da rede garante as principais análises socioambientais que servirão como respaldo às negociações para alcançar objetivos esperados na tomada de decisões.*
Palavras-chave: *modelagem ambiental, organizações da sociedade civil, processo decisório, redes.*

Résumé - Analyse socio-environnementale et stratégies des processus de prise de décisions: étude de cas sur le Forum Mato Grosso sur l'environnement et le développement. (FORMAD). *Le but de cette étude est de réfléchir comment les stratégies d'analyse socio-environnementale utilisées pour un réseau d'acteurs de la société civile dans l'état du Mato Grosso ont permis l'inférence des processus de décisions dans le code environnemental à l'échelle de l'Etat. Avec l'appui d'analyse documentaire et des entretiens menés, nous concluons sur l'impossibilité de développer des outils complexes de télédétection et de modélisation, de la mise en forme spatiale et temporelle des membres du réseau garantissant les principales analyses socio-environnementales qui serviront de support aux négociations pour atteindre les objectifs escomptés dans la prise de décisions.*
Mots-clés: *modélisation de l'environnement, organisations de la société civile, processus de prise de décision, réseaux.*

Abstract - Environmental analysis and strategies in decision making: a case study on the Mato Grosso Forum for Environment and Development (FORMAD). *In this study we will reflect on how the strategies of environmental analysis used by a network of civil society actors affect decision making processes specifically of the Mato Grosso Environmental Code. By using document analysis and interviews, we conclude that the inability to develop complex remote sensing and modeling tools, the spatial and temporal shaping of network members ensures the main environmental analyzes that will serve as support to the negotiations to achieve expected objectives in making decisions.*

Keywords: *environmental modeling, civil society organizations, decision making, networks.*

Introdução

Este estudo reflete como as estratégias de análise socioambiental usadas por uma rede de atores da sociedade civil no estado do Mato Grosso permitiram a inferência nos processos decisórios do Código Ambiental de Mato Grosso. Esta análise está circunscrita no período entre 2003 e 2006, época em que se deram os processos de negociação e usa, como parte de sua metodologia, as técnicas de análise documental e entrevistas realizadas com dois informantes que compuseram a secretaria executiva e a coordenação do Fórum.

O estado do Mato Grosso tem sido historicamente palco de impasses no que diz respeito às ações do governo e a participação da sociedade civil na tomada de decisões em política ambiental. Na posição de um estado prioritariamente dependente da exportação de matéria prima (Figuras 1 e 2) e com uma forte inserção política de alguns de seus principais *land owners* no Governo Federal, pode-se dizer que os acontecimentos de ampliação das fronteiras agrícolas inicialmente desencadeados no Mato Grosso repercutem política e economicamente em nível nacional.

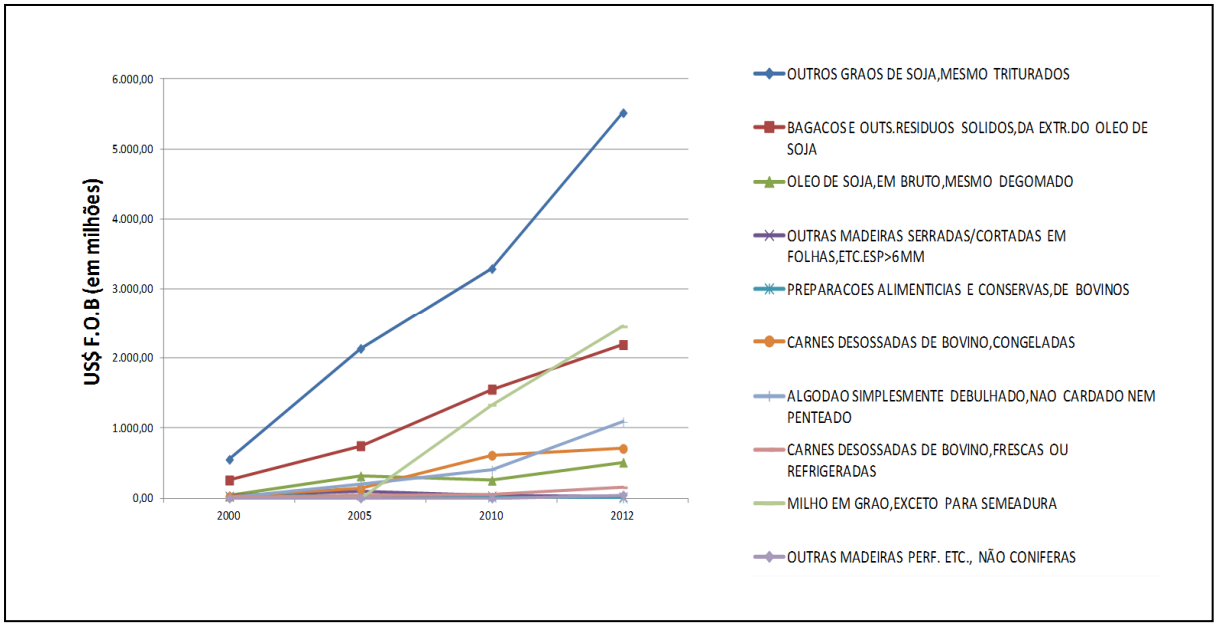


Figura 1. Principais produtos exportados pelo estado de Mato Grosso. Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em http://www.desenvolvimento.gov.br/. Formulação própria dos gráficos.

A atual demanda nacional por uma diversificação na matriz energética vem influindo no padrão de uso da terra no estado e na região. No caso mato-grossense são exemplos destas influências: 1) A expansão das áreas agrícolas voltadas para a produção de soja, algodão e cana de açúcar; 2) A falta de representatividade do segmento ambiental na formulação e gerência das políticas públicas voltadas ao processo de reformulação do Código Ambiental do Estado;

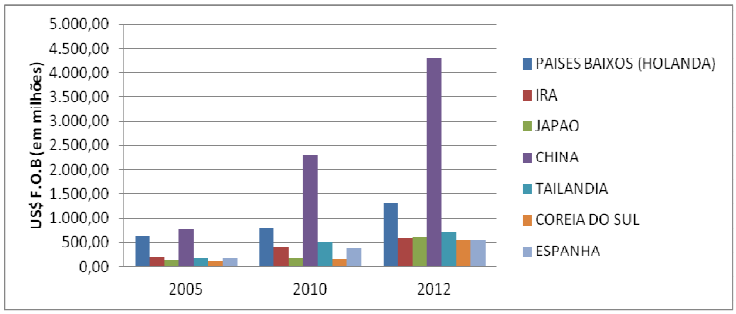


Figura 2: Exportações pelo estado de Mato Grosso: principais países de destino. Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior: Balança comercial por unidade da Federação (2000-2012). Disponível em http://www.desenvolvimento.gov.br/. Formulação própria dos gráficos.

3) A arbitrariedade nas mudanças no Zoneamento Ecológico e Econômico estadual associado às alterações no Código Florestal (Jornal do Senado, 2011) ; 4) Forte dependência no uso dos agrotóxicos nas culturas de oleaginosas sem regulamentação adequada à periculosidade do uso de tais insumos agrícolas; 5) E, por fim, a pressão sobre as terras indígenas[1] e unidades de conservação (ACSELRAD, 2010).

[1] As propostas de ementa à Constituição 215, 038, 237 e o projeto de lei 227, para citar exemplos, inviabilizam a demarcação das terras indígenas. O trâmite destas normativas transferidas ao Congresso Nacional, deficiente em representações indígenas, representa, como bem define Padre Ton, "grave violação dos direitos coletivos dessas populações e, consequentemente, uma afronta ao estado de direito por se tratar de tendência a abolição de cláusula pétrea de nosso Estatuto Básico." Carta Capital. Direitos indígenas: Basta cumprir a lei. Publicado **em** 28 de agosto de 2013. Disponível em *http://www.cartacapital.com.br*. Acesso em 30 de julho de 2014.

1. Breve Histórico do Fórum Mato-grossense de Meio Ambiente e Desenvolvimento

Diante dos crescentes impasses e considerando a necessidade de reconhecer a 'sociedade civil' e o 'ambiente' de forma não dualística[2], buscando um planejamento territorial e uma maior governança ambiental, o FORMAD surge como rede composta por diversos atores sociais em 1992 como proposta de conjugar a pesquisa científica e intervenção política, de forma a cobrar maior representação da sociedade civil nos processos decisórios. As agendas institucionais convergem em torno de eixos de ação (Terra e modelo de desenvolvimento, Impactos ambientais e legislação ambiental, Pesquisa e desenvolvimento de propostas de sustentabilidade, Diversidade cultural, Grandes projetos – Brasil e Mato Grosso, impactos ambientais e legislação ambiental) e redefinida bianualmente nas Assembleias Gerais. À agenda comum, são estabelecidos planos de metas e ações que incidem nas tomadas de decisão governamental, sendo frequentemente respaldadas por Organizações da Sociedade Civil[3] (OSC) de outros estados da Federação.

Dada a ampla distribuição espacial das instituições filiadas e parceiras do FORMAD no estado do Mato Grosso, seu histórico e conhecimentos técnico-científicos sobre as regiões abrangidas, as variáveis consideradas para as análises socioambientais podem ser facilmente monitoradas, sem a necessidade de estratégias mais elaboradas e custosas de sensoriamento remoto, inacessíveis para muitas instituições estaduais que compõem a rede. São consideradas nas análises das mudanças no cenário ambiental: os três biomas principais do estado (cerrado, pantanal e floresta amazônica), suas áreas de transição e a sociedade civil que depende destes ambientes, em especial as Comunidades Tradicionais. Para citar um exemplo, o Plano BR-163 Sustentável, realizado ao longo da década de 2000, possuía cinco polos de ação: Baixo Amazonas, Transamazônica e Xingu, Itaituba e adjacências, "Nortão" do Mato Grosso e Cuiabá e adjacências. Já no caso do projeto Governança Florestal realizado entre 2008 e 2010, estas detecções eram feitas por observação e documentação, por parte da rede, das articulações entre os poderes públicos e agentes comunitários locais que: 1) fomentavam a incorporação de compromissos e agendas de atividades socioambientais; 2) promoviam a capacitação em prol à recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) dos Projetos de Assentamento (PA) e centros urbanos; 3) propunham alternativas econômicas sustentáveis e; 4) monitoravam políticas públicas (ZSEE, Legislação Ambiental)[4].

Os levantamentos obtidos com este e outras ações que visavam uma intervenção política forneciam e atualizavam informações de alta qualidade tanto sobre as modificações que ocorriam nos ecossistemas quanto às consequências destas modificações no cotidiano das sociedades vinculadas aos biomas do estado. Na impossibilidade de desenvolver ferramentas de sensoriamento remoto e modelagem mais aceitas no meio técnico, a conformação destas

---

[2] A dualidade entre a sociedade e o meio ambiente é trabalhada por GUDYNAS, Eduardo. *El mandato ecológico: derechos de la naturaleza y políticas ambientales en la nueva constitución.* Quito: Abya-Yala, 2009; Smith, N. 1996: *The production of nature. apud* Robertson, G., Mash, M., Tickner, L., Bird, J.,Curtis, J. and Putnam, T., editors, Future Natural, London: Routledge, 56–70; Castree, N. *Environmental Issues: relational ontologies and hybrid politics.* Progress in Human Geography 27,2 (2003) pp. 203–211.

[3] O chamado terceiro setor no Brasil é juridicamente constituído por associações ou fundações e podem, a partir daí, serem identificadas como ONGs (Organizações Não Governamentais, termo mais difundido e erroneamente confundido com outras categorias de organização, tem o caráter de ensino e pesquisa, principalmente), OSCIPs (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, levada a este patamar segundo a observação de alguns critérios legais), OSs (Organizações Sociais, observando os mesmos critérios legais que as OSCIPs), Institutos, Instituições.

[4] Informações providas por documentos internos do FORMAD e não publicados para amplo conhecimento.

instituições alcançou uma maturidade em análises mais viáveis à sua realidade que podem ser tanto legitimadas como válidas no meio acadêmico como podem servir de exemplo para modelos de análise socioambientais elaborados e acessíveis economicamente às organizações da sociedade civil.

2. Análise ambiental e estratégias de negociação no FORMAD

No início de sua trajetória, o fórum não possuía sede própria, já que, em sua gênese, os *stakeholders* envolvidos ainda não haviam adquirido uma formalidade estatutária que demandasse uma maior infraestrutura. Os espaços físicos utilizados eram das entidades parceiras, como a OPAN e o Centro Burnier. Posteriormente foi utilizado o espaço do Movimento de Saúde Popular (MOPS), sendo ele utilizado até hoje por Termo de Comodato. No período de 1992 até 2001, inexistiam recursos próprios para financiar as ações do Fórum. Eram algumas filiadas como a FASE e o ICV que contribuíam para o funcionamento do Formad com membros de seus quadros de recursos humanos, em tempo parcial. Até então, não existia uma secretaria executiva formalmente atribuída.

A partir de 2002, com o aumento da demanda por participação política do fórum, houve a necessidade de se constituir uma sede fixa e a estruturação atual, composta por duas secretarias executivas e financiamento próprio. Desde este período até os tempos atuais, somente a MISEREOUR quem financiou Projetos Trienais para o exercício do Monitoramento de Políticas Públicas Socioambientais no Mato Grosso. Ao longo desta trajetória, o orçamento é regular e a Opan se mantém como entidade âncora para recebimento e distribuição destes apoios. Os recursos são voltados para manter duas secretarias executivas, a realização de uma Assembléia anual, a manutenção da sede (internet, telefone, taxi, material de escritório, água, faxineira, correio, etc.) e realização de oficinas de capacitação, articulação e mobilização das entidades filiadas e parceiras e a realização de Auditorias Semestrais.

A secretaria executiva era indicada pela coordenação, composta por um colegiado de organizações não governamentais. Em 2003, faziam parte do FORMAD o ICV, FASE, Centro Burnier de Fé e Justiça, CIMI e MOPS. Nesta época, as atividades estavam estagnadas porque não havia projetos aprovados que financiassem a atividade dos secretários executivos, os quais se dedicavam não somente aos projetos formais aprovados em edital, mas também desempenhavam a atividade de lobistas em diferentes esferas decisórias do Governo Estadual e, eventualmente, Federal. O fórum havia acabado os diálogos do PRODEAGRO três anos antes, em 1999, espaço onde teve muita atividade. Durante o período de 2003 e 2007, o principal foco de atuação e de financiamento era o Projeto Mato Grosso Sustentável. Paralelamente, as principais ações de negociação e lobby neste período giraram em torno do Plano Plurianual (PPA) 2004-2007 e as discussões no Grupo de Trabalho do Código Ambiental (GTCA), em 2006.

3. O Código Ambiental de Mato Grosso (2006-2009)

O Projeto Mato Grosso Sustentável, apoiado financeiramente pela MISEREOUR e pela Fundação Heinrich Boll, consistia em fornecer ideias e sugestões de desenvolvimento sustentável para os 3 biomas do estado baseados em pesquisas de especialistas nos temas socioambientais, notadamente a questão indígena, mineração, desmatamento, agricultura, recursos hídricos e educação ambiental. O projeto não só serviu para canalizar os recursos financeiros, de forma que as demais atividades de interlocução política pudessem ser realizadas; os resultados das pesquisas realizadas serviram de suporte para sustentar as argumentações nos anos seguintes tanto no GTCA quanto no PPA 2004-2007. O resultado concreto do projeto mato grosso sustentável foi a elaboração de um livro, porém, o

financiamento de uma equipe mobilizada que tocasse o projeto adiante possibilitou que um leque de outras ações de lobby com o governo fossem desenvolvidas paralelamente à elaboração da publicação.

Para a formulação do Código Ambiental de Mato Grosso, foi conformado o Grupo de Trabalho do Código Ambiental (GTCA), no qual foi discutida a elaboração de projeto de lei de iniciativa do Poder Executivo. O GTCA era coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e supervisionados pelo Gabinete do então Governador Blairo Maggi. Dentro do GT foram montadas sete comissões para tratar de temas como a floresta, a fauna, as unidades de conservação, a mineração e os recursos hídricos. Ainda foram debatidos por grupos específicos o licenciamento ambiental, as infrações administrativas e o modelo estruturante, que atribui funções a cada órgão ou intidade atuante no meio ambiente.

As indicações de quem deveria compor os GT eram feitas pelas seguintes entidades: Gabinete do Governador; Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso (ALMT); Ministério Público Federal (MPF); Ministério Público Estadual (MPE); Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA-MT); Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso (FIEMT); Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (FAMATO);Subseção do Ordem dos Advogados do Brasil (OAB/MT).

As instituições do FORMAD que participaram destes GT foram indicadas pelo MPF, MPE e pelo CONSEMA-MT. Os membros discutiam as questões sobre hidrografia (Instituto Gaia), desmatamento e questões florestais (ICV), sustentabilidade e agricultura (FASE), questão indígena (OPAN). Para estruturação das negociações, estudos das argumentações e análise das possibilidades de apoio político nas negociações, eram realizadas reuniões promovidas pelo FORMAD, onde os representantes das instituições filiadas e os responsáveis pela mobilização do fórum (centrada nesta época em seus coordenadores e secretários executivos).

Eram selecionados aqueles que tinham o maior domínio dos temas a ser debatidos para que estes participassem dos fóruns. Além disso, buscava-se na conformação dos atores envolvidos nos GT quais aqueles que seriam mais simpáticos às causas defendidas e por que, elaborando-se uma estratégia de negociação com estes de forma a, a partir daí, conseguir novos apoios pela rede de contatos e adesões entre os stakeholders. As reuniões dos GT sempre eram longas por tratar de muitos temas de relevância, pelas várias considerações feitas por todas as partes envolvidas, os adendos, exclusão de itens. Era necessário, então, levar previamente estabelecidas do FORMAD todas as possibilidades de propostas e estratégias de negociação nos casos das respostas positivas e negativas das instituições governamentais.

4. Processos de Negociação: Estratégias e Dificuldades

A realidade da discussão do Código Ambiental foi uma constante em todos os processos de negociação onde o FORMAD esteve envolvido. Assim, a demanda pela atuação em espaços políticos sempre foi muito presente na secretaria executiva. Esta, que constituía a principal força lobista dentro do fórum, lidava com uma exigência muito forte para conseguir uma representatividade em todas as necessidades de interlocução com o governo estadual e, por vezes, no governo federal. Dada a pequena estrutura de recursos humanos e de infraestrutura do fórum, fomentada pela pouca estrutura dada pelo Governo Estadual à organização da participação política da sociedade civil, frequentemente muitas das decisões em política ambiental não podiam ser seguidas mais presencialmente.

A pressão enfrentada pelos lobistas do fórum se inicia na formação destes sobre a imensa quantidade de informação prévia necessária para o diálogo. Historicamente, quem participou das negociações com a ALMT, MPF, MPE, CONSEMA e outros, deveria conhecer bem as

realidades dos seguintes temas: Planificação dos megaprojetos (Hidroelétricas, PCHs, Hidrovias, estradas e ferrovias) e sua repercussão nos biomas mato-grossenses envolvidos; ZSEE, PECs, Código Florestal, PAF, PNAE, PNPO, PNGATI, Saúde, trabalho e empregabilidade, Direitos Humanos, saneamento, educação.

Além disso, a secretaria executiva deveria conhecer bem os eixos temáticos defendidos , seus objetivos e o posicionamento das seis instituições que compõem seu colegiado e das mais de vinte filiadas e parceiras de modo a garantir que sua pauta e argumentação, se não atende às expectativas de todos os envolvidos, ao menos não contrarie seus princípios estatutários.

5. Conclusões

Analisando os espaços ocupados pelo FORMAD, ressaltamos sua importância na ampliação de vozes num sentido crítico e no fortalecimento de um campo muitas vezes fragilizado em virtude da correlação e composição de forças no estado do Mato Grosso e na esfera federal. Por outro lado, não podemos deixar de notar a força de lobby dentro da câmara e do senado, com a suspensão da Lei do Zoneamento e as possibilidades positivas que ele abre a uma discussão do Código Florestal; da TI Marãiwatsédé e, mais recentemente, a indicação a comissões de Direitos Humanos e Meio Ambiente.

Contudo, não podemos deixar de notar as mobilizações em sentido oposto com a suspensão da Lei do Zoneamento e as possibilidades que ele abre a uma discussão do Código Florestal; o processo de desintrusão de Marãiwatsédé; as articulações que visam dar visibilidade às indicações causando, no mínimo, constrangimentos ao governo; e, ainda no ano passado, a reocupação pelo setor socioambiental dos assentos do Conselho Estadual de Meio Ambiente-CONSEMA, no qual a participação das instituições da sociedade civil organizada, fomentada pelo Fórum, tem demonstrado o peso e a capacidade de articulação e proposição.

Sem um fórum de articulação, seria maior a dificuldade em organizar grupos e sujeitos coletivos em torno dessas frentes e lutas e, por conseguinte, obter alguns ganhos de articulação e proposição em vista à realização de lobby sobre propostas em política ambiental na esfera governamental.

Referência Bibliográfica

Acselrad H., 2010: *Ambientalização das lutas sociais - o caso do movimento por justiça ambiental.* Estudos Avançados, vol.24, **n.68**, pp. 103-119.

Jornal do Senado. (2011, 7 de dezembro): *Aprovado, novo Código Florestal volta à Câmara*. Ano XVII – Nº 3.577. Recuperado em 9 de julho de 2014 de www.senado.gov.br/jornal.

Castree N., 2003: *Environmental Issues: relational ontologies and hybrid politics.* Progress in Human Geography, vol. 2, **n.27**, pp. 203–211.

Carta Capital. (2013, 28 de agosto): *Direitos indígenas: Basta cumprir a lei.* Recuperado em 30 de julho de 2014 de *http://www.cartacapital.com.br.*

Farhat S., 2007: *Lobby. O que é. Como se faz.* Aberje Editorial, 511 p.

Governo do Estado de Mato Grosso. 2006: *Decreto n° 8.462, de 28 de dezembro de 2006. Diário Oficial nº: 24501; Matéria nº: 45051.* Recuperado em 9 de julho de 2014 de http://www.iomat.mt.gov.br.

Gudynas E., 2009: *El mandato ecológico: derechos de la naturaleza y políticas ambientales en la nueva constitución.* Editora Abya-Yala, 122 p.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 2012: *Exportações pelo estado de Mato Grosso 2000-2012.* Recuperado em 9 de julho de 2014 de http://www.desenvolvimento.gov.br/.

Dino D. (2009, 11 de março): *Reformulação do Código Ambiental do Estado será encaminhado à AL*. Secretaria da Fazenda do Estado do Mato Grosso. Recuperado em 9 de julho de 2014 de http://www.mt.gov.br.

Smith N., 1996: *The production of nature* In Robertson, G., Mash, M., Tickner, L., Bird, J.,Curtis, J. and Putnam, T. Future Natural, London – Nature/Science/Culture, London: Routledge, 35-54.

IMPACT DES CHANGEMENTS DE L'UTILISATION DES SOLS ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA VARIABILITÉ ATMOSPHÉRIQUE

MACHADO L. A. T. [(1)], GONÇALVES W. A. [(2)]

(1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista,-SP, Brasil [luiz.machadol@cptec.inpe.br]

(2) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, Brasil [goncalves.weberd@gmail.com]

Résumé -*Les changements dans la qualité de l'air et de la végétation en Amazonie peuvent modifier fortement les conditions climatiques locales et globales. L'impact le plus important concerne le champ de précipitations par des changements dans la fréquence et l'intensité de la pluviosité. L'effet de la déforestation sur les précipitations est très complexe et il n'y a pas de réponse unique à cette question. Les observations et les simulations des modèles a hautes résolutions suggèrent que les circulations à méso-échelle sont modifiées et s'intensifient du fait du contraste entre les pâturages et les forêts. Cette circulation peut déclencher la convection et augmenter des précipitations. Une autre question importante est liée à l'effet de la qualité de l'air, associée aux incendies de forêt, dans les nuages et sur les précipitations. La fumée affecte la microphysique des nuages qui détermine comment sont formés ces nuages et les précipitations, rendant les gouttelettes trop petites pour précipiter et en réduisant les précipitations tout en augmentant la durée de vie des nuages. Toutefois, si l'atmosphère est très instable, les aérosols peuvent intensifier le processus de convection et les précipitations sont renforcées. Cette étude examine tous ces aspects dans le détail quant à l'impact des changements d'utilisation des sols comme de la qualité de l ?air sur les nuages et les précipitations en Amazonie.*
Mots clés : *végétation ; précipitations ; fumée ; couverture nuageuse*

Resumo – Variabilidade atmosférica às mudanças nos padrões de uso de solo e poluição na Amazônia. *Mudanças do uso do solo associadas com as queimadas na região amazônica podem afetar o clima local e global. O impacto mais importante é nas chuvas, através das mudanças na freqüência e intensidade dos eventos de precipitação. O efeito do desflorestamento na precipitação é complexo e não existe uma única resposta para o seu comportamento. Modelos de alta resolução associados a estudos observacionais sugerem que circulações de mesoescala são formadas e alimentadas pelo contraste entre regiões de pasto e floresta. Este tipo de circulação pode favorecer a precipitação e aumentar a precipitação. Outra importante questão é relacionada ao efeito das plumas de poluição, geradas pelas queimadas, nas nuvens e precipitação na Amazônia. O efeito da fumaça na microfísica das nuvens favorece na formação de gotículas menores, que demoram a precipitar, aumentando o tempo de vida das nuvens. Contudo, em situações de atmosferas com elevado grau de instabilidade, elevadas quantidades de aerossol podem favorecer a uma intensificação no processo de convecção e a precipitação aumenta. Este estudo irá discutir todos estes aspectos, relacionados ao efeito do desflorestamento e da poluição na região amazônica sobre as nuvens e precipitação.*
Palavras-chave: *uso do solo, poluição, precipitação, nuvens.*

Abstract : Weather Sensitivity to Changes in Amazonia Environment. *Changes in Amazonia land cover and air quality can strongly impact local and global climate. The most important impact is in the precipitation field by changes in the frequency and intensity of the rainfall events. The effect of deforestation on the precipitation is a much more complex situation and there is no single answer to this matter. High resolution model simulations and observations suggest that mesoscale circulations are formed and fed by the contrast between pasture and forest. This circulation can trigger convection and increase precipitation. Another important question is related to the effect of air quality, associated to forest fire, in the cloud and precipitation. The smoke affects the microphysical within the clouds that determine how clouds and precipitation are formed, making droplets too small to precipitate, and reducing precipitation increasing cloud life time. However, if atmosphere is highly unstable the aerosol can improve the convective process and precipitation is enhanced. This study will discuss all these aspects in details about the impact of land cover on the cloud-precipitation in the Amazon environmental*
Keywords : *land cover, smoke, precipitation, cloud.*

Introduction.

La modification d'une région couverte de forêts à l'origine en une région déforestée cause des altérations dans les flux de chaleur entre la superficie et l'atmosphère (Wang et al., 2009). Ce qui peut entrainer des changements de climat local (Durieux et al., 2003; Chagnon e Bras, 2005).

Des simulations numériques qui envisagent une désertification complète d'une grande superficie de forêt ou de savane, montrent une réduction plus importante de la précipitation par rapport à l'évapotranspiration, mettant en évidence une diminution de la convergence de l'humidité dans les basses couches, facteur essentiel pour le maintien de valeurs de précipitation élevée dans une certaine région (Nobre et al., 1991).

Cependant, si on considère les niveaux réels de déforestation, les changements de précipitation peuvent être régionalisés. Ce qui veut dire que le changement de précipitation dans les régions de forêts ou sur une région déforestée va dépendre de plusieurs facteurs. Ces différences sont liées directement aux circulations de mésoéchelle générées à la frontière des deux régions avec des couvertures végétales différentes ou sur le flux de chaleur latente et sensible. Dans l´interface forêt- régions déforestées les circulations de mesoéchelle favorisent la montée de l'air dans les régions déforestées et une descente de l´air dans les régions de forêts. En Amazonie, de grandes régions déforestées présentent la plus grande quantité de nuages bas (Curtim e al. ; 1995 ; Chagnon e al. ; 2004 ; Wang e al. ; 2009) en fonction du changement du flux à la surface, alors que les régions d´interface entre forêts et savane présentent une grande variabilité, augmentent la saisonnalité et intensifiant les nuages épais (Durieux et al. ; 2003 ; Machado et al. ; 2009).

Un autre changement lié au processus de déforestation est dû aux feux de brousse qui libèrent de grandes quantités de particules dans l'atmosphère. La forêt amazonienne présente de grandes quantités de feux de brousse surtout pendant la saison sèche (Martin et al. ; 2010) et les panaches de pollution formés se répandent sur de grandes régions. Les aérosols ainsi créés agissent directement et indirectement dans les processus de formation des nuages.

Des études montrent que cette interaction peut réduire la quantité de pluie des nuages chauds (Rosenfeld, 1999) et augmenter la vigueur des nuages convectifs (Andreae et al. ; 2004 ; Line et al. ; 2006 ; Myrhe et al. ; 2007 ; Rosenfeld et al. ; 2008 ; Koren et al. ; 2012). Ce phénomène peut dépendre du degré d'instabillité atmosphérique (Gonçalves et al. ; 2014).

Nous présenterons une révision rapide de la bibliographie des connaissances actuelles relatives à la modification des processus de formation des nuages dans des régions avec des couvertures végétales différentes mais aussi de l'influence des aérosols sur les precipitations dans la région amazonienne.

1. Relation entre les modes d'utilisation du sol et le développement des nuages.

L'utilisation du sol a changé au cours des années dans différentes parties du globe. De grandes régions localisées dans la région tropicale, ayant normalement de grandes accumulations de précipitations, souffrent de la déforestation, c'est le cas de la région amazonienne. Les premières observations de nébulosité diférenciée entre les régions déforestées et les régions de forêt en Amazonie, ont été faites par Cutrin et al (1995). Des images du satellite GOES utilisées pendant le mois d'août 1988, ont permis de voir que dans les régions déforestées dans la région du Rondônia, l'apparition de nébulosité de nuages bas a augmenté. L'étude a été restreinte à la saison sèche de cette région, qui, selon Wang et al (2009), est la période idéale pour analyser l'impact du changement de végétation sur la nébulosité en Amazonie. Ceci étant dû à l'incursion plus faible de fronts froids et à la relative stabilité atmosphérique de grande échelle.

Les années suivantes, des observations de différentes sources et périodes de données ont confirmé et additionné de nouveaux résultats à ceux obtenus par Cutrim et al. (1995). Durieux et al. (2003) avec l'aide de données *du International Cloud Climatology Project* (Rossow et Shiffer, 1991) et *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP) (Huffman et al.; 1997) ont étudié l´effet de l´arc de déforestation sur les champs des nuages et précipitation. Il a été observé que les régions de forêts présentent une plus petite saisonalité que les régions déforestées et une plus grande apparition de nuages hauts qui sont, en général, associés aux précipitations (Figure 1). Avec l'augmentation de la déforestation au cours des années on a remarqué une plus grande fréquence de la nébulosité basse sur les régions déforestées et un changement du cycle journalier de la couverture des nuages entre les régions de forêt et

déforestées. Chagnon et al. (2004) et Negri et al. (2004) ont trouvé les mêmes résultats c'est à dire l'apparition de nuages bas sur les régions déforestées. Negri et al. (2004) ont observé un retard dans le cycle diurne de précipiatation dans les régions déforestées. Des niveaux élevés de précipitation accumulée ont aussi été observés dans les régions déforestées. Cependant une partie de la région déforestée était localisée sur une région plus élevée. Or, nous savons que le processus de formation de systèmes précipitants intenses débutent dans des régions plus élevées. Selon Laurent et al. (2002) l'effet de l'élévation du terrain est apparemment plus importante que l´effet de la couverture végétale pour le début de formation de la convection en Amazonie.

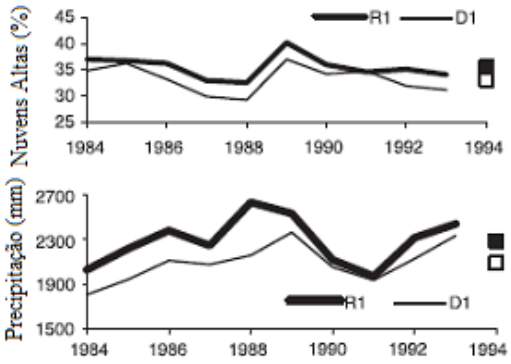


Figure 1 : Moyenne annuelle de la couverture de nuages hauts et de la précipitation dans une région de forêts (R1) et dans une région déforestée (D1). Source : Adapté de Durieux et al. (2003)

Au delà d'une analyse du type de nébulosité dans des régions ayant différentes couvertures végétales, Machado et al. (2004) ont étudié la différence de comportement de la thermodynamique atmosphérique. À partir d'une série de 20 ans de données d'observations météorologiques conventionnelles ils ont observé que la variation mensuelle des paramètres relatifs à l'instabilité atmosphérique comme *Convective Available Potential Energy* (CAPE) et la température potentielle équivalente, dépendent de la couverture végétale (Figure 2). La plus grande variabilité a été trouvée dans les régions de savane atteignant son minimum pendant la saison sèche. Les régions de forêts sont restées avec des valeurs presque constantes pendant toute l'année.

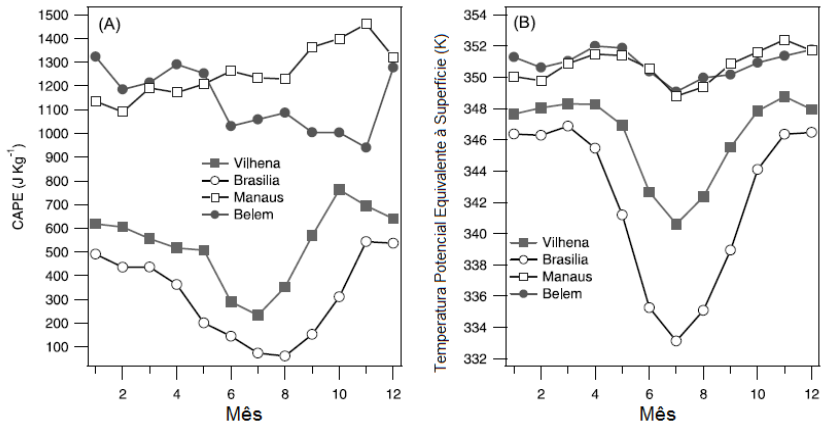


Figure 2 : variation mensuelle de la CAPE et de la température potentielle équivalente à la superficie dans les régions de Vilhena (forêt/savane), Brasilia (savane), Manaus (Forêt) et Belém (forêt). Source : Machado et al. (2004).

Wang et al. (2009) ont analysé la couverture des cumulus de beau temps dans la région du Rondônia pendant le *Rondonian Boundary Layer Experiment* (RBLE-3) à l'aide d'images des satellites GOES 7 et 8. Les résultats ont été similaires à ceux trouvés dans la littérature c'est à dire la prédominance des nuages bas dans les régions déforestées et avec des sommets de nuages plus hauts dans les régions de forêts. Cependant les régions de forêt ont présenté une plus grande quantité de nuages associée à la convection profonde. Sachant cela les auteurs ont étudié la thermodynamique atmosphérique dans les deux sites, un dans une région de forêt et un autre dans une région déforestée. Ils ont pu observer que la région de forêt a plus d´instabilité (plus grand potentiel convectif) que la région déforestée. La prédominance de nébulosité dans les régions déforestées est due à la circulation de méso-échelle qui est formée à l´interface entre ces deux régions.

Une autre analyse, différente des précédentes, a été développée par Knox et al. (2011). À partir de la distribution de probabilité de la précipitation, les auteurs ont proposé un modèle pour expliquer les différences de précipitation entre les régions de forêt, les régions déforestées et dans les transitions entre les deux, dans l'état du Rondônia. Les produits de précipitation 2A25 du satellite TRMM ont été utilisés entre 1998 et 2007 ainsi que la carte de couverture de forêt MOD44B (Hansen et al. 2003). Les régions de forêt ont présenté de plus grandes valeurs de précipitation que les régions déforestées. Cependant, c'est la région de transition entre la forêt et la région déforestée qui a présenté le plus de précipitation. Dans la région de transition c'est la région déforestée qui a présenté la plus grande fraction démontrant ainsi l'effet réel de la circulation de méso-échelle sur les précipitations.

2. Relation entre les aérosols et le développement des nuages.

L'effet provoqué par la présence d'aérosols dans le processus de formation des nuages, dépend, entre autres, du type de nébulosité. Selon Rosenfeld (1999) la présence élevée d'aérosols favorise la diminution des précipitations issues des nuages chauds. Cela est dû à l'augmentation des concentrations des gouttelettes de petite taille (Rosenfeld, 1999). Ainsi, le processus de coalescence est réduit et les gouttelettes n'atteignent pas la taille nécessaire pour produire de la pluie. Quand on parle de nuages convectifs, l'augmentation des aérosols de feux de brousse dans l'atmosphère peut augmenter la convection. Rosenfeld et al. (2008) ont proposé un modèle reliant les effets des aérossols dans la convection. Selon les auteurs, quand il y a une plus grande concentration d'aérosols dans le milieu, la formation des gouttes de pluie est plus lente, à cause de la formation élevée de petites gouttes. Cependant ces gouttelettes peuvent s'élever très haut dans l'atmosphère et se transformer en glace.

La formation de glace s'accompagne de libération de chaleur latente favorisant l'intensification du courant ascendant et par conséquent la convergence de l'humidité dans les bas niveaux. Quand le nuage évolue il accumule un contenu d'eau liquide et de glace plus important favorisant des précipitations intenses et une activité électrique élevée. Gonçalves et al. (2014) montrent que l'effet des aérosols sur la pluie dans la région amazonienne est directement lié au degré d'instabilité dans l'atmosphère. Pour ce travail les auteurs ont utilisé des données d'un radar météorologique en bande S en plus de concentrations de « black carbon » dans la ville de Manaus qui est située au centre de la région amazonienne. Ils ont observé, en général, que les plus grandes concentrations de « black carbon » sont associées à une diminuition de la précipitation. Cependant, pendant la période sèche dans des atmosphères considérées comme ayant un degré élevé d'instabilité, les résultats ont montré une augmentation de la précipitation dans la région (Figure 3a). Une présence plus importante de glace dans les systèmes précipitants a aussi été observée (Figure 3b). Bien que l'Amazonie ne soit pas une région de relief élevé, la formation de systèmes précipitant pendant la saison sèche est très influencée par le relief. Les régions de topographie plus élevée sont celles où les

nuages commencent à se former. Quand l´atmosphère est fortement instable les nuages ont tendance à présenter des vitesses verticales très élevées et à transporter un grand nombre de petites gouttelettes dans la haute troposphère ce qui augmente la formation de glace, la libération de chaleur latente et donc la rétroaction positive du processus convectif.

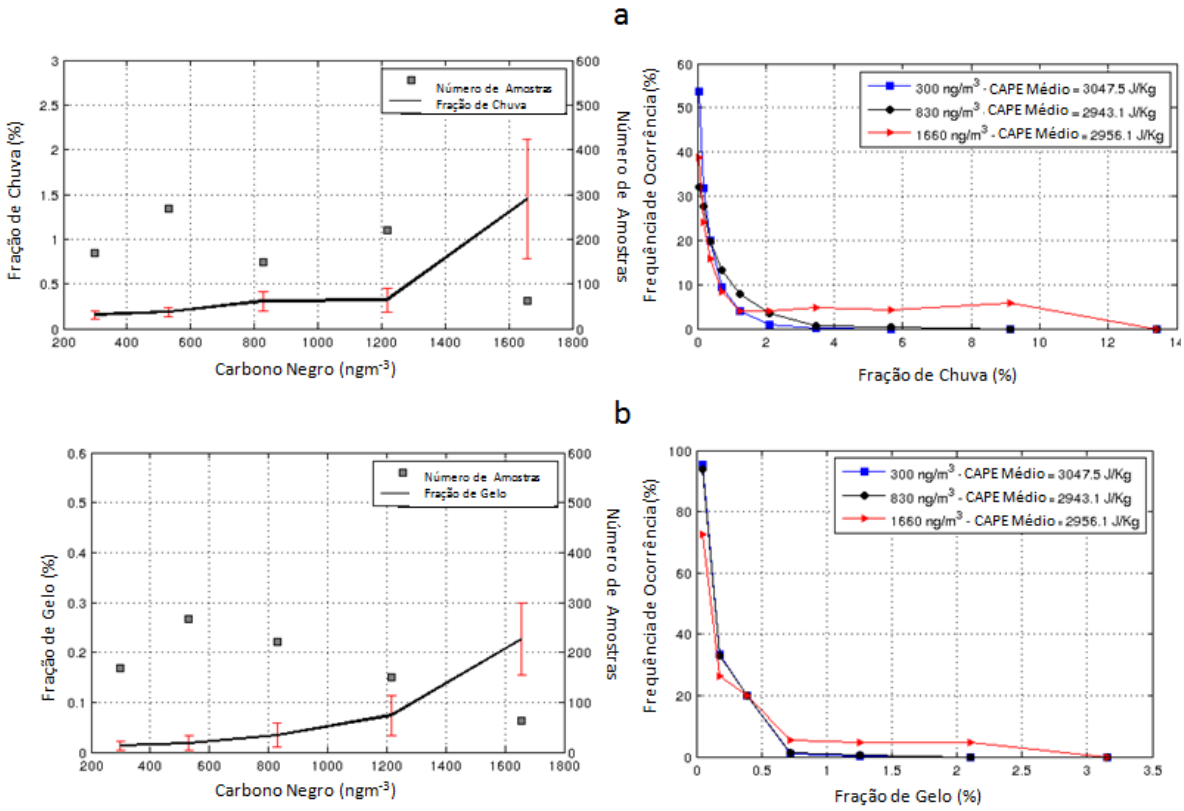


Figure 3 : (a) Moyenne, déviation standard et nombre d'échantillons de fractions de pluie pour différentes concentrations de "black carbon" (figures de gauche) et des distributions de fréquences de la fraction de pluie pour trois concentrations de "black carbon" (figures de droite); (b) idem pour la fraction de glace. Source: Adapté de Gonçalves et al. (2014).

Conclusion

La précipitation est un paramètre fondamental pour décrire la climatologie d'une région. Le changement d'une végétation de forêt à pâturage, ce qui se passe dans certaines régions dans l'Amazonie, modifie les échanges de chaleur sensible et latente et d'eau à l'interface atmosphère-végétation-sol. On observe donc des changements dans les comportements des nuages et de la précipitation à cause de l'effet de la déforestation. Si on considère que les régions de forêts peuvent emmagasiner une plus grande quantité d'eau dans le sol, il est normal que dans ces régions il y ait un plus grand développement des nuages. D'un autre côté, dans les régions déforestées, on observe une plus forte instabilité et des circulations de méso-échelle qui peuvent favoriser le processus de formation des nuages bas. Les précipitations peuvent se développer de manière plus intense et localisée dans les régions déforestées, alors qu'elle a tendance à être plus stratiforme et distribuée de façon régulière dans les grandes régions de forêt. On observe aussi un plus fort contraste saisonnier dans les régions déforestées

Des études approfondies sont encore nécessaires pour comprendre les effets du changement de l'utilisation du sol dans les processus de formation des nuages. Nous savons que les régions déforestées présentent moins de précipitation que les régions de forêt ou de savane. L'activité convective dans les régions de forêt a lieu plus souvent que dans les régions

déforestées, cependant l'intensité de la convection est plus importante dans les régions déforestées.

D'autres aspects doivent aussi être étudiés avec plus de détails, comme les différences des caractéristiques microphysiques des nuages qui se développent sur des surfaces ayant des couvertures végétales différentes.

Un autre facteur lié à l´action anthropique sur le climat est associé à l'effet des aérosols dans les processus de formation des nuages et des précipitations. Ce sujet a été très débattu dans la communauté scientifique ces dernières années et des efforts sont encore nécessaires pour en avoir une connaissance plus détaillée. Des mesures inédites réalisées au cours de l'expérience ACRIDICON-CHUVA permettront un grand pas dans ce domaine. Nous savons que l'augmentation des aérosols dans l'atmosphère augmente la concentration de gouttelettes d'eau dans les nuages. Quand il s'agit de nuages chauds il y a une diminution de la précipitation, alors que dans les nuages convectifs profonds il y a plus de controverse. Une étude actuelle montre que le degré d'instabilité de l'atmosphère est un facteur déterminant qui module l'effet des aérosols dans la précipitation, en l'inhibant ou en l'augmentant. Cependant, des efforts sont encore nécessaires principalement en ce qui concerne les effets de *wet scavenging* et la séparation des effets de grande échelle.

Références Bibliographiques

Andreae M. O., Rosenfeld D., Artaxo P., Costa A. A., Frank G. P., Longo K. M.,Silva-Dias M. A. F, 2004: Smoking rain cloud over the Amazon, *Science*, **303**, 1337-1342.

Chagnon F. J. F., Bras R. L., 2005: Contemporary climate change in the Amazon. *Geophysical Research Letters*, **32**.

Chagnon F. J. F., Bras R. L., Wang J., 2004: Climatic shift in patterns of shallow clouds over Amazon. *Geophysical Research Letters*, **31**.

Cutrim E., Martin D. W., Rabin R., 1995: Enhancement of cumulus clouds over deforest lands in Amazonia. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **76**, 1801.

Durieux L., Machado L. A. T., Laurent H., 2003: The impact of deforestation on cloud cover over the Amazon arc of deforestation. *Remote Sensing of Environment*, **86**.

Goncalves W. A., Machado L. A. T., Kirstetter P-E., 2014: The biomass burning aerosol influence on precipitation over the Central Amazon: na observational study. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, **14**, 1-26.

Hansen M. C., Defries R. S., Townshend J. R. G., Carroll M., Dimiceli C., Sohlberg R. A., 2003: Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: First result of the MODIS vegetation continuous fields algorithm. *Earth Interactions*, **7**.

Huffman G. J., Adler R. F., Arkin P., Chang A., Ferraro R., Gruber A., Janowiak J., Mcnab A., Rudolf B., Schneider U., 1997: The Global Precipitation Climatology Project (GPCP) combined precipitation dataset. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **78**, 5.

Knox R., Bisht G., Wang J., Bras R., 2011: Precipitation variability over the forest-to-nonforest transition in southwestern Amazonia. *Journal of Climate*, **24**, 2378.

Koren I., Altaratz O., Remer L. A., Feingold G., Martin, V., 2012: Aerosol-induced intensification of rain from the tropics to the mid-latitudes. *Nature Geoscience*, **5**, 2, 118-122.

Laurent H., Machado L. A. T., Morales, C. A., Durieux, L., 2002: Characteristics of the amazonian mesoscale convective systems observed from satellite and radar during the WETAMC/LBA experiment. *Journal of Geophysical Research*, **107**, D20, 1-14.

Machado L. A. T., Laurent H., Dessay N., Miranda I., 2004: Seasonal and diurnal variability of convection over the Amazonia: A comparison of different vegetation types and large scale forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, **78**, 1, 61-77.

Martin S. T., Andreae M. O., Artaxo P., Baumgardner D., Chen Q., Goldstein A. H., Guenther A., Heald C. L., Mayol-Bracero O. L., Mcmurry P. H., Pauliquevis T., Poschl U., Prather K. A., Roberts G. C., Saleska S. R., Silva Dias M. A., Spracklen D. V., 2010: Sources and properties of amazonian aerosol particles. *Reviews of Geophysics*, **48**, 2, 1-42.

Myhre G., Stordal F., Johnsrud M., Kaufman Y. J., Rosenfeld D., Storevmo T., Kristjannsson J. E., Berntsen T. K., Myhre A., Isaksen I. S. A., 2007: Aerosol-cloud interaction inferred from MODIS satellite data and global aerosol models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **7**, 12, 3081-3101

Negri A. J., Adler R. F., Xu L., 2004 : The impact o Amazonian deforestation on dry season rainfall. *Journal of Climate*, **17**, 1306.

Nobre C. A., Sellers P. J., Shukla J., 1991: Amazonian Deforestation and Regional Climate Change. *Journal of Climate*, **4**, 957.

Rosenfeld D., 1999: TRMM observed first direct evidence of smoke from forest fires inhibiting rainfall. *Geophysical Research Letters*, **26**, 20, 3150-3108.

Rosenfeld D., Lohmann U., Raga G. B., O'dowd C. D., Kulmala M., Fuzzi S., Reissell A., Andreae M. O., 2008: Flood or drought: How do aerosols affect precipitation? *Science*, **321**, 5894, 1309-1313.

Rossow W. B., Shiffer R. A., 1991: ISCCP cloud data products. Bulletin of the American Meteorological Society. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **72**, 2.

Taylor C. A., Lambin E. F., Stephenne N., Harding R. J., Essery R. L. H., 2002: The influence of land use change on climate in the Sahel. *Journal of Climate*, **15**, 3615.

Wang J., Bras R., Eltahir E. A. B., 2000: The impact of observed deforestation on the Mesoscale distribution of rainfall and clouds in Amazonia. *Journal of Hydrometeorology*, **1**, 2670.

Wang J., Chagnon F. J. F., Williams E. R., Betts A. K., Renno N. O., Machado L. A. T., Bisht G., Knox R., Bras R., 2009: Impact of deforestation in the Amazon basin on cloud climatology. *PNAS*.

URBANIZAÇÃO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CUIABÁ NO PERÍODO DE 1920 A 2012

MAITELLI G.T.[(1)] , DUBREUIL V.[(2)] DE MUSIS, C.R[.(3)]

(1) Universidade Federal de Mato Grosso ; Avenida Fernando Correa da Costa, Bairro Boa Esperança, 78060 - 900, Cuiabá MT, Brasil. maitelli@terra.com.br

(2) LETG-Rennes-COSTEL, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, France. vincent.dubreuil@uhb.fr

(3) Universidade de Cuiabá, Avenida Manoel José de Arruda , nº 3100, Cuiabá MT, Brasil. carlo.demusis@gmail.com

Resumo : *A cidade de Cuiabá teve acelerado crescimento populacional a partir de 1970 ocasionando fortes alterações na paisagem urbana com a construções de prédios e edifícios, asfaltamento de ruas e avenidas e aberturas de novos bairros. A cidade que se localiza na região tropical com terrenos de baixa altitude está exposta a intensa radiação solar o ano todo. O clima é do tipo tropical semi-úmido com altas temperaturas do ar e duas estações definidas: chuvosa (primavera-verão) e seca (outono-inverno). O conjunto das alterações oriundas da evolução urbana traz mudanças nas interações entre a superfície e a atmosfera o que sugere a sua influência no clima. Com o objetivo de avaliar prováveis influências docrescimento urbano no clima local foram analisadas variações térmicas e de pluviosidade observadas na cidade referentes ao período de 1920 a 2012.*

Palavras chaves : *Clima urbano, Cuiabá, temperaturas, chuvas*

Résumé - Urbanisation et changements climatiques à Cuiabá pour la période 1920-2012. *La ville de Cuiabá a connu une croissance accélérée de sa population depuis 1970 entraînant des profondes modifications dans le paysage urbain : constructions de nouveaux bâtiments et édifices, asphaltage des rues et des avenues et ouverture de nouveaux quartiers. La ville, qui se trouve dans une région tropicale de basse altitude, est exposée toute l'année à un rayonnement solaire intense et les températures de l'air y sont très élevées.Le climat de la région connait deux saisons : la saison des pluies (printemps-été) et la saison sèche (automne-hiver). Les modifications récentes à l'échelle locale proviennent surtout du développement urbain qui a apporté des changements dans les interactions entre la surface et l'atmosphère. Afin d'évaluer l'influence probable de la croissance urbaine sur le climat local, cet article propose une analyse des variations des températures et des précipitations observées dans la ville pour la période de 1920 à 2012.*

Mots clés *: climat urbain, Cuiabá, températures, précipitations*

Abstract - Urbanization and climate change in Cuiaba from 1920 to 2012. *The Cuiabá city had accelerated population growth from 1970 causing strong changes in the urban landscape with the constructions of buildings, asphalt paving of streets and avenues and openings of new neighborhoods. The city which is located in the tropical region at low-altitude is exposed to intense solar radiation all year long. The climate type have high air temperatures and two seasons: rainy season (spring-summer) and dry (autumn-winter). The modifications come from urban development brings changes in interactions between the surface and the atmosphere which suggests its influence on climate. Aiming to evaluate the influences of urban growth in the local climate, thermal and rainfall variations observed in town were analyzed for the period from 1920 to 2012.*

Key words: *urban climate, Cuiabá, temperatures, rainfall*

Introdução

Nos últimos anos, muitos estudos mostraram que o uso e ocupação do espaço urbano exercem influência no clima local (Maitelli, 1997 ; Dubreuil et al., 2010). Dentre os parâmetros utilizados para a avaliação dessas influências destaca-se o crescimento populacional, uma vez que, gerando necessidades de moradias e serviços, transporte e instalação de novos equipamentos, asfaltamento de ruas e avenidas, além de outros, originam uma estrutura e fisionomia capazes de exercer certo controle climático. Estas alterações provocam mudanças nos balanços de radiação e de energia da superfície devidas às interferências nos processos de absorção, reflexão e transmissão de energia e nos fluxos de calor sensível, evapotranspiração e calor armazenado no solo, que podem provocar elevação da temperatura do ar e ocasionar alterações na pluviosidade (Jauregui, 1973; Landsberg 1981; Oke, 1987; Duarte e Maitelli,1999).

Dessa forma, o presente trabalho pretende avaliar os efeitos da urbanização nas variações térmicas e de pluviosidade observadas em Cuiabá no período de 1920 a 2012, tomando como parâmetro o crescimento populacional.

1. Metodologia

Os dados climatológicos utilizados nesse estudo foram registrados na estação climatológica convencional pertencente ao 9º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia localizada na área urbana, proximidades do rio Cuiabá que separa as cidades de Cuiabá e Várzea Grande.È importante destacar que a estação climatológica fornecedora dos dados foi instalada em locais diferentes durante o período de 1920 a 2012. Enquanto no inicio das medidas e após 1970 a estação funcionou em áreas gramadas e convencionais, no período de 1941 a 1966, os instrumentos estiveram expostos num terraço cimentado e parcialmente gramado, situado no prédio do Colégio São Gonçalo, próximo da área central de Cuiabá, a aproximadamente a 15 metros do chão.

Uma série temporal é definida pelos valores Y1, Y2... de uma variável Y (ex: temperatura, chuvas, ventos, etc). Portanto Y é uma função de t simbolizadaY= F (t). A análise de séries temporais consiste numa descrição dos movimentos cíclicos (anuais) ou movimentos por estações (mensais) de componentes tais como se apresentam.Quando a variável independente X corresponder ao tempo, os dados ordenados representarão os valores de Y em diversos momentos e areta ou curva de regressão de Y para X é denominada, neste caso, de tendência. Para avaliação da tendência de Y pode-se utilizar o método dos mínimos quadrados e a curva resultante é denominada de regressão de Y para X, visto que Y é avaliado a partir de X (Spiegel, 1971).

Dessa forma, no presente trabalho, foram descritos e analisados dados climatológicos de série histórica referentes a médias anuais e mensais de temperatura (média, máxima e mínima) e totais pluviométricos de cada ano visando destacar as variações observadas no período de 1920 a 2012. A tendência dessas variáveis climatológicas foi avaliada pelo método de regressão linear simples (mínimos quadrados) relacionando os dados médios anuais com os anos de registros,semelhante aos estudos realizados por Feng et al 1988, Yague and Zurita, 1991, Sansigolo et al, 1992,Duchon,1996, Maitelli,1997 e 1988, Maitelli e da Silva,2002.Para avaliar a aleatoriedade da série foram utilizados testes não- paramétricos Wald-Wolfowitz (CONNOVER, 1980).

A análise do crescimento populacional da cidade no período foi realizada utilizando dados estatísticos disponibilizados pelo Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (IPDU) , Prefeitura de Cuiabá, e informações encontradas nos trabalhos desenvolvidos por Maitelli (1997), Pinho (2002 e 2008).

As relações entre as mudanças das condições térmicas e de chuvas com o crescimento da população foram analisadas de forma qualitativa baseando-se em estudos realizados por Maitelli 1997, Dubreuil et al, 2008, Pinho 2008.

2. O município de Cuiabá: o sítio urbano

O município de Cuiabá está situado no centro sul do Estado de Mato Grosso,entre os paralelos 15º10’ e 15º50’(latitude sul) e os meridianos de 54º50’ e 58º10’(longitude oeste), o que lhe confere a situação geográfica de região tropical. Por outro lado, o fato de estar localizado na região Centro Oeste do Brasil, distante dos dois maiores oceanos que banham a América do Sul, ou seja o Atlântico a leste e o Pacífico ao oeste, confere ao município a condição de continentalidade (Figura 1).

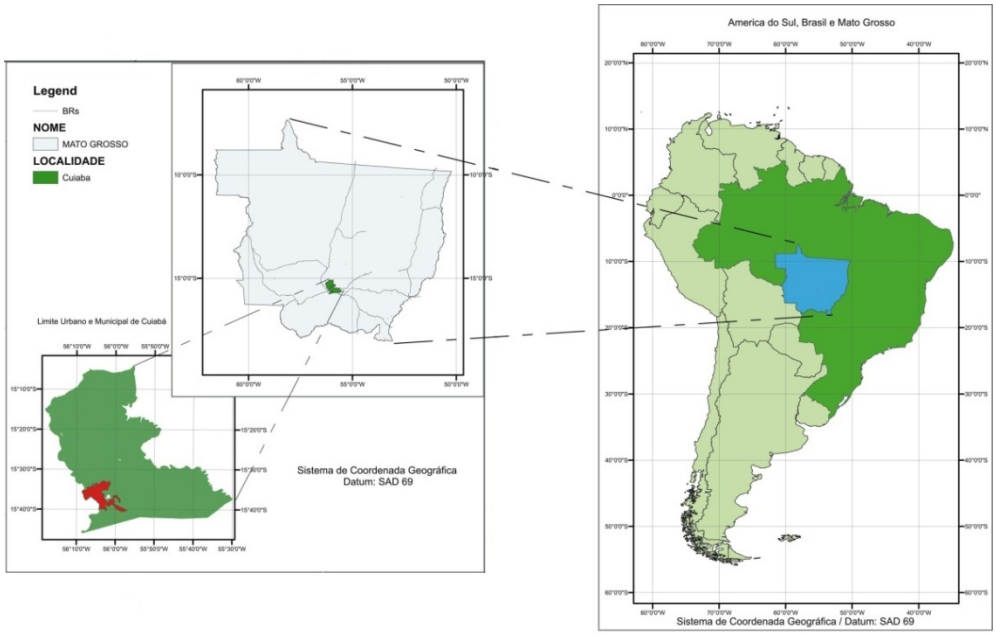


Figura 1: Localização geográfica do estado de Mato Grosso e do município com destaque para a área urbana. *Fonte: Pinho, 2008.*

A área urbana situa-se na porção sudoeste do município entre as coordenadas geográficas15º35’56” latitude Sul e56º06’01” longitude oeste. Seus terrenos pertencem a unidade geomorfológica denominada Depressão Cuiabana, também conhecida como Baixada Cuiabana, com altitude média de 165metros acima do nível do mar, circundada por relevo com altitudes superiores a 800metros e drenada pelo rio Cuiabá e afluentes entre quais se destacam o rio Coxipó e vários córregos.

O clima da cidade é típico de regime tropical, Aw de Koppen, quente e semi-úmido, com radiação solar intensa todo o ano e duas estações definidas: chuvosa (primavera-verão) e seca (outono inverno). Devido à baixa altitude dos seus terrenos ocorre forte armazenamento de calor no solo enquanto o relevo circundante dificulta a movimentação de massa e energia ocasionando elevada temperatura do ar. As variações das temperaturas médias anuais são pequenas durante os meses do ano.Entretanto ocorrem quedas térmicas significativas nos meses de outono-inverno resultantes da invasão de ar polar na região cuja influência tem a duração de, em média, 3 a 4 dias. A maior amplitude térmica ocorre nos meses de junho, julho e agosto e as menores taxas de umidade relativa são registradas nos meses de julho, agosto e setembro com valores, muitas vezes,inferiores a 20% no período da tarde

A área ocupada pela cidade constituía-se originalmente por vegetação predominantemente de cerrado e cerradão, cujos remanescentes são encontrados em áreas periféricas destinadas à expansão urbana e áreas de preservação permanente. A vegetação de Cerrado caracteriza-se por apresentar árvores de até quatro metros de altura, caule e ramos retorcidos, suberosos, coriáceas, com copas que se tocam enquanto que o tipo Cerradão apresenta árvores de maior porte, com oito metros de altura e copas entrelaçadas.

A origem da cidade está relacionada ao ciclo do ouro que incentivou o inicio do povoamento em 1719. Em 1872 tinha 35.987 hab. mantendo-se com menos de 100 mil hab. até a década de 1960.O crescimento da população de Cuiabá teve uma variação relativa de 61,5% com um acréscimo de 20.716 hab. no período de 1920 a 1940 e de pouco mais de 2 mil hab. até 1960. Entretanto, teve grande impulso a partir de 1970, originado pelos incentivos governamentais de povoamento e de construção de rodovias que interligavam a região com o centro sul do país e com a Amazônia. A área urbana tinha nessa data 108.860 habitantes e o

perímetro urbano era de 48,45 km2;em 1980 o total de habitantes era 217.984 e o perímetro urbano era 153,06 km2 e em 2007 atingiu 254.57 km2 de área com um total de 527.113 habitantes.

A cidade apresenta uma malha viária antiga de traçado irregular e ruas estreitas no centro onde predominam prédios baixos concentrados, com lotes pequenos e pouco arborizados. Entretanto, nos arredores da área central cresce a concentração de torres de apartamentos para moradias e salas de serviço. Por outro lado surgem novas ruas e avenidas impermeabilizadas, novos bairros, condomínios horizontais e verticais, que se propagam em todas as direções contribuindo para criar uma nova paisagem urbana com fisionomias e geometrias variadas.

3. Resultados e discussão

As observações climatológicas registradas em Cuiabá tiveram início em 1911.Tendo em vista a sistemática das coletas e a sua disponibilização, os dados utilizados neste trabalho datam de 1920.Embora no período de 1941 a 1966, os instrumentos meteorológicos estivessem instalados em local não convencional e os valores das temperaturas fossem alterados em relação ás normais climatológicas, a distribuição temporal das medidas mensais mostraram-se coerentes com as variações ocorridas nos demais períodos de observação (Figura 2).

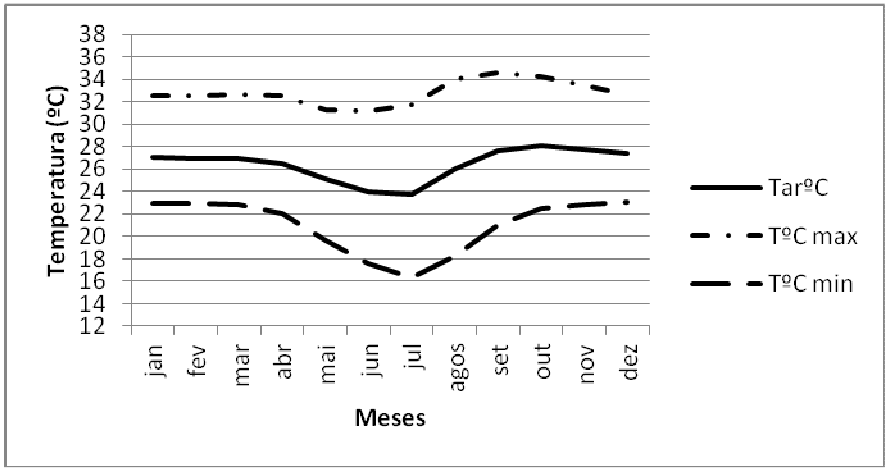


Figura 2: Variações das temperaturas médias, médias máximas e médias mínimas registradas em Cuiabá, 1920 a 2012.

Analisando as variações térmicas médias do período observa-se que os meses de setembro e outubro são os mais quentes enquanto que nos meses de junho, julho e agosto são observadas temperaturas mais amenas devido as freqüentes invasões de ar polar na região nesse período. Quanto às temperaturas máximas e mínimas absolutas os registros indicaram que as menores temperaturas absolutas foram de 1,2ºC no mês de junho de 1933 e 3,3ºC no mês de julho de 1975 enquanto as máximas foram de 41,8ºC no mês de setembro de 2008 e de 41,6ºC no mês de agosto de 2012.

Os meses mais chuvosos são, em geral, janeiro, fevereiro e março, com totais acima de 200mm, amenizando as altas temperaturas diárias típicas de regime tropical;os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto,com totais inferiores a 10mm.A Figura 3 mostra variações médias mensais de temperatura e de pluviosidade na cidade.

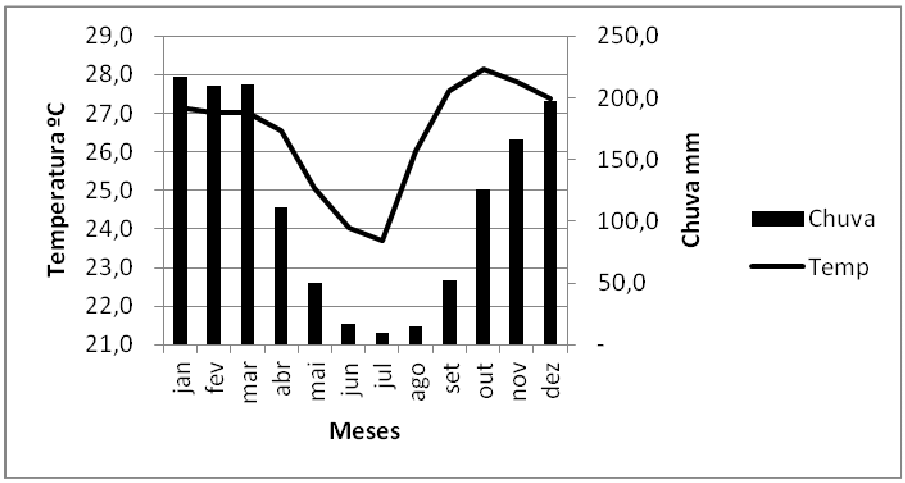


Figura 3: Variações mensais de temperatura média e de totais médios de pluviosidade observadas em Cuiabá no período de 1920 a 2012.

Segundo Oke (1987) a influência da urbanização sobre o clima local está também relacionada com a densidade da população e seus efeitos na alteração da paisagem.Nesse sentido o crescimento da população de Cuiabá, estimulando mudanças na paisagem e geometria da cidade parece ter exercido influência nas mudanças térmicas registradas no período de 1920 a 2012: em 1920 quando a população era de 33.670 hab. a média anual da temperatura do ar era de 24,9°C, com média das máximas de 31,7°C e mínimas de20,2ºC; em 2007, com uma população estimada em 526.830 hab. a média térmica era de 27,2ºC,a média das máximas era 33,1ºC e das mínimas era 21,3ºC; em 2012, a população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística era de 561.329 hab.e as temperaturas médias eram de 27,8ºC, máximas de 33,9ºC e mínimas médias de 20,7ºC (Tabelas 1 e 2).

Anos	1920	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007	2012
Tar	24,9	27,0	26,8	26,7	26,8	27,1	27,3	27,4	27,2	27,8
T.max.	31,7	33,6	32,9	32,3	33,3	32,6	32,5	33,0	33,1	33,9
T.min.	20,2	20,8	20,7	21,1	20,3	21,5	22,0	21,8	21,3	21,8

Tabela 1: Médias anuais de temperatura do ar (ºC) registradas em Cuiabá, 1920 a 2012.
Fonte: 9º Distrito de Meteorologia, Instituto Nacional de Meteorologia, Cuiabá, 1920 -2012.

Anos	1920	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007	2012(est)
Hab.	33.678	54.394	56.204	57.860	100.865	217.984	380.140	483.346	526.830	561.329

Tabela 2 : Crescimento da população de Cuiabá no período de 1920 a 1012.
Fonte:Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Cuiabá, 2009.

Analisando as variações de temperatura do ar e de chuvas observadas em Cuiabá no período de 1920 a 2012 verificou-se uma não aleatoriedade da série, alfa <0.05, por testes não-paramétricos Wald-Wolfowitz (CONNOVER, 1980), tendo uma tendência positiva significativa, avaliada por uma regressão linear simples, com acréscimo de 0,007ºC nas médias de temperatura média anual, 0,006ºC na temperatura média das máximas, 0,018ºC nas mínimas e 1,988mm nos totais das chuvas, conforme está evidenciado nas Figuras 4, 5 , 6 e 7 corroborando os resultados de Tozato et al. (2013).

A influência da urbanização na pluviosidade das cidades é notória uma vez que estas podem contribuir para o aumento dos totais pluviométricos e influenciar na distribuição espacial tanto dentro das áreas urbanas como nos seus arredores. Este fato está relacionado ao acréscimo de materiais inseridos no ar pelas atividades urbanas que funcionam como núcleos higroscópicos disponíveis para a condensação de vapor no ar e formação de nuvens.

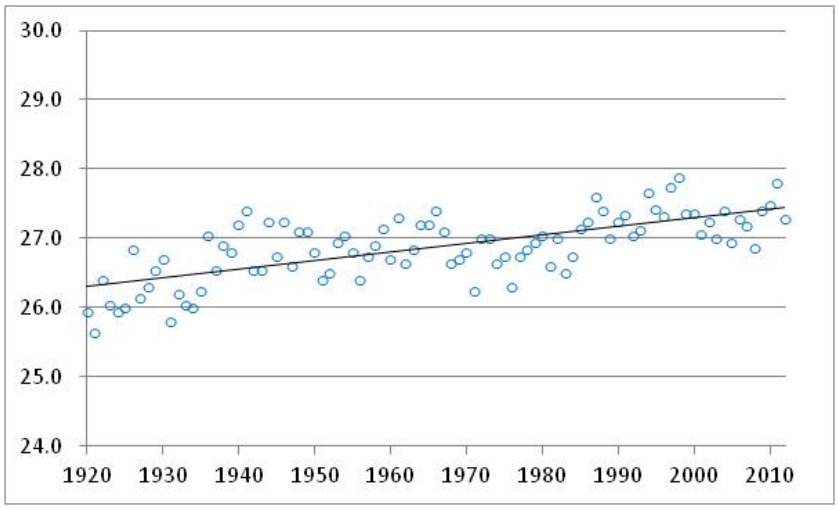


Figura 4: Variações da temperatura média anual e linha de tendência, Cuiabá,1920 - 2012.

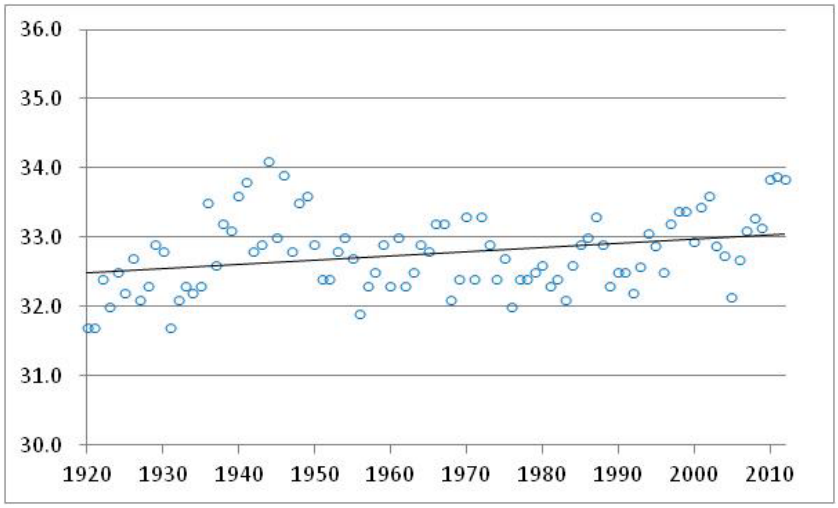


Figura 5: Variações da temperatura máxima média anual e linha de tendência, Cuiabá, 1920 – 2012.

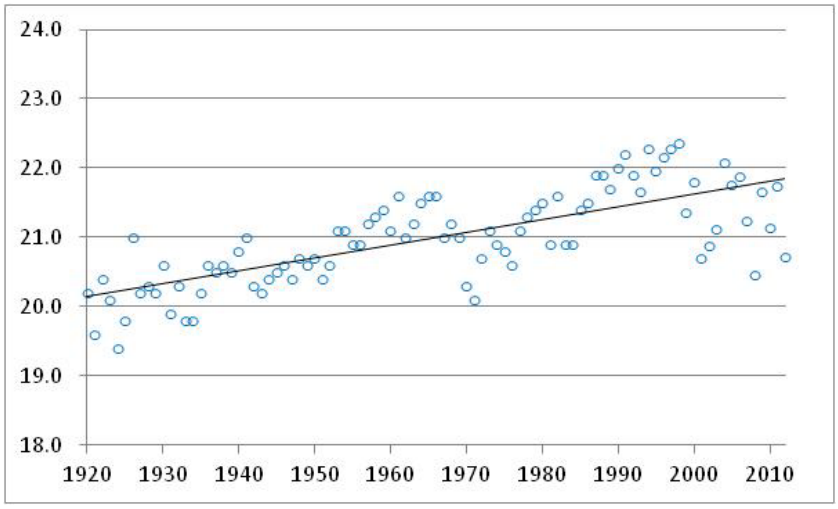


Figura 6: Variações da temperatura mínima média anual e linha de tendência, Cuiabá,1920 – 201

A análise das variações da pluviosidade em Cuiabá mostrou tendência positiva com acréscimo de 1,988mm nos totais de chuvas anuais. Estudos realizados por Pinho (2008) indicaram variações na intensidade, duração e distribuição espacial das chuvas durante as horas do dia com maior concentração nas áreas centrais do que nos arredores. A Figura 7 mostra a tendência das chuvas em Cuiabá, no período de 1920 a 2012.

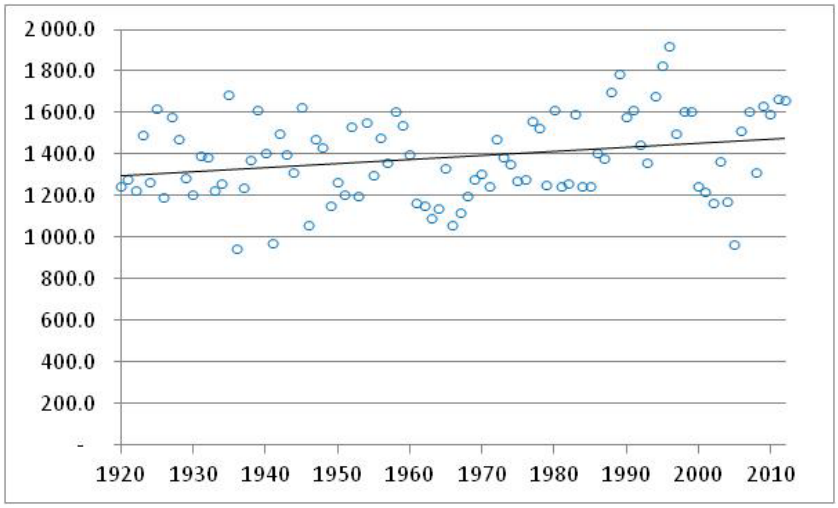


Figura7: Variações dos totais anuais de pluviosidade e linha de tendência, Cuiabá, 1920 – 2012.

Conclusões

A análise das variações anuais das temperaturas do ar e da pluviosidade observadas na cidade de Cuiabá no período de 1920 a 2012 comparadas com o crescimento populacional e conseqüentes alterações no uso do solo revelam que o processo urbano exerceu certa influência nas condições climáticas locais. Assim, a temperatura média anual do ar na cidade era em 1920 de 24,9ºC e a sua população era inferior a 100 mil habitantes, após 1970, passou a ter valores acima de 26ºC quando o número de habitantes dobrou e continuou acelerada até 2012, hoje com a maioria das médias anuais acima de 27°C.

As variações mensais de temperatura do ar e das chuvas mantiveram-se de acordo com as normais climatológicas, destacando em todo o período como meses mais quentes setembro e outubro e como os meses mais chuvosos janeiro, fevereiro e março. As tendências das temperaturas médias anuais e da pluviosidade observadas na cidade mostraram-se positivas o que pode indicar uma elevação gradual nos valores dessas variáveis ao longo do período analisado como resposta ás alterações realizadas no uso do solo urbano.

Considerando que os movimentos do ar atmosférico são horizontais e verticais e atingem diferentes regiões do planeta, podemos afirmar que as mudanças climáticas globais desempenham importante papel nos climas locais. Entretanto, no caso de Cuiabá, embora as interações entre as fontes das mudanças climáticas (globais e locais) sejam evidentes, seus resultados são ainda difíceis de identificar. Dessa forma, estudos das variações espaciais e temporais do clima nas diversas escalas (macro, meso e micro escalas) são necessários para melhor compreender as suas interações com a superfície urbana e assim buscar alternativas de organização espacial que possam minimizar possíveis efeitos ambientais negativos.

Referências Bibliográficas

Connover Weillian J. Practical Nonparametric Statistics. New York: Wiley, 1980, 493 p.

Dubreuil V., Quenol H., Nedelec V., Mallet J. F., Durieux L., Maitelli G. T. , 2008: Étude de l'impact du changement de l'occupation du sol sur les températures dans la région d'Alta Floresta/Brésil. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, **51**, 79-90.

Dubreuil V., Delahaye C., Le Strat A., 2010 : Dynamiques d'occupation et d'utilisation du sol et leurs impacts climatiques au Mato Grosso, Brésil. *Revista Confins* ; **10**, http://confins.revues.org/6845

Duarte D. and Maitelli G. T., 1999 : Urban Climate study in the middle-west region of Brazil: relations between urban land use and microclimates conditions. *In: 16 International Conference on Passive and Low Energy Architeture, 1999, Brisbane. Sustaining the Future: Proceedings of the PLEA'99 Conference The 16 International Conference on Passive and low Energy Architeture. Brisbane/Australia*,v. **2**., 801-806.

Duchon C.E., 1986:Temperature trends at San Juan, Puerto Rico. *American Meteorological Society*,**67(11)**, 1370-1377.

Feng, J.Z. and Petzold, D.E.,1988 :Temperature trends through urbanization in metropolitan Washington, D.C., 1945-1979. *Meteorology Atmospheric Physics*, **38**, 195-201.

Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (IPDU) ,Cuiabá, 2009: Perfil Socioeconômico de Cuiabá, *Prefeitura Municipal de Cuiabá/Mato Grosso, Volume IV*.

Jauregui,E., 1973: The urbam climate of Mexico City.*Erdkunde, Band. XXVIII, Helft,***4**, 298-307.

Landsberg H.E., 1981: *The Urban Climate.* Academic Press, New York.

Maitelli G. T., 1997: Crescimento urbano e tendências climáticas em Mato Grosso, período 1920-1992. *Revista Mato- Grossense de Geografia,EDUFMT, Cuiabá/MT*, **02**, 150-165.

Maitelli G. T., 1998: Temperature trends through urbanization in a tropical continental city of Cuiabá/MT, Brazil, 1920-1992.. *In:2ª European Conference on Applied Climatology, ECAC 98. Viena/Austria : Central Institute for Meteorology and Geodynamics*. CD 02-CD 07.

Maitelli G. T. et; Dourado, S.da S., 2002: Tendances climatiques dans le bassin moyen du Teles Pires, Amazonie mato-grossense. In: Vincent Dubreuil; Robert Bariou; Gilda Tomasini Maitelli; Messias Modesto dos Passos. (Org.). *Environnement et Télédétection au Brésil, Meio Ambiente e Teledetecção no Brasil, Mato Grosso, Paraná, São Paulo.Presses Universitaires de Rennes*, p.43-49.

Oke T.R., 1987 :*Boundary Layer Climates. Routledge*, London and New York, Second Edition.

Pinho J.G.de, 2008: . Uso do solo, ilha de calor e distribuição espacial das chuvas na cidade de Cuiabá/MT. *Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia,Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.*

Spiegel M.R.,1971:Estatística, *Coleção Shaum, Editora McGraw.Hill do Brasil Ltda., Rio de Janeiro,*580p.

Sansigolo C.A., Rodriguês R.C.M. e Etchichury P.C.,1992:Tendências das temperaturas médias do Brasil. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Meteorologia , São Paulo,***1**, 367-369.

Tozato H, Dubreuil V , De Mello-Théry N.A., 2013 : Tendências e rupturas climato-hidrológicas no sitio ramsar PARNA Pantanal (MT, Brasil). *Revista brasileira de climatologia*. **9**164-184.

Yague and Zurita, 1991: Statistical analysis of the Madrid urban heat island.*Atmospheric Environment*,**25(3)**, 327-332.

AVALIAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE MATA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA-PR A PARTIR DAS MÉTRICAS ORIUNDAS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM.

MARQUES A. J. [(1)], VIZINTIM F. B. M. [(2)]

(1) Pós-Graduação em Geografia/UEL e DGE/UEM - Maringá-PR-Brasil [ajmarques@uem.br]

(2) Programa de Pós-Graduação em Geografia/UEL - Londrina-PR-Brasil - CP 6001 [vizintim@uel.br]

Resumo *- O presente trabalho está pautado nos princípios teóricos e métodos quantitativos provenientes da Ecologia da Paisagem, ramo da Ecologia. O objetivo é aplicar métodos quantitativos para avaliar a estrutura da paisagem na área urbana do município de Umuarama, associada à ocorrência de cobertura vegetal, com o intuito de fornecer informações para um diagnóstico da qualidade ambiental nesta área. Para a extração da cobertura vegetal da área urbana do município de Umuarama, foi utilizada a imagem WorldView-2, de janeiro de 2013, com 0.5m de resolução espacial. A imagem foi classificada utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) disponível no aplicativo SPRING 5.1.8. Para quantificar a paisagem foi utilizado o aplicativo Fragstats 4.1. Foram considerados três aspectos para a avaliação da cobertura vegetal: a) índice dos fragmentos; b) complexidade dos fragmentos e c) organização espacial dos fragmentos. De modo geral, a paisagem urbana se mostrou um ambiente muito recortado, com formas retilíneas e isolamento entre as manchas de mata, devido a forte influência antrópica neste ambiente.*
Palavras-Chave*: Ecologia da Paisagem, Métricas, Vegetação Urbana.*

Résumé – Évaluation des fragments forestiers de la zone urbaine de la ville de Umuarama-PR à partir de la métrique de l'Écologie du Paysage. *Ce travail est basé sur les principes théoriques et les méthodes quantitatives de l'Écologie du Paysage, branche de l'Écologie. L'objectif de ce travail est d'appliquer des méthodes quantitatives pour évaluer la structure du paysage, liée à la couverture végétale, dans la zone urbaine de la ville de Umuarama afin de fournir des informations permettant de diagnostiquer la qualité de l'environnement dans cet espace. La couverture végétale de la zone urbaine de la ville de Umuarama a été extraite à partir d'une image WorldView-2, janvier 2013, à une résolution spatiale de 0,5 m. L'image a été classée en utilisant le Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) calculé à partir de l'outil SPRING 5.1.8. Le logiciel Fragstats 4.1 a ensuite été utilisé pour mener l'analyse paysagère. Trois aspects ont été examinés pour l'évaluation de la couverture végétale :a)la valeur de NDVI des fragments); b) la complexité des fragments et c) l'organisation spatiale des fragments. Dans l'ensemble, le paysage urbain est fragmenté, avec des formes rectilignes et une isolation entre les zones boisées, en raison de la forte influence anthropique dans cet environnement.*
Mots-Clé*: Écologie du Paysage, Métriques, Végétation Urbaine.*

Abstrat – Evaluation of Forest Fragments of the urban area of Umuarama-PR starting from the metrics derived from Landscape Ecology. *This work is guided by the theoretical principles and quantitative methods of Landscape Ecology, a branch of Ecology. The objective of this study is to apply quantitative methods to assess the structure of the landscape in the urban area of Umuarama, associated with the occurrence of vegetation cover, in order to provide information for a diagnosis of the environmental quality in this area. For the extraction of the vegetation cover in the urban area of Umuarama, we used the WorldView-2 image, from January 2013, with a spatial resolution of 0.5m. The image was classified using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) available in SPRING 5.1.8 application. To quantify the landscape we used the Fragstats 4.1 application. Three aspects have been considered for the evaluation of the vegetation: a) index of the fragments; b) the complexity of the fragments and c) spatial organization of the fragments. In general, the urban landscape proved to be a very rugged environment with rectilinear shapes and isolation between patches of forest, due to strong anthropic influence in this environment.*
Keywords: *Landscape Ecology, Metrics, Urban Vetation.*

Introdução

O presente trabalho está pautado nos princípios teóricos e métodos quantitativos provenientes da Ecologia da Paisagem, ramo da Ecologia. Para preservar é necessário conhecer e mensurar o que existe, onde existe e como existe. Portanto quantificar o que ainda existe, definir a sua localização espacial e a sua forma são condições básicas para qualquer política preservacionista que se queira implantar.

A Ecologia da Paisagem, preocupada com estas questões, focaliza as relações espaciais e as interações entre padrões e processos espaciais, utilizando para tanto de ferramental advindo da área de Geotecnologias. O atual estágio de desenvolvimento dos computadores com capacidade para armazenar e processar grande quantidade de dados, aliado ao desenvolvimento de softwares específicos para processar dados de Sensoriamento Remoto, Cartografia, Geodésia, SIG, etc, está permitindo fazer precisas observações e medições do

ambiente biofísico e da paisagem.

Alia-se a esta ferramenta os constantes avanços na tecnologia dos sensores remotos, dentre os quais se destacam aqueles usados na obtenção de imagens que cobrem várias bandas do espetro eletromagnético, cuja evolução permite a aquisição de imagens com alta resolução espacial.

O objetivo deste trabalho é aplicar métodos quantitativos para avaliar a estrutura da paisagem na área urbana do município de Umuarama, associada à ocorrência de cobertura vegetal, com o intuito de fornecer informações para um diagnóstico da qualidade ambiental nesta área. Para quantificar a estrutura da paisagem urbana, foram considerados três aspectos: a) índices dos fragmentos; b) complexidade dos fragmentos e c) organização espacial.

1. Aspectos históricos da região Norte do Paraná e caracterização da área de estudo

O estado do Paraná é o mais setentrional dos estados da região Sul do Brasil. A região habitualmente designada como Norte do Paraná poder ser determinada “como a soma territorial dos vales muitos férteis formados pelos afluentes da margem esquerda dos rios Paraná e Paranapanema, no arco que esse dois cursos d’água traçam entre as cidades de Cambará e Guaíra” (CMNP, 1975, p. 35), conforme é apresentado na figura 1.

Segundo Serra (1992), o deslocamento do movimento expansionista à região norte, tendo o café como carro chefe, teve início por volta da década de 1860 a partir das correntes migratórias de mineiros e paulistas provenientes, principalmente, das zonas onde estavam localizadas as lavouras de café mais antigas e em fase decadente de produção.

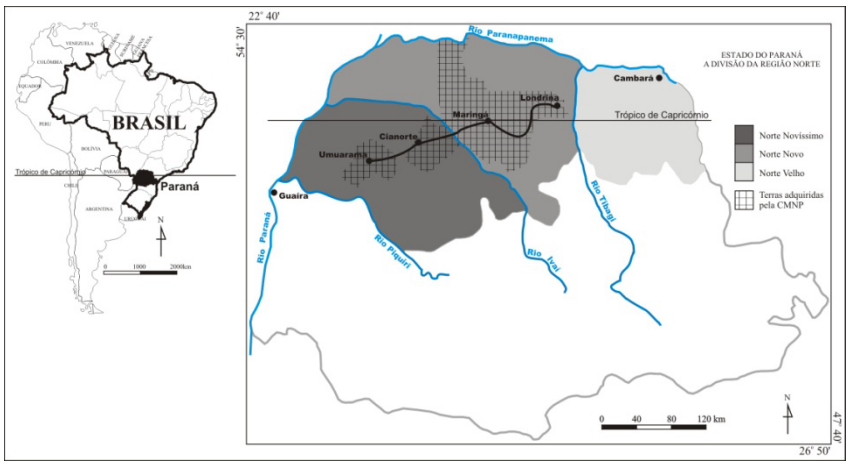


Figura 1 : A região Norte do Paraná, sua subdivisão e as terras adquiridas pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná.

Conforme a época e a origem da colonização, o Norte do Paraná pode ser dividido em três fases (LUZ, 1997; SERRA, 1992):

- A primeira fase compreendeu o período do final do século XIX até a segunda década do século XX, designada Norte Velho ou Norte Pioneiro, e foi marcada pela colonização espontânea, estendendo-se desde a divisa com São Paulo até o rio Tibagi.
- A segunda fase, denominada de Norte Novo, dá-se a partir de 1930 de forma lenta até o final de segunda guerra mundial, acelerando posteriormente. Esta área se estende do rio Tibagi, passando por Maringá, até as margens do rio Ivaí.
- A última etapa do processo de colonização no norte do Paraná ocorre entre 1940 e 1960, definindo o Norte Novíssimo, compreendendo a região que se estende do rio Ivaí até o rio Piquiri.

A colonização efetuada a partir de 1930 (segunda etapa de colonização, o designado Norte Novo), foi realizada pela empresa inglesa Companhia de Terras, atual Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP). Esta adquiriu diversas áreas que totalizaram 515

mil alqueires e posteriormente comprou mais 30 mil alqueires de terras, onde foi implantado o município de Umuarama, situadas a oeste da gleba principal, conforme mostrado na Figura 1.

O planejamento realizado nas terras adquiridas pela CMNP obedeceu aos seguintes critérios, conforme relatado por Herman Moraes de Barros (Diretor Gerente da CMNP):

> Os núcleos básicos de colonização foram estabelecidos progressivamente, distanciados cerca de 100 quilômetros uns dos outros, na seguinte ordem: Londrina, Maringá, Cianorte e Umuarama. (...) Entre estes núcleos principais, fundaram-se, de 15 em 15 quilômetros, pequenos patrimônios, cidades bem menores cuja finalidade é servir como centro de abastecimento para a numerosa população rural. (BARROS, 1975, p. 125).

Cronologicamente, entre os núcleos básicos de colonização, também chamadas de cidades polo, Umuarama foi a quarta cidade a ser fundada pela Companhia. Sua fundação se deu em 26 de junho de 1956 e, exatamente cinco anos após, em 25 de junho de 1960, foi elevada a categoria de município (CMNP, 1975, p. 137) pela lei estadual n^{o} 4.542 de 1960.

Segundo França (2011, p. 171) a área urbana do município foi projetada assim como as demais cidades colonizadas pela Companhia. O autor relata ainda que

> “as ruas foram dispostas formando quarteirões retangulares, porém com a inserção de praças, geralmente redondas, das quais partiam diagonais, definindo-se também lotes irregulares. Ao longo das avenidas foram elaboradas praças rotatórias e cinturões verdes na região central – Bosque dos Xetás” (FRANÇA, 2011, p. 172).

Umuarama é uma cidade planejada que está localizada no noroeste do estado do Paraná, região sul do Brasil, entre as coordenadas geográficas de 23^{o} 33’ 00’’ e 23^{o} 55’ 23’’ de latitude Sul e 53^{o} 09’ 04’’ e 53^{o} 39’ 08’’ de longitude Oeste. A partir desta Figura 2 observa-se que a área urbana da cidade de Umuarama não está totalmente urbanizada, ou seja, são áreas que se encontram inseridas no perímetro urbano, mas que ainda não foram loteadas, principalmente ao sul e a leste da mesma, fazendo com que haja padrões diferentes na vegetação.

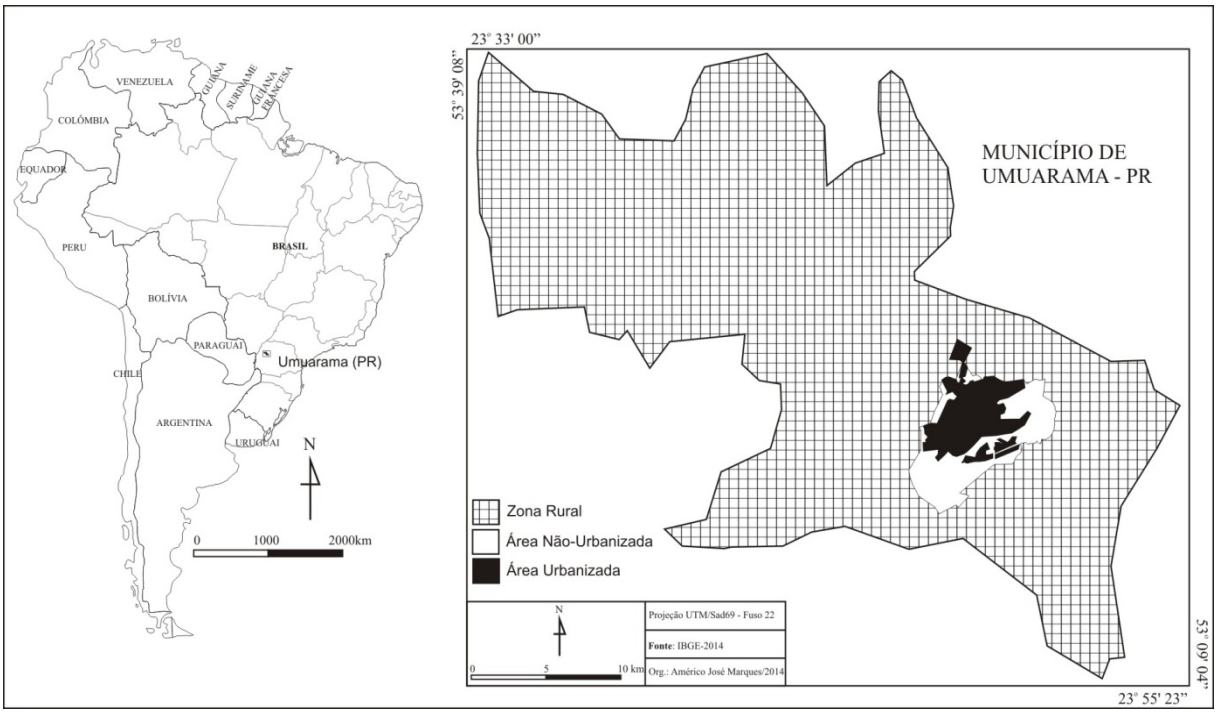


Figura 2 : Localização da área de estudo. Destaque para as duas áreas inseridas no perímetro urbano de Umuarama, uma com características urbanas (em preto), ou seja, área já loteada, e a outra área ainda não loteada (em branco), ou seja, área que se encontra não urbanização. A área quadriculada se refere à área rural, de acordo com a Lei Complementar Municipal 130/04, que institui o perímetro urbano de Umuarama.

2. Fundamentação teórica

2.1. Ecologia da Paisagem

A Ecologia é definida como o estudo das interações entre organismos e seus ambientes (FORMAN, 1995). A Ecologia da Paisagem é um ramo da ecologia que focaliza as relações espaciais e as interações entre padrões e processos, tendo sido desenvolvida na Europa pelo geógrafo alemão Carl Troll em 1939, onde existe uma rica tradição no planejamento da paisagem e tomada de decisões (TURNER, 1989).

Para caracterizar a paisagem, Forman (1995) concebeu o modelo Mancha – Corredor – Matriz, reconhecendo a estrutura de mosaico da paisagem como sendo a manifestação de uma forma espacialmente heterogênea em diferentes escalas (desde escalas microscópicas até escalas planetárias), e estabelecendo cada um dos elementos espaciais componentes do mesmo, como sendo unidades relativamente homogêneas na paisagem.

O autor define cada um dos elementos espaciais deste modelo da seguinte forma: i) mancha é uma área homogênea não linear que difere de seus arredores, sendo que a microheterogeneidades internas presentes se repetem de forma similar por toda área do fragmento; ii) corredor é uma faixa de um tipo particular que se difere dos usos do solo adjacentes em ambos os lados, tendo várias funções, tais como condutividade, barreira e ligação entre habitats; e iii) matriz é um ecossistema de fundo ou tipo de uso do solo em um mosaico, caracterizado pelas manchas e corredores.

Grande parte das pesquisas realizadas pela Ecologia da Paisagem está pautado nos estudos da fragmentação dos ambientes e suas consequências para a biodiversidade. A fragmentação da paisagem ocorre quando padrões naturais de heterogeneidade e conectividade são modificados até o ponto em que os processos ecológicos normais são interrompidos e/ou novos processos são inicializados (PEARSON, 1994). Segundo o autor, uma das maiores ameaças a diversidade biológica é a perda de habitat e fragmentação.

Metzger (1999) relata que para estudar o efeito da fragmentação sobre as espécies é necessário levar em conta parâmetros como área e grau de isolamento, conectividade e a complexidade de um mosaico na paisagem. Para ele, para se estudar o efeito da fragmentação sobre as espécies é necessário levar em conta parâmetros como área e grau de isolamento, conectividade e a complexidade de um mosaico na paisagem.

Com relação à área dos fragmentos, o autor descreve que, em geral, este é o parâmetro mais importante para explicar a riqueza de espécies. Já o isolamento age negativamente na riqueza ao diminuir a taxa de imigração de espécies. Quanto à complexidade do mosaico pode ser avaliada em função da diversidade da paisagem e complexidade de bordas. O conceito de conectividade é essencial à medida que a sobrevivência das espécies em habitats fragmentados (ou distribuídos de forma heterogênea na paisagem) depende da capacidade destas espécies atravessarem as unidades da matriz. Para Forman (1995), os efeitos de bordas se referem à alta densidade de populações e diversidade de espécies na porção externa ou margem de um fragmento ou outro elemento espacial.

Considerando o modelo Mancha – Corredor – Matriz, Forman (1995) agrupa as métricas da paisagem em quatro categorias de medidas ou índices: as medidas de diversidade e de bordas que analisam, essencialmente, a heterogeneidade de um mosaico e as medidas

centradas nos fragmentos e nos padrões de todos os fragmentos, sendo estas dependentes da abundância dos objetos e sua localização em relação a outros objetos (ver em MARQUES, 2004, p. 31).

2.2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Pela análise da Figura 3 (‘a’ e ‘b’), verifica-se que a vegetação (representada na Figura pelo Parque dos Xetás em destaque) não aparece com a mesma tonalidade nas duas bandas porque a quantidade de energia refletida por ela varia ao longo do espectro eletromagnético. Como no visível a vegetação absorve mais energia para a realização da fotossíntese, ela reflete menos e, consequentemente, uma quantidade menor de energia chega ao sensor se comparado com o intervalo infravermelho próximo. Quanto maior a quantidade de energia que atinge o sensor, mais claro se torna o objeto na imagem.

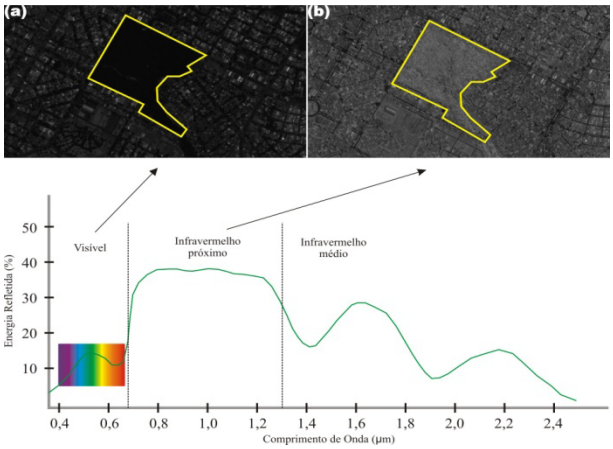


Figura 3 : Espectro eletromagnético apresentando o comportamento espectral da vegetação de acordo com o comprimento de onda. Imagens da mesma área obtidas pelo sensor multiespectral Geoeye no canal 3, vermelho (a) e no canal 4, Infravermelho próximo (b).
Fonte : Adaptado de Novo (1995).

Os índices de vegetação mais simples são baseados nas operações aritméticas entre duas bandas espectrais, sendo geralmente as duas bandas apresentadas acima (bandas vermelho e infravermelho próximo). O mais comum e mais utilizado entre eles é o Índice de Vegetação or Diferença Normalizada (TUCKER, 1979), obtido pela expressão $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$, sendo NIR o valor do pixel na banda do infravermelho próximo e RED o valor do pixel com o mesmo “endereço” na banda do vermelho. Os valores do NDVI são obtidos no intervalo de -1 a 1.

3. Materiais e Métodos

Para avaliar a estrutura da paisagem associada à ocorrência de cobertura vegetal, considerou-se a arborização urbana toda vegetação que compõe a paisagem urbana. Ela é dividida em áreas verdes (parques, bosques, praças e jardins) e arborização de vias públicas que se refere às árvores plantadas linearmente nas calçadas ao longo de ruas e avenidas e que, no caso do município de Maringá, fornecem o padrão da distribuição do arruamento da área urbana (MARQUES, 2004).

Para mapeamento da vegetação da área urbana do município de Umuarama por meio do NDVI, foi utilizada a imagem do Geoeye de 22 de janeiro de 2013, com resolução espacial de 2 metros e resolução radiométrica de 11 bits. A técnica se pauta na utilização da banda 3 do vermelho (faixa espectral de 0,63 – 0,69 µm) e banda 4 do infravermelho próximo (faixa espectral de 0,77 – 0,89 µm).

Para quantificar a estrutura da paisagem, foram considerados três os aspectos propostos por Casimiro (2003), que quantifica a paisagem com a) índices de fragmentos (número de manchas – NM – e perímetro total das margens – PER), b) índices de complexidade (índice de forma – FOR – e dimensão fractal – DF) e c) índices relacionados à organização espacial (índice médio de proximidade – IMP – e contágio – CTG), descritos em Marques (2004).

4. Resultados

A Figura 4 apresenta a distribuição espacial da vegetação da área urbana no município de Umuarama. No total, a cidade conta com uma área de 110.665.120 m^2, sendo que destes 11.449.440 m^2 está recoberto por vegetação, o que representa aproximadamente 10,35% do total da área urbana.

Apesar da vegetação se encontrar bem distribuída, percebem-se dois padrões totalmente distintos na área urbana de Umuarama. Onde a área é urbanizada (Figura 1) fica evidente que a ocorrência da vegetação urbana segue praticamente o padrão de arruamento, com a preservação de algumas manhas de mata.

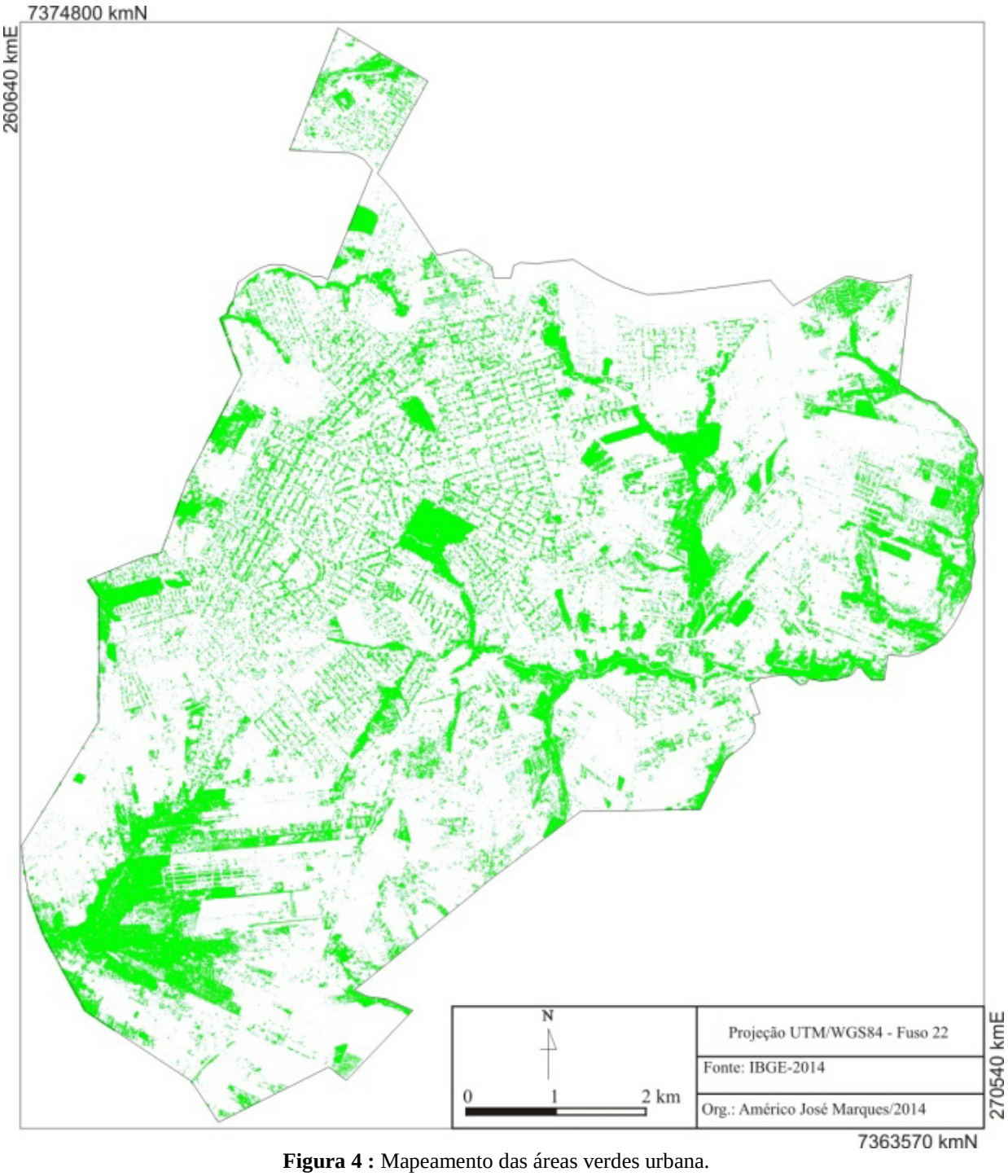


Figura 4 : Mapeamento das áreas verdes urbana.

Já ao sul e a leste onde a área ainda não está urbanizada apresentam-se grandes áreas arborizadas juntamente com as matas ciliares, que estão representadas por praticamente todos os seguimentos alongados e se apresentam, aparentemente, bem preservadas, uma vez que elas aparecem de forma contínua na Figura. Esta realidade, porém, com a urbanização, poderá ser diferente em alguns anos, pois a tendência destas áreas é serem urbanizadas e, consequentemente, a vegetação tenderá a diminuir.

As métricas utilizadas na avaliação da paisagem urbana de Umuarama, bem como os resultados obtidos são apresentados na tabela 1.

NM	PER	FOR	DF	IMP	CTG
2.253	2.418.976 m	2,5372	1,52	823,7698	97,0634

Tabela 1 : Resultados obtidos para a área urbana de Umuarama. NM: número de manchas; PER: perímetro total das margens; FOR: índice de forma; DF: dimensão fractal; IMP: índice médio de proximidade; CTG: contágio.

O número total de manchas (NM) encontrado foi 2.253. Isto é fácil de compreender devido à subdivisão entre as áreas construídas e a vegetação urbana. O que pode ser constatado através dos resultados obtidos é que esta área urbana se encontra muito recortada, tornando-se um ambiente muito fragmentado, característica inerente a este ambiente. Corroborando este índice, tem-se o perímetro total das manchas (PER) com 2.418.976 metros. Obviamente, quanto maior o número de fragmentos, maior será a soma dos perímetros desses fragmentos.

O valor muito pequeno do índice de forma (FOR), 2,5372, e o valor da dimensão fractal (DF), 1,52, indicam fragmentos com traços retilíneos, revelando que os fragmentos sofrerem grandes alterações impostas pelos homens. Para enfatizar, os traços retilíneos encontrados significam maior intervenção humana na vegetação urbana.

Em relação ao contexto espacial das manchas, tanto o índice médio de proximidade (IMP) com 823,7698 metros, como o contágio (CTG) com 97,0634, mostraram a vegetação urbana muito fragmentada e com manchas pouco conectadas entre si na maioria dos casos, talvez caracterizada pela arborização das ruas, por serem fragmentos pequenos e isolados na área urbana.

De modo geral, a paisagem urbana apresentou uma fragmentação consistente com a ocupação humana, de acordo com os resultados oferecidos pelos índices utilizados. A alta fragmentação, a pouca complexidade das manchas e seu isolamento ficaram evidentes. É o que poderia realmente se esperar do ambiente urbano – um ambiente recortado, com formas retilíneas e isolamento entre as manchas de vegetação – devido à forte influência antrópica neste ambiente.

Conclusão

Depois da aplicação e análise das métricas que quantificam a estrutura da paisagem e permitem a análise de padrões espaciais, tornam-se evidentes as vantagens desta abordagem conceitualizada pela Ecologia da Paisagem. Os índices permitiram dissecar e aprofundar a análise dos padrões espaciais, constituindo uma clara vantagem na análise da vegetação urbana de Umuarama.

Foi possível verificar também que a cobertura vegetal é muito fragmentada, porém, em nas áreas onde ainda não houve urbanização, ao sul e a leste do ambiente urbano, encontram-se fragmentos mais íntegros, se comparados com as áreas onde o processo de urbanização já se consolidou.

Referências Bibliográficas

Barros H. M., 1975 : CMNP – Colonização e desenvolvimento do norte do Paraná: Depoimentos sobre a maior obra do gênero realizada por uma empresa privada. São Paulo: "Ave Maria" Ltda., 295 p.

Casimiro P. C., 2001 : Uso do solo – Ecologia da Paisagem, quantificação da estrutura da paisagem para análise de padrões espaciais – Conselho de Mértola. *GeoInova*, **4**, DGPR-FCSH-UNL, Lisboa, 125-157.

CMNP., 1975 : *Colonização e desenvolvimento do norte do Paraná*. São Paulo: "Ave Maria" Ltda, 295 p.

Forman R. T. T.. 1995 : *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, 535 p.

França J. P., 2011 : A ocupação do noroeste do Paraná e a cidade de Umuarama: uma retrospectiva do processo de ocupação. *Akrópolis*, Umuarama, v. 19, **3**, 164-174.

Luz, F., 1997 : *O fenômeno urbano numa zona pioneira: Maringá*. PMM, 217 p.

Marques A. J., 2004 : *Mapeamento de fragmentos de mata no município de Maringá, PR: Uma Abordagem da Ecologia da Paisagem*. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 92 p.

Metzger F. P. 1999 : Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. An. Acad. Bras, 445-463.

Novo E. M. L. de M., 1995 : *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 308 p.

Pearson S. M., 1994 : Ecological Perspective: Undestanding the impacts of forest fragmentation. *Remote Sensing and GIS in Ecossystem Management*, Editado por V. Aleric Sample, 178-191.

Serra E., 1992 : Os primeiros processos de ocupação da terra e a organização pioneira do espaço agrário no Paraná. *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 10, **1**, 61-93.

Tucker C., 1979 : J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of the Environment*, **8**,127-150.

Turner M. G., 1989 : Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **20**: 171-197

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL E INFRAESTRUTURAL AO RISCO DE INUNDAÇÕES

MENDES C. (1), BARROS M.V.F (2)

(1) Companhia de Saneamento do Paraná, Rua Antônio Rodrigues Teixeira Júnior, 595, Ponta Grossa, Brasil [crislainemendes@yahoo.com.br]

(2) Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 38, Londrina, Brasil [mirianvizintim@gmail.com]

Resumo – *O objetivo dessa pesquisa é avaliar a vulnerabilidade social e infraestrutural ao risco de inundações da área urbana do município de Irati (PR), utilizando os dados obtidos pelo Censo Demográfico 2010. Os dados do censo, referentes a cada setor censitário urbano, são aplicados na formulação de indicadores e índices que avaliam a vulnerabilidade da área urbana ao risco de inundações. A metodologia envolve a elaboração de uma base de dados com os indicadores socioeconômicos e infraestruturais, que possibilita o mapeamento das áreas vulneráveis, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Os resultados obtidos com a aplicação do IVINFRA e IVSOC mostram que efetivamente, as áreas com recorrência de episódios de inundação, são também as que possuem piores condições sociais e de infraestrutura. Os índices de vulnerabilidade são subsídios às políticas públicas, como ação de previsão e prevenção, que consolide o gerenciamento do risco.*
Palavras-chave : *Censo, vulnerabilidade, risco, inundações.*

Résumé – L'Évaluation de la vulnérabilité social et infrastructurel à risque d'inondations*. Cette recherche a pour objectif d'évaluer la vulnérabilité sociale et infrastructurelle face au risque d'inondations de la zone urbaine de la commune d'Irati (PR) en utilisant les données obtenues par le recensement démographique de 2010. Les données du recensement, relatives à chaque secteur urbain évalué, sont exploitées pour la formulation d'indicateurs et d'indices qui évaluent la vulnérabilité de la zone urbaine face au risque d'inondations. La méthodologie inclut l'élaboration d'une base de données avec des indicateurs socio-économiques et infrastructurels, ce qui permet la cartographie des zones vulnérables à l'aide d'outils de géomatique. Les résultats obtenus à partir de l'application d'IVINFRA et d'IVSOC indiquent que les zones où il y a le plus de cas d'inondation sont aussi celles qui ont les pires des conditions sociales et infrastructurelles. Les indices de vulnérabilité fournissent aux politiques publiques des moyens d'action de prévision et prévention visant à une meilleure gestion des risques.*
Mots-clés : *Recensement, vulnérabilité, risque, inondations*

Abstract : Evaluation of the social and infrastructural vulnerability to the risk of floods. *This research´s objective aims to evaluate the social and infrastructural vulnerability to floods in the urban area in the municipality of Irati - PR, using data from Demographic Census 2010. The data's census from each urban census fields is applied on the formulation of indicators and indexes to determine the vulnerability to the risks of flood in the area. The methodology involves the production of a database with socioeconomic and infrastructural indicators, which makes possible mapping vulnerable areas, through geoprocessing. The results obtained with the use of IVINFRA and IVSOC show effectively that the areas where floods occur most than the others, are also the ones that have the worst social and infrastructural conditions. The vulnerability indexes can aid public policy creation, such as prevision and preparedness, which reinforces the management of the risk.*
Keywords : *Census, vulnerability, risk, floods*

Introdução

As inundações são fenômenos consequentes da dinâmica fluvial, ou seja, os índices de precipitação, infiltração, evapotranspiração e escoamento superficial, que estão relacionados às características do solo, do relevo, das rochas e da cobertura vegetal, irão determinar a intensidade e amplitude desses acontecimentos. Logo, as características geoambientais de determinadas áreas favorecerem as inundações.

Devido ao planejamento inadequado dos centros urbanos, essas áreas susceptíveis tem sido ocupadas desordenadamente, o que tem contribuído para a recorrência de episódios de inundações. As características geoambientais somadas à infraestrutura urbana precária, resulta em prejuízos econômicos, sociais e ambientais, especialmente às populações de menor poder aquisitivo que em geral se estabelecem nessas áreas.

Alguns lugares estão menos sujeitos a desastres, outros se caracterizam por elevada sujeição. A questão posta é: de que forma e em que medida a população residente em áreas de risco está preparada para responder aos danos causados por fenômenos hidrometeorológicos extremos?

Cada grupo de indivíduos, ao ser atingido por inundações, possui diferentes condições de se recuperar financeira e socialmente, dessa forma, quando há referência a riscos em cidades, a consideração dos fatores socioeconômicos torna-se inerente à análise. Os indivíduos ou grupos estão mais ou menos vulneráveis de acordo com o risco e suas condições de enfretamento ao dano causado.

Dessa forma, a vulnerabilidade diz respeito não somente à presença do risco, mas também à capacidade dos indivíduos em mitigar os danos. Essa capacidade dependerá das condições culturais e socioeconômicas, da infraestrutura urbana disponível e do acesso às políticas públicas. Os indivíduos socialmente vulneráveis terão possibilidades menores de responder aos danos. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a vulnerabilidade social e infraestrutural ao risco de inundações da área urbana do município de Irati (PR), utilizando os dados obtidos pelo Censo Demográfico 2010.

1. Risco e vulnerabilidade

Remetendo a situações de insegurança, incerteza e medo, o vocábulo risco é utilizado em diferentes abordagens e nos mais diversos campos, seja na economia, na área de saúde, em planejamento. Em geral é acompanhado por um adjetivo que o qualifica, risco tecnológico, risco ambiental, risco natural, risco social, risco biológico, risco econômico, entre outros (CASTRO; OLIVEIRA PEIXOTO; RIO, 2005).

Embora possua diferentes adjetivações as consequências do risco, quando não controlado, são os desastres, situações em que o perigo se materializa, ocasionando danos. Portanto, a pretensão da análise de risco é identificar a probabilidade do desastre acontecer e dessa maneira propor medidas de controle. A compreensão do risco como decorrência social revela um importante aspecto da análise, pois o risco associa-se à presença humana, e à probabilidade de impactos em maior ou menor escala ao indivíduo ou grupos. Nesse sentido, o homem é uma condicionante para que o risco se estabeleça, de um lado, por ser a preocupação inicial da análise como o sujeito que sofre o dano e, por outro, como a variável que provoca alterações no ambiente e origina o risco.

O entendimento de que a presença humana e suas formas de ocupação são condicionantes do risco, leva à análise a buscar responder não apenas às questões *onde* e *como*, mas também *quanto* e *porque* os grupos são expostos. A proposição apresentada é que o risco somente poderá ser compreendido com o enfoque da dimensão humana, pois o potencial de danos e a capacidade de resposta dependerão das condições socioeconômicas e culturais da população local, ou seja, da sua vulnerabilidade.

Existem diversas definições de vulnerabilidade, contudo, a conceituação adotada dependerá de sua adequação ao objetivo do estudo ou àquilo que revela as intenções do discurso, ou seja, qual é o seu contexto teórico-metodológico. “A noção de vulnerável, do latim *Vulnerabilis*, corresponde ao ponto mais fraco ou que passa a ser mais vulnerável mais acessível aos ataques.” (SÉGUIER, 1935 apud NASCIMENTO; DOMINGUEZ, 2009, p. 396).

Ao tratar de vulnerabilidade é preciso considerar em primeira instância que não há uma vulnerabilidade absoluta. Um determinado indivíduo ou um grupo não está permanentemente vulnerável, essa condição relaciona-se ao risco a que se está referindo, portanto, os indivíduos estarão vulneráveis, em maior ou menor escala, dependendo da sua condição no tempo e no espaço (CUTTER; BORUFF; SHIRLEI, 2003, p. 242).

A análise do perigo, risco e vulnerabilidade avança no sentido de não somente avaliar a probabilidade de um grupo de indivíduos sofrer determinado dano, como também inferir quais

são as condições que contribuem para a susceptibilidade e que definem sua capacidade de resposta ao dano causado. Dessa forma, a exposição ao risco, a potencialidade de consequências importantes e a capacidade de enfrentamento, são os elementos principais encontrados nos conceitos de vulnerabilidade.

Cada grupo de indivíduos, ao ser atingido por inundações, possui diferentes condições de se recuperar financeira e socialmente. Nesse caso, aspectos como educação, renda e estrutura etária das famílias possibilitam mensurar a capacidade de resposta aos eventos danosos. Logo, a definição da vulnerabilidade neste trabalho está associada à vulnerabilidade desses grupos ao processo de inundação.

A ocupação urbana de planícies inundáveis é um dos principais fatores contribuintes para o processo de inundação. As moradias próximas às margens de corpos hídricos ampliam a vulnerabilidade diante da ocorrência de enchentes, especialmente se somadas à falta de sistema de drenagem pluvial adequado. Outro aspecto determinante à vulnerabilidade são as condições de habitação e os índices de esgotamento sanitário. Em geral, famílias numerosas, que não tem acesso à rede coletora de esgoto, que não são atendidas por coleta de resíduos sólidos e que não habitam moradias próprias ou alugadas, ocupam as áreas impróprias próximas aos fundos de vale e, portanto, apresentam maior vulnerabilidade a inundações, necessitando de atenção especial quando atingidas por eventos de desastre.

Os métodos para mitigação dos impactos das inundações são inúmeros, portanto a determinação das medidas estruturais ou não estruturais mais adequadas para cada área está vinculada à análise da vulnerabilidade. O diagnóstico dos lugares de vulnerabilidade tem sido realizado com base em indicadores e índices, que trazem uma avaliação do risco e tentam estimar numericamente as condições de vulnerabilidade.

2. Métodos e técnicas de pesquisa

2.1. Área de estudo

O município de Irati localiza-se na região Centro-Sul do Estado do Paraná, sua sede encontra-se próxima ao paralelo 25º 27' 56" de latitude Sul, com intersecção com o meridiano 50º 37' 51" de longitude Oeste. Seu território é de 995,289 km² e sua área urbana de 33,52 km². A população é de 56.207 habitantes (IBGE, 2011), sendo de 79,84% o grau de urbanização do município. Esses indicadores confirmam o município como essencialmente urbano e refletem a tendência ao aumento da área urbana em contrapartida à rural, ampliando os problemas socioambientais na cidade.

O relevo da cidade é acidentado e côncavo, a configuração da área urbana, consolidada sem planejamento e com a ocupação das margens dos rios e córregos, somados aos aspectos naturais como declividade, solo e densidade de drenagem favorecem o processo de inundação. A área urbana está predominantemente localizada na bacia hidrográfica do Rio das Antas, que tem seu canal principal percorrendo diversos bairros e o centro da cidade.

O processo de urbanização presente na área dessa bacia provoca uma série de impactos ambientais, entre eles a redução da mata ciliar, a erosão das margens dos rios e, consequente assoreamento. Tucci (2002, p. 46), ao exemplificar o processo de consolidação dos centros urbanos afirma que à medida que a cidade se urbaniza, além desses impactos, ocorre o aumento das vazões médias de cheia, devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies. Traçando um panorama geral do município de acordo com o Censo do IBGE 2010, estão situados na área urbana 13.223 domicílios, dos quais 66% em vias pavimentadas e cerca de 40% sem disponibilidade

de bueiro ou boca de lobo. Esses aspectos estão diretamente vinculados à capacidade de drenagem pluvial, interferindo no volume de escoamento nos canais fluviais.

O rendimento médio mensal per capita da população residente na área urbana é de R$ 510,00, o que não corresponde à metade do rendimento médio estadual que é de R$ 1.087,52. No que diz respeito à educação, 26.590 pessoas de 10 anos ou mais de idade não possuem instrução ou têm fundamental incompleto, o que representa cerca de 47% da população residente, acima do índice para o Paraná que é de 39%. O baixo nível de escolaridade e restrições econômicas são agravantes à capacidade de resposta em situações de risco e ocorrências de desastres.

As inundações na área de estudo são frequentes e estão diretamente relacionadas ao extravasamento do canal principal do Rio das Antas. Segundo dados levantados junto à da Defesa Civil do Estado, foram 12 ocorrências entre os anos de 1980 a 2012 (somadas às ocorrências de alagamentos, enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas e escorregamentos ou deslizamentos), o maior número de ocorrências entre os municípios da região. Em relação ao número de pessoas atingidas, ocupa a segunda posição (11.500 hab.), sendo que permanece em primeiro lugar no que diz respeito às enchentes ou inundações graduais.

Tendo como premissa que a previsão e a prevenção, fundamentos que devem ser levados em consideração no gerenciamento de desastres naturais, permitem a formulação de estratégias que levem à redução ou extinção das consequências da ocorrência de um evento, essa pesquisa permitiu a identificação de áreas vulneráveis ao risco de inundações, na zona urbana do município de Irati, por meio da formulação de índices de vulnerabilidade, aplicados aos setores censitários, constantes do Censo 2010 do IBGE.

2.2. Índice de vulnerabilidade social e infraestrutural

A construção de um método de avaliação da vulnerabilidade passa pelo entendimento da complexidade do fenômeno. Quando para sua mensuração se faz uso de indicadores e índices, se está captando uma realidade processual e não uma realidade estática. Com a escolha de indicadores que tenham significação espaço-temporal, é possível traçar índices que retratem a realidade atual e que possibilitem a projeção de cenários futuros em determinadas condições.

Os termos índice e indicador muitas vezes são colocados como sinônimos, Garcias (2001, p.3) esclarece que, o indicador é a informação que explicita o atributo, permitindo a qualificação das condições dos serviços, e por índice o parâmetro que mede o indicador, atribuindo-lhe valores numéricos. Ou seja, índice tem referência, sendo, portanto, a medida em relação a um certo referencial qualquer daquele indicador, obtido ou desejado em um determinado caso. Procura-se demonstrar e comprovar numericamente, por meio de parâmetros e variáveis, as condições diagnosticadas.

Na proposição da análise ambiental integrada, os indicadores são ferramentas que permitem a composição de bancos de dados flexíveis e que atendam aos objetivos que se buscam alcançar. Segundo Leal e Peixe (2010, p. 677) a adoção de indicadores busca sintetizar a informação de caráter técnico e científico, preservando o essencial dos dados originais e utilizando apenas as variáveis que servem aos objetivos.

A prática tem mostrado que a ação de medir, como um instrumento indispensável para operacionalizar a implementação de políticas norteadoras do desenvolvimento humano, auxilia tanto os decisores quanto os cidadãos comuns a conceitualizar objetivos, estudar alternativas, fazer escolhas e ajustar dinamicamente as políticas e objetivos baseados na avaliação de seu estado atual (BOLLMAN, 2001, p.1).

A técnica utilizada para a elaboração dos índices de vulnerabilidade infraestrutural e social incluiu a análise de variáveis constantes do Censo 2010 do IBGE para os setores censitários urbanos. A partir de variáveis selecionadas foram gerados indicadores e índices que agrupados deram origem aos índices de vulnerabilidade de cada setor.

O censo demográfico é uma operação estatística realizada em todo o território nacional, pelo IBGE, que investiga as características da população e dos domicílios nos municípios e em seus recortes territoriais internos. Por meio da aplicação questionários, o levantamento caracteriza econômica e socialmente os setores censitários. As informações em nível de setor são distribuídas em planilhas, com cerca de 3.000 variáveis, que abrangem características da população residente e características dos domicílios particulares.

Os dados do censo, referentes a cada setor censitário urbano localizado no município, foram aplicados na formulação de indicadores e índices que avaliaram a vulnerabilidade da área urbana ao risco de inundações. A metodologia envolveu elaboração de uma base de dados com os indicadores socioeconômicos e também com indicadores infraestruturais. Utilizando os dados do Censo 2010, foram selecionadas 32 variáveis de origem que, após reclassificação, resultaram em 13 variáveis sintéticas, distribuídas entre seis indicadores: esgotamento sanitário, rede de drenagem pluvial, condições da habitação, educação, renda e estrutura etária. O valor dos indicadores resultou da média entre as variáveis sintéticas.

Dessa forma, para cada setor censitário, foram gerados seis indicadores específicos. Ainda para cada setor foram calculados índices baseados nos indicadores, o que resultou em seis índices (I_{ESG}, I_{DRE}, I_{HAB}, I_{EDU}, I_{REN}, I_{ETA}) para cada uma das unidades censitárias (Tabela 1). O valor de cada índice foi calculado de acordo a metodologia proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, para o cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH. Esse índice é uma medida resumida do progresso em longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. O IDH pretende ser uma medida geral e sintética que, apesar de ampliar a perspectiva sobre o desenvolvimento humano, não abrange nem esgota todos os aspectos de desenvolvimento (PNUD, 2010). A utilização da expressão PNUD deveu-se à sua capacidade em retratar as condições sociais, considerando as diferentes variáveis como fenômenos associados e sintetizando importantes aspectos para a análise pretendida.

$$I_n = (V_{ix} - V_{i.mín})/ (V_{i.máx} - V_{i.mín})$$

Na expressão "I_n" o valor de cada indicador é igual ao quociente: a diferença entre o valor observado e o mínimo possível e a diferença entre os limites máximos e os mínimos possíveis. Onde: I_n: Índice de n – $\mathbf{V_{ix}}$: Valor do indicador i no setor censitário x – $\mathbf{V_{i.mín}}$: Valor mínimo do indicador i entre todos os setores censitários – $\mathbf{V_{i.máx}}$: Valor máximo do indicador i entre todos os setores censitários.

	Indicadores_INFRA			Indicadores_SOC			Índices_INFRA			Índices_SOC			**Índices Gerais**	
Setor	Iesg	Idre	Ihab	Iedu	Iren	Ieta	I_ESG	I_DRE	I_HAB	I_EDU	I_REN	I_ETA	IVINFRA	IVSOC
1	0,5	58	1,75	181	65	12,5	0,00833	0,19897	0,10448	0,47258	0,30602	0,31579	0,103927	0,364799
2	0	31,5	2,75	194	59,5	26	0	0,10806	0,16418	0,50653	0,27952	0,67105	0,090747	0,485699
3	0,5	22,5	2	239	56,5	36,5	0,00833	0,07719	0,1194	0,62402	0,26506	0,94737	0,068308	0,61215

Tabela 1: Exemplo de estruturação dos indicadores para a composição dos índices de esgotamento sanitário, rede de drenagem pluvial, condições da habitação, educação, renda e estrutura etária.

Os índices de esgotamento sanitário, rede de drenagem pluvial e condições de habitação formaram, por meio do cálculo da média, o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural – IVINFRA e os índices de renda, educação e estrutura etária resultaram no Índice de Vulnerabilidade Social – IVSOC (Figura 1).

Utilizando ferramentas de Geoprocessamento, por meio do software ArcGIS 9.3, os índices IVINFRA e IVSOC foram inseridos na tabela de atributos para cada setor censitário urbano.

A base de dados resultou na elaboração dos mapas de Vulnerabilidade Infraestrutural e de Vulnerabilidade Social, possibilitando a caracterização e o entendimento da organização do espaço quanto às vulnerabilidades sociais e infraestruturais.

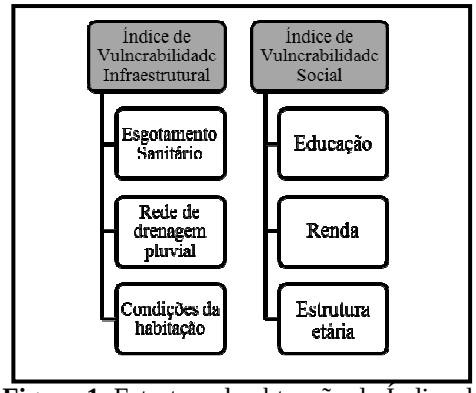


Figura 1: Estrutura de obtenção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

Os índices IVINFRA e IVSOC refletiram os aspectos da produção social, ou seja, as vulnerabilidades sociais, retratando a conjuntura de cada um dos 57 setores censitários na área urbana do município.

3. Resultados

Utilizando a metodologia descrita, foi calculado o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural - IVINFRA e o Índice de Vulnerabilidade Social – IVSOC, para os 57 setores. Os índices gerados foram agrupados a cada diferença de 0,10, sendo que o IVINFRA apresentou uma variação de zero a 0,628, e o IVSOC apresentou resultados de zero a 0,897.

No que diz respeito ao IVINFRA (Figura 2), o setor 54, que está localizado na Vila Mathilde, foi o que apresentou o índice de vulnerabilidade mais alto, de 0,628. O indicador que elevou o índice foi de infraestrutura de drenagem pluvial, sendo que 205 domicílios não apresentam pavimentação e 378 não possuem bueiros/boca-de-lobo. Outros três setores: 21 (Bairro Lagoa), 29 (Vila Nova) e 34 (Vila São João), apresentaram Alta Vulnerabilidade e, também, tiveram seus índices elevados devido ao número de domicílios com carência de infraestrutura de drenagem.

Os setores 1, 2, 3, 5, 8, 44, 45, 46 e 47 foram aqueles de menor vulnerabilidade infraestrutural. Com exceção do setor 44 (Vila São João), que é pouco urbanizado e onde estão localizadas algumas das nascentes do Rio das Antas, as demais áreas estão localizadas no Centro da cidade e, portanto, são atendidas com esgotamento sanitário, sistema de drenagem pluvial e, também, apresentam os melhores resultados no indicador 'condições de habitação' que está associado às variáveis de coleta de resíduos sólidos, número de moradores em cada imóvel, condição de ocupação e adequação da moradia.

De maneira geral, as variações mais representativas se referem ao indicador de drenagem pluvial, definindo os diferentes graus de vulnerabilidade infraestrutural dos setores censitários. Nesse sentido, pode-se afirmar que a pavimentação e a existência de bueiros, entre outros fatores indicados nesse trabalho, são condicionantes de vulnerabilidade ao processo de inundação. Utilizando o mesmo critério de agrupamento do IVINFRA, a cada alteração de 0,10, o Índice de Vulnerabilidade Social – IVSOC (Figura 3) apresentou uma maior variação, com nove classes de vulnerabilidade, enquanto para o IVINFRA foram definidas sete classes.

Cinco setores obtiveram os valores mais altos de vulnerabilidade social, foram os setores: 11 (Colina Nossa Senhora das Graças), 21 (Bairro Lagoa), 24 (Bairro Rio Bonito), 30 (Canesianas) e 54 (Vila Mathilde). Destacam-se na análise o setor 30, que fica no bairro Canesianas, e o setor 11, que abrange ruas da região central. Nessas áreas são frequentes as ocorrências de inundações (Figura 4).

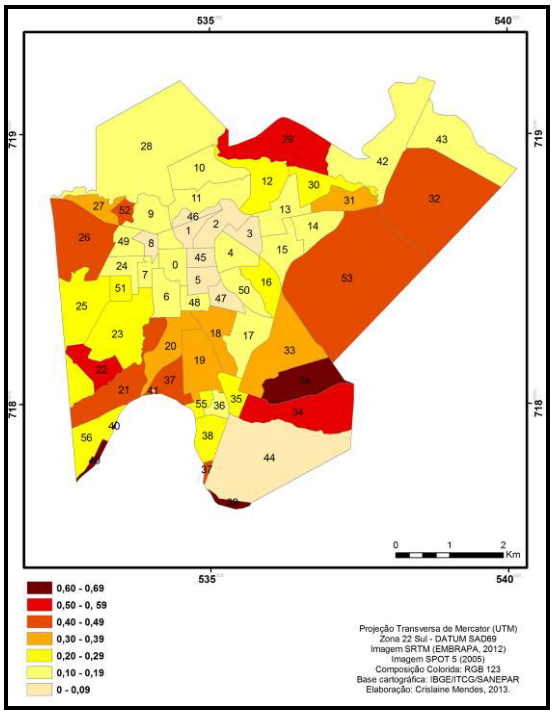


Figura 2: Irati/PR: Vulnerabilidade Infraestrutural - IVINFRA da área urbana.

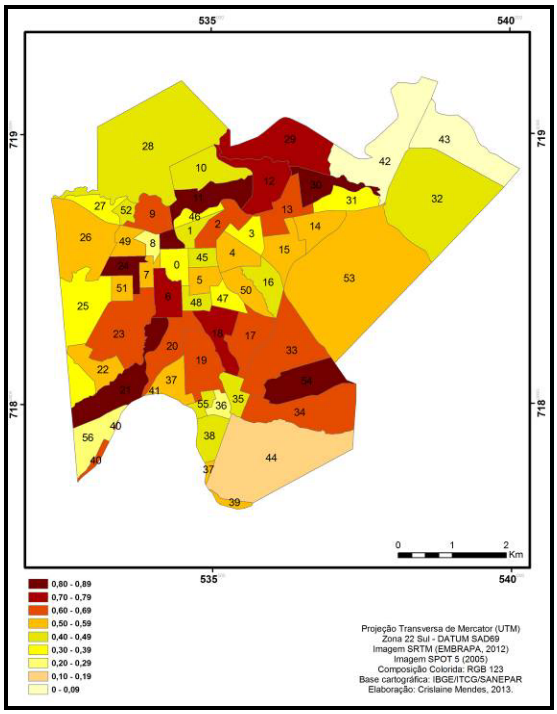


Figura 3: Irati/PR: Vulnerabilidade Social - IVSOC da área urbana.

O setor 54, na Vila Mathilde, apresentou a quarta maior vulnerabilidade social, ressalta-se que foi também o terceiro maior índice de vulnerabilidade infraestrutural. Dos cinco setores citados, com maior vulnerabilidade social, quatro estão entre os dez com os indicadores menos favoráveis de renda e estrutura etária, e todos estão entre os dez com os piores resultados em educação. Isto sugere que, entre os indicadores adotados para a mensuração da vulnerabilidade social o indicador educação foi determinante.

Na variável "Responsáveis alfabetizados (as) com 10 ou mais anos de idade em domicílios particulares", o setor 54 alcançou o valor de 383, acima da média de 224,8. Na análise, quanto maior o número alcançado na variável, maior a vulnerabilidade da área, logo esse valor elevou o índice de vulnerabilidade do setor.

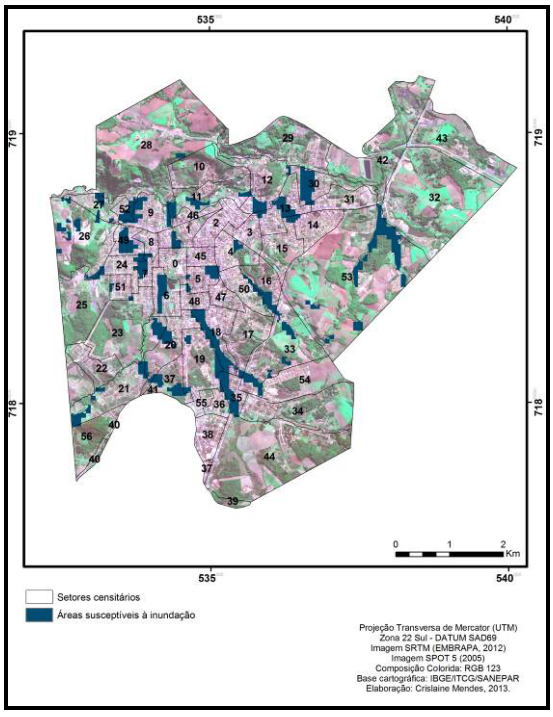


Figura 4: Áreas susceptíveis à inundação.

O setor 54 também se destaca no indicador renda com 309 pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até três salários mínimos ou sem rendimento nominal mensal, enquanto a média para esse indicador foi de 96,11 pessoas. A baixa renda é determinante para a ocupação de locais inadequados, bem como diminui a possibilidade de recuperação econômica-social após a ocorrência de eventos danosos. Os setores 42 e 43, no bairro Nhapindazal, foram aqueles que apresentaram o menor IVSOC, pois são limítrofes e situam-se na área periférica da cidade e, apesar de considerados pelo IBGE como do tipo "urbano", possuem a maior parte de seu território destinado à agricultura, com poucos domicílios.

Conclusão

As variáveis e indicadores utilizados para a avaliação da Vulnerabilidade Social e Infraestrutural se mostraram adequados à análise, retratando a realidade momentânea, nos setores estudados. O número de domicílios em cada setor influenciou no escalonamento dos índices iniciais, apresentados na Tabela 1 como Índices INFRA e Índices SOC, levando-os para baixo quando havia poucos domicílios. Contudo, após a aplicação da expressão proposta pelo PNUD, onde são ponderados os valores máximo e mínimos, as diferenças no número de domicílios foram equacionadas, obtendo-se então os índices gerais de vulnerabilidade IVInfra e IVSoc.

A hipótese de que a vulnerabilidade é maior em áreas de risco, e de que o risco é maior para pessoas em piores condições sociais, foi comprovada. As áreas com recorrência de episódios de inundação, são as que possuem piores condições sociais e de infraestrutura, e estão entre aquelas com os mais altos índices de vulnerabilidade (Figura 4). Os resultados do IVINFRA e IVSOC referem-se à totalidade do setor, logo, apontam as áreas que necessitam de estudos mais aprofundados, dada a sua vulnerabilidade. É possível, por exemplo, tomando como base os índices, identificar pontos específicos dentro de cada setor, que estão sujeitos ao processo de inundação e que devido às suas condições sociais teriam maior dificuldade de recuperação após esses episódios.

Há complexidade na definição de ações preventivas e estas exigem planejamento de curto, médio e longo prazo. O processo de ocupação dos assentamentos humanos necessita ser planejado, evitando a utilização das áreas inundáveis, para moradias irregulares. Sobretudo, é primordial que ocorram investimentos em infraestrutura de drenagem pluvial. Com esse propósito as políticas públicas não devem ser direcionadas somente à gestão do desastre, com a preocupação em remediar os prejuízos causados pelas inundações, é preciso consolidar o gerenciamento do risco, com ações de previsão e prevenção.

Referências bibliográficas

Bollman H. A., 2001: Metodologia para avaliação ambiental integrada. In: Maia N. B.; Martos H. L.; Barella W. *Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações*. EDUC/COMPED/INEP, 15-46.

Castro C.M. de, Oliveira Peixoto M. N. de, Rio, G. A. P. do., 2005: Riscos Ambientais e Geografia. Conceituações, Abordagens e Escalas. *Anuário do Instituto de Geociências*, **28**, 11-30.

Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley W.L. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quaterly*, **84**, 242-261.

Garcias C. M., 2001: Indicadores de qualidade ambiental urbana. In: Maia N. B.; Martos H. L.; Barella W. *Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações*. EDUC/COMPED/INEP, 275-291.

Leal C. T., Peixe B. C. S., 2010: Estudo dos indicadores de sustentabilidade ambiental no Paraná com recorte para os recursos hídricos utilizando o geoprocessamento. In: Peixe B.C.S. [et al.].*Formulação e Gestão de Políticas Públicas no Paraná: Reflexões, Experiências e Contribuições*. EDUNIOESTE, 677-698.

Nascimento D. M. C., Dominguez J.M.L., 2009: Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, **39**, 395-408.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011: *Base de informações do Censo Demográfico 2010. Resultados da Sinopse por setor censitário*. IBGE, 37 p.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010 : *Valores e Desenvolvimento Humano 2010*. PNUD, 318 p.

Tucci C.E.M., 2002: *Impactos da variabilidade climática e o uso do solo sobre os recursos hídricos*. Agência Nacional de Águas, 150 .

LES PERSPECTIVES D'ÉTUDES SUR LES RISQUES NATURELS DANS LA GÉOGRAPHIE BRÉSILIENNE ET FRANÇAISE

MENDONÇA F. (1), WARNAVIN L. (1)

(1) NEHPGEO – Noyau d'Études en Épistémologie et Histoire de la Pensée Géographique, Universidade Federal do Paraná, Brasil [chico@ufpr.br, larissawarnavin@gmail.com]

Résumé – *La géographie du risque, ou des études géographiques de risques environnementaux, a été consolidée dans une société qui a un besoin puissant de prendre des précautions et de comprendre la nature dans laquelle elle est installée. Compte tenu de la croissance de la population mondiale et de l'occupation consécutive de divers habitats par l'homme, ces études sont présentées comme un outil de planification territoriale, où les représentations cartographiques des risques montrent comment il est possible de gérer un territoire face à des risques environnementaux. Dans le but de connaître l'état d'avancement de la géographie et des technologies sur les risques environnementaux, cet article analyse les thèses développées par des chercheurs de la géographie dans la décennie 2003 - 2013, en France et au Brésil. L´objectif principal est de contribuer au débat sur les avancées théoriques et les représentations dans les études concernant cette thematique.*
Mots-clés: *Risques environnementaux, cartographie des risques et de la vulnérabilité, géographie socio-environnementale.*

Resumo – Perspectivas dos estudos de riscos naturais na geografia brasileira e francesa. *A geografia do risco, ou estudos geográficos dos riscos ambientais, se consolida em uma sociedade que possui a necessidade pujante de se precaver e compreender a natureza na qual está instalada. Considerando o crescimento demográfico mundial e a consequente ocupação de diversos habitats pelas sociedades humanas, tais estudos são apresentados como ferramenta para a gestão territorial. Neste aspecto as representações cartográficas do risco demonstram de que forma se pode gerir um território frente aos riscos ambientais. Considerando os avanços da geografia e das geotecnologias sobre os riscos ambientais, este artigo considera analisar teses desenvolvidas pelos pesquisadores da geografia no decênio 2003 – 2013, na França e no Brasil, promovendo um debate sobre os avanços teóricos e das representações nos estudos de riscos ambientais.*
Palavras-chave: *Riscos ambientais, cartografia do risco e vulnerabilidade, geografia socioambiental.*

Abstract – Perspectives of the studies of risks in brazilian and french geography. *The geography of risks, or geographic studies of environmental risks, consolidates in a society that has the powerful need to take precautions and understand the nature in which it is installed. Regaring the world population growth in 50 years, and the consequent occupation of diverse habitats by humans, such studies are presented as a tool for land management. Where cartographic representations of risk demonstrate how one can manage a territory against environmental risks. Considering the advances in geography and geotechnologies on environmental risks, this article considers analyze thesis developed by researchers of geography in the decade 2003 - 2013, in France and in Brazil, promoting debate on theoretical advances and the representations in studies of environmental risks.*
Keywords: *Environmental hazards, risk mapping and vulnerability, social and environmental geography.*

Introduction

Les études liées aux risques naturels développées dans la géographie ont considérablement augmenté au cours des deux dernières décennies. Ce thème est l'un de ceux qui met en évidence la perspective d'études intégrées des phénomènes géographiques, car elle implique nécessairement des facteurs aussi bien physiques que sociaux. La notion de risque, dans la perspective discutée au cours de ce texte, le conçoit comme une construction sociale.

L'analyse des risques a encouragé de nombreux géographes à développer la recherche socio-environnementale visant à promouvoir une étude qui sert à la fois le développement du champ scientifique comme un outil pour la société. Dans ce deuxième point, il convient de mentionner, par exemple, la nécessité d'alerter les organismes publics et gouvernementaux pour la survenue d'événements extrêmes, l'identification des zones vulnérables et des dangers naturels, ou comme base pour la planification territoriale. Les produits cartographiques de synthèses de ce type d'étude révèlent en outre de l'intégration entre les éléments naturels et sociaux et également l'interface entre la recherche scientifique elle-même et les bénéficiaires socio-institutionnels des localités concernées.

Au-delà de l'historicité des études de risque (où une analyse sémantique des termes risque, de danger et de vulnérabilité) jadis exercée par plusieurs auteurs, cette étude met en évidence des progrès ou continuités théorico-méthodologiques de l'utilisation de la géomatique dans les études des risques naturels contemporains. Ainsi, certains aspects sont soulignés dans le texte,

tels que: a) le chevauchement entre les paramètres naturels et sociaux dans la synthèse cartographique; b) l'élargissement des possibilités de représentation des relations société-environnement avec l'utilisation de la géotechnologie; et c) de nouvelles approches méthodologiques pour l'analyse des interactions société-nature.

Ainsi, la présente étude met en évidence les orientations théoriques et méthodologiques contemporaines de l'analyse des risques, de la vulnérabilité et de danger dans la géographie, au Brésil et en France. Pour son application, les thèses de doctorat soutenues en géographie dans les deux pays au cours de la décennie 2003-2013 ont été analysées. Il convient de souligner que les études sur les risques environnementaux sont présentes dans un nombre considérable de disciplines, mais l'approche développée ici est limitée à des œuvres produites au sein de la science géographique.

La construction théorique-méthodologique et technologique, en particulier les produits cartographiques utilisés dans ces documents constituent les sources de données utilisées dans la préparation de cette étude. La contemporanéité du sujet, en particulier face à des changements environnementaux mondiaux, les avances et les flux récents de la géographie dans le contexte international a montré une forte proximité des approches au Brésil et en France.

1. Dans le chevauchement entre les concepts de risque, de danger et de la vulnérabilité

La vision du risque dans la société moderne concerne de nombreux facteurs, y compris ceux qui suggèrent l'étude des risques environnementaux comme l'interface entre les phénomènes naturels et la vulnérabilité sociale (D'Ercole et Thouret, 1996). Les phénomènes naturels sont en général ceux d'origine géodynamique, hydrologique ou climatique qui, en fonction de la localité où ils se produisent, peuvent entraîner des dommages sensibles à des sociétés, d'où la composition d'un cadre de vulnérabilité sociale et environnementale; ainsi l'étude des risques environnementaux doit considérer l'impact des phénomènes naturels sur une société donnée où il est conçu comme une construction sociale.

Pour développer l'étude sur les risques (une caractéristique emblématique de la société contemporaine), et être reconnue comme l'un de ses éléments d'identification (Beck, 1992), il faut tenir compte de ses particularités conceptuelles. Dans la présente étude on adopte le point de vue de Dauphiné (2001), Dubois-Maury et Chaline (2002) et Veyret (2007), qui conçoivent le risque comme un produit hybride de l'interaction entre la société et la nature. Selon ces auteurs les risques se manifestent en trois types distincts quant à leur genèse: 1. Les risques naturels, dont l'élément déclencheur est relié à la nature de la planète; 2. Les risques sociaux, dont la genèse provient des processus sociaux, et; 3. Les risques technologiques qui sont issus du contexte social et essentiellement liés à la production et l'utilisation de diverses techniques et technologies impliquées dans les activités humaines.

Même en ayant un élément déclencheur qui caractérise sa genèse, un risque n'existe pas seulement comme un phénomène naturel, social ou technologique; dans son développement, et efficacement sur son aggravation, les autres éléments et facteurs sont associés à l'origine, ce qui entraîne l'intensification et l'aggravation. Son impact sur les sociétés et les groupes humains montre des impacts très différents, en particulier dans des contextes de forte inégalité économique et d'injustice sociale, aspect qui permet à l'approche de la vulnérabilité d'être intrinsèquement liée à l'approche fondée sur le risque (Mendonça, 2014).

Les risques, les dangers et les vulnérabilités sont des concepts et des idées qui sont directement associés les uns les autres, et se chevauchant fortement lorsque l'analyse des problèmes socio-environnementaux est prise en considération. L'étude de cette triade, avec la perspective de sa caractérisation, du diagnostic et du suivi, constitue un des aspects

importants de la formation des actions de la prévention des risques. Au niveau de la connaissance des risques et des vulnérabilités associées et l'utilisation de celui-ci dans la composition des politiques publiques pour prévenir des impacts, les différences son très importantes lorsque l'on compare la réalité des pays comme la France et le Brésil. Cependant, des études menées dans le cadre de la géographie dans les deux pays présentent des similitudes et des différences, aspects que ce texte met en évidence à partir de l'analyse de thèses doctorales soutenues em géographie dans les deux pays.

2. L'analyse des notions de risque, de la vulnérabilité et de danger et leurs différentes représentations

L'élaboration de cette section est basée sur l'analyse des thèses qui ont pour sujet principal l'analyse des risques, à des discussions concernant des concepts de risque et de la vulnérabilité, à l'interaction des phénomènes physiques et sociaux et aux représentations et solutions cartographiques présentées.

Les thèses ont été sélectionnées au cours de la décennie 2003-2013, au Brésil et en France, au moyen des bases de données des thèses disponibles sur Internet. Les thèses ont été séparées en groupes, compte tenu de la nature des risques: les inondations et torrents; les tempêtes; la géographie de la santé et des épidémies; les risques écologiques; les mouvements et les glissements de terrain; la contamination des eaux souterraines; la géographie du tourisme; et les tsunamis. De ces groupes on a choisi quelques exemples de représentations de risques selon l'approche de la géographie.

Au Brésil, les thèses qui traitent des aspects de risques d'inondation dans les rivières urbaines sont assez récurrentes, principalement en raison de l'association entre les précipitations concentrées, la morphologie du terrain et les formes d'occupation de l'espace urbain. La thèse de Oliveira (2011), par exemple, illustre l'approche de ce problème en mettant l'accent sur la visualisation géographique des inondations dans les zones urbaines. Bien que l'auteur utilise une représentation cartographique montrant une carte du risque, ce terme n'est pas discuté par l'auteur. Les représentations cartographiques sont présentées à partir du logiciel floodmapper.

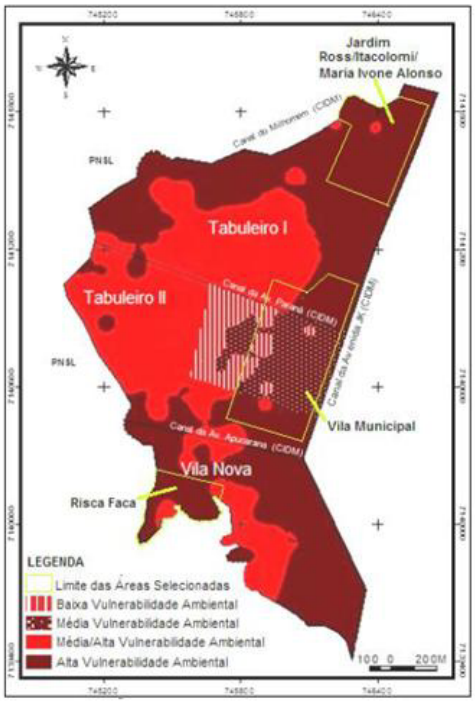


Figure 1: L'emplacement et catégories de vulnérabilité environnementale des zones étendues (Matinhos / PR - Brésil). Org 2009:. Felipe Vanhoni / Claudio Jésus de Oliveira Esteves. Extrait de Esteves (2011).

Dans la thèse d'Esteves (2011), un autre exemple, l'analyse des vulnérabilités associées aux risques prend en compte des facteurs qualitatifs et quantitatifs, en plus des données cartographiques; avec cette approche l'auteur reconnaît son étude comme une géographie socio-environnementale. Considérant cela comme «l'intégration des activités humaines et l'environnement physique naturel" (Esteves, 2011), et la représentation spatiale finale, l'étude montre les différentes étapes de la vulnérabilité aux inondations dans la ville côtière du Paraná, résultant de l'interaction entre les processus naturels et les sociaux (Figure 1).

Parmi les études en France, nous soulignons la thèse de Thénard (2009) qui traite des torrents et de la torrentialité dans la vallée de la Guisane. En plus de débattre sur les concepts

de danger, de risque et de la vulnérabilité, l'auteur utilise également une alternative de cartographie multi-échelle, compte tenu de variables telles que des ouvrages de correction, les actifs et les passifs, l'expropriation et l'acquisition de zones non soumises à la construction, la végétation, la nature du danger, et la densité démographique, montrant une perspective de la complexité qui implique la notion de risque. La représentation cartographique des données recueillies apporte des innovations parce que l'auteur présente des éléments de cartes d'études entrecoupées de schémas et de photos. (Figure 2).

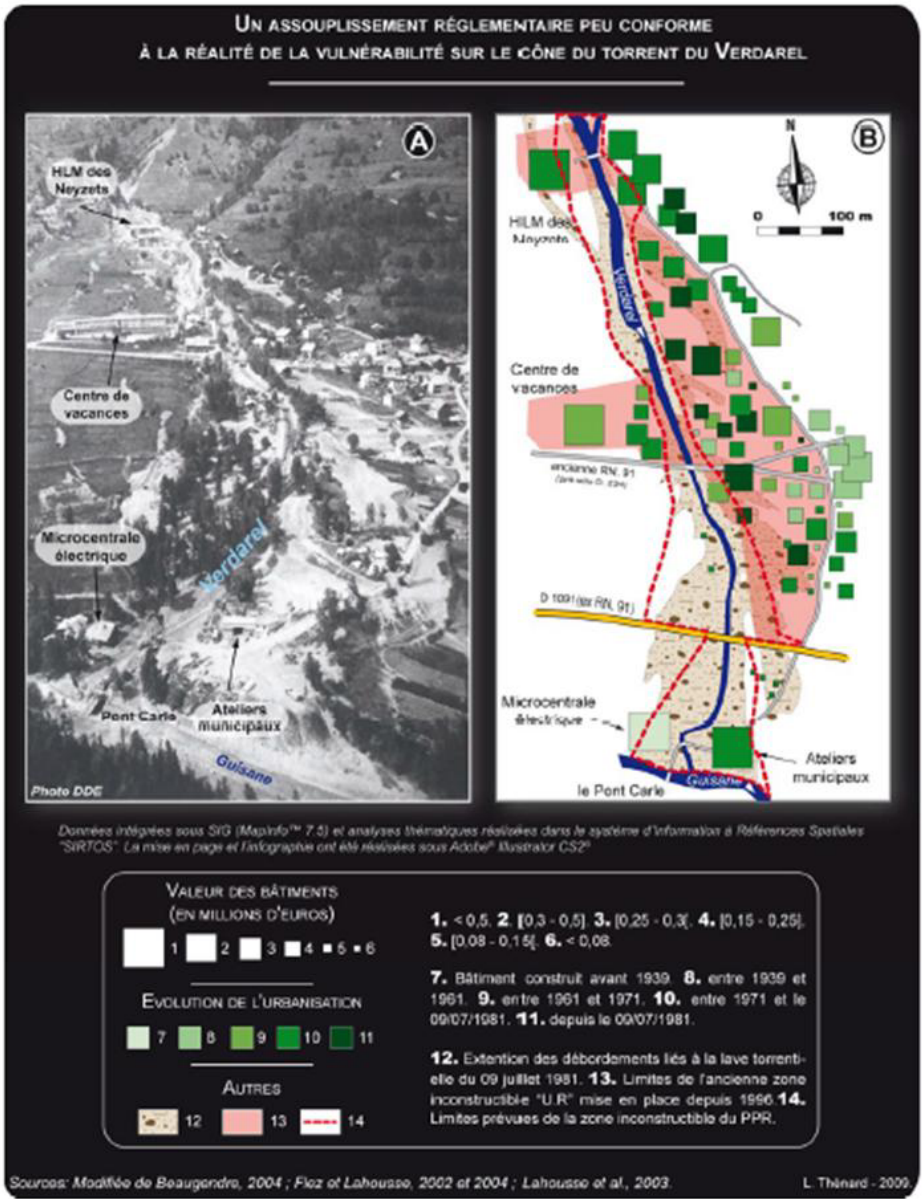


Figure 2: L'évaluation à réglementer en fonction de la réalité de la vulnérabilité du Cône Verdarel. Extrait de Thénard (2009).

Coelho (2011), dans une autre thèse brésilienne, propose la cartographie des secteurs de risque dans la ville de Belo Horizonte - Brésil, pour les tempêtes. Pour l'auteur, les tempêtes qui ont frappé la région sont devenues l'un des principaux phénomènes géoenvironnementaux liés aux catastrophes naturelles. Ainsi, les études du risque sont conditionnées par la variable de l'occupation humaine, bien illustré par l'auteur quand il dit: "En plus de l'intensité des phénomènes naturels, le processus accéléré de l'urbanisation observée ces dernières années (...), a conduit à la croissance des villes, surtout dans les zones impropres à l'occupation,

supplantant la capacité d'utilisation des terres et l'augmentation du danger et du risque de catastrophes impliquant des êtres humains".

Les représentations cartographiques du risque considèrent la dynamique des tempêtes qui se sont produites dans la ville de Belo Horizonte, où l'auteur traite une série de données météorologiques et topographiques. Cependant, malgré l'utilisation de l'argument sur le risque des tempêtes pour la population, l'auteur ne rend pas suffisamment compte de l'interface physique et humain du fait de l'absence de toute carte de la densité de population des zones les plus touchées par les tempêtes dans cette ville. L'objectif central a été réalisé en observant les trajectoires des tempêtes, comme en témoigne la représentation cartographique, parce que l'auteur présente une carte de la direction des tempêtes par quadrant (Figure 3).

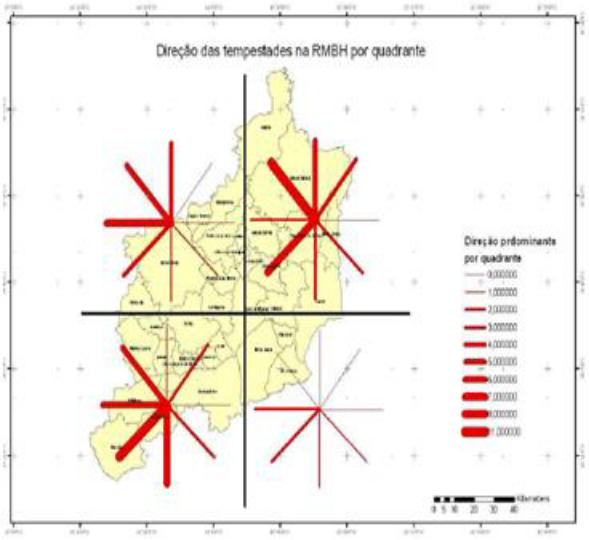


Figure 3: direction prédominante des tempêtes par quadrant de la Région Métropolitaine de Belo Horizonte - Brésil. Extrait de Coelho (2011).

Une autre thèse brésilienne - Mogollon (2012) - conçoit “En termes de risque écologique, par définition, il est au croisement entre la sensibilité écologique (sensibilité à des phénomènes naturels), et l'ampleur potentielle des effets liés à l'utilisation du sol" (Mogollon. 2012). L'auteur poursuit en affirmant que le risque écologique est traditionnellement considéré comme une évaluation environnementale de la région du point de vue verbal-argumentatif (Farias, 1996; Salas, 2002), c'est à dire qu'il cherche à expliquer le raisonnement juridique, politique et technicien, qui a conduit au résultat. Dans cette étude, le risque est discuté selon l'élaboration d'une carte des sensibilités à l'apparition d'un mouvement de masse.

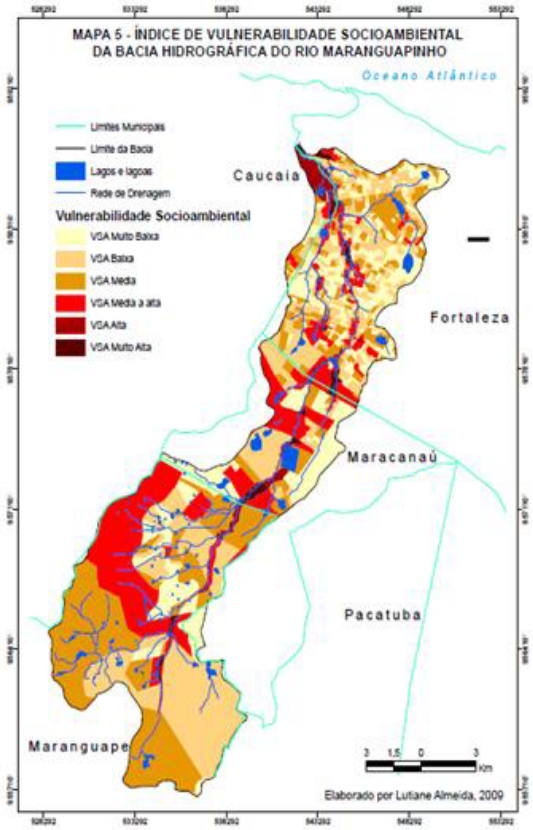


Figure 4: la vulnérabilité socio-environnementale du bassin Maranguapinho. Extrait de Almeida (2010).

La carte de synthèse révèle des aspects relatifs à la fois au cadre naturel et social impliqués dans l'étude, ce qui démontre l'utilisation d'une cartographie détaillée et approfondie.

Almeida (2010), dans une autre thèse, met en évidence les notions de danger et de risque, qui montre que le danger est l'une des composantes du risque, et dans de nombreuses études ces concepts sont placés dans la même perspective. Pourtant, il diffère des concepts de catastrophe et d'accident en raison de l'échelle utilisée et, enfin, il considère le concept de vulnérabilité. Tous les concepts prennent en compte la relation entre les phénomènes naturels et les dommages, à partir de laquelle on peut observer que l'étude est basée sur la dimension naturelle du phénomène. La carte de synthèse résulte de la participation de divers facteurs et des méthodes de l'analyse; l'une des techniques utilisées est celle de la superposition cartographique, et à la fin du travail l'auteur montre qu’il conçoit la vulnérabilité comme étant éminemment socio-environnementale. (Figure 4).

La thèse de Mellas (2012), soutenue en France, revient sur les risques de tsunamis sur la côte marocaine et conçoit que le risque est le produit de la vulnérabilité. L'auteur souligne qu'il existe une variété de facteurs entourant les questions de la dynamique de la croûte de la Terre, où il cherche une relation multi-échelle avec des facteurs sociaux de l'occupation humaine de la côte atlantique marocaine; il en conclut que les tsunamis provoquent un risque imminent pour les habitants de ce territoire.

Quant aux ressources cartographiques utilisées, nous soulignons les cartes de diagnostic elaborées à la main et montrant les zones de vulnérabilité d'une manière assez précise. Au-delà des représentations cartographiques plus généralement appliquées aux études des vulnérabilités, l'auteur utilise les informations sur les différents types de matériaux utilisés dans la construction de la zone en question, afin d'effectuer une analyse de la vulnérabilité à travers une liste des différentes catégories de bâtiments, précédemment établie à partir du modèle de Leone et al, cité par Mellas (2012) sur le tsunami en Indonésie en 2004.

L'auteur examine également les variations horaires et saisonnières de l'utilisation des terres, en particulier le déplacement des résidents dans les zones urbaines, des cartes de densité humaine qui varient en fonction de l'heure du jour et des périodes avec plus ou moins d'affluence liée à l'activité touristique. Enfin, il propose un plan d'évacuation en cas de risque de tsunami, ce qui corrobore l'argument précédent sur l'importance des études de vulnérabilité comme étant principalement une étude d'utilité publique.

Réflexions finales

Dans l'ensemble, l'étude a permis de constater que, au Brésil, dont la population est différente de la réalité du contexte français, il y a plus d'études sur le territoire brésilien lui-même, tandis que les thèses en France couvrent des cadres de risques environnementaux de régions en dehors du territoire français.

Les différents sujets abordés dans les études de risques environnementaux dans les deux pays montrent une pluralité considérable des intérêts, qui peuvent être décrits ainsi: les risques liés aux problèmes de santé humaine en raison de certains contextes environnementaux (les épidémies, les flux de personnes, etc.), les perspectives méthodologiques et techniques pour l'étude des risques environnementaux centrés sur leur dimension spatiale, la survenue d'inondations, de mouvements de terrain / glissements de terrain, de séismes, de tsunamis, etc.; ces derniers montrent une plus grande attention par les œuvres produites en France, tandis que les premiers sont prédominantes dans les études réalisées au Brésil.

Le concept de risque apparaît surtout lié à la notion de vulnérabilité, où on peut voir que le risque est un élément clé pour la compréhension et l'analyse des vulnérabilités socio-environnementales; ils forment un couple inséparable dans la résolution des problèmes environnementaux. La motivation des études relatives aux risques, les dangers et la vulnérabilité sont étroitement liés à des phénomènes spatiaux qui considèrent l'interaction société-nature.

Sur l'approche spatiale des thèses analysées les solutions cartographiques ont montré une tendance croissante et de qualité en ce qui concerne la représentation et la dynamique des phénomènes naturels et humains, en utilisant de nouvelles formes d'acquisition de données de terrain et par satellite. L'emploi des ressources cartographiques cherche à intégrer les conditions de l'espace-temps avec la présentation des diagrammes et des solutions graphiques, qui permettent d'élaborer des stratégies de planification visant à minimiser l'impact de certains types de phénomènes naturels dans la vie quotidienne des sociétés. Il est aussi possible de mettre en évidence l'importance du rôle et du progrès de la géomatique pour la compréhension des phénomènes géographiques et leur représentation ultérieure.

D'un point de vue social, on peut observer que les questions relatives au développement économique des sites utilisés pour les études montrent que les sociétés économiquement défavorisées sont les plus vulnérables, en dehors d'une perspective qui vise à déterminer les risques et les vulnérabilités comme étant plus ou moins impactant en fonction de facteurs sociaux. Ces études amènent à tenir compte de la nécessité de rechercher des solutions puissantes qui traitent toutes les classes sociales sensibles aux événements extrêmes d'ordre naturel.

Ainsi, il est inévitable de penser à la nécessité de revenir sur l'idée d'adapter la société à l'environnement physique, visant à améliorer la qualité de vie de la population, sans interférence majeure à la dynamique terrestre. Il semble que de nos jours, il devient urgent d'appliquer les études présentées pour la planification et l'aménagement du territoire. Pendant ce temps, on doit considérer que le développement inégal au sein et entre les pays, est basée sur la non-utilisation des connaissances scientifiques dans la préparation de la société à faire face aux impacts des risques environnementaux.

La comparaison entre l'approche des études de risques et des vulnérabilités aux événements naturels développées en France et au Brésil présente des similitudes considérables. Les sujets d'intérêt sont assez proches, les caractéristiques et les approches théoriques et méthodologiques sont aussi très proches et complémentaires. Les petites différences portent principalement sur certains thèmes présents plus dans un contexte que dans un autre, ce qui explique pourquoi le processus d'acquisition des données spatiales des phénomènes et leur représentations présentent des techniques différentes.

Références

Almeida L. Q., 2010: *Vulnerabilidades socioamebientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranquapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará.* Universidade Estadual Paulista - Rio Claro, 278p.

Beck Ulrich, 1992: *Risk Society: Towards a new modernity.* Sage, 272p.

Coelho C. W. G. ., 2011: *Tempestades severas na Região Metropolitana de Belo Horizonte: estudos de Storm Track em escala regional.* Universidade Federal de Minas Gerais, 150p.

Dauphiné A., 2001: *Risques et catastrophes*. Armand Colin, 288p.

D'ercole R., Thouret J. C., 1996: Vulnérabilité aux risques naturelles en milieu urbain: effets, facteurs et réponses sociales. *Cahiers des Sciences Humaines*, **32**, **2**, 407-422.

Dubois- Maury, Jocelyne et Chaline C. , 2002: *Les risques urbains.* Armand Colin, 208p.

Esteves C. J. de O., 2011: *Vulnerabilidade socioambiental na área de ocupação contínua do litoral do Paraná – Brasil.* Universidade Federal do Paraná, 353p.

Mellas S., 2012: *Evaluation du risque tsunamique sur littoral atlantique marocain.* Université Paul Valéry – Montpellier 3, 264p.

Mendonça F., 2014: Resiliência urbana: Concepções e desafios em face das mudanças climáticas globais. In: Furtado, Fátima et al. *Resiliência de cidades.* Universidade Federal de Pernambuco, 214p.

Mogollón J. E. de J. B., 2012. *Avaliação da sustentabilidade ambiental dos fragmentos de maciços florestais da planície costeira e baixa encosta do município de Bertioga (SP)*. Universidade de São Paulo, 245p.

Ooliveira P. A., 2011: *Geovisualização de inundação em área urbana, utilizando métodos da análise espacial: o caso da regional oeste de Belo Horizonte, Brasil. Pontifícia* Universidade Católica de Minas Gerais, 221p.

Thénard L., 2009: *Torrents et torrentialité dans la Vallée de la Guisane. Contribution d'une étude géographique à la gestion durable du risque torrentiel à Serre-Chavalier.* Université de Lille 1, 550p.

Veyret Y. (Org.), 2007: *Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Contexto, 320p.

CONSTITUTION ET ANALYSE CRITIQUE D'UNE BASE DE DONNEES SPATIALE POUR L'ETUDE DES SAISONS DES PLUIES DANS LE BASSIN AMAZONIEN.

MICHOT V. (1), DUBREUIL V. (1), RONCHAIL J. (2), LÚCIO P.S. (3)

(1) LETG-Rennes-COSTEL, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, veronique.michot@uhb.fr, vincent.dubreuil@uhb.fr

(2) Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Case courrier 7001, 75205 Paris Cedex 13, France et Laboratoire d'Océanographie et du Climat (LOCEAN) - Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)- Université Pierre et Marie Curie josyane.ronchail@locean-ipsl.upmc.fr

(3) *Université Fédérale du Rio Grande do Norte, Département de Physique Théorique et Expérimentale, Natal, Brésil, pslucio@ccet.ufrn.br*

Résumé*-Ce travail présente les premières étapes du contrôle de qualité des précipitations quotidiennes dans le bassin amazonien en vue de constituer une base de données (BDD) robuste à partir de laquelle pourront être mises en œuvre des méthodes d'analyse des paramètres de la saison des pluies dans cette région. La base de données constituée ne peut pas être considérée comme totalement fiable et utilisable en l'état compte tenu, entre autre, de lacunes et de valeurs nulles trop répétitives. Malgré la faible densité du réseau de pluviomètres et leur répartition inégale, la distribution spatiale et temporelle des lacunes de chaque série a permis d'estimer qu'il sera possible de reconstituer les séries grâce à leur proche voisine géographique et mathématique.*
Mots clés : *saison des pluies, variabilité, quotidien, bassin amazonien*

Resumo- Constituição e análise crítica de um banco de dados para o estudo das estações chuvosas na bacia amazônica. *O presente trabalho apresenta as etapas relevantes do controle de qualidade das precipitações diárias na bacia amazônica a fim de constituir um banco de dados (BDD) robusto a partir das quais se poderão aplicar métodos de análise dos parâmetros dos períodos chuvosos na região. O banco de dados não pode ser considerada confiável e operacional por causa de lacunas e valores nulos muito repetitivos. Apesar da densidade da rede e da distribuição dos pluviômetros, a distribuição espaciotemporal das lacunas de cada série mostrou que será possível reconstitui-las a partir das estações mais próximas geograficamente e matematicamente.*
Palavras chaves : *estação chuvosa, variabilidade, precipitação diária , bacia amazônica*

Abstract- Building, review and critique of a database for rainy season analysis in Amazon basin*. This paper presents the more relevant steps of quality control for daily precipitation in the Amazon Basin to constitute a robust database (BDD) that will be used to analyze the rainy season structure. The database had to be considered as unreliable and cannot be useable in its current state because of gaps and too frequent zero values. Despite the low density of the rain gauges network and its geographical distribution, the spatial and temporal distribution of gaps in each time-series suggests that it will be possible to restore data using neighboring raingauges (spatially and mathematically).*
Keywords : *rainy season, variability, daily rainfall, Amazon basin*

Introduction

Dans la zone intertropicale, les précipitations sont le principal marqueur climatique saisonnier et déterminent très largement l'hydrologie de surface et de nombreuses activités anthropiques comme l'agriculture. En Amazonie, ces précipitations sont très variables, spatialement et d'une année à l'autre (Marengo et al., 2001). Si leur mode de répartition commence à être connu, le rythme intra-saisonnier reste mal appréhendé. De nombreux travaux étudient la variabilité pluviométrique interannuelle en termes de volume précipité (Espinoza, 2009 ; Liebmann et Marengo 2001 ; Marengo et al., 2010). Cependant, à l'échelle saisonnière, les dates de début et de fin de saison des pluies, la répartition intra-saisonnière des précipitations, jouent un rôle au moins aussi important dans l'élaboration des calendriers agricoles (Sivakumar, 1988 ; Boyard-Micheau, 2013).

Pour étudier ces paramètres de la saison des pluies il est nécessaire de travailler à un pas de temps quotidien. A ce pas de temps, le contrôle de la qualité des données est un véritable enjeu qui sera discuté dans ce papier. La constitution de cette base de données (BDD) s'inscrit donc dans le cadre d'une étude approfondie de la variabilité spatio-temporelle du déroulement et de l'intensité de la saison des pluies de l'ensemble du bassin amazonien de 1981 à 2013.

1. Site d'étude, sources des données et première sélection

1.1. Site d'étude et sources de données

Le bassin amazonien s'étend sur six pays : le Brésil, le Venezuela, l'Équateur, la Colombie, le Pérou et la Bolivie. Dans le cadre de ce travail les données concernant le Brésil sont fournies par l'Agence nationale de l'eau (ANA), téléchargeables sur la plateforme hidroweb, et par l'Institut Nacional de météorologie (INMET), téléchargeable sur le site même de l'institut. Les données équatoriennes proviennent de l'Institut national de météorologie et d'hydrologie (INHAMI), celles de la Colombie de l'Institut d'hydrologie, météorologie et études environnementales (IDEAM). Au Pérou et en Bolivie les données sont gérées par le Service national d'hydrologie et de météorologie (SENHAMI). Depuis 2003 l'Observatoire de recherche en environnement HYBAM (Contrôles géodynamique, hydrologique et biogéochimique de l'érosion/altération et des transferts de matière dans le bassin de l'Amazone) rassemble les données de l'ANA, de l'INHAMI et du SENHAMI afin d'en faciliter l'accès aux scientifiques via le logiciel Hydraccess. Aucune donnée au pas de temps souhaité n'a pu être recueillie pour le Venezuela qui a donc été écarté de l'étude.

1.2. Sélection des stations pluviométriques

L'étude proposée de la saison des pluies ne peut être envisagée qu'à partir de données quotidiennes. Les données au sol sont très souvent utilisées car elles sont généralement assez longues, par rapport aux données satellitaires, pour étudier à la fois la variabilité et la tendance des précipitations.

Dans les régions tropicales les pluies sont principalement convectives, ce qui entraine une variabilité spatiale et temporelle très forte. Il est alors en théorie important de disposer d'un réseau suffisamment dense et homogène de stations. L'organisation météorologique mondiale recommande au minimum une station pour 25000km², et si possible 10 stations, avec une répartition homogène. Or, la distribution spatiale de celles-ci est loin d'être dense et uniforme dans le bassin amazonien (Ronchail et al, 2002). Dès lors, la pré-sélection des stations a veillé à ne pas écarter immédiatement trop de séries pluviométriques. Les séries doivent comporter au moins trois décennies, ce qui contraint à conserver les stations dont les mesures commencent entre 1981 et 1983 et vont au moins jusqu'en 2009. Ces bornes temporelles sont celles comprenant le plus de mesures, suffisamment longues et simultanées sur l'ensemble du bassin. Il n'a pas été possible pour l'instant, de disposer de données postérieures à 2009 pour la Colombie et l'Équateur.

Dans un deuxième temps, parmi ces stations, seules celles comportant moins de 20% de données manquantes (NA : pour Not Available) ont été conservées. La figure 2 expose la répartition spatiale des 346 pluviomètres constituant désormais la base de données. Leur répartition est relativement hétérogène avec des concentrations le long du fleuve Amazone, à l'embouchure du Tocantins et sur les contreforts andins. A l'inverse, des étendues comme la réserve indienne du Xingu au sud-est de la région sont marquées par un vide d'observation. Ces structures matérialisent amplement l'occupation et la circulation des populations humaines à travers le bassin.

Ces données ne peuvent toutefois pas être utilisées en l'état. En effet, ce type de mesures est très souvent affecté par des lacunes et nécessite d'être contrôlé.

2. Contrôle de la qualité des séries pluviométriques

La qualité des enregistrements peut varier du fait de problèmes matériels dans la station, de l'absence de mesures durant de longues périodes, etc. Disposer de métadonnées peut s'avérer

très utile pour mieux estimer la part de lacunes, connaître les éventuels biais de la série et leur origine. Une tendance ou une rupture dans la série peuvent en effet parfois avoir pour origine un biais instrumental n'ayant rien à voir avec un signal climatique, ce biais doit être pris en compte dans les traitements et l'analyse des données. De telles métadonnées ne sont malheureusement pas disponibles pour cette BDD et il s'avère donc nécessaire d'évaluer la qualité des séries et d'en estimer la fiabilité.

Plusieurs types de problèmes et d'erreurs peuvent exister au sein d'une BDD. Il s'agit des valeurs manquantes, des valeurs accumulées à la suite d'une absence d'enregistrement, de valeurs extrêmes, de coordonnées spatiales erronées, de l'heure d'enregistrement différent entre sources de données, de valeurs multiples pour une même coordonnée (Liebmann and Allured, 2005). Cet article s'attarde particulièrement sur les trois premiers points car ils s'avèrent être les plus récurrents et représentent des enjeux majeurs de corrections des données. La figure 1 présente succinctement les étapes du contrôle qualité qui seront réalisées.

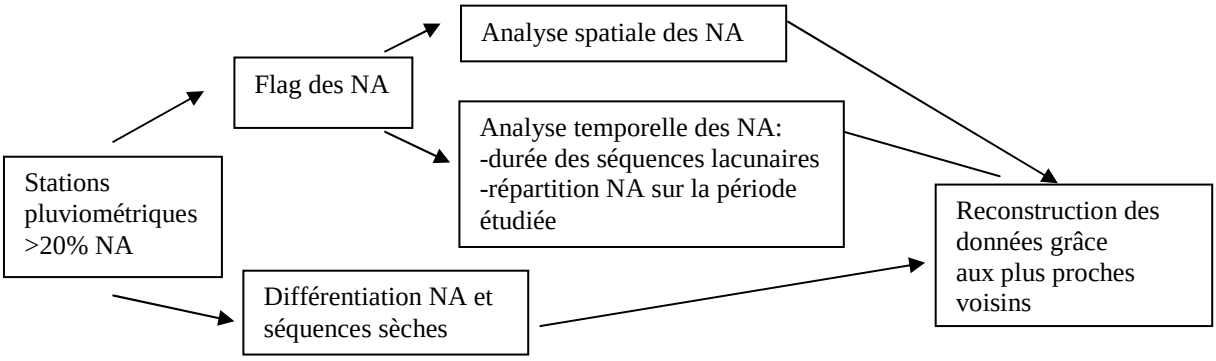


Figure 1 : diagramme du contrôle de qualité de la BDD. NA (not available) représente les données manquantes

2.1. Données manquantes.

2.1.1. Données manquantes « apparentes »

Le problème le plus récurrent dans les BDD est celui des valeurs manquantes (Liebmann et Allured, 2005). Deux cas se présentent. Le premier est relativement simple à identifier, puisque la lacune est repérable par une absence de valeur à la date concernée, ou est remplacée par le sigle NA ou bien la valeur -999, en général. Il est important dans un premier temps de pouvoir comptabiliser le pourcentage de ces valeurs manquantes sur l'ensemble de la série. Mais pour correctement reconstruire les données il est ensuite nécessaire d'apprécier la répartition spatiale et temporelle de celles-ci. En effet, le biais introduit dans la série n'est pas le même lorsque les données sont reconstruites en début ou fin de série par rapport à des valeurs plus centrales. Le risque peut par exemple être de modifier une tendance en l'atténuant ou bien en l'accentuant car les débuts et fins de séries orientent fortement les tendances. La durée de ces périodes est également importante.

a)Analyse spatiale des données manquantes.

La figure 2 montre que seulement 5 stations (Alao, Auamachuco, et Querocotillo au Pérou, Boca do Guariba et Carvoeiro au Brésil) ne présentent aucune valeur manquante durant la période 1981-2013. Les autres classes de valeurs manquantes se répartissent globalement de façon assez homogène dans l'espace, ce qui permet d'avoir à proximité des stations très lacunaires et d'autres qui le sont moins. Quelques groupes de stations comme par exemple au nord-est de la région sont souvent bien renseignées, sans doute en raison des préoccupations de la FUNCEME (et avant elle la SUDENE) vis à vis des sécheresses dramatiques pouvant se produire dans ce secteur du Nordeste brésilien. Peu de stations sont réellement isolées, celles-ci se trouvent généralement en lisière de la région d'étude.

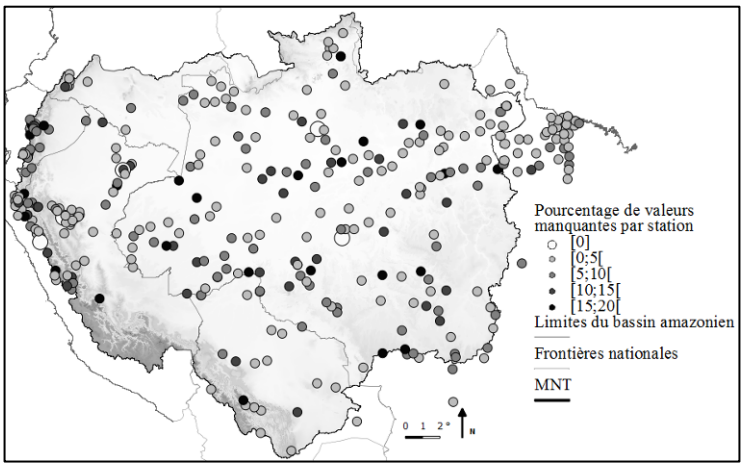


Figure 2 : pluviomètres constituant la base de données et pourcentage de valeurs manquantes par station de 1981 à 2013. Source : V. Michot ; MNT : GTOPO30 DEM (USGS) et ORE-Hybam

b) analyse temporelle des données manquantes

La répartition temporelle des données manquantes peut être analysée de deux façons : la durée des séquences lacunaires; la répartition des valeurs manquantes durant la période étudiée. Nous avons calculé des séquences de jours consécutifs manquants, répartis en six classes (figure 3). Parmi les jours manquants observés, plus de 50% appartiennent à des séquences de 1 à 5 jours il manque donc plus fréquemment quelques jours plutôt que quelques mois ou années.

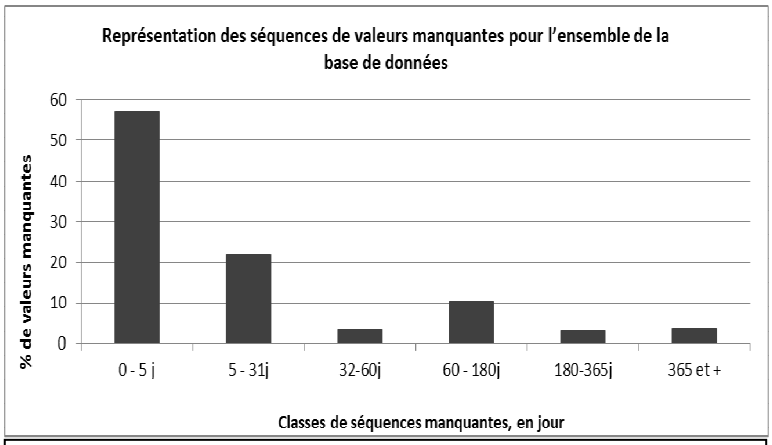


Figure 3 : Jours consécutifs manquants au sein de la base de données

Seule exception, la classe 60-180 jours est particulièrement représentée; cependant une analyse mensuelle des NA ne met pas en évidence des mois moins bien renseignés que d'autres, à l'occasion par exemple des congés des observateurs.

La même approche réalisée pays par pays montre une répartition légèrement différente de ces classes. Si le Brésil, l'Équateur, la Colombie, et la Bolivie possèdent dans l'ensemble une fréquence plus élevée des séquences lacunaires courtes, le Pérou se différencie avec l'ensemble des classes représentées de façon plus homogène. Les séries de ce pays sont donc plus fréquemment sujettes à des séquences de valeurs manquantes plus longues, notamment plus d'une année consécutive.

La connaissance des classes de séquences manquantes permet de mieux prendre celles-ci en compte dans la méthode ou l'approche employée ultérieurement pour la reconstruction des données. Il est en effet plus aisé de remplacer une journée ou quelques jours consécutifs plutôt qu'un ou plusieurs mois voire une séquence lacunaire de plus d'une année. De plus, cette étude focalise sur la saison des pluies ; en conséquence, si, pour cette période, pour la station concernée, s'observent des valeurs manquantes de quelques jours voire semaines il peut être envisagé de reconstruire les données. Si la durée de la séquence dépasse deux mois, se pose la question de l'intérêt de conserver cette année pluviométrique dans la série, donc dans l'analyse postérieure.

La description temporelle doit aussi se faire sur l'étendue de la série. C'est-à-dire en observant le pourcentage de données absentes pour chaque année (figure 4). Une organisation peut s'en dégager et souvent être le reflet de désordres économiques ou politiques d'échelle nationale durant une période précise. La figure 4 illustre que les valeurs de certaines années sont plus ou moins voire totalement manquantes pour un grand nombre de stations, par pays. En Équateur, presque l'ensemble des stations enregistre 100% de données manquantes pour l'année 2003. Le début de la décennie 1980 au Pérou est fortement lacunaire ; c'est à cette période que le plus important pourcentage de « NA » est enregistré, donc au début de la série. Au Brésil, les « NA » sont mieux répartis sur l'étendue des séries, avec une concentration un peu plus importante au début de la décennie 1990, période mouvementée politiquement et économiquement pour le pays. En Bolivie, il ne semble pas apparaître de schéma similaire, la distribution des « NA » étant beaucoup plus variable d'une station à une autre. La Colombie est le pays dont le jeu de données semble le plus complet avec peu de stations enregistrant de nombreux manques ; cependant le nombre de stations y est moins important que dans les autres pays.

Une analyse cartographique de l'évolution des données manquantes (figure 5) laisse supposer que la correction de la BDD dans les régions andines, pour la première décennie, (figure 6a) pourrait être plus complexe car de nombreuses stations voisines possèdent de forts pourcentages de NA. La situation s'améliore pendant les deux décennies suivantes (figure 6b et 6c) et la répartition entre fort et faible pourcentage de NA est assez homogène ; donc une reconstruction des données manquantes par les proches stations voisines apparaît réalisable.

A ce stade, la qualité des enregistrements n'est pas encore assurée. En effet la valeur « 0mm » a pu être attribuée abusivement à des journées dont les pluies n'ont pas été mesurées. Il pourrait donc exister des NA « cachés » par de fausses valeurs.

2.1.2. Différenciation des séquences lacunaires et sèches

Durant la saison des pluies, il peut se produire une interruption des précipitations, ces événements sont qualifiés de séquences sèches. Différentes définitions existent dans la littérature. Les séquences sèches peuvent être considérées comme telles lorsque les précipitations sont très faibles ou inexistantes. Nous nous intéressons ici aux séquences enregistrées à 0mm de précipitations quotidiennes durant plusieurs jours. Ces enregistrements peuvent en effet s'avérer erronés et ne pas correspondre à de vraies séquences sèches. L'enregistrement de ces valeurs peut alors être le fait d'un disfonctionnement de l'appareil, de valeurs manquantes remplacées arbitrairement par 0, de mauvais reports de valeurs.

Ces données ne doivent pas être conservées car elles constituent un biais dans l'analyse de la BDD. Elles sont toutefois particulièrement difficiles à détecter. En effet, il est complexe de déterminer si de telles plages de valeurs sont aberrantes. Etablir à partir de combien de jours il n'est plus possible qu'une plage de valeur à 0 corresponde à une séquence sèche reste délicat. Il s'agit donc d'observer comment se répartissent ces enregistrements dans la BDD. Des classes de 1 à 180 jours consécutifs à 0 ont été calculées sur les saisons des pluies de chaque station. De façon logique les séquences courtes sont les plus représentées, il peut en effet régulièrement se produire quelques jours sans pluie.

En revanche, toutes les classes plus longues sont peu représentées et aucune rupture nette n'est repérable dans le l'histogramme de fréquence. Il ne permet donc pas de fixer un seuil à partir duquel une séquence à 0 n'est probablement pas une interruption des pluies mais bien une erreur.

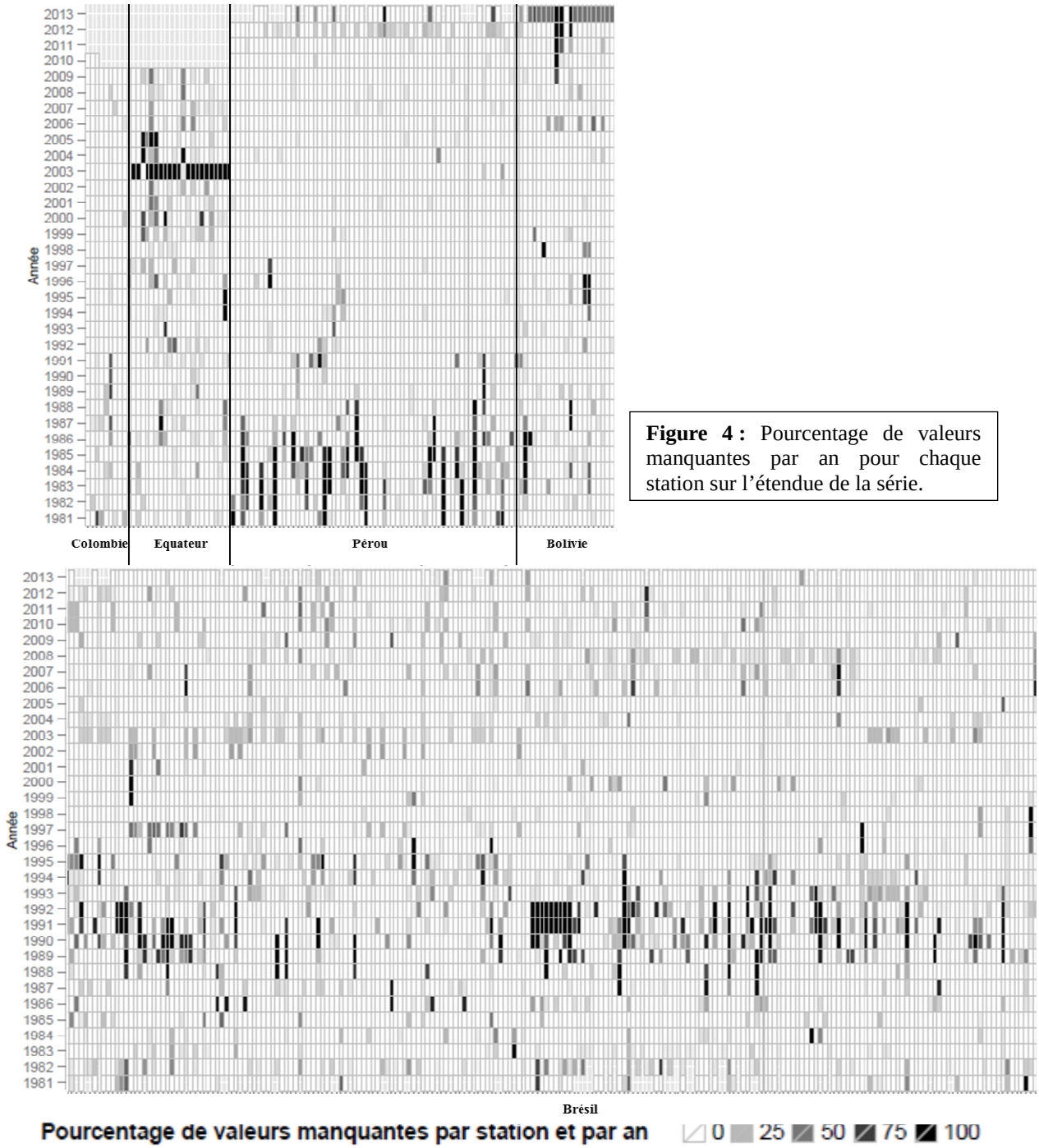


Figure 4 : Pourcentage de valeurs manquantes par an pour chaque station sur l'étendue de la série.

Il a donc été décidé de fixer à 10 jours le seuil à partir duquel une séquence enregistrée à 0 devient suspecte. Ce seuil, arbitraire car la durée moyenne d'une séquence sèche peut varier à travers le bassin, est déjà employé dans d'autres études portant sur la discrimination spatio-temporelle des séquences sèches au Brésil (Pertussati, 2013). En outre, les classes très longues sont peu représentées ce qui est un point positif pour la qualité des séries ; on peut s'attendre à ne pas avoir trop de « fausses » séquences sèches.

Ultérieurement, afin d'être validées ou invalidées, les séquences sèches d'une station seront comparées à celles des stations considérées comme proches spatialement et mathématiquement. La méthode de comparaison avec le voisinage sera également employée pour remplacer les données si des séquences s'avèrent fausses, ainsi que pour reconstruire les

données manquantes.

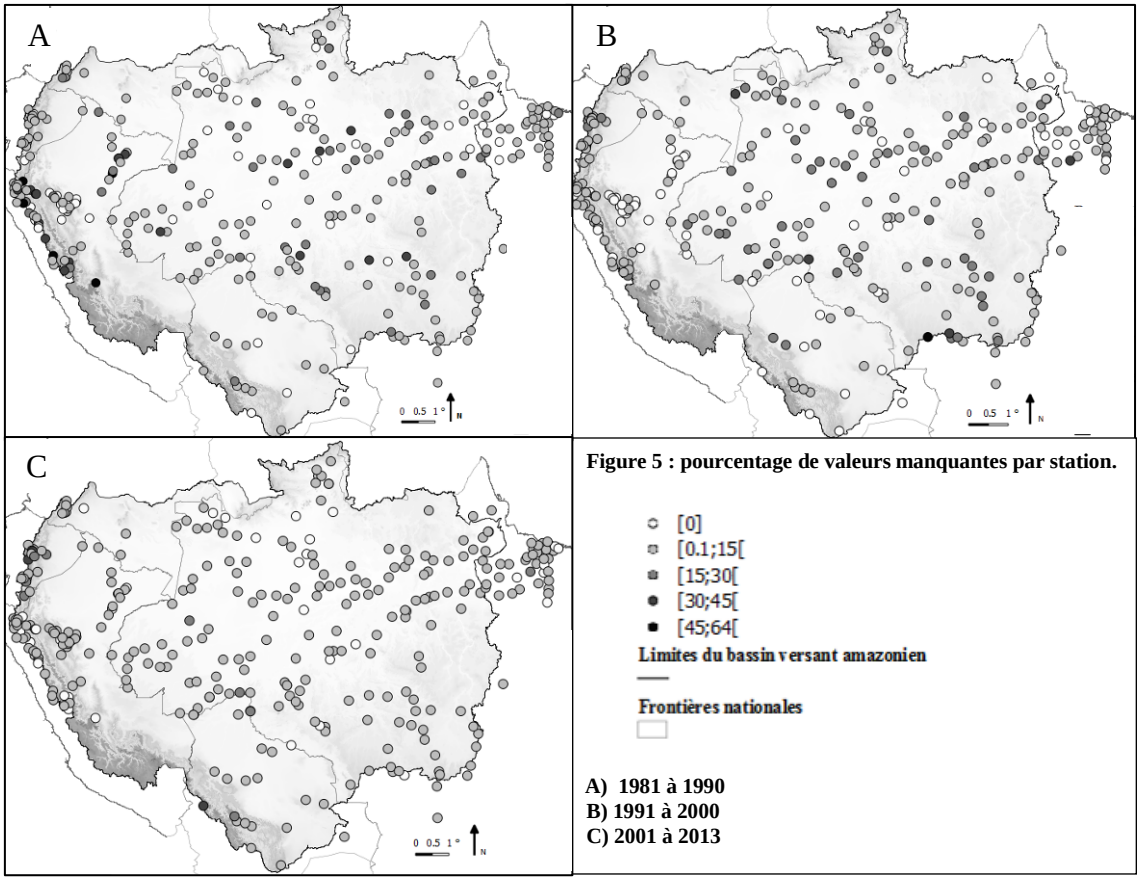


Figure 5 : pourcentage de valeurs manquantes par station.

2.2. Stratégie de reconstruction

Les valeurs manquantes et aberrantes décrites ci-dessus engendrent une perte d'information ; les résultats issus des traitements postérieurs sont ainsi potentiellement entachés d'erreur. Pour minimiser le biais il est donc nécessaire de tenter de reconstituer les données grâce à la cohérence spatiale entre stations.

Le contrôle qualité (CQ) effectué par Delahaye (2013) sur des données issues de pluviomètres, a mis en évidence grâce à des analyses géostatistiques et variographiques, l'existence de corrélations spatio-temporelles entre les stations amazoniennes. Les corrélations ont tendance à être plus importantes avec l'intégration temporelle et au contraire à diminuer avec la distance. La variabilité spatio-temporelle des précipitations est donc notable. Ce travail montre ensuite que l'analyse des relations de voisinage est un paramètre important du CQ, c'est en effet à partir de ces classifications que sont opérées les comparaisons de données et leur reconstruction.

Une approche spatiale nécessite d'établir les relations entre stations. Cela suppose tout d'abord de savoir où et quand sont disponibles les données, ce qui justifie de comparer simultanément leur disponibilité temporelle et leur répartition spatiale comme présenté dans les premières étapes du contrôle de qualité. Il est ainsi plus facile de choisir d'utiliser ou non des méthodes auto-variées, c'est-à-dire une reconstruction des données par rapport à la série elle-même ou bien des méthodes de comparaison au voisinage.

Ce premier diagnostic de la présente BDD montre que la répartition spatio-temporelle des données et de leurs lacunes, et la cohérence avec la littérature (Delahaye, 2013 ; Arvor, 2009), permet a priori d'utiliser les proches voisins comme variables de comparaison, de validation

et de reconstruction des séries.

Puisque nous nous baserons sur la relation aux proches voisins, une étape intermédiaire avant la reconstruction à proprement parler sera nécessaire. Il s'agira de déterminer quels sont effectivement les proches voisins géographiques et mathématiques, qui de plus ont le même régime pluviométrique que la station à corriger ou compléter.

Perspectives

Ce premier travail de contrôle des données était impératif pour en évaluer la qualité et déterminer quels moyens de correction sont envisageables. La connaissance spatiale et temporelle des lacunes et erreurs présentes au sein de la BDD a permis de distinguer les stations à éliminer et celles pour lesquelles une reconstruction des séries est envisageable. Le réseau de stations constitué est peu dense et réparti de façon hétérogène, avec des concentrations liées à la présence de population depuis au moins quelques décennies. La correction des données sera effectuée à partir des relations au voisinage, or cette répartition des pluviomètres sera une contrainte dans les régions peu pourvues en données, d'autant plus que comme l'a montré Delahaye (2013), les corrélations sont moins grandes à un faible pas de temps ainsi qu'à des distances élevées du fait de l'importante variabilité spatio-temporelle des précipitations. Les prochaines étapes de ce travail seront donc : i) de classer les stations en fonction de leur proximité géographique et mathématique ; ii) à partir de cette classification, de comparer les données suspectes entre stations voisines ; iii) puis opérer une reconstruction mois par mois des données manquantes et erronées ; iiii) contrôler la structure des données grâce à des indicateurs préétablis. Une dernière classification des stations sera réalisée en fonction de leur degré de correction, afin d'éventuellement en tenir compte dans les traitements postérieurs.

Référence bibliographique

Arvor D., 2009 : *Etude par télédétection de la dynamique du soja et de l'impact des précipitations sur les productions au Mato Grosso (Brésil).* Thèse de doctorat de l'Université Rennes 2, 393 pages.

Boyard-Micheau J., 2013 : *Prévisibilité potentielle des variables climatiques a impact agricole en Afrique de l'est et application au sorgho dans la région du Mt Kenya.* Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne, 337 pages.

Delahaye F., 2013 : *Analyse comparative des différents produits satellitaires d'estimation des précipitations en Amazonie brésilienne.* Thèse de doctorat de l'Université de Rennes, 228 pages.

Espinoza J.C., 2009 : *Impact de la variabilité climatique sur l'hydrologie du bassin amazonien*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 6, 203 pages.

Liebmann B., Allured D., 2005 : Daily precipitation grids for South America, *Bulletin of American Meteorological Society,* **86,** 1767-1570.

Liebmann B, Marengo J.A., 2001: Interannual Variability of the Rainy Season and Rainfall in the Brazilian Amazon Basin. *Journal of Climate,* **14**, 4308-4318.

Marengo J.A., Liebmann B., Grimm A.M., Misra V., Silva Dias P.L., Cavalcanti I.F.A., Carvalho L.M.V., Berbery E.H., AmbrizziT., Vera C.S., Saulo A.C., Nogues-Paegle J., Zipser E., Seth A., Alves L.M., 2010 : Review recent developments on the South American monsoon system. *International Journal of Climatology*, **32**, 1-21.

Marengo J.A, Liebmann B, Kousky V., Filizola P., Wainer I.C, 2001: Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon Basin. *Journal Climate*, **14**, 833-852.

Pertussati V. A, 2013: *Verânicos no estado do Mato Grosso: análise da variabilidade espaço-temporal e modelagem estatística*. Mémoire de master de l'Universitté de Brasilia, 117 pages.

Ronchail J., Cochonneau G., Molinier M., Guyot J.L., Goretti de Miranda Chaves A., Guimarães V., de Oliveira E. 2002 : Rainfall variability in the Amazon Basin and SSTs in the tropical Pacific and Atlantic oceans. *International Journal of Climatology,* **22**, 1663-1686.

Sivakumar M.V.K, 1988 : Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern sahelian and sudanian climatic zone of west Africa, *Agricultural and Forest Meteorology*, **42**, 295-305.

WMO, 2011: Guide to climatological practices,World Meteorological Organization, WMO-n°**100,** 177pages.

POLÍTICAS DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS

DE PAULO C. M. [(1)], MELLO-THÉRY N. A. [(2)], TOZATO H. [(3)], NÉDÉLEC V. [(4)]

(1) Universidade de São Paulo (PROCAM/USP). Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289. Cidade Universitária. 05508-010. São Paulo, SP. Brasil. carla.moura@usp.br

(2) Universidade de São Paulo (EACH/USP). Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289. Cidade Universitária. 05508-010. São Paulo, SP. Brasil. namello@usp.br

(3) Universidade de São Paulo (PROCAM/USP) e Université Rennes 2 (França). Place du recteur Henri Le Moal. CS 24307. 35043 Rennes cedex. France. htozato@gmail.com

(4) Laboratório LETG –COSTEL – Université Rennes 2. Place du recteur Henri Le Moal. CS 24307. 35043 Rennes cedex. France. vincent.nedelec@uhb.fr

Resumo - *Atualmente as mudanças climáticas representam questão de grande importância, e prever seus efeitos tem sido uma preocupação de países e governos. A adaptação às possíveis modificações no meio natural está sendo considerada como uma das frentes de atuação para reduzir os riscos das variações no clima. Assim, a gestão de áreas protegidas deve considerar seus efeitos, com políticas e projetos eficazes para a manutenção da conservação. O presente trabalho analisa a gestão de Unidades de Conservação, tendo como estudo de caso o Parque Estadual e Reserva Particular de Patrimônio Natural do Cristalino (MT – Brasil). Verifica-se a existência (ou inexistência) de ações de adaptação, que preveem mudanças do clima local ou em escala estadual. Para isto são utilizados os planos de manejo, e analisadas as ações previstas nas avaliações brasileiras de identificação de áreas prioritárias para a conservação. São identificadas informações sobre mudanças do clima e instrumentos de gestão para adaptação, além de um breve histórico das políticas climáticas internacionais, com foco nas publicações do GT II do IPCC.*
Palavras-chave *: clima, adaptação, áreas protegidas.*

Résumé - Politiques d'adaptation au changement climatique et la gestion des aires protégées. *Actuallement le changement climatique est un sujet de grande importance, et de prévoir ses effets a été une préoccupation des pays et des gouvernements. L'adaptation aux changements dans l'environnement naturel a été considéré comme l'un des fronts pour réduire les risques de variabilité climatique. La gestions des aires protégées doit analyser ses effets, afin de réaliser des projets efficaces de conservation. Cet article analyse la gestion des aires protégées, et a comme étude de cas le Parque Estadual et Reserva Particular do Patrimônio Natural do Cristalino (MT-Brésil). C'est aussi vérifié l'existence (ou l'inexistence) des mesures d'adaptation, qui prédisent des changements climatique au l'échelle locale et d'état. Les plans de gestion des aires protégées sont utilisés pour ces études, ainsi que les actions décrites dans l'avis du Brésil par l'identification des zones prioritaires pour la conservation. Informations sur le changement climatique et des outils de gestion pour l'adaptation ont été identifiés, et aussi une brève histoire des politiques internationales en se concentrant sur les publications du GT II du IPCC.*
Mots-clés *: climat, adaptation, l'aires protegées.*

Abstract - Policies for adaptation to climate change and management of protected areas.
Currently climate change is a question of great importance, and predict its effects has been worried countries and governments. The adaptation to the changes in the natural environment has been considered as one of the fronts to reduce the risk of climatic variations. The management of protected areas needs to analyse its effects, in order to do effective projects of conservation. This paper analyses the management of protected areas, specifically the Parque Estadual and Reserva Particular do Patrimônio Natural do Cristalino (MT-Brazil). It is also verified the existence (or nonexistence) of adaptation actions, which predict changes in state or local climate. The management plans of the protected areas are used for these studies, and also the actions described in brazilian reviews of identifying priority areas for conservation. Information about climate change and management tools for adaptation were identified. A brief history about the international climate policy was also developed, focusing on documents produced by the Working Group II of the IPCC.
Keywords *: climate, adaptation, protected areas.*

Introdução

As mudanças climáticas são responsáveis por um novo cenário político mundial que se estabelece em busca de soluções e de esforços para reduzir as emissões dos gases de efeito estufa. As discussões giram em torno das incertezas relacionadas com o tema e também da responsabilidade humana no processo. Entretanto, os acordos internacionais não estão atingindo as metas esperadas, conforme ficou claro em 2012, ano em que ocorreu a 18º Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP – 18). O prazo de 15 anos para redução das emissões, que acabou em 2012, não foi suficiente e teve que ser estendido até 2020. Nota-se que os países signatários não conseguiram se estruturar politicamente para o

alcance das metas, fator preocupante quando consideramos o longo período que tiveram para cumprimento do acordo.

Isto nos faz questionar a falta de eficácia das políticas de mudanças climáticas e também seus efeitos no meio natural. Desta forma, o presente artigo busca demonstrar como a questão está se desenvolvendo no Brasil e se está gerando resultados em âmbito local, tendo como estudo de caso Parque Estadual e a RPPN do Cristalino. Levanta-se as ações estratégicas realizadas localmente, assim como os reflexos de políticas nacionais para a proteção da biodiversidade.

A análise discute as ações de adaptação às variações do clima, em escala nacional e local. Esta mudança de perspectiva na escala se baseia na percepção de que o global/nacional é o espaço de construção da política, onde as regras serão discutidas e as transformações necessárias irão se reproduzir em imposições e acordos. Enquanto isso o nível local é o espaço de reprodução material dos resultados das políticas e acordos entre os diferentes órgãos e países, além de lugar de maior percepção das modificações no meio. Portanto, as políticas e ações de adaptação geralmente acontecem nesta escala, estimuladas pela percepção mais clara das mudanças e seus efeitos.

1. Breve histórico das políticas climáticas internacionais com foco nos documentos produzidos pelo GTII[1] do IPCC

Por representarem uma ameaça global, independente das contribuições individuais de cada país, as questões climáticas entraram na agenda política internacional. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, criaram em 1988 o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), tendo como principais objetivos a avaliação sobre a existência das modificações climáticas, a sistematização do conhecimento e o aconselhamento de políticas. Sua criação é um marco inicial de organização política internacional sobre o tema, seus relatórios atingiram uma escala internacional e se tornaram base para tomadores de decisão. Com uma frequência de aproximadamente 5 anos os estudos são divulgados, e fornecem base científica para a proposição de políticas públicas mundiais.

Em 1990, foi divulgado o primeiro relatório com foco nas incertezas do fenômeno. Em 1992 o assunto foi debatido na Eco92 e após alguns anos o segundo relatório indicou com mais confiança a influência antrópica nas condições climáticas globais, fornecendo base científica para as negociações do Protocolo de Kyoto em 1997. Assim, foram definidas metas diferenciadas para os países reduzirem suas emissões de Gases de Efeito Estufa. O terceiro relatório, ano 2000, indicou fortes indícios de que o aquecimento dos últimos cinquenta anos se relacionava com ações antrópicas (MARENGO, 2006).

A quarta divulgação trouxe mais robustez nas certezas da responsabilidade humana, confirmando a existência das mudanças climáticas e seus prováveis efeitos. Foram indicados impactos negativos na biodiversidade, serviços ecossistêmicos, saúde humana, distribuição de doenças infecciosas, e, principalmente, consequências para os países em desenvolvimento e populações pobres (IPCC, 2007).

O mais recente relatório, intitulado AR5, ainda não foi divulgado na íntegra, o que irá ocorrer em outubro deste ano. Porém, os estudos finais dos três grupos de trabalho já foram publicados e marcam o fim das incertezas, por parte do IPCC, sobre a responsabilidade

[1] Grupo de Trabalho II do IPCC, intitulado "Mudanças Climáticas 2014: Impactos, adaptação e Vulnerabilidade". Este relatório foi escolhido por melhor se enquadrar no tema de análise.

antrópica nas mudanças globais do clima. O GTI[2] publicou cenários diversos para o final do Século XXI, sendo que o brando indica um aumento da temperatura terrestre em uma média de 1,5 graus, e o preocupante uma elevação de 2 graus, valor que superaria o limite considerado seguro. De acordo com este estudo, existe uma probabilidade maior que 95% de que as atividades humanas tenham sido responsáveis por mais da metade da elevação média da temperatura, entre 1951 e 2010 (IPCC, 2013). O GTII chama a atenção para os riscos e possíveis benefícios, e indica que as modificações do clima já causaram impactos nos sistemas humanos e naturais em todos os continentes, nas décadas recentes. Como exemplo citam-se a alteração no sistema hidrológico e recursos hídricos devido modificações de precipitação ou derretimento de neve, mudanças na distribuição espacial e padrões de migração de espécies, impactos negativos na agricultura, aumento de eventos extremos que revelam a vulnerabilidade de ecossistemas e sistemas humanos, entre outros efeitos já ocasionados pela atual variabilidade climática. O estudo alerta para o fato de que as ações de adaptação e mitigação realizadas a curto prazo modificam os riscos das mudanças climáticas a longo prazo. Isto revela a grande importância de agirmos rapidamente, apesar das incertezas (IPCC, 2014).

O AR5 apresenta os riscos para diversos ecossistemas, capacidades de adaptação e os prováveis benefícios, quando existentes. Também indica as ações de adaptação que já estão ocorrendo nos vários continentes. Para a América Latina e Central as iniciativas incluem áreas protegidas, acordos de conservação e gestão comunitária de áreas naturais. Nestas áreas destacam-se também o aumento na mortalidade de árvores, nos incêndios florestais e na degradação da Amazônia, porém com pouca certeza e menores contribuições das mudanças do clima em comparação a outros fatores (IPCC, 2014).

Ressalta-se que os relatórios do IPCC possuem grande importância, por demonstrarem um esforço científico mundial na busca de informações concretas. Nota-se que a aceitação da existência do fenômeno é essencial para a formulação de políticas públicas em diferentes escalas, principalmente na internacional. Apenas desta forma poderemos colocar em prática ações adaptativas e mitigadoras e responsabilizar aqueles que mais contribuem para as alterações.

2. A Política Nacional de Biodiversidade e mudanças climáticas: predomínio das ações de mitigação em face às de adaptação

As estimativas do IPCC indicam uma média de 20 a 30% de espécies que estarão em alto risco de extinção, no caso de um aumento de 2 a 3°C na temperatura. Esta constatação nos leva a algumas questões sobre a gestão da biodiversidade brasileira. Estariam estes fatores incluidos na Politica Nacional de Biodiversidade, em suas diretrizes e estratégias? Como este conhecimento pode ser associado nessa política e que tipo de aporte cientifico entre mudança climática e biodiversidade foi utilizado para induzir a escolha das áreas prioritárias para conservação da natureza no Brasil?

Após a ratificação das convenções internacionais de biodiversidade e mudanças climáticas, um grande seminário nacional em Macapa (1999) estimulou a sistematização do conhecimento existente. Este fato em conjunto com o livro publicado por Garay (2001) podem ser vistos como o passo fundamental na elaboração da estratégia nacional. Esta considerou a necessidade imprescindível de avançar na concretização dos compromissos nacionais junto à Convenção e, durante um longo período de tempo, a necessidade de avanço na identificação de áreas prioritárias para a conservação, de forma a estabelecer uma real

[2] Grupo de Trabalho I do IPCC, intitulado “Mudanças Climáticas 2013: a Base das Ciências Físicas”.

política nacional. Nos relatórios nacionais apresentados nas Cop, a prioridade foi dada ao estabelecimento dessas bases.

Porém, esse foco na identificação do que é a biodiversidade brasileira não integrou as ameaças à biodiversidade ligadas ao aquecimento global na base de conhecimento.

Outras ameaças estão ligadas não apenas ao aquecimento em si, mas à sinergia criada entre este fenômeno e a fragmentação das paisagens, causada pelo uso do solo pela agricultura e pela urbanização. Como esta problemática está sendo tratada no âmbito das duas políticas nacionais e como se inter-relacionam? Quais as estratégias de articulação de ambas?

Não apenas as ameaças são significativas e devem ser introduzidas nas políticas, mas à medida que o conhecimento avança, este deve servir para subsidiar a implementação dos planos nacionais, muitas vezes via programas e projetos, com metas e prazos definidos.

As tentativas concretas de articulação com as mudanças climáticas podem ser identificadas, por exemplo, no Projeto ARPA I, pois foi o secretário executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças climáticas (Fabio Feldmann) na Rio+10 (2002) quem o apresentou. Estas se complementaram com a implantação de outras condições essenciais no campo da biodiversidade, como a ratificação da CDB, a aprovação da PNB (2002), a criação do Conabio (2003), as diretrizes e prioridades para o Plano de Ação (2006) e o Plano Nacional de áreas protegidas (PNAP). O projeto, com recursos do GEF, Banco Mundial e contrapartida brasileira, foi gerenciado pelo WWF e, ao longo de sua primeira fase foi criado o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade.

Esta primeira fase (2002 a 2007) privilegiou a criação de 43 UC no bioma Amazônia (13 de proteção integral, 30 de uso sustentável) atendendo o comprometido no artigo 8° da CDB. Uma segunda fase (2010 a 2013) deixou mais claro as ações que podem contribuir para a redução das taxas de desmatamento na Amazônia, ao se considerar os ganhos indiretos com uma melhor gestão de Ucs em áreas sob intensa pressão de desmatamento. A terceira e última fase (2014 a 2016) visa a consolidação das UC criadas anteriormente.

Em termos de resultados conectados às mudanças do clima, Soares et al. (2007) calcula que com a criação das 13 UC é possivel evitar a emissão de 0,43 bilhões de toneladas de carbono na atmosfera. Em seus objetivos apontam tanto a mitigação como a adaptação às mudanças climáticas por meio do apoio à expansão e consolidação do SNUC e assim contribuir com as metas do Plano Nacional de Mudança do Clima. Buscam também fazer das populações de seus entornos, verdadeiras aliadas na luta contra o desmatamento. O programa também atuou com ações de monitoramento in situ das UC e organizou informações e parâmetros climatológicos de outras instituições (INPE, INMET, SIPAM e ANA) para as estações localizadas no interior ou no entorno das UC, bem como na identificação da necessidade de dados para que seja possível fazer análise e acompanhamento das ameaças de mudanças climáticas.

Neste aspecto, em 2009, VALE, AlVES e LORINI analisam a situação crítica da produção acadêmica que trata da associação entre mudanças de clima e biodiversidade no conhecimento cientifico. O estudo concluiu que entre 1998 e 2007 a base ISI mostra apenas duas publicações que tratam da distribuição geográfica de espécies: A) Siqueira & Peterson (2003) que analisou, em cenários futuros de mudanças climáticas, 162 espécies arbóreas do Cerrado e concluiu que todas as espécies experimentariam severa contração de mais de 50% em sua área. No cenário otimista - aumento de até 2°C na temperatura média - 18 espécies desapareceriam por falta de área climaticamente favorável no futuro, e no cenário mais realista - aumento de até 4°C - este número totaliza 56 espécies. B) Anciães & Peterson (2006) trata da projeção de distribuições potenciais em cenários futuros de mudança climática,

com base na análise de 49 espécies de pássaros, entre tangarás e aves aparentadas da família Pipridae. Os resultados indicaram que, na ausência de dispersão, 20% das espécies estariam extintas pela ausência de área climaticamente favorável no futuro. Adicionalmente, as mudanças previstas na área de distribuição potencial, na configuração espacial dos hábitats favoráveis e na posição geográfica da distribuição das espécies, foram maiores para aves habitantes de baixadas do que para aquelas de regiões montanhosas. Assim sendo, as conclusões de ambos os estudos sobre os impactos de mudanças climáticas em espécies brasileiras corroboram a ideia de que as espécies de planície também serão bastante afetadas pela falta de ambientes favoráveis no futuro, o que pode ameaçar seriamente a persistência da biodiversidade no Brasil.

Após estas constatações, destacam-se algumas iniciativas envolvendo a análise dos impactos climáticos sobre a biodiversidade brasileira: o Ministério do Meio Ambiente publica esta análise em Marengo (2007) e, mais recentemente o Congresso Nacional Brasileiro (Brasil/CN/CMe 2008), em seu relatório final da Comissão Mista especial Sobre Mudanças Climáticas. E, mais uma vez, uma constatação: a necessidade de desenvolver estratégias específicas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, sobretudo aquelas com possíveis consequências socioambientais e econômicas. Citam-se o aumento da incidência de malária e dengue, perda de áreas agricultu̇ráveis e deslocamento de populações humanas nas regiões litorâneas.

Contudo, o âmbito das políticas públicas que integram tais ações não é central. Por isso, as recomendações finais do VII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, em 2012, focam o desenvolvimento de métodos voltados à adaptação às mudanças climáticas, enfocando o planejamento da conservação e a tomada de decisão que articule mudanças climáticas globais e biodiversidade. Consideram ser fundamental que se priorize a elaboração de dados confiáveis e de longo prazo, de maneira a servir tanto para o monitoramento como para o planejamento. Recomendam também o estímulo ao investimento no conhecimento científico, ressaltando ser imprescindível o debate de temas como o ‘desmatamento evitado’ e as mudanças climáticas, pela comunidade científica brasileira ligada à conservação, pois as consequências para a proteção da biodiversidade são enormes. E, nesse ponto, as ações do REDD+ são vitais.

3. Ações de adaptação às mudanças climáticas presentes no Plano de Manejo do Parque e da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Cristalino

O Parque Estadual do Cristalino foi criado em 2001 objetivando proteger os recursos hídricos, resguardar a fauna, seus deslocamentos e as estruturas vegetais. Por se localizar no arco do desmatamento, área de influência da BR-163, é uma unidade estratégica de proteção integral e exerce um papel semelhante a zona de amortecimento para o sul da floresta amazônica. A RPPN está localizada em área vizinha ao parque, sendo uma propriedade particular integrante de um complexo turístico denominado Cristalino Jungle Lodge. Possui um hotel de selva e utiliza suas áreas para atividades de turismo.

A região se encontra na interface entre o Cerrado e a Amazônia, por isso possui caraterísticas típicas de ambos, sendo que no PEC as características florísticas vegetacionais são quase que exclusivamente amazônicas. Por se localizar nesta faixa de transição, o mosaico de conservação abriga uma biodiversidade excepcional e se configura como uma área de proteção de grande relevância, pois é uma das principais portas de entrada para a Amazônia. O Rio Cristalino atravessa tanto o Parque quanto a RPPN, desaguando no Teles Pires que se encontra com o Rio Tapajós, afluente do Rio Amazonas (PEREIRA & NASCIMENTO, 2010). O local abriga grande diversidade de ecossistemas, citam-se: mata de terra firme

(floresta ombrófila densa submontana), mata de cipó (floresta ombrófila aberta), mata de transição (floresta estacional semidecidual), mata seca (floresta estacional decidual), campo rupestre da Amazônia, matas inundáveis (floresta ombrófila densa aluvial), vegetação ribeirinha (formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre), salina e bosque de bamboo.

Estes ambientes encontram-se legalmente protegidos sob forma de Unidades de Conservação (pública e privada). Além disso, os locais são definidos pelo Ministério do Meio Ambiente como áreas prioritárias para o bioma Amazônia, sendo que o Parque é classificado como de importância biológica extremamente alta, e sua consolidação uma ação prioritária. O mosaico de conservação é contemplado em duas áreas Am058 e Am411, que indicam extrema importância do local para a conservação da biodiversidade. Porém, apesar de contempladas, as indicações de uso e cuidados para a conservação não relacionam nenhum tipo de ligação ou possível preocupação com as modificações do clima. As regras de uso do solo, assim como as atividades permitidas estão descritas no Plano de Manejo.

O Plano de Manejo das RPPNs Cristalino I, II e III foi elaborado em 2008, ano no qual já havia um movimento fortalecido internacionalmente sobre mudanças climáticas. Entretanto, o relatório não indica nenhuma preocupação a respeito, e o tema não aparece em seus estudos e considerações. Por isso pode-se considerar a inexistência de ações de planejamento para mitigação e adaptação às mudanças climáticas e também de uma preocupação a este respeito, ao menos formalmente previsto pelo Plano de Manejo. Nota-se também que os programas apresentados em seus materiais de divulgação (por exemplo, o website oficial) não apresentam nenhum tipo de projeto com esta temática.

Em relação ao Parque Estadual do Cristalino (PEC), o Plano de Manejo demonstra uma preocupação um pouco maior sobre o tema, pois indica os níveis de ameaça para cada tipo de vegetação presente em suas áreas e região. O estudo aborda as mudanças climáticas como um fator de ameaça apenas para tipos vegetacionais com influências fluvial ou lacustre, como é o caso do buritizal. De acordo com a Sema (2009) esta vegetação, também chamada de palmeiral, é classificada com nível de ameaça médio, por sua grande dependência da disponibilidade de água, o que a torna vulnerável às modificações do clima e de usos do solo.

Nota-se, entretanto, que o Plano apenas indica a presença de ameaças relacionadas com fatores climáticos, mas não define nenhum tipo de medida de prevenção ou adaptação. Isto informa uma preocupação a respeito, e a existência de estudos iniciais sobre o tema, porém também demonstra a ausência de uma gestão capaz de se precaver aos efeitos destas modificações.

Outro ponto relevante é o fato de que o Plano Nacional sobre mudança do clima divulgado em 2008 pelo Ministério do Meio Ambiente prevê a inclusão dos impactos das mudanças climáticas entre os critérios para a implementação do SNUC –Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Porém, até o presente momento nenhuma alteração foi realizada nesta legislação, de forma a contemplar a questão.

Assim, a temática da adaptação ainda é pouco considerada na área de estudo, apesar dos avisos do IPCC (2014) de que a mitigação não será capaz de conter os efeitos das modificações no clima e a adaptação possui papel essencial neste processo.

Conclusões

O artigo demonstra a existência de tímidas ações que trabalham na interface e integração entre as questões de biodiversidade e ações de adaptação às mudanças do clima. O cenário aponta para alguns projetos em escala nacional e para a indicação de que é preciso progredir

na temática. Porém, na escala local, o mosaico de conservação estudado não possui projetos de prevenção, mitigação ou mesmo monitoramento das modificações climáticas e seus efeitos na biodiversidade.

Isto indica a urgente necessidade de avançarmos neste sentido, seja com estudos, levantamentos científicos, debates e proposição de políticas e projetos capazes de trabalharem com a integração de ambos os temas. Esta necessidade é claramente indicada no artigo de Vale et al. (2009), que apresenta uma análise sobre a pouca produção acadêmica no Brasil que relacione os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade.

Além disso, é notável a existência de uma gradação na qualidade dos debates e ações a este respeito, dependendo da escala analisada. Assim, internacionalmente o debate já ganhou forças e os temas possuem fortes relações, conforme demonstrado pelos estudos do IPCC. Em âmbito nacional algumas ações também se fazem presentes, conforme mostra o Projeto ARPA I. Porém, estas ainda não se traduzem em ações locais que integrem a questão da adaptação às modificações do clima nas regras de uso e gerenciamento das Unidades de Conservação no Brasil.

Por fim, o mosaico de conservação do Cristalino necessita de avanços neste sentido, pois abriga rica biodiversidade amazônica e se localiza em local que sofre com fortes pressões de modificação do uso do solo e desmatamento. Os estudos neste sentido podem ajudar a identificar os impactos do desmatamento e conversão do uso do solo para o clima local, e como as variações climáticas locais podem afetar a biodiversidade do mosaico. Desta forma, será possível a obtenção de dados capazes de ajudar na elaboração de programas de conservação eficazes para a mitigação e adaptação às modificações do clima, atualmente inexistentes.

Referências Bibliográficas

Cristiane L. P., Elimar P. N., 2010 : Luta em torno do Parque Estadual Cristalino (MT): qual a natureza do conflito? *Revista de Ciências Sociais*. **2**, 140–154.

Fundação F. E. C., Denise S., Renato A. F., 2008: *Plano de Manejo das RPPNs Cristalino I, II e III.* FEC, 193 p

Irene G., 2001 : Avaliação do status da biodiversidade ao nível do ecossistema. *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais. Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento.* Editora Vozes, 399-411.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 : *Climate Change 2007: Synthesis Report.* IPCC, 52p.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013 : Climate Change 2013: Technical Summary. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.* Cambridge, 84 p.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014 : IPCC WGII AR5 Summary for Policymakers. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. IPCC, 76 p.

JOSÉ A. M., 2006 : *Mudanças climáticas globais e seus efeitos na biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.* MMA, 201 p.

Secretaria S. E. M. A., Eliani M. P., Marcelo T., Roberta R. S., Gustavo V. I., Vitoria R. C., Renato F., Edson R. C., Cynthia P. M., Solange A. A., Rosane D. R. S., Jane M. O., 2009 : *Plano de Manejo do Parque Estadual do Cristalino. Volume I: Diagnóstico Ambiental e Socioeconômico.* SEMA- MT, 172 p.

Britaldo S. S. F., Laura D., Paulo M., Alerson F., Hermann R., Erika P., Cláudio C. M., Karen S., Carlos A. M. S., Miguel L., Fernando V. A., 2007 : *Reducing carbon emissions from deforestation: the Role of Arpa's Protected Areas in the Brazilian Amazon.* UFMG: IPAM: WHRC: WWF, 9 p.

Mariana V., Maria A. S. A., Maria L. L., 2009 : Mudanças Climáticas: desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade brasileira**.** *Oecologia Brasiliensis*. **13**(3), 518-535. doi:10.4257/oeco.2009.1303.07

L'OCCUPATION DU SOL ET LES SYSTEMES AGRO-FORESTIERS (SAFs) DANS L'ASSENTAMENTO VALE DO AMANHECER À JURUENA, MT, BRESIL

NASCIMENTO L.A[(1)*], DUBREUIL V. [(2)] , OSZWALD J.[(2)] , PENVEN M.J. [(2)]

(1)LETG-Rennes-COSTEL, Université Rennes 2. 6, Avenue Gaston Berger, Bloc N. 35000 Rennes, Cedex, France. Tel : 07 77 76 51 78.[lucelmamt@yahoo.com.br]
(2)LETG-Rennes-COSTEL, Université Rennes 2. 6, Avenue Gaston Berger, Bloc N. 35000 Rennes, Cedex, France. Tel : 02 99 14 18 38 [vincent.dubreuil@uhb.fr , johan.oszwald@uhb.fr, marie-josee.penven@uhb.fr]
** Boursière du Doctorat Plein de la CAPES/Brésil.*

Résumé : *L'Assentamento Vale do Amanhecer a été créé en 1999 après l'occupation de la Fazenda Linoena par l'INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) : conçu à l'origine, comme un modèle d'occupation régulière, dans la réalité, la situation n'est pas aussi simple. Les colons ont eu le droit de commencer à planter et élever des animaux dans leurs lots pour survivre. Le travail a comme objectif de montrer l'usage des sols et les différents types de systèmes agro-forestiers adoptés dans l'Assentamento. L'adoption des SAFs se justifie par la nécessité d'associer la production agricole et l'élevage du bétail avec les services environnementaux, tels que le stockage de carbone, l'augmentation du stock et de la qualité des eaux, la conservation du sol, la diminution de l'érosion et l'augmentation de la biodiversité des systèmes productifs, tout en générant emplois et revenus aux producteurs. Dans les SAFs, les arbres et arbustes sont plantés de manière intégrée avec des cultures et/ou des pâturages. A partir des images du satellite LANDSAT-5 des années 1987, 2000 et 2011, une étude multi-temporelle de l'occupation du sol a été réalisée. Une classification supervisée à partir de ces images, a permis de localiser les différents types de SAF dans cette aire.*
Mots clés : *Mato Grosso, Juruena, Assentamento Vale do Amanhecer, Occupation du sol.*

Resumo : Uso do solo e sistemas agro-florestais no assentamanto do Vale do Amanhecer em Juruena-MT, Brasil. *O Assentamento Vale do Amanhecer foi criado em 1999, após a ocupação da Fazenda Linoena pelo Incra (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). O Assentamento foi criado com a pretensão de ser um modelo de assentamento, mas na prática, isso não ocorreu. Os assentados tiveram que começar a plantar e criar animais em seus lotes, para sobreviver. O presente trabalho tem como objetivo mostrar o uso do solo e os tipos de sistemas agro-florestais adotados no Assentamento. A adoção dos SAFs se justifica, pela necessidade de associar a produção agrícola com a criação de bovinos e os serviços florestais, tais como a estocagem do carbono, o aumento do estoque e da qualidade das águas, a conservação do solo, a diminuição das erosões e o aumento da biodiversidade dos sistemas produtivos, além de gerar empregos e melhorar a renda dos produtores. Nas SAFs, as árvores e os arbustos, são plantados de maneira integrada com as culturas ou as pastagens. A partir das imagens de satélite LANDSAT – 5, dos anos 1987, 2000 e 2011, foi realizado um estudo multi-temporal de ocupação do solo. Uma classificação supervisionada a partir dessas imagens, permitiu localizar os diferentes tipos de SAF nesta área.*
Palavras chave: *Mato Grosso, Juruena, Assentamento Vale do Amanhecer, Uso do solo.*

Abstract : Land use and agroforestry systems in the assentamento of Vale do Amanhecer in Juruena, MT, Brazil. *The Assentamento Vale do Amanhecer was created in 1999, after the occupation of the Linoena Farm by the INCRA (National Institute of Colonization and Agrarian Reform) of Brazil. It was created with the intention of be a model. But in practice this has not occurred. The settlers had to start planting and raising animals on their lots, to survive. This work aims to show the land use and the types of agro forestry systems adopted in the Settlement. The adoption of agro forestry systems is justified by the need to link agricultural production with cattle and forest services such as carbon storage, increased inventory and water quality, soil conservation, reduction of erosion and increased biodiversity in production systems, and generate jobs and improve incomes of producers. In agro forestry systems, trees and shrubs are planted in an integrated manner with crops or pastures. From the LANDSAT – 5 satellite images, the years 1987, 2000 and 2011, a multi-temporal study of land use was conducted. A supervised classification from these images, allowed locating the different types of SAF in this area.*
Keywords: *Mato Grosso, Juruena, Assentamento Vale do Amanhecer, Land use.*

Introduction

Le Mato Grosso a connu une vague intense de déforestation jusqu'au milieu des années 2000. De façon générale, en Amazonie, la stratégie pour favoriser le développement de la production agricole extensive est fondé sur deux éléments : la production agricole en monoculture et l'élevage en plein-air (Arco-Verde *et al*, 2009). Dans le nord de l'Etat du Mato Grosso, où prédominent les grandes fazendas d'élevage extensif et les secteurs de petite colonisation agricole (Dubreuil *et al*., 2008), la diffusion des systèmes agro-forestiers (SAF) est relativement récente. Parmi les objectifs de ces SAFs, figure la conservation de la couverture forestière afin de maintenir ou augmenter la fertilité et la capacité de rétention en eau dans le sol. En effet la région a connu une érosion considérable en raison des

caractéristiques environnementales locales (Oliveira *et al*, 2010). L'adoption des SAFs se justifie aussi par la nécessité d'associer la production agricole et l'élevage du bétail avec les services environnementaux, tels que le stockage de carbone, l'augmentation du stock et de la qualité des eaux, la conservation du sol, la diminution de l'érosion et l'augmentation de la biodiversité des systèmes productifs, tout en créant emplois et revenus aux producteurs. Ce travail a comme objectif de montrer l'usage des sols au moyen d'images satellites Landsat et les différents types de systèmes agro-forestiers adoptés dans l'Assentamento.

1. Présentation de la région d'études et du contexte des SAF dans la région

L'Assentamento Vale do Amanhecer est localisé dans la commune de Juruena, dans la partie nord-ouest de l'État du Mato Grosso, entre la latitude 10° 25' 11" Sud et la longitude 58° 24' 08" Ouest (figure 1). Créé en 1999 sur la Fazenda Linoena, l'Assentamento Vale do Amanhecer possède une superficie totale de 14 715,81 ha, dont 7 129,08 ha ont été destinés à une réserve forestière en cogestion entre propriétaires. La surface restante a été parcellisée en 250 lots appartenant à 250 propriétaires et destinés à l'exploitation agricole ou aux fonctions résidentielles (Vargas, 2006).

Un rapport fait par les agronomes de l'Institut National de Colonisation et de la Réforme Agraire du Brésil – INCRA, avait indiqué que l'aire de la Fazenda Linoena ne remplissait pas sa fonction sociale, c'est-à-dire qu'elle n'atteignait pas les niveaux de productivité et d'efficacité nécessaires. En 1998, la Fazenda Linoena possédait seulement 300 ha de pâturages dispersés dans l'espace du futur Assentamento, le restant se trouvant encore à l'état de forêts.

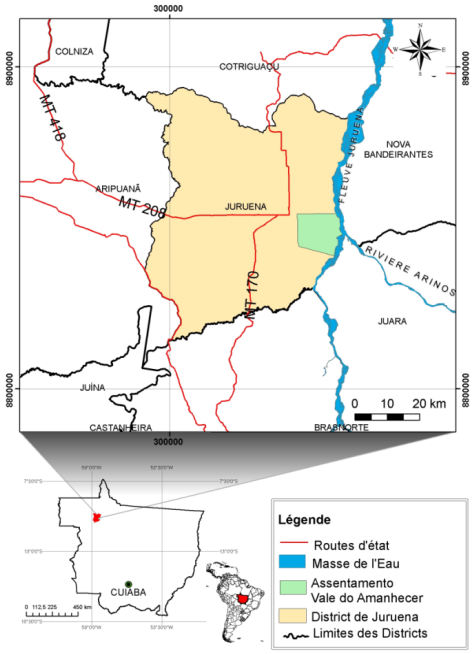


Figure 1 : Carte de localisation de l'Assentamento Vale do Amanhecer dans la partie sud-est du district de Juruena, dans l'État du Mato Grosso, sur la rive gauche du fleuve Juruena.

Le statut de réserve forestière a été préparé par le Ministère de l'Environnement brésilien en 1991 mais un projet de développement durable a été exigé par l'INCRA lors de la création de l'Assentamento. Pour cela, l'institut a proposé la mise en place de SAFs (BRESIL / IBGE, 2006) afin que les propriétaires puissent produire durablement, soit en faisant en sorte que le système soit toujours productif, maintienne et améliore les conditions du milieu (sol, eau, biodiversité), soit en profitant de la meilleure façon possible de l'énergie du soleil (Devide, 2013). Le développement des SAFs a commencé sept ans après la création de l'Assentamento, lorsque l'association de producteurs résidents (dont seule une partie était intéressé) a demandé une aide technique à l'EMPAER (Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural). A la même époque, la PETROBRAS mettait en place le Projet Puits de Carbone Juruena et c'est dans ce contexte qu'est né un partenariat entre la PETROBRAS et l'Assentamento Vale do Amanhecer.

Il existe quatre types de systèmes agro-forestiers dans la région de Juruena :

- les systèmes « agro-sylviculturaux » – ils combinent sur la même parcelle la présence d'arbres implantés ou non avec des cultures agricoles annuelles ;

- les systèmes « agro-sylvopastoraux » – ils combinent sur la même parcelle la présence de ces mêmes arbres avec des cultures et de l'élevage ;

- les systèmes « sylvo-pastoraux » – ils combinent ces mêmes arbres avec des pâturages (élevage) ;

- les systèmes d'enrichissement des forêts claires secondaires dites « capoeiras » - ils combinent les arbres fruitiers avec les arbres dont le bois est considéré comme noble et d'intérêt économique pour l'industrie pharmaceutique ou cosmétique (Dubois *et al.* 1996).

En conservant ou en plantant les arbres au sein de la parcelle, les agriculteurs influencent la qualité des sols ou leur capacité à restaurer des espaces dégradés (Rondon Neto, 2011). En effet, la présence d'arbre peut influencer la dispersion du rayonnement dans la parcelle, la disponibilité des nutriments dans la zone du système racinaire des cultures agricoles et des pâturages, ainsi que réduire les pertes par lixiviation et érosion des sols, ce qui est important, tant les sols amazoniens sont sensibles aux processus d'érosion. De par ces différents impacts, le cycle des nutriments en terme de durabilité est plus grand dans les systèmes agro-forestiers (Duarte, 2007).

2. Méthodologie et données utilisées

La méthode utilisée combine l'approche terrain et l'analyse diachronique de 3 images satellite.

Nous avons réalisé 2 campagnes de terrain en 2012 et 2013. A l'aide du document cadastral de l'Assentamento fourni par la préfecture de Juruena, nous avons effectué une prospection afin d'identifier les composantes végétales et les différents types d'usage du sol dans chaque parcelle. Afin de compléter les observations du terrain, nous avons discuté avec une vingtaine d'agriculteurs sur les 68 adhérents l'association des producteurs de l'Assentamento. Les informations obtenues portaient sur le mode de gestion des parcelles.

La télédétection a été effectuée sur des images satellites Landsat 5 TM des années 1987, 2000 et 2011 (15/08/1987, 13/08/2000 et 01/08/2011) obtenu auprès de l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). L'utilisation des images de saison sèche a été privilégiée afin d'obtenir le maximum de disponibilité des données du fait de la faible nébulosité saisonnière typique des espaces forestiers tropicaux. La résolution spatiale est de 30 m, satisfaisant dans le cas d'un parcellaire dont la largeur se situe autour de 500 à 600 m.

Les images satellites ont été corrigées géométriquement à partir de points de calage recueillis sur le terrain, mais aussi de points remarquables observés à partir du logiciel *Google Earth*. Une correction radiométrique a été réalisée avec le Programme *Idrisi Taiga*. Une composition colorée en fausse couleur a été produite à partir des bandes radiométriques du proche infrarouge, du rouge et du vert. Ensuite, on a réalisé des classifications d'images satellites par la méthode du maximum de vraisemblance, en utilisant des parcelles d'entraînement définies a partir des observations effectuées sur le terrain en 2012 et 2013.

Pour caractériser les différents systèmes agro-forestiers, un croquis de l'assentamento a été utilisé, cédée par la préfecture de Juruena. Ensuite le croquis a été numérisée, géoréférencée et importée, en format TIF avec le programme *Arc GIS 10.1* pour faire la nomenclature de la carte de types de SAFs.

3. Résultats

3.1. L'occupation du sol par télédétection

La classification supervisée effectuée sur les images de 1987, 2000 et 2011 montre la rapidité de l'évolution des superficies exploitées et les différents types d'usage du sol (figure 2). Sept classes ont été retenues : eau, sols nus, pâturage, pâturage avec ligneux, « capoeira », forêt basse (20 – 25 m), forêt haute (30 – 40 m).

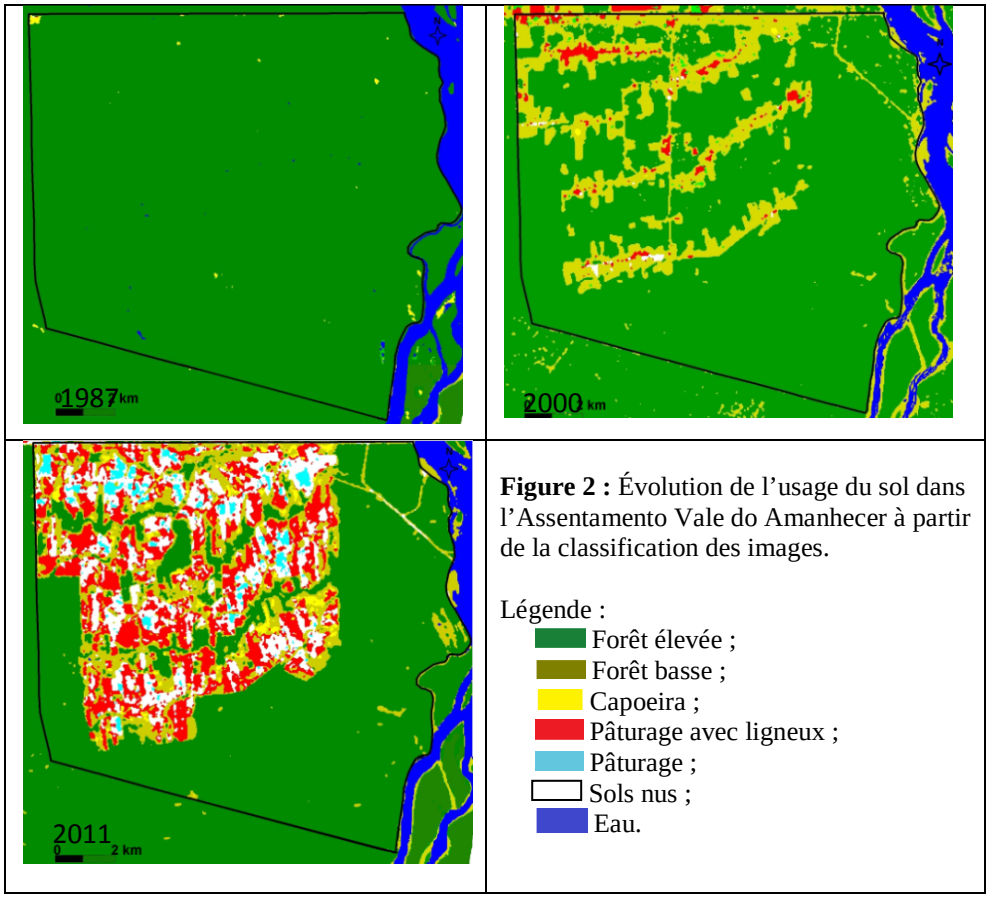


Figure 2 : Évolution de l'usage du sol dans l'Assentamento Vale do Amanhecer à partir de la classification des images.

Sur l'image de 1987, l'Assentamento est couvert presque totalement de forêt, seules quelques taches vert-jaune témoignent de son éclaircissement à des fins de pâturage. Le déboisement très imparfait prend la forme de forêt basse (arbres compris entre 20 et 25m, plus ou moins dense) traduisant des espaces où les ligneux sont très présents, mais déjà éclaircis. Cela indique un début d'exploitation pastorale, sans doute inférieure à ce qu'elle était lors de la création de l'Assentamento en 1999.

L'image de 2000 marque la première étape des défrichements forestiers par les exploitants. Les défrichements se font selon un mode en arête de poisson à partir de routes ou de pistes ouvertes dans la forêt. L'essentiel des surfaces hors forêt élevée (30 à 40 m, très forte densité) est occupé par des forêts basses, déjà éclaircie cernant des pâturages constitués d'une végétation basse dominée par des herbacées (en rouge). Seules quelques petites parcelles présentent des sols nus (en blanc) ou des « capoeiras » (jaune).

L'image de 2011 montre l'état récent de l'Assentamento après l'occupation des 250 lots. Les forêts qu'elles soient constituées d'arbres élevés (30 à 40 m, en vert foncé sur la figure) ou d'arbres plus bas (20 à 25 m, vert jaune) occupent les fonds de vallée et subsistent sur certains interfluves. Les superficies occupées par des pâturages (bleu clair) ou des pâturages avec ligneux (rouge) sont dominantes. Toutefois, on remarque que les pâturages se situent essentiellement dans les parties nord et est de l'Assentamento, ailleurs ils ne constituent que de très petites unités. La proportion de sols nus (blanc) n'est pas négligeable et ils sont

majoritairement associés aux pâturages avec ligneux. Enfin, on peut noter sur ce document combien les surfaces en « Capoeira » (jaune) sont réduites.

L'ampleur des superficies en sols dénudés (cultures) et en pâturages à dominante herbacée (élevage) soulève le problème de l'application du projet SAF. Enfin, l'image de 2011 révèle la complexité de la composition végétale des parcelles : leur forme n'est qu'esquissée sur le document issu de la télédétection, rendant délicat le recoupement avec le croquis.

3.2. Les enseignements issus des discussions avec les exploitants

68 exploitants sur 250 « assentados » adhèrent à l'association des producteurs de l'Assentamento Vale do Amanhecer, dont 7 au projet *enrichissement de « capoeira »*, 12 à celui de développement d'un *système agro-sylvo-pastoral* et 49 à celui du *système sylvo-pastoral*.

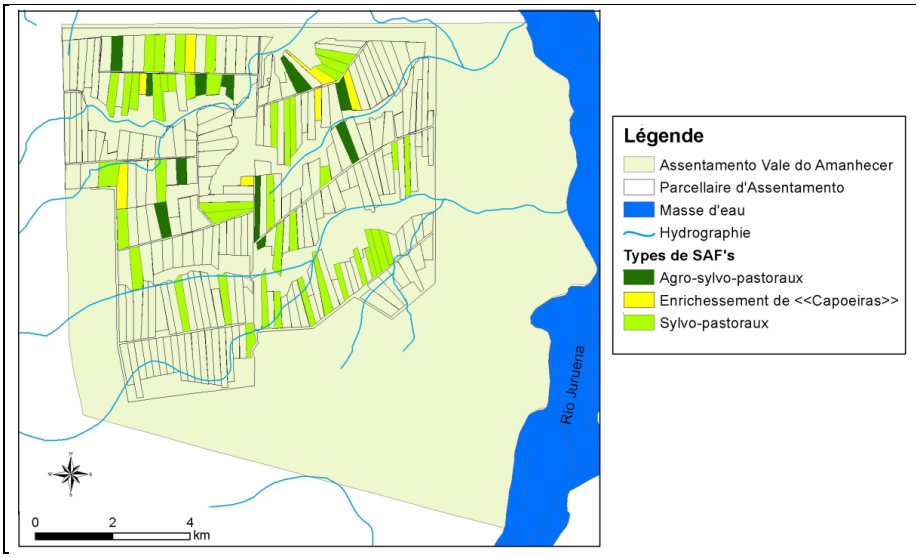


Figure 3 : Distribution des différents types de SAF dans l'Assentamento Vale do Amanhecer.

Si l'on considère la distribution des parcelles affectées à l'application du projet, on note qu'elles se situent surtout dans le Nord et le centre de l'Assentamento (figure 3).

Le système « enrichissement de la capoeira » concerne peu de producteurs (figure 3). Cela peut s'expliquer par la faible superficie représentée par les « capoeiras » sur le terrain (figure 2) et peut-être par un moindre intérêt.

Ce système consiste à accélérer les processus de régénération des « capoeiras » ou forêts secondaires issues d'une première étape de déboisement (IBGE, 1991). Dans ce cas, les terres ont été temporairement utilisées pour l'agriculture ou le pâturage et la forêt émerge spontanément après l'abandon de ces activités (Souchiel *et al*, 2005). Parmi les espèces utilisées, on note la présence d'andiroba (*Carapa Guianensis*), copaíba (*Coparifera sp.*), cupuaçu (*Theobroma grandifolium*) (figure 4).



Figure 4 : Exemple d'un enrichissement de la <<Capoeira>> (l'oléorésine du Copaíaba avec andiroba) et cupuaçu dans la propriété d'Edemar LANG (Photo *: I. M. Claudino, juillet 2012*)

Ces arbres d'origine locale sont exploités pour leur bois (andiroba, copaíba), pour leur

fruit (cupuaçu) ou encore pour les propriétés médicales ou cosmétiques de leur résine (copaíba) ou de leurs noix (andiroba). Ces implantations ont pour objectif de diversifier les sources de revenu des agriculteurs.

Le système agro-sylvo-pastoral connaît un succès limité quoiqu'un peu plus élevé que le précédent. Leur nombre est légèrement plus élevé au nord de l'Assentamento. C'est un système multi-étagé dans lequel les producteurs cultivent des haricots, du manioc, du maïs. Ils ont principalement planté des palmiers Pupunha (*Bactris gasipaes*) et l'Açai (*Euterpe oleracea*), tous deux appartenant à des espèces locales (figure 5).

L'Açai est exploité pour ses baies aux propriétés alimentaires et médicinales qu'ils vendent sur le marché de Juruena. Le pupunha produit le « palmito » que les exploitants de l'Assentamento vendent directement aux trois industries de transformation du « Palmito », ce qui génère des profits plus élevés. Par ailleurs, ce système à palmiers augmente considérablement le pourcentage de la matière organique présente dans le sol. Après la récolte, environ 85% de la biomasse aérienne du palmier qui tombe reste sur le terrain, et peut être transformée en aliments pour le bétail (BRASIL/ADERJUR, 2011).



Figure 5 : Exemple de système agro-sylvo-pastoral avec des palmiers et d'autres espèces forestières (*Photo : I. M. Claudino, juillet 2012)*

Le système sylvo-pastoral a été privilégié par la plupart des adhérents à l'Association des producteurs de l'Assentamento Vale do Amanhecer. Y sont associés les arbres et les pâturages (figure 6). Leur répartition (figure 3) est surtout concentrée au nord et au centre de l'Assentamento.

De nombreuses espèces sont utilisées dont le castanheira (*Bertholletia excelsa Kunth*), le mogno (*Swietenia macrophylla*), le cerejereira (*Prunus serotina*), le jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), le copaíba (*copaifera langsdorfii*). Ces implantations ont pour objectif la production de fruits (noix du Brésil du castanheira), du bois pour la fabrication de mobiliers ou encore de résines et huiles pour la pharmacie. Le bois est vendu à des scieries de la région. La noix du Brésil fait l'objet d'une commercialisation vers une entreprise de cosmétique tandis que la résine du copaíba aux usagers locaux.

L'approche par télédétection utilisée ici, croisée aux observations terrain, montre la complexité du recoupement des deux approches. En effet, nous soulignons plus haut que le parcellaire n'était qu'esquissé sur la figure 2. Cela correspond en fait à une hétérogénéité de la couverture végétale dans chaque parcelle dont la superficie est suffisamment grande pour permettre une diversité d'occupation du sol. Nous pouvons également penser à plusieurs explications en partie liées à l'avancée des projets de SAF : la création des SAFs est récente et ne permet pas encore de contrastes marqués entre



Figure 6 : Exemple de système sylvo-pastoral en cours d'installation dans une des parcelles (*Photo : L. A Nascimento, août 2012*).

nouveaux et anciens paysages végétaux ; de plus, l'adhésion aux SAFs par les agriculteurs s'est étalée dans le temps depuis 2006, réduisant encore, pour une partie des parcelles, la période concourant à cette différenciation. Toutefois, il est à noter que la distribution des SAFs, et notamment le système sylvo-pastoral dans le nord et le centre et sud de l'Assentamento, correspond à la répartition de la classe des pâturages avec ligneux. Il y a sans doute là un indicateur qu'il s'agira de préciser par la suite.

Conclusion

A partir de ces données on peut esquisser un premier bilan des SAFs de l'Assentamento. Au total, l'adhésion aux SAFs ne concerne que 30% des assentados et ce, depuis une courte période (7 ans maximum pour les premiers adhérents). La mise en place est relativement longue et les résultats ont un temps de réponse souvent lent du fait des temps de croissance et de production des ligneux. Les adhérents rencontrent des problèmes récurrents comme les difficultés dans la commercialisation des produits mais aussi un manque d'aide à l'investissement. Ainsi, beaucoup de propriétaires ont encore peur d'investir dans les systèmes agro-forestiers car ils craignent le manque de débouchés

La mise en place de tels systèmes nécessite l'étude des ressources naturelles et des modifications déjà existantes dans la propriété ainsi que des études socio-économiques détaillées. Elle se fait généralement avec l'accompagnement d'un technicien en agriculture et élevage de la préfecture du district. En effet, l'introduction d'arbres dans les pâturages nécessite des planifications. D'une manière générale, il existe des mesures importantes à observer telles que : le choix des espèces d'arbres appropriées, l'écartement des arbres entre eux, la définition de pratiques de gestion appropriées, la prise en compte des impacts environnementaux, économiques et sociaux.

Le modèle agro-forestier réduit les impacts des brûlis, le recours à des phytosanitaires et la déforestation mais il n'est pas une solution complète pour la protection de l'environnement. En effet, pour qu'il soit efficace, il est nécessaire d'établir, à l'échelle régionale, un système intégré de réserves forestières et d'exploitations agro-sylvo-forestière.

Références bibliographiques

Arco-Verde M. F., Silava I. C., Mourão J. M. 2009: Aporte de Nutrientes e Produtividade de Espécies Arbóreas e de Cultivos Agrícolas em Sistemas Agroflorestais na Amazônia. *Revista Floresta*, **39**, n. 1, pp. 1 – 12.

Brasil / ADERJUR. 2011: Florestas, Sistemas Agroflorestais e seus Serviços Ambientais e Econômicos em Juruena, MT, Cuiabá, MT, 42 pp.

Brasil / CPRM. *Carta Topográfica do Brasil*. 1970: Folha SC.21-Y-B, Tapaiuna, Brasília, DF.

Brasil / IBGE. 2006: Informações e Históricos. Juruena, 1 pp, Rio de Janeiro, RJ.

Brasil / IBGE. 1991: Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: 122 pp.

Devide A. C. P. 2013: Culturas Anuais para Sistemas Agroflorestais com Guanandi em Várzea e Terraço Fluvial. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 35 pp.

Duarte E. M. G. 2007: Ciclagem de Nutrientes por Árvores em Sistemas Agroflorestais na Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Solos. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 115 pp.

Dubois J.C.L., Anderson A. B., Viana V. 1996. Manual Agroflorestal para Amazônia. REBRAF/ Fundação Ford, Rio de Janeiro, RJ, 228 pp.

Dubreuil V., Laques A.E., Nedelec V., Arvor D., Gurgel H., 2008 : Paysages et fronts pionniers amazoniens sous le regard des satellites : l'exemple du Mato Grosso. *L'Espace Géographique*, **37**, 57-74

Oliveira N. L., Jacq C., Dolci M., Delahaye F. 2010 : Desenvolvimento Sustentável e Sistemas Agroflorestais na Amazônia matogrossense. Revista CONFINS, **10**.

Rondon N. R. M., Lage C. A., Bilibio F., Santos A. R. 2011: Enriquecimento de floresta secundária com cedro-rosa (Cedrela odorata L.) e sumaúma (Ceiba pentandra (L.) Gaertn.), em Alta Floresta (MT). Revista Ambiência Guarapuava, **7,** n.1, pp 103 – 109.

Souchiel E. L., Miranda C. C. do. ; Campello E. F. C., Silva E. M. R. da.; Saggin J. O. J. 2005: Enriquecimento de Capoeira com Espécies Arbóreas na Região da Mata Atlântica. Revista Floresta e Ambiente, **12**, n.1, pp. 01 - 06, Rio Verde, GO.

Vargas L. N. 2006: *Vale do Amanhecer, Retrato de um Assentamento: Modelo de Reforma Agrária para a Amazônia Mato-Grossense?* Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 311 pp.

CORRELAÇÕES LINEARES ENTRE A OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO E A PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ – BRASIL

NASCIMENTO JUNIOR L. [(1)], SANT'ANNA NETO J. L. [(2)],

(1) Grupo de Pesquisa GAIA – Interação na superfície, água e atmosfera. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista, Rua José Levy Guedes, 585, Presidente Prudente, Brasil [juniohr@gmail.com]

(2) Departamento de Geografia – Universidade Estadual Paulista, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, Brasil. [jlsn57@uol.com.br]

Resumo: *Das principais configurações de teleconexões que afetam a variabilidade global, estão os fenômenos El Niño Oscilação Sul - EN OS e a Oscilação Decadal do Pacífico – ODP. Na América do Sul e no Brasil associações com esses padrões são verificadas principalmente na variabilidade pluviométrica. O objetivo do trabalho é apresentar as associações da ODP na precipitação no Estado do Paraná, localizado na região Sul do Brasil. Foram utilizadas séries históricas de 1976 a 2011, com dados mensais de chuva e número de dias com chuva agrupados nas escalas trimestrais, sazonais e anuais, e os índices padronizados anuais da oscilação. As associações foram processadas no aplicativo XLStat® , e obtidas por correlações lineares dada pelo Coeficiente de Pearson. Correlações significativas positivas para chuva foram observadas no outono, primavera e na escala anual, nos números de dias com chuva as correlações foram positivas, principalmente na primavera. Na análise espacial, correlações positivas foram detectadas no oeste e noroeste, e negativas no leste e litoral do Estado. Em geral a influencia da ODP se mostrou fraca para chuvas numa relação de 11% a 20%, considerando o coeficiente de determinação (r^2). Para os números de dias com chuva essa relação foi de 17 a 46%, sugerindo uma correlação moderada fraca. Os resultados corroboram para o melhor entendimento das gêneses das chuvas em regiões de clima tropical transicional, e para o Paraná, em particular. Aponta também abordagens interpretativas sobre os impactos regionais e locais das mudanças climáticas e, a influência das teleconexões de baixa frequência na variabilidade.*
Palavras-Chave: *Precipitação; Variabilidade; Oscilação Decadal do Pacífico; Impactos; Estado do Paraná.*

Résumé : Corrélations linéaires entre l'Oscillation Décennale du Pacifique et les précipitations dans l'Etat du Paraná, Brésil. *Les principales téléconnexions qui affectent la variabilité globale sont les phénomènes d'El Niño Oscillation Sud – ENOS, et l'Oscillation Décennale du Pacifique– ODP. En Amérique du Sud et au Brésil, ces téléconnexions affectent surtout la variabilité pluviométrique. L'objectif de cette étude est de présenter les associations entre l'ODP et les précipitations dans l'Etat du Paraná, situé dans la région sud du Brésil. Des séries historiques de 1976 à 2011 ont été utilisées, comportant les données mensuelles de précipitations (en mm) et le nombre de jours de pluie, synthétisés aux échelles trimestrielle, saisonnière et annuelle, ainsi que l'indice annuel de l'ODP. Les associations ont été traitées sur l'application XLStat ® et obtenues par des corrélations linaires données par le Coefficient de Pearson. Pour les précipitations, une corrélation positive significative a été observée en automne, au printemps ainsi qu'au pas de temps annuel. Pour le nombre de jour de pluie, la corrélation est positive principalement au printemps. L'analyse approfondie montre une corrélation positive à l'Est et au Nord-Est de l'Etat, et une corrélation négative en ce qui concerne l'Est et le littoral. En général, l'influence de l'ODP sur les précipitations est de 11 à 20% en considérant le coefficient de détermination (r^2). En ce qui concerne le nombre de jours de pluie, l'influence de l'ODP est comprise entre 17 et 46%. Ces résultats suggèrent une corrélation faible à modérée. Ils améliorent également la compréhension du régime de précipitation des régions de climat tropical et de l'Etat du Paraná en particulier. Ils soulignent aussi l'approche interprétative sur les impacts régionaux et locaux du changement climatique et l'influence des téléconnections de faible fréquence dans la variabilité pluviométrique.*
Mots-clés: *Précipitations; Variabilité; Oscillation Décennale du Pacifique; Impacts; État du Paraná.*

Abstract : Linear correlations between the Pacific Decadal Oscillation and the precipitation on Paraná State - Brazil*. The major climatic teleconnections that affect the global variability are the El Niño Southern Oscillation - ENSO and the Pacific Decadal Oscillation - PDO. In South America and in Brazil associations with these patterns are observed mainly on rainfall variability. This paper presents some associations between PDO and the precipitation on Paraná State, located on southern of Brazil. It was monthly rainfall data (mm), number of days with rain, and the annual PDO index, from 1976 to 2011. All the data were grouped into quarterly, seasonal and annual rainfall. The assotiation were obtained by Pears linear correlation coefficient. All the statistical procedures were processed in Xlstat ®. Positive correlations were observed for rain on spring, autumn and annual scale. To the number of days with rain, correlations were positive were observed especially on spring. The positive correlations were found in the west and northwest of State, and negative in the east and the coastal area. In general the PDO influence was 11 to 20%, and for the numbers of days with rain was 17 to 46%. Thies results suggesting a weak and weak- moderate correlation, and corroborate the understanding of rainfall in tropical areas. Also points interpretative approaches to regional and local impacts of climate change, and the teleconnections influence in variability.*
Keywords: *Precipitation; Variability; Pacific Decadal Oscillation; Impacts; Paraná State.*

Introdução

As teleconexões climáticas têm sido um conceito que explica parte da dinâmica climática global e de sua variabilidade, considerando desde a circulação atmosférica até sua interação/conexão com os oceanos e continentes.

Os estudos baseados nas teleconexões climáticas discutem o encontro de similaridades temporais dos padrões de variabilidade - obtidas por forçantes e configurações das Temperaturas da Superfície dos Mares – TSMs de determinadas áreas e regiões, e suas associações com os elementos do clima de outros espaços. Os estudos sobre variabilidade pluviométrica se destacam entre os mais significativos na associação com os padrões de teleconexão (Cavalcanti e Ambrizzi, 2009; Kayano e Andreolli, 2009; Grimm, 2009b; Coelho, 2001).

As principais teleconexões que compõem a variabilidade pluviométrica observada no Hemisfério Sul são: Configuração do Pacífico e Atlântico Sul, a Oscilação Madden-Jullian – OMJ, a El Niño Oscilação Sul - ENOS, a Oscilação Decadal do Atlântico - ODA e a Oscilação Decadal do Pacífico – ODP (NOAA, 2013).

Essas teleconexões agem conjuntamente em escalas espaciais e temporais diferentes, criam *backgrounds* entre si, e são também observadas pelas suas interconexões que definem reforços ou enfraquecimentos de outras componentes, dependendo de suas escalas de atuação (Kayano e Andreoli, 2009).

Parte destes padrões também tem sido observada por meio da superposição de padrões decadais e multidecadais na variabilidade interanual e intrassazonal. Neste caso, as teleconexões são classificadas de acordo com a sua frequência (baixa a alta) e temporalidade (interanual a multidecadal) (Cavalcanti e Ambrizzi, 2009; Kayano e Andreoli, 2009).

Das teleconexões que afetam a variabilidade global, da América do Sul e do Brasil, e que se apresenta como um importante modo de variabilidade de baixa e baixíssima frequência em escalas decadal e multidecadal destaca-se a Oscilação Decadal do Pacífico – ODP (Figura 1).

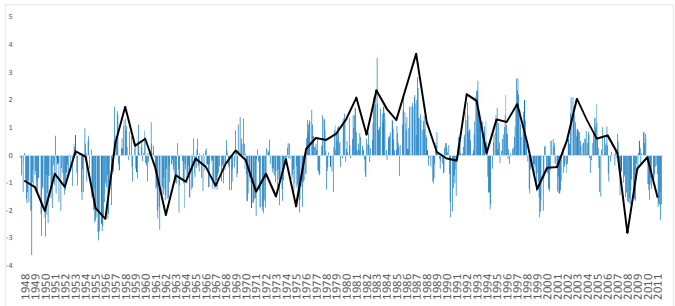


Figura 1 : Variabilidade mensal (barras azuis) e anual (linha preta) dos índices da Oscilação Decadal do Pacífico – 1948 a 2011. Fonte: NOAA (2013).

A ODP é caracterizada por anomalias negativas de temperaturas no Pacífico Tropical e, positivas no Pacífico Extratropical, quando apresenta uma fase fria (ODP Negativa ou ODP-) e anomalias positivas de temperaturas no Pacífico Tropical e, negativas no Pacífico Extratropical na fase quente, denominada ODP Positiva (ODP+) (Kayano e Andreoli, 2009; Mantua e Hare, 1997; Mantua *et al.*, 2002). A configuração gráfica dessas fases pode ser observada na Figura 1, que mostra a variabilidade dos índices da ODP segundo a *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA (2013).

Os estudos com os padrões ODP têm mostrado como algumas décadas podem ser mais ou menos chuvosas do que outras, e destaca um mecanismo explicativo para entendimento das alterações climáticas em escala regional, associando-as as dinâmicas locais no prazo de 20 e 30 anos (Cavalcanti e Ambrizzi, 2009; Grimm, 2009; Kayano e Andreoli, 2009).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de correlações lineares entre os índices da ODP e a precipitação no estado do Paraná (Figura 1), como contribuição técnica e metodológica para o estudo das chuvas no estado.

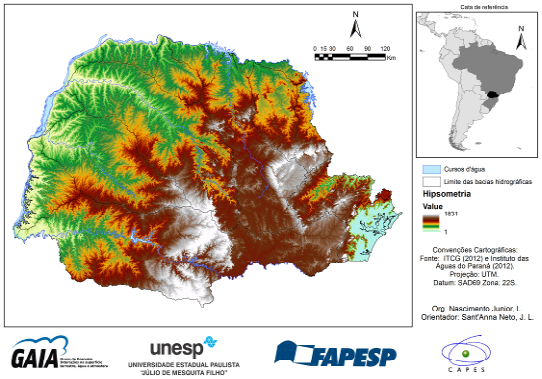


Figura 2 : Localização do Estado do Paraná – Brasil.

2. Material e procedimentos

Os dados utilizados neste trabalho se referem aos valores acumulados mensais de Chuva Acumulada (mm) e Número de Dias com Chuva de 63 postos pluviométricos e ao Índice anual da ODP, para o período de 1976 e 2011. Os dados fazem parte da rede de postos pluviométricos organizada e, gentilmente cedida pelo Instituto Águas do Paraná (2012**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), representada na Figura 3.

A variabilidade (Chuva, Numero de Dias com Chuva e ODP) foi representada pela técnica de padronização (índice padronizado), obtida pela fórmula:

$$Z(i) = (P(i) - Pm)/Dp$$

Onde: Z(i) é variável normalizada (totais de chuva e número de dias com chuva); P(i) valor médio anual da variável na série histórica; Pm é o valor médio da variável no período, Dp é o Desvio Padrão.

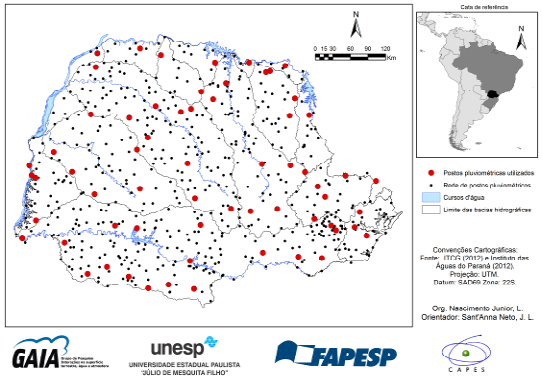


Figura 3 : Rede de estações pluviométricas do Estado do Paraná e postos pluviométricos utilizados na pesquisa.

A variabilidade trimestral foi representada pelo agrupamento equivalente aos trimestres de outono (março, abril e maio), inverno (junho, julho e agosto), primavera (setembro, outubro e novembro) e verão (dezembro, janeiro e fevereiro).

A variabilidade sazonal foi analisada por meio do agrupamento da estação mais úmida, denominada Estação Chuvosa, que mostra que no período de outubro a março há maior pluviosidade e número de dias com chuva, do que no período de abril a setembro, apresentado como uma estação menos úmida, neste caso, denominada Estação Menos Chuvosa. A variabilidade interanual foi obtida pela padronização dos totais anuais de precipitação e número de dias com chuva.

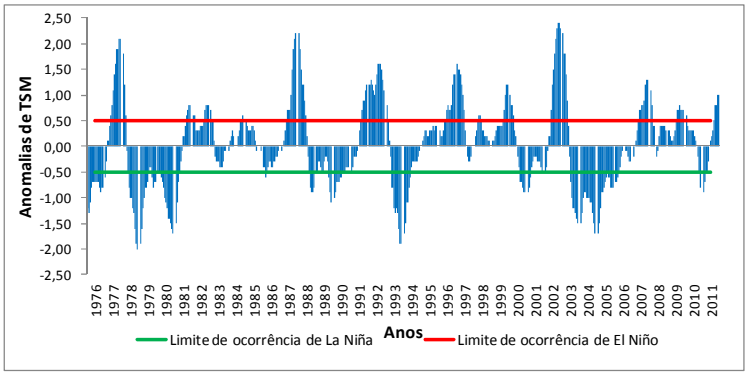


Figura 4 : Variabilidade dos índices ENOS com trimestres consecutivos d– 1976 a 2011. Fonte: Trenberth (1997) em NWS/CPC/NOAA. Org.: Nascimento Júnior, L.

Associações com o El Niño Oscilação Sul foram obtidas pela temporalidade e ocorrências de ENOS, segundo Trenberth (1997) (Figura 4), uma vez que esse fenômeno é o principal modulador das chuvas

na América do Sul, na escala interanual e interssazonal (Grimm, 2009).

O índice anual da ODP – IODP foi elaborado por Mantua e Hare (1997) e estão disponíveis em *http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest*. O IODP deriva-se da primeira componente principal das anomalias da TSM no Pacífico Norte, entre as latitudes 20° N e 90° N, com exclusão de qualquer sinal de aquecimento global.

Para a associação da ODP, todos os valores foram submetidos à correlação linear, determinada pelo Coeficiente de Pearson. O coeficiente é apresentado por Toledo e Ovale (2008), em que os valores de r variam entre 1 e -1, sendo que o valor zero representa a ausência de correlação. O teste foi aplicado considerando o nível de significância alfa=0,05. São representados somente os valores do quadrado do coeficiente de correlação (r^2), que mostra o percentual da variância que explica a relação de uma das variáveis em relação à outra.

Os cálculos e gráficos foram produzidos no *software Microsoft Excel®*, e pelo aplicativo *XLStat®*.

3. Resultados e discussão

Os desvios referentes à variabilidade trimestral da Chuva, observada para todos os postos do Paraná (Figura 5), expressam ciclos de quatro, seis e oito anos. A variabilidade nesta escala se apresenta com valores que podem estar associados aos El Niño Oscilação Sul (ENOS) (Figura 4) configurados sob aquela temporalidade.

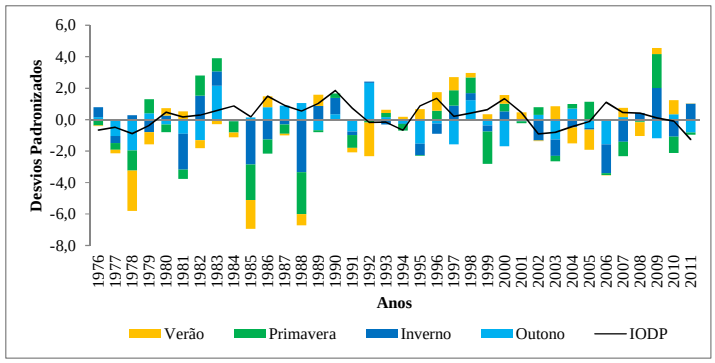


Figura 5 : Variabilidade trimestral das chuvas e do IODP anual – 1976 a 2011.

Essa configuração mostra em parte uma variabilidade interanual fortemente associada aos padrões ENOS, com maior destaque na Primavera, consoante a discussão em Grimm (2009).

Constata-se que desde 1999, os desvios trimestrais tendem a diminuição da variabilidade, expressando picos máximos somente quando há a ocorrência dos El Niño, destacadamente, no ano de 2009. É possível obter similaridades conforme as fases da ODP, pela predominância de desvios positivos e negativos, com um caráter de defasagem.

No caso dos Numero de Dias com Chuva (Figura 6), a variabilidade trimestral é bem maior do que a da precipitação. Nestes valores a ciclicidade é apresentada por períodos de cinco a seis anos, com intervalo de inversão de padrões, entre dois a quatro anos para cada trimestre, separadamente.

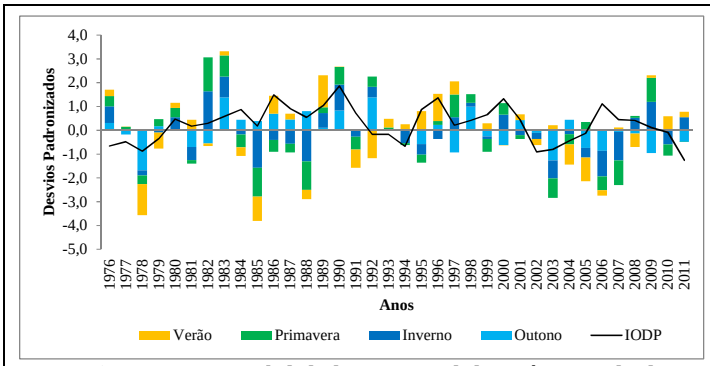


Figura 6 : Variabilidade trimestral dos números de dias com chuva e do IODP anual – 1976 a 2011.

Essa temporalidade é quase semelhante aos prazos de variação dos ENOS. Da mesma forma, sob a temporalidade da

ODP, os valores expressam desvios proporcionais às suas fases. Essa configuração pode ser observada de 1977 a 1998, quando na ODP+ os valores são predominantemente positivos e, de 1999 em diante, com tendência de diminuição dos número de dias com chuva sob ODP-. Destacam-se nesta análise as exceções com associações anuais em ocorrência de ENOS que alteram, significativamente, a predominância linear dos valores observados, como por exemplo, os valores no ano de 2009.

Essa temporalidade é quase semelhante aos prazos de variação dos ENOS. Da mesma forma, sob a temporalidade da ODP, os valores expressam desvios proporcionais às suas fases. Essa configuração pode ser observada de 1977 a 1998, quando na ODP+ os valores são predominantemente positivos e, de 1999 em diante, com tendência de diminuição dos número de dias com chuva sob ODP-. Destacam-se nesta análise as exceções com associações anuais em ocorrência de ENOS que alteram, significativamente, a predominância linear dos valores observados, como por exemplo, os valores no ano de 2009.

Na escala sazonal, as chuvas apresentaram um período com valores negativos e picos expressivos no período de 1978 a 1992, principalmente para estação chuvosa. Desde 1999 há uma nítida diminuição da variabilidade para ambas as estações, com destaque para a estação menos chuvosa, que apresenta variação negativa de 1999 a 2007. (Figura 7)

É possível observar o sinal em relação às fases da ODP+ que tende a aumentar a variabilidade de todos os valores de chuva, enquanto que em ODP-, que desde 1999 a 2005 apresenta diminuição dos valores de chuva e número de dias com chuva. Em meio a essa configuração, os intervalos de La Niña e El Niño são claros em diminuir os desvios pluviométricos na estação menos chuvosa e aumentar na estação chuvosa, respectivamente.

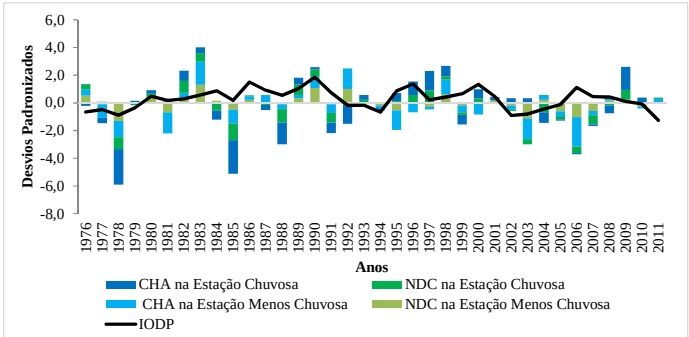


Figura 7 : Variabilidade sazonal dos valores de Chuva, números de dias com chuva e do ODP anual – 1976 a 2011.

Em associação à ODP, a variação do seu índice demonstra que quando negativa e positiva, os desvios de número de dias com chuva em todos os trimestres também seguem essa tendência, com maior significância na primavera e no verão. Apresenta também maiores oscilações em fases da ODP+ e menor na ODP-.

Esta afirmação, pode ser observada na ciclicidade e periodicidade dos valores sazonais de número de dias com chuva, que apresentam desde 1977 a 1992 um período de alta variação com quatro picos expressivos nos anos de 1978, 1985, 1988 e 1991, aumentando gradativamente desde o primeiro ano para ambas as estações observadas.

Estes anos (1978, 1985, 1988 e 1991) coincidem com anos de La Niña e mostram associação com diminuição dos número de dias com chuva. O ano de 1983 também apresenta maior amplitude no desvio, e se associa com a configuração de El Niño.

A partir de 1993, os desvios descrevem uma diminuição da variabilidade com um prazo claro de variação negativa, entre 2002 e 2007, sendo que num prazo anterior, de 1999 a 2001, houve uma variação considerável, que parece repetir e indicar alterações de periodicidades a partir de 2007.

O La Niña e o El Niño de 2006 e 2009 ocorreram nos períodos concomitantes às temporalidades da estação menos chuvosa e estação chuvosa, mostrando correspondência nas duas estações para pluviosidade e para os número de dias com chuva.

Em todos os períodos relacionados há uma característica segura de que em fases de desvios positivos e negativos há, respectivamente, maior e menor variação dos número de dias com chuva, dos índices pluviométricos, e maior quantidade de valores extremos positivos e negativos para uma fase do que para a outra. A variabilidade sazonal indica um prazo de variação de três a seis anos tanto na pluviosidade, quanto nos número de dias com chuva, que podem ser relacionados aos prazos de variação do ENOS.

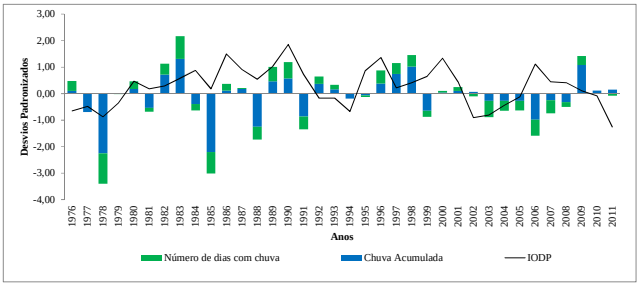


Figura 8 : Variabilidade interanual dos valores de Chuva, números de dias com chuva e do ODP anual – 1976 a 2011.

Essas afirmações são claramente representadas na variabilidade interanual (Figura 8), na qual: os sinais de padrões ENOS nos anos citados são significativamente associados; pelo menos um período de seis anos com variabilidade negativa – 2003 a 2008; periodicidades com maior e menor variabilidade são destacadas entre 1977 a 1991 e 2002 a 2009, respectivamente e, outros com variação de transição que vão de 1992 a 2001 e 2009 em diante. Esta última tendência é interferida pelo ENOS em 2009 e 2010, que mesmo com classificação fraca (CPTEC, 2012) teve sinal considerável nos número de dias com chuva.

A similaridade com os padrões ENOS e ODP pode ser visualizada de modo simultâneo, principalmente nos prazos mais rápidos e curtos e, nos mais lentos e longos, respectivamente, e que mostram variabilidades com diferentes frequências.

Os anos de 1978, 1985, 1988, 1999, 2006 apresentam maior expressão, principalmente na amplitude e, podem ser relacionados aos La Niñas observados. Os anos de 1983, 1997 e 1998 são os que mais podem indicar associação com El Niños. Mesmo sobre ocorrências de La Niña e El Niño, alguns anos parecem não indicar associações com esses padrões, como, por exemplo: 1987 e 2000 (CPTEC, 2012).

A correlação estatística da ODP e as chuvas no Estado do Paraná apresentam coeficientes de determinação obtidos pela correlação linear (Tabela 1). Foram inseridos somente os postos pluviométricos (linhas) que apresentaram valores diferentes de 0, com um nível de significância alfa=0,05 nas escalas temporais observadas (colunas). Destacam-se os valores de r^2 (%) que apresentam correlações negativas na cor azul e correlações positivas na cor laranja.

Na precipitação, os valores de r^2(%) dos coeficientes de determinação não passaram de 19,7%, esses foram observados em Laranjal, no outono e na escala anual, com uma correlação positiva. O menor valor de r^2(%) foi notado em Marechal Cândido Rondon (11,1% - oeste do Estado), com correlações positivas e, as negativas foram constatadas na primavera de Paranaguá (litoral), no inverno de Prudentópolis e no outono de Londrina, estes últimos localizados no norte do Estado.

Diferentemente, os valores de número de dias com chuva mostram-se expressivos, principalmente na primavera. Os coeficientes de determinação nesse trimestre chegaram a 46,8% para os valores em Andirá, localizado na região norte do Estado. Os menores valores verificados estão na escala anual para São Matheus do Sul e Tibagi (na porção sul), com correlações negativas e positivas, respectivamente. Estes resultados indicam que a

participação da ODP na variabilidade das chuvas no Estado do Paraná é estatisticamente fraca e moderada-fraca para os totais de chuva e para os números de dias com chuva, respectivamente, e com predominância em escala local.

Postos Pluviométricos	Associação ODP x Precipitação					Associação ODP x Numero de Dias com Chuva						
	Outono	Inverno	Primavera	Estação Menos	Anual	Outono	Inverno	Primavera	Versão	Estação Menos	Estação Chuvosa	Anual
Paranaguá			12,3								17,5	16,4
Curitiba						17,3						12,6
Rio Branco do Sul								26,5				
Santana do Itararé								20,2				
Tomazina								20,3				
Cambará								17,7				
Andirá			20,1					46,8				
Bandeirantes								16,0				
São Mateus do Sul												11,3
Tibagi												11,3
Leópolis			13,2			23,6						
Prudentópolis		11,9										
Ibiporã								35,7				
Bela Vista do Paraíso								30,2				
Londrina	11,5				11,5			18,5				
Arapongas						24,8		45,6				
Guarapuava						36,8						13,3
Turvo						20,9						
Manoel Ribas								25,2				
Coronel Domingos Soares										14,4		14,1
Paranacity											15,0	15,2
Campo Mourão											13,3	
Laranjal	19,7				19,7			16,0				
Rio Bonito do Iguaçu										21,8		13,0
Cianorte	12,7				12,7							
Quedas do Iguaçu								22,5		26,4	12,8	25,0
Francisco Beltrão								18,4				
Santa Isabel do Ivaí											15,4	
Cascavel							21,7					
Umuarama								17,8				
Assis Chateaubriand						33,3						
Planalto									16,4			
São Miguel do Iguaçu	17,5				17,5			16,4		25,5		
Pato Bragado						18,7						
Marechal Cândido Rondon				11,1								

Tabela 1 : Coeficientes de determinação de Pearson (r^2), para precipitação, número de dias com chuva e IODP. Apresenta o percentual da variância que explica a relação de uma das variáveis em relação à outra. Valores destacados em cor amarela e azul indicam correlações lineares (r) positivas e negativas respectivamente, e para os postos que apresentaram significância.

As correlações positivas detectadas principalmente nas regiões oeste e noroeste e, negativas no leste e litoral do estado, explicam parte influência espacial da ODP na distribuição das chuvas. A explicação para essas alterações se baseia no mecanismo de deslocamento espacial e na intensidade do modo dominante do Sistema de Monções da América do Sul e, do favorecimento da entrada de sistemas atmosféricos com gênese no Oceano Atlântico conforme as discussões em Silva *et al.* (2011).

Esses produtos sugerem também abordagens interpretativas e explicativas do estudo da variabilidade trimestral, sazonal e anual das chuvas no estado do Paraná, cuja participação da ODP é de 11% a 20%, sendo esses valores mais significativos para o outono, primavera e para os totais anuais de chuva. Na produção de número de dias com chuva, a participação da ODP oscila entre 17% a 46%, principalmente na primavera.

Conclusões

Com base nas análises produzidas, pode-se afirmar que a participação da Oscilação Decadal do Pacífico na produção pluviométrica no Estado do Paraná se mostrou fraca para as chuvas acumuladas, e moderada-fraca para os totais de dias com chuva.

Outras teleconexões associadas, como ENOS, indicam configurações interanuais que explicam parte da estrutura e complexidade atmosférica, e que expressam o caráter em *background*, em superposição, em forçamento e em atuação destes fenômenos, em suas escalas temporais e ciclos de variação.

Outras aplicações podem melhorar a verificação da influência da ODP na variabilidade espacial da precipitação, com outros procedimentos técnicos e estatísticos, como correlações múltiplas e análise de séries temporais.

Entretanto, estes resultados corroboram para o melhor entendimento da gênese das chuvas nas regiões de clima tropical transicional e no Paraná, em escala decadal. Também apontam abordagens interpretativas sobre os impactos regionais e locais das mudanças climáticas e, a influência das teleconexões de baixa frequência na variabilidade pluviométrica.

Referências bibliográficas

Cavalcanti I. F. A., Ambrizzi T., 2009 : Teleconexões e suas influencias no Brasil. In: Cavalcanti, I, F. A; Ferreira, N. J; Silva, M, G, A, J; Dias, M. A. F. S (Orgs). *Tempo e clima no Brasil*. Oficina de Textos. p. 318-335.

Oliveira,G. S., 196: Teleconexões. *Climanálise.* Centro de Previsão e Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). **Edição especial**. Comemoração de 10 anos.

Coelho C. A. S.,2001 : *Anomalias de Precipitação sobre a América do Sul e sua relação com a Temperatura de Superfície do Mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico durante períodos de extremos de El Niño-Oscilação Sul*, Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas, USP, São Paulo.

Grimm A. M., 2009 : Variabilidade interanual do clima do Brasil. In: Cavalcanti, I, F. A; Ferreira, N. J; Silva, M, G, A, J; Dias, M. A. F. S (Orgs). *Tempo e clima no Brasil*. 260 -275.

Instituto das Águas do Paraná. 2012 : Dados da rede de postos pluviométricos do Paraná. *Águas Paraná*. Governo do Estado do Paraná.

ITCG, 2012 : Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Produtos Cartográficos*. Governo do Paraná.

Kayano M. T., Andreoli, R. V., 2006 : Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. In: *Journal of Climate*, **27**, 4, p. 531 – 540.

Maack, R., 1981 : *Geografia física do Estado do Paraná*. José Olympio. Rio de Janeiro, p. 155-177.

Mantua N. J, Hare, S. R., 2002 : The Pacific Decadal Oscillation. *Journal of Oceanography*, **58**, n. 1, FEB., p. 35-44. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/5xm9ngv5fn5dc2r7/fulltext.pdf>. Acesso: 15 mai. 2009.

Hare S. R., Zhang Y., W, J. M., Francis R. C., 1997 : A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production, *Bulletin of the American Meteorological Society* **78**, p. 1069-1079.

Nimer E., 1989 : *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio De Janeiro.

Noaa, 2012: National Oceanic Atmosferic Administration. National Weather Service. Climate Precdtion Center. *Teleconnections.* Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/teleconnections.shtml. Acesso: 20 jan. 2012

Silva G. A. M. da; Drumond, A.; Ambrizzi, T., 2011 : The impact of El Niño on South American summer climate during different phases of the Pacific Decadal Oscillation. *Theoretical and Applied Climatology*, **36**, p. 100-120.

Toledo G. L., Ovalle I. I. 2008 : *Estatística Básica*. São Paulo: Atlas S.A, p. 412-415.

Trenberth, K. E., 1997: The Definition of El Niño. *Bulletin American of Meteorology Society*, **78**, p. 2771 – 2777.

FORMAÇÃO TERRITORIAL DO SUL DA BAHIA: ENTRE AÇÕES E OMISSÕES DO PODER PÚBLICO

NEVES K. F. T. V. (1), SUZUKI J. C. (2)

(1) Instituto Federal da Bahia – Campus Ilhéus – Professora de Geografia, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 13, s/n. Vila Cachoeira CEP: 45661-700 [kftvneves@yahoo.com.br]

(2) Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, Av. Prof. Lineu Prestes, 338, Cidade Universitária. São Paulo/SP, CEP: 05508-010 [jcsuzuki@usp.br]

Resumo - *O presente texto discute a produção e comercialização do cacau orgânico no Sul do estado da Bahia, região dedicada ao seu cultivo desde meados do século XIX. Após a grave crise dessa monocultura, iniciada no findar da década de 1980, diversas atividades econômicas têm sido implantadas com vistas a dinamizar a economia regional. Dentre as alternativas econômicas para enfrentar essa situação, estabelece-se a produção orgânica do cacau. A introdução e posterior expansão dessa nova prática agrícola têm promovido importantes transformações em escala local, atingindo de forma significativa as históricas relações de trabalho e produção envolvidas no cultivo desse fruto. Assim, pretendemos analisar a atuação histórica do Estado no desenvolvimento da lavoura cacaueira no território Sul da Bahia.*
Palavras-chave: *Cacau orgânico, Sul da Bahia, Agroecologia, Geografia Agrária, Políticas Públicas.*

Resumé – Formation territoriale du sud de Bahia: Parmis des actions et des omissions du pouvoir. *Ce document traite de la production et de la commercialisation de cacao biologique dans le Sud de l'état de Bahia, une région consacrée à cette culture depuis le milieu du XIX^{e} siècle. Après la grave crise subie par cette monoculture à partir de la fin des années 1980, plusieurs activités économiques ont été mises en œuvre à fin de stimuler l'économie régionale. Parmi les alternatives économiques pour faire face à la situation, il y a l'implantation de la production de cacao biologique. L'introduction et l'expansion ultérieure de cette nouvelle pratique agricole ont favorisé des changements importants à l'échelle locale, tout en atteignant de manière significative les relations historiques de travail impliquées dans la culture et la production de ce fruit. Ainsi, nous avons l'intention d'analyser le rôle historique de l'État dans le développement de la culture du cacao sur le territoire Sud de Bahia.*
Mots-clé: Cacao biologique, Sud de Bahia, Agroécologie, Géographie Agraire, Politiques publiques.

Abstract – Territorial formation of south of Bahia: Between action and omissions of public authorities. *This paper discusses the production and commercialization of organic cocoa in the South of Bahia, a region devoted to its cultivation since the mid-nineteenth century. After a severe crisis of this monoculture, which started in the 1980's ending, other economic activities have been implemented in order to give a boost to the regional economy. Among some economic alternatives to face this situation, the organic cocoa production was stablished. The introduction and progressive expansion of this new agricultural practice have promoted important changes in local scale, affecting significantly the historical labor and production relations. Thus, we intend to analyze the historical performance of the State in the development of cocoa farming in the South of Bahia.*
Keywords: *Organic cocoa, South of Bahia, agroecology, agrarian Geography, public policy.*

Introdução

Desde o final do século XIX, a região do Sul do estado da Bahia foi forjada como resultado histórico da inter-relação entre a sociedade grapiúna (designação regional dos habitantes), com o cultivo do cacau, e o bioma Mata Atlântica.

Após a grave crise dessa monocultura, iniciada no findar da década de 1980, diversas atividades econômicas têm sido implantadas com vistas a dinamizar a economia regional. Dentre as alternativas econômicas à crise da monocultura, estabelece-se a produção orgânica do cacau. A introdução e posterior expansão dessa nova prática agrícola têm promovido importantes transformações em escala local, atingindo de forma significativa as históricas relações de trabalho e produção envolvidas no cultivo desse produto. Assim, pretendemos analisar a atuação histórica do Estado no desenvolvimento da lavoura cacaueira no território Sul da Bahia. Para tanto, os debates realizados por Antonio Carlos Robert Moraes (2000) acerca da formação territorial serão fundamentais como sentido geral da análise.

1. Sul da Bahia: "Zona Cacaueira"

Oficialmente, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) identifica o Sul da

Bahia como uma Mesorregião localizada na porção meridional do estado da Bahia (Figura 1). Essa grande área é composta por três Microrregiões: Valença, ao norte; Ilhéus-Itabuna, em destaque e Porto Seguro, ao sul.

Entretanto, a despeito do critério oficial, a região conhecida como Sul da Bahia é tradicionalmente associada à monocultura cacaueira e apresentou diversas configurações ao longo das décadas de desenvolvimento da cacauicultura.

Sendo assim, desde o início do século XX, a Zona Cacaueira, como é denominada popularmente (em nossa análise empregamos a expressão território do cacau) foi constituída por um número variável de municípios que, em determinados períodos históricos, apresentavam a atividade cacaueira como sua principal fonte de renda. Nos períodos de alta rentabilidade da exportação de amêndoas de cacau, o território produtivo se expandia, chegando a englobar 83 municípios, distribuídos em 8 microrregiões baianas (Figura 1).

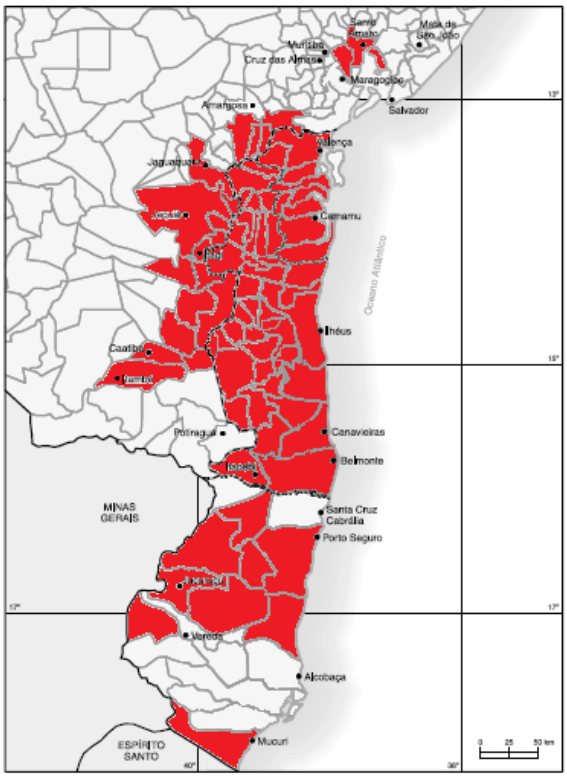


Figura 1 : Auge da produção cacaueira no Sul da Bahia (2001).
Fonte: IBGE (2001).
Adaptação de: Nascimento, Rodriguez e Silva (2009).
Elaboração: Karina F. T. V. Neves (2013).

Durante as várias crises que assolaram a cacauicultura sul-baiana, muitos municípios abandonavam a atividade, sendo que observamos, em alguns casos, o retorno à cacauicultura em outros momentos de valorização das amêndoas no mercado internacional.

Atualmente, dos 23 municípios que ainda desenvolvem a cacauicultura de maneira significativa, 18 encontram-se na área da microrregião Ilhéus-Itabuna (Figura 2).

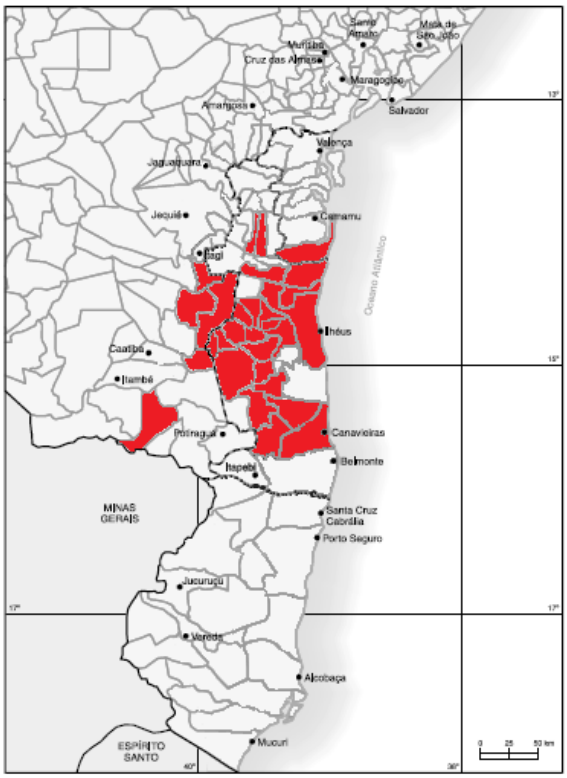


Figura 2 : Atual território do cacau no Sul da Bahia (2014).
Fonte: AMURC (2013).
Adaptação de: Nascimento, Rodriguez e Silva (2009).
Elaboração: Karina F. T. V. Neves (2013).

De uma maneira geral, identificamos quatro fases distintas da cacauicultura no Sul da Bahia. A primeira fase abrange o período entre 1746 a 1920 e engloba desde a implantação do cultivo do cacau até sua hegemonia no território sul-baiano. Esse período seria caracterizado pela ausência de políticas públicas voltadas para a atividade, fruto da mentalidade político-econômica que imperou até a crise mundial de 1929 – a do liberalismo econômico.

Implantado inicialmente como um cultivo experimental, o cacau desenvolveu-se de forma extraordinária na região por encontrar excelentes condições naturais (o cacaueiro é considerado uma planta muito exigente, que só produz economicamente se satisfeitas todas as condições de insolação, umidade e temperatura).

Tendo a região alcançado o posto de principal produtor mundial de cacau no ano de 1912, verificamos de 1920 a 1930, a segunda fase da cacauicultura no Sul da Bahia, no qual identificamos o progressivo interesse do Estado no apoio à atividade, particularmente se analisarmos a atuação dos governantes do estado da Bahia. As principais ações nesse sentido concentraram-se na realização de obras de infraestrutura necessárias ao fortalecimento da cacauicultura.

A terceira fase da cacauicultura sul-baiana, de 1930 a 1980, desenvolveu-se em meio a crises cíclicas, ora relacionadas a fatores ambientais, ora às oscilações dos preços de amêndoas de cacau. Nesse período, a riqueza advinda do cacau representava a maior fonte de riqueza do Estado da Bahia, fato que projetou o Sul da Bahia não só no contexto estadual como também no nacional, o que, aliado à mudança de diretriz do liberalismo econômico para o intervencionismo do Estado na economia, representou, no contexto regional, a participação efetiva do Estado no atendimento das demandas dos produtores e a captação de recursos junto ao Governo Federal.

Na quarta fase, pós-1980, identificamos dois elementos fundamentais: no âmbito mundial, a emergência de uma nova doutrina – o neoliberalismo e no âmbito regional, uma grave crise na produção e produtividade do cacau, ocasionada pelo alastramento de um fungo conhecido popularmente como vassoura-de-bruxa. A progressiva retirada do Estado do centro de decisões associada à dificuldade de combate ao fungo levou à falência da atividade cacaueira no território e ao empobrecimento regional.

A busca por alternativas econômicas pós-crise do cacau associada à fraca atuação do Estado no território nesse período possibilitou a atuação de novos agentes econômicos nesse setor, muitos dos quais, munidos de capital e de conhecimento (técnico, de mercado e de logística), passaram a investir no cultivo orgânico do cacau, com vistas a satisfazer as exigências do dito "Mercado Verde" em franca expansão, principalmente nos países desenvolvidos.

2. Agroecologia e agricultura orgânica: responsabilidade social e ambiental

A agricultura orgânica é uma das vertentes da Agroecologia. Altieri (2008) explica que, nos últimos anos, os movimentos agroecológicos têm adquirido importância crescente e legitimidade social ao contestar as práticas agrícolas e as formas de organização produtiva do modelo difundido pela Revolução Verde (ALTIERI, 2008).

A adoção do modelo produtivo da Revolução Verde pela maioria dos países tendeu a disseminar problemas ambientais e a acirrar as desigualdades já existentes no espaço agrário uma vez que, em geral, a modernização do campo não foi acompanhada nem da distribuição da terra nem de acesso amplo ao crédito.

Como resultado da hegemonia desse modelo, verifica-se que, além de graves problemas ambientais decorrentes do uso intensivo de máquinas, insumos químicos e perda da biodiversidade, "os maiores e mais ricos agricultores, que controlam o capital e as terras férteis, [estão] sendo privilegiados, em detrimento dos agricultores mais pobres e com menos recursos" (ALTIERI, 2008, p.19).

Nesse contexto de aprofundamento das desigualdades sociais no campo e de crise ambiental, a Agroecologia constitui-se como "uma ciência que surge na década de 1970 como forma de estabelecer uma base teórica para diferentes movimentos de agricultura alternativa que então ganhavam força com os sinais de esgotamento da agricultura moderna" (ASSIS & ROMEIRO, 2002, p. 71).

De acordo com Altieri (2008), seriam três os princípios da Agroecologia: a conservação e ampliação da biodiversidade; a preservação da diversidade cultural e a constituição de uma organização produtiva que garanta o desenvolvimento socieconômico justo.

Em meio a esse movimento agroecológico, estrutura-se, como prática agrícola alternativa, a agricultura orgânica. Na avaliação de Carmo (2004), são quatro as vertentes originais da agricultura não-convencional (atualmente agrupadas sob a denominação de agricultura agroecológica): agricultura orgânica, agricultura biodinâmica, agricultura organo-biológica e agricultura natural.

Como explicam Carmo (2004) e Correia (2003), as origens da agricultura orgânica remetem às experiências de Albert Howard com agricultores indianos, na década de 1920, e, em segundo plano, às experiências de Eve Balfour e Jerome Rodale, desenvolvidas respectivamente nas décadas de 1920 e 1930 na Inglaterra e nos Estados Unidos.

No Brasil, a definição oficial da prática agrícola orgânica é expressa no artigo 1º da Lei nº 10.831 de 2003:

> Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003, p. 01).

Vale salientar que o reconhecimento da legitimidade dos movimentos agroecológicos, nos últimos anos, não significa que o manejo agroecológico seja uma novidade na atividade agrícola. Na realidade, a Agroecologia, enquanto ciência, desenvolveu-se sobre a base de conhecimentos historicamente construídos na prática agrícola, nas diversas sociedades.

3. A revolução orgânica no Sul da Bahia

Como vimos anteriormente, a emergência do paradigma neoliberal em âmbito mundial (décadas de 1970 e 1980) coincidiu com a crise regional da “vassoura-de-bruxa”. Grosso modo, isso significa dizer que, durante a pior crise da cacauicultura sul-baiana, a orientação da gestão pública estava assentada sobre dois pilares:

> o tratamento de choque monetário para reduzir a inflação e a desregulamentação dos mercados, compreendendo medidas destinadas à redução/eliminação de barreiras comerciais e de capitais, flexibilização do mercado e das relações de trabalho e a defesa do “Estado mínimo” (MAZZALI, 2000, p. 28).

Apesar das significativas transformações nas economias mundial e nacional, o mercado consumidor hegemônico de cacau continuou fundado na elevada demanda por amêndoas e baixas exigências quanto à qualidade. Os parcos investimentos no Sul da Bahia nas últimas décadas, resultantes das novas orientações do Estado, da crise da vassoura-de-bruxa e do desenvolvimento industrial da Região Metropolitana de Salvador afetaram significativamente a economia regional.

Uma das alternativas para combater a crise desencadeada na década de 1980 foi o cultivo orgânico do cacau. O desenvolvimento dessa atividade no Sul da Bahia está diretamente associado à crescente demanda por produtos de origem orgânica nos países desenvolvidos.

Esse nicho de mercado demanda itens produzidos sem o emprego de agrotóxicos, que mantenham relações justas de trabalho, que apresentem responsabilidade ambiental e cujo resultado sejam produtos de alta qualidade, preferencialmente certificados. Desta forma, “Os produtos orgânicos obtêm, no chamado 'mercado justo' (eco-trading, fair-trading), um preço superior ao obtido pelos produtos convencionais, alcançando, algumas vezes, o dobro do obtido pelos produtos convencionais” (MASCARENHAS, 2004, p. 27).

No âmbito regional, as iniciativas agroecológicas pioneiras são anteriores à crise da

lavoura cacaueira, no entanto, as primeiras experiências – sob a vertente da agricultura orgânica – só se concretizam nos primeiros anos da dita "crise da vassoura-de-bruxa".

De acordo com Portela (2009), a agroecologia iniciou-se na região no ano de 1980 na Cooperativa Agrícola de Ilhéus Ltda (COOPERCACAU) que, numa iniciativa pioneira, criou um departamento específico para disseminação da agroecologia em Ilhéus. A iniciativa durou cerca de 2 anos e depois foi encerrada.

No ano de 1989, a prática agroecológica voltou a ser cogitada na região durante a I Conferência Internacional dos Trabalhadores da Cadeia Produtiva do Cacau, realizada em Ilhéus. No entanto, as ações planejadas nessa ocasião – que já se direcionavam especificamente ao mercado de cacau orgânico não se concretizaram, apesar de parceria firmada com uma empresa holandesa, a Max Havelaar (CORREIA, 2003).

No início dos anos 1990, teve início uma experiência mais duradoura de agricultura orgânica, comandada pela Tala Produtos Orgânicos, empresa exportadora e misturadora de insumos, sediada em Ilhéus. Correia (2003) indica que, no período em que operou na região (de 1990 a 1996), a Tala teve dezenove propriedades certificadas com exportação média de quinze toneladas mensais de produtos orgânicos de cacau (liquor, manteiga e pó) para mercados da Europa e Estados Unidos. No entanto, em 1996, a empresa teve seu reconhecimento negado pela certificadora e deixou de operar nesse segmento.

No final da década de 1990 e início dos anos 2000, a região apresentou uma série de iniciativas que foram fundamentais na divulgação e orientação das práticas agroecológicas: a criação do Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia (IESB), em 1996 – formado por alunos, professores e pesquisadores ligados à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); a criação da Cooperativa de Pequenos Produtores e Produtoras Agroecologistas do Sul da Bahia (COOPASB), em 1998; da Cooperativa dos Trabalhadores Rurais de Una (COOPERUNA), em 1999, e da Cooperativa dos Produtores Orgânicos do Sul da Bahia (CABRUCA), fundada no ano 2001.

Como podemos observar a partir desse breve histórico da agricultura orgânica no território sul-baiano, após algumas tentativas frustradas de implantação dessa prática agrícola nos anos 1980 e 1990, este modelo se consolidou, nos anos 2000, a partir da articulação de agentes locais e extra-locais.

Uzêda (2004, p.129) explica que "em função da difícil situação em que se encontra a agricultura da região, muitos foram os produtores que foram atraídos pelo sobre-preço que substituiria a larga margem de lucro proporcionada pelo cacau nos áureos tempos".

Na busca da consolidação de alternativas de exploração agropecuária economicamente aceitas pelo mercado, surgiram diversas organizações não-governamentais desenvolvendo atividades com as comunidades, objetivando o desenvolvimento de modelos que permitam o alcance da certificação.

Diferentemente da atuação dessas organizações e associações, o poder público mantem-se praticamente alheio a esse novo segmento que se encontra em franca expansão no sul-baiano. Olalde e Dias afirmam que "No âmbito estadual, além da criação do Comitê Estadual de Agricultura Orgânica em 2001, com finalidade de regulamentar a produção orgânica na Bahia, não existem ações coordenadas para fomentar a produção orgânica" (OLALDE & DIAS, 2004, p. 83).

Mesmo se desenvolvendo sem qualquer apoio do Estado, a implantação e posterior expansão da agricultura orgânica no Sul da Bahia introduziu novos elementos que contribuíram, juntamente com a crise econômica, para desestabilizar as bases da "Civilização

do Cacau", fundadas em práticas e valores hegemônicos na monocultura cacaueira.

É nesse sentido que se pode afirmar que o território sul-baiano vivencia a "Revolução Orgânica", tendo em vista que os princípios que orientam a agricultura orgânica – quais sejam: a conservação e ampliação da biodiversidade, a preservação da diversidade cultural e a constituição de uma organização produtiva que garanta o desenvolvimento socieconômico justo (ALTIERI, 2008) – contrastam com a estrutura produtiva previamente consolidada no território Sul da Bahia, estrutura esta fundada no cultivo monocultor do cacau desenvolvido por meio da sobrexploração do trabalho em latifúndios comandados pelas "mãos de ferro" dos "coronéis".

A introdução desse novo paradigma de exploração agrícola, associada obviamente à progressiva perda do poder econômico e político da elite cacaueira, tem contribuído para a emergência de novas concepções de produção e trabalho, criando uma nova realidade para a cacauicultura de exportação sul baiana: agricultura direcionada para um nicho de mercado em expansão – o Mercado Verde. Essa agricultura passa a valorizar a procedência e, com isso, fortalece os laços identitários com o território sul-baiano; desenvolve-se por meio de mecanismos de controle de qualidade, rompendo com a tradição de exportação de amêndoas de baixa e média qualidade; passa a adotar métodos de gestão ambiental, que permitem modificações profundas no sistema de produção meramente exploratório dos recursos naturais e exigem maior emprego de mão-de-obra para racionalização dos processos ecológicos e para um manejo mais cuidadoso da lavoura cacaueira; e, por fim, subverte as relações de trabalho socialmente estabelecidas apregoando a responsabilidade social, fundada no respeito a dignidade humana, na remuneração justa e observância dos direitos trabalhistas.

No contexto regional, a coexistência entre as duas concepções de produção e trabalho têm disseminado na população em geral a consciência dos direitos do trabalhador e dos direitos trabalhistas e têm provocado importantes embates na sociedade civil organizada que, por exemplo, admitiu recentemente que a escravidão rural ainda é uma realidade local e tem desenvolvido campanhas para estimular denúncias para combater essa prática abominável.

Considerações finais

A introdução do cultivo orgânico do cacau na formação territorial do Sul da Bahia é mais fruto da omissão do Estado que de suas ações propriamente ditas, uma vez que, com a gradativa redução da sua participação, tem crescido a influência de organizações não-governamentais associativas e da iniciativa privada na definição dos rumos da recente produção cacaueira.

Assim, as diversas tentativas de implantação do cacau orgânico nas décadas de 1980 e 1990, bem como seu efetivo desenvolvimento a partir dos anos 2000, foram fruto de ações não-governamentais, com destaque para o associativismo e para a atuação da iniciativa privada, sobretudo estrangeira. A atuação do Estado se resumiu à criação do Comitê Estadual de Agricultura Orgânica, em 2001, cujo objetivo era regulamentar a produção orgânica, que tem se desenvolvido à revelia dos sucessivos governos do estado da Bahia.

Referências Bibliográficas

Altieri M., 2008 : *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.* UFRGS. 120 p.

Assis R. L., Romeiro A. R., 2002 : Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, **6**, 67-80.

Associação dos Municípios do Sul, Extremo Sul e Sudoeste Biano (AMURC). Dados gerais. Disponível em: http://amurc.com/. Acesso em: 04 fev. 2013.

Brasil, 2003 : *Lei n^{o} 10.831 de 23 de dezembro de 2003.* Diário Oficial da União, 24/02/ 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.831.htm>. Acesso em: 26 set. 2010.

Carmo M. S., 2004 : Agricultura sustentável: uma necessidade para o desenvolvimento. 51-68 In: UZÊDA, Mariella Camardelli (Org.). *O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia.* Editus. 131 p.

Chiapetti J. , 2009 : *O uso corporativo do território brasileiro e o processo de formação de um espaço derivado: transformações e permanências na Região Cacaueira da Bahia.* Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro; Tese (Doutorado em Geografia). 205 p.

Correia E. B., 2003 : *Certificação orgânica em agrossistemas cacau: a sustentabilidade agrícola em construção no âmbito da Mata Atlântica Sul Baiana.* Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz; Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). 114 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010 : *Brasil: Microrregiões.* Brasil. 1 cartograma. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ho-me/geociencias/cartogramas/microrregiao.html>. Acesso em: 21 mar. 2010.

Mascarenhas G. C. C., 2004 : A atual conjuntura socioeconômica e ambiental da região Sul da Bahia e a agricultura sustentável como uma alternativa concreta. 13-32. In: UZÊDA, Mariella Camardelli (Org.). *O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia.* Editus. 131 p.

Mazzali L., 2000 : *O processo recente de reorganização agroindustrial: do complexo à organização "em rede".* UNESP. 175 p.

Moraes A. C. R. , 2000 : *Bases da formação territorial do Brasil: o território colonial brasileiro no "longo" século XVI.* Hucitec. 430 p.

Nascimento D. M. C.; Rodrigez J. M. L.; Silva S. C. B. M., 2009 : Mudanças na ocupação econômica do litoral sul da Bahia: os exemplos de Belmonte e Canavieiras, Bahia. *Revista Desenbahia*, **10**, 07-28.

Olalde A. R.; Dias B. O., 2004 : Agricultura orgânica e agroecologia na Bahia: atores e experiências. 71-96 In: UZÊDA, Mariella Camardelli (Org.). *O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia.* Editus. 131 p.

Portela L. T. S., 2009 : *Análise dos sistemas agrícolas orgânico e convencional no território do Litoral Sul da Bahia.* Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz; Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). 135 p.

Souza A. C., 2005 : *Diagnóstico e análise do mercado de produtos orgânicos no eixo Ilhéus e Itabuna, Bahia.* Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz; Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) 147 p.

Uzêda M. C., 2004 : Agroecologia: nova forma de análise no resgate da diversidade. 123-131. In: UZÊDA, Mariella Camardelli (Org.). *O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia.* Editus. 131 p.

LES DONNEES GEOGRAPHIQUES COMME REVELATEUR DE L'ETAT DES CONNAISSANCES SUR L'ENVIRONNEMENT ? ANALYSE ET COMPARAISON DES INFRASTRUCTURES NATIONALES BRESILIENNE ET FRANÇAISE DE DONNEES GEOGRAPHIQUES

NOUCHER M. [(1)], GAUTREAU P. [(2)]

(1) UMR ADESS (CNRS, Université Bordeaux Montaigne), Maison des Suds, 12 esplanade des Antilles, 33607 Pessac Cedex, [matthieu.noucher@cnrs.fr]

(2) UMR PRODIG (CNRS, Université Paris I Sorbonne), 2 rue Valette, 75005 Paris [pierre.gautreau@univ-paris1.fr]

Résumé – *Les représentations spatiales (cartographiques au sens large) constituent actuellement une des principales formes de production, de diffusion et d'échange des connaissances environnementales. Depuis la fin des années 90, le développement d'infrastructures de données géographiques (IDG) vise à faciliter le partage et l'accès à ces représentations issues des SIG institutionnels. L'objectif de cet article est d'analyser le contenu des plateformes nationales du Brésil et de France pour amorcer une comparaison des logiques de formalisation et de diffusion des savoirs géographiques institutionnels sur l'environnement. Notre hypothèse est que les IDG ne doivent pas être uniquement considérées comme un support à la recherche d'information mais un véritable objet de recherche pour les sciences de l'environnement. A partir d'une chaîne de traitement permettant d'extraire puis d'analyser la couverture spatiale et l'origine organisationnelle du contenu de ces géoportails, nous esquissons alors le potentiel heuristique mais aussi les limites méthodologiques de l'analyse des IDG comme révélateur de l'état des connaissances sur l'environnement.*
Mots-clés : *géomatique, environnement, métadonnées, infrastructure de données géographiques.*

Resumo – Os dados espaciais como reveladores dos conhecimentos sobre o meio ambiente. Análise e comparação entre as infraestruturas nacionais de dados espaciais da França e do Brasil. *As representações espaciais (cartográficas, num senso amplo) constituem atualmente uma das principais formas de produção, difusão e intercâmbio de conhecimentos ambientais. Desde o fim da década dos 90, o desenvolvimento de infraestruturas de dados espaciais (IDE) tem por objetivo o compartilhamento e o acesso às aquelas representações geradas pelos SIG institucionais. O objetivo do artigo é analisar o conteúdo das plataformas nacionais brasileira e francesa, para esboçar uma comparação das lógicas de formalização e difusão dos conhecimentos geográficos institucionais sobre meio ambiente. Nossa hipótese é que as IDE no devem ser consideradas só como ferramentas para procura de informação, mais também como um verdadeiro objeto de pesquisa para a ciências ambientais. Desenvolvemos aqui uma série de análises para extrair e analisar a cobertura espacial e a origem institucional do conteúdo dessas duas IDE. Dessa forma, podemos detalhar o potencial heurístico, mais também os limites metodológicos do analise das IDE como reveladoras do estado atual dos conhecimentos sobre o meio ambiente.*
Palavras-chave : *geomatic, ambiente, metadados, infraestructura de dados espaciais.*

Abstract : Spatial data as an indicator of the state of environmental knowledge ? Analysis and comparison of Brazilian and French national Spatial Data Infrastructures. *The use of spatial (in broader terms, "cartographic") representations has become one of the main forms used for the production, dissemination and exchange of environmental knowledge. Spatial Data Infrastructure (SDI), that emerge since 1990, aim to facilitate spatial data sharing, management and access from institutional GIS. The aim of this article is to analyse the content of Brazilian and French national SDI in order to identify some issues related to the question of the production and management of knowledge on the environment. We advance the hypothesis that SDI are not just a research tool but a real object of research for environmental sciences. From a processing chain to extract and analyze the spatial coverage and organizational origin of the data of these geoportals, we outline the heuristic potential but also the methodological limitations of the analysis of IDG as an indicator of the state of environmental knowledge.*
Keywords : *geomatic, environment, metadata, spatial data infrastructure*

Introduction

La volonté de faciliter l'accès sur un même territoire à des données et des services géographiques issus de fournisseurs différents a conduit, depuis les années 1990, au développement croissant d'Infrastructures de Données Géographiques (IDG) nationales puis à leur déclinaison à tous les échelons territoriaux. Ces plateformes rassemblent aujourd'hui les données, les réseaux informatiques, les normes et standards, les accords organisationnels et les ressources humaines nécessaires pour faciliter et coordonner le partage, l'accès et la gestion des données géographiques issues des SIG institutionnels.

Au Brésil, l'infrastructure nationale de données géographiques (www.inde.gov.bre) est sous la responsabilité de la Commission Nationale de Cartographie, sous la coordination du Ministère de la Planification. En France, l'Infrastructure Nationale de Données Géographiques, sous la coordination du Ministère de l'environnement, est composée du géoportail (www.geoportail.gouv.fr) administré par l'IGN et du géocatalogue (www.geocatalogue.fr) piloté par le BRGM.

L'objectif de cette contribution est d'analyser le contenu de ces deux plateformes nationales pour comparer les logiques actuelles de formalisation et de diffusion des savoirs géographiques institutionnels sur l'environnement. Notre hypothèse est que les IDG ne doivent pas uniquement être considérées comme un support à la recherche d'information mais comme un véritable objet de recherche, afin de mieux appréhender la façon dont aujourd'hui la géomatique est mobilisée dans les sciences de l'environnement. Il s'agit alors de dresser un panorama des ressources institutionnelles qui sont disponibles et diffusées pour interroger leur couverture géographique et leur origine organisationnelle.

1. L'information géographique au cœur des politiques publiques environnementales

1.1. De la gestion de la production à la gestion des flux d'information institutionnelle

Face à une exigence d'équité quant à la problématique des changements environnementaux, l'accès à l'information devient un enjeu majeur et rencontre une forte demande sociale, notamment en termes d'information géographique. En effet, la convergence de la numérisation des données, de la massification des outils et de la multiplication des instances où se discute l'aménagement du territoire induit une circulation croissante et accélérée des données environnementales. Qu'elles soient supports de cartographie pour organiser l'espace, éléments de prise de décision collective, exploitées dans le cadre de controverses ou réutilisées dans de multiples études d'impact, ces données sont mobilisées largement au-delà du cadre des communautés disciplinaires ou des métiers dans lequel elles ont été produites. Ce nouveau contexte de circulation de l'information environnementale et les enjeux qui y sont associés sont encore insuffisamment décrits et compris (Gautreau et Noucher, 2013). Pourtant, de manière croissante, les politiques publiques en matière d'environnement, en particulier l'élaboration de certaines normes en matière de représentations et d'évaluation territoriale, s'appuient sur l'information géographique mise à disposition par les systèmes d'information environnementaux (Alphandéry et *al.*, 2012).

Dans le même temps, la démocratisation des technologies de l'information géographique rend la production de données environnementales numériques et leur diffusion par Internet de plus en plus aisées car de nombreux acteurs ont désormais la capacité technique d'alimenter et de redistribuer du contenu (Mericskay et Roche, 2011). Ce triple constat (accélération de la circulation de l'information géographique, généralisation de son utilisation dans le domaine de l'environnement, diversification de ses usages) fait apparaître de nouvelles perspectives de recherche, en particulier pour comprendre les stratégies des pouvoirs publics pour organiser la circulation des savoirs environnementaux. En effet, ces évolutions conjuguées modifient les paramètres qui assuraient aux acteurs de l'information autorité et légitimité dans le champ environnemental (Amelot et al., 2014). Alors que cette autorité était fondée sur le contrôle de l'information (restriction de l'accès, imposition de standards), elle se déplace désormais vers la capacité à organiser les flux d'information (Gautreau et al., 2013) à travers la mise en place généralisée d'infrastructure de données géographiques (Noucher, 2013).

1.2. Un nouvel objet de recherche : les Infrastructures de Données Géographiques

Les Infrastructures de Données Géographiques (IDG) sont des plateformes qui rassemblent les données, les réseaux informatiques, les normes et standards, les accords organisationnels et les ressources humaines nécessaires pour faciliter et coordonner le partage, l'accès et la gestion des données géographiques (Rajabifard *et al.*, 2003). Elles sont mises en œuvre à différents niveaux organisationnels (Masser, 2010) et la coopération entre l'ensemble des producteurs et des utilisateurs de données est jugée indispensable pour atteindre leurs objectifs de développement économique, de stabilité sociale, de bonne gouvernance et de gestion durable de l'environnement (Rodriguez-Pabon, 2005). D'un point de vue technique, les IDG peuvent être assimilées à des systèmes d'information bâtis autour d'une architecture orientée services dont la composante Web est essentielle. Pour l'utilisateur elle s'apparente à un portail web donnant accès à des interfaces de consultation des données (géoportail) et des métadonnées (géocatalogue) et à des contenus éditoriaux relatant leurs activités de réseautage (communautés de pratique). Leur mise en réseau, du fait de l'interopérabilité et de la normalisation des données, facilite la circulation de contenus grâce, par exemple, au « moissonnage » de catalogues émanant de producteurs indépendants.

Dès lors, les IDG peuvent ne pas être uniquement considérées comme un support à la recherche d'information mais comme un véritable objet de recherche, afin de mieux appréhender la façon dont aujourd'hui la géomatique est mobilisée dans le domaine de l'environnement. C'est cette hypothèse que nous souhaitons mettre en débat ici à travers la comparaison des IDG nationales brésilienne et française.

2. Présentation des IDG nationales brésilienne et française.

2.1. Au Brésil, l'Infraestructura Nacional de Dados Espacias



Au Brésil, l'infrastructure nationale de données géographiques (INDE) est créée suite à un décret de 2008. Elle est placée sous la responsabilité de la Commission Nationale de Cartographie, coordonnée par le Ministère de la Planification. Dans le cadre fédéral de l'organisation politique et administrative du pays, les liens de l'INDE avec les initiatives dans les Etats fédérés sont encore peu structurés. Son comité technique regroupe 115 organismes producteurs de données géographiques. La direction de l'INDE assume comme principaux objectifs de l'infrastructure la mise à disposition des citoyens d'informations dispersées pour améliorer la gestion de leurs territoires, mais également la dynamisation de l'économie des services géolocalisés, en offrant aux entrepreneurs privés les conditions pour produire des applications informatiques dédiées aux consommateurs.

2.2. En France, le géoportail / géocatalogue



En Europe, la directive 2007/2/CE INSPIRE vise explicitement à appuyer la politique environnementale par une Infrastructure de Données Géographiques qui repose sur les IDG des Etats membres. En France, le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) est le point de contact national INSPIRE. Sa mise en œuvre est réalisée par les autorités

publiques (ministères, collectivités,…). Le Conseil national de l'information géographique (CNIG) assure la structure de coordination nationale. Il s'appuie sur l'expertise et les moyens de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) qui administre le volet visualisation (géoportail) et le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) qui pilote le volet documentation (géocatalogue). Cette plateforme repose sur des infrastructures infranationales. L'AFIGEO (2014) recense ainsi 65 IDG : 13 nationales, 34 régionales et 18 départementales.

3. Analyse et comparaison du contenu des plateformes brésilienne et française

3.1. La chaîne de traitement pour l'extraction et l'analyse des métadonnées

Une chaîne de traitement pour l'extraction automatisée des métadonnées et leur restructuration dans une base de données a été développée pour l'analyse spatio-temporelle des infrastructures de données géographiques (Noucher et Gautreau, 2014). L'extraction des fichiers XML de métadonnées est opérée à partir de scripts en Python. On remarque d'emblée une très forte disparité dans le volume de ces catalogues : au Brésil l'*Infraestrutura Nacional de Dados Geoespaciais* compte 8408 métadonnées alors que le géocatalogue français en dénombre 31189 (extractions effectuées le 1er avril 2013). Il est cependant nécessaire de rester prudent sur les conclusions d'un tel écart : d'une part, ces deux plateformes sont récentes et encore très largement en phase de montée en charge ; d'autre part, le volume de métadonnées dépend à la fois de la distribution de la donnée et de la granularité de la documentation. Ainsi la base de données topographiques de l'IGN en France (BD TOPO®) fait l'objet de plus de 300 fiches de métadonnées suivant des logiques de découpages à la fois administratif et thématique encore approximatives (le jeu de données est parfois documenté *via* une fiche de métadonnées, parfois documenté thème par thème soit huit fiches de métadonnées).

Ainsi, l'analyse des métadonnées ne peut se contenter d'un comptage des fiches pour essayer de comprendre les logiques informationnelles des pays étudiés. Les contenus des champs de métadonnées apportent alors plus des précisions. Leur interrogation (par des requêtes xQuery sur les balises XML) permet de traiter en particulier de la couverture temporelle (quand ?), thématique (quoi ?), organisationnelle (qui ?) et géographique (où ?) des données. Seules ces deux dernières seront traitées ici.

3.2. Comparaison de la couverture spatiale des données

L'extraction des 4 coordonnées des rectangles d'emprise (un même jeu de données peut posséder plusieurs emprises si la couverture est discontinue) est réalisée à partir de la récupération des balises XML correspondantes aux emprises (<EX_GeographicBoundingBox>) en format CSV pour générer ensuite des données en format GeoJSON. Un traitement dans PostGIS/QGIS, permet enfin, pour chaque pays, de produire une carte des densités de données géographiques. Cette « géographie de l'information géographique » révèle alors des répartitions hétérogènes de l'information et des discontinuités spatiales qui ne sont pas le seul fait de disparité démographique (figure 3).

Ainsi, au Brésil, le massif amazonien est plus couvert que la bande littorale. L'intensité historique des recherches sur l'environnement amazonien et le grand nombre de projets de développement et d'aménagement du territoire mis en place dans cette région ne sont sans doute pas étrangers à cette différenciation de la couverture géographique des données. En France, on voit se dégager à la fois les emprises régionales et départementales qui témoignent de l'importance de ces échelons dans la production et la diffusion des données géographiques. On note également une sur-représentation de la région Pays-de-Loire dont la plateforme, une des plus anciennes en France, est aussi l'une des premières à avoir été moissonnée par le

géocatalogue national alors que beaucoup d'autres plateformes ne le sont pas encore. L'analyse de la couverture géographique des données cartographiques institutionnelles permet donc de révéler des situations hétérogènes qu'il est nécessaire d'approfondir pour comprendre les dynamiques territoriales et/ou politiques de circulation des patrimoines de données géographiques. Pour ce faire, nous proposons de poursuivre l'analyse des métadonnées par une extraction des balises correspondantes à l'identification des sources des données.

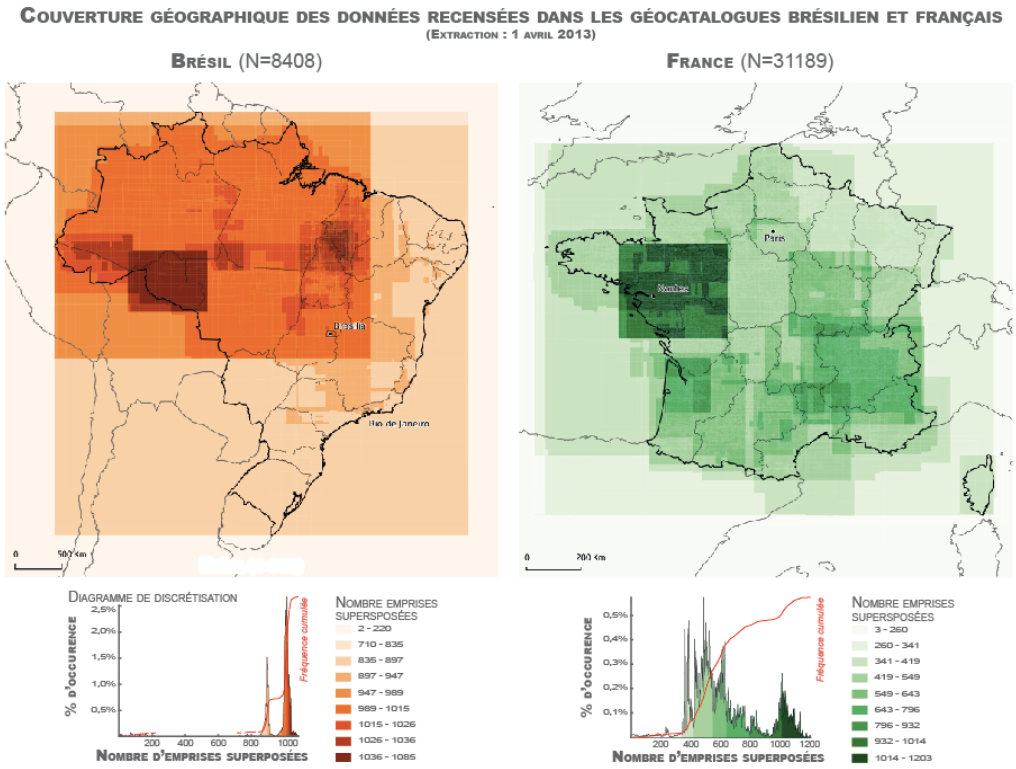


Figure 3 : Couverture des métadonnées diffusées dans les géocatalogues brésilien et français.

3.3. Comparaison de la composition organisationnelle des données

L'extraction des sources des données peut s'opérer par l'analyse des balises relatives aux « contacts ». La norme de catalogage ISO19115 identifie 7 types de contacts qui sont remplis de façon très hétérogène comme en témoigne le tableau n°1 (un nombre important de champs ne sont pas souvent informés dans les fiches de métadonnées).

Type de contact	Définition ISO19915	INDG Brésil	INDG France
resourceProvider	party that supplies the resource	11	81
custodian	party that accepts accountability and responsability for the data (…)	0	5579
owner	party that owns the resource	29	8223
user	party who uses the resource	23	129
distributor	party who distributes the resource	490	220
originator	party who created the resource	7147	161
pointOfContact	party who can be contacted for acquiring knowledge about or acquisition of the resource	159	1469
principalInvestigator	key party responsible for gathering information and conducting research	6	61
processor	party wha has processed the data in a manner such that the resource has been modified	33	147
publisher	party who published the resource	68	58
author	party who authored the resource	147	225

Tableau 1 : Le type de contact des métadonnées et leur remplissage dans les catalogues brésilien et français

Face à cette hétérogénéité des taux de remplissage, il a été décidé de travailler sur l'ensemble des types de contact afin d'avoir un indice du type d'organisation associés aux données diffusées (l'association pouvant ici résulter d'une action de production, sous-traitance, publication, etc.). Une typologie selon le type de structure et son échelon a été

établie pour donner à voir les différences entre la France et le Brésil, sur la base du calcul de la fréquence d'apparition de chaque type de contact sur l'ensemble des fiches de métadonnées renseignées (figure 4).

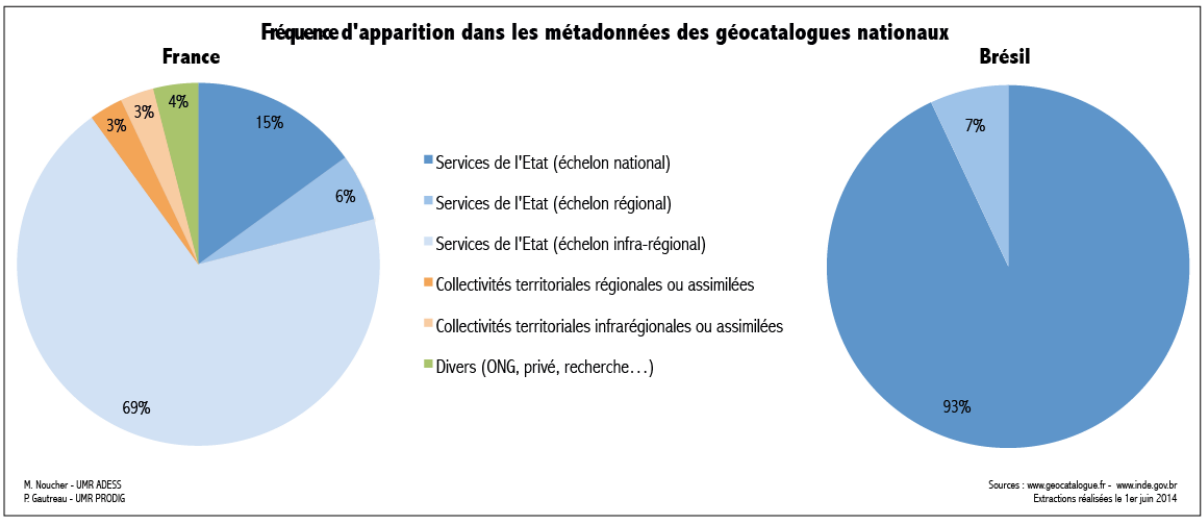


Figure 4. Fréquence d'apparition par type d'organisation dans les métadonnées des géocatalogues brésilien et français.

Le cas français illustre la très large majorité des données représentées par l'Etat (90%) dont près de 70% en provenance des services déconcentrés (il s'agit en particulier des directions départementales des impôts qui gèrent le plan cadastral). Il est à noter que les acteurs de la recherche et les ONG sont aujourd'hui quasi inexistants. Au Brésil, ce constat est renforcé puisque les données proviennent exclusivement des services de l'Etat fédéral (93%) ou d'un état fédéré voire de plusieurs états fédérés (comme c'est le cas du SIPAM - *Sistema de Protecao da Amazonia* - qui couvre toute l'Amazonie légale). Par ailleurs, l'essentiel des contacts (80%) relève de l'IBGE (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*), symbole d'une IDG nationale très centralisée et, à ce jour, uniquement fondée sur des données du pouvoir central. L'analyse de l'origine organisationnelle des données révèle donc une contradiction avec les discours officiels présentant l'INDE - et dans une moindre mesure l'INDG française - comme des IDG ouvertes et rassemblant déjà des contributeurs très variés.

4. Focus sur la frontière franco-brésilienne via l'analyse de l'IDG guyanaise

Si les IDG se développent initialement au niveau national puis se disséminent à des échelles infranationales, leur application (théorique) des normes internationales doit permettre l'interopérabilité des systèmes à l'international. Le moissonnage de données étrangères sur des zones frontalières est ainsi potentiellement opérationnel. L'analyse des IDG mises en œuvre en Guyane, à la frontière entre le Brésil et la France, révèle alors que cette possibilité n'est aujourd'hui pas exploitée et force est de constater que le patrimoine guyanais de données géographiques se concentre sur la bande littorale avec une très faible couverture de l'intérieur des terres et sans connexion avec les plateformes brésiliennes (figure 5).

Il est d'ailleurs intéressant de noter que la Guyane dispose aujourd'hui de deux IDG sur son territoire. GéoGuyane (www.geoguyane.fr) administrée par la DEAL et l'Agence d'Urbanisme (ARUAG) inaugurée en 2013 et SIG-Guyane (www.guyane-sig.fr) administrée par le conseil régional et ouverte à la même époque. Cette concurrence met en évidence les jeux d'acteurs et enjeux organisationnels sous-jacents au déploiement de ces dispositifs socio-techniques. La comparaison du contenu de ces deux plateformes permet alors de révéler leur potentiel heuristique, en mettant en évidence les priorités spatiales qu'ils véhiculent. Ainsi, la figure 5 illustre deux couvertures spatiales très différentes : l'IDG de la région Guyane est

centrée exclusivement les terres guyanaises, sans débordement sur les pays voisins et avec plusieurs focus sur les centres urbains et villages de la bande littorale ; l'IDG des services de l'Etat et de l'agence d'urbanisme propose des emprises plus nombreuses et variées, centrées sur la bande littorale (et dans une moindre mesure sur la zone économique exclusive) mais avec quelques jeux de données qui permettent de sortir du carcan administratif et d'offrir une vision à l'échelle du Bassin des Guyanes, incluant une partie du Suriname et du Brésil.

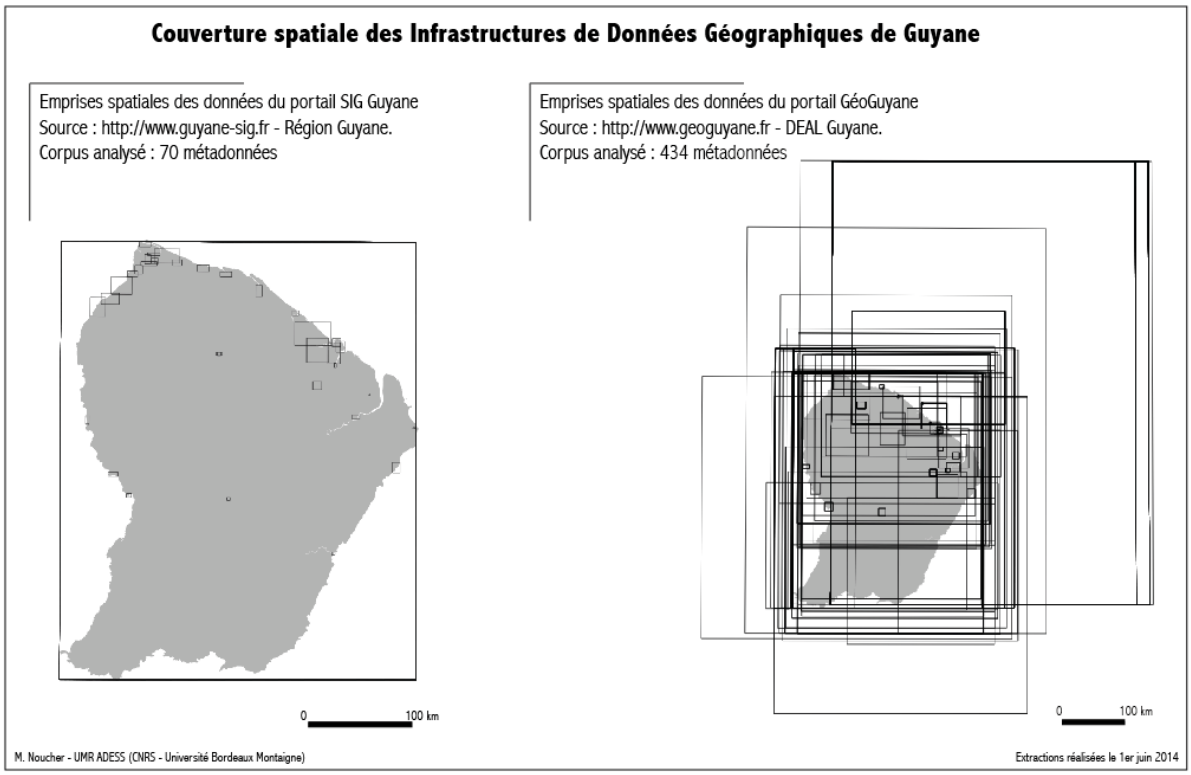


Figure 4 : Comparaison des emprises géographiques des données des deux IDG de Guyane.

La BD CARTHAGE® est un exemple remarquable de jeu de données dont l'emprise géographique dépasse les frontières administratives *stricto sensu.* Publiée en 2010, la BD CARTHAGE® est un référentiel hydrologique (cours d'eau, plans d'eau, zones humides, bassins versants…), produit sous la responsabilité de la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) entre 2009 et 2011. Il a la particularité de couvrir 112.000 kms de linéaire sur les cinq grandes régions hydrographiques du bassin de la Guyane dont deux sont trans-frontalières : celle du fleuve Oyapock à l'est, avec l'Etat de l'Amapá au Brésil et celle du Maroni à l'Ouest, avec le Suriname. Le *Center for Agricultural Research in Suriname* – CELOS – et l'*Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá* – IEPA – ont participé à l'apport des données pour le territoire hydrographique dépassant les frontières administratives françaises (Mourguiart et Linarès, 2013). Cette initiative est une première en matière de référentiel géographique puisque toutes les bases de données géographiques produites par l'IGN était jusque là concentré sur le tiers nord du territoire (la BD CARTO® version antérieure de la BD CARTHAGE® ne couvrait ainsi que 30.000 kms de linéaires). Les Infrastructures de Données Géographiques apparaissent dès lors comme de bon centre d'observation pour analyser l'évolution de la production mais aussi de la capitalisation (puisque de nombreuses données anciennes sont progressivement numérisées) de données environnementales.

5. Potentiel heuristique et limites des IDG comme révélateur de l'état des connaissances sur l'environnement

Contraint par des cadres réglementaires de plus en plus présents (à l'image de la Directive INSPIRE) et par l'essor dans le champ politique des stratégies de diffusion des données en libre-accès (à l'image de la charte *Open Data* signée par le G8 au sommet de Lough Erne en juin 2013), les autorités publiques développent depuis quelques années des plateformes Web de diffusion des données environnementales. Les Infrastructures de Données Géographiques apparaissent dès lors comme des points d'entrée vers l'information environnementale des territoires. Leur mise en œuvre s'est accélérée depuis 2009 et les corpus de données désormais disponibles peuvent être mis à profit pour tenter d'approcher l'état actuel des patrimoines de données géographiques. Cependant, l'exploration des métadonnées révèle des difficultés méthodologiques pour analyser et comparer les contenus de ces portails. Ainsi, malgré un important travail international de normalisation, la saisie (par exemple sur les sources de données) ou la granularité de la documentation ne sont pas encore harmonisées. Par ailleurs, le caractère récent de ces initiatives devrait encore générer de nombreux ajustements pour rationaliser leur montée en charge.

Ce constat nous semble cependant renforcer l'intérêt d'une analyse des IDG pour évaluer dès à présent leur trajectoire de montée en charge. En effet, le suivi de la mise en place de ces dispositifs en voie de généralisation devrait permettre, à moyen terme, de donner à voir l'évolution de l'organisation de la production / diffusion de l'information géographique et, notamment, de distinguer les inégalités spatiales des taux de couverture et les effets des frontières administratives à l'image de la rupture entre la Guyane et le Brésil.

Références bibliographiques

Alphandéry P., Djama A., Fortier A., Fouilleux E. (Eds.), 2012 : *Normaliser au nom du développement durable*, Quae édition.

Amelot X., Couderchet L., Noucher M., 2014 : Données institutionnelles, données contributives sur la biodiversité : quelles légitimités ? *Actes du 2ème colloque du GIS CIST "Fronts et frontières des sciences du territoire"*, Paris, 5-10.

Gautreau P. et Noucher M., 2013 : Gouvernance informationnelle de l'environnement et partage en ligne des données publiques. *Netcom – Networks and communication studies*, **27 (1-2)**, 5-21.

Gautreau P., Severo M., Giraud T. et Noucher M., 2013 : Formes et fonctions de la « donnée » dans les webs environnementaux sud-américains. *Netcom – Networks and communication studies*, **27 (1-2)**, 22-59.

Mericskay B. et Roche S., 2011 : Cartographie 2.0 : le grand public, producteur de contenus et de savoirs géographiques avec le web 2.0. *Cybergeo: European Journal of Geography*: http://cybergeo.revues.org/24710, DOI : 10.4000/cybergeo.24710

Noucher M. et Gautreau P., 2014 : Faire autorité sur le web. Analyse des stratégies de mise en visibilité et de contrôle de l'information géographique par les institutions publiques en Amérique Latine. *SAGEO'14*, Grenoble.

Noucher M., 2013 : Infrastructure de données géographiques et flux d'information environnementale : de l'outil à l'objet de recherche. *Netcom – Networks and communication studies*, **27 (1-2)**, 120-147.

Masser I., 2010 : *Building European spatial data infrastructures*, Redlands, ESRI Press

Mourguiard C. et Linarès S., 2013 : La BD CARTAGE® Guyane. *Netcom – Networks and communication studies*, **27 (1-2)**, 232-236.

Rajabifard A., Feeney M.-E.F., Williamson I.P. et Masser I., 2003 : Chapter 6, National SDI Initiatives, in Williamson I, Rajabifard A., Feeney M.-E.F. (eds). *Development of Spatial Data Infrastructures: from Concept to Reality*, London: Taylor & Francis, pp. 95-109.

Rodriguez-Pabon O., 2005 : Cadre théorique pour l'évaluation des infrastructures d'information géospatiale, Thèse de doctorat de l'Université Laval.

LA RESILIENCE DES PAYSAGES FORESTIERS TROPICAUX AMAZONIENS : SUIVI DES ENJEUX DE CONSERVATION PAR LES INDICATEURS PAYSAGERS EN CONTEXTE FORESTIER TROPICAL HUMIDE

OSZWALD J. [1,3], ARNAULD DE S. X. [2], DECAËNS T. [3], DOLÉDEC S. [11], GOND V. [4], GRIMALDI M. [5], FEIJO A. [8], LINDOSO DE S. S. [6], MARICHAL R.l[4], MARTINS M. [10], VEIGA I. [7], VELASQUEZ E. [8], LAVELLE P. [9]

(1)Université Rennes 2, UMR LETG Rennes, 5 place Henri Le Moal, 35000, RENNES, [johan.oszwald@uhb.fr]

(2) Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), UMR 5603 SET, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 64000, PAU, [xavier.arnauld@univ-pau.fr]

(3)Laboratoire d'Ecologie, ECODIV, UPRES-EA 1293, Université de Rouen, 76821 Mont Saint Aignan Cedex, [thibaud.decaens@univ-rouen.fr]

(4)CIRAD, TA C-105 / D, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier cedex 5 - France, [valery.gond@cirad.fr], [raphael.marichal@cirad.fr]

(5)Institut de recherche pour le développement (IRD), Unité mixte de recherche 137, 32, avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy cedex, [michel.grimaldi@ird.fr]

(6)Universidade Federal do Pará (UFPA), Laboratoire d'agro-écologie de la Transamazonienne (LAET), Altamira, Pará, Brésil, [slindoso@ufpa.br]

(7)Universidade Federal do Pará (UFPA), Centro agropecuário (CAP), Núcleo de estudos integrados sobre a agricultura familiar (NEAF), CxP 479, CEP 66075-110, Belém, Pará, Brésil, [iveiga@ufpa.br]

(8)Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia, [elena.velasquez@ird.fr]

(9) Professeur à l'Université P. et M. Curie (Paris 6), UMR BIOEMCO 7618, Centre IRD Ile de France, 32 rue Henri Varagnat, 93143 BONDY, [Patrick.Lavelle@ird.fr]

(10)Laboratório de Entomología, Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, Para, Brazil

(11)Laboratoire LEHNA, UMR CNRS 5023, Université Lyon 1, 43 Bd du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France

Résumé *– L'analyse de la résilience des socio-écosystèmes forestiers tropicaux amazoniens est indispensable pour répondre aux enjeux de conservation liés au développement des fronts pionniers de déforestation et leurs impacts sur la biodiversité. Nous nous proposons de présenter une méthodologie basée sur un indicateur d'intensification agricole et de richesse spécifique normalisée afin de mettre en évidence la résilience de la biodiversité à l'intensification agricole.*
Mots-clés : *Mosaïque paysagère, résilience, courbe de GAM, biodiversité.*

Resumo – A resiliência das paisagens de florestas tropicais na Amazonia: Monitoramento dos desafios de conservação através do uso de indicadores de paisagens em um contexto de floresta tropical úmida. *A análise da resiliência dos sócio-ecossistemas arborizados tropicais amazônicos é indispensável para responder aos desafios de conservação ligados ao desenvolvimento de frentes pioneiras de desmatamento e os seus impactos na biodiversidade. Nós apresentamos uma metodologia fundada em um indicador de intensificação agrícola e de riqueza específica normalizada para colocar em evidência a resiliência da biodiversidade frente a intensificação agrícola.*
Palavras-chave : *Paisagem, Resiliência, Modelo Aditivo Generalizado, Biodiversidade.*

Abstract - Resilience of tropical forest landscapes in the Amazon: monitoring conservation challenges with landscape metrics in a tropical rainforest. *The analysis of the resilience of the Amazonian tropical forest socio-ecosystems is indispensable to answer the stakes in conservation in link to the development of deforestation pioneers fronts and their impacts on the biodiversity. We suggest presenting a methodology based on an agricultural intensification index and specific richness normalized index to put in evidence the biodiversity resilience in the agricultural intensification context.*
Keywords : *Landscape mosaic, resilience, GAM analysis, biodiversity.*

Introduction

Les dynamiques de l'occupation des sols sous le contrôle de l'anthropisation impactent différentes sphères environnementales, comme le stockage de carbone, le cycle de l'eau, la dynamique des sols ou la biodiversité. Ces interactions Homme / milieu sont au cœur de nombreux programmes de recherche et des politiques environnementales internationales, notamment dans les pays du Sud et plus spécifiquement dans les trois bassins forestiers mondiaux. Les activités de déboisements en cours en Amazonie menacent une grande partie de la biodiversité, que ce soit du fait des activités de production du bois, du développement des activités agricoles ou de la fréquence accrue des feux de forêt induits par les impacts anthropiques indirects sur la structure forestière (Laurance *et al.*, 1999 ; Puig, 2001 ; Armenteras *et al.*, 2006). Des travaux récents estiment une perte d'environ 65 millions d'hectares de forêts entre 1990 et 2007 en Amazonie, dont 75 % se sont produit en Amazonie brésilienne (Peres *et al.*, 2010). De ce fait, les écosystèmes forestiers sont fortement impactés et la fragmentation résultante affecte la durabilité environnementale de la région entière et pourrait avoir des conséquences importantes sur la biodiversité amazonienne (Moutinho et Schwartzman, 2005 ; Richardson *et al.*, 2009). En effet, de nombreuses forêts tropicales maintiennent des niveaux élevés de biodiversité, parmi les plus importants du monde (Myers *et al.*, 2000). La perte de biodiversité peut avoir des effets négatifs considérables sur la capacité productive des forêts et la fourniture de biens et de services de ces milieux (Thompson *et al.*, 2009 ; Bridgeland *et al.*, 2010 ; Cardinale *et al.*, 2011).

Nous allons donc tenter d'aborder ces relations par les concepts de résilience et de résistance dans des fermes de Colombie (Caqueta) et du Brésil (État du Para). Une caractéristique essentielle des forêts est leur résilience, à savoir leur capacité de se rétablir suite à des perturbations importantes (Gunderson, 2000). La résilience d'une forêt est une propriété émergente d'un écosystème qui résulte de la biodiversité à de multiples échelles, allant de la diversité génétique à la diversité paysagère (Thompson *et al.*, 2009). Lié au concept de résilience, le concept de résistance caractérise la capacité d'une forêt à résister à des perturbations mineures. Ce concept présente la stabilité des systèmes forestiers qui changent peu suite à des perturbations non catastrophiques (Diaz et Cabido, 2001). Réfléchir aux questions de la résilience et de résistance implique de considérer différentes échelles spatiales, plusieurs échelles temporelles et plusieurs dimensions du paysage, notamment la composition et la structure paysagères. Le changement d'état d'une forêt résulte d'une perte de résilience, se traduisant par un passage partiel ou complet vers un type de milieu différent de ce qu'on peut attendre dans la zone considérée. En effet, les forêts ne peuvent pas toujours se rétablir suite à des perturbations d'origines environnementales (incendie naturel, séisme...) ou anthropique (déforestation, conversion...). Des seuils existent pour les populations individuelles et pour les processus en cours au sein des milieux. Le point auquel un milieu perd sa capacité de récupération, ou auquel sa résilience et son intégrité sont perdues, est désigné comme point de basculement ou seuil écologique.

Des études comparatives conduites à l'échelle du paysage et à travers une vaste gamme de taxons sont donc indispensables pour décrire les modèles de perte de biodiversité le long d'un gradient de déboisement et d'intensification agricole. Notre travail vise spécifiquement à identifier les indicateurs environnementaux des seuils et des points de rupture dans la réponse de la biodiversité (totale ou non) à ces perturbations d'origines anthropiques (Mace *et al.*, 2010 ; Larigauderie *et al.*, 2012). Dans un premier temps, nous allons créer des indicateurs de biodiversité afin de synthétiser l'information de notre échantillonnage, notamment à l'échelle de la ferme. Ensuite, nous allons renseigner les relations de la dynamique spatio-temporelle du paysage avec la biodiversité en situation de front de déforestation.

1. Matériel et méthode

Nous avons étudié six sites situés en Colombie et au Brésil, sélectionnés dans le cadre du programme AMAZ (programme financé par l'Agence Nationale pour la Recherche). Ces sites sont caractérisés par des dynamiques agricoles présentant un gradient temporel de déforestation. Les localités situées en Amazonie colombienne sont caractérisées par des paysages assez anciens dus à la présence d'un front pionnier particulièrement actif dans les années 1940-1950 (figure 1).

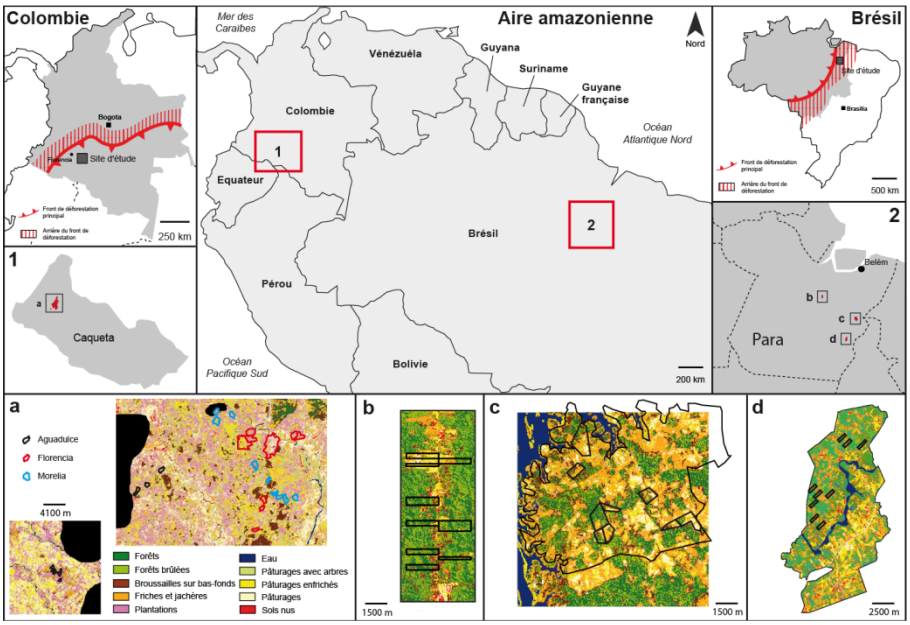


Figure 1 : Présentation des sites d'étude pour la Colombie et le Brésil amazoniens. (a) Localités de Florencia, Morelia et Aguadulce se situant dans la région de Caqueta (Colombie). (b) Localité de Pacajá. (c) Localité de Maçaranduba. (d) Localité de Palmarès 2.

La localité de Florencia correspond à une agriculture traditionnelle, marquée par l'absence de forêts au profit des espaces de pâturages. À proximité de cet espace, dans la localité de Morelia, un groupe d'exploitants agricoles, se revendiquant du sylvo-pastoralisme, a commencé par développer des techniques novatrices de gestion agricole, ce qui a sensiblement affecté les dynamiques paysagères. Enfin, la localité d'Aguadulce est construite sur une ancienne zone de plantation d'hévéas. Des aides financières ont favorisé la reconversion agricole vers un système favorisant l'association du cacao à des pâturages et des arbres fruitiers. Les localités brésiliennes sont localisées dans l'État du Para et sont plus récemment impactées par les activités humaines. La zone de Maçaranduba est la plus anciennement concernée par le passage du front amazonien de déforestation dans les années 1970. La zone de Palmarès 2 est concernée par des dynamiques agricoles plus récentes. C'est à la fin des années 1980 qu'un fazendeiros s'y installe pour mettre en place un vaste élevage bovin avant d'être investi par des agriculteurs du Mouvement Sans Terre (MST). Enfin, le secteur de Pacaja est le secteur le plus récemment converti à l'agriculture. En effet, les premières conversions agricoles ont commencé au début des années 1990. Ainsi, des facteurs socio-économiques et des temporalités très différentes dans la mise en place des logiques de conversions agricoles ont fortement influencé les mosaïques paysagères que l'on peut rencontrer dans les six localités analysées. Les campagnes de terrain, réalisées en 2007-2008, ont fourni les données nécessaires à la différenciation des composantes du paysage et de la biodiversité (Oszwald *et al.*, 2011).

Au sein de ces sites, 5 points de relevés ont été échantillonnés au sein de 9 fermes par site, ce qui fait 270 points. Ces 270 points d'échantillonnage ont permis de réaliser un indicateur d'intensification agricole à partir de méthodes de télédétection et de classifications statistiques multivariées (pour les détails de la méthode cf. Oszwald *et al.*, 2011). Des valeurs de 0 correspondent à une intensification agricole nulle tandis que les valeurs de 1 tendent vers une intensification agricole maximale. Ces relevés de terrain ont également permis d'obtenir des données pour 8 taxons de biodiversité : les plantes (arbres, arbustes et herbacées), les papillons (*Saturniidae* et *Sphingidae*), les mouches du fruit, les vers de terre et les oiseaux. Les jeux de données de biodiversité contiennent l'abondance et la richesse spécifique. À partir des richesses spécifiques relevées par taxon, nous avons calculés des indices de richesses raréfiés en utilisant le module VEGAN de R (Oksanen *et al.*, 2008). De plus, afin de calculer un indice normalisé de richesse spécifique, chaque valeur individuelle de richesse raréfiée a été transformée comme un pourcentage de la valeur la plus haute observée pour le groupe taxonomique étudié. L'ensemble de données résultant est composé de richesses d'espèces normalisées comprises entre 0 et 100 pour chaque groupe d'organismes.

Afin de suivre la relation entre la richesse taxonomique et la modification du milieu sur un front pionnier de déforestation, nous allons utiliser des modèles additifs généralisés (Scheffer *et al.*, 2009 - GAM, pour le détail de la méthode voir Oszwald, 2013). Le GAM fournit une extension aux modèles linéaires généralisés (GLM) qui sont une généralisation souple des régressions linéaires. Le GLM permet de généraliser la fonction de régression linéaire en permettant au modèle d'être relié à la variable "réponse" via une fonction de lien et en autorisant l'amplitude de la variance de chaque mesure d'être une fonction de sa valeur prévue. Le GAM fournit une extension au GLM en permettant la transformation non linéaire des variables explicatives (Wood, 2006). La significativité de chaque modèle a été évaluée en calculant la déviance expliquée, c'est-à-dire le ratio entre la variance des valeurs de richesse spécifique estimée par le modèle et la variance observée à partir des données de richesse spécifique. Les corrélations par paires de la richesse spécifique ont été évaluées à partir d'un indice de corrélation de Spearman (Devineau *et al.*, 1984). L'ensemble des calculs et des tests statistiques a été réalisé en utilisant le logiciel R et plus particulièrement la librairie mgcvand gam (Hastie et Tibshirani, 1990 ; Wood, 2006 ; R Development Core Team, 2011).

2. Résultats

Afin d'estimer les caractéristiques paysagères qui influencent l'érosion de la biodiversité, nous avons créé une typologie des fermes à partir de leur position le long du modèle de GAM (figure 2).

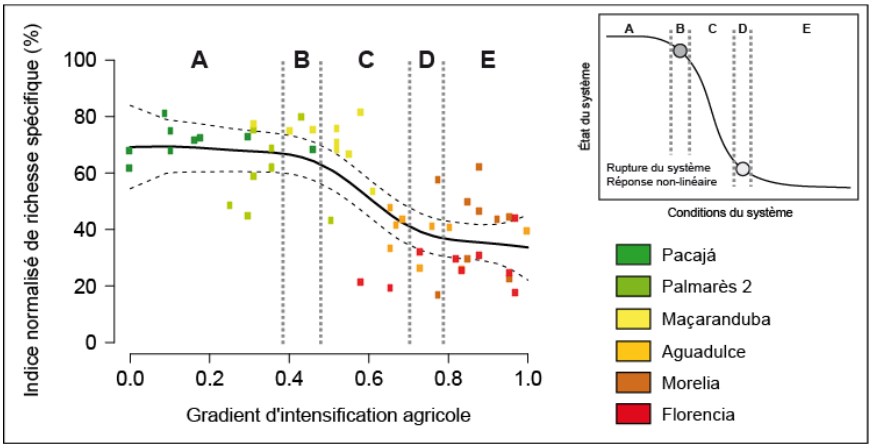


Figure 21 : Graphique bimodal des relations entre l'indice normalisé de richesse spécifique à l'échelle de la ferme et l'indicateur d'intensification agricole (échelle comprise entre 0 et 1 : 0 = pas de présence d'agriculture ;

1 = intensification agricole maximale). Ligne continue : modèle de GAM ; lignes discontinues : intervalle de confiance de 95 %. En haut à gauche : modèle théorique adapté de Scheffer *et al.*, 2009.

Cinq groupes de fermes ont ainsi été identifiés : le groupe A correspond à des fermes caractérisées par une intensification agricole très faible et un indice normalisé de richesse spécifique fort. Ces fermes se situent avant que le point de basculement n'ait eu lieu. Le groupe B est composé de fermes caractéristiques de la phase initiale de développement du point de basculement. Le groupe C est formé par les fermes structurantes du basculement de l'indice normalisé de richesse spécifique. Le groupe D correspond aux fermes caractéristiques de la phase finale de développement du point de basculement. Enfin, le groupe E est caractérisé par une intensification agricole maximale et un indice normalisé de richesse spécifique faible. Ces fermes se situent dans une nouvelle situation de stabilité. À partir de la typologie des fermes, nous allons tenter d'identifier les facteurs spatiaux du paysage qui favorisent l'apparition du point de basculement. Pour ce faire, nous avons créé des boxplots renseignant le comportement des cinq classes pour divers indicateurs paysagers. Nous avons utilisé comme indicateurs certains types d'occupation des sols (en pourcentage de couverture de la ferme) et des métriques paysagères (figure 3).

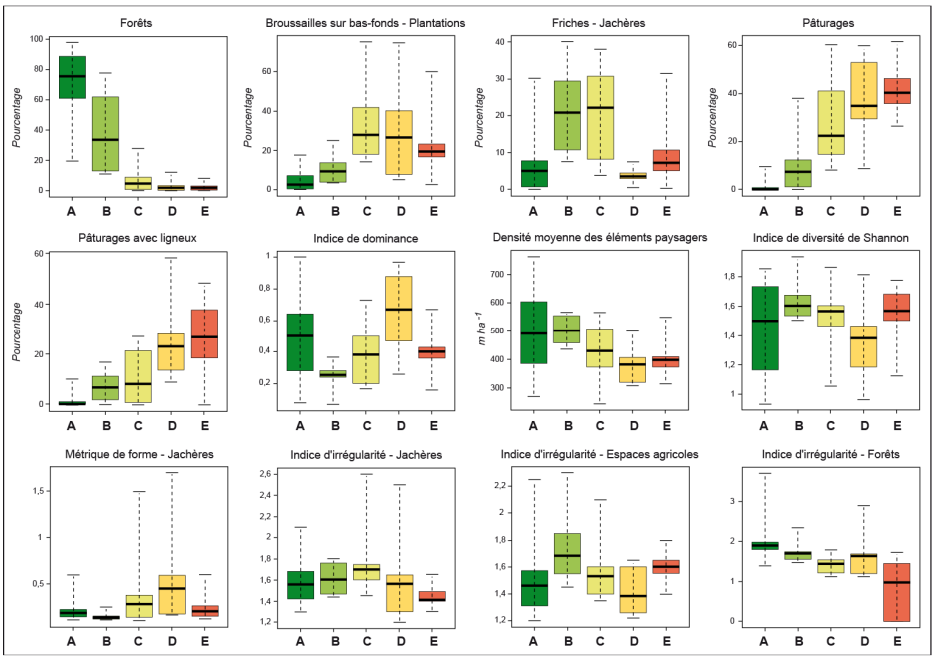


Figure 32 : Relations entre les classes issues de la typologie des fermes en fonction de leur position par rapport au point de basculement et les indicateurs paysagers.

Les classes A et B sont essentiellement constituées de fermes où les espaces forestiers couvrent de larges zones. La classe A possède une mosaïque paysagère dominée par les forêts avec peu d'espaces de milieux dégradés et/ou secondaires. Le développement d'éléments paysagers agricoles y est marginal. Le milieu est dominé (quantitativement) par les forêts et caractérisé par une très faible hétérogénéité (densité moyenne des éléments paysagers et indice de diversité de Shannon). La complexité des segments de lisière des espaces forestiers est forte, notamment du fait d'une anthropisation récente. La classe B correspond à un groupe de fermes où les espaces forestiers sont encore majoritaires dans la mosaïque paysagère, avec une forte présence de milieux secondarisés (broussailles sur bas-fonds, friches et jachères). Les zones de pâturages commencent à se développer. La diversité paysagère augmente donc légèrement. Les lisières forestières perdent légèrement en complexité, induisant l'apparition de limites franches et peu complexes entre les éléments paysagers.

Dans la classe C, les espaces forestiers ont fortement décliné au profit des espaces secondaires. Le fait marquant est que la part des broussailles sur bas-fonds, des friches et des

jachères a fortement augmenté. Les éléments paysagers pâturés ont également sensiblement augmenté, sans pour autant constater un réel accroissement des surfaces de pâturages en cours d'enfrichement. Il doit donc s'agir d'espaces agricoles récents. Ce nouvel agencement spatial induit une légère diminution de l'hétérogénéité. Les métriques de formes et d'irrégularité marquent une augmentation spatiale des espaces de jachères. Au contraire, l'indice d'irrégularité des espaces agricoles tend à diminuer du fait de la dynamique des limites entre types d'éléments paysagers. En effet, les espaces pâturés sont de mieux en mieux marqués, délimités et entretenus dans la mosaïque paysagère.

La classe D marque un palier pour les espaces forestiers, puisqu'ils disparaissent presque complètement de la mosaïque paysagère. Seules subsistent les broussailles sur bas-fonds (i.e. dans ce contexte : forêts très dégradées subsistant dans les zones humides) et les plantations. Les friches et les jachères ont fortement reculé, que ce soit parce qu'elles ont vieilli et sont passées dans les classes de broussailles sur bas-fonds ou ont été coupées et/ou brûlé pour favoriser la remise en culture. Les espaces pâturés se sont donc fortement développés. Le fait marquant concernant les éléments paysagers agricoles est que les pâturages avec des ligneux ont connu une forte augmentation. En effet, l'emprise spatiale de ces espaces a doublé par rapport aux fermes appartenant aux classes B et C. Cela peut être imputable aux rythmes des rotations agricoles. Enfin, dans la classe E, les espaces secondaires connaissent une dernière diminution, les seuls espaces forestiers subsistants étant majoritairement des plantations. La mosaïque paysagère est nettement dominée par les espaces pâturés, avec une égale emprise des pâturages propres par rapport aux pâturages en cours d'enfrichement par des ligneux adventices.

Les différents facteurs identifiés peuvent être représentés sous forme de modèles graphiques permettant de synthétiser ces informations spatiales (figure 4).

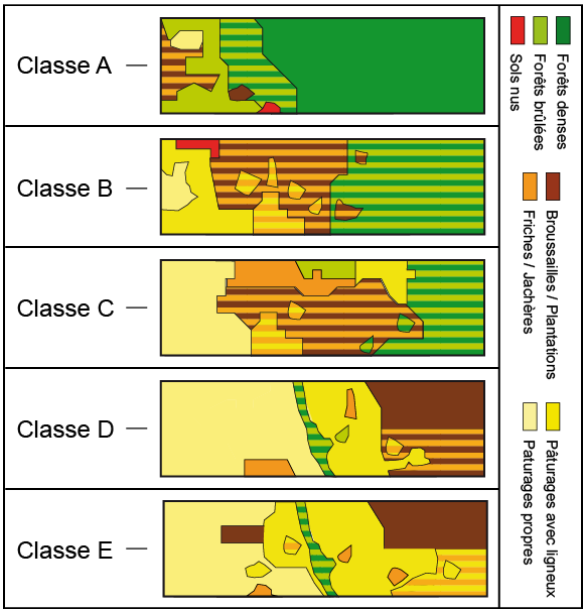


Figure 4 : Modèles graphiques de la mosaïque paysagère type des différentes classes issues de la typologie des fermes en fonction de leur position par rapport au point de basculement et les indicateurs paysagers.

Conclusion

Ce travail montre combien l'étude des interactions entre le milieu (par le biais du paysage) et la biodiversité est complexe. Il apparaît que la composition paysagère, notamment dans sa dimension dynamique, est un facteur indispensable à prendre en considération afin d'appréhender convenablement la question de la dynamique de la biodiversité. Les approches

historiques sont donc incontournables, notamment sur un objet thématique comme les fronts de déforestation qui structurent la relation Homme / milieu le long d'un gradient d'intensification agricole. D'ailleurs, les indicateurs créés ont permis une analyse rapide et synthétique des effets de la dynamique des éléments paysagers sur la biodiversité. Ces indicateurs jouent donc convenablement le rôle d'indices de synthèse opérationnels pour la compréhension et la prise en compte des dynamiques du paysage.

Les analyses effectuées ont permis de montrer l'importance des effets de seuils et de basculements écologiques dans les milieux forestiers tropicaux typiques des fronts pionniers de déforestation soumis à une pression anthropique très forte et rapide. Ces effets de seuils peuvent être suivis pour renseigner l'érosion de la biodiversité à l'échelle de la ferme à partir d'un indice normalisé de richesse spécifique, mais aussi pour des groupes taxonomiques particuliers qui ont des fonctions propres dans le milieu. Ainsi, nous pouvons estimer l'importance des changements induits par l'érosion de la biodiversité sur le fonctionnement des milieux, et par extension, sur les services écosystémiques qu'ils participent à fournir et/ou à maintenir. Ces changements peuvent être assimilés à des crises environnementales ou écologiques. Ces crises écologiques ont des origines diverses, comme la dégradation de la qualité de l'environnement par rapport aux besoins de certaines espèces, les conditions du milieu qui changent par l'accroissement du nombre de prédateurs ou par l'augmentation de la compétition intra ou interspécifique avec l'apparition d'espèces invasives. Sur les fronts pionniers de déforestation, ces facteurs peuvent se cumuler par les changements de condition du milieu induits par les activités humaines, et ce à plusieurs échelles spatiales et temporelles.

Références bibliographiques

Armenteras D., Rudas G., Rodriguez N., Sua S. et Romero M., 2006. Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. *Ecological Indicators*, 6 (2), 353–368.

Bridgeland W.T., Beier P., Kolb T. et Whitham T.G., 2010. A Conditional trophic cascade: Birds benefit faster growing trees with strong links between predators and plants. *Ecology*, 91 (1), 73–84.

Cardinale B.J., Matulich K.L., Hooper D.U., Byrnes J.E., Duffy E., Gamfeldt L., Balvanera P., O'Connor M.I et Gonzalez A., 2011. The functional role of producer diversity in ecosystems. *American Journal of Botany*, 98 (3), 572–592.

Devineau J.L., Lecordier C. et Vuattoux R., 1984. Évolution de la diversité spécifique du peuplement ligneux dans une succession préforestière de colonisation d'une savane protégée des feux (Lamto, Côte d'Ivoire). *Conservatoire botanique de Genève*, 103–134.

Díaz S. et Cabido M., 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16 (11), 646–655.

Gunderson L.H., 2000. Ecological Resilience - In Theory and Application. *Annu. Rev. Ecological Systems*, 31, 425–439.

Hastie T.J. et Tibshirani R.J., 1990. *Generalized Adolitive Models*. CRC Press, numéro 43.

Larigauderie A., Prieur-Richard A.H., Mace G.M., Lonsdale M., Mooney H.A., Brussaard L., Cooper D. et Yahara T., 2012. Biodiversity and ecosystem services science for a sustainable planet: the DIVERSITAS vision for 2012–20. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4 (1), 101–105.

Laurance W.F., Fearnside P.M., Laurance S.G., Delamonica P., Lovejoy T.E., Rankin-de Merona J.M., Chambers J.Q. et Gascon C., 1999. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management*, 118 (1-3), 127–138.

Mace G.M., Cramer W., Díaz S., Faith D.P., Larigauderie A., Le Prestre P., Palmer M., Perrings C., Scholes R.J., Walpote M., Walther B.A., Watson J.E.M. et Mooney H.A., 2010. Biodiversity targets after 2010. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2 (1-2), 3–8.

Moutinho P. et Schwartzman P., 2005. *Tropical Deforestation and Climate Change*. 131 pages.

Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A.B. et Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for

conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.

Oksanen J., Kindt R., Legendre P., O'Hara B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H. et Wagner H., 2008. *The Vegan Package*. Community Ecology Package.

Oszwald J., Gond V., Dolédec S. et Lavelle P., 2011. Production d'indicateurs de changement d'occupation des sols pour le suivi des dynamiques paysagères. *Bois et Forêts des tropiques*, 307, 7–21.

Oszwald J., 2013. *Les interactions Hommes/milieux en situation de front pionnier tropical de déforestation - suivi, impacts et enjeux*. HDR, Rennes 2, 224 pages.

Peres C.A., Gardner T.A., Barlow J., Zuanon J., Michalski F., Lees A.C., Vieira I.C.G., Moreira F.M.S. et Feeley K.J., 2010. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. *Biological Conservation*, 143 (10), 2314–2327.

Puig H., 2001. Diversité spécifique et déforestation : l'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. *Bois et Forêts des tropiques*, 268, 41–56.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.

Richardson K.J., 2009. Synthesis Report. *Climate Change global risks, challenges and decisions*. Rapport du Climate Change, 39 pages.

Scheffer M., Bascompte J., Brock W.A., Brovkin V., Carpenter S.R., Dakos V., Held H., Van Nes E.H., Rietkerk M. et Sugihara G., 2009. Early-warning signals for critical transitions. *Nature*, 461 (7260), 53–59.

Thompson I., Mackey B., McNulty S. et Mosseler A., 2009. *Forest resilience, biodiversity, and climate change*. UNEP, Rapport 43.

Wood S.N., 2006. On confidence intervals for generalized additive models based on penalized regression splines. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 48 (4), 445–464.

A INUNDAÇÃO COMO UM ELEMENTO DE ESTUDO DA FRAGILIDADE POTENCIAL E DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO CÓRREGO PROGRESSO, AO SUL DA CIDADE DE PORTO MURTINHO – MS, NA REGIÃO DO BAIXO PANTANAL

SILVA R.P. [(1)], OLIVEIRA W [(1)], MACIEL G.F. [(2)]

(1) UFMS/CPTL-MS, Av. Ranulpho Marques Leal, 3484 – Distrito Industrial, Cep :210-79600-100, Três Lagoas - MS, Brasil, [rodrigomiojo@yahoo.com.br , wallace@cptl.ufms.br]

(2) UNESP/FEIS, Alameda Bahia, 550, Cep:15385000, Ilha Solteira – SP, Brasil,[geraldo.maciel3@gmail.com]

Resumo *- A inundação é um fenômeno hidrológico que ocorre quando a elevação do nível dos rios ou córregos ultrapassa a parte superior da seção. Essa área denomina-se planície de inundação, local onde se encontra o núcleo urbano de Porto Murtinho – MS. Pela ocupação indevida a cidade se torna um espaço suscetível as enchentes do rio Paraguai e as águas de escoamento superficial do córrego Progresso. Por se tratar de uma unidade ecodinâmica instável (TRICART, 1997) objetiva-se compreender a fragilidade potencial e a vulnerabilidade ambiental dessa unidade de planejamento. A metodologia baseou-se no uso da geotecnologia aplicada na análise empírica de Ross (1994). Como resultado identificou-se que as classes de vulnerabilidade e de fragilidade, ocuparam índices médios da área total, o que representou um mediano grau de degradação ambiental e preocupante.*
Palavras Chaves: *Fragilidade Potencial, Vulnerabilidade Ambiental, Inundação.*

Résume - L'inondation comme un élément d'étude de la fragilité potentielle et la vulnérabilité du cours d'eau Progresso, au sud de Porto Murtinho - MS, Pantanal brésilien. *L'inondation est un phénomène hydrologique enregistrée lorsque l'élévation du niveau des fleuves ou des cours d'eau dépasse le lit majeur. Cette zone, appelée plaine d'inondation, abrite parfois des villes comme c'est le cas pour le centre urbain de Porto Murtinho – MS. En raison d'une mauvaise implantation, la ville est devenue un espace sensible aux inondations du fleuve Paraguay et eaux de ruissellement superficiel du cours d'eau Progresso. Considérée comme une unité éco-dynamique instable (TRICART, 1997) l'enjeu est de comprendre la fragilité potentielle et la vulnérabilité environnementale de cette unité d'aménagement. La méthodologie utilisée est basée sur l'utilisation des géotechnologies appliquées à l'analyse empirique de Ross (1994). Il a pu être identifié que les classes de vulnérabilité et de fragilité se partagent dans des indices moyens de la surface totale de la zone étudiée, représentant ainsi un degré de dégradation environnemental significatif et inquiétant.*
Mots clés: *Fragilité Potentielle, Vulnérabilité Environnementale, Inondation.*

Abstract - Floods as an element to study potential weakness and environmental vulnerability along the Corrego river, south of Porto Murtinho-MS, Brazilian Pantanal*. Flooding is a hydrological phenomenon that occurs when raising the level of rivers or streams exceeds the upper section. This area is called the floodplain, where is the urban core of Porto Murtinho - MS. By improper occupation, the city becomes a susceptible area flood of Paraguay River and the waters of the stream runoff Progress. Because it is an unstable ecodynamics unit (TRICART, 1997) aims to understand the potential environmental fragility and the vulnerability of this planning unit. The methodology was based on the use of geospatial empirical analysis applied to Ross (1994). As a result, we identified classes of vulnerability and weakness, occupied average ratios of total area, representing an average degree of environmental degradation and worrying.*
Key words: *Potential Fragility Environmental Vulnerability, Flood.*

Introdução

Na ideia de Tricart (1977) apud Ross (1993) a bacia do córrego Progresso pode ser enquadrada no conceito da unidade ecodinâmica de planejamento territorial, como um ambiente instável. O seu baixo curso está sujeito a susceptíveis inundações nos períodos de chuva, pois faz parte da planície de inundação do rio Paraguai. Nesse sentido as mutuas relações dos componentes da dinâmica e dos fluxos de energia e matéria desse meio ambiente, que dependem do clima, da topografia e do material rochoso, foram alterados pelas intervenções humanas, devido ao desmatando da cobertura vegetal natural para a pastagem. Desse modo conhecer a fragilidade potencial e a vulnerabilidade ambiental desse recorte espacial, relacionadas com o processo hidrológico da inundação permitirá identificar a contribuição e o comportamento do escoamento superficial pluvial sobre essa bacia e também como esse elemento hidrológico pode influenciar as áreas inundáveis ao redor da cidade de Porto Murtinho-MS, localizada ao norte do baixo curso.

A integração desses parâmetros nesse ecossistema modifica suas características fisiológicas que pode levar na mudança da cobertura vegetal e, consequentemente, o valor econômico da água. Dessa maneira a água deixa de ser um recurso de uso para a qualidade da vida, para se tornar um agente destrutivo, causador de danos pelas inundações, devastação de terras, colheitas, obras públicas, prédios e vidas humanas (TRICART, pg. 32, 1977). Em certas áreas a ocupação antrópica desencadeia desastres naturais que são na verdade o mal uso das áreas estáveis e instáveis das unidades de conservação.

Pela pesquisa de informações básicas municipais – MUNIC, realizada pelo IBGE em 2002 e publicada em 2005, os maiores desastres que assolam o Brasil relacionam-se a inundações, escorregamentos e erosão. Estes processos estão associados à degradação das áreas frágeis e vulneráveis e, consequentemente, são acelerados pelos desmatamentos e ocupações irregulares.

No presente artigo a área de estudo é o local por onde o processo de escoamento superficial das águas chega até a cidade, percorrendo os canais de drenagem do eixo Sul - Norte da planície de inundação. Assim objetivamos em caracterizar e delimitar o comportamento do processo de inundação ao sul da cidade, e sua relação com a fragilidade potencial e a vulnerabilidade ambiental de toda a bacia. Por isso a elaboração de material cartográfico (mapas) utilizando de ferramentas geotecnológicas do software ArcGis 10, serão de extrema importância para conhecer a lógica desse fenômeno hidrológico, que todo o ano coloca em risco a vida de alguns munícipes murtinhenses.

Partindo da ideia de que a área em estudo configura-se como uma Unidade Ecodinâmica que foi transformada ao longo do tempo, devido a ação humana, em unidade de risco a danos socioambientais, a metodologia baseou-se na análise empírica de Ross (1994). Para a fragilidade potencial, cujos parâmetros de análise foram a precipitação, a declividade, os tipos de solo e as áreas prioritárias de conservação, aplicou-se vários graus de instabilidades, desde muito fraca até muito forte. Já para a vulnerabilidade ambiental os elementos de análise foram a fragilidade potencial e o uso e ocupação da terra, cuja interpretação foi baseada nos mesmos critérios de Ross (1994).

No entanto este método está relacionado a questão do desgaste do relevo, como o grau de erodibilidade do solo cujo escoamento das águas pluviométricas intensificam, pela falta de vegetação, a fragilidade e a vulnerabilidade dessa unidade ecodinâmica. Assim, entender como ocorre a deposição de sedimentos das áreas altas da bacia do Córrego Progresso, e de que forma o escoamento superficial contribui ao processo de inundação das regiões abaixo do montante dessa bacia hidrográfica, serão questões a serem compreendidas.

Nesse sentido a fragilidade potencial deve ser entendida na adaptação de Ross (1994) sobre o conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), sobre o prisma da Teoria dos Sistemas, cujas trocas de energia e matéria na natureza se processam através de relações em equilíbrio dinâmico que é alterado pelas intervenções antrópicas e geram desequilíbrios temporários ou permanentes. Essas intervenções humanas potencializam as vulnerabilidades ambientais dos ecossistemas e são elas que caracterizam as unidades ecodinâmicas instáveis ou estáveis. No meio instável o tipo de prática humana é responsável em caracterizar o grau de desastre natural que pode ocorrer nesse tipo de ambiente, ocupado indevidamente.

Segundo Santos (2005) a fragilidade potencial é a caracterização da fragilidade natural de uma área, onde poderá ou não apresentar um equilíbrio natural. Ela possibilitará a elaboração de um diagnóstico da vulnerabilidade ambiental que posteriormente indicará as potencialidades e limitações do uso e ocupação humana. Nesse sentido a Vulnerabilidade Ambiental, de acordo com Lima et. al. (2000), representa a inter-relação dos meios físicos

(solo, rocha, relevo, clima e recursos hídricos), bióticos e antrópicos que tornam o relevo mais ou menos instáveis ou sujeito a processos erosivos. Por isso é indispensável para subsidiar o planejamento de bacias hidrográficas e manter o equilíbrio e a conservação do ambiente.

1. Materiais e Métodos

Na elaboração dos mapas de fragilidade potencial e vulnerabilidade ambiental, utilizou-se alguns aplicativos dos softwares Spring 5.1.8 e Arcgis 10, no intuito de analisar e interpretar alguns parâmetros geográficos da imagem Landsat 8, composição RGB, bandas 4, 5 e 6, de julho de 2013. Para construir esses dois mapas usou-se os mapas da distribuição pluviométrica, da declividade, dos tipos de solo, das áreas prioritárias de conservação e do uso e ocupação da terra. Desse modo o mapa de fragilidade, construído no Arcgis 10 (ArcMap), a partir dos quatro primeiros parâmetros e o mapa de vulnerabilidade feito com a relação ao de fragilidade e ao de uso e ocupação, sendo este último classificado no Spring 5.1.8 e confeccionado no Arcgis 10, foram elaborados para a análise sistêmica da bacia do córrego Progresso, buscando entender a causa e efeito da inundação na cidade de Porto Murtinho – MS, relacionando-a com cada categoria morfométrica estudada. Em seguida foram transformados em imagens e polígonos raster (Conversion Tools) para ser feita a reclassificação dos dados onde se coloca os pesos de fragilidade potencial e vulnerabilidade ambiental (Spatial Analyst Tools/reclass/reclassify), para serem criados os seus respectivos mapas.

O cálculo das variáveis constou numa adaptação baseada em resultados de pesquisas desenvolvidas por pesquisadores do Instituto Agronômico de Campinas – Estado de São Paulo e do Instituto Agronomico do Paraná – IAPAR, tais como, Lombardi Neto (1975) e outros, além de dados do Projeto Radambrasil, onde as classes de fragilidades estão relacionadas com o escoamento superficial difuso ou concentrado das águas pluviais. Esses dados foram utilizados por Ross (1994) e Crepani et. al. (2001) onde se dão pesos para cada característica física como mostra o quadro 1.

Pesos	Categoria Hierárquica
1	Muito Fraca
2	Fraca
3	Média
4	Forte
5	Muito Forte

Quadro 1: Pesos e Categorias de Fragilidade Potencial e Vulnerabilidade Ambiental

Em seguida interpolou-se os dados das variáveis para obter a carta de fragilidade potencial, através da ferramenta Spatial Analyst Tools/Overlay/Weighted Overlay, inserindo estas variáveis e dado um Set Equal para que os dados ficassem com o mesmo peso (25% cada) na elaboração da carta. Posteriormente utilizando-se das mesmas ferramentas e procedimentos metodológicos a Carta de Fragilidade Potencial e o Uso e Ocupação do Solo (50% para cada variável), no aplicativo Set Equal, elaborou-se a Carta de Vulnerabilidade Ambiental.

O quadro 2 mostra a disposição dos critérios de análise usados para cada fator com seu peso de vulnerabilidade, segundo o referencial de Ross (1994) sobre a hierarquia nominal de fragilidade ilustrado no quadro 1.

Nos dois mapas elaborados utilizou-se o referencial de Ross (1994) que permitiu classificar as classes temáticas frágeis e vulneráveis, com pesos arábicos de 1 até 5 e representaram,

respectivamente, Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Tratou-se de uma análise empírica da fragilidade e vulnerabilidade de um ambiente natural antropizado. Os mapas foram elaborados na projeção WGS 1984 UTM Zona 21S, transformados dentro do Arcgis/ArcMap.

Critério de Análise	Fator	Pesos de Vulnerabilidade
Declividade	0 a 3%	1
	3 a 6%	1
	6 a 12%	2
	12 a 20%	3
	maior que 20%	4
Tipos de Solos	REe1 – Regossolo Eutrófico	1
	SS2 – Solonetz Solodizado	2
	SS5 – Solonetz Solodizado	2
	Re6 – Litólico Eutrófico	3
	HGPe3 – Glei Pouco Húmico	4
Uso e Ocupação	APP – Área de Preservação Permanente	1
	Cerrado	2
	Pastagem	3
	Vegetação Úmida	4
	Solo Exposto	5
Pluviosidade	1.101 a 1.281 mm (anual)	2
Áreas de Conservação	Baixa	2
	Alta	4
	Muito Alta	5

Quadro 2: Critérios de Análise para os pesos de Fragilidade Potencial e Vulnerabilidade Ambiental da Bacia do Córrego Progresso

2. Área de Estudo

O córrego Progresso é um afluente da margem esquerda do rio Paraguai e sua bacia ocupa uma extensão territorial de 918,15 km^2 e o quadrante que delimita a rede de drenagem da bacia localiza-se entre as coordenadas geográficas de 21^o 45’ S e 22^o S, de latitude, e de 57^o 54’ W e 57^o 24’ W, de longitude.

No Alto Curso encontramos as nascentes e as maiores altitudes. O Médio Curso, onde o escoamento superficial é mais intenso, predomina as pastagens. A última seção, a do Baixo Curso, localiza-se a foz do córrego, local para onde as águas da drenagem do córrego escoam e se encontram com as águas de elevação (enchente) do rio Paraguai e migram até a cidade. A

malha urbana só não é invadida pela inundação por causa do dique que a circunda contra enchentes.

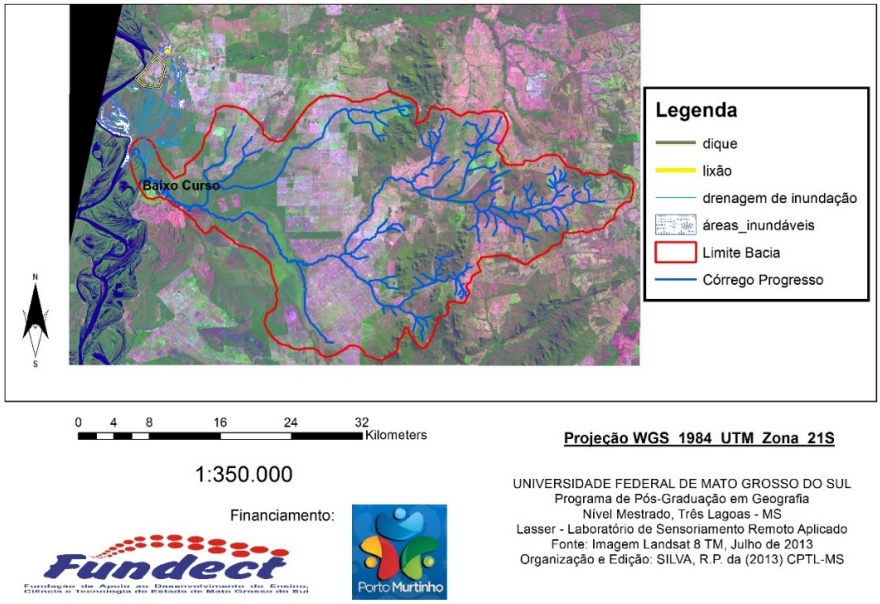


Figura 1: Área de Estudo com o Dique ao redor da cidade de porto Murtinho –MS ao norte do Baixo Curso da Bacia do Córrego Progresso da margem esquerda do rio Paraguai

3. Resultados e Discussões

O mapa de fragilidade potencial e o de vulnerabilidade ambiental (Figuras 2 e 3) refletem as potencialidades e as fragilidades potenciais dos recursos naturais devido à presença antrópica. Os critérios técnicos-científicos de análise estão dentro da lógica de uma política conservacionista, onde as classes de risco sobre a fragilidade e a vulnerabilidade foram expressas em Muito Baixa (Peso1), Baixa (Peso 2), Média (Peso 3), Alta (Peso 4) e Muito Alta (Peso 5) e estão representadas na tabela 1 com relação as suas respectivas ocupações territoriais em porcentagem.

Classes de Vulnerabilidade Ambiental	Porcentagem da área ocupada pelas classes	Classes de Fragilidade Potencial	Porcentagem da área ocupada pelas classes
2 (Baixa)	30,5%	2 (Baixa)	35,6%
3 (Média)	40,5%	3 (Média)	58%
4 (Alta)	27,6%	4 (Alta)	6,4%
5 (Muito Alta)	1,4%	----------	----------

Tabela 1: Área de ocupação, em porcentagem, das classes de fragilidade e vulnerabilidade

3.1 Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Progresso

A fragilidade potencial pode ser considerada um parâmetro para se entender a vulnerabilidade natural de um ambiente em função de suas características físicas (KAWAKUBO et. al., 2005). Nesse sentido deve ser compreendido como um ambiente que se encontra vulnerável a qualquer tipo de impacto, relacionados a fatores de desequilíbrios de ordem natural e antropogênica (TAMANINI, 2008).

Na figura 2 podem ser percebidos a natureza da drenagem das áreas ao montante da bacia, nas zonas inundáveis do médio e baixo curso. Por se tratar de uma região plana está sujeita a inundações e pode ser identificado declividades inferiores a 6%, na maior parte territorial da

bacia. Desse modo a velocidade do escoamento superficial de sua rede de drenagem ocorre lentamente e de forma difusa. Com isso, além da vegetação arbustiva, herbácea e pastagens, a baixa declividade promove a retenção das águas pluviais, reduzindo as vazões máximas. Entretanto transportam materiais aluviais das áreas mais altas da bacia que são depositados no baixo curso e contribuem a processos morfogênicos.

Portanto, na área de estudo o fator declive permite constatar que na região da foz a fragilidade potencial classifica-se como média, já no médio curso é baixa e, por fim, na região das nascentes encontramos fatores de alta e média fragilidade. Isso deixa claro que no baixo e médio curso a ocupação humana, caso existisse, seriam áreas potenciais de risco a danos advindos das inundações e alagamentos das áreas adjacentes.

As áreas prioritárias de conservação revelaram que no alto curso a fragilidade oscila de alta a muito alta, sendo predominante nas nascentes localizadas acima de 6% de declive, nas áreas de maior ocorrência de chuvas e distribuídas entre as classes de solo do tipo litólicos, regossolos e solonetz. Os tipos de solos indicam que a fragilidade potencial é alta e média no alto curso da bacia, onde podem ser localizados os solos Litólicos Eutróficos (Re6), Solonetz Solodizado (SS5) e Regossolo Eutrófico (REe1). No médio curso predomina o solo Solonetz Solodizado (SS2), cuja principal característica é ter uma textura arenosa/argilosa e teor de salinidade, característicos de relevos planos. É sobre esse solo (SS2) que boa parte do escoamento superficial das inundações se deslocam até as proximidades da cidade de Porto Murtinho– MS.

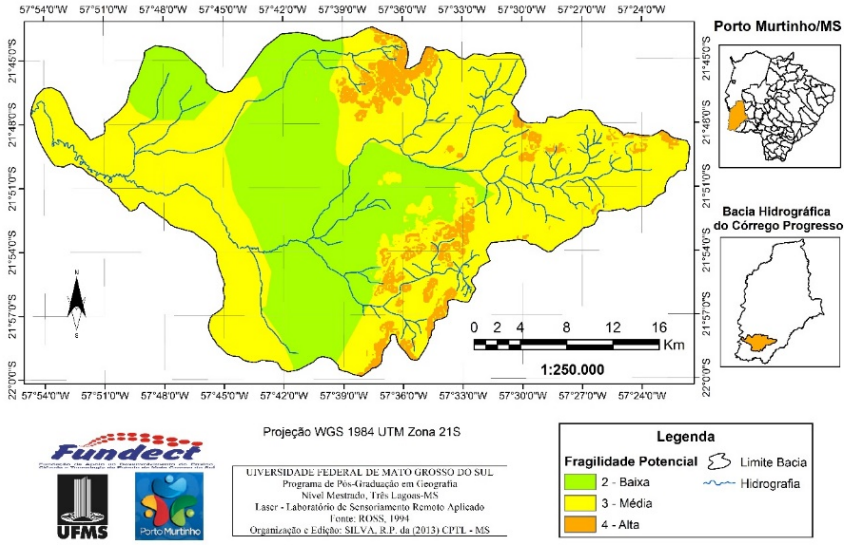


Figura 2: Mapa de Fragilidade Potencial do Córrego Progresso

3.2 A Vulnerabilidade Ambiental da Bacia do Córrego Progresso

O equilíbrio dinâmico na natureza se mantem pelas relações que se processam entre trocas de energia e matéria em harmonia. Entretanto tal equilíbrio sofre frequentemente intervenções humanas. Isso faz gerar estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes (ROSS, 2000). Por isso entender a vulnerabilidade ambiental é compreender as fragilidades de um determinado espaço diante de fatores naturais e sociais.

No caso em estudo esse parâmetro caracterizou o médio curso da bacia do córrego Progresso com um médio fator de vulnerabilidade ambiental, nos locais onde encontramos a foz e as nascentes. A alta fragilidade se distribui por toda a bacia e também pode ser identificada nas nascentes, em menor quantidade, vulnerabilidades muito altas.

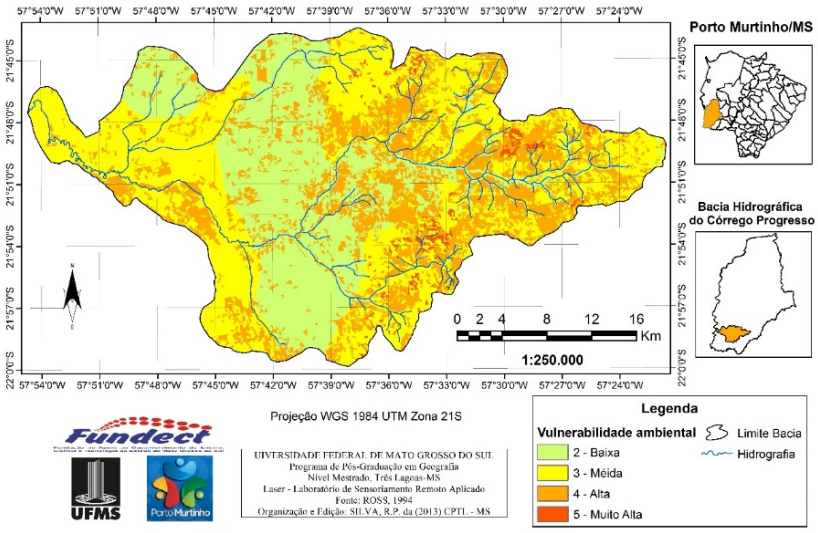


Figura 3: Mapa da Vulnerabilidade Ambiental do Córrego Progresso

Outro aspecto que pode ser caracterizado com a vulnerabilidade ambiental está relacionado ao uso da terra. Segundo Corrêa (2004) a carência de cobertura vegetal, principalmente das espécies arbóreas, ocasiona um apodrecimento das raízes de ancoragem e, portanto, do solo a sua volta. São apenas permanecidos os drenos que favorecem a recarga de água da chuva em profundidade.

Dessa maneira o solo exposto e a pastagem, que predominam na paisagem dessa bacia hidrográfica, favorecem ao fenômeno hidrológico de inundação nas áreas do médio e alto curso (figura 4). Esse parâmetro de análise faz a capacidade de infiltração do solo decrescer e por isso, nessas áreas se pode identificar escoamento difuso que provoca acumulo de água, além de assoreamento e erosão superficial (CORRÊA,2 004).

Conclusões

Na tabela 1 se percebe que tanto a vulnerabilidade ambiental quanto a fragilidade potencial ocupam respectivamente 40,5% e 58% da mesma classe de vulnerabilidade, a 3 que se caracteriza como média. Compreendem as áreas do baixo e do alto curso do córrego Progresso, estando suscetíveis numa condição mediana ao índice 3 que varia de 1 a 5 do risco ao dano. Os solos das categorias SS2, SS5 são desenvolvidos com encharcamento superficial estacional, possuem acentuada concentração de argila e permeabilidade lenta ou muito lenta, responsáveis pela detenção do lençol d'água sobreposto de existência periódica e presença variável durante o ano. O solo HGPe3 é pastoso e conotativo ao excesso de água, localizados em áreas alagadas ou sujeitas aos alagamentos das planícies de inundações e com baixa fertilidade natural. Com isso se percebe que no médio e baixo curso, onde predomina esses dois tipos de solos a inundação é mais intensa, pois além de estarem sobre a planície de inundação, nas épocas de chuva aumenta-se o volume de água até as proximidades da cidade murtinhense.

Na região do baixo curso se identifica solos expostos, vegetação úmida e pouca presença de cerrado. No alto curso muitos são os solos expostos, com pouca presença de cerrado e também com áreas de APP (Área de Preservação Permanente). Isso permite dizer que nessas áreas o grau de suscetibilidade deve ser levado em consideração, com relação à resposta desse meio a ação dos fenômenos hidrológicos (precipitação e inundação). Por tal preocupação se

deve no mínimo reflorestar essas áreas diminuindo ainda mais o escoamento superficial das águas em direção a cidade de Porto Murtinho- MS.

No médio curso predomina a baixa vulnerabilidade ambiental e a baixa fragilidade potencial que possuem classe 2 em porcentagem de ocupação com relação a área total da bacia, sendo 30,5% na primeira e 35,6% na segunda. Desse modo a fisionomia dessa paisagem, em sua maioria, é ocupada pela pastagem. Isso contribui, em época de pasto denso, com a diminuição do escoamento das águas pelos canais de drenagem que chegam até o baixo curso, mas não como se deveria. Um aspecto a ser ressaltado é que no local o plantio de arvores nativas, no intuito de reduzir ainda mais a vazão de água, seria de suma importância para reduzir o ritmo da inundação sobre a superfície dessas áreas rurais que naturalmente são vulneráveis a este fenômeno. Assim poderiam ser reduzidas as quantidades de água que chegam até a cidade e, principalmente, evitar que as áreas rurais ocupadas fossem inundadas.

Segundo Crepani et. al. (2001) o transporte e deposição de sedimentos para as áreas mais baixas da bacia, promovidos pelo escoamento pluvial, faz com que a cada ano o nível das águas dentro da Planície de Inundação tende a elevar-se. Isso ocorre pelo assoreamento acelerado pela falta de vegetação. Diminui-se, com isso, a disponibilidade de terras emersas que prejudicam as atividades de pecuária extensiva e causam prejuízos ecológicos, pois o ambiente habitado por animais e vegetais é modificado. A falta de APP favorece o acumulo de água extravasada da calha principal do córrego Progresso e isso faz com que ocorra o aumento das águas de inundação.

Referências Bibliográficas:

Correa R. S., 2004: Efeitos dos incêndios florestais na zona de enraizamento em encostas íngremes: vertente norte, Maciço da Tijuca, RJ. Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.

Crepani E., Medeiros J. S. De et al, 2001: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado ao Zoneamento Ecológico – Economico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos, (INPE 8454-RPQ/722).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005: Pesquisa de informações Básicas Municipais, Perfil dos Municípios Brasileiros de 2002: Meio Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/meio_ambiente_2002/meio_ambiente2002.pdf

Kawakubo F. S., Morato R. G., et al., 2005: Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiania, INPE, P. 2203-2210.

Lima L. C., Morais J. O., et al, 2000: Compartimentação territorial e gestão regional do CE. Fortaleza: UNECE.

Lombardi Neto F, Bertoni J., 1975: Tolerância de perda de solos do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, Boletim Técnico **28**, 12.

Santos,E. 2005: Mapeamento da Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do Rio Jirau município de Dois Vizinhos – Paraná. 141f. Tese (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

Ross J. L. S., 1993: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Laboratório de Geomorfologia – Departamento de Geografia – FFLCH/USP, São Paulo.

Ross J. L. S., 1994: Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. **1**, n. 8, p. 63-74.

Ross J. L. S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 5º edição, 2000. 88 p.

Tamanini M.S. A., 2008: Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – Dissertação (Mestrado em Geografia), UFP, Curitiba.

Tricart J., 1977: Ecodinâmica. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p. il. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1).

O ESTUDO DA PAISAGEM COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DE ÁREAS PROTEGIDAS NA FRONTEIRA ENTRE O BRASIL E A FRANÇA

PERES L.G.M. [(1)], GURGEL H.C. [(1)], LAQUES A.E. [(2)]

(1) Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília - UnB, Brasília-DF - 70910-900, Brasil [lucasgarciamp@gmail.com]; [helengurgel@unb.br]

*(*2) *Institut de Recherche pour le Développement (IRD) - UMR ESPACE-DEV, Maison de la Télédétection, 500 Rue Breton, 34000 – Montpellier, France [anne-elisabeth.laques@ird.fr]*

Resumo – *A ocupação antrópica no Bioma Amazônia tem trazido grandes impactos sobre o ecossistema da região, consequências da ausência de um planejamento ambiental adequado para sua ocupação. No Brasil, as políticas públicas de ocupação do território apresentam-se como instrumento de gestão territorial, e se exprime no Bioma Amazônico a partir da criação de áreas protegidas, como terras indígenas e unidades de conservação, sendo o estado do Amapá um exemplo da aplicação dessas políticas. O uso de geotecnologias pode servir de subsídio para o processo de gestão e monitoramento dessas áreas protegidas. Assim, o trabalho propõe uma análise da integridade espacial das áreas protegidas do Amapá fronteiriças com a Guiana Francesa, utilizando-se de técnicas de ecologia de paisagens e geoprocessamento. Os resultados demostraram que a fragmentação da paisagem é bastante reduzida em todas as áreas protegidas, mas a construção de novas estruturas de transporte na região pode trazer impactos que requerem monitoramento.*
Palavras-chave: *Fragmentação Florestal, Ecologia de Paisagens, Áreas Protegidas, Geoprocessamento.*

Résumé – Étude du paysage comme outil d'analyse des Aires Protégées à la frontière franco-brésilienne. *L'occupation humaine en Amazonie affecte l'écosystème, notamment à cause d'une gestion environnementale adéquate. Au Brésil, la politique publique d'occupation du territoire est présentée comme un outil de gestion. En Amazonie cela se décline par la création d'Aires Protégées telles que les Terres Indigènes et les Unités de Conservations. L'État de l'Amapá est un bon exemple d'application de cette politique. La géomatique peut aider dans la gestion et la surveillance de ces Aires Protégées. Ainsi, cet article propose une analyse des Aires Protégées à la frontière entre l'Amapá et la Guyane française, en utilisant à la fois des techniques de l'écologie du paysage et des algorithmes de traitement spatial issues des SIG. Les résultats ont montré que la fragmentation des paysages forestiers est actuellement fortement réduite dans toutes les Aires Protégées, mais la construction de nouvelles infrastructures de transport dans la région peut engendrer des changements qui nécessitent de proposer des outils de suivi de ces espaces.*
Mots-clés: *Fragmentation de la Forêt, Écologie du Paysage, Aires protégées, Geomatique.*

Abstract - The landscape study as a tool for analyzing protect areas on the border between Brazil and France*. Great impacts have been observed on the Amazon Ecosystem because human occupation and absence of proper environmental planning on that region. Brazil has addopted protected areas as a mechanism of environment public policy as well as indigenous land policies. Amapa is the brazilian state with the highest exemplification of this mechanism. The GIS use can support the management process of these Conservation Areas. Thus, the present project intend to analysis the integrity of theses Amapa protected areas along the Brazil and France border. In this work will be addopted ecological techniques of landscape and GIS. As a preliminary observation it is possible conclude that into this protected areas there is no significantfragments of landscape but is urgent the present study as prevention mechanism to that region because there are some public project for road construction and transportation infrastructure which can cause serious damage to all these landscapes.*
Keywords: *Forest fragmentation, Landscape Ecology, Protected Areas, Geoprocessing*

Introdução

Dentre as unidades da federação brasileira inseridas no Bioma Amazônia, o estado do Amapá é um dos mais preservados, fruto de um isolamento histórico e da presença de áreas protegidas em grande número. O último aspecto indica que a gestão pública do território no Amapá privilegia políticas públicas de proteção da biodiversidade e da criação de áreas protegidas. O monitoramento dessas áreas protegidas é parte fundamental do processo de gestão de unidades de conservação e terras indígenas. Afinal, a condição de fronteira do Amapá, que divide seus limites com um departamento ultramarino francês (Guiana Francesa), pode apontar para um provável conflito entre políticas conservacionistas e ações de desenvolvimento, por parte do Estado e de agentes privados, que aproveitem dessa condição de fronteira para empreender na região um ciclo de desenvolvimento e ocupação.

Este trabalho é a continuação da metodologia desenvolvida por Boyrie et al (2013), sendo ambos parte do eixo “Indicadores de Dinâmica Antrópica” do projeto GUYAMAPA, coordenado pela UMR-Espace-Dev do IRD, em parceria com o CNES (Centre National d’Études Spatiales) na França e o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) no Brasil. O objetivo principal do projeto GUYAMAPA é conceder ferramentas e métodos de apoio operacional para o monitoramento e a proteção do patrimônio natural do escudo das Guianas, área que envolve a Guiana Francesa, o Amapá (Brasil) e o Suriname.

1. Aspectos de Uso e Ordenamento Territorial e Caracterização da Área de Estudo

Os municípios fronteiriços de Oiapoque e Calçoene, ambos localizados no eixo da rodovia BR-156, contam com grandes parcelas de áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) em seus territórios (Figura 1). Além disso, possuem infraestrutura, ainda que precária, que condicionaria uma melhor integração aos demais países do escudo das Guianas e à própria Europa, a partir da Guiana Francesa. A característica de fronteira e todo seu potencial de exploração, sobreposta à existência de áreas protegidas (e consequentemente de uso restrito) faz fundamental o monitoramento das unidades de conservação e das terras indígenas inseridas nesses municípios. Nos municípios de Oiapoque e Calçoene, inserem-se duas unidades de conservação federais (Parque Nacional das Montanhas do Tumucumaque e o Parque Nacional do Cabo Orange) e três terras indígenas (Jumina, Galiba e Uaçá).

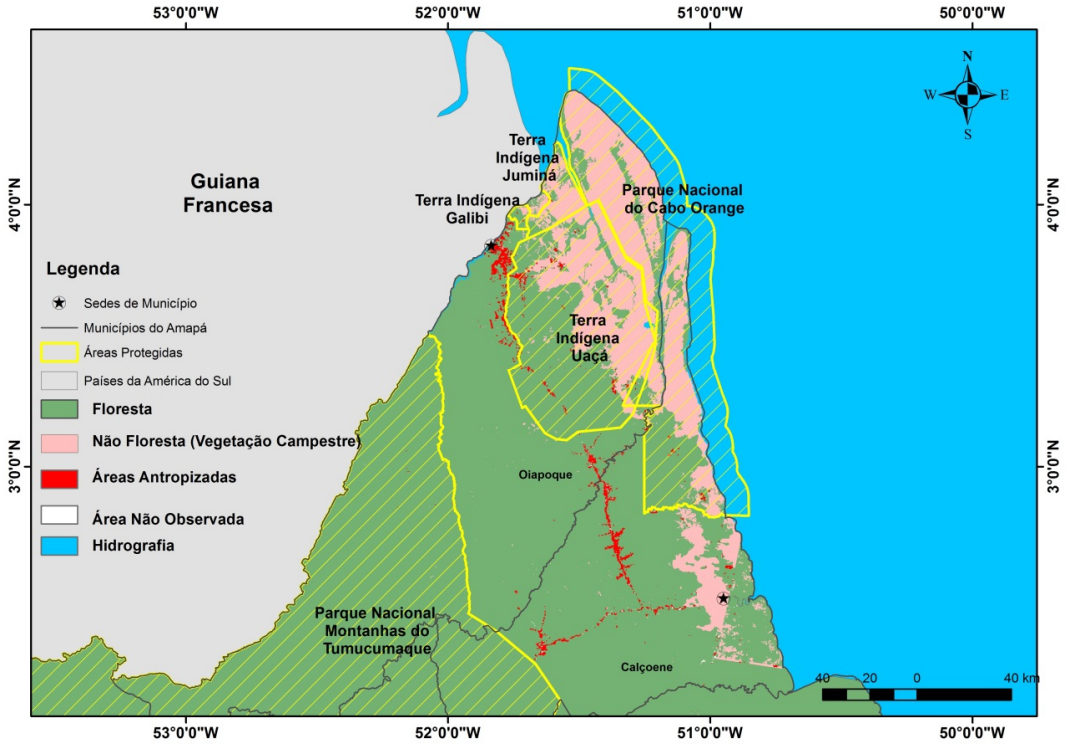


Figura 1: Áreas Protegidas e Antropizadas na Fronteira Brasil/França

O Parque Nacional do Cabo Orange, com área de 657.318 hectares, e o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, com área de 3.846.429,40 hectares, são unidades de conservação de proteção integral. Terras indígenas encontram-se presentes somente no município de Oiapoque: Galibi, Jumina e Uaçá. Segundo o Instituto Sócio-Ambiental-ISA (2012), a Terra Indígena Galibi tem uma área total de 6.689 hectares, a Terra Indígena Juminá possui uma área de 41.601 hectares e a Terra Indígena Uaçá totaliza uma área de 470.164 hectares.

Partindo-se do princípio que a integridade espacial da área protegida está condicionada à ausência de fragmentos ou a presença de fragmentos, que caracterizam tipos de usos que são permitidos por legislação, serão analisados, a partir de dados do projeto TerraClass, os fragmentos de ocupação antrópica nas áreas protegidas da região de estudo, avaliando as tipologias de uso associada à fragmentação florestal. Posteriormente, essas tipologias de uso que podem ser encontradas nas áreas protegidas serão comparadas àquelas que se permite desenvolver dentro de territórios espacialmente protegidos, correlacionando-se com os regimes jurídicos que regem essas áreas.

2. A informação geográfica e a análise da paisagem

O Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são as técnicas mais empregadas em estudos de ecologia da paisagem (Young e Merriam, 1994). Por meio das imagens de satélite e com uso de softwares de geoprocessamento é possível aplicar as técnicas de ecologia de paisagem. O TerraClass tem como objetivo qualificar o desflorestamento da Amazônia Legal, tendo por base as áreas desflorestadas mapeadas pelo Projeto PRODES, que realiza o monitoramento do desmatamento da Amazônia Brasileira, a partir de imagens de satélite, com dados para os anos de 2008 e 2010 (INPE, 2013). A definição das classes temáticas, todas relacionadas a atividades antrópicas, foi feita a partir a partir de métodos de interpretação e do emprego de algoritmos de classificação de imagens de satélite, totalizando treze classes temáticas.

O termo “ecologia de paisagens” foi empregado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão Carl Troll (1939). Metzger (2001) aponta que há duas abordagens principais dentro da ecologia de paisagens: uma geográfica, que estuda a influência do homem em uma determinada paisagem e na gestão territorial; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos, juntamente com sua importância em relação à conservação da biodiversidade. Pirovani et al. (2012) apontam que os índices utilizados em ecologia da paisagem representam novos métodos para a quantificação dos padrões espaciais. Existe uma grande variedade de índices ou métricas existentes em ecologia da paisagem. O programa *Fragstats*, de MacGarigal e Marks (1995) é a ferramenta mais abrangente para a análise quantitativa da estrutura da paisagem. Para a avaliação de métricas da paisagem é muito utilizado a extensão gratuita para o *ArcGIS* chamada *Patch Analyst.*

A metodologia de cálculo das métricas de paisagem envolve procedimentos realizados em sua totalidade em softwares de geoprocessamento. Primeiramente, os dados do TerraClass, que são disponibilizados por cena do satélite *Landsat*, foram agrupados em um único arquivo *shapefile* referente a área de estudo. Foram utilizados dados referentes ao ano de 2008. Posteriormente, utilizando-se de ferramentas de análise espacial do aplicativo *ArcGIS 9.3*, foram realizadas operações de intersecção entre os arquivos das cenas que cobrem a área de estudo (255/58, 226/57 e 226/58) com os municípios de Oiapoque e Calçoene, a fim de gerar um único arquivo com as informações apenas da área de interesse. Posteriormente a mesma operação foi realizada para abstrair os fragmentos inseridos nas cinco áreas protegidas.

Os arquivos vetoriais contendo os fragmentos foram processados na extensão *Patch Analyst*. Assim, a área de floresta fragmentada, ocupada por atividades antrópicas, foi analisada através da aplicação de índices de área, englobando as métricas de cálculo de área de classe (CA) e área total da paisagem antropizada (TLA); índices de densidade e tamanho, que incorporam as métricas de cálculo de número de fragmentos (NUMP) e tamanho médio de fragmentos (MPS); e índices de forma, que engloba a métrica índice de forma médio (MSI).

3. Resultado

3.1 Terras indígenas

Analisar a antropização em uma terra indígena requer a consideração de alguns fatores. Em primeiro lugar, deve-se levar em conta que terras indígenas não são unidades de conservação, sendo parcelas do território que se destinam para a manutenção de modos de vida tradicionais e de culturas indígenas. Sendo assim, é aceitável que se encontre padrões de ocupação antrópica em seu interior. Entretanto, tais padrões devem ser condizentes com modos de vida indígenas. As tabelas abaixo apresentam o resultado da aplicação das métricas nas terras indígenas Galibi (Tabela 1), Juminá (Tabela 2) e Uaçá (Tabela 3).

Analisando-se as métricas aplicadas, chega-se a um diagnóstico que aponta o baixo grau de antropismo das atividades praticadas pelos indígenas. Nas três terras indígenas, a classe com maior representação tanto em número de fragmentos como em área é a classe "Vegetação Secundária" (Quadros de 1 a 3), cuja principal característica é o avançado processo de regeneração após o abandono por atividades antrópicas. Essa característica é condizente com o tipo de agricultura praticada pelos indígenas, cujo método conhecido como "coivara" é o mais tradicional e utilizado pelos indígenas brasileiros.

Na Terra Indígena Uaçá, ocorrem classes não condizentes com práticas indígenas, como "Mineração" e "Agricultura Anual" (Quadro 3). Sua ocorrência pode ser fruto da presença da rodovia BR-156, que cruza a Terra Indígena em alguns trechos. É necessária uma análise cuidadosa da ocorrência desses fragmentos, pois eles podem apontar para uma mudança nos costumes e práticas dos indígenas ou a ocorrência de invasores dentro da área protegida. As demais classes mapeadas correspondem a atividades pecuárias, mas possuem pouca representatividade tanto em número de fragmentos como em tamanho de área, o que pode representar pouco impacto na terra indígena, já que não é privado aos indígenas a criação e domesticação de animais. Além disso, dadas às reduzidas dimensões das classes de atividades pecuárias, é possível considerar que essas são praticadas em baixa escala.

O tamanho médio do fragmento também fornece subsídios para análise da paisagem e dos usos nas terras indígenas. Todas as classes possuem, em média, tamanho bastante reduzido, o que pode indicar que as atividades antrópicas nas terras indígenas são praticadas em baixa escala. Já o índice de forma médio tem, nos valores mais próximos de 1, a indicação de formas geométricas mais regulares. Como os valores das classes nas terras indígenas aponta para um valor mais distante de 1, isso indica que os fragmentos possuem formas geométricas mais irregulares, indicando que a ocupação do solo é feita em parcelas irregulares, indicando práticas de ocupação mais rudimentares.

A métrica área da paisagem, que calcula o total da área antropizada também forneceu subsídios para a análise. Na terra indígena Galibi, chegou a um total de 321,93 ha de antropização. Comparando-se a área florestada da Terra Indígena (5.245,43 ha), temos que apenas 6,14% da área florestada da Terra Indígena sofreu alguma antropização até 2008. Na terra indígena Juminá, chegou a um total de 202,59 ha de antropização. Comparando-se a área florestada da Terra Indígena (12.838,8 ha), temos que apenas 1,58% da área florestada da Terra Indígena Juminá sofreu alguma antropização até 2008. Na terra indígena Uaçá, chegou a um total de 9.498,37 ha de antropização. Comparando-se a área florestada da Terra Indígena (279.731,16 ha), temos que apenas 3,40% da área florestada da Terra Indígena Uaçá sofreu alguma antropização até 2008.

Classe de Fragmento	Número de Fragmentos (NUMP)	Área da Classe em hectares (CA)	Tamanho Médio Fragmentos em hectares (MPS)	Índice de Forma Médio (MSI)
Vegetação Secundária	37	150,90	4,07	1,74
Regeneração com Pasto	8	106,75	13,33	1,78
Agropecuária	3	26,89	8,96	1,95
Pasto Sujo	3	22,21	7,40	1,64
Pasto Limpo	2	15,28	7,64	1,61
Desflorestamento (2008)	1	6,38	6,38	1,60

Tabela 1: Métricas da Paisagem Aplicadas na Terra Indígena Galibi

Classe de Fragmento	Número de Fragmentos (NUMP)	Área da Classe em hectares (CA)	Tamanho Médio Fragmentos em hectares (MPS)	Índice de Forma Médio (MSI)
Vegetação Secundária	19	103,32	3,81	1,63
Pasto Sujo	7	72,39	0,97	1,62
Regeneração com Pasto	5	10,07	20,66	2,14
Pasto Limpo	3	9,98	3,35	1,66
Desflorestamento (2008)	1	6,83	9,98	1,49

Tabela 2: Métricas da Paisagem Aplicadas na Terra Indígena Juminá

Classe de Fragmento	Número de Fragmentos (NUMP)	Área da Classe em hectares (CA)	Tamanho Médio Fragmentos em hectares (MPS)	Índice de Forma Médio (MSI)
Vegetação Secundária	531	3126,36	5,88	1,63
Agropecuária	170	1361,96	8,01	1,62
Regeneração com Pasto	137	2251,09	16,43	2,14
Pasto Limpo	117	1191,01	10,18	1,66
Desflorestamento (2008)	105	561,47	5,34	1,49
Pasto Sujo	58	929,41	16,02	2,03
Mineração	4	11,88	2,97	1,52
Agricultura Anual	1	44,69	44,69	1,19
Área Urbana	1	20,50	20,50	2,43

Tabela 3: Métricas da Paisagem Aplicadas na Terra Indígena Uaçá

3.2 Unidades de Conservação

Por restrições de uso mais rígidas na legislação, espera-se uma menor ocorrência de fragmentos nos Parque Nacionais. Entretanto, as áreas protegidas sofrem ocupações ilegais, que derivam de fatores como falta de fiscalização e controle e ausência de regularização fundiária, etapa essa que remove e indeniza moradores que habitavam essas áreas preteritamente a sua conversão em áreas protegidas. É necessário levar em conta esses fatores ao se analisar a fragmentação que ocorre nas unidades de conservação. Abaixo se apresenta os

resultados das métricas do Parque Nacional do Cabo Orange (Quadro 4) e Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (Quadro 5).

Classe de Fragmento	Número de Fragmentos (NUMP)	Área da Classe em hectares (CA)	Tamanho Médio Fragmentos em hectares (MPS)	Índice de Forma Médio (MSI)
Vegetação Secundária	92	344,43	3,74	1,75
Pasto Limpo	50	256,77	5,13	1,73
Regeneração com Pasto	39	154,44	3,96	1,65
Pasto Sujo	33	78,66	2,38	1,54
Desflorestamento 2008	28	198,99	7,10	1,65
Agropecuária	19	77,04	4,05	1,48

Tabela 4: Métricas da Paisagem Aplicadas no Parque Nacional do Cabo Orange

Classe de Fragmento	Número de Fragmentos (NUMP)	Área da Classe em hectares (CA)	Tamanho Médio Fragmentos em hectares (MPS)	Índice de Forma Médio (MSI)
Vegetação Secundária	21	52,99	2,52	1,70
Agropecuária	18	44,10	2,45	1,47
Desflorestamento 2008	3	3,87	1,29	1,42
Pasto Limpo	1	5,85	5,85	2,03
Regeneração com Pasto	1	10,80	10,80	2,11

Tabela 5: Métricas da Paisagem Aplicadas no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque

As classes de atividades agropastoris tem uma grande representatividade na área antropizada, em especial no Parque Nacional do Cabo Orange (Tabela 4). Drummond (2007) aponta que as áreas de vegetação florestal de cerrado amapaenses (que constituem grande parte da área do Parque Nacional do Cabo Orange) são historicamente utilizados como pastagens naturais para bovinos e agricultura de pequena escala. Além disso, a situação fundiária do Parque Nacional do Cabo Orange ainda não foi plenamente resolvida, e o trabalho de levantamento fundiário para construção do Plano de Manejo do Parque Nacional do Cabo Orange identificou cerca de 48 áreas de ocupação, cujos moradores, em sua maioria, trabalham diretamente na área do Parna, em atividades de agricultura e pecuária (Carvalho & Miranda, 2007). A associação desses dois fatores pode explicar esse padrão de fragmentação encontrado nessa unidade de conservação.

Maior área protegida da região de estudo, o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque contêm apenas 41 fragmentos de antropização. Assim como nas demais áreas, a classe mais representativa é a dos fragmentos de “Vegetação Secundária”, seguido das classes de atividades pecuárias, além da classe “Desmatamento 2008” (Tabela 5). O índice de forma médio apresenta um dado interessante nessa unidade. Este aponta grande irregularidade nas classes de atividades pastoris, mais um indício da pouca qualificação da prática. Desflorestamento apresenta o menor índice, o que indica que este foi feito num formato geométrico mais regular, provavelmente para abertura de atividade agropastoril (Quadro 5). A apresentação dessas métricas nos permite analisar como é irrisória a ocupação humana na parte florestada do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, já que foram encontradas apenas cinco classes, sendo que uma delas, “Vegetação Secundária”, corresponde a quase metade das ocorrências de fragmentos, sendo uma classe de uso que identifica áreas em processo de regeneração.

A métrica "Área da Paisagem" calculou 1.110,33 ha de áreas antropizadas o Parque Nacional do Cabo Orange, que possui aproximadamente 427.000 ha de área terrestres. Desses, 217.710 são áreas de não-floresta. Considerando-se apenas a área de floresta (209.290 ha), temos que apenas 0,5% da área florestada sofreu algum processo de antropização até 2008. Já no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, "Área da Paisagem" calculou um total de 117,61 ha de áreas antropizadas na área dessa unidade de conservação. Como o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque é composto exclusivamente por áreas de floresta, temos que, dos seus mais de 3.846.429,40 ha, apenas 0,003% sofreram algum tipo de antropização até 2008.

Conclusões

A integridade espacial de uma área protegida é o principal objetivo que se espera ao se restringir usos em determinadas parcelas do território. Considerando a fragmentação da paisagem com uma medida de integridade de áreas protegidas, é possível apontar, após todas as etapas metodológicas, que as Unidades de Conservação da área de estudo possuem uma preservação excelente da sua área florestada. O diagnóstico aponta que os fragmentos encontrados tanto no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque como no Parque Nacional do Cabo Orange são em sua maioria da classe "Vegetação Secundária", que corresponde a áreas de regeneração. Entretanto, a ocorrência de classes como "Pasto Limpo" e "Desflorestamento 2008" serve de alerta para os órgãos de fiscalização, e demonstram que a questão da regularização fundiária, ainda não consolidada nessas áreas protegidas, pode ser uma variável que contribua para eliminar qualquer ocupação que não seja permitida nessas áreas.

Quantas às Terras Indígenas, com exceção daquela que possui uma rodovia em sua zona direta de impacto (Terra Indígena Uaçá), o diagnóstico aponta que todas possuem um bom nível de preservação, com tipologias de fragmentos mapeados condizentes com os usos permitidos aos indígenas. No caso da Terra Indígena Uaçá, a presença da rodovia pode ser um dos fatores que aumentaram sua antropização em relação às demais áreas protegidas, já que o diagnóstico apontou a ocorrência de classes como "Mineração" e "Agricultura Anual", não encontradas em nenhuma outra área.

A preservação do Amapá ocorre por conta das áreas protegidas, mas também pode ser resultado de fatores que incluem uma dinâmica econômica baixa. O estado do Amapá sofre de um isolamento histórico e de uma falta de dinamismo econômico condizente com sua condição de estado recém-criado em uma zona de fronteira. A questão da preservação, em especial na área de Oiapoque e Calçoene, requer um monitoramento particular, pois a sua situação de fronteira tende a mudar a dinâmica de ocupação do território, em especial após a construção da ponte que liga o Brasil a Guiana Francesa e ao asfaltamento da BR-156, obra incluída no PAC do Governo Federal. Esse trabalho pode ser um ponto inicial de uma análise de mudança de uso e cobertura da terra, tendo em vista sua metodologia de caráter facilmente aplicável e do fornecimento de dados de forma contínua pelo INPE.

Referências bibliograficas

Boyrie A., Laques A.E., Gurgel, H.C, 2013: Avaliação de políticas públicas para o desenvolvimento a partir de um estudo sobre a fragmentação florestal na Bacia do Oiapoque (Guiana Francesa/Amapá). Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE, 6238-6245.

Carvalho A.D., Miranda, A.G, 2007: *Levantamento Fundiário. Parque Nacional de Cabo Orange*. Relatório técnico de consultoria. 181p.

Drummond J.A., Franco J.L., Oliveira D., 2010: *Uma análise sobre a História e a situação das unidades de conservação no Brasil*. Câmara dos Deputados, 341-386.

Instituto Socioambiental, 2012: *De olho nas Terras Indígenas*. Disponível em: http://ti.socioambiental.org/pt-br/#!/pt-br/terras-indigenas. Acesso em 23 de setembro de 2012.

McGarigal, Marks, 1995: *Fragstats. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure.* Oregon State University. 59 p.

Metzger J.P., 2001: O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, **1**, 1-9.

Pirovani D.B., Silva A.G., Santos A.R., Cecilio R.A., Martins S.V., Gleriani J.M., 2012: *Uso de Geotecnologias Para Estudo da Fragmentação Florestal com Base em Princípios de Ecologia da Paisagem*. CAUFES, 249 p.

Troll C., 1939: Lufbildplan and ökologische Bodenforschung. *Z. Ges. Erdkunde*, **241**.

Coutinho A.C, Almeida C., Venturieri A. Esquerdo J.C., Silva M., 2013: *Uso e Cobertura da Terra nas Áreas Desflorestadas da Amazônia Legal. TerraClass 2008*. Embrapa, 110 p.

Yong A.G., Merriam H.G., 1994: Effects of forest fragmentation on the spatial genetic structure of Acersacvharum Marsh. (sugar maple) populations. *Heredity*, **1**, 277-289.

DINÂMICA TERRITORIAL E SUSTENTABILIDADE EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: ANÁLISE DE RESULTADOS PRELIMINARES DO PROGRAMA DURAMAZ 2

PIRES NEGRÃO M.[(1)], ARVOR D.[(2)], KOHLER F.[(3)], EMERIC B. DE A. M.[(4)], DAGNA S.[(5)], RIÇA M. B.[(6)]

(1) CREDA UMR 7227 / Univ. Sorbonne Nouvelle Paris 3, 28 rue Saint-Guillaume, 75007 Paris, France (negraobr@uol.com.br)

(2) UMR 228 ESPACE-DEV, IRD, 500 rue Jean-François Breton, 34093 Montpellier Cedex, France (damien.arvor@ird.fr)

(3) CREDA UMR 7227, 28 rue Saint-Guillaume, 75007 Paris, France (florent.kohler@gmail.com)

(4) Univ. Federal de Rondônia, BR 364, Km 9,5 - Porto Velho (RO), Brazil (marcel.emeric@ifro.edu.br)

(5) IHEAL / Univ.Paris 3, 28 rue Saint-Guillaume, 75007 Paris, France (sofiadagna89@gmail.com)

(6) PPGH-FFLCH / Univ. de São Paulo, Av.Prof. Lineu Prestes, 338, São Paulo, Brasil (lucianarmborges@gmail.com)

Resumo – *O DURAMAZ 2 é um programa financiado pela Agence Nationale de Recherche (ANR), reunindo dezenas de pesquisadores da França, do Brasil e dos EUA, cujo principal objetivo é a pesquisa das condicionantes da sustentabilidade na Amazônia brasileira. Nesta comunicação apresentamos os resultados da análise da evolução da cobertura florestal na região do Assentamento Margarida Alves, ,uma das areas de pesquisa do programa. Para tanto, utilizamos um sequencia de imagens Landsat 5 e 8, entre 1985 e 2013 e aplicamos a metodologia de classificação automática pixel-por-pixel proposta por Beraldi et al. (2006). Os resultados são apresentados aqui sinteticamente e permitem observar a redução da cobertura florestal de 80% para 35%, na area de estudo. No entanto, a taxa de cobertura florestal dentro do assentamento foi reduzida de 87% para 57%, enquanto na região do entorno de 80% para 32%. A principal explicação para essa diferença está na forma de gestão das reservas legais dentro e fora do assentamento. Enquanto no Margarida Alves ela foi concebida em bloco e gerida coletivamente, nas propriedades do entorno elas foram delimitadas de forma unitária e geridas individualmente*
Palavras-chave: *Assentamentos rurais, Amazônia, Desflorestamento.*

Resumé - Dynamique territoriale et développement durable de l'agriculture familiale en Amazonie brésilienne: analyse des résultats préliminaires du programme DURAMAZ 2. - *Duramaz 2 est un programme financé par l'Agence Nationale de Recherche (ANR), réunissant des chercheurs de France, du Brésil et des Etats-Unis, dont l'objectif principal consiste à étudier la durabilité en Amazonie brésilienne. Dans cette communication, nous présentons les résultats des analyses sur l'évolution de la couverture végétale dans le lotissement agricole Margarida Alves, l'une des aires d'étude du programme. Pour ce faire, nous utilisons une séquence d'images Landsat 5 et 8, entre 1985 et 2013 et appliquons la méthodologie de classification automatique pixel par pixel proposée par Baraldi et al. (2006). Les résultats sont ici présentés synthétiquement et nous permettent d'observer la réduction de la couverture forestière de 80% à 35% dans la zone d'étude. Cependant, le taux de couverture végétale dans le lotissement a été réduit de 87% à 57%, tandis que, dans la région, ce même taux est passé de 80% à 32%. Ces différences s'expliquent principalement par le mode de gestion de la "réserve légale" (RL) à l'intérieur et en-dehors du lotissement. A l'intérieur du lotissement Margarida Alve, la gestion des RL a été conçue en bloc et gérée collectivement tandis qu'elles ont été délimitées et gérées individuellement à l'extérieur.*
Mots-clés: *Agriculture familiale; Amazonie; Déforestation*

.

Abstract - Territorial dynamics and sustainability of family farming in the Brazilian Amazon: analysis of preliminary results of the DURAMAZ 2 program. *The DURAMAZ 2 is a program financed by National Agency of Research (ANR), gathering dozens of researchers from France, Brazil and the USA, whose main objective is the investigation of determinants of sustainability in the Brazilian Amazon. In this communication we present the results of the analysis of the forest cover's evolution between the Settlement Margarida Alves and their surroundings in the state of Rondônia. For this, we use a sequence of Landsat 5 and 8, between 1985 and 2013 and applied the methodology of automatic classification pixel-by-pixel proposed by Beraldi et al. (2006). The results are synthetically presented here and allow us to observe the reduction of forest cover from 80% to 35% in the study area. However, the rate of forest cover within the settlement was reduced from 87% to 57%, while in the region around was 80% to 32%. The main explanation for this difference is found in management of legal reserves in and out of the settlement. While it was conceived in block and managed collectively at Margarida Alves, they were delimited in unitary form and managed individually on farms of the surroundings.*
Keywords: *Rural settlements Amazon Deforestation*

Introdução

A ocupação do Estado de Rondônia, especialmente a partir dos anos 1970, representa bem o dilema amazônico entre 'desenvolvimento' e 'sustentabilidade'. O forte processo de

desflorestamento que se segue às campanhas de ocupação do território, trazem contingentes de colonos, abertura de estradas e polos de desenvolvimento que marcam a transição fundiária e do modo de produzir desde então, com forte impacto sobre o meio ambiente (Tardin et al., 1980; Coy, 1988; Becker, 1997; Machado, 1997; Pereira et al., 2007, Droulers, M.; Le-Tourneau, F-M., 2010).

Nosso objetivo nessa comunicação é analisar a importância para a sustentabilidade de assentamentos rurais com reservas legais em bloco e geridas coletivamente. Para isso, iremos quantificar e analisar, através de ferramentas de sensoriamento remoto, a evolução da cobertura florestal do assentamento Margarida Alves e da sua região do entorno, no Estado brasileiro de Rondônia entre 1985 e 2013. A partir dos resultados obtidos, iremos associá-los às regras impostas por lei de manutenção de um percentual mínimo de reserva legal e de área de proteção permanente das propriedades rurais (Cf. Código Florestal e Zoneamento Ecológico e Econômico de Rondônia).

A comunicação inicia com a apresentação da área de estudo e em seguida do trabalho de classificação digital de imagens de satélite Landsat TM 5 e 8 e a consequente quantificação dos resultados, para finalmente associar esses numeros à evolução das leis sobre manutenção de reservas legais em propriedades privadas.

A microrregião de Ouro Preto do Oeste é uma das mais desflorestadas de todo o Estado de Rondônia (Escada e Alves, 2014). A região já foi amplamente estudada na escala regional (Coy, 1988; Alves et al., 1996; Escada e Alves 2001a, Alves, 2001e 2004; Pereira et al., 2007; Mello et al., 2012). A originalidade deste trabalho consiste em aumentar a escala de análise e comparar os efeitos de uma reserva legal coletiva de um Projeto de Assentamento relativo ao seu entorno. Escada e Alves (2003a) já mostraram a relevância de uma reserva em bloco em uma perspectiva de sustentabilidade, na região de Machadinho do Oeste. Outro ponto original consiste em aplicar uma metodologia de classificação e análise de imagens de satélite Landsat 5 e 8 diferente das já aplicadas na região.

1. Área de estudo

O Assentamento Margarida Alves, uma das treze áreas de estudo do programa DURAMAZ 2, encontra-se no município de Nova União-RO (fig. 1). O Assentamento é a área focal de estudo e equivale aproximadamente à raiz quadrada da área de influência indireta, delimitada por um *buffer* e ajustada aos setores censitários e aos acidentes geográficos, conforme consta na Figura 1.

O município de Ouro Preto do Oeste teve origem com o Projeto Integrado de Colonização Ouro Preto (PIC Ouro Preto) em 1970, mas sua fundação data de 1981. Em 1992, Mirante da Serra e Urupá foram emancipados do município. Em 1994, foi a vez de Teixeirópolis e Nova União se emanciparem. Ouro Preto do Oeste é um polo de desenvolvimento regional originário da colonização do Estado de Rondônia. E as demais cidades emancipadas, núcleos urbanos que compõem o mosaico de configuração espacial variada (Machado, 1997; Alves et al., 1996; Alves, 2004).

A cobertura florestal originalmente predominante corresponde à floresta densa tropical semi-decídua em terreno suavemente ondulado. Toda a área de estudos encontra-se dentro da Zona 1.1 do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Rondônia (2000), com restrição de 20% de áreas destinadas a reservas florestais. Nossa análise final retoma o paralelo entre a evolução da legislação e os rebatimentos sobre as reservas legais.

A ocupação da área desenvolveu-se através da linha 64, uma das arestas da espinha de peixe cuja BR-364 é o dorso e principal eixo de ocupação do Estado a partir dos planos de

colonização do início dos anos 1970.

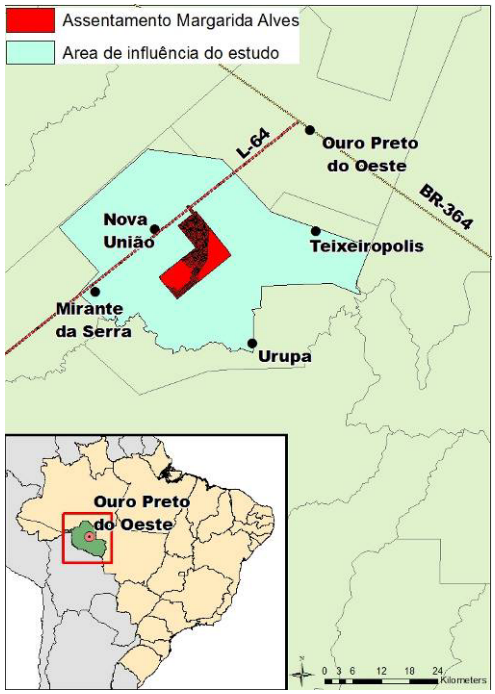


Figura1: Localização do Assentamento Margarida Alves.

Área do Assentamento Margarida Alves: 11.900 hectares. Área de influência (incluindo o Assentamento): 160.500 hectares.

A organização fundiária da região é bastante representativa das várias políticas implantadas e constitui uma síntese das mutações territoriais pelas quais passou o Estado nos últimos 40 anos, incluindo Projetos de Colonização Integrada (PIC), Projetos de Assentamento Dirigido (PAD) e Projetos de Assentamento Rápido (PA), esse último correspondendo à nossa área focal. Além de fazendas de médio e grande porte que formaram um dinâmico mosaico (Escada e Alves, 2014), como veremos adiante na série temporal de imagens de satélite.

O Projeto de Assentamento Margarida Alves, juntamente com o PA Palmares foi criado em 1997 após desapropriação pacífica das fazendas Fisher (Firasa) e Aninga, cujo tamanho ultrapassava os 22 mil hectares. Originalmente foram assentadas 258 famílias no Margarida Alves em lotes de 24 hectares em média, enquanto os lotes do PIC Ouro Preto e dos Assentamentos Dirigidos no entorno possuem entre 50 e 120 hectares. Um terceiro assentamento próximo, o Padre Ezequiel também foi criado na mesma época do Margarida Alves. Juntos os três PA's possuem cerca de 1000 famílias assentadas em cerca de 30 mil hectares. No entanto, em toda região, apenas o Margarida Alves possui uma reserva legal em bloco equivalente a 50% da área do Assentamento.

2. Dados e metodologia

Foram utilizadas três datas de passagem do sensor TM/LandSat 5, cena 231/068, bandas 1,2,3,4,5,6 e 7 e uma data de passagem do sensor Landsat 8, cena 231/068, bandas 2,3,4,5,6,7 e 10, para os anos de 1985, 1996, 2007 e 2013 respectivamente (fig. 2). As datas foram escolhidas em função de três critérios: taxa de cobertura florestal, épocas marcantes na mudança da estrutura fundiária e datas das atividades do programa DURAMAZ. Assim, 1985 foi escolhida por haver ainda mais de 80% de cobertura florestal e estar dentro do mínimo estabelecido em lei, à época; 1996 é o ano de inicio do acampamento do MST na Fazenda

Fisher e imediatamente anterior à desapropriação do latifúndio e demarcação dos PA's; 2007 foi o ano de início do Duramaz; e 2013 do ultimo campo realizado até o momento. As datas de passagens dos satélites correspondem ao período seco, entre os meses de julho e agosto.

2.1 Classificação das imagens

O método de classificação escolhido foi o Espectral Automático baseado em regras pré-definidas para imagens Landsat TM e ETM+ calibradas em reflectância *top-of-atmposphere*, proposto por Beraldi (Beraldi et al., 2006).

Este método consiste em uma classificação baseada em pixel por pixel e não segmentada, afim de identificar objetos homogêneos. O método consiste em propôr preliminarmente dois níveis de classes a partir do esquema de classificação do U.S. Geological Survey, originando uma paleta de 24 ou 46 tipos de objetos.

Este método foi inicialmente desenvolvido para imagens Landsat 5 e 7, mas é adaptável às propriedades de outros sensores, dentre os quais SPOT 4 e 5. Neste trabalho validamos ainda a adaptação em caráter experimental ao sensor Landsat 8, substituindo a camada TM6 Landsat 5 pela camada 10 do Landsat 8. Apesar da expectativa de problemas relacionados ao térmico, a tentativa apresentou resultados bem satisfatórios validados por informações de campo (fig. 3).

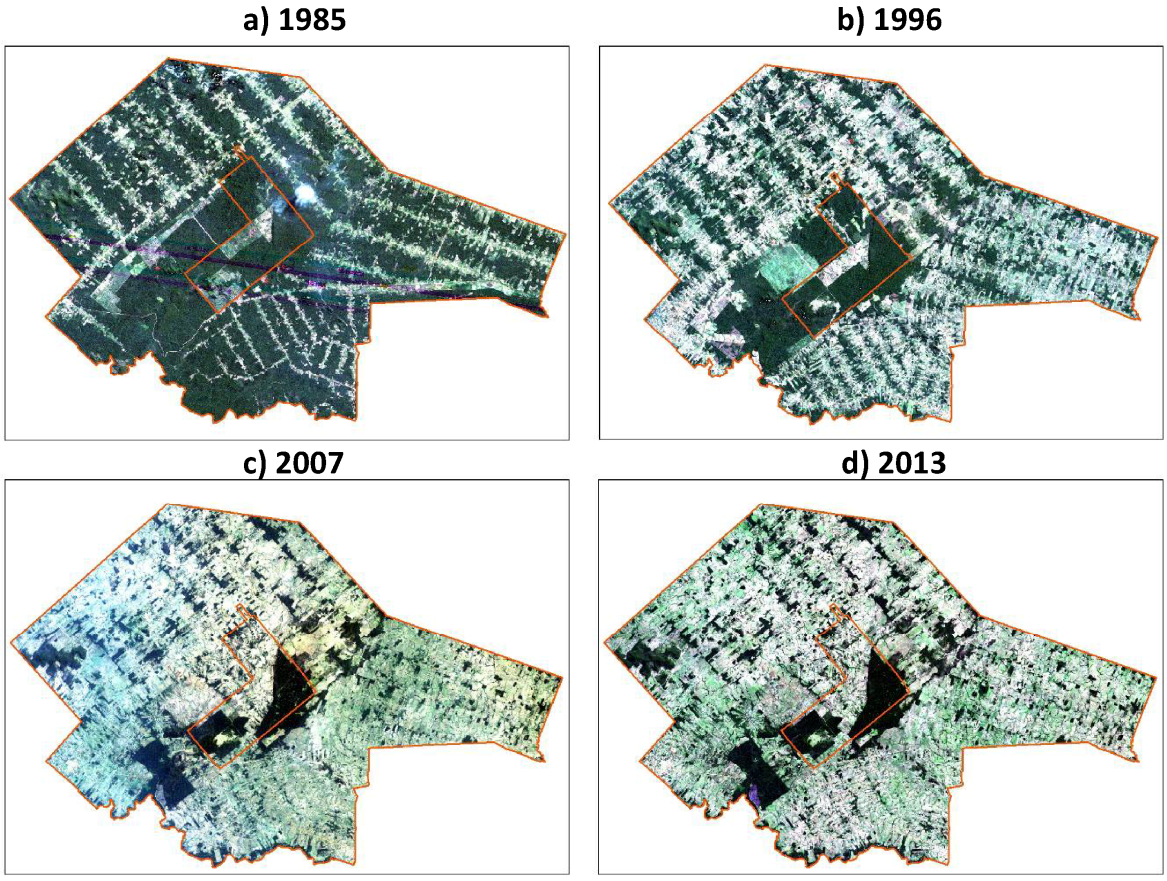


Figura 2: Imagens Landsat 5 (a,b,c) e Landsat 8 (d) do assentamanto Margarida Alves (cena 231/068) em 1985, 1996, 2007 e 2013.

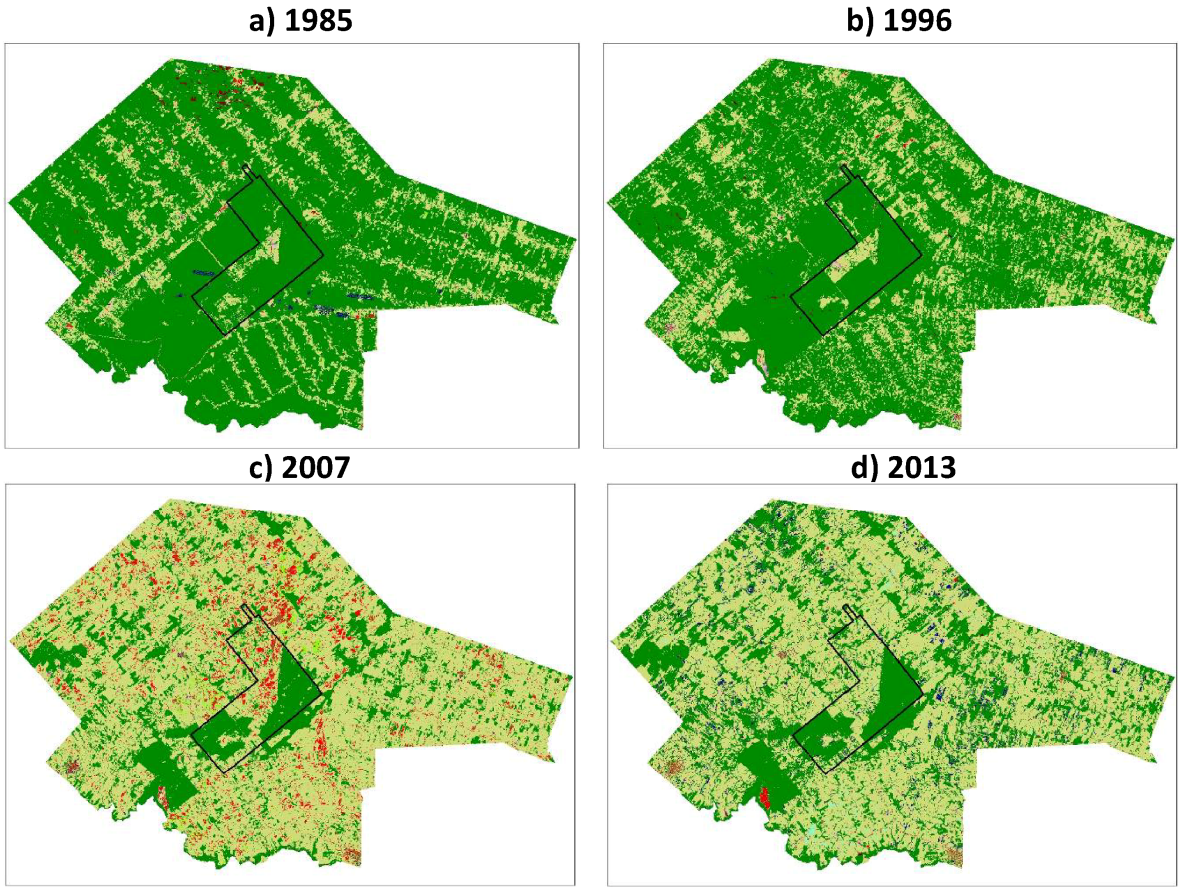


Figura 3: Imagens Landsat 5 (a,b,c) e (d) Landsat 8 classificadas. A cobertura florestal é representada pelo tom de verde em todas as quatro imagens. Em bege claro as areas desflorestadas (pastagens, terra nua e lavoura essencialmente). O Vermelho representa as classes a descartar (nuvens, água ou ainda "desconhecido").

Margarida Alves	**1985**	**1996**	**2007**	**2013**
% Com Cobertura Vegetal	87,24	85,06	51,00	57,55
% Sem Cobertura Vegetal	12,42	14,73	43,21	41,03
% Outras classes (Nuvens, Água, etc.)	0,34	0,22	5,79	1,42

Tabela 1: Evolução do percentual de cobertura vegetal na área hoje ocupada pelo Assentamento Margarida Alves.

Area de Influência (sem Margarida Alves)	**1985**	**1996**	**2007**	**2013**
% Com Cobertura Vegetal	80,04	73,90	22,38	32,53
% Sem Cobertura Vegetal	19,35	25,35	72,80	64,81
% Outras classes (Nuvens, Agua, etc.)	0,61	0,76	4,82	2,65

Tabela 2: Evolução do percentual de cobertura vegetal na região do entorno da área ocupada hoje pelo Assentamento Margarida Alves.

3. Resultados

Reservas em bloco x reservas individuais – Partindo de taxas semelhantes (87% e 80% respectivamente) o Assentamento Margarida Alves e seu entorno viram progredir de forma diferente sua cobertura vegetal nos ultimos 20 anos (tabela 1). A passagem do estatuto

fundiário de grande fazenda improdutiva para Projeto de Assentamento com reserva florestal em bloco, sugere um menor impacto sobre a cobertura vegetal natural do que a zona do entorno, composta majoritariamente por lotes individuais concedidos a partir da instalação do PIC Ouro Preto. Entre 1985 e 2007 as imagens sugerem uma perda de 41% da cobertura florestal inicialmente existente para o Assentamento Margarida Alves, enquanto a região no entorno registra 72% de supressão vegetal natural no mesmo período.

Recomposição parcial entre 2007 e 2013 – Desperta igualmente atenção a recomposição da cobertura vegetal observada dentro e fora do assentamento entre os anos de 2007 e 2013, de 13% e 31% respectivamente. Parte desta recuperação dentro do Assentamento pode ser explicada pela recomposição de parte do maior bloco de reserva legal que havia sido desmatada em 2004 por posseiros externos ao assentamento e que ainda são visíveis nas imagens de 2007 (é possível observar traços de desmatamento na imagem citada). Os posseiros permaneceram por sete meses e foram expulsos pelo IBAMA e pela Polícia Estadual pela demanda dos assentados. No caso da região do entorno, não possuímos elementos suficientes para justificar essa recomposição. No entanto, uma das hipóteses é de que essa recomposição pode estar relacionada à diminuição do desmatamento na Amazônia e à recomposição de certas áreas apontadas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) no mesmo período – e amplamente divulgado pela imprensa brasileira. Essa diminuição ocorreu antes das mudanças promovidas pelo Novo Código Florestal Brasileiro, que segundo estudos do proprio INPE começa a apontar nova tendência de desmatamento. Seria necessária uma pesquisa de campo em toda região para confirmar ou descartar essa hipótese.

Formas geométricas x 'espinha de peixe' – Duas análises diferentes da ocupação do solo e do desmatamento são comumente feitas para o Estado de Rondônia, levando em consideração a complexidade e diversidade dos sistemas biofísicos e humanos. Através da análise de imagens de satélite, a forma de desmatamento “espinha de peixe” é normalmente atribuída às áreas colonizadas por assentamentos, enquanto formas geométricas são atribuídas às áreas de médias e grandes fazendas e ainda áreas distantes mais de 1500-2000 metros dos eixos rodoviários (Pereira et al., 2007). A progressão das imagens entre os anos de 1985 e 1996 mostra a forma geométrica da fazenda Fisher no meio da imagem em contraste com as arestas das “espinhas de peixe” dos lotes de assentamentos do entorno. No entanto, apesar do desflorestamento da ordem de 40% entre os anos 1996 e 2007 dentro da área do assentamento, ainda é possível observar as formas geométricas dos dois blocos de reserva legal, fazendo pressupôr que os Assentamentos que gerem coletivamente suas reservas legais apresentam uma paisagem fundiária geométrica intermediária em relação aos assentamentos de reserva legal individual e as médias e grandes fazendas, com efeito sobre a dinâmica dos processos espaciais e da paisagem.

A evolução do Código Florestal brasileiro (1965, 2001 e 2012) – Diminuiu progressivamente a área a ser destinada como reserva legal de 80% para 50% e finalmente anistiando todos os desflorestamentos ocorridos até o ano de 2006 (Salvo APPs). Se analisarmos a imagem por blocos e não por lote individual, é possível aferir que no ano de 1985 a região ainda possuía 80% de cobertura florestal. As imagens de 1996 e 2007 apresentavam no geral menos do que o mínimo estabelecido em lei de reservas legais e estavam em situação de irregularidade, à época. Exceto para o Assentamento Margarida Alves, que desde o início possui sua reserva em bloco, de 50% da área total do Assentamento.

Com a anistia do Novo Código Florestal (2012), as áreas do entorno do Margarida Alves passam da irregularidade para a regularidade, mesmo com uma recomposição da cobertura florestal muito abaixo dos limites estabelecidos pelo antigo código florestal. Talvez não seja exagero pressupor que a área equivalente à reserva legal do Margarida Alves não existisse hoje se não houvesse sido feita em bloco e coletivamente – e teria sido assim anistiada. Com

isso, o percentual de cobertura florestal da área total de influência do estudo poderia estar até 4% menor (o equivalente hoje dos dois blocos de reserva para a área total do estudo).

Finalmente, uma análise institucional dos blocos de reserva legal ainda existente – parte das pesquisas em curso do programa DURAMAZ 2 – pode nos auxiliar a interpretar e caracterizar o processo de desmatamento aqui apresentado bem como modelizar cenários futuros e de conflitos associadas aos remanescentes florestais.

Evolução das leis em nível nacional sobre cobertura florestal x taxa de cobertura florestal na área de estudo:

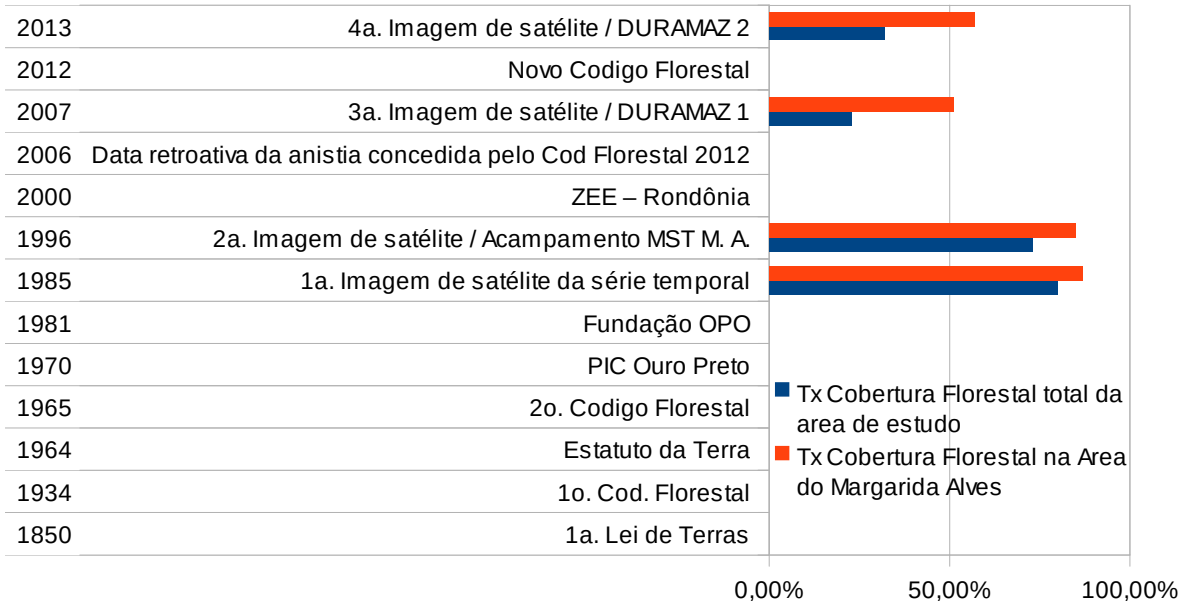


Figura 4: Gráfico temporal de evolução das leis x cobertura florestal.

Referências bibliográficas

Alves D.S., 2001: O processo de desmatamento na Amazônia. *Parcerias estratégicas* 12: 259-75.

Alves D.S., Moreira J.C., Kalil E.M., Soares J.V., Fernadez S.A., Ortiz J.D., Amaral S., 1996: Mapeamento do uso da terra em Rondônia utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* 8: 392-400.

Baraldi A., Puzzolo V., Blonda P., Bruzzone L., Tarantino C., 2006: Automatic Spectral Rule-Based Preliminary Mapping of Calibrated Landsat TM and ETM+ Images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 44 (9): 2563-2586. doi:10.1109/TGRS.2006.874140.

Becker B.K., 1997: Amazônia. São Paulo: Ática. 5a edição. 112 p.

Brasil, 2012: Lei Federal nº. 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre o Novo Código Florestal. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 23 de setembro de 2014.

Coy M., 1988: Desenvolvimento regional na periferia amazônica - Organização do espaço, conflitos de interesses e programas de planejamento dentro de uma região de “ponteira”: O caso de Rondônia. In: AUBERIN, Catherine. Fronteiras. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Droulers M., Le-Tourneau F-M. (Org.), 2010 : L'Amazonie brésilienne et le développement durable. Editions

Belin, Paris.

Escada M.I.S., Alves D.S., 2003a: Dinâmica da cobertura florestal como indicador para caracterização de padrões de ocupação em Rondônia. Consultado em julho de 2014.

Machado L., 1997: A fronteira Agrícola na Amazônia. *In*: Becker,B. K.., Christofoletti A., Davidovich F.R., Geiger P.P.: Geografia e Meio Ambiente no Brasil. p. 181-217.

Mello A.Y., Alves D.S., Linhares C.A., Lima, F.B, 2012: Classification techniques for landsat tm imagery under different landscape patterns in Rondônia. *Revista Árvore* 36 (3): 537-47.

Pereira L.M., Escada M.I.S., Rennó C.D., Epiphanio J.C., Galvão L.S., Fonseca L.M, 2007: Análise da evolução do desmatamento em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades na região centro-norte de Rondônia, entre 1985 e 2000. In *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 6905-12.

Rondônia, 2007: Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia: Um instrumento de Gestão Ambiental a Serviço do Desenvolvimento Sustentável de Rondônia. Disponível em http://www.sedam.ro.gov.br/index.ph p/acervo-tecnico-zoneamento/cartilha-zeero.html. Acesso em 05 de junho de 2012.

Tardin A.T., Lee D.C.L., Santos R.J.R., Assis O.R., Barbosa M.P.S., Moreira M.L., Pereira M.T., Silva D., Santos Filho C.P, 1908: Subprojeto desmatamento convênio IBDF/CNPq. INPE. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-1649-RPE/103).

DA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO À CONSTRUÇÃO SOCIAL DO CLIMA: EXEMPLOS DE ALFREDO MARCONDES E SÃO CARLOS, BRASIL

RAMPAZZO C. R. [(1)], SANT'ANNA NETO J. L [(2)]

(1) Grupo de Pesquisa GAIA – Interações na superfície terrestre, água e atmosfera. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista, Rua João Silvério, 294, Alfredo Marcondes, Brasil [camila.rampazzo@hotmail.com]

(2) Departamento de Geografia – Universidade Estadual Paulista, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, Brasil. [joaolima@fct.unesp.br]

Resumo – *O presente artigo desenvolve uma análise do clima urbano em recortes territoriais de diferentes portes no Brasil, sendo eles as cidades de Alfredo Marcondes (cidade de pequeno porte do Oeste do Estado de São Paulo) e São Carlos (cidade de porte médio do Centro-Leste do Estado de São Paulo), incorporando a dimensão social na interpretação do clima (uma Geografia do Clima). Para isso foram realizados levantamentos históricos, geoambientais e da variável temperatura em episódios distintos de primavera e verão por meio de transectos móveis utilizando um sensor acoplado em um veículo. Verificou-se que as cidades apresentam diferenças de temperatura com magnitudes superiores a 4°C em Alfredo Marcondes e 5°C em São Carlos. Em suma, considera-se que o clima urbano em diferentes escalas passa a ser uma produção social ao verificar interesses distintos de organização e planejamento dos espaços.*
Palavras-chave : *clima urbano, produção do espaço urbano, temperatura, geografia do clima.*

Résumé – De la production de l'espace urbain à la construction de le climat: exemples de les villes de Alfredo Marcondes et São Carlos, Brésil. *Le présent article propose une analyse du climat urbain dans des territoires de différentes régions du Brésil, à savoir les villes d'Alfredo Marcondes (une petite ville à l'Ouest de l'Etat de São Paulo) et São Carlos (ville de taille moyenne dans le Centre-est de l'État de São Paulo), en intégrant la dimension sociale dans l'interprétation du climat (une Géographie du Climat). Pour cela, on a mené l'enquête sur les données historiques, géo-environnementales et sur la variable température au cours de différents épisodes du printemps et de l'été au moyen de transects mobiles en utilisant un capteur monté sur un véhicule. On a constaté que les villes présentent des différences de température et d'amplitudes supérieures à 4°C à Alfredo Marcondes et 5°C à São Carlos. Ainsi, on considère que le climat urbain à différentes échelles devient une production sociale en relation avec des intérêts distincts de l'organisation et de la planification des espaces.*
Mots-clés : *le climat urbain, la production de l'espace urbain, la température, la géographie du climat.*

Abstract – From production of urban space to the socially produced climate: examples of Alfredo Marcondes and São Carlos, Brazil. *This article provides an analysis of urban climate in different sizes of cities in Brazil, namely the cities of Alfredo Marcondes (small town West of São Paulo) and San Carlos (medium-sized city in the Mid-East the State of São Paulo), incorporating the social dimension in the interpretation of climate (a Geography climate). For this were conducted historical surveys, geo-environmental and temperature variable in different episodes of spring and summer through mobile transects using a sensor mounted on a vehicle. It was found that the cities have temperature differences with magnitudes above 4°C in Alfredo Marcondes to 5°C in San Carlos. Lastly, it is considered that the urban climate in different scales becomes a social production to verify distinct interests of organization and planning of spaces.*
Keywords : *urban climate, production of urban space, temperature, geography of climate.*

Introdução

As transformações decorrentes do processo de urbanização concentrada e desordenada, desde a Revolução Industrial no século XVIII, trouxeram mudanças particulares para algumas cidades devido às intervenções mais intensas da sociedade moderna. As mudanças mais evidentes nas paisagens são a retirada intensiva da vegetação e sua substituição por uma variedade de usos do solo, além disso, Amorim (2011, p.134) destaca a utilização de materiais construtivos inadequados.

Esta é senão a principal, uma das maiores inquietações na atualidade, já que as cidades enquanto reflexo das construções humanas é também o local de vivência da maior parte da população. É o ambiente físico das cidades que, em diferentes proporções passa a refletir essas alterações e condições de desconforto, assim parte-se do pressuposto de que as diferentes formas e estruturas urbanas das cidades, bem como o porte das mesmas podem influenciar na geração de temperaturas extremas em diferentes áreas do espaço urbano.

Desta forma, o objetivo do artigo é identificar diferenças de temperatura em cidades de pequeno e médio porte com base nos recortes territoriais das cidades de Alfredo Marcondes

(localizada no Oeste do Estado de São Paulo/Brasil) e São Carlos (localizada no Centro-Leste do Estado de São Paulo/Brasil), e relacionar ao contexto de geração desses gradientes térmicos por meio dos elementos geoambientais (arborização, tipos de materiais construtivos, dimensões dos lotes, etc) e históricos do processo de produção do espaço, destacando as particularidades de cada cidade, não a fim de compará-las.

Assim, optou-se por uma análise geográfica na abordagem climática a partir da relação espaço e clima urbano na perspectiva analítica da Geografia do Clima. Por fim, considera-se que a produção do espaço acaba por ser produtora de diferentes suceptibilidades, ao passo que ao constituir diferentes segmentos da população, cada grupo irá se apropriar de áreas mais ou menos valorizadas, com moradias precárias dotadas ou não de equipamentos urbanos. Aliás, esta é a realidade da maior parte das cidades contemporâneas e a sociedade consequentemente se relaciona com os efeitos do clima também de forma desigual.

1. Clima urbano e a produção do espaço no contexto das áreas de estudo

A importância em estudar as dinâmicas climáticas, em qualquer dimensão do ambiente urbano é que tais estudos têm oferecido importantes subsídios ao planejamento e melhoria da qualidade do ambiente urbano das cidades. Como produto das interações espaciais e naturais, deveras conflituosa, o ambiente construído altera os índices de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, resultando no clima urbano.

García (1996, p.255) considera que a cidade é a expressão máxima em que se pode analisar "[...] los complejos mecanismos desencadenados por la acción humana sobre el clima, las modificaciones que se producen como consecuencia de estas acciones y las influencias que tales modificaciones pueden tener sobre el hombre. Segundo Fernández García, Rasilla Álvarez (2008, p.513) "La ciudad no es un espacio homogéneo y lo que denominamos genéricamente como clima urbano presenta gran cantidad de matices asociados a la morfología de los edificios, el trazado de las calles y la presencia de zonas verdes".

Desta forma, segundo Sant'Anna Neto (2011) é preciso considerar que a maneira com que o elemento natural clima impacta os diferentes segmentos sociais se dá de forma distinta de acordo com o lugar que ocupam na estrutura urbana, mesmo porque segundo o mesmo autor (2012b, p. 27) "como o modo de produção capitalista territorializa distintas formas de uso e ocupação do espaço, o efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática, também, desiguais".

Supõe-se que é preciso ir além das formas para entender o clima urbano, observando o plano da cidade e a formação de um clima urbano não como dimensões fixas, cujas relações se dão posteriormente, mas todo o movimento que envolve estes planos num contexto histórico em que suas estruturas foram construídas, de forma contraditória em uma sociedade de classes (LEFEBVRE, 1991). Segundo Sposito (2012) a desigualdade - que é a intensificação do processo de diferenciação socioespacial quando passam a ser percebidas enquanto negatividade - acentuam os conflitos, a distinção em relação ao outro e desenha nos espaços da cidade os traços da distinção entre os que comandam e podem definitivamente consumir a cidade, e àqueles de status sócio-econômico diferenciado de pagar e construir sua residência, em termos de localização e características dos materiais e conforto.

Assim, pode-se concluir que o clima, enquanto mais um elemento apropriado no espaço, também é produzido socialmente, e os segmentos menos favorecidos da população tornam-se mais vulneráveis aos seus efeitos mais negativos. E o clima urbano, dadas às heterogeneidades dos espaços se configura com magnitudes extremas em áreas com diferentes portes.

1.1. Caracterização das áreas de estudo

A cidade de São Carlos está localizada nas coordenadas geográficas 21°30' e 22°30' de latitude Sul e 47°30' e 48°30' de longitude Oeste, a 856 metros de altitude. De acordo com as feições climáticas do território paulista, São Calos encontra-se na região Centro-Norte, que a oeste revela um ligeiro aumento da precipitação no inverno associada a orografia da Serra de São Carlos. Os índices pluviométricos anuais, definem duas estações, sendo uma seca de abril a setembro (de 200 a 300mm) e uma chuvosa de outubro a março, com índices superiores a 1100 mm (MONTEIRO, 1973, p. 124). O sítio urbano em que se assenta a cidade de São Carlos de acordo com Ross, Moroz (1997[1]), situa-se na Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná que compõe a Unidade Morfoescultural denominada Planalto Residual de São Carlos acompanhando as cuestas basálticas, com altitude entre 800 e 900m associado ao Vale do Monjolinho, e delimita topograficamente o núcleo urbano, no reverso da cuesta.

A cidade passou por períodos intensos de expansão territorial desde 1857, cujo processo de produção do espaço também configurou situações de segregação socioespacial imposta a partir de eixos de expansão urbana (LIMA, 2007). A partir daí foram ampliados os eixos de expansão junto à Rodovia Washington Luís já com traços de descontinuidade rumo à periferia e criação de loteamentos fechados e periféricos em relação à malha urbana com novos padrões urbanísticos irregulares carentes de infra-estrutura, com tendência a verticalização e periferização, sobretudo a partir de 1997 (DAL POZZO, 2011). O bairro Cidade Aracy na área Sul criado em 1982, por exemplo, segundo PLHISSC[2] (2010) é a região do município com maior concentração da precariedade, pobreza e vulnerabilidade social, além de se situar em área de preservação e um distanciamento em relação ao centro.

A cidade de São Carlos de acordo com Sposito (2004, p.80) situada na Aglomeração Urbana Não-Metropolitana de Araraquara-São Carlos, tem nos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, nos centros universitários e tecnológicos, uma das determinantes na maior complexidade estrutural da cidade, além de seu porte populacional (segundo Censo 2010 possui 221.936 habitantes, IBGE[3]), que a assemelha às cidades médias.

A cidade de Alfredo Marcondes de forma distinta constitui uma típica cidade de pequeno porte, segundo Censo (IBGE, 2010) com população urbana de 3.282 habitantes, tem suas atividades voltadas ao setor agrícola, à produção de hortaliças, pecuária leiteira, destinadas principalmente ao abastecimento urbano; não possui indústrias nem verticalização e a área urbana da cidade possui dimensões de pouco mais de 1km² em extensão territorial.

As terras do município foram adquiridas em 1929 quando teve início a povoação do núcleo urbano. Em 1948 alcançou sua emancipação, sendo elevada a categoria de município. No que tange a sazonalidade climática apresenta um período quente e chuvoso entre outubro e março, e mais ameno e seco entre abril e setembro, quando a temperatura cai em episódios de entrada das massas polares (SANT'ANNA NETO, TOMMASELLI, 2009, p.13).

Ainda que possuam dinâmicas distintas e particularidades, por exemplo, históricas e econômicas, as cidades de São Carlos/SP e Alfredo Marcondes/SP apresentam diferenças de temperaturas no ambiente intra-urbano com magnitudes semelhantes que demonstram a importância em se estudar esse fenômeno em diferentes escalas espaciais e restringir como antes a grandes centros urbanos.

[1] ROSS, Jurandir; MOROZ, Isabel C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - FFLCH/USP-IPTFAPESP. 1997.
[2] PMSC. **PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE SÃO CARLOS**. Etapa 2: Diagnóstico, Relatório Final (2010, p.49).
[3] Acesso em: <http://ibge.gov.br/home/>.

2. Procedimentos metodológicos



Figura 1. Trajetos A-B e C-D em Alfredo Marcondes

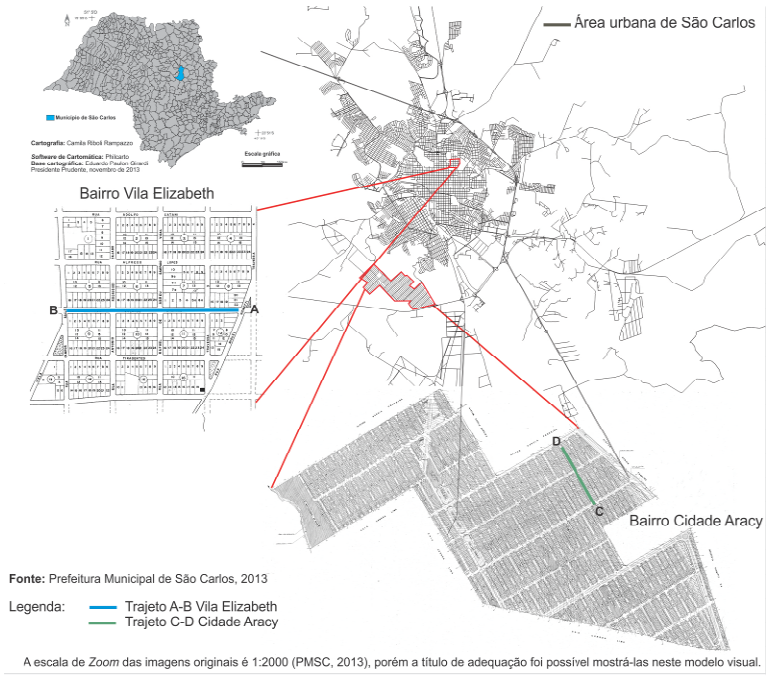


Figura 2. Trajetos A-B e C-D em São Carlos

Tendo por objetivo identificar a forma de ocorrência de diferenças de temperatura em cidades de diferentes portes, foi utilizada a metodologia dos transectos móveis a fim de identificar as características térmicas do clima urbano.

Foi utilizada a metodologia do transecto móvel por permitir identificar na escala local a influencia da organização de cada espaço urbano (neste caso, de cada recorte territorial do trabalho) na modificação das características da temperatura.O transecto móvel consiste no registro da temperatura do ar em movimento contínuo. Segundo Amorim (2005, p.123) estas medições são realizadas principalmente no horário da tarde e início da noite, quando as temperaturas não experimentam mudanças rápidas, num período máximo de 60 minutos.

O levantamento foi feito com sensores digitais seguros pela mão a 1,5m do chão, e foi escolhido o horário das 12hrs no dia 15/10/2012 enquanto um dia típico de primavera na cidade de Alfredo Marcondes (Figura 1).

E os horários das 15h e 18h no dia 13/12/2013 enquanto um dia típico de verão na cidade de São Carlos (Figura 2).

3. Resultados e discussão

A partir do perfil longitudinal elaborado das 12hrs no trajeto A-B (Figura 3) se observa que os pontos de 4 a 7 se mantiveram mais aquecidos e compreendem a área do pequeno centro da cidade. O gradiente térmico entre os pontos foi de 2,°C, sendo a mínima de 29,8°C no ponto 3 e a máxima no ponto 13 (31,8°C) correspondente às áreas densamente construídas, onde os lotes são menores e a densidade de construção é alta.

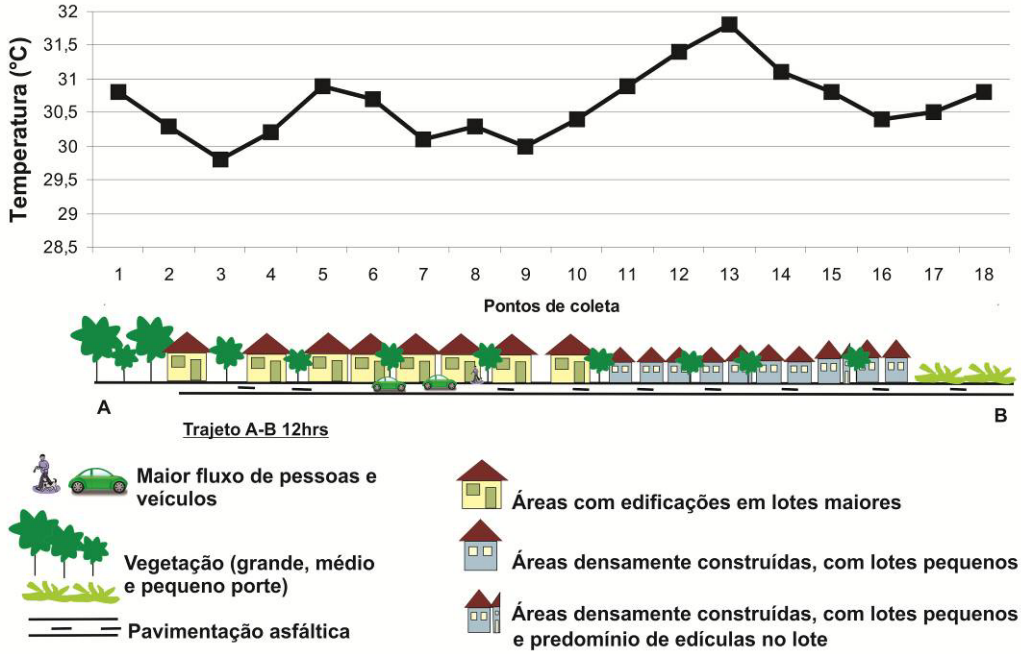


Figura 3. Perfil longitudinal da temperatura do ar, 15/10/2012 às 12 hrs no trajeto A-B em Alfredo Marcondes.

Ás 12hrs o gradiente térmico entre os pontos no trajeto C-D foi de 4,2°C (Figura 4), o que é bastante significativo se considerar que a cidade de Alfredo Marcondes possui pouco mais de 1km² em extensão territorial e população de menos de 4 mil habitantes.

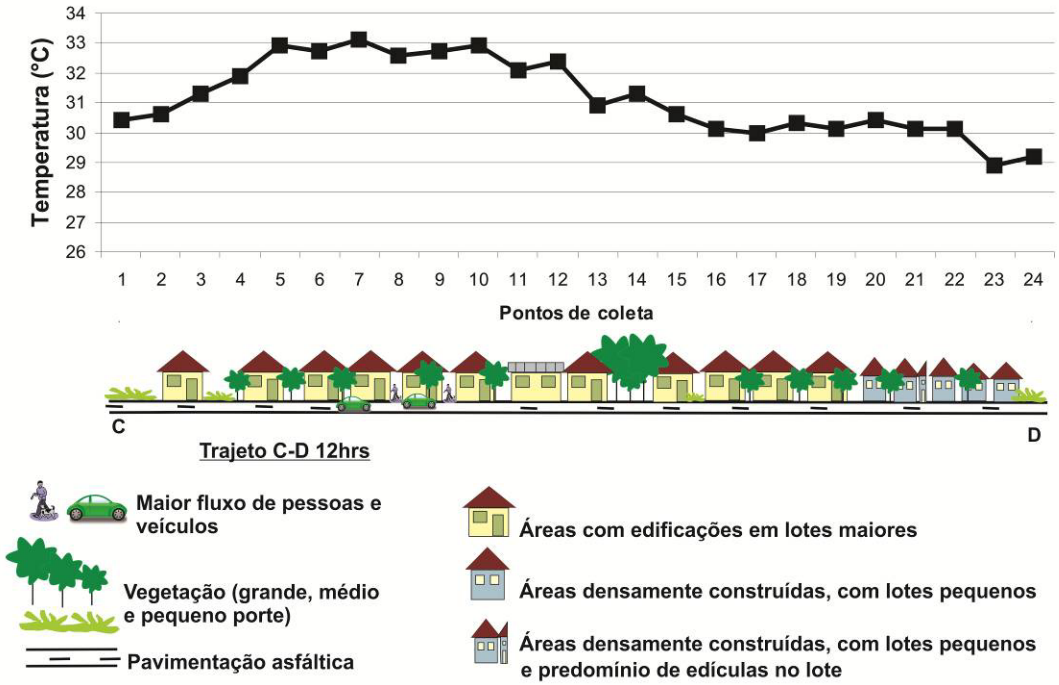


Figura 4: Perfil longitudinal da temperatura do ar, 15/10/2012 às 12hrs no trajeto C-D em Alfredo Marcondes.

A temperatura mais elevada foi de 33,1°C associada a área entre os pontos de 5 a 11. Isto se deve a este local ser pertencente a área central da cidade, com maior fluxo de pessoas e

veículos, além de possuir serviço público (escola, posto de saúde) que sugere uma maior circulação.

A carta de isotermas referentes ao trajeto A-B e C-D às 12hrs (Figura 5 acima) permite observar a formação de uma área com temperaturas mais elevadas às 12hrs no Centro da cidade. Os dados demonstram diferenças em torno de 4°C em distintos espaços intra-urbanos.

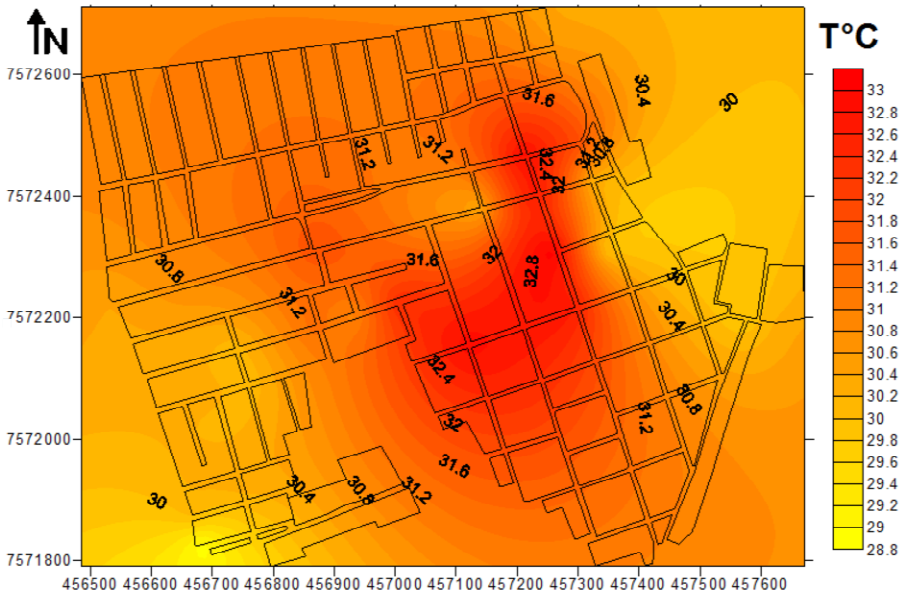


Figura 5: Carta de isoterma referente ao dia 15/10/2012 às 12hrs trajetos A-B e C-D em Alfredo Marcondes.

Com os dados de temperatura de São Carlos elaborou-se os perfis longitudinais (Figura 6).

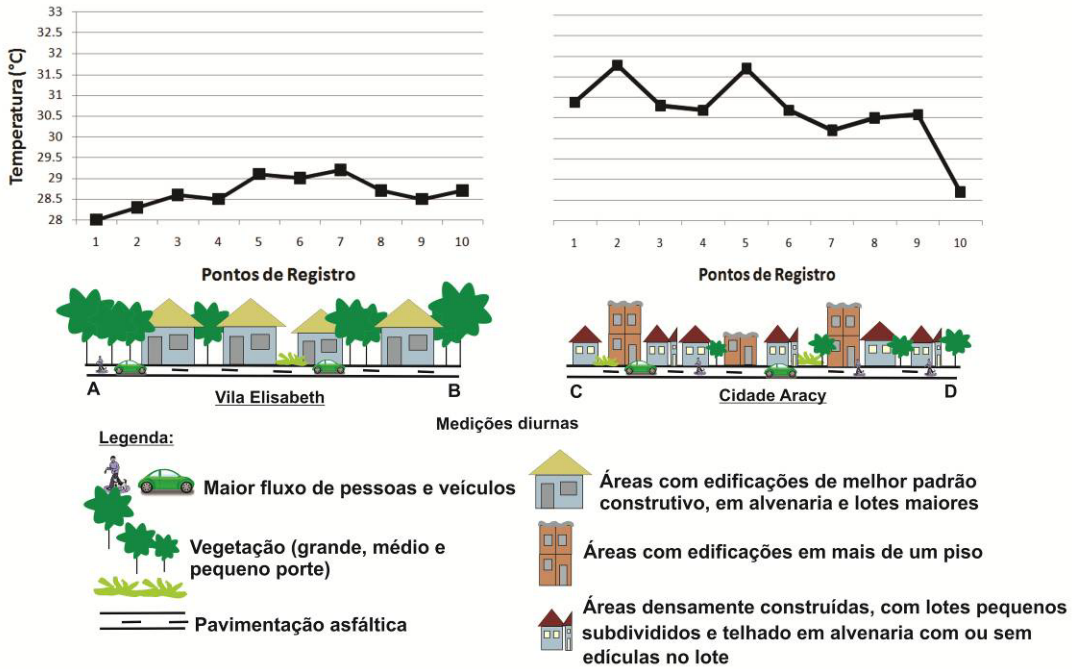


Figura 6. Perfil longitudinal da temperatura do ar no dia 13/12/2013 às 15hrs[4] em São Carlos.

[4] Medições realizadas simultaneamente nos trajetos A-B e C-D às 15hrs, assim como nas medições dàs 18hrs.

Em medições diurnas a diferença máxima de temperatura entre os pontos foi de 3,8°C, sendo que o ponto 1 na Vila Elizabeth apresentou menor temperatura de 28,0°C, e o ponto 2 na Cidade Aracy apresentou 31,8°C e o bairro Vila Elizabeth sob as mesmas condições atmosféricas de um dia típico de verão apresentou temperaturas inferiores.

Estas diferenças se evidenciam no perfil longitudinal do horário noturno (Figura 7), em que as características da morfologia urbana de fato se refletem nos dados de temperatura, visto que toda a radiação absorvida e armazenada durante o dia pelos materiais construtivos é refletida para o ar na forma de calor sensível durante a noite.

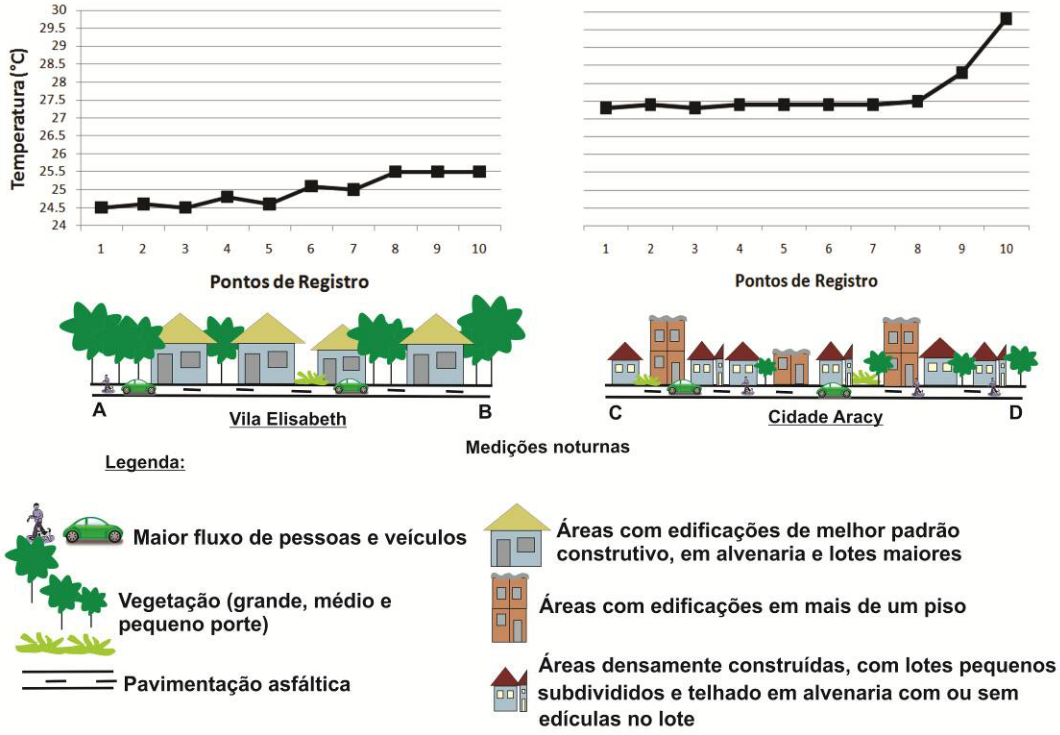


Figura 7. Perfil longitudinal da temperatura do ar no dia 13/12/2013 às 18hrs em São Carlos.

A diferença de temperatura entre os pontos dos bairros se acentua chegando a 5,3°C, sendo a mínima de 24,5°C nos pontos 1 e 3 na Vila Elizabeth e a máxima de 29,8°C (ponto 10) na Cidade Aracy. Este padrão de temperaturas mais elevadas no bairro Cidade Aracy e menores na Vila Elizabeth se mantém reforçando a premissa de que as características da morfologia urbana e geoambientais influem na produção de um clima urbano.

Conclusão

Com base nos dados obtidos e analisados observa-se que em Alfredo Marcondes a vegetação exerce papel fundamental na diminuição da temperatura à nível do microclima, e no caso de São Carlos além da altitude, a densidade de construção, a dimensão dos lotes e a arborização foram fatores que contribuíram para o aumento (bairro Cidade Aracy) ou diminuição da temperatura (bairro Vila Elisabeth).

A escolha de duas cidades com portes distintos para desenvolver este trabalho permitiu verificar e identificar a presença de um clima urbano, que independente da complexidade no âmbito das relações e da morfologia urbana, sugere que as cidades, enquanto projeções construídas artificiais irrevogáveis no espaço urbano geram dinâmicas climáticas particularidades e diferentes do ambiente rural próximo, com magnitudes específicas de acordo com o nível de intervenção, transformação e apropriação da natureza. Isso nos força a

considerar que também o clima imediatamente superior à estrutura da cidade é transformado e apropriado socialmente pelos interesses do modo de reprodução de vida humana.

Além disso, observa-se uma forte relação entre estes extremos de temperatura e a forma de organização dos espaços em cidades médias como São Carlos, ditada pelos agentes que os produzem de forma extremamente desigual, a partir da seletividade das áreas, carentes ou não de planejamento e infraestrutura, deixando de lado uma série de fatores sociais e de qualidade de vida da população. Tudo isso exprime a necessidade de intervenção do planejamento público e urbano com vistas a medidas de organização do espaço e melhoria da qualidade de vida da população nas cidades.

Referências bibliográficas

Amorim M.C.C.T. 2011 : Os climas urbanos em cidades localizadas na raia divisória São *Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul. In: A Raia Divisória São Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul (cenas e cenários).* Ed.Outras Expressões, 1.ed. São Paulo, 133-165.

Dal Pozzo C. F., 2011 : *Territórios de autossegregação e de segregação imposta: fragmentação socioespacial em Marília e São Carlos.* Dissertação. Mestrado em Geografia. FCT - UNESP, Presidente Prudente, 316p.

Fernández G. F., 1996 : *Manual de Climatologia Aplicada*. Clima, médio ambiente y aplicacíon. Madrid: Editorial Sínteses.

Fernández G. F.; Rasilla Á. D., 2008 : Olas de calor e influencia urbana en Madrid y su área metropolitana. Heat waves in urban and suburban Madrid. *Estudios Geográficos*, LXIX, **265**, julio-diciembre,. ISSN: 0014-1496, 495-518.

Lima R. P., 2007 : *O processo de (des) controle da expansão urbana de São Carlos*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-07042008-111630/>. Acesso em 05 de set. de 2012.

Lefebvre, Henri., 1991 : *Lógica formal / lógica dialética*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Monteiro C. A. F., 1973 : *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas.* São Paulo. Instituto de Geografia, Laboratório de Climatologia. Universidade de São Paulo, USP.

Monteiro C. A. F., 1976 : *Teoria e Clima Urbano.* (Tese de Livre Docência apresentada ao Departamento de Geografia/FFLCH-USP). São Paulo.

Monteiro C. A. F., 2003 : Teoria e Clima Urbano – um projeto e seus caminhos. In: Monteiro. C. A. F.; Mendonça, F. (Org.). *Clima urbano*. 1. ed., São Paulo: Contexto.

Sant'Anna Neto J. L., Tommaselli J. T. G., 2009 : *O tempo e o clima de Presidente Prudente*. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 1ªed.

Sant'Anna Neto J. L., 2011 : Por uma Geografia do Clima: antecedentes histórico, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. In: *Terra Livre*, São Paulo, n.**20**– 2ºsemestre, 49-62.

Sant'Anna Neto J. L., 2011/2012a : O clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção da vida. *Cadernos de Geografia*. Coimbra, FLUC, n°**30**/31, 215-227.

Sant'Anna Neto J. L., 2011/2012b : *Desafios da Climatologia Geográfica no Brasil: da competência técnica ao compromisso social*. Concepções e ensaios da climatologia geográfica. EBOOK. Silva e Fialho (0rg.), p.13-38.

Sposito, Maria Encarnação Beltrão., 2004 : *O chão em pedaços**:** urbanização, economia e cidades no Estado de São Paulo*. Presidente Prudente, Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, 508 p.

Sposito, Maria Encarnação Beltrão., 2012 : A produção do espaço urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. In: CARLOS, Ana F. A.; SOUZA, Marcelo L. de.; SPOSITO, Maria E. B. *A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios.* 1ªed., São Paulo: Contexto, 123-145.

CLASSIFICAÇÃO AUTOMATIZADA DO RELEVO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IBICUÍ, COM PARÂMETROS GEOMORFOMÉTRICOS HIERARQUIZADOS POR MEIO DE UMA ÁRVORE DE DECISÃO

ROBAINA L. E. S. (1), TRENTIN R. (1), LAURENT F. (2), CORBONNOIS J. (2)

(1) Laboratório de Geologia Ambiental – UFSM[lesrobaina@yahoo.com.br] [romario.trentin@gmail.com]

(2) Université du Maine *[francois.laurent@univ-lemans.fr] [jeannine.corbonnois@univ-lemans.fr]*

Resumo: *O presente estudo utiliza, para análise, o limite natural da bacia hidrográfica do rio Ibicuí, que está localizada no oeste do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, cuja área é de 47141 km^2. Utilizando técnicas de geoprocessamento associada a análise digital do relevo determinou-se a representação paramétrica das vertentes que compõem a bacia, com emprego de atributos topográficos obtidos de um Modelo Digital do Terreno. Através do cruzamento das informações utilizando-se a árvore de decisão com os parâmetros de altitude, declividade e plano das vertentes foram identificadas 8 unidades representativas do relevo na bacia do rio Ibicuí. As Unidades de I a IV representam as áreas do alto curso da bacia hidrográfica com altitudes superiores a 200m. As unidades I e II, correspondem 8,5% da bacia, se caracterizam pelo predomínio dos processos morfogenéticos de erosão e movimentos de massa. Nas unidades de III e IV, com 13,6% da bacia, os processos morfogenéticos são minimizados formando as porções planas superiores das vertentes. As unidades de V a VIII formam o médio e baixo curso da bacia do Ibicuí, correspondendo as áreas com altitudes inferiores a 200m. As unidade V e VI ocorrem associadas aos canais de drenagem no médio curso dos rios e correspondem as vertentes onde os processos morfogenéticos são significativos. As unidades VII e VIII são as mais representativas da bacia, com 65%, caracterizando a bacia do Ibicuí como uma área de relevo ondulado a plano. O estabelecimento de critérios com parâmetros fixos, utilização de MDTs para o cálculo de variáveis permite o mapeamentos do relevo com rapidez e precisão, diminuindo a subjetividade para a identificação e delimitação das feições geomorfológicas.*
Palavras-chave: *classivicação automatica,bacia do Ibicuí, paramêtros geomorfométricos*

Résumé – Classification automatique des relief de bassin de l'Ibicui à partir de parametres géomophométriques hiérarchises au moyen d'un arbre de décision. *Cette étude porte sur le bassin versant de l'Ibicuí, situé à l'ouest de Rio Grande do Sul, au sud du Brésil, et présentant une superficie de 47141 km². En utilisant des techniques géomatiques associées à l'analyse numérique du relief, nous déterminons une classification des versants qui forment le bassin. Les paramètres topographiques sont obtenus à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Un arbre de décision croise les informations concernant les paramètres d'altitude, de pente et de courbure horizontale de versant. Il conduit à identifier 8 unités représentatives du relief de l'Ibicuí. Les unités I à IV représentent les régions du cours supérieur du bassin au-dessus de 200 m d'altitude. Les unités I et II, correspondant à 8,5% du bassin, sont caractérisées par la prédominance des processus morphogénétiques d'érosion avec notamment des mouvements de masse. Les unités III et IV, avec 13,6% du bassin, forment les parties supérieures planes des versants. Les unités de V à VIII forment les cours moyen et inférieur du bassin avec des altitudes inférieures à 200 m. Les unités V et VI sont associées aux chenaux de drainage du cours moyen des rivières et correspondent à des versants où les processus morphogénétiques sont importants. Les unités VII et VIII sont les plus étendues, avec 65% du bassin, elles caractérisent un relief ondulé à plat. L'établissement de critères avec des paramètres fixes issus du traitement d'un MNT pour le calcul de variables permet une cartographie rapide et précise, ce qui réduit la subjectivité de l'identification et de la délimitation des caractéristiques géomorphologiques.*
Mots-clés: *classification automatique, bassin de l'Ibicuí, parametres géomorphometriques*

Abstract: Characterization of strands though automated the bassib Ibucui, RS-Brazil . *This paper intends to analyze Ibicuí River basin, one of the the leading networks of drainages in west of Rio Grande do Sul, by applying a method with predetermined parameters of the relief. From the analysis digital relief with the support of topographic parameters obtained from a Digital Terrain Model (DTM), identifies units with morphology similar and thereby develop techniques that support the work of geomorphological mapping. Through the intersection of information by using the decision tree with the parameters of altitude, slope and flat of the slopes were identified 8 units representative of the slopes that characterize the relief on the basin Ibicuí. The observation of the cartographic product obtained possible to consider that the methodology is suitable for characterizing aspects of the study area and spatialization processes present showing great potential to support studies relating the characteristics of the relief with other environmental attributes and land use.*
Keywords : *Ibicuí basin, analysis digital relief, geomorphometric*

Introdução

Entende-se que as bacias de drenagem são tratadas como unidades geográficas onde os recursos naturais se integram. Por isso, optou-se pela escolha da bacia hidrográfica como unidade de análise, uma vez que, constituiem-se em uma unidade de fácil reconhecimento, servindo para o ordenamento territorial. Neste trabalho pretende-se analisar a bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, uma das principais redes de drenagens do oeste do Rio Grande do Sul, através da aplicação de um método com parâmetros predeterminados, a partir da análise

digital do relevo e com o apoio de atributos topográficos obtidos de um Modelo Digital de Terreno (MDT). Visa identificar unidades que apresentam morfologia de relevo semelhante e com isso desenvolver técnicas que ofereçam suporte a trabalhos de mapeamento geomorfológico e estudos temáticos sobre desenvolvimento de processos superficiais.

A bacia hidrográfica do Rio Ibicuí (BHRI), apresenta área é de 47137km² (Figura 1), estando situados na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul e no Planalto da Serra Geral (Robaina et al. 2010) e, ainda, uma pequena parte no oeste do Escudo Sul-Riograndense (Müller Filho, 1970).

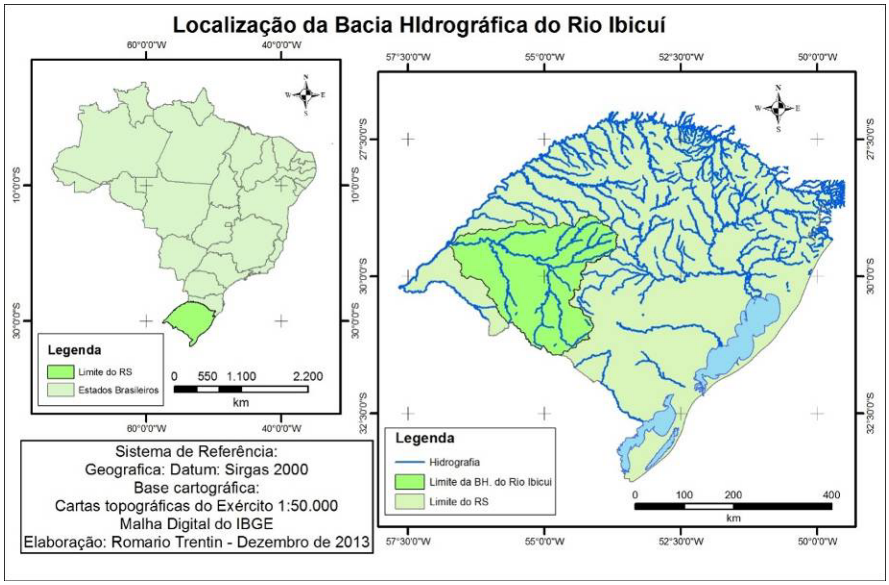


Figura 1 : Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí

1. Metodologia

A classificação do relevo da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí (BHRI) segue uma proposta de mapeamento geomorfométrico automatizado apresentado por Silveira & Silveira (2013), que se apoiaram nos preceitos de Iwahashi e Pike (2007). A classificação é realizada por meio do cruzamento de informações e atributos topográficos gerados através de SIG e hierarquizados através de árvore de decisão baseado em valores predefinidos, com base em conhecimento da área. Como base cartográfica utilizada para a geração dos atributos topográficos, tem-se as cartas topográficas do exército em escala 1:50.000, sobre as quais foram extraídas as informações das curvas de nível de equidistância de 20 metros somadas aos pontos cotados presentes na área. Através dos mesmo, realizou-se a interpolação destas informações altimétricas, em escalas 1:250.000, em função do tamanho da área, utilizando-se o interpolador ANUDEM (Hutchinson 1989, 1996, 2008), disponível como ferramenta no aplicativo ArcMap versão 10.1 (ESRI, 2013),que cria um Modelo Digitaldo Terreno hidrologicamente consistentes.

A caracterização quantitativa do relevo utilizou parâmetros morfométricos como altimetria, inclinações e formas das vertentes, seguindo a proposta de Hammond (1954) e mais atualmente, (Argento, 1994; Botelho, 1999; Xavier da Silva, 2005; Silveira et al., 2013) com o aperfeiçoamento das técnicas operacionais de geoprocessamento e SIGs, utilizadas para o desenvolvimento de zoneamentos através de cálculos automatizados.

Os dados de declividades são gerados a partir do MDTe foram obtidas no presente trabalho por meio do polinômio de Horn (1981) e foram discretizadas em duas classes cujo limite é de 5% (Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT, 1981) e BERTONI E LOMBARDI NETO (1985)).

As vertentes podem ser definidas de forma simplificadas como um elemento da superfície terrestre inclinado em relação à horizontal, que apresenta um gradiente e uma orientação no espaço (VELOSO, 2002). O plano de curvatura da vertente corresponde a variação do gradiente de arqueamento na direção ortogonal da vertente (curvatura da superfície perpendicular à direção da inclinação) e refere-se ao caráter divergente/convergente do terreno. Esse parâmetro foi obtido a partir do MDT por meio do emprego do polinômio de ZEVENBERGEN E THORNE (1987). A classificação do plano das vertentes, em ambiente SIG, é analisada de acordo com o seu histograma de frequência que indica o valor da referida curvatura. Os valores nulos correspondem a inexistência de curvatura correspondendo a vertentes plana, já os valores positivos representam curvatura divergente e os valores negativos correspondem a curvatura convergente.

Através do cruzamento das informações referentes a altitude, declividade e plano de curvatura, utilizando-se a árvore de decisão apresentada no fluxograma da Figura 2, foram inicialmente identificadas 8 unidades. Este cruzamento realizou-se com o auxílio do SIG ArcMap 10.1, através da ferramenta de análise espacial «Combine», que permite a correlação de diversos planos de informações (layer) em formato raster. Posteriormente são agrupados os pixeis confome as características das classes altimétricas, de declividade e plano de curvatura, definindo as oito unidades geomorfométricas propostas.

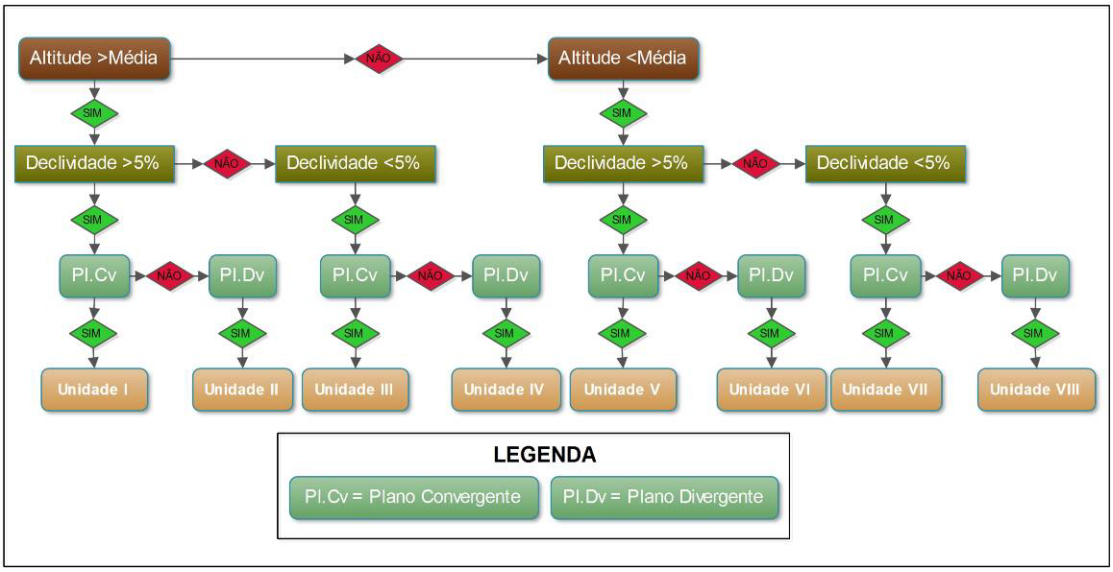


Figura 2 : Fluxograma apresentando metodologia das unidades geomorfométricas

2. Discussão dos Resultados

A bacia do rio Ibicuí é uma bacia de 8ª ordem, com área de 47137 km², constituindo uma das principais redes de drenagem da região oeste do Rio Grande do Sul.

A classificação realizada por meio do cruzamento de informações e atributos topográficos da altimetria, declividade e plano de curvatura, determinou 8 unidades distintas de relevo.

As Unidades de I a IV representam as áreas do alto curso da bacia hidrográfica com altitudes superiores a 180m. Estas unidades fazem parte, conforme Robaina et al. (2010) do Planalto da Serra Geral, formando as subunidades do Planalto das Missões e rebordo da Serra Geral, na porção centro-nordeste da bacia, compostos por uma associação de colinas, morrotes e morros; a subunidade do Planalto da Campanha, onde forma um lineamento, no centro da bacia, de morros e morrotes de direção NE/SO, que divide duas das principais sub-bacias da margem esquerda do rio Ibicuí, composta pelo rio Santa Maria e Ibirapuitã.

Ocorrem, também, na porção sudeste da bacia associada a rochas cristalinas do Escudo sul-riograndense e conforme RADAM (IBGE, 2003) constituem o Planalto Rebaixado Marginal.

A Figura 3 mostra a distribuição espacial das unidades geomorfométricas de forma geral na bacia hidrográfica e detalhadamente nas porções das vertentes.

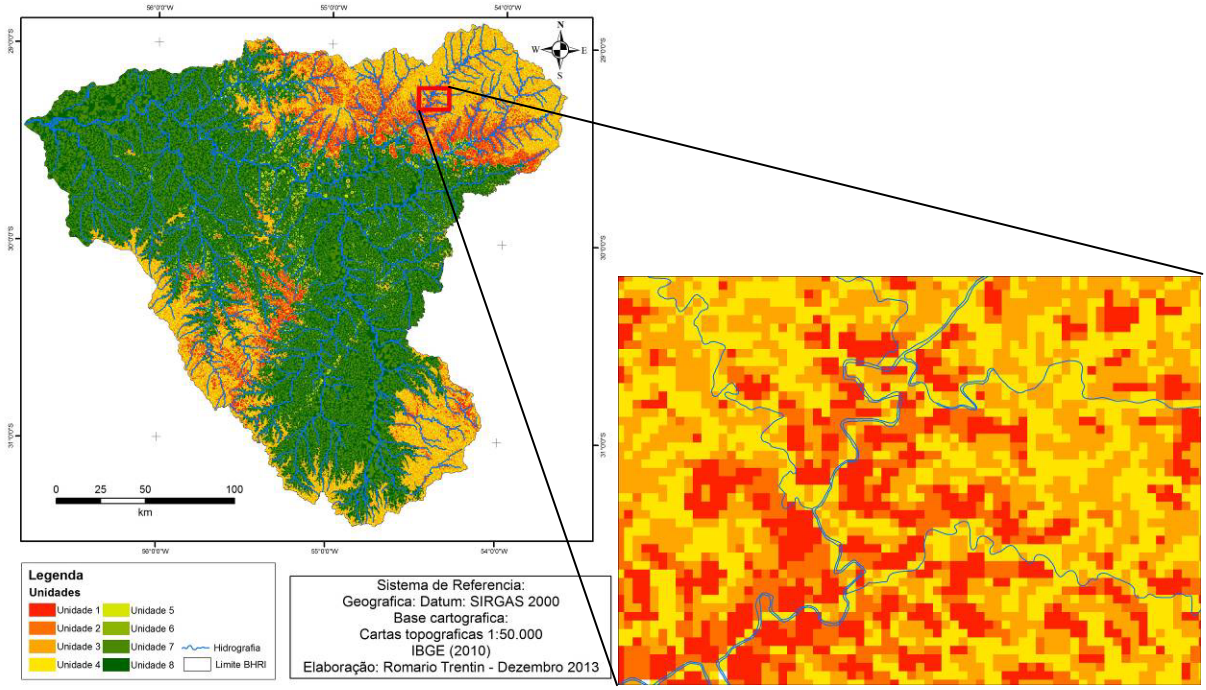


Figura 3 : Unidades geomorfométricas I a VI da BHRI

Nas unidades I e II os processos morfogenéticos de erosão e movimentos de massa são importantes, representando as porções dinamicamente mais ativas, sua maior concentração ocorre associado às áreas com maiores inclinações das vertentes presentes na área de Rebordo do Planalto que cobre uma faixa na porção centro-nordeste da BHRI.

A unidade I corresponde a um pouco mais de 5,1% da bacia, área de 2405 km², representando as porções da encostas onde o fluxo de água é convergentee com inclinações que favorecem processos morfogenéticos de erosão concentrada que avança a remontante. Ocorre nas porções de vertentes localizadas junto aos canais de drenagem. As características que definem esta unidade são as altitudes superiores a 180 m, a declividade superior a 5% e o plano de curvatura convergente.

A unidade II cobre uma área de 1628km², próximo a 3,5% da área da bacia. Representa as vertentes das áreas de alto curso da bacia, com fluxo divergente que favorece o desenvolvimento de processos tipo rastejo. As características que definem esta unidade são as altitudes superiores a 180 m, a declividade superior a 5% e o plano de curvatura divergente.

Nas unidades de III e IV os processos morfogenéticos são minimizados formando as porções planas superiores das vertentes.

A unidade III cobre 6066km², correspondendo a 12,9% da área da bacia hidrográfica. Está representada no alto curso, formadas por áreas planas, mas com acúmulo de fluxo constituindo áreas de nascentes. As características que definem esta unidade são as altitudes superiores a 180 m, a declividade inferiores a 5% e o plano de curvatura convergentes.

A unidade IV com área de 5093km², correspondendo a 10,8% da área da bacia. Representa as porções de topo das vertentes localizadas nas maiores altitudes. As características que

definem esta unidade são as altitudes superiores a 180 m, a declividade inferior a 5% e o plano de curvatura divergente.

As unidades de V a VIII formam o médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ibicuí, correspondendo as áreas com altitudes inferiores a 180m (figura 5).

As unidades V e VI correspondem as vertentes onde os processos morfogenéticos são significativos, mas ocupam, somente, 3,4% da área da bacia com 1011km² e 590km², respectivamente. Ocorrem associadas aos canais de drenagem no médio curso dos rios.

A unidade V concentra-se predominantemente em porções de meia vertentes com as características que as definem sendo de altitudes inferiores a 180 m, declividades superiores a 5% e plano de curvatura convergentes.

A unidade VI de menor expressividade da bacia hidrográfica ocupa pequenas porções no terço inferior das vertentes do baixo curso da BHRI. As características desta unidade são as altitudes inferiores a 180 m, declividades superiores a 5% e plano de curvatura divergentes.

As unidades VII e VIII são as mais representativas da bacia caracterizando a bacia do Ibicuí como uma área de relevo levemente ondulado a plano.

A unidade VII ocupa uma área de 15381km², que corresponde a 32,6% da bacia. Esta unidade forma porções levemente onduladas com fluxo acumulado que podem gerar pequenas e restritas bacias que representam áreas de nascentes no médio e baixo curso. As características identificadoras desta unidade são as altitudes inferiores a 180 m, declividades inferiores a 5% e plano de curvatura convergente.

A unidade VIII corresponde a 31,7% da bacia, em uma área de 14963km². Ocorrem no topo das vertentes e nas áreas planas junto aos canais de drenagem. As características que identificam esta unidade são as altitudes inferiores a 180m, declividades inferiores a 5% e plano de curvatura divergente.

A figura 4 mostra de forma esquemática a distribuição das oito unidades encontradas na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí.

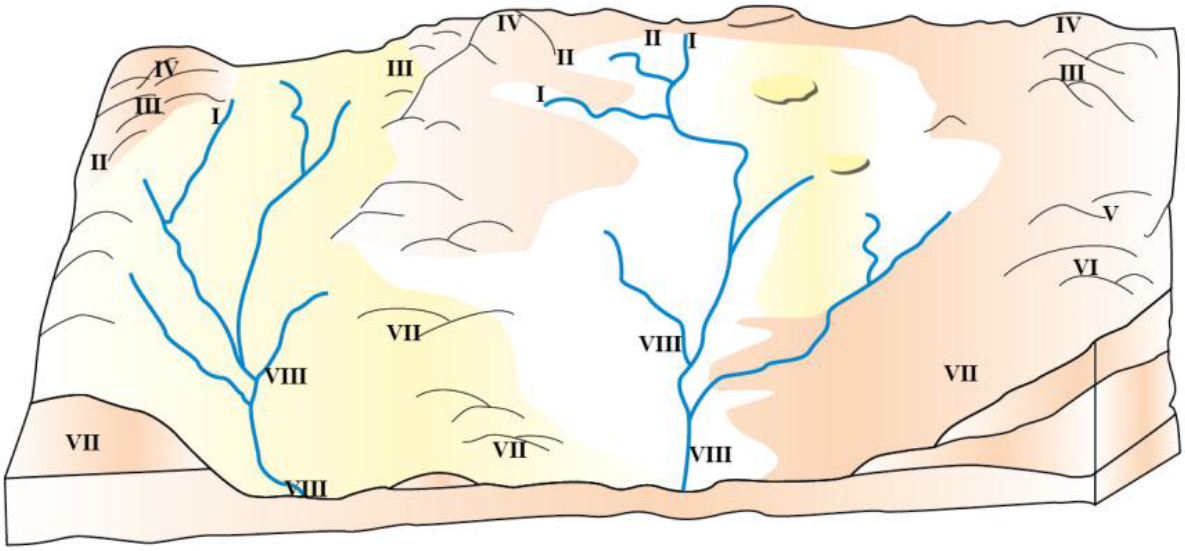


Figura 4 : Bloco diagrama com a representação esquemática da distribuição das oito unidade geomorfométricas na BHRI

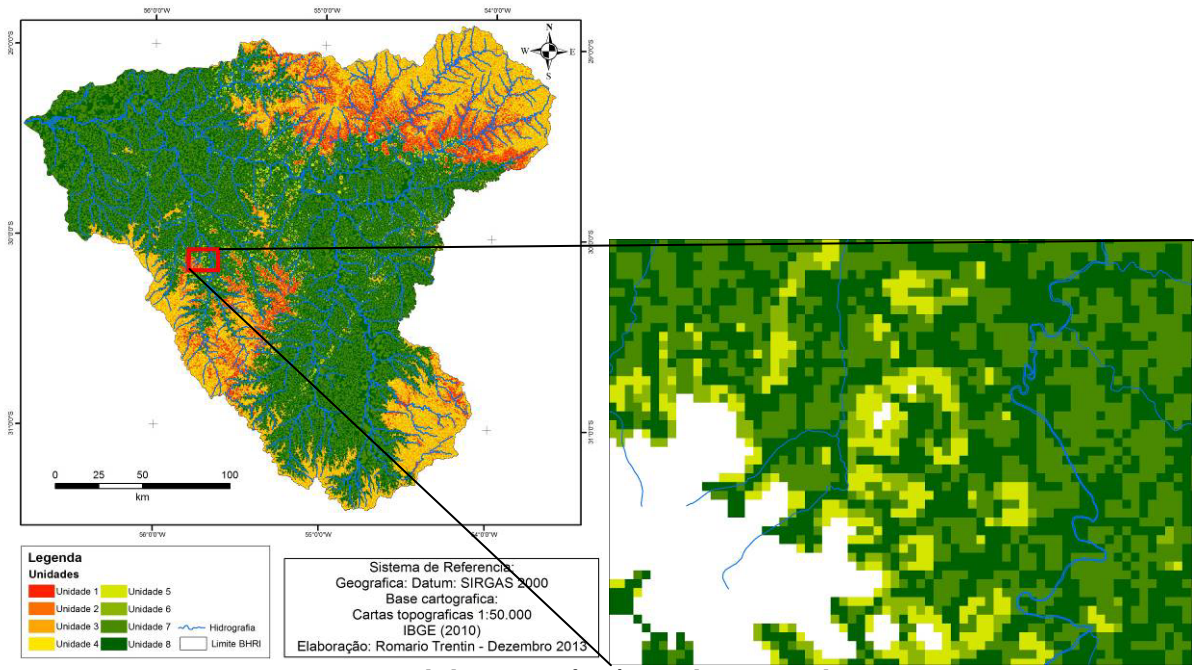


Figura 5 : Unidades geomorfométricas de V a VIII da BHRI

3. Considerações Finais

O estabelecimento de critérios com parâmetros fixos, utilização de MDTs para o cálculo de variáveis permite os mapeamentos do relevo com rapidez e precisão, diminuindo a subjetividade para a identificação e delimitação das feições geomorfológicas.

Através do cruzamento dos diferentes atributos do relevo utilizando-se uma árvore de decisão, contendo dados de altitude, declividade e plano das vertentes foram identificadas 8 unidades representativas das vertentes que caracterizam o relevo na bacia do rio Ibicuí.

A observação do produto cartográfico obtido permitiu considerar que a metodologia utilizada é adequada para caracterização das vertentes da área de estudo e a espacialização dos processos presentes, demonstrando grande potencial para suporte em trabalhos que relacionem as características do relevo com outros atributos ambientais e de uso do solo.

O estudo das unidades geomorfométricas está inserida no contexto de mapeamentos do oeste do Rio Grande do Sul, região que apresenta significativos processos de dinâmica superficial caracterizados pela erosão de sulcos e voçorocas, bem como os campos de areia. As 8 unidades definidas através dos parâmetros físicos do relevo relacionados a partir de árvore de decisão apresenta um comportamento e distribuição espacial validadas em trabalhos de campo.

Dentre os objetivos propostos para ações futuras estão os cruzamentos destas variáveis com outros parâmetros do meio físico, afim de entender processos superficiais e identificar aptidões e restrições relacionadas ao uso da terra na bacia hidrográfica.

Referências Bibliográficas

Argento M. S. F. 1994 : Mapeamento geomorfológico. In: Guerra A. J. T., Cunha S. B (Org.). *Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Bertoni J., Lombardi Neto F. 1985 : *Conservação do solo*. Piracicaba: Ceres, 392p.

Bispo P. C., Valeriano M. M., Kuplich T. M. 2009 : Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). *Acta Amazonica*, **39**, n. 01, 81-90.

Botelho R. G. M. 1999 : Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: Guerra A. J. T., Silva A. S. d.; Botelho R. G. M. *Erosão e conservação dos solos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Gallant J. C., Wilson J. P. 2000 : Primary topographic attributes. In: Wilson J. P., Gallant J. C. (Eds.). *Terrain Analysis: Principles and applications*. New York: John Wiley, 51-85.

Hammond E.H. 1954 : *Analysis of properties in landform geography: an application to broad-scale landform mapping*. Ann. Assoc. Am. Geogr. **54**, 11–19.

Horn B. K. P. 1981 : Hill shading and the reflectance map. *Proceedings of the IEEE*, n. 69, v. **01**, 14-47.

Hutchinson M. F. 1989 : A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. *Journal of Hydrology*, **106**, 211-232.

Hutchinson M. F. 1996 : A locally adaptive approach to the interpolation of digital elevation models. In: International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling, National Center for Geographic Information and Analysis. 3. Santa Bárbara. *Proceedings*... Santa Bárbara: University of California, CD-RON.

Hutchinson M. F. 2003 : Adding the Z dimension. In: Wilson J. P., Fotheringham A.S. *The handbook of geographic information science*. 1. ed.BlackwellPublishingLtd. 2008. 144-168.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Projeto RadamBrasil: Geomorfologia* (Folha SH-21. Santiago e Alegrete). Rio de Janeiro.

Instituto de Pesquisas Tecnologicas do Estado de São Paulo- IPT. 1981 : *Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo. Escala 1:500.000, . **2**, 130 p.

Iwahshi J., Pike R. J. 2007 : Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology* **86**(3-4): 409-440.

McBratney A. B., Mendonça S. M. L., Minasny B. 2003 : On digital soil mapping. *Geoderma*, **117**, 3-52.

Munoz V. A. 2009 : *Análise geomorfométrica de dados SRTM aplicada ao estudo das relações solo-relevo*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 112p. (INPE-15796-TDI/1531). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Müller Filho I. L. 1970 : *Notas para o Estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: Editora da UFSM.

Robaina L.E.S. 2010 : Compartimentação Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: Proposta de Classificação. . *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **11** n.2, 11 – 23.

Santos R. F. 2004.*Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos,

Silveira C.T., Silveira R.M.P. 2013 : Classificação geomorfométrica de unidades morfológicas do relevo no estado do Paraná obtida de atributos topográficos e árvore de decisão. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Vitória/ES.

Silveira C. T., Oka-Fiori C., Santos L. J. C et al 2012 : Pedometria apoiada em atributos topográficos com operações de tabulação cruzada por álgebra de mapas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **13**, n.2, 125-137.

Silveira C. T., Oka-Fiori C., Santos L. J. C et al. 2013 : Soil predictionusing artificial neural networks andtopographicattributes. *Revista Geoderma* 195-196, p. 165–172.

Sirtoli A. E., Silveira C. T., Montovani et al 2008 : *Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos*. Scientia agraria, **9**, n.3, p.317-329.

Valeriano M. M. 2003 : Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, **7,** n.3, p.539-546.

Valeriano M. M., Carvalho J. O. A. 2003 : Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **4**, n.1, p.17-29,

Veloso A. 2002 : *A importância do estudo das vertentes*. Geographia, **4,** n. 8, p 1-5.

Wilson J. P., Gallant J. C. 2000 : Digital terrain analysis, chapter 1. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). *Terrain analysis: principles and applications*. New York: John Wiley & Sons, p.1-27.

Wood J.,1996 : *The geomorphological characterisation of digital elevation models*. Leicester, UK, 185p. PhD Thesis - Universityof Leicester. Disponível em: http://www.soi.city.ac.uk/~jwo/phd.

Xavier S. J. 2005 : Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. 2005. *Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,

Zevenbergen L.W., Thorne C.R. 1987 : *Quantitative Analysis of Land Surface Topography. Earth Surface Processes and Landforms*, **12**, p.47-56.

GEOMORFOLOGIA URBANA HISTÓRICA E A AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE FATORES NATURAIS E ANTRÓPICOS NA GERAÇÃO DE EVENTOS FLUVIAIS EXTREMOS EM SÃO PAULO - BRASIL.

RODRIGUES C. [(1)], CACCIA-GOUVEIA I. C. [(2)], BERGES B. [(1),], LUZ R. A.[(1),]

(1)Laboratorio de Geomorfologia. Avenida Lineu Prestes, 338 Butantã, São Paulo/Brasil [cleidrig@usp.br] [babi_berges@hotmail.com] [rodolfodaluz@gmail.com]

(2)Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rua Roberto Simonsen, 305 Presidente Prudente/SP Brasil [icmoroz@fct.unesp.br]

Resumo –*. Desde a década de 1990 vem sendo realizadas pesquisas balizadas por geoindicadores e pela cartografia geomorfológica de diversas escalas e sistemas geomorfológicos na Região Metropolitana de São Paulo, na ótica da Geomorfologia Urbana Histórica. Esses estudos de caso propiciaram a proposição de procedimentos e correlações adequados às avaliações de mudanças em processos e formas fluviais em curtos intervalos temporais, como os anuais, decadais ou centenários. Neste artigo são considerados resultados de alguns desses estudos, principalmente daqueles que subsidam a discussão do papel de forçantes antrópicas e naturais de eventos fluviais extremos. Como resultado global dessas análises e correlações conclui-se que as mudanças observadas estejam fortemente associadas à dinâmica das forçantes antrópicas devendo, essas últimas, serem colocadas no mesmo patamar de importância das mudanças climáticas prognosticadas para este território.*
Palavras-chave: *eventos extremos, sistemas fluviais, mudanças antrópicas, São Paulo.*

Résumé - Géomorphologie urbaine historique pour l'évaluation de l'influence de facteurs naturels et anthropiques sur l'occurrence d'événements hydrologiques extrêmes à São Paulo – brésil.*Géomorphologie urbaine historique pour l'évaluation de l'influence des facteurs naturels et anthropiques dans la création des événements fluviaux extrêmes à São Paulo-Brésil. Depuis les années 1990 des recherches sont menées dans différents échelles et systèmes géomorphologiques de la Région Métropolitaine de São Paulo basées sur l'émergente Géomorphologie Urbaine Historique. Ces cas d'études ont permis la proposition des procédures, cartographie, indicateurs et corrélations appropriés à l'évaluation des changements de court cycle dans le processus et formes fluviaux.Dans cet article sont considérés les principaux résultats des quelques études, surtout ceux qui aident au débat sur le rôle des forces anthropiques et naturelles sur les changements des processus fluviaux extrêmes. Comme résultat global de ces analyses il est conclu que les changements observés sont plus fortement associés avec la dynamique des forces anthropiques. Dès lors, il est proposé que les actions anthropiques de l'urbanisation et leurs effets sur les systèmes fluviaux soient placés sur le même niveau d'importance des changements climatiques pronostiqués pour ce territoire*
.***Mots-clés:*** *systèmes fluviaux, événement extrêmes, changements anthropiques, São Paulo.*

Abstract : Historic urban geomorphology for the assessment of natural and anthropogenic influences to the generation of extreme fluvial events in São Paulo, Brazil *Since 1990s studies for São Paulo Metropolitan Region are being performed in several fluvial systems, mainly by geoindicators, multiscale geomorphological mapping and by the Urban Historical Geomorphology approaches. These cases of studies enabled the proposition of procedures, cartography, and appropriate indicators to the evaluation of changes of surface processes at annual, decennial or centennial timescales. This paper considers the main results of some of those studies, particularly those that directly collaborate to discussion of the role of anthropogenic and natural forces to the occurrence of extreme fluvial processes. The general conceptions that has arisen from those analyses are the fact of that those observed changes are strongly associated to the dynamics of anthropogenic forces and as a consequence, it was possible propose that the anthropogenic forces should be studied with the same level of importance of climate changes foreseen for this territory.*
Key words: *extreme events, fluvial systems, anthropic changes, São Paulo*

Introdução

São Paulo é considerada uma das maiores metrópoles mundiais, tanto em relação ao número de habitantes como em relação à sua àrea urbana contínua. Principalmente ao longo dos últimos cem anos, o processo de urbanização produziu intensas transformações em sua paisagem e significativas mudanças em seus processos fluviais, promovendo também a necessidade de realização de uma série de intervenções hidráulicas descontínuas no tempo e no espaço. Estas intervenções constituiram-se como tentativas, em grande parte infrutíferas, em conciliar a dinâmica original de sistemas fluviais à viabilização dos diversos usos e apropriações territoriais, também mutáveis ao longo da história. Algumas das principais características deste processo de urbanização da região Metropolitana de São Paulo são o seu

dinamismo e a intensidade de seus efeitos no meio físico, ainda que estes tenham sido pouco estudados em termos quantitativos ao longo do período histórico mencionado. Numa época em que se correlaciona, para esta região, o aumento na frequência de eventos pluviais extremos ao aumento das temperaturas globais, é de suma importância dimensionar, por outro lado, o efeito das ações antrópicas diretas nestes sistemas, variável que poderá ampliar significativamente a vulnerabilidade da população aos riscos de inundações, dentre outros processos superficiais catastróficos.

Este artigo apresenta, por um lado, parte de uma metodologia que vem sendo testada e aperfeiçoada por especialistas em geomorfologia fluvial e por outro parte dos resultados dos principais estudos de caso até aqui desenvolvidos, no que estes sustentam interpretações a respeito das forçantes naturais ou antropogênicas das mudanças observadas nos processos fluviais ao longo dos períodos estudados.

Os estudos que proporcionam elementos para tais interpretações foram desenvolvidos principalmente na Bacia do Alto Tietê (BAT) e em sub-sistemas, como a bacia hidrográfica do rio Tamanduateí, a bacia hidrográfica do Córrego da Mooca e um setor da planície do Rio Pinheiros, pertencente à bacia de mesmo nome.

A Figura 1 apresenta a Região Metropolitana de São Paulo com seus limites municipais e a sobreposição da bacia do Alto Tietê e as sub-bacias e planícies fluviais aqui consideradas: Tamanduateí (em 1:25.000, para um período de cem anos), sua sub-bacia do Córrego da Mooca (em 1:25.000, para um período de 40 anos) e a planície fluvial do Rio Pinheiros (em escalas de detalhe - 1:10000 e 1:5000, em período de 80 anos).

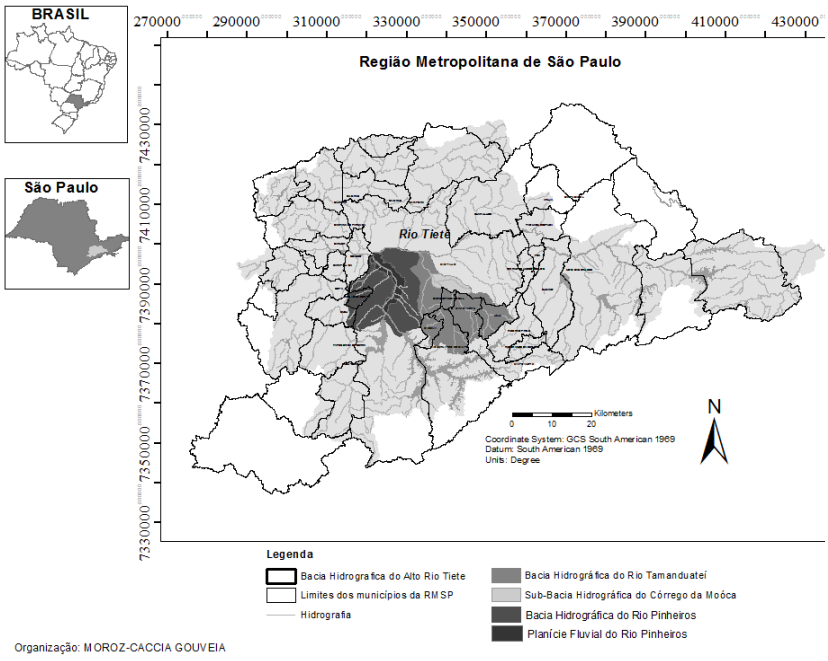


Figura 1. Localização das áreas de estudo na Região Metropolitana de São Paulo

Convém aqui fazer a distinção do que se considera evento climatológico extremo e evento geomorfológico extremo. Tomou-se como referência a proposição de Brunsden (1996), na qual é necessário considerar a efetividade do evento geomorfológico, ou seja, sua relevância em termos evolução morfológica. Isto se faz ainda mais necessário ao compreendermos que existe grande resiliência da forma, mesmo para alguns eventos considerados extremos climatológicos. Na classificação e discretização dos eventos geomorfológicos, é necessário levar em consideração critérios como: duração, frequência, magnitude, singularidade e comportamento catastrófico dos eventos, dentre outros. Deste ponto de vista, os eventos de vazões de margens plenas e de extravazamento do canal, devem ser considerados não apenas como eventos geomorfológicos mas como extremos geomorfológicos. Isto se explica também devidoà sua “efetividade” morfológica (mudança na performance, ultrapassando algum limiar

de uma condição média anual), sua sincronia com alguns imputs de energia e sua duração "instantânea", característica esta sempre associada a um quadro de riscos para bens materiais e vidas humanas. Na análise de sistemas fluviais, estes eventos são os indicadores mais sensíveis aos *inputs* das ações antrópicas nas paisagens e às mudanças de elementos climáticos como o das precipitações extremas. São, portanto, dos mais indicados para se discutir o papel das duas variáveis em sistemas físicos da superfície terrestre. É dentro também desta perspectiva que se justifica o foco em sistemas fluviais como bacias hidrográficas, planícies fluviais e canais e seus respectivos seus indicadores tomados em intervalos temporais históricos.

1. Metodologia

Partindo-se de orientações mais gerais, como a abordagem sistêmica, ou de ferramentas clássicas como os mapeamentos geomorfológicos e o monitoramento de processos, Rodrigues (2010), Moroz Caccia-Gouveia (2010), Luz (2010) e Berges (2013) dentre outros, vem desenvolvendo, por meio de técnicas usuais e pouco usuais em geomorfologia, procedimentos para avaliação dos graus de intervenção antrópica da urbanização em sistemas geomorfológicos, notadamente os fluviais. Dentre princípios e procedimentos mais gerais dessa metodologia, são aqui destacados: a pesquisa dos sistemas em seus estágios sem intervenção e com intervenções antrópicas diretas; a utilização da cartografia geomorfológica para reconstituição dos cenários pré e pós-intervenções; a utilização de documentos históricos, indicadores de mudanças e sistemas fluviais como referências.

Esta metodologia foi gestada por testes e por uma ampla revisão da literatura em geomorfologia, na qual foram selecionados inúmeros autores com proposições para o estudo das ações antrópicas no meio físico, particularmente dos processos de urbanização. A maior parte dos estudiosos propõe a necessidade de se reconstruírem os cenários geomorfológicos representativos de fases anteriores, contemporâneas e posteriores às intervenções antrópicas. Outros destacam o fato de que as ações antrópicas que acompanham os processos de urbanização, devem ser consideradas ações geomorfológicas diretas e efetivas (Douglas & Lawson, 2000). Na revisão realizada fica evidente que a maioria deles destaca a relevância e a adequação do aparato geomorfológico na análise das mudanças dos sistemas físicos urbanizados com o oferecimento de um quadro referencial para o estudo retrospectivo destes sistemas (Rodrigues & Coltrinari, 2004). Os autores denominam este conjunto associado de técnicas, de geomorfologia urbana histórica e destacam a possibilidade de utilização desta abordagem nas questões de desenvolvimento urbano e gestão de rios e bacias hidrográficas.

2. Áreas de estudo

A maior parte da região metropolitana de São Paulo está alojada num compartimento de planalto com altitudes variáveis entre 715m a 900m, com afloramentos de rochas pré-cambrianas nas áreas mais periféricas e abrigando em seu interior, uma bacia sedimentar tafrogênica Terciária. Grande parte da hidrografia original desta região drena estes terrenos de litologias diversas pré-cambrianas e outra parte significativa drena terrenos da bacia sedimentar terciária e sedimentos fluviais quaternários. Deste cenário, interessa mais de perto as sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (Fig. 1) e seus sistemas fluviais com depósitos quaternários, que representam arquivos das mudanças geomorfológicas recentes. Estima-se que a generalizada urbanização da Região Metropolitana de São Paulo tenha suprimido, ao longo das últimas décadas, mais de 80% das planícies de inundação originais e atualmente cerca de 80% de suas sub-bacias apresentam altas taxas de urbanização e impermeabilização, muitas delas alcançando taxas de mais de 90%. De 1940 a 2010, a população da região metropolitana aumentou 10 vezes, ou seja, de 2 para 20 milhões de

habitantes. A mancha urbana cresceu 12 vezes entre 1930 e 2002, ou seja, de 200 para 2.400 km².

A bacia hidrográfica do rio Tamanduateí é uma área exemplar deste processo. Ocupa uma área de 323 km² tendo suas nascentes no município de Mauá e sua foz no Rio Tietê, no município de São Paulo. A parte superior da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí (Mauá, Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, São Caetano do Sul, e sul do município de São Paulo), caracteriza-se por relevos de morros esculpidos nos terrenos cristalinos do Planalto Atlântico, enquanto o restante assenta-se sobre os terrenos terciários da Bacia Sedimentar de São Paulo, cujas formas de relevo predominantes são colinas. A bacia hidrográfica do Córrego da Mooca é uma sub-bacia da bacia do Tamanduateí, totalmente inserida no município de São Paulo, ocupando uma área de 15,2 km². Caracteriza-se por relevo de colinas com a presença de uma ampla planície fluvial quaternária.

A planície fluvial do Rio Pinheiros apresentava, antes da urbanização, um canal meândrico de alta sinuosidade (1,88), planície de inundação com morfologias típicas, com a presença de cordões marginais convexos e *backswamps* e dois níveis de terraços fluviais. A urbanização resultou na substituição do antigo rio meândrico por um canal artificial retificado, mais largo e mais profundo, na supressão da planície de inundação e na criação de novos níveis de terraços, ainda mais altos, por meio da disposição de aterros. Atualmente a planície está totalmente urbanizada, sendo ocupada por casas e edifícios, aranhas-céu comerciais, pontes, túneis e vias expressas.

3. Resultados

A partir de estudo conduzido pela metodologia de avaliação do impacto humano da urbanização de Rodrigues (2010) e produzindo uma grande quantidade de mapas da morfologia original e antropogênica numa retrospectiva de 100 anos, Moroz-Caccia Gouveia (2010) avaliou a evolução de uma série de indicadores, dentre eles, o indicador "comportamento hidrodinâmico" das morfologias originais e das morfologias antropogênicas da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí.

Como resultado sintético destas avaliações, a evolução dos valores obtidos para os parâmetros "áreas com tendência à Infiltração" e "áreas com tendência ao escoamento superficial/ difuso ou concentrado" representam o potencial da urbanização na geração de fluxos de alta magnitude em vertentes, fundos de vale e canais na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí ao longo dos últimos 100 anos (Fig. 2).

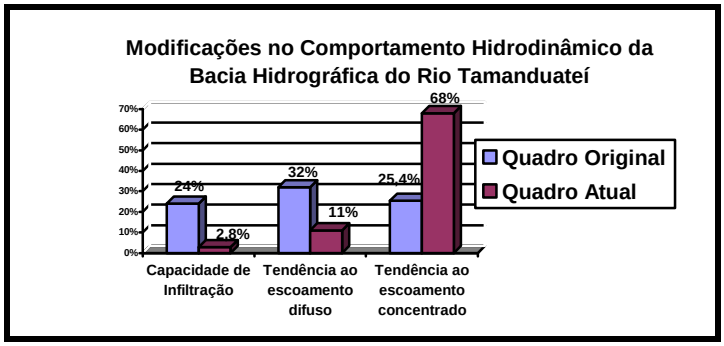


Figura 2. Mudanças nas tendências no comportamento hidrodinâmico da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí nos últimos 100 anos

No quadro original, cerca de 24% da área da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí apresentava tendência à infiltração. No quadro atual essas áreas foram reduzidas, equivalendo à apenas 2,8% da área da bacia hidrográfica. Do mesmo modo, as áreas com tendência ao

escoamento superficial difuso que, no quadro original, correspondiam a cerca de 32% da área total, hoje correspondem a cerca de 11% da área da bacia hidrográfica. Por outro lado, as áreas com tendência ao escoamento superficial concentrado que, no quadro original restringiam-se a 26,4%, atualmente correspondem a mais de 68% da área total da bacia hidrográfica.

Além dessas avaliações de caráter quali-quantitativo oriundas do cruzamento cartográfico da morfologia original/antropogênica, a análise da cartografia retrospectiva permitiu avaliações espaciais quantitativas a partir de outros indicadores.

Os produtos cartográficos elaborados permitiram correlacionar o aumento das áreas em estágio consolidado da urbanização a prováveis efeitos hidrodinâmicos, como por exemplo, aumento das vazões de alta magnitude (vazões de projeto), conforme a Tabela 1.

Ano	Vazões de projeto	Taxa de urbanização
1890	30 m³/s	0,9 %
1930	60 m³/s	20,3 %
1980	484 m³/s	85,0¨%
2010	700 m³/s	92,0 %

Tabela 1. Correlação entre vazão e urbanização na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí
Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2010)

Na Tabela 1, observa-se que a vazão de projeto[1] na foz do Rio Tamanduateí aumentou mais de 23 vezes no período de cem anos, ou seja 2.300%. Por outro lado, pesquisas do Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST-Inpe) e do IAG-USP afirmam que, nos últimos 80 anos, os temporais tornaram-se mais frequentes e as chuvas aumentaram 30% na RMSP. Segundo esses pesquisadores, de forma geral, dois fatores principais podem estar relacionados à alteração no regime de chuvas na região metropolitana: as mudanças climáticas globais, um fenômeno de grande escala, e o efeito ilha de calor, de caráter localizado e típico das megacidades. Apontam, portanto, que o próprio processo de urbanização interfere no regime de entrada de chuvas destes sitemas fluviais.

No entanto, os resultados obtidos por Moroz Caccia-Gouveia (2010) evidenciam o fato de que a influência da urbanização não se restringe aos processos atmosféricos. O aumento de 2.300 % da vazão de projeto (vazão extrema) do Rio Tamanduateí não pode ser explicado exclusivamente pelo aumento de 30% nas precipitações na RMSP. Parte desse incremento, ainda que considerado em projeções, está claramente relacionado à substituição de morfologias originais por morfologias antropogênicas, além de outras modificações trazidas pela urbanização, tais como: impermeabilização, instalação de condutos, canalizações, retificações de afluentes, aterros, bem como *"inputs"* ou entradas de água de outras bacias hidrográficas pelo sistema de abastecimento público.

Noutro estudo realizado com base nas orientações da Geomorfologia Urbana Histórica, Berges (2013) avaliou as correlações entre as intervenções urbanas nos sistemas hidromorfológicos, as tendências espaciais e frequência das inundações na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca. Para tal avaliação foram identificados os eventos de inundação (data e ocorrência espacial) com ocorrência relatada nesta bacia entre os anos de 1971 e 2011 (Gazeta da Vila Prudente e Folha de Vila Prudente). Dentre outras correlações, estes eventos de inundação foram correlacionados aos totais diários de precipitação. Foi também foi realizada a cartografia retrospectiva do período, para obtenção de indicadores como: supressão da planície de inundação, intervenções em canais fluviais e taxas de impermeabilização da bacia.

Um dos principais resultados deste estudo, que também reforça a discussão das forçantes antrópicas e climáticas dos eventos extremos de inundação em São Paulo, foi o da correlação

[1] Vazão de projeto pode ser estimada com base em séries de vazões históricas ou através de séries de precipitação (chuvas) junto com modelos hidrológicos do tipo precipitação-vazão. (Villela & Mattos, 1975)

positiva entre o aumento das intervenções urbanas e o aumento da frequência e magnitude das inundações relatadas, conforme pode ser observado no Tabela 2 e na Figura 3 a seguir.

Década	Taxa de impermeabilização da bacia hidrográfica %	Taxa de supressão da planície de inundação %	Taxa de perturbações morfológicas nos canais fluviais %	Número de eventos de inundação relatados
1970*	61,5	79,9	88,12	11
1980*	61,5	79,9	100	18
1990	90,7	99,6	100	23
2000	93,5	100	100	33

*Dados obtidos a partir de mapa de uso do solo de 1972.

Tabela 2. Evolução das intervenções nos sistemas hidromorfológicos e eventos de inundação relatados na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca para um período de 40 anos
Fonte: Berges (2013)

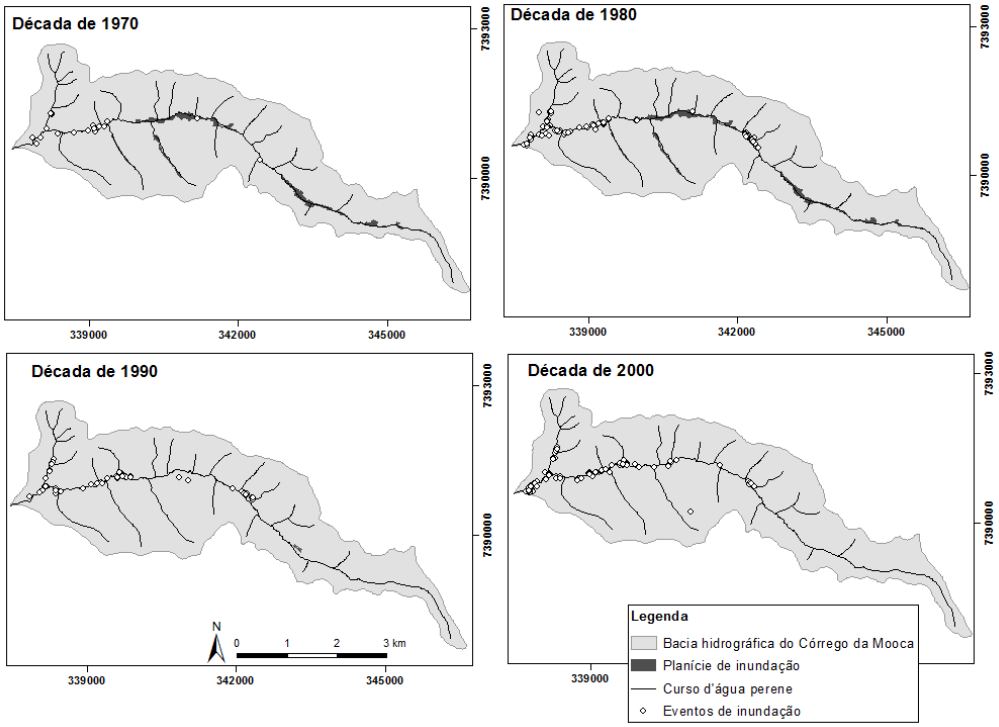


Figura 3. Localização dos eventos de inundação relatados na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca. Fonte: Berges (2013)

Na análise espacial observou-se também que o aumento da frequência e da magnitude das inundações ficou restrito a apenas alguns setores da antiga planície de inundação, em locais onde as tendências espaciais da morfologia original para acúmulo de água foram potencializadas pela morfologia antropogênica.

Outra conclusão analítica relevante, que também sinaliza para a importância inequívoca das intervenções urbanas na geração de eventos extremos foi a da identificação de que os eventos de inundação relatados para o período de 40 anos são mais frequentes nas faixas de precipitação com o total diário de até 60 mm, alcançando 87,1% e que 42,3% dos eventos relatados ocorrem numa magnitude de precipitação diária total não excepcional, ou seja, na faixa de 0,1 a 15mm.

Análises de um grande trecho da planície fluvial do Rio Pinheiros, também vêm colaborando para a discussão da relevância das intervenções antrópicas em eventos fluviais extremos. De acordo com Luz (2010), o Rio Pinheiros pré-urbano possuía um padrão de canal meândrico típico, com fluxo d'água contínuo e frequência anual de extravasamento de seu

canal, que fluía para o Rio Tietê com uma ampla planície de inundação e baixos níveis de terraços. Há, atualmente, um canal artificial com fluxo d'água controlado por estruturas de engenharia e com baixa descarga em direção ao Rio Tietê ou à montante. As intervenções antrópicas transformaram o antigo sistema fluvial num sistema próximo ao lacustre, com alguma intermitência na direção do fluxo e com capacidade de transporte significativamente reduzida. O atual canal Pinheiros responde aos eventos de chuva por meio da quase instantânea elevação do nível d'água, enquanto nas estiagens ocorre o rebaixamento generalizado do nível d'água do canal. A drenagem dos antigos terrenos úmidos das planícies de inundação e baixos terraços permitiu a sua urbanização. Por outro lado, a função hidrológica destes setores em armazenar temporariamente os volumes extravazados pelo canal em eventos extremos de vazão foi completamente perdida.

Atualmente, as águas das inundações por extravasamento do canal Pinheiros ficam restritas às suas margens imediatas, não se distribuindo pela antiga planície de inundação em função de um sofisticado sistema de controle de cheias que envolve o bombeamento das águas para reservatórios situados a montante. No entanto, este efeito é sentido apenas ao longo do canal Pinheiros e não nos canais afluentes que, ao contrário, tiveram suas inundações potencializadas. No eixo destes antigos afluentes foram também implantadas avenidas, ruas e edificações, frequentemente recobertas pelas águas das inundações.

Dentre os efeitos da morfologia antropogênica há que se considerar ainda o dos aterros, que obstruem fluxo d'água em sua retaguarda. Este é outro exemplo de como as intervenções urbanas em sistemas fluviais do meio tropical úmido podem modificar as tendências espaciais, a magnitude e a frequências de eventos fluviais extremos. Na Figura 4 é possível observar a antiga planície de inundação e a localização das inundações atuais relatadas.

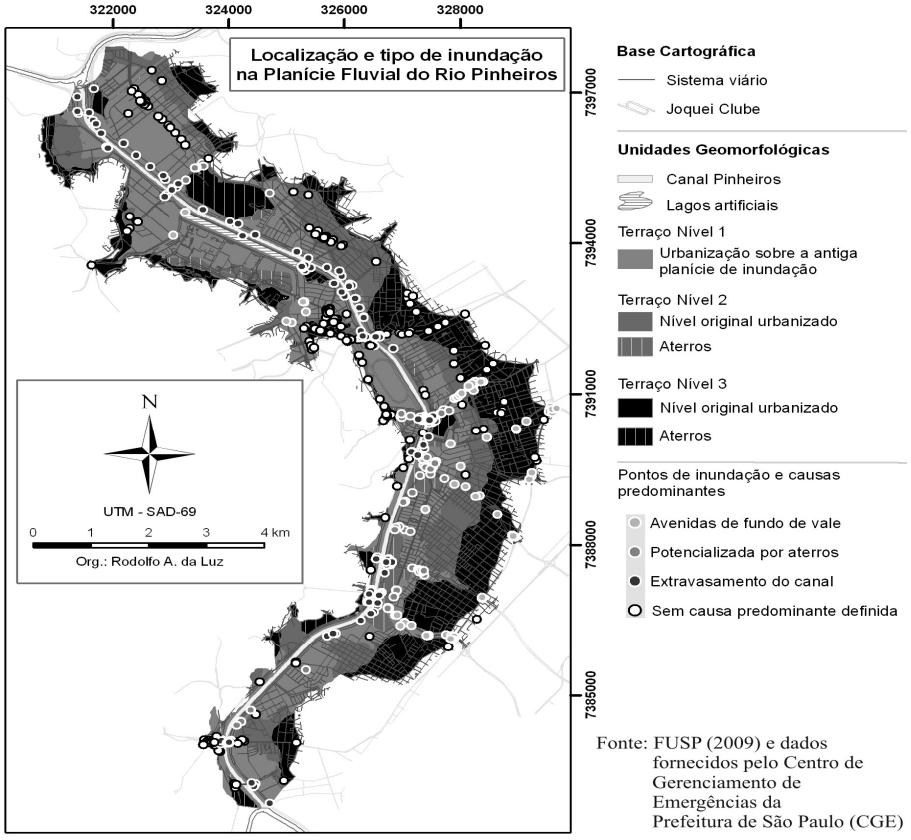


Figura 4. Localização dos eventos de inundação relatados na planície fluvial do Rio Pinheiros. Fonte: Luz (2014)

Considerações Finais

Os resultados demonstram que, no que tange a processos extremos como cheias e inundações em áreas urbanas do meio tropical úmido, a variável antrópica é das mais relevantes, tendo em vista que pode aumentar ou diminuir a frequência e a magnitude destes eventos, deslocar tendências espaciais ou transformar eventos pluviais ordinários em eventos extremos quanto aos efeitos hidromorfológicos. Se acresecentarmos a este quadro, o aumento de eventos extremos por forçantes climáticas, a prospecção para cenários futuros para a região metropolitana de São Paulo é das mais preocupantes. Muito provavelmente haverá necessidade de continuar com intervenções hidráulicas emergenciais de curto prazo e, simultaneamente com medidas não estruturais de efeitos de longo prazo. Fica evidente, portanto, que as intervenções antrópicas nos sistemas fluviais são variáveis indispensáveis para a correta avaliação das tendências espaço-temporais de processos extremos e que esta variável se coloca hoje no mesmo patamar de importância dos eventos atmosféricos extremos.

Referências bibliográficas

Berges B., 2013. *Geomorfologia Urbana Histórica aplicada à análise das inundações na bacia hidrográfica do Córrego da Moóca - São Paulo, SP*, São Paulo: Dissertação (Mestrado em Geografia Física). DG-FLCH-USP.

Brunsden D., 1996. Geomorphological events and landform change. *Z.Geomorph.N.F.*, **40**(3), pp. 273-288.

Douglas I. & Lawson N., 2000. The Human Dimensions of Geomorphological Work in Britain. *Journal of Industrial Ecology*, **2**, p. 9–33.

Luz R.A., 2010. Geomorfologia da Planície Fluvial do Rio Pinheiros entre os bairros de Pinheiros, Butantã e Cidade Jardim, São Paulo : Dissertação (Mestrado em Geografia Física). DG-FFLCH-USP

Luz R. A. & Rodrigues C., 2013. Reconstituição geomorfológica de planícies fluviais urbanizadas: o caso do rio Pinheiros, São Paulo-SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **14**, pp. 47-57.

Moroz-Caccia Gouveia I. C., 2010. *Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo: Tese (Doutorado em Geografia Física). DG-FFLCH-USP.

Rodrigues C., 2010. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidro-hidrogeomorfológicos: Desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, **20**, pp. 111-125.

Rodrigues R. & Coltrinari L., 2004. *Geoindicators of urbanization effects in humid tropical environment: São Paulo (Brazil) Metropolitan Area.*. Florença, Anais da 32º International Geological Congress, **2**, p. 976.

QUALIDADE DE VIDA URBANA - OS DESAFIOS DA MENSURAÇÃO - O CASO DE BARUERI E OSASCO NO BRASIL - METODOLOGIA DESENVOLVIDA BASEADA NOS ESTUDOS EM ESTRASBURGO, FRANÇA

ROGGERO M. A. (1), LUCHIARI A. (1)

(1) laboratório de Sensoriamento Remoto, Av. Prof. Lineu Prestes, 338 - Cidade Universitária - Prédio Geografia/História [marilia.roggero@usp.br, aluchiar@usp.br]

Resumo – *Este artigo discute sobre a qualidade de vida urbana e os desafios no que diz respeito a sua conceituação e sua mensuração. É fruto do estágio de doutorado realizado na Universidade de Estrasburgo, onde uma parte da metodologia para medir a qualidade de vida urbana foi elaborada. A área de estudo no Brasil é composta pelos municípios de Osasco e Barueri, no Estado de São Paulo. Foi realizada em Estrasburgo pesquisa bibliográfica sobre o tema e compilação, tendo em vista a elaboração de um contraponto com a situação brasileira.*
Palavras-chave: *qualidade de vida urbana, desigualdade social, morfologia urbana, mensuração.*

Résumé – Qualité de la vie urbaine - les défis de mésure – le cas de Barueri et Osasco au Brèsil - méthodologie développée en études basées à Strasbourg, France. *Cet article discute la qualité de la vie urbaine et les défis concernant sa conceptualisation et son mesurage. Il est fruit du résultat du stage de doctorat mené à l'Université de Strasbourg, où une partie de la méthodologie pour mesurer la qualité de la vie urbaine a été élaborée. La zone d'étude au Brésil est composée des municipalités de Osasco et Barueri, dans l'État de São Paulo. S'est tenue à Strasbourg la recherche bibliographique sur le sujet et la compilation et élaboration du contrepoint avec la situation brésilienne.*
Mots-clés : *qualité de la vie urbaine, inégalité sociale, morphologie urbaine, mesurage.*

Abstract – Quality of urban life - the challenges of measurement - the case of Barueri and Osasco in Brazil – methodology developed based on studies in Strasbourg, France. *This article discusses the quality of urban life and the challenges concerning its conceptualization and measurement. It is the result of the doctoral internship conducted at the University of Strasbourg, where a part of the methodology for measuring the quality of urban life was developed. The study area in Brazil is composed of the municipalities of Osasco and Barueri, in the State of São Paulo. Literature research about the topic was conducted in Strasbourg, compiled with a view to developing a contrast to the Brazilian situation.*
Keywords: *quality of urban life, social inequality, urban morphology, measurement.*

Introdução

A qualidade de vida urbana é um tema polissêmico e por isso envolve questões multidisciplinares apresentadas por meio de perspectivas diferenciadas, de acordo com a relevância do momento histórico, das condições sociais, bem como da ideologia dominante e a partir dos objetivos propostos. A ideia de mensurar a qualidade de vida urbana é algo importante tendo em vista os problemas enfrentados hoje nas grandes cidades do mundo como poluição do ar, das águas, tráfego intenso, déficit habitacional, falta de espaços públicos (principalmente nas cidades dos países emergentes).

Dentro dessa perspectiva, o grande desafio consiste na caracterização da qualidade de vida urbana, além da tentativa de sua interpretação/identificação na morfologia urbana, bem como sua mensuração. Entretanto, sabe-se que trabalhar com a questão urbana e com qualidade de vida nas cidades dos países emergentes, como o Brasil, é completamente diferente de tratar do mesmo tema nas cidades europeias, por exemplo.

Ao tentarmos comparar municípios da Região Metropolitana de São Paulo como Osasco e Barueri, cidades médias em termos populacionais, possuem de acordo com o censo demográfico 2010, 260.000 e 700.000 habitantes respectivamente, com a cidade de Estrasburgo, cidade média francesa, 470.000 habitantes (2013) de acordo com strasbourg.org, nos deparamos com a falta elementos para tal análise e por isso decidiu-se destacar estudos sobre a qualidade de vida urbana desenvolvidos em Estrasburgo e na França.

1. Área de estudo

Barueri e Osasco são municípios que se localizam na porção noroeste da Região Metropolitana de São Paulo e tem crescido de maneiras diferenciadas, evidenciando processos opostos de segregação sócio-espacial. Barueri, município criado em 1948 beneficiou-se amplamente no processo de reestruturação produtiva que teve início na década de 1970 e também pelo início das implantações dos condomínios residenciais fechados na mesma década.

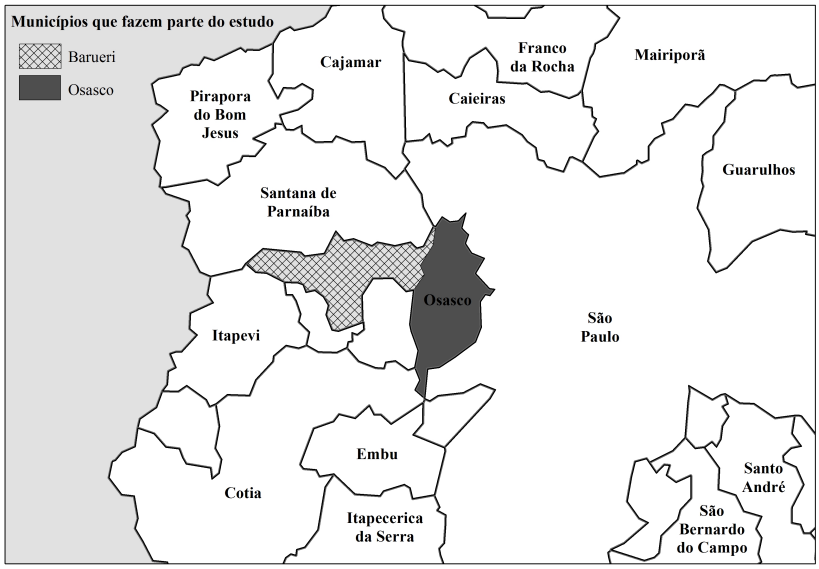


Figura 1: Localização de Barueri e Osasco na Região Metropolitana de São Paulo

Osasco conheceu outro tipo de desenvolvimento do município vizinho, município criado em 1962, foi no início considerado "cidade dormitório" de São Paulo, mas a partir da década de 1970/80 com a implantação de diversas indústrias em outros municípios da Região metropolitana de São Paulo, também resultante da reestruturação produtiva, o município atraiu população em busca de novas oportunidades de trabalho. Essa população encontrou em Osasco terrenos mais baratos, porém, com pouca infraestrutura, são os conhecidos loteamentos clandestinos. Trabalhadores que não tiveram acesso aos terrenos desse tipo de loteamento, foram morar em favelas. Não por acaso que 3,2% do município de Osasco é atualmente ocupado por favelas.

Estrasburgo na França é exemplo de cidade muito mais antiga que as cidades brasileiras que compõe a área de estudo. Localizada na região da Alsácia, Estrasburgo passou por guerras e conflitos e somente em 1681 foi anexada à França. No período entre guerras, a população de Estrasburgo atingiu a cifra de 250.000 em 1936. Nos anos de 1943-1944 as forças aliadas bombardearam Estrasburgo e aproximadamente 7.500 imóveis foram destruídos e 2000 precisaram ser demolidos, devido ao abalo nas estruturas. Arquitetos e engenheiros responsáveis preferiram reconstruir os edifícios, preservando suas características originais.

De acordo com Gerber (2000), é por volta dos anos 1950 que Estrasburgo começa a investir mais nas periferias, devido ao grande déficit habitacional que ocorria em toda França. É também nessa época que a periferia começa a receber investimentos e o centro de Estrasburgo antigo deixa de ser o local principal das habitações. Essa "operação" urbana, segundo Gerber (2000), não apresentou características de gentrificação. Foi um plano voltado à diminuição do déficit habitacional de Estrasburgo, e também para diminuir a densidade no centro. Essa renovação urbana, melhorou a ligação entre o centro e alguns bairros periféricos. Essa ligação foi efetivamente melhorada com a implantação do sistema de transporte público via TRAMWAY implantada nos anos 1990. Esse investimento no transporte público trouxe para os pedestres e ciclistas outra forma de mobilidade, reforçando a centralidade dos espaços conduzindo-o a uma especialização da função comercial. Paralelo ao processo de valorização do centro, o sistema tram permitiu que a periferia também fosse conectada à ele.

1.1. Breve histórico sobre qualidade de vida urbana no Brasil e na França

A primeira ideia quando foi proposto o estágio seria tentar traçar comparações entre os municípios brasileiros e o município francês, baseado em dados e estudos a respeito da qualidade de vida. Entretanto, devido as diferenças tanto em termos populacionais, quanto históricos e mesmo econômicos, vimos que esse tipo de análise seria inviável.

De acordo com Tobelem-Zanim (1995) foi somente no final do século XX que foi desenvolvido o conceito de qualidade de vida urbana, mas a autora afirma que desde os séculos XVII e XVIII a população já se incomodava com a situação das cidades e muitos tentavam melhorar as condições de vida e de higiene precárias.

O século XX foi marcado pela adoção de um modo de vida mais urbano não só na França, como no mundo todo. País de tradição rural, a França tornou-se um país mais urbano a partir dos anos 1950, quando houve uma aceleração do processo de urbanização.

Os anos entre 1950 a 1970 Tombelem-Zanim os classifica como uma mudança significativa na paisagem urbana das cidades francesas e a predominância da periferia urbana. Certamente essa alteração trouxe mudanças significativas tanto para a forma urbana quanto para a qualidade de vida dessa população. É a partir dessa década, 1970 que com a urbanização em massa, que profissionais como arquitetos, sociólogos e urbanistas são persuadidos e convencidos de que era de suma importância preservar determinadas áreas e as diversas paisagens do urbano, fundamentais para a existência de um melhor quadro de vida. (TOMBELEM-ZANIM, 1995)

No Brasil os estudos acerca dessa temática ganharam força a partir da década de 1980 devido a percepção da degradação ambiental e a qualidade de vida vinculou-se ao conceito de qualidade ambiental. Ocorre uma mescla de tal ordem nos conceitos de qualidade ambiental e qualidade de vida, que em muitas ocasiões torna-se difícil estabelecer se a qualidade de vida é um dos aspectos da qualidade ambiental ou se a qualidade ambiental é um componente do conceito de qualidade de vida. (NAHAS, 2001)

Maricato (2001) acredita que atualmente, para elaborar um caminho de planejamento e gestão que contrarie o rumo devastador que tem tomado as cidades brasileiras, tanto no social quanto ambiental, exige alguns pressupostos, dentre eles o primeiro a receber destaque, é a criação da consciência da cidade real e indicadores de qualidade de vida que reflitam tal realidade.

2. A análise de qualidade de vida urbana pela ótica geográfica

Na Geografia a conceituação/análise da qualidade de vida urbana por meio da satisfação das necessidades básicas; diferentemente da ótica economicista que dão ênfase aos bens e utilidades, tenta estabelecer critérios a partir da organização espacial, visando uma classificação que ofereça subsídios para a implantação de políticas públicas, e consequentemente uma melhora na qualidade de vida da população.

Para as políticas públicas, o espaço urbano é pensado em termos territoriais, onde se encontra o problema a ser resolvido (Rodrigues, 2011). Nesse sentido, os indicadores socais, instrumento bastante utilizado na formulação dessas políticas, também tem de ser construído na escala do território.

Deste modo, a construção de um indicador de qualidade de vida urbana na escala municipal busca ser instrumento que expresse as profundas desigualdades das populações no caso das cidades brasileiras. Como bem destaca Koga (2011) é a agudização do processo de exclusão social e é nesta relação exclusão/inclusão que devem ser construídas novas propostas

metodológicas para examinar características sociais e territoriais a partir da tradução de índices objetivos que destaquem essas desigualdades.

2.1. O desenvolvimento da metodologia de análise da QVU para os municípios brasileiros

O desenvolvimento dessa etapa de pesquisa, relacionada aos municípios brasileiros, constituiu da separação de variáveis e montagem indicadores do censo demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), todos em porcentagem. Importante destacar que a elaboração dessa etapa metodológica foi desenvolvida na Universidade de Estrasburgo baseada nos estudos de Cauvin; Serradj & Escobar (2008) e Gerber (2000).

Desta forma, foram criados 44 indicadores, oriundos de 44 variáveis extraídas do censo demográfico IBGE 2010. A partir da elaboração e da análise das componentes principais (ACP), esse número foi reduzido para 24 indicadores (tabela 1).

condições de Habitação (Porcentagem)	Domicílios particulares permanentes
condições de Saneamento (Porcentagem)	Domicílios particulares permanentes – abastecimento de água – rede geral Domicílios particulares permanentes – com banheiro ou sanitário Domicílios particulares permanentes – com banheiro ou sanitário – esgotamento sanitário – rede geral de esgoto ou pluvial Domicílios particulares permanentes – com banheiro ou sanitário – esgotamento via fossa séptica Domicílios particulares permanentes – destino do lixo – coletado por serviço de limpeza Domicílios particulares permanentes – 1 banheiro Domicílios particulares permanentes – 4 banheiros
Renda (Porcentagem de domicílios) (as classes foram reagrupadas)	Domicílios particulares permanentes com renda até 2 do salários mínimos Domicílios particulares permanentes com renda de 3 a 5 salários mínimos Domicílios particulares permanentes com renda de 6 a 10 salários mínimos Domicílios particulares permanentes com renda de mais de 10 salários mínimos
Características Demográficas (Porcentagem)	Pessoas residentes cor ou raça – branca Pessoas residentes cor ou raça – parda
Educação (Porcentagem)	Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes – alfabetizadas
Entorno (Porcentagem)	Domicílios particulares permanentes com moradia adequada – Existe identificação do logradouro Domicílios particulares permanentes com moradia adequada – Existe iluminação pública Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Existe calçada Domicílios particulares permanentes com moradia adequada – Existe meio-fio/guia Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Existe bueiro boca-de-lobo Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Não existe bueiro boca-de-lobo Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Existe árvores Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Não há esgoto a céu aberto Domicílios particulares permanentes com moradia adequada – Não existe lixo acumulado nos logradouros.

Tabela 1 : Indicadores que fizeram parte da ACP. Dados IBGE, 2010. Elaborada pela autora.

Essa redução ocorre, pois, esse tipo de análise multivariada busca a identificação de fatores num conjunto de dados. A análise de componentes principais de acordo com FAISSOL

(1978) possui três estágios fundamentais: a extração dos fatores de uma matriz de correlação; a rotação dos eixos de referência; a interpretação dos fatores.

Cumprido todos os estágios, após vários testes, a etapa mais interessante é a interpretação dos fatores. Geralmente esse tipo de análise multivariada serve de base para outra análise, a de *clusters* ou de agrupamento. Isso porque uma vez reduzida as dimensões dos dados, torna-se necessário para mapeamento sintético pensar em uma forma classificação, que pode ser propiciada pela análise hierárquica de agrupamento.

Os resultados encontrados na análise de componentes principais (ACP) elaborada com a rotação varimax, método que permite uma simplificação máxima se houverem somente valores próximos de 0 e 1 em uma coluna, propicia uma interpretação mais clara dos fatores. Outro valor importante notar é o teste KMO que indica o tamanho adequado da amostra, no presente caso, 0,869 (sendo que o valor máximo é 1), e a variância total explicada para os 4 primeiros fatores que é de 78, 42% (*outpu spss*) o que demonstra o poder explicativo do conjunto de indicadores.

As figuras a seguir (2 a 5) representam os resultados das cargas fatoriais de cada fator. Essas cargas permitem interpretações a respeito das correlações elaboradas com os dados de entrada. A construção desses mapas e gráficos conhecidos como *broken stick* são fundamentais para uma interpretação mais apurada dos fatores. Para estudiosos das ciências humanas apesar de imprescindível o rigor estatísticos das análises, uma boa interpretação é essencial para os resultados.

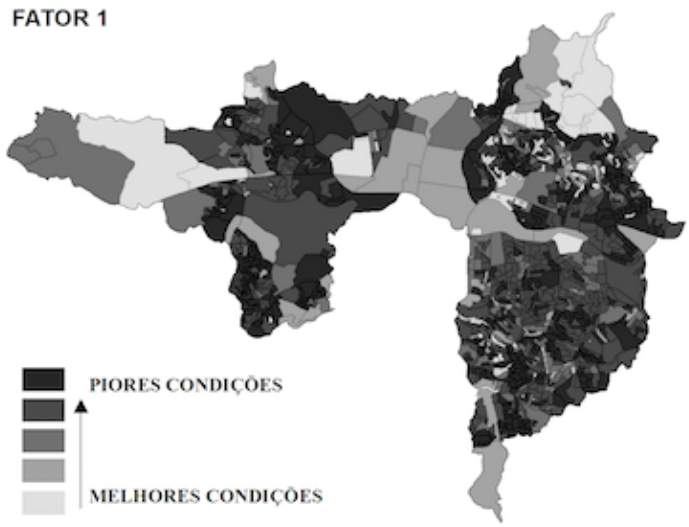
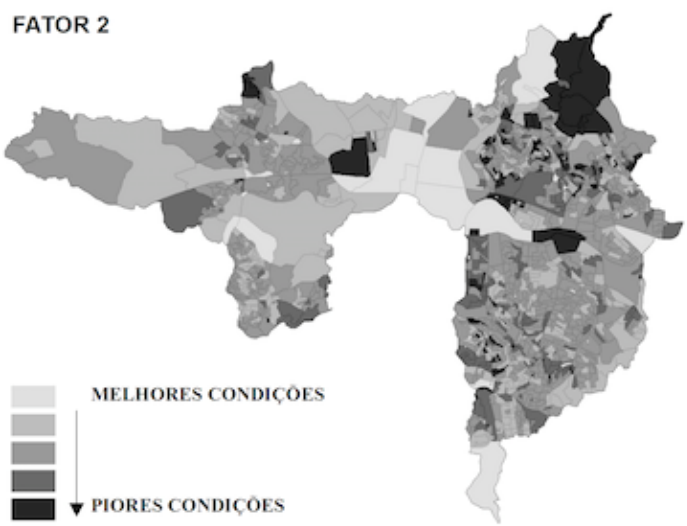


Figura 2: Resultados do primeiro fator. Setores Censitários IBGE, 2010. Elaborado pela autora

Esse fator é o que possui maior variância explicada (41,97%) e agrupa os dados de entorno como domicílios adequados com identificação de logradouro, iluminação pública, calçada e sem lixos acumulados nas ruas. Quanto mais escuro (o preto no mapa) piores são as condições no entorno, quanto mais claro (cinza claro no mapa) melhores são essas condições. Muitas das áreas escuras são favelas dos municípios e bairros mais pobres ou setores com dados deficitários.



O segundo fator, com variância explicada de 19,22%, destaca os domicílios com banheiro de uso exclusivo dos moradores, domicílios com um banheiro, coleta de lixo por serviço de limpeza e serviço de abastecimento de água da rede geral. Quanto mais escuro (preto no mapa), piores são as condições dos domicílios, quanto mais claro (cinza claro no mapa), melhores são essas condições.

Figura 3: Resultados do segundo fator. Setores Censitários IBGE, 2010. Elaborado pela autora

Os dois fatores expostos até o momento, definem 61,2% da variância explicada e por isso, foram os mais importantes na composição da análise hierárquica de agrupamento. O fato dos indicadores selecionados abordarem a infraestrutura do território, como por exemplo, esgotamento sanitário e qualificação do entorno por si só já apresentam temas que há muito tempo já foram tratados nas cidades europeias, como no caso de Strasbourg. Os estudos lá também evidenciam a segregação sócio espacial, porém, essa é muito mais relacionada à questão da imigração e à diferentes condições territoriais que estão distantes da precariedade encontrada nos municípios brasileiros.

O terceiro fator, com variância explicada de 10,33% da amostra, opõe os domicílios com renda elevada, mais de 10 salários mínimos e residências com quatro banheiros e predominância de responsáveis brancos e os setores com responsáveis pardos, com renda mais baixa até 3 salários mínimos. Novamente verifica-se as áreas mais ricas dos dois municípios em Barueri representada pelos condomínios fechados, Alphaville e Tamboré e em Osasco pelo city Bussocaba e Vila São Francisco e também as mais pobres como Colinas D'Oeste em Osasco e Vila Imperial em Barueri. Infelizmente, na presente escala do mapa é impossível de indicar cada uma dessas localidades.

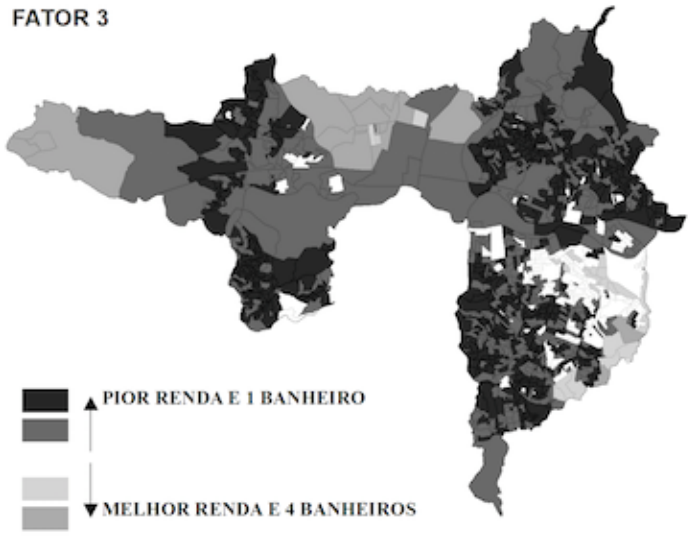


Figura 4: Resultados do terceiro fator. Setores Censitários IBGE, 2010. Elaborado pela autora

Esse fator é o mais difícil de se interpretar e o que apresenta a menor variância explicada (6,86%) e portanto, há um pouco de confusão nos resultados de alguns setores. De modo geral, os setores preto do mapa representam os domicílios onde os chefes de família recebem até dois salários mínimos e predomínio de residentes pardos. O setores que estão em branco, ressaltam os que possuem faixa de renda entre três a cinco salários mínimos com predomínio de residentes brancos e por fim, o cinza claro, representa os setores onde os domicílios recebem entre seis a dez salários mínimos, também com predomínio de residentes brancos.

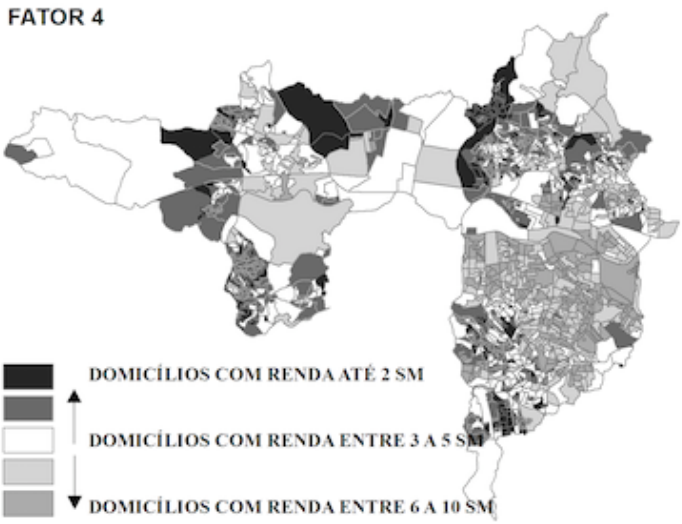


Figura 5: Resultados do quarto fator. Setores Censitários IBGE, 2010. Elaborado pela autora

Com os resultados da ACP apresentados, foi organizada uma análise hierárquica de agrupamento voltada para a elaboração do mapa síntese de qualidade de vida urbana no referente aos dados do censo (figura 6). Outra etapa da presente pesquisa consistirá na elaboração de um outro mapa síntese de qualidade de vida, com informações extraídas do mapeamento de uso do solo dos municípios que compõe a área de estudo e, posterior integração desses mapas sínteses para verificação/análise de suas morfologias urbanas.

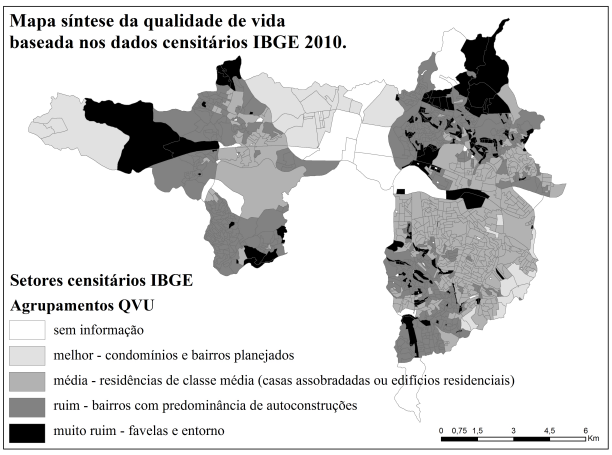


Figure 6 : Mapa síntese de qualidade de vida urbana – Setores censitários IBGE, 2010. Elaborado pela autora.

O mapa síntese de qualidade de vida urbana destaca as características sócio-territoriais de cada uma das classes agrupadas. Os resultados corroboram o que já é esperado, as áreas de favelas e seu entorno possuem as piores classificações, enquanto que os bairros planejados ou com presença de condomínios fechados, possuem as melhores. No mapa os setores mais ao norte e ao sul de Osasco onde se encontram os bairros Colinas do Oeste e Jardim Conceição, por exemplo, apresentam áreas de precariedades com relação à infraestrutura, renda dos domicílios e condições do entorno e por isso, na metodologia se encontram agrupadas nas piores QVU (muito ruim). Em Barueri as piores áreas encontram-se mais próximas do centro e isoladas dos condomínios fechados.

Conclusão

Ao se pensar no desenvolvimento de metodologia de avaliação da qualidade de vida urbana, um aspecto de suma importância passa a ser os tipos de dados disponíveis para avaliação. Outro questão passa a ser a escala de análise, pois municípios maiores possuem maior quantidade de dados disponíveis e sistematizados que os menores. Além disso, é necessário atentar para o tipo de urbanização que será avaliada.

Essas questões foram levantadas após pesquisa bibliográfica intensa e também após estágio realizado na Universidade de Estrasburgo, onde foi possível aprofundar o estudo da estatística, como instrumento de auxílio na pesquisa em Geografia, e também entrar em contato com estudos locais sobre qualidade de vida, podendo utilizá-los como referência.

Em uma sociedade como a francesa que há muito superou problemas crônicos de infraestrutura, Estrasburgo, por exemplo, apresenta seus principais problemas relacionados aos imigrantes e os bairros periféricos onde preferencialmente esse público vive, ao transporte público e sua maior integração centro-periferia.

Infelizmente nas cidades brasileiras ainda é premente garantir infraestrutura básica, pois mesmo nas maiores como São Paulo e Rio de Janeiro, o tratamento de esgotos, por exemplo, não atinge os 100%. Além disso, as áreas de precariedade habitacional, caracterizadas principalmente pelas favelas, também apresentam uma barreira para que as questões relativas ao saneamento básico sejam sanadas no Brasil e que a qualidade de vida de sua população melhore.

Portanto, quando se trata da análise urbana e da qualidade de vida especificamente, é extremamente importante em termos de Brasil discutir áreas de lazer, acessibilidade, parques e demais equipamentos públicos, sem perder o foco de questões básicas como o saneamento. Não é possível avançar nessa temática nos municípios brasileiros sem diminuir a desigualdade sócio espacial.

Referências bibliográficas

Cauvin C., Escobar F., Serradj A., 2008 : *Cartographie thématique 3: méthodes quantitatives et transformations attributaires.* Paris: Lavoisier/Hermes. 276 p.

Faissol S., 1978 : Teorização e Quantificação em Geografia. Tendências atuais na Geografia Urbano/ Regional teorização e quantificação. In FAISSOL, S. (Org.). IBGE: Rio de Janeiro, (3-32)

Filho O. Bueno A. Filho N. de S., 2005: A Morfologia das Cidades Médias. Goiânia: Ed. Vieira, 116 p.

Gerber P., 2000: Gentrification et confort posmoderne elements emergents de nouvelles centralites – l'exemple de Estrasburgo. *Tese de doutorado. Université de Estrasburgo. Faculté de Géographie et aménagement*. 2000. 581 p.

Januzzi P. M., 2002 : Indicadores Sociais na formulação e avaliação de Políticas Públicas. *Revista Brasileira de Administração Pública, Rio de Janeiro, **36,*** 51-72.

Koga D., 2011 : *Medidas de cidades.* Cortez Editora, 331 p.

Maricato E. Brasil, cidades – alternativas para a crise urbana. Petrópolis: Vozes, 2001. 204 p.

Rodrigues M. M. A., 2011 : *Políticas públicas.* Publifolha, 79 p.

EXTREMES HYDROLOGIQUES DANS LE BASSIN AMAZONIEN ET LEURS CONSEQUENCES

RONCHAIL J. [1,2], ESPINOZA J.C. [3], DRAPEAU G. [1], DEBUF O. [1], GUIMBERTEAU M. [4], FILIZOLA N. [5], GUYOT J.L. [6]

(1) Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Case courrier 7001, 75205 Paris Cedex 13, France [josyane.ronchail@locean-ipsl.upmc.fr, olivier.debuf@gmail.com, gui.drap@gmail.com]

(2) Laboratoire d'Océanographie et du Climat (LOCEAN) - Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)- Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

(3) Instituto Geofísico del Perú, Calle Badajoz #169 - Mayorazgo IV Etapa - Ate Vitarte, Lima, Perú [jhan-carlo.espinoza@igp.gob.pe]

(4) Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)-Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

(5) Universidad Federal de Amazonas, Manaus, General Rodrigo Octávio, 6200, Coroado I Cep: 69077-000, Manaus, Brazil [naziano.filizola@gmail.com]

(6) Institut de Recherche pour le Développement (IRD)- GET, 14, avenue Édouard Belin, 31400 Toulouse, France [jean-loup.guyot@ird.fr]

Résumé – *La fréquence des extrêmes hydrologiques est devenue particulièrement importante dans le bassin amazonien depuis les années 1990. Crues et sécheresses historiques affectent aussi bien le cours principal que les sous-bassins et sont sources de perturbations importantes pour les populations rurales et urbaines. Les tendances actuelles sont aussi celles qui sont simulées pour le milieu du 21ème siècle.*
Mots-clés : *extrêmes, hydrologie, Amazon, impacts*

Resumo – Extremos hidrologicos na bacia amazônica e suas conseqüências. *A freqüência de extremos hidrológicos tornou-se particularmente importante na bacia do Amazonas desde a década de 1990. Enchentes e secas históricas afetam tanto o curso principal como as sub-bacias. E são importantes fontes de dificuldades para a população urbana e rural. As tendências atuais são também aquelas que são simuladas para meados do século XXI.*
Palavras-chave : *extremos, hidrologia, Amazônia, impactos*

Abstract: Hydrological extremes in the Amazon basin and their consequences. *The frequency of hydrological extremes has become particularly important in the Amazon basin since the 1990s. Floods and historical droughts affect both the main stem and the sub-basins and are important sources of disruption to rural and urban populations. Current trends are also those that are simulated for the mid-21st century.*
Keywords: *extremes, hydrology, Amazon, impacts*

Introduction

L'Amazone a un débit moyen considérable, estimé à 208 000 $m^3.s^{-1}$ à l'embouchure (Callède et al. 2010). A Óbidos, la dernière station jaugée située à 800 km de l'océan (Figure 1), le débit moyen est de 170 000 $m^3.s^{-1}$, soit 100 fois plus que celui du Rhône à Arles ou encore 5 fois plus que celui du Congo, le deuxième fleuve du monde. Cette valeur oscille saisonnièrement entre 240 000 $m^3.s^{-1}$ en mai et 110 000 $m^3.s^{-1}$ en novembre. De plus, les débits varient de façon importante d'une année à l'autre ainsi qu'à long terme. Ce sont ces variabilités, leurs inscriptions spatiales dans l'immensité de ce bassin (près de 6 millions de km^2) ainsi que leurs causes climatiques et leurs conséquences pour les sociétés amazoniennes qui seront brièvement évoqués dans cet article. Ce texte reprend les résultats de publications antérieures et en cours.

1. Tendances

Les mesures hydrologiques sont relativement récentes dans le bassin de l'Amazone ; elles datent souvent des années 70, mais une longue série de valeurs de hauteur d'eau est disponible à Manaus sur le Rio Negro; les hydrologues les ont converties en débits à Óbidos sur le cours principal (Callède et al. 2004). La figure 2 montre des valeurs stables durant une première partie du 20ème siècle. Puis, elles augmentent à partir du début des années 1970,

qu'il s'agisse des valeurs mensuelles maximales ou minimales. Les valeurs de crue notamment deviennent très souvent supérieures à 250 000 $m^3.s^{-1}$. A partir du milieu des années 1980, les valeurs d'étiage diminuent, ce qui fait que l'on observe une accentuation des valeurs extrêmes et une augmentation de l'amplitude annuelles des débits. La figure 3 montre que les nombres de jours dont les débits excèdent le 95ème centile ou ne dépassent pas le 5ème centile sont devenus extrêmement fréquents depuis une vingtaine d'années. Ces caractéristiques ne sont pas observées dans l'ensemble du bassin ; en effet si les minima diminuent dans les sous bassins du sud, dans le nord du bassin, la région la plus arrosée, on assiste à une augmentation des débits de crue (Espinoza et al. 2009a).



Figure 1 : Le bassin de l'Amazone, les principales rivières et villes. Source : http://en.wikipedia.org/?title=User:Kmusser/Images#Amazon

Cette opposition nord-sud est aussi révélée par l'analyse des structures spatio-temporelles des débits amazoniens (Debuf, 2014). Ces résultats, cohérents avec l'évolution des précipitations (Espinoza et al. 2009b), seraient en lien avec une augmentation des températures de l'Atlantique nord tropical depuis les années 1990, qui favorise l'ascendance de l'air et la pluie dans le nord de l'Amérique du sud et subsidence et sécheresse dans le sud de l'Amazonie (Marengo et al. 2008, Zeng et al. 2008).

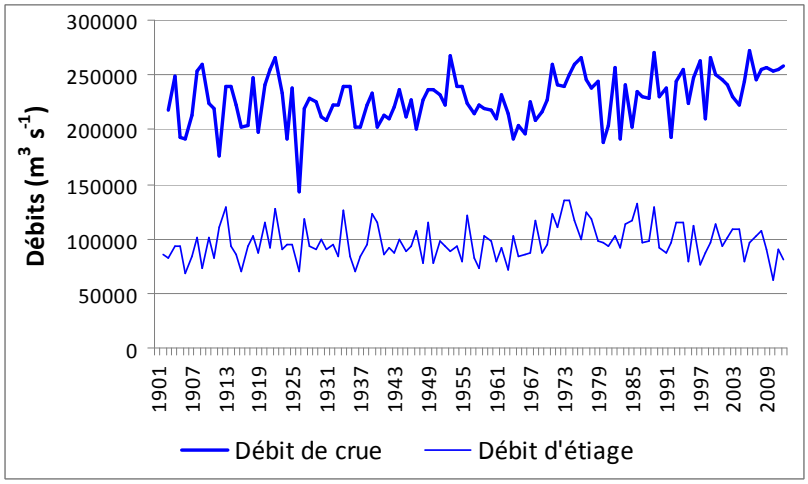


Figure 2 : Débits maxima et minima mensuels à Óbidos, sur le cours principal de l'Amazone. Adapté de Callède et al. 2004. Source des données: ORE HYBAM (http://www.ore-hybam.org/).

Ces tendances sont très similaires aux projections des modèles climatique et hydrologique pour le milieu du siècle prochain (Guimberteau et al. 2013).

2. Variabilité interannuelle et augmentation des extrêmes

La figure 2 montre également une variabilité interannuelle très importante des débits à Óbidos durant toute la période renseignée. Dans les années récentes, des étiages historiques, comme en 1995, en 1997-98, 2005 ou 2010 correspondent à des sécheresses très importantes concernant une grande partie du bassin. Celles-ci sont liées à des températures élevées dans l'Atlantique nord tropical en hiver et au printemps austral et à une réduction du transport de vapeur d'eau vers le bassin (Marengo et al. 2008; Zeng et al. 2008; Tomasella et al. 2010; Marengo et al. 2011; Espinoza et al. 2011; Satyamurty et al. 2012; Lavado et al. 2012) mais aussi à l'occurrence d'évènements El Niño qui favorisent une divergence anormale sur le bassin, comme en 1998. En 2010, ce sont ces deux types événements qui ont été responsables d'une sécheresse historique (Espinoza et al. 2011; Marengo et al. 2011).

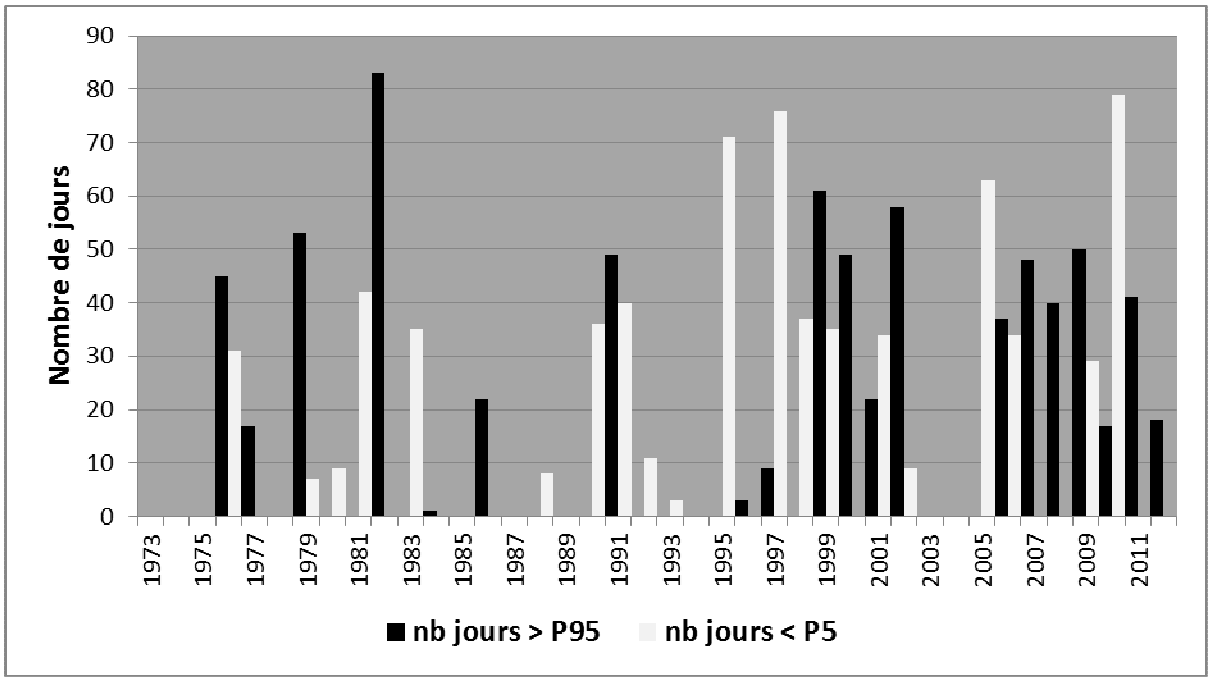


Figure 3 : Nombre de jours annuels à Óbidos dont les débits dépassent le 95ème centile et le 5ème centile de la période 1973-2012. Source des données: ORE HYBAM

De même, des valeurs très fortes ont été observées ces dernières années, en 1991, 1999, 2002, 2009 et plus récemment en 2012 et 2014, provoquant des inondations considérables (figure 4). Les crues les plus importantes sur le cours principal sont liées à trois types de phénomènes qui souvent se conjuguent:

a) des pluies anormalement fortes en été austral, en particulier dans les bassins du nord-ouest, les plus arrosés. Elles sont souvent liées à des événements La Niña dans le Pacifique équatorial ; ceux-ci favorisent la présence de train d'ondes aux latitudes moyennes, des anomalies de géopotentiel positives dans l'Atlantique tropical nord et négatives le long de la Zone de Convergence de l'Atlantique Sud, entre la côte Atlantique et le sud de l'Amazonie, qui accentuent la convergence d'humidité sur l'Amazonie (Espinoza et al. 2012 ; Espinoza et al. 2013). Marengo et al. (2012) souligne également le rôle des températures élevées de l'Atlantique tropical sud qui favorisent le déplacement vers le sud de la Zone de Convergence Inter Tropicale. Dans le sud du bassin enfin, les crues sont associées, à des températures élevées dans l'Atlantique sud subtropical (Ronchail et al. 2005, Espinoza et al. soumis).



Figure 4 : Inondation dans la ville d'Iquitos en 2012. Photo : William Santini.

b) des décalages dans la saison des pluies susceptibles de provoquer la concomitance des crues de deux ou plusieurs rivières alors qu'elles sont habituellement décalées (Ronchail et al. 2006, Marengo et al. 2012). Par exemple, la figure 5 montre que les cycles moyens annuels du Marañón à San Regis et de l'Ucayali à Requena sont décalés d'un mois, avec un maximum vers la mi-avril pour l'Ucayali et environ un mois plus tard pour le Marañón.

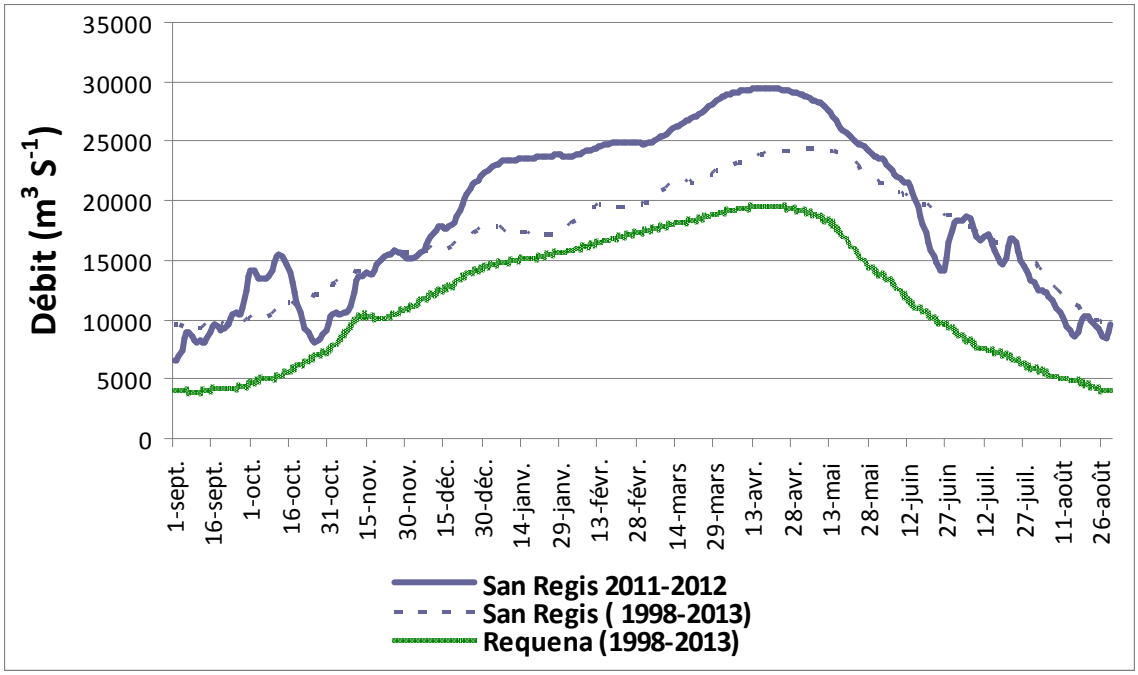


Figure 5: Cycles hydrologiques moyens du Marañon à San Regis et de l'Ucayali à Requena et cycle du Marañon en 2011-2012. Les débits de l'Ucayali en 2011-2012, proches de la normale, ne sont pas représentés. Source des données: ORE HYBAM, adapté de Espinoza et al. 2013

En 2011-2012, la crue du Marañón a été très forte mais aussi très précoce, concomitante de celle de l'Ucayali. En conséquence, située en aval de la confluence des deux rivières, Iquitos a été très gravement inondée à l'automne austral 2012 (Espinoza et al. 2013, figure 4).

c) des phénomènes de barrage des eaux (backwater effect) (Meade et al 1991, Cappeleare et al 1996) qui provoquent la montée des eaux en amont d'une confluence. Ainsi l'écoulement du Rio Negro est fréquemment bloqué par celui du Solimões. Autre exemple : la crue historique du Madeira à l'automne austral 2014 a bloqué l'écoulement de l'eau le long du cours principal de l'Amazone (Espinoza et al. soumis). Dans les deux cas, Manaus et les villes d'Amazonie centrale sont inondées.

3. Impact des extrêmes hydrologiques

Ces extrêmes hydrologiques ne sont pas sans conséquences sur les sociétés amazoniennes. Une cinquantaine d'enquêtes réalisées autour de la varzea (lac d'inondation) de Januaca en Amazonie centrale ont permis de montrer le rôle des crues très fortes et des étiages très bas sur les activités des populations rurales qui vivent autour de ce lac situé en bordure du Solimoes, partiellement asséché lors des basses eaux et alimenté à nouveau lors des hautes eaux suivantes (Drapeau et al. 2009, figure 6). Lors des fortes crues, les plantations sont souvent détruites quand la montée des eaux se produit avant la récolte, ceci aussi bien dans la varzea elle-même qu'en « terra firme » sur son pourtour (Figure 7). De plus, la pêche devient difficile car les poissons sont « dilués » dans la masse d'eau. Lors des fortes sécheresses, les récoltes sont détruites à cause du stress hydrique, la pêche est plus facile mais la mortalité des poissons peut être importante (Tomasella et al. 2013). Les transports, qui se font habituellement par bateau, ne sont plus possibles et les populations se retrouvent isolées; les riverains ont des difficultés pour écouler les produits de la terre ou de la pêche, pour se rendre dans leurs champs, etc.. Dans les deux cas des problèmes sanitaires apparaissent, liés au manque d'eau ou à sa pollution.

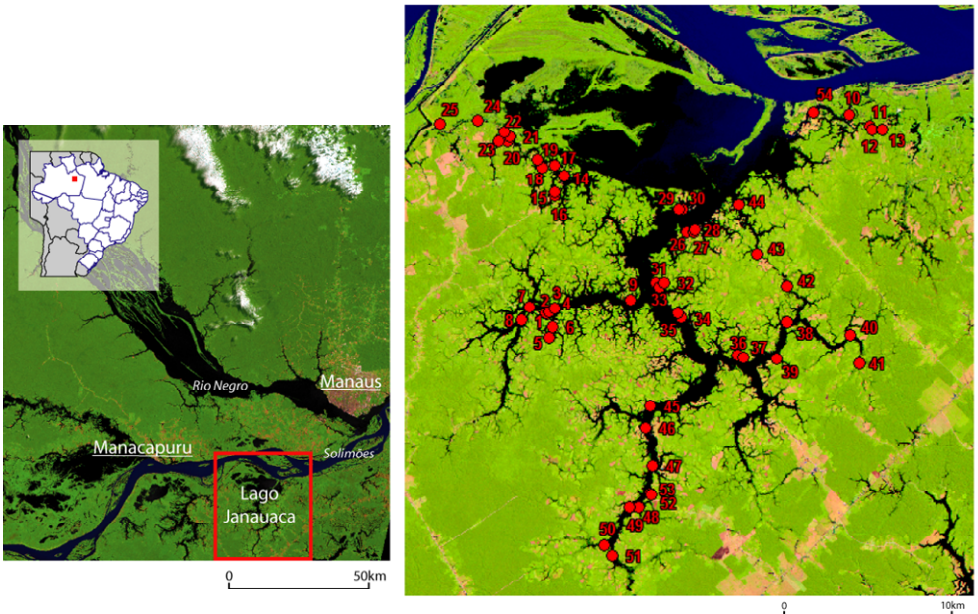


Figure 6 : Localisation de la varzea de Januaca et des points où les enquêtes ont été réalisées (source : Drapeau et al. 2009).

En Amazonie péruvienne, où le bateau est le seul moyen de déplacement, les trajets deviennent dangereux lors des crues car les eaux charrient des troncs d'arbres, des courants croisés apparaissent.. (Marie 2007). Lors de très basses eaux, les bateaux doivent suivre les chenaux et donc les sinuosités des méandres; de ce fait les trajets deviennent plus longs et

coûteux en carburant (Figure 8). Les ports ne sont pas toujours accessibles par les bateaux à fort tirant d'eau et des débarquements par barques sont alors nécessaires.

Quelque soit l'extrême hydrologique, l'approvisionnement des marchés n'est pas bien assuré et une étude de l'évolution des prix des produits alimentaires à Iquitos a montré l'envolée des prix des tomates, probablement importées par avion lors des crues de 2009 et 2012 (Ronchail, communication personnelle). De même, lors de la crue du Madeira en 2014, l'état de l'Acre et sa capitale Rio Branco au Brésil sont restés isolés du monde pendant plusieurs semaines, la route BR-364 étant devenue impraticable à cause de la montée des eaux. Les prix des aliments et des carburants ont alors fortement augmenté. On montre aussi des changements dans les usages alimentaires lors des extrêmes hydrologiques ; par exemple, les produits de la chasse deviennent plus abondants et sont plus consommés lors des crues, quand les animaux se réfugient dans des espaces restreints (Emperaire, communication personnelle).



Figure 7 : Cultures en bordure de la varzea de Januaca. Lors de crues importantes, les cultures sont noyées et la terre s'érode (à gauche). Maisons flottantes sur la varzea, adaptation à la variabilité saisonnière du niveau de l'eau du lac (à droite). Photos : Guillaume Drapeau.

Conclusion

Le cours principal de l'Amazone présente depuis un siècle des variabilités à long terme et interannuelle importante associée aux phases de l'Oscillation Australe du Pacifique et aux températures de surface de l'Atlantique tropical et subtropical. Cependant, depuis les années 1990, on assiste à une multiplication des crues et des étiages « historiques » qui se produisent à des intervalles de temps très rapprochés.



Figure 8 : Bancs de sable en période de basses eaux. Photos : William Santini.

Ainsi, Manaus dans les années récentes a connu des crues historiques en 2009, 2012 et 2014 ! Et les pires sécheresses ont été observées en 2005 et 2010. Ces extrêmes hydrologiques perturbent les activités des sociétés rurales et urbaines de l'Amazonie. Activités agricoles, pêche, transport et approvisionnement des campagnes et des villes sont vivement affectés. Or, comme les simulations des débits pour le milieu du 21ème siècle correspondent aux tendances actuelles, il semble urgent que les pouvoirs publics des pays amazoniens améliorent encore leurs actions (Tomasella et al. 2013) face à l'ampleur de ces phénomènes et de leurs conséquences.

Références bibliographiques

Callède, J., Guyot, J.L., Ronchail, J., L'Hôte, Y., Niel, H., de Oliveira, E., 2004 : Evolution du débit de l'Amazone à Óbidos de 1902 à 1999. *Hydrological Sciences Journal*, **49**, 85-97.

Callède J., Cochonneau G., Vieira Alves F., Guyot J.L., Santos Guimarães V. et De Oliveira E., 2010 : Les apports en eau de l'Amazone à l'Océan Atlantique. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, **23**, 247-273.

Cappeleare, B., H. Lubes Niel, C. Berkhoff, H. Thepaut, J.L. Guyot, M. Molinier, E. de Oliveira, M. Rodrigues, 1996 : Prévision des crues de l'Amazone. L'hydrologie tropicale: géoscience et outil pour le développement (Actes de la conférence de Paris, mai 1995), *IAHS Publ*, **238**, 355-366.

Debuf O. 2014. *Analyse de la variabilité hydrologique dans le bassin amazonien*. Mémoire de master 1, Université Paris Diderot, 78p.

Drapeau G., Mering C., Ronchail J. and Filizola N., 2011 : Variabilité hydrologique et vulnérabilité des populations du Lago Janauaca (Amazonas, Brésil), Variabilidade hidrológica e vulnerabilidade das populações do Lago Janauaca (Amazonas, Brasil) Hydrological variability and human vulnerability in Lago Janauaca (Amazonas, Brazil). *Confins [Online]*, **11**, posto online em 26 Março 2011, URL : http://confins.revues.org/6904.

Espinoza J.C., Guyot J.L., Ronchail J., Cochonneau G., Filizola N., Fraizy P., Labat D., Noriega L., de Oliveira E., Ordoñez J.J., Vauchel P., 2009a: Contrasting regional runoff evolution in the Amazon basin (1974-2004). *Journal of Hydrology*, **375**, 297-311.

Espinoza J.C., Ronchail J., Guyot J.-L., Cocheneau G., Filizola N., et al: 2009b. Spatio-Temporal rainfall variability in the Amazon Basin Countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia and Ecuador). International Journal of Climatology, 29, 1574–1594.

Espinoza J. C., J. Ronchail, J. L. Guyot, C. Junquas, P. Vauchel, W. Lavado, G. Drapeau, and R. Pombosa 2011 : Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought. *Geophys. Res. Lett*., **38**, L13406, doi:10.1029/2011GL047862.

Espinoza J. C., J. Ronchail, J. L. Guyot, C. Junquas, G. Drapeau, Martinez J.M., Santini W., P. Vauchel, W. Lavado, Espinoza R., 2012 : From drought to flooding: understanding the abrupt 2010-2011 hydrological annual cycle in the upper Solimões River (Western Amazon basin). *Environ. Res. Lett.*, **7,** 024008 doi:10.1088/1748-9326/7/2/024008.

Espinoza, J.C., J. Ronchail, F. Frappart, W. Lavado, W. Santini, and J.L. Guyot, 2013: The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970-2012 Period: A Focus on the 2012 Flood. *Journal of Hydrometeorology*, **14**, 1000-1008.

Espinoza J.C., Marengo J., Ronchail J., Molina Carpio J., Noriega Flores L., Guyot J.L.: The extreme 2014 flood in South-Western Amazon basin: The role of Tropical-Subtropical South Atlantic SST gradient. *Soumis à Environ. Res. Lett.*

Guimberteau M., Ronchail J., Espinoza J.C., Lengaigne M., Sultan B., Polcher J., Drapeau G. Guyot J.L., Ducharne A. and Ciais P., 2013: Future changes in precipitation and impacts on extreme stream_flow over Amazonian sub-basins. *Environ. Res. Lett.* **8** 014035 doi:10.1088/1748-9326/8/1/014035.

Lavado W, Labat D., Ronchail J., Espinoza Villar J.C., Guyot J.L., 2012: Trends in rainfall and temperature in the Peruvian Amazon-Andes basin over the last 40 years (1965-2007). *Hydrological Processes*, **27**, 2944-2957 DOI: 10.1002/hyp.9418.

Marengo J., Nobre C., Tomasella J., Oyama M., de Oliveira G., de Oliveira R., Camargo H., Alves L., 2008: The drought in Amazonia in 2005. *Journal of Climate*, **21**, 495–516.

Marengo J. A., Tomasella J., Alves LM., Soares WR., Rodriguez DA., 2011: The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, **38**, doi:10.1029/2011GL047436.

Marengo J.A., Tomasella J., Soares W.R., Alves L.M., and Nobre C.A., 2012: Extreme climatic events in the Amazon basin. Climatological and Hydrological context of recent floods. *Theoretical and Applied Climatology*, **107**, 73-85.

Marie M., 2007 : *Les conséquences des crues et des étiages sur le trafic fluvial, dans les ports d'Iquitos et de Yurimaguas (Amazonie péruvienne).* Mémoire de M2, Université Paris 7, 90 pages.

Meade R.H., Rayol J.M., Da Conceicão S.C., Natividade J.R.G., 1991: Backwater effects in the Amazon River basin of Brazil. *Environmental Geology and Water Sciences*, **18**, 105-114.

Ronchail J., Bourrel L., Cochonneau G., Vauchel P., Phillips L., Castro A., Guyot J.L., and de Oliveira E, 2005. Climate and Inundations in the Mamoré basin (South-Western Amazon – Bolivia). *Journal of Hydrology*, **302**, 223-238

Ronchail J, Guyot J.-L., Espinoza Villar J. C., Callède J., Cochonneau G., De Oliveira E., Ordenez J. J., Filizola N., 2006 : Impact of the Amazon tributaries on flooding in Obidos. Climate variability and Change – Hydrological Impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November 2006), *IAHS Publ*., **308**, 220-225.

Satyamurty P., Wanzeler da Costa C.P., Manzi A.O., 2012: Moisture source for the Amazon Basin: a study of contrasting years. *Theor. and App. Clim*., **111**, 195-209, doi:10.1007/s00704-012-0637-7.

Tomasella J., Javier , Borma L.S., Marengo J.A.,Rodriguez D.A., Cuartas L.A., Nobre C.A., Prado M.R.C., 2010 : The droughts of 1996–1997 and 2004–2005 in Amazonia: hydrological response in the river main-stem, *Hyd. Proc.*, **25**, 1228-1242. doi:10.1002/hyp.7889.

Tomasella J., Pinho P. F., Borma L. S., Marengo J. A., Nobre C. A., Bittencourt O. R., Prado M. C. R., Rodriguez D. A. R. and Cuartas L. A., 2013: The Droughts of 1997 and 2005 in Amazonia: Floodplain Hydrology and Its Potential Ecological and Human Impacts. *Climatic Change*, **116**, 723-746.

Zeng, N., Yoon, J., Marengo, J., Subramaniam, A., Nobre, C., Mariotti, A., Neelin, J., 2008 : Causes and impact of the 2005 Amazon drought. *Environmental Research Letters*, **3**, 014002 doi:10.1088/1748-9326/3/1/014002.

UN « SITE SENTINELLE » À LA FRONTIÈRE FRANCO-BRÉSILIENNE POUR COMPRENDRE ET SUIVRE LES RELATIONS ENTRE CLIMAT ET SANTÉ

ROUX E. [(1)], BARCELLOS C. [(2)], GURGEL H. C. [(3)], DURIEUX L. [(1)], LAQUES A.-E. [(1,2)], DESSAY N. [(1)]

(1) Institut de Recherche pour le Développement (IRD) – UMR ESPACE-DEV, Maison de la Télédétection, 500 Rue Breton, 34000 - Montpellier – France [prénom.nom@ird.fr]

*(2) Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) – ICICT – Laboratório de Informações em Saúde, Av. Brasil, 4.365 - Manguinhos, Rio de Janeiro-RJ - 21045-900 – Brasil [*xris@fiocruz.br*]*

*(3) Universidade de Brasília (UnB) – Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS), Campus Universitário Darcy Ribeiro - Brasília-DF - 70910-900 – Brasil [*helengurgel@unb.br*]*

Résumé – *Cet article présente l'intérêt et la méthodologie de construction d'un site sentinelle sur la zone transfrontalière entre la Guyane française et l'Amapá (Brésil), pour la caractérisation et le suivi de l'impact des processus environnementaux, climatiques et socio-démographiques sur le paludisme. Nous présentons et discutons les concepts de site sentinelle et d'observatoire et nous décrivons les principaux dispositifs existants. Nous détaillons et justifions les choix nécessaires à la construction d'un tel site sentinelle, et décrivons les résultats préliminaires, à savoir les premières cartes sur la situation épidémiologique dans la zone transfrontalière, la première caractérisation du risque entomologique du côté brésilien, et la mise en œuvre d'un portail internet dédié à la diffusion des données de base et des indicateurs de risque.*
Mots-clés : *Changement climatique, paludisme, frontières internationales, systèmes d'informations.*

Um "sítio sentinela" na fronteira França-Brasil para compreender e acompanhar as relações entre clima e saúde. Resumo - *Este artigo apresenta o interesse ea metodologia de construção de um sítio sentinela na fronteira Guiana Francesa - Amapá (Brasil), para a caracterização e o monitoramento do impacto dos processos ambientais, climáticos e sócio-demográficas sobre a malária. Apresentamos e discutimos os conceitos "de sítio sentinela" e observatório e descrevemos as principais dispositivos existentes. Nós mostramos as escolhas necessárias para construir um "sitio sentinela", e descrevemos os resultados preliminares, as primeiras mapas sobre a situação epidemiológica na fronteira, a primeira caracterização de risco entomológico no lado brasileiro, e a implementação de um portal na internet dedicado à divulgação de dados e indicadores de risco.*
Palavras-chave *: Mudanças climáticas, malária, fronteiras internacionais, sistemas de informação.*

A 'sentinel site' at the France-Brazil border aiming to understanding and monitor climate and health relations. Abstract : *This paper presents the interest and methodology of building a sentinel site within the trans-border area between French Guiana and Amapá (Brazil), for the characterization and monitoring of the impacts of environmental, climatic and socio-demographic processes on malaria. We present and discuss the "sentinel site" and "observatory" concepts and we describe the main existing web portals related to these concepts. We detail and justify the choices required to build such a sentinel site, and describe the preliminary results, i.e. the first maps of the epidemiological situation within the border area, the first characterization of entomological risk on the Brazilian side, and the implementation of a web portal dedicated to the dissemination of raw data and risk indicators.*
Keywords : *climate change, malaria, international borders, information systems.*

Introduction

Le paludisme est un enjeu de santé publique majeur en Amazonie. La situation varie de manière significative dans l'espace et dans le temps. En Guyane française, le nombre de cas est passé de 3450 cas/an dans les années 2000 (Tarantola et al., 2011) à environ 1400 cas/an en moyenne après 2010, et atteint environ 900 cas/an aujourd'hui. La zone transfrontalière entre la Guyane et l'état brésilien d'Amapá (ZTGA) connaît une situation particulière : à Camopi, un village amérindien situé sur les rives guyanaises de l'Oyapock, le taux d'incidence annuel est en forte régression depuis 2010 ; sur la même période, le nombre de cas a diminué de manière beaucoup moins significative dans les deux villes de la région, Saint-Georges et Oiapoque, situées respectivement en Guyane et en Amapá (*cf.* Figure 1) ; le município d'Oiapoque est quant à lui le plus touché d'Amapá, avec 3940 cas en 2011 (en excluant les lames de contrôle) et une augmentation de 12% par rapport à 2010 (Cenci et al., 2012). Ainsi, bien que le nombre de cas diminue dans la région, la maladie présente des caractères instables, de par ses fortes disparités spatiales et temporelles, et les taux d'incidence observés dans la région restent parmi les plus élevés des Amériques. Par conséquent, la compréhension des mécanismes de transmission reste un enjeu majeur dans cette zone. Si des études, relatives

à un seul côté de la frontière et mono-scalaires, ont permis de mieux caractériser les relations entre paramètres environnementaux et risque de transmission du paludisme dans la région (Andrade, 2005 ; Cardodo et Goldenberg, 2007 ; Stefani et al., 2011), elles ne permettent pas d'appréhender l'ensemble des facteurs déterminants, leur importance relative et leur(s) échelle(s) d'influence respective(s) dans le contexte transfrontalier.

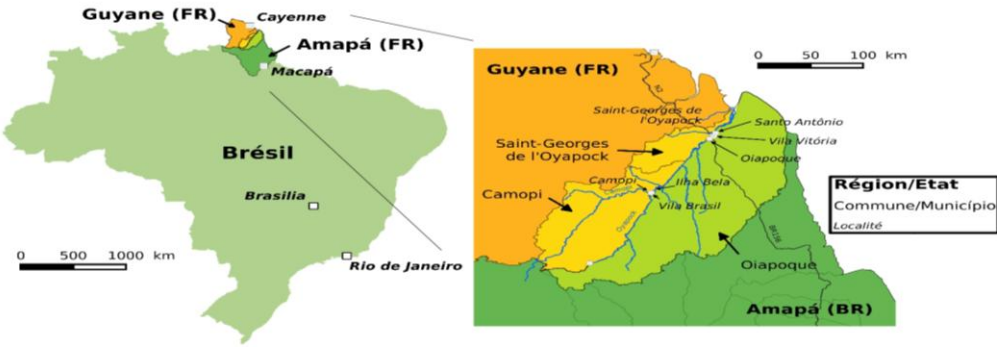


Figure 1 : Localisation et cartographie de la ZTGA. La partie plus claire définit la zone transfrontalière d'intérêt.

Le franchissement d'un nouveau seuil dans la connaissance de ces mécanismes nécessite des données *de base*, en particulier épidémiologiques, entomologiques, environnementales, socio-démographiques et comportementales, bi-latérales et homogènes, et des méthodologies adaptées afin de les analyser et de les interpréter conjointement, par une approche inter-disciplinaire. Cela nous conduit à proposer la mise en place d'un *observatoire* long terme, bi-national et multi-disciplinaire pour la surveillance et l'étude de la transmission du paludisme dans la ZTGA. Nous envisageons en particulier la construction d'un *site sentinelle* transfrontalier dans le cadre de l'Observatoire Brésilien sur le Climat et la Santé (OBCS) développé par la Fondation Oswaldo Cruz (Fiocruz).

1. État de l'art

Plusieurs initiatives existantes partagent nos objectifs, en proposant de mettre à disposition des données de base et des indicateurs entomologiques, épidémiologiques, démographiques et environnementaux spatialisés liés au paludisme : (i) le Malaria Atlas Project (MAP, www.map.ox.ac.uk), fondé en 2005, propose des résultats de modèles à l'échelle mondiale ; (ii) l'Atlas du Risque de la Malaria en Afrique (ARMA, www.mara.org.za[1]) met à disposition des données de base et des produits issus de modèles, à l'échelle du continent africain ; (iii) l'International Reseach Institute for Climate and Society (IRI) offre l'accès à une grande diversité de données pouvant être utilisées pour l'étude des relations entre climat et paludisme (iridl.ldeo.columbia.edu/ maproom/Health/Regional/Africa/Malaria) et la génération d'alertes précoces (Grover-Kopec et al., 2006) ; (iv) l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) propose quant à elle plusieurs portails : Global Health Atlas (GHA, apps.who.int/globalatlas/default.asp) ; Centralized Information System for Infectious Diseases (CISID, data.euro.who.int/cisid/?TabID=342769).

Certains de ces systèmes ne permettent pas aux utilisateurs de réaliser leurs propres analyses du fait de l'absence de données de base (MAP, IRI). S'ils fournissent de telles données (épidémiologiques et socio-démographiques notamment), les facteurs déterminants (environnementaux, socio-démographiques, *etc.*) sont alors sous-représentés voire absents (GHA). Ces dispositifs concernent des échelles globales inadaptées à l'explication des mécanismes de transmission, et les résolution spatiales ne permettent pas de visualiser, analyser et expliquer les variations infra-nationales importantes, comme celles de la ZTGA

1. [1] Ce site ne semble cependant plus maintenu et accessible

que nous nous proposons d'étudier (*e.g.* GHA, CISID). Dans tous les cas, ils ne sont pas adaptés à notre échelle d'étude et à nos objectifs.

L'observatoire brésilien du climat et de la santé (OBCS, www.climasaude.icict.fiocruz.br), développé par la Fondation Oswaldo Cruz (Fiocruz), propose de fournir l'accès à des données environnementales, socio-démographiques et épidémiologiques (concernant plusieurs maladies) afin de faciliter les études sur les impacts sanitaires du changement climatique. Contrairement aux portails précédemment décrits, l'OBCS : (i) donne accès à des données distribuées pouvant être téléchargées directement auprès des organismes spécialisés en charge de leur production ; (ii) fournit des fonctionnalités de cartographie en ligne permettant la visualisation et la superposition des différentes couches d'information d'intérêt pour l'utilisateur ; (iii) s'appuie sur trois sites sentinelles localisés à Manaus, Porto Velho et Santa Maria, étudiant respectivement les maladies liées à l'eau, les maladies liées à la qualité de l'air et les conséquences sanitaires des évènements climatiques extrêmes.

2. Construction d'un site sentinelle dans la zone transfrontalière guyano-brésilienne

2.1. Observatoire Climat-Santé et site sentinelle transfrontalier - définitions

Le concept d'*observatoire* semble échapper à toute définition théorique générale. Les dispositifs qualifiés d'observatoires partagent cependant certains caractères : la poursuite d'un objectif bien déterminé, correspondant généralement à la surveillance d'un phénomène d'intérêt et/ou au besoin de combler une lacune dans la connaissance, et ce par l'acquisition de données de base. Une définition complète d'un observatoire ne peut donc être que *fonctionnelle*, au travers des objectifs, des utilisateurs finaux, des objets et des processus d'intérêt ainsi que des données permettant de les caractériser. Les observatoires diffèrent donc des dépôts de données génériques dans le sens où ils sont thématiques, *i.e.* se focalisent sur un problème, thème ou processus bien identifié.

Dans le cadre de l'OBCS, un *site sentinelle* a pour buts, à une échelle locale et en s'appuyant sur les acteurs locaux de la santé publique et de la recherche, de : comprendre et analyser sur le long terme les relations entre le climat et une maladie particulière ; mettre en évidence les facteurs environnementaux, socio-démographiques et comportementaux expliquant la situation épidémiologique locale et devant ainsi être pris en compte pour l'élaboration de politiques de santé et de gestion environnementale ciblées et efficaces. De tels sites confèrent à l'OBCS un caractère multi-échelles, que ne possèdent pas les systèmes cités dans le paragraphe précédent, permettant de mettre en évidence des mécanismes de transmission ou de propagation des agents pathogènes (parasites, particules) à une échelle compatible avec celle des actions de prévention et de lutte sur le terrain. En revanche, afin de partager les mêmes objectifs que ceux de l'OBCS, ces sites sentinelles doivent permettre de rendre compte, au travers de l'analyse des données recueillies localement, de changements climatiques, socio-démographiques et environnementaux opérant aux échelles plus larges. L'OBCS ne repose pas sur les données recueillies par les sites sentinelles, qui correspondent à des dispositifs complémentaires. De fait, le choix des sites sentinelles se fait en fonction de besoins spécifiques, au regard de lacunes dans la connaissance des mécanismes de transmission ou de propagation d'une maladie, et non en fonction de critères d'échantillonnage (représentativité, minimisation des biais, *etc.*). Ces sites sentinelles sont donc eux-mêmes des observatoires et leur construction nécessite de répondre aux questions soulevées dans les paragraphes suivants.

2.2. Objectifs spécifiques

L'objectif est de fournir, via un portail internet, des données, des informations et des connaissances (*ressources*) épidémiologiques, entomologiques, environnementales, socio-démographiques et comportementales, spatialisées et pertinentes pour : (i) suivre la situation

épidémiologique du paludisme dans la ZTGA, afin de détecter d'éventuels évènements épidémiques et permettre des actions adaptées ; (ii) faciliter les études sur la mise en correspondance des données, afin de décrire, caractériser, modéliser les mécanismes de transmission, en particulier caractériser l'impact du changement climatique sur le paludisme et l'anticiper ; (iii) faciliter le transfert de données et de connaissances entre les communautés de chercheur, les gestionnaires de santé publique et le grand public, afin de participer à la définition de stratégies de prévention et de lutte ciblées et efficaces et permettre l'évaluation de ces dernières.

2.3. Utilisateurs et modes d'appropriation des données

Les ressources diffusées au travers du portail d'accès internet du site sentinelle, sont destinées : (i) aux chercheurs de disciplines scientifiques diverses (épidémiologie, éco-épidémiologie, géographie, sciences humaines et sociales, *etc.*) afin qu'ils puissent effectuer des analyses, construire des modèles, en privilégiant les approches inter-disciplinaires ; (ii) aux gestionnaires de santé publique afin de les aider à définir et d'évaluer des actions de prévention et de lutte ciblées ; (iii) aux acteurs d'organismes de gestion du territoire, indirectement liés à la santé mais dont l'action, pouvant être caractérisée grâce aux données du site sentinelle, peut indirectement contribuer au contrôle du risque de transmission (le site sentinelle peut ainsi agir comme un élément de responsabilisation des organismes de gestion du territoire vis-à-vis de la transmission du paludisme) ; (iv) au grand public, afin que ce dernier soit informé des situations et comportements à risque identifiés par les chercheurs et les gestionnaires de santé publique, et puisse adopter des comportements protecteurs.

2.4. Définition de la "Zone transfrontalière"

Les dimensions épidémiologique et socio-démographique doivent primer dans la définition des limites du site sentinelle, en permettant de spécifier les populations humaines cibles, leurs zones de vie et les zones liées à la prévention et au contrôle de la maladie. Les limites spatiales du site sentinelle doivent ainsi rassembler les lieux de résidence des cas de paludisme et les lieux avérés ou présumés de transmission de la maladie, et être cohérentes avec les limites des entités spatiales de gestion de santé publique. Nous proposons ainsi de délimiter spatialement le site sentinelle en considérant les frontières du município d'Oiapoque et des communes de Camopi et de Saint-Georges de l'Oyapock (*cf.* carte Figure 1).

Les populations humaines originaires de la région sont relativement peu mobiles en dehors des limites de cette zone, du fait qu'elles y exercent leur activité professionnelle, mais également de par les difficultés de déplacement. En revanche, elles sont mobiles à l'intérieur de la ZTGA. La majorité des flux de population s'effectuent entre les deux villes principales (Saint-Georges de l'Oyapock et Oiapoque) et dans la direction amont-aval du fleuve Oyapock, entre les bourgs de Camopi et de Vila Brasil, situés respectivement sur les rives française et brésilienne du moyen Oyapock, et les deux centres urbains de l'aval.

Malgré cela, certaines personnes, habitant et/ou ayant été infectées dans la ZTGA, sont diagnostiquées en dehors de la zone définie précédemment, à l'hôpital de Cayenne ou de Macapá par exemple. De plus, à cette population native s'ajoute la population d'orpailleurs ne disposant pas d'autorisation de séjour sur le sol français mais exerçant prioritairement leur activité sur les sites d'orpaillage illégaux guyanais. Cette population est très mobile en dehors des limites communales, mais elle est également « invisible ». De fait, et bien qu'il soit acquis que cette population soit porteuse du *Plasmodium* et participe significativement à la dynamique du paludisme dans la région, nous disposons de peu d'information quantitatives sur sa taille et ses parcours. Enfin, si les conditions écologiques favorables à la transmission du paludisme dans la région sont locales, le climat et ses changements globaux peuvent s'avérer plus facilement observables en dehors des limites de la ZTGA. Ainsi, la délimitation de la zone d'étude ne doit pas exclure de considérer des sources de données et d'informations

en dehors de ces limites, afin de caractériser les entrées, les sorties et les perturbations du système éco-épidémiologique du paludisme dans la ZTGA.

2.5. Données et unités spatiales de référence

2.5.1. Données

Le Tableau 1 propose une liste non exhaustive des données considérées comme *a priori* pertinentes dans la construction du site sentinelle et existantes dans la zone d'étude.

Données	Source(s)	Résolution spatiale	Résolution temporelle
Épidémiologie (espèce plasmodiale, lieu présumé de contamination, type de diagnostic, *etc.)*	Gestionnaires de santé publique	Quartier ou localité (P[(1)])	Journalière
Entomologie (espèces, présence, densité, taux d'infection, parité, *etc.*)	Équipes de recherche, gestionnaires de santé publique et/ou en charge de la lutte anti-vectorielle	Ponctuelle (P)	Ponctuelle, quelques suivis mensuels ou hebdomadaires (pièges)
Démographie communale	Organismes de recensement	IRIS[(3)], Secteur de recensement (S)	Annuelle ou décennale
Démographie infra-communale	Recensements, enquêtes *ad hoc*	(S)	Ponctuelle
	Télédétection[(2)] (Pleiades)	sub-métrique (S)	Annuelle
Infrastructures routières, bâti, autres infrastructures	Organismes de cartographie	(L, P, S)	4-5 ans
Orpaillage	Reconnaissance de terrain	(P)	Synthèse annuelle
	Télédétection (SPOT)	10 m (S)	Synthèse annuelle
Températures	Stations *in situ*	Ponctuelle (P)	≤ Journalière
	Télédétection (MODIS)	≥250 m (S)	Journalière
Précipitations	Stations *in situ*	Ponctuelle (P)	≤ Journalière
	Télédétection (TRMM)	≥ 1 km (S)	≤ Journalière
Hydrographie	Référentiel hydrographique BD Carthage®	(L, S)	4-5 ans
Hauteurs d'eau du fleuve Oyapock	Stations *in situ*	Ponctuelle (P)	Journalière
	Télédétection (Altimétrie radar)	ponctuelle (P)	≥ 10 jours
Occupation/usage du sol	Télédétection (Landsat, SPOT, Sentinelle, Pleiades)	≤ 30 m (S)	Annuelle
Géologie (type de sol, perméabilité des sols, *etc.*)	Cartes existantes	(S)	Ponctuelle
	Télédétection	≤ 90 m (S)	Ponctuelle
Topographie (altitude, pente, paysages morphologiques, *etc.*)	Télédétection (SRTM, Lidar)	≤ 90 m (S)	Ponctuelle
Inondations (zones inondables, suivi saisonnier des inondations, *etc.*)	Télédétection (optique et radar)	≥ 10 m (S)	≥ Bi-annuelle
Distribution de moustiquaires (lieu, date, type de produit, *etc.*)	Organismes gestionnaire de santé publique, associations	Quartiers, localités (S)	Ponctuelle
Lutte anti-vectorielle (lieu, date, cible (larves/adultes), type de produit, *etc.*)	Organisme responsable de la lutte anti-vectorielle	Quartiers, localités (P, S)	Mensuelle
Indicateurs synthétiques de risque de transmission	Organismes de recherche	Dépend de l'indicateur (S)	Dépend de l'indicateur

[(1)]P : Ponctuelle ; S : Surfacique ; L : Linéaire ; [(2)]Agences spatiales (NASA, ESA, CNES, INPE, *etc.*) ; projets SEAS-Guyane, GEOSUD, *etc.* ; [(3)]Les limites spatiales des IRIS coïncident avec celles des communes de Camopi et Saint-Georges

Tableau 1 : Liste, non exhaustive, des données *a priori* pertinentes pour la construction du site sentinelle.

2.5.2. Unités spatiales de référence

L'organisation de l'information géographique nécessite de définir des unités spatiales permettant des analyses infra-communales, à différentes échelles emboîtées, et comparables de part et d'autre de la frontière. Idéalement, ces unités devraient correspondre à un nombre d'habitants minimal afin de produire des indicateurs socio-démographiques et épidémiologiques fiables.

	Unités spatiales d'analyse	
Niveau d'agrégation	**Point(s)**	**Surface**
3ème		Zone transfrontalière
2ème		Commune / Município
1er	Village (agrégation de hameaux, *e.g.* Camopi), Ville (centroïde)	Ville (agrégation de quartiers)
Unité spatiale élémentaire	Hameau ruraux, quartier « urbain » (centroïde)	Quartier « urbain »

Tableau 2 : Proposition des entités spatiales d'analyse emboitées pour la cartographie et l'analyse des données du site sentinelle (*cf.* carte Figure 2)

Cependant, le caractère éparse des foyers de population dans la ZTGA et leur disparité, en termes de nombre d'habitants, de caractéristiques socio-culturelles, comportementales et environnementales, rend cette tâche particulièrement difficile, obligeant à agréger des entités très hétérogènes. Ainsi, le nombre d'habitants ne peut être le seul critère de définition. Une solution est donc de définir des entités spatiales *a priori* homogènes des points de vue socio-culturel, comportemental et environnemental (*cf.* Tableau 2) et d'y associer des informations sur la fiabilité des informations épidémiologiques, au vue, notamment, des informations démographiques disponibles.

3. Résultats préliminaires

Des avancées significatives vers la construction d'un tel site sentinelle ont d'ores et déjà été réalisées, notamment dans le cadre des projets OSE-Guyamapá (*cf.* Remerciements), dont une des thématiques était la construction d'indicateurs environnementaux de risque de transmission du paludisme dans la ZTGA. Ce programme a permis de constituer un partenariat pertinent, rassemblant les équipes de recherche et les gestionnaires de santé publique impliqués dans l'étude et le contrôle du paludisme, en Guyane et en Amapá. Il a contribué à l'élaboration des premières cartes rassemblant des informations épidémiologiques homogènes sur l'ensemble de la ZTGA (*cf.* Figure 2), grâce à l'inventaire critique des données épidémiologiques, démographiques et cartographiques disponibles de part et d'autre de la frontière, et l'intégration des différentes bases de données (Villemant, 2013). Les premières captures entomologiques le long de la frontière, du côté brésilien, ont également pu être effectuées, fournissant des indicateurs de risques entomologiques (Zanini et al., 2014). La caractérisation de l'occupation du sol de l'ensemble la ZTGA a été réalisée par l'UMR228 ESPACE-DEV, l'*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (*INPE) et Li (2013) (*cf.* Figure 2). Enfin, un travail de revue systématique de la littérature sur les liens entre occupation/usage du sol et risque de transmission du paludisme a été réalisé par Stefani et al. (2013). Un modèle de risque de transmission de la maladie, associé à la présence et à la structure de la forêt dense et de la végétation secondaire, a ainsi pu être formalisé, permettant d'envisager la construction d'indicateurs spatialisés de risque associés à l'occupation du sol.

Enfin, une infrastructure de données et un portail internet dédiés à la diffusion des ressources produites dans le cadre du projet OSE-Guyamapá sont en cours de finalisation et d'alimentation (http://www.ose-guyamapa.org). Le portail permet de trouver les ressources au travers de requêtes par mots clés et/ou de requêtes thématiques, temporelles et/ou géographiques, en exploitant les méta-données standardisées associées à chacune d'elle. Des fonctionnalités de cartographie en ligne permettent de visualiser les différentes couches d'informations renvoyées par le système. Le caractère interopérable d'un tel système permet d'envisager que l'OBCS puisse interroger l'infrastructure de données OSE-Guyamapá, et que ce dernier devienne le portail du site sentinelle transfrontalier consacré au paludisme.

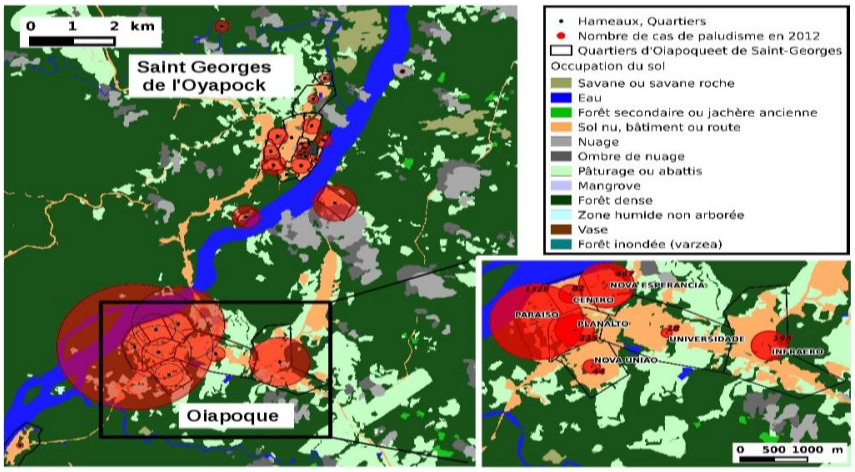


Figure 2 : Cartographie du nombre de cas de paludisme, pour l'année 2012 et en fonction lieux de domicile des patients (le nombre de cas est explicitement indiqué sur la carte de droite) (Villemant, 2013). L'occupation du sol est issue des travaux de l'UMR ESPACE-DEV, de l'INPE et de Li (2013).

Conclusion et perspectives

Nous avons défini le concept de site sentinelle associé à l'OBCS, puis détaillé et justifié ses caractéristiques et fonctionnalités, dans le contexte particulier du suivi et de l'étude du paludisme dans la ZTGA. Les travaux réalisés dans le cadre de différents programmes de recherche et de coopération montrent l'intérêt et la faisabilité de la construction d'un tel site.

En revanche, de nombreuses autres problématiques doivent être considérées. Les questions légales et éthiques, prégnantes dans le domaine de la santé, doivent être considérées. Elles se réfèrent à la fois aux droits de collecte, de stockage et d'usage des données et/ou des résultats des traitements, mais également aux « pratiques » tacites des diverses communautés impliquées dans ces différentes étapes (Gloria et al., 2014). La solution la plus directe est la sélection ou la mise en conformité préalable des ressources (anonymisation, « floutage » des données géolocalisée[2]) et/ou la définition de différents droits d'accessibilités et d'usage des données en fonction des utilisateurs. Des axes de recherche spécifiques récents, visant à concevoir des systèmes facilitant la mise en conformité de la distribution et de l'usage des ressources avec les lois et règles en vigueur (Gloria et al., 2014), devront également être considérés dans les travaux futurs.

La capacité des utilisateurs finaux à accepter et à s'approprier les ressources découle de la confiance qu'ils ont dans ces dernières et constitue un enjeu important. Cette confiance dépend notamment de la pertinence et de la qualité des ressources, ainsi que de la mise à disposition de méta-données sur les ressources (nature, qualité, producteur, *etc.*) et leur méthode d'élaboration. Le géo-portail OSE-Guyamapá satisfait en partie ces différents points, mais l'utilisation effective des ressources devra faire l'objet d'évaluations objectives en vue de la favoriser.

En complément des données présentées dans le Tableau 2, toute donnée ou information participant indirectement à la caractérisation des phénomènes d'intérêt pourrait être considérée, comme dans le cas des systèmes d'alerte syndromiques (Henning, 2004). Par exemple, la quantité de carburant vendue à certaines stations présentes sur les rives de l'Oyapock peut être un indicateur du volume du flux de personnes se déplaçant sur le fleuve et de l'intensité des activités liées à ces déplacements (orpaillage notamment). D'autres informations, qualitatives et informelles, peuvent également être d'un grand intérêt pour le suivi des changements socio-démographiques et la caractérisation de la dynamique de la

[2] *cf.* l'extension « blurring » du SIG QuantumGIS, développée par l'UMR ESPACE-DEV

maladie, comme les contenus des articles des médias locaux et des sites internet spécialisés, les informations informelles recueillies par les professionnels de santé, les échanges sur les réseaux sociaux, *etc*. (Hartley et al., 2011).

Enfin, comprendre, analyser et interpréter des ressources complexes requiert une somme de connaissances importantes sur leur mode d'acquisition et d'élaboration, et sur les processus sous-jacents. Une des perspectives ambitieuse est la formalisation de ces connaissances et leur exploitation automatique au sein d'une infrastructure de données « intelligente » à même de guider l'utilisateur, de suggérer des ressources ou de générer des alertes de mauvais usage, *etc*. Ainsi, les travaux de recherche récents dans le domaine de la formalisation des connaissances et du Web sémantique devront être mis à contribution.

Remerciements

Programme OSE-Guyamapá, co-porté par l'IRD et l'INPE, co-financé par le Programme Opérationnel Amazonie des Fonds FEDER-Guyane, en partenariat avec le CNES et l'entreprise CLS ; Labex DRIIHM et OHM-Oyapock ; Programme RELAIS, co-porté par l'IRD et l'UFRJ, co-financé par le CNPq et l'IRD ; Projet Observatorio de Clima e Saúde (CNPq 552746-2011-8) ; Rede Clima (INPE/FAPESP/FINEP).

Références bibliographiques

de Andrade R. F., 2005 : Malária e migração no Amapá: projeção de espacial num contexto de crescimento populacional. 2005. 418 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Belém. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido.

Cardoso RF, Goldenberg P., 2007: Malaria in Amapá State, Brazil, 1970-2003: background and control. *Cad Saude Publica*. Jun;**23**(6):1339-48.

Cenci D, Ferreira AC, Santelli S, 2012: Situation épidémiologique du paludisme dans l'état d'Amapá et dans la municipalité d'Oiapoque (Brésil). *Bulletin de Veille Sanitaire - Cire Antilles Guyane*: 17–20.

Gloria MJKT, Erickson JS, et al. 2014 : Legal and Ethical Considerations: Step 1B in Building a Health Web Observatory. In *Proceedings of the Companion Publication of the 23rd International Conference on World Wide Web Companion*. Republic and Canton of Geneva, Switzerland: International World Wide Web Conferences Steering Committee, 1061–1066.

Grover-Kopec E, Blumenthal MB, et al. 2006. Web-based climate information resources for malaria control in Africa. *Malaria Journal*, **5**:38.

Hartley D, Nelson N, et al. 2011: The landscape of international event-based biosurveillance. *Emerging Health Threats Journal*, **3**.

Henning KJ, 2004. Overview of Syndromic Surveillance What is Syndromic Surveillance? *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*, **53**(Suppl):5–11.

Keller M, Schimel DS, et al. 2008: A continental strategy for the National Ecological Observatory Network. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **6**:282–284.

Li Z. 2013 : Cartographie de l'occupation du sol et construction d'indicateurs de risque de transmission du paludisme à la frontière franco-brésilienne. *Mémoire de master 2 « Géomatique »* (Univ. Montpellier 2)

Stefani A, Roux E, et al. 2011b : Studying relationships between environment and malaria incidence in Camopi (French Guiana) through the objective selection of buffer-based landscape characterisations. *International Journal of Health Geographics*, **10**:65.

Stefani A, Dusfour I, et al. 2013: Land cover, land use and malaria in the Amazon: a systematic literature review of studies using remotely sensed data. *Malaria Journal* 2013, **12**:192.

Tarantola A, Eltges F, et al., 2011 : Malaria in France: Mainland and territories. *Med Mal Infect*, **41**:301–306.

Villemant N. 2013 : Inventaire et cartographie des données épidémiologiques du paludisme à la frontière franco-brésilienne. *Mémoire de master 2 « CarthaGEO »* (Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris 7 Diderot, ENSG)

Zanini VM, do Socorro Mendonça Gomes M, et al. 2014: Potencial de transmissão de malária no município de Oiapoque – Amapá – Brasil. *In 50º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical (SBMT)*, Rio Branco, Acre, 26-30 août 2014.

CARTOGRAPHIE DE L'UTILISATION DES SOLS DANS LE BASSIN DE LA RIVIERE MUTUM, PANTANAL MATO-GROSSENSE, BRASIL

SANTOS J. W. M. C.[(1),]MARQUEZOLA D. S.[(1),]GONÇALVES A. P. [(1)]

(1) Laboratoire de télédétection de l'Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis:MT/Brasil. Autoroute MT 270 Km 06 s/n [jeatermaciel@gmail.com, marquezzola@hotmail.com, depaula.ana@gmail.com]

Résumé *- Cette étude vise à cartographier l'utilisation et l'occupation des sols dans le bassin versant e la rivière Mutum situé dans le sud-est du Mato Grosso (Brésil). Pour cela nous avons utilisé la géomatique pour analyser les données obtenues à partir des images-satellite et directement lors du travail de terrain. Nous avons constaté que la forêt ripicole qui borde la rivière Mutum reste encore bien conservée, et que le pâturage prédomine dans les terres basses et les plaines inondables du Pantanal (dans le secteur sud du bassin). D'autre part, dans les hautes terres planes du Planalto dos Guimarães (secteur nord du bassin), les cultures agricoles (soja, maïs etc) dominent et sont produites selon un système nécessitant l'utilisation de grandes quantités d'intrants chimiques très polluants. Enfin, cette étude nous permet de conclure que les zones de plaines du bassin (élevage) présentent un niveau de dégradation par anthropisation inférieur à celui des plateaux (production agricole), où beaucoup de forêts ripicoles, ainsi que la végétation naturelle d'escarpement, sont largement affectées par la déforestation.*
Mots-clés*: zones humides/Mato-Grosso/Brésil, bassin versant du Mutum, utilisation du sol, classification des images SPOT*

Resumo - Mapeamento do uso da terra da bacia do Rio Mutum - Pantanal Mato-grossense - Brasil. *Este estudo teve como objetivo o mapeamento do uso e ocupação da terra na bacia do rio Mutum localizada no sudeste do Estado de Mato Grosso/Brasil. Para tanto utilizou-se recursos de geoprocessamento para analisar dados obtidos em imagens de satélite e levantados diretamente a campo. Como resultados verificou-se que a mata ciliar que margeia o rio Mutum ainda está bem preservada, e que a pastagem é o uso da terra predominante no setor de terras baixas e inundáveis da planície do Pantanal (setor sul da bacia). Por outro lado, nas terras altas e planas das chapadas do Planalto dos Guimarães (setor norte da bacia) predomina o uso da terra Culturas Agrícolas (soja, milho etc) produzidas num sistema que usa elevada quantidade de insumos químicos altamente poluentes. Por fim, o estudo nos permitiu concluir que áreas de planície da bacia apresentam-se com menor nível degradação por ação antrópica (com produção pecuária) que as de planalto (com produção agrícola), sendo que neste último, tantos as matas ciliares, quanto a própria vegetação de escarpa, apresentam alto grau de supressão.*
Palavras-chave*: Pantanal Mato-Grossense/Brasil, Bacia do rio Mutum, Uso da Terra, Classificação de Imagens SPOT.*

Abstract - Mapping of land use in the river basin Mutum, Pantanal Mato-grossense, Brasil. *Thus, this study aimed to mapping and land use in the Mutum River Basin located in the southeast of Mato Grosso (Brasil). For this we used geoprocessing resources to analyze data obtained from satellite images and collected directly by fieldwork. We found that the riparian forest bordering the river Mutum still well preserved, and that grazing areas are the predominant land use in the floodplain in the southern sector of the basin. On the other hand, in the upland of Planalto dos Guimarães (northern sector of the basin), agricultural crops (soybeans, corn etc) dominate and are produced by a system that requires the use of large amounts of chemical inputs very pollutants. Lastly, this study allows to conclude that the lowland areas of the basin have a lower level of degradation by human action (for livestock production) than the uplands (to agricultural production), where the riparian forests and the vegetation escarpment, reveal themselves largely affected by deforestation.*
Keywords*: Mato-Grosso/Brasil Pantanal, Mutum River Basin, Land use, SPOT Image Classification*

Introduction

Considéré comme l'une des plus vastes zones humides dans le monde, la plaine du Pantanal abrite une richesse environnementale (biodiversité, paysages résiduels, sociétés traditionnelles, etc) objet d'actions de protection et de conservation (Silva, 1995). Ainsi, une préoccupation majeure des chercheurs, des ONG et des gouvernements, c'est la protection de l'environnement de ce biome parce que les écosystèmes qui le composent souffrent souvent des actions anthropiques (LEAP, 2006).

De plus, comme ce bassin comprend à la fois le Plateau de Guimarâes et les terres basses du Pantanal, il constitue une unité spatiale originale pour les études visant à comprendre les interactions des processus socio-environnementaux entre ces unités géomorphologiques.

La partie plane du Pantanal couverte par la limite du bassin versant du Mutum se compose de plusieurs formations végétales comme les pâturages (des espèces indigènes et cultivées), différentes formes de Cerrado et même des formations forestières (forêts tropicales). Les pâturages indigènes sont constitués de plusieurs espèces de graminées typiques de cette région. En ce qui concerne la végétation de savane, il y a une prédominance des zones de

végétation ouvertes, comme les savanes herbeuses (*campo limpo*), les savanes arbustives (*Cerrado*) et les savanes arborées (*cerradão*), liées principalement au type de sol et aux facteurs climatiques (LEAP, 2006). Cette région a toujours été utilisée principalement pour l'élevage d'embouche dans l'État du Mato Grosso.

Le secteur des "hautes terres" dans le bassin se réfère aux plateaux du Planalto dos Guimarães. Son développement économique repose principalement sur l'agriculture commerciale de céréales (soja, maïs, riz, etc), avec recours systématique à la mécanisation et aux intrants artificiels (engrais chimique et pesticides pour le contrôle phytosanitaire). Les exploitations agricoles utilisent des techniques agricoles avancées. Tout ceci est considéré comme la principale cause des problèmes environnementaux observés dans le bassin à savoir le déboisement des forêts et des abords des sources, l'envasement et contamination chimique de l'eau, la disparition des espèces indigènes, etc.

Dans l'objectif de mieux comprendre les processus naturels et la dynamique du bassin versant, la télédétection s'avère essentielle pour réaliser le suivi de l'utilisation et de l'occupation du sol ; c'est un outil qui permet la production de très riches informations spatiales (Carvalho et al., 2006).

Actuellement l'imagerie satellitaire occupe une place beaucoup plus grande que les photographies aériennes auparavant ; elles sont devenues très accessibles au citoyen ordinaire, notamment avec des logiciels comme Google Earth qui permettent, via une simple connexion à internet, de visualiser gratuitement des images de haute résolution pour le monde entier.

Les cartes de l'occupation et de l'utilisation du sol sont des outils qui aident à la représentation d'informations détaillées sur les différentes caractéristiques de l'organisation de l'espace dans un territoire donné. Ce sont donc des ressources adaptées pour contribuer à la planification régionale et environnementale, ainsi que pour le suivi et la gestion de ces territoires, ou même pour s'assurer que le développement économique repose sur des bases durables en termes socio-économiques et environnementaux (REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA, 2007).

Ainsi, cette étude vise à cartographier l'utilisation et l'occupation des terres dans le bassin versant de la rivière Mutum-MT situé dans le sud-est de l'état du Mato Grosso / Brésil délimité par les coordonnées géographiques de 55 ° 50'O / 15 º 50'S et 55 ° 20 'O / 16 º 20'S (Figure 01). Elle se base sur données obtenues à partir des images de satellite et sur les données issues du travail de terrain.

1. Matériels et Méthodes

Selon GRIGG (1965 apud ANDERSON *et al*., 1979), un système de classification doit répondre à trois principaux attributs liés à ce processus: a) Identifier les catégories en utilisant la terminologie existante; b) Permettre la transmission d'informations; c) Permettre les généralisations inductives. Pour les auteurs, une image est une réponse basée sur de nombreuses caractéristiques de la superficie du sol, y compris la réponse de surfaces naturelles et artificielles.

Dans cette recherche, nous avons utilisé six scènes (2199, 2200, 2243, 2244, 2283, 2284 de une image du capteur HRG - satellite Spot-5 de l'année 2007), avec une résolution spatiale de 2,5m, pour monter une image-mosaïque couvrant toute la surface du bassin versant de la rivière Mutum. Ces images ont été offertes au Laboratoire de télédétection et des SIG de l'Université Fédérale du Mato Grosso/campus Rondonópolis (LABGEO-UFMT-CUR) par le Secrétariat d'Etat du Mato Grosso à la planification. Une carte en format vectoriel numérique a également été utilisée pour définir les limites du bassin versant et une autre pour le réseau

hydrographique du Mutum. Ces cartes ont été générées à partir de la modélisation hydrologique réalisée à partir d'un MNT (ASTER-GDEM) appartenant à la collection de données du LABGEO-UFMT-CUR. Ces cartes vectorielles nous ont permis de délimiter sur la mosaïque d'images du capteur HRG/SPOT-5, le bassin versant de la rivière Mutum.

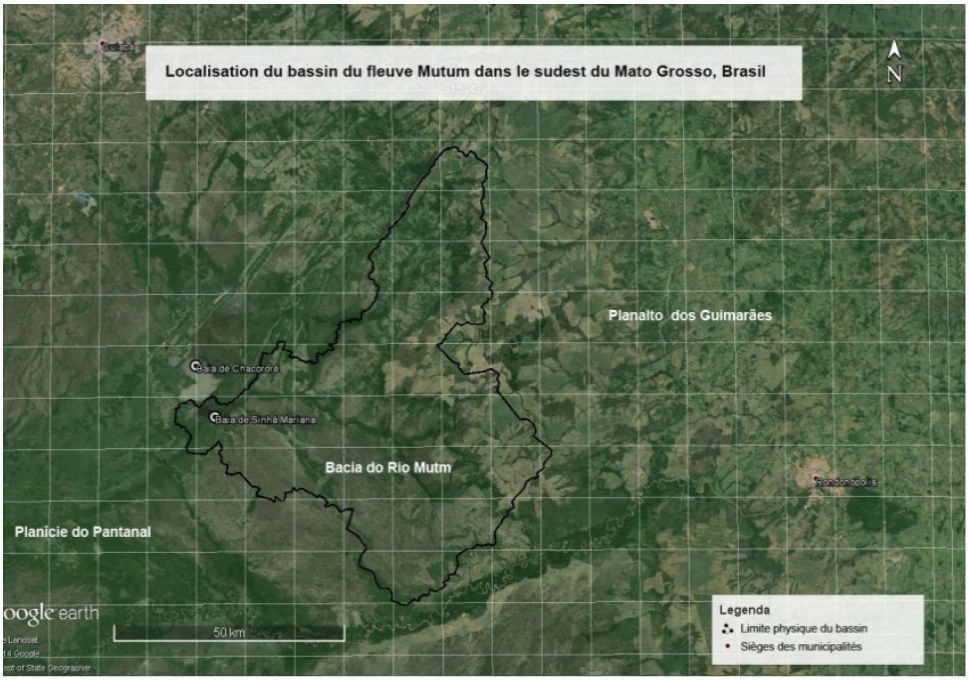


Figure 1 : Source Image Landsat/2014 disponibles à partir du programme Google Earth

Six cartes topographiques (295, 296, 313, 314, 326, 327) en format numérique (DGN) fournies par l'Institut brésilien de géographie et de statistique (IBGE) ont également été utilisées dans cette étude.

Dans un premier temps, il a fallu géoréférencer les six scènes SPOT-5 formant la mosaïque. Pour cela, nous avons enregistré 14 points de coordonnées géographiques (système WGS 84) pris directement sur le terrain à l'aide d'un GPS et aussi la carte vectorielle du réseau hydrographique dans le bassin.

Ensuite, la carte vectorielle des limites physiques du bassin versant du Mutum a été utilisée pour créer un masque logique (GIRARD et GIRARD, 2004) pour définir la zone d'intérêt sur la mosaïque d'images du capteur HRG/SPOT-5, et masquer les espaces à l'extérieur des limites.

Par la suite, il a été produit une seconde mosaïque, à partir de la jonction des six cartes topographiques en format numérique produites par l'IBGE, à l'échelle 1:100.000, couvrant la zone du bassin versant de la rivière Mutum. Ainsi, à partir de la mosaïque et de la carte numérique du réseau hydrographique, on a réalisé la carte du relief du bassin versant de la rivière Mutum en suivant la méthodologie du PCPAP (1997).

Pour la carte d'utilisation et l'occupation du sol, nous avons défini la légende en adaptant les classes de niveau II du manuel d'utilisation des terres de l'IBGE (IBGE, 2006). Quant à l'interprétation d'images SPOT, la méthode utilisée était l'interprétation visuelle (Panizza et Fonseca, 2011) sur des critères de texture, couleur et forme (Jensen, 2009). Cette procédure a fourni les paramètres pour le montage d'une clé d'interprétation (Tableau 01), tel que proposé par Santos et Petronzio (2011).

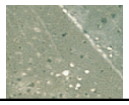
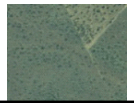
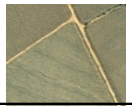
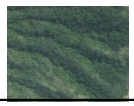
CÓD.	CATÉGORIE	DESCRIPTION	(COMPOSITION CAPTEUR HRG) R1 G2 B3	COULEUR	TEXTURE	FORME
1	Forêts de Colline	Zone de collines couvertes par la végétation dense arborée		Vert clair	Homogène Lisse	Amorphe
2	Forêt riveraine	Les zones de végétation indigène le long des cours d'eau		Vert foncé	Homogène orientée Rugueuse	Amorphe
3	Savane	Les zones de végétation dense typique des Savana		Vert foncé	Homogène Rugueuse	Amorphe
4	Végétation de Régénération	Zones défrichées et occupies par la végétation herbacée		Vert clair et foncé	Heterogêne Orientée Lisse	Rectangulaire
5	Plans d'eau	zones où se trouve des rivières, lagunes, baíes et de réservoirs		Bleu moyen	Homogène Lisse	Curviligne
6	Pâturages Propre	Zones avec des graminées		Marron claro	Homogène Lisse	Amorphe
7	Prairies Pantaneira	Zones avec des'herbes d'arbustes et d'arbres sujettes aux inondations dans saison des crues		Vert d'eau	Homogène Pointillés Mince	Amorphe
8	Cultures Agricoles	Zones avec une forte présence de l'agriculture commerciale de soja, le maïs et le coton		Brun clair et foncé	Homogène Orientée Moyenne	Linéaire
9	Forêts de Escarpement	Zones à forte pente et couvert par la végétation indigène (savane) dans la zone de transition entre les hautes et basses terre		Vert foncé	Orientado Courbé Épais	Curviligne
10	Savane arbustive (cerrado stricto sensu)	Zones densément occupée par la savane		Vert clair	Homogène Granuloso Mince	Amorphe
11	Prairies de colline	Zones avec présence d'herbes et étroite bande de forêt riveraine sur les collines		Vert foncé	Hétérogène Polygonal Moyenne	Curviligne

Tableau 1 : Clé d'interprétation pour l'utilisation et l'occupation des terres.
ORG: Adapté par MARQUEZOLA, D.S. à partir des propositions du manuel technique pour l'utilisation des terres du IBGE (IBGE. 2006).

1.1. Le relief de la surface du bassin

Selon la classification des ensembles morphostructuraux définis dans le Plan de Conservation du Bassin du Haut-Paraguay - PCBAP - (Pantanal), la superficie du bassin versant du Mutum appartenant au Planalto dos Guimarães se concentre entièrement sur le secteur ouest du bassin (Figure 2). Elle est délimitée par la plaine du Pantanal Mato-grossense et les escarpements localisés du sud-ouest à la moitié nord du bassin et suivant presque parallèlement la limite ouest du bassin. C'est dans cette zone (Planalto dos Guimarães que se concentrent les sources des cours d'eau qui composent le réseau de drainage de la rivière Mutum, y compris le Rio Mutum, lui-même.

1.2. Les Catégories d'Utilisation et de l'Occupation du Sol du Bassin

Les onze catégories d'utilisation et d'occupation des sols identifiés dans le bassin forment un total de 341 099,46 ha, couvrant partiellement les frontières politico-administratives des communes de Campo Verde, Jaciara, Juscimeira et principalement Barão de Melgaço et Santo Antonio de Leverger. Les caractéristiques de chacune d'entre elles sont identifiées dans la colonne "description" dans la clé d'interprétation (Tableau 1)

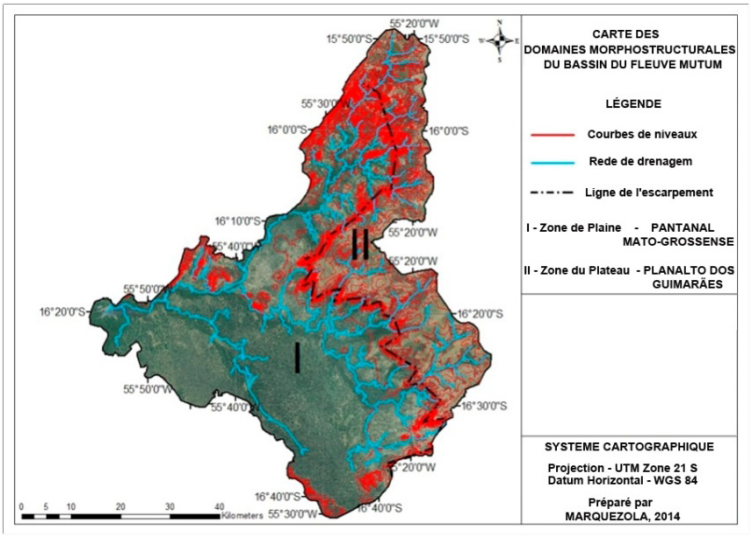


Figure 2 : Les domaines morphostructuraux de la zone du bassin Mutum-MT. ORG:. MARQUEZOLA, D. S.

Les classes cartographiées (Tableau 2) montrent qu'en général, les pâturages dominent dans le bassin. Parmi les catégories définies les prairies pantaneira occupent une superficie de 117,125.07 ha, concentrées sur la partie sud du bassin (Figure 3). Toutefois, considérant l'utilisation des terres en fonction de l'unité géomorphologique (du plateau ou plaine), il ya une prédominance absolue de l'agriculture commerciale dans le secteur des hautes terres et d'élevage semi-extensif dans les zones humides de plaine (Figure 3).

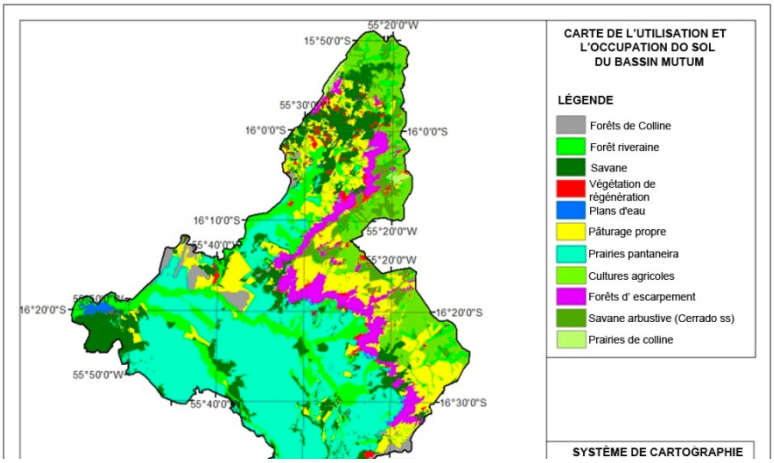


Figure 3 : Utilisation et Couverture du Sol du Bassin Mutum-MT
ORG.: MARQUEZOLA, D. S.

En ce qui concerne la végétation naturelle, la forêt d'escarpement et la forêt de colline, dominent occupant respectivement 22105,42ha et 11765,87ha. La végétation indigène dominante est composée surtout de grands arbres, même si dans certaines zones, la déforestation se poursuit, comme on peut le voir sur la Figure 4.



Figure 4 : Destruction de la végétation indigène.
ORG:. MARQUEZOLA, D. S. (2014)

La forêt ripicole qui borde la rivière Mutum, principal cours d'eau de ce bassin, reste encore bien conservée, parce que la plus grande extension du lit de la rivière se situe dans des zones où dominent le pâturage (prairie pantaneira). Les cours d'eau situés dans la zone plane du bassin (Pantanal Mato-grossensse) possèdent encore une végétation importante sur leurs rives. En revanche, la situation inverse s'observe pour les cours d'eau qui coulent sur le plateau (Planalto dos Guimarães). La végétation ripicole est uniquement présente sous forme fragmentée et dans certains secteurs, elle a même complètement disparu.

L'étude a révélé encore, qu'il existe également des zones du bassin situées sur le plateau, que sont destinées uniquement à l'élevage intensif ou semi-intensif, comme on peut l'observer dans les régions du sud et du centre du bassin (Figure 3).

Catégorie	zone (ha)	Total (ha)
Forêt de colline	11765,87	341099,46
Ripisylves	40815,48	
Savane	45715,82	
Végétation de régénération (capoeira)	5261,35	
Plans d'eau	1749,06	
Pâturage propre	49736,38	
Prairie Pantaneira	117125,07	
Cultures agricoles	29570,44	
Forêt d'escarpement	22105,42	
Cerrado stricto sensu	15557,43	
Prairie de colline	1697,14	

Tableau 2 : Superficie occupée par des catégories de l'utilisation et de l'occupation du sol du bassin Mutum

Conclusions

Cette étude nous a permis d'observer que certaines zones du secteur de la plaine du bassin présentent une moindre dégradation anthropique des paysages (économique) que les zones du plateau. On suppose que cela est du à la difficulté de gestion imposée par le régime hydrologique (inondation) de la plaine du Pantanal.

Même si les domaines du plateau (Planalto dos Guimarães) ont souffert d'un fort défrichement du Cerrado *strito censu* au profit de l'agriculture intensive capitaliste, on remarque encore la présence de ce type de végétation sous forme de fragments spatialement isolés.

Il est possible de vérifier qu'aujourd'hui c'est le secteur nord du bassin qui souffre le plus de la perte de la végétation indigène, puisque c'est la zone où la catégorie de la végétation en régénération est plus concentrée. La cartographie de l'utilisation et d'occupation de sols du bassin à l'aide d'images de haute résolution spatiale nous a permis d'identifier, avec précision, les petits plans d'eau (étangs pour le bovins) et les petites zones de végétation indigène dégradées (lacunes du sol sans végétation), détails difficiles à observer sur des images satellite de résolution spatiale inférieure.

Bien que cette étude ne développe pas des techniques complexes et avancées de géomatique comme celles utilisées par Kawakubo, Morato et Luchiari (2004) et Bernin et Fils (2013) pour déterminer les classes d'utilisation des terres en utilisant le capteur d'image HRG / SPOT-5, elle nous a permis d'obtenir des résultats satisfaisants pour la cartographie de l'utilisation et de l'occupation du sol dans le bassin versant de la rivière Mutum. La a méthodologie adoptée par les auteurs cités demande beaucoup moins de temps que celle adoptée par notre étude.

Enfin, cette étude nous permet de conclure que les zones de plaines du bassin présentent un

niveau de dégradation anthropique inférieur (avec élevage) à celui des plateaux (avec production agricole) où les forêts ripicoles, comme la végétation naturelle d'escarpement ont beaucoup souffert de la déforestation.

Références bibliographiques

Bernini H. , Filho E. P. S. , 2013: Uso do sensor HRG-SPOT 5 e técnicas de processamento de imagens para caracterizar e avaliar a mudança da cobertura vegetal no estado de Rondônia. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 7321-7328. (accès en ligne: www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1079.pdf)

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP)/Projeto Pantanal, Programa Nacional do Meio Ambiente., 1997: Diagnóstico Ambiental da Bacia do Alto Paraguai; v2, t1 – Meio Físico, Brasília:PNMA, 349 p.

Carvalho E. M. , Pinto A. L. , Silva P. V. , 2006: A evolução do uso e ocupação do solo na bacia do córrego Porteira, Aquidauana, MS. In: Annales du Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande-MS, Brasil, 438-446.

Girard M.C., Girard C. M., 2004: Traitement des données de télédétection. Paris:Dunod, 529 p.

IBGE - (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2006: Manual técnico de uso da terra. 2ed., Rio de Janeiro:IBGE, 91 p.

Kawakubo F. S. , Morato R. G. , Luchiari A. , 2004: Processamento das imagens HRG-SPOT 5 na determinação de classes de uso da terra e manchas de cobertura vegetal na região de Teodoro Sampaio – Pontal do Paranapanema. GEOUSP - Espaço e Tempo, **15**, 127-136.

Panizza A. C. , Fonseca F. P. , 2011: Técnicas de interpretação visual de imagens. GEOUSP – Espaço e Tempo, **30**, 30–43.

Santos A. B. , Petronzio J. A. C. , 2011: Mapeamento de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba:PR, Brasil, 6185-6193.

MODELO BAYESIANO DE DADOS ESPACIAIS APLICADO AO MAPEAMENTO DA INTEGRIDADE ECOSSISTÊMICA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

SIMÕES M. [1,2], FERRAZ R.[1], VERWEIJ P.[3], EQUIHUAL M.[4],MAQUEO O.[4], ALVEZ A.[2]

(1)Embrapa Solos ,rua Jardim Botânico 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro, Brazil [margareth.simoes@embrapa.br] [rodrigo.demonte@embrapa.br]

(2)Programa de Pós-Graduação Meio Ambiente (PPGMA) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua Maracanã 524, Rio de Janeiro, R.J., CEP 20550-013, Brazil [kaageo@gmail.com]

(3) Alterra, Wageningen-UR, P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherland [peter.verweij@wur.nl]

(4)INECOL - Instituto de Ecologia A.C., Coatepec 351, 91070 Xalapa, Veracruz, Mexico [miguel.equihua@inecol.edu.mx], [octavio.maqueo@inecol.edu.mx]

Resumo - *A relação entre a perda de biodiversidade e os impactos nos serviços ecossistêmicos de florestas tropicais, em face à mudança global do clima em curso precisa ser melhor quantificada. Neste trabalho, considerou-se o conceito de Integridade Ecossistêmica (IE), que representa a conexão da biodiversidade com a capacidade dos ecossistemas em manterem os processos de auto-organização. As redes bayesianas (BBN- Bayesian Belief Network) podem fornecer métricas para a geração do índice de integridade do ecossistema, a partir do treinamento das relações probabilísticas de evidências obtidas através de dados de campo, dados de Sensoriamento Remoto e GIS. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar a abordagem metodológica e os resultados preliminares do mapeamento da IE, elaborada em escala regional para diferentes padrões fitoecológicos de paisagem da Amazônia brasileira. A modelagem baseou-se na aprendizagem dos parâmetros (modelo data-driven) através do algoritmo Expectation Maximization. Para a validação deste modelo probabilístico foi realizada uma avaliação em zonas controladas, observação de campo e comparação com o modelo de IE baseado em conhecimento (knowledge driven), elaborado por especialistas.*
Palavras-chaves: *Biodiversidade; Integridade Ecossistêmica; Redes Bayesianas; Amazônia brasileira*

Résumé – Modéle de données spatiales appliqué à la cartographie de l´integrité de l´écosystème de l´Amazonie Brésilienne*. La relation entre la perte de biodiversité et ses impacts sur les écosystèmes des forêts tropicales doit être mieux quantifiée, notamment dans un contexte de changement climatique. Nous avons considéré la notion d'Intégrité des Écosystèmes (IE), qui représente la connexion de la biodiversité avec la capacité des écosystèmes à soutenir les processus d'auto-organisation. Les réseaux bayésiens (BBN) peuvent fournir des métriques pour la génération d'indices d'intégrité des écosystèmes obtenus à partir de relations probabilistes entre les données du terrain, les données de télédétection et les SIG. Ainsi, l'objectif de ce travail est de présenter l'approche méthodologique et les résultats préliminaires de la cartographie des IE, élaboré à l'échelle régionale pour différents modèles de paysage phyto-ecologiques de l'Amazonie brésilienne. La modélisation est fondée sur l'apprentissage des paramètres (modèle "data driven"), par l'intermédiaire de l'algorithme appelé "Expectation Maximization". Pour valider ce modèle probabiliste, une évaluation a été faite en zones contrôlées, par observations sur le terrain et par comparaison avec le modèle IE basé sur les connaissances ("knowledge driven"), préparé par des experts.*
Mots clés : *Biodiversité ; Intégrité des écosystèmes ; Réseaux bayésiens ; Amazonie brésilienne*

Abstract- Probabilistic Bayesian model from spatial data applied to the map ecosystem integrity in Brazilian amazon *-The relationship between biodiversity loss and the impacts on ecosystem services of tropical forests, in face of the ongoing global climate change needs to be better quantified. In this work, we considered the concept of Ecosystem Integrity (IE), which represents the connection of biodiversity with the ability of ecosystems to sustain the processes of self-organization. Bayesian Networks (BBN-Bayesian Belief Network) can provide metrics for the generation of ecosystem integrity index, from the training of probabilistic relationships of evidence obtained through field data, Remote sensing data and GIS. The objective of this work is to present the methodological approach and the preliminary results of IE mapping, elaborated at the regional scale for different patterns of phyto-ecologic landscape of the Brazilian Amazon. The modeling was based on learning from the parameters (data-driven model) through the use of the Expectation Maximization algorithm. For the validation of this probabilistic model, an evaluation was carried out in controlled areas, with field observation and comparison with the IE model based on knowledge (knowledge driven), prepared by experts.*
Keywords: *biodiversity; Ecosystem Integrity; Bayesian Networks; The Brazilian Amazon*

Introdução

De acordo com a *Convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas* (UNFCCC) e a *Convenção sobre Diversidade Biológica* (CDB) existem claras relações entre a perda da biodiversidade e as mudanças climáticas evidencialmente em curso. De fato, atualmente, há um amplo reconhecimento na comunidade científica que as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade estão intrinsecamente interconectadas através de um

ciclo de retro-alimentação sistêmica. Assim, as alterações nos padrões climáticos podem afetar a biodiversidade, e, a contínua perda de biodiversidade pode, por sua vez, afetar determinados fatores meteorológicos que mantém a regulação climática, com graves consequências para o desenvolvimento sustentável. Deste modo, a biodiversidade atua como um fator de autoregulação dos sistemas naturais, mantendo os processos ecossistêmicos relacionados com a mitigação dos fatores causadores das mudanças climáticas.

O conceito de biodiversidade, no entanto, é bastante diverso, abrangendo distintas visões que focalizam diferentes níveis de observação dos sistemas biológicos. Podendo abranger desde o nível dos genes, da riqueza taxonômica de espécies, grupos funcionais até o nível dos ecossistemas (CBD, 2009). Deste modo, dependendo da abordagem e ótica adotadas, diversos indicadores, conceitualmente díspares, podem ser usados para se caracterizar e/ou quantificar a biodiversidade de um dado sistema natural.

A biodiversidade, enquanto uma característica qualitativa dos ecossistemas, constitui, em termos práticos, um indicador de estado referente ao afastamento das condições primiciais de um dado sistema natural. Assim, o conceito de biodiversidade pode ser aplicado para balizar a definição de indicadores que caraterizem o estado de um dado sistema natural no tocante à sua capacidade de autoregulação ou manutenção de processos ecossistêmicos. Porém, mais do que a riqueza da biodiversidade, em estrito senso, a manutenção de processos ecossistêmicos se relaciona mais com o estado de integridade do sistema natural em apreciação. Estado este que se supõe existir em sistemas naturais cuja biodiversidade se mantem suficientemente integra, garantindo a manutenção dos processos ecossistêmicos. Deste modo, dois sistemas naturais podem possuir “biodiversidades” distintas, segundo algum conceito estrito de biodiversidade, mas, serem igualmente integros do ponto de vista dos processos de autoregulação sistêmica.

O conceito de Integridade Ecossistêmica também tem sido bastante discutido e, na literatura especializada é possível se encontrar uma razoável quantidade de definições diferentes. Jorgensen e Müller (2000) descrevem IE como um atributo ecológico próprio de um habitat natural com uma comunidade adaptável, equilibrada e integrada de organismos, possuindo determinada composição de espécies, diversidade e organização funcional.

Independentemente das diferentes definições conceituais postuladas pelos diversos autores, a IE é compreendia por todos como sendo um estado de equilibrio de um dado sistema natural que é capaz de se autoregular por meio de diversos processos funcionais. Desta forma a IE constitui uma propriedade latente dos ecossistemas que não é diretamente observável (EQUIHUA, 2013). Sendo assim, a IE só pode ser descrita e quantificada, respectivamente, por meio de *proxys* e indicadores que representam as evidências deste estado hipotético.

Diversos indicadores podem ser utilizados para quantificar a IE, podendo ser variáveis relacionadas a estrutura e/ou a funcionalidade dos ecossistemas. Assim, por exemplo, pode-se utilizar indicadores relacionados a: (i) estrutura da vegetação (características dendrométricas); (ii) diversidade biótica (número de espécies ou de grupos funcionais); (iii) presença de espécies chaves ou indicadoras de estágios clímax; (iv) entrada de energia solar (balanço de radiação, produção de biomassa, sequestro de carbono); (ii) saída de materia e energia (respiração, transpiração, evapotranspiração); (iii) fluxos de nutrientes (mineralização), etc.

Porém, devido à complexidade dos ecossistemas e à compreensão ainda incompleta dos processos ecossistêmicos em respostas as pertubações antrópicas, deve-se considerar que a causalidade das relações entre os variáveis escolhidas como indicadores e o estado de integridade ecossistêmica nem sempre é tão evidente, guardando certo grau de incerteza.

Para se lidar com as incertezas nas modelagens de fenômenos latentes, ou seja, que não são diretamente observáveis, se faz necessário a utilização de modelos probalilísticos ou estocásticos.

Neste sentido, no presente trabalho optou-se por trabalhar com o método estocástico denominado "aproximação bayesiana" que se baseia na construção de Redes Bayesianas (*Bayesiana Belief Network - BBN*).

O método bayesiano se fundamenta no conceito de probabilidade *a priori* e *a posteriori* e consiste em determinar a probabilidade de ocorrer um determinado evento ou fenômeno de interesse dado a presença de um condicionante ou evidência. Transformando uma série de dados determinísticos em probabilidades o método faz uso da inserção de conjuntos para gerar funções de probabilidades condicionais, baseados nos princípios introduzidos por Bayes. De acordo com Pena (2006) a modelagem matemática do teorema de Bayes liga a inferência racional (probabilidade *a posteriori*) a subjetividade (probabilidade *a priori*) e a experiência empirica (probabilidades condicionais). As Redes Bayesianas (*Bayesiana Belief Network - BBN*) são modelos probabilísticos que representam relacionamentos correlativos e causais entre variáveis. Ou seja, descreve a distribuição de probabilidades entre as variáveis tidas como evidências e o fenômeno de interesse.

Por sua vez, o conceito de Redes Bayesianas se refere a uma cadeia de cálculo de probabilidades de Bayes. As redes bayesianas são representações (grafos acíclicos) de relações causais entre variáveis aleatorias interdependentes em modelos probabilísticos (LAURIA E DUCHESSI, 2006).

Avaliando o impacto de diferentes alternativas de gestão, as BBNs têm sido aplicadas com êxito como metodologia de suporte a decisão no âmbito da gestão dos recursos naturais. A Integridade Ecossistêmica (IE) e as suas relações com os diversos serviços ecossistêmicos, como por exemplo, os fatores de mitigação de mudanças climáticas, podem fornecer informações importantes sobre os diferentes ecossistemas, balizando a proposição de políticas públicas e alternativas de gestão ambiental.

Neste trabalho, considerou-se a "Integridade Ecossistêmica" (IE) como um *proxy* da biodiversidade. Ou seja, como sendo a capacidade de auto-organização dos ecossistemas biodiversos, de manutenção dos processos ecossistêmicos relacionados aos fluxos de matéria e de energia, essenciais para os ciclos biogeoquímicos terrestres, notadamente, o ciclo do carbono e da água. Integrando um modelo de Integridade Ecossistêmica (BBN) em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), tornou-se possível mapear um grande número de entidades espaciais, e, em um ambiente de Sistema de Suporte a Decisão (DSS)[1], realizar múltiplas interações para gerar diferentes mapas de Integridade Ecossistêmica da Amazônia Legal Brasileira.

1. Objetivo

O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo sobre a Integridade Ecossistêmica da Amazônia Legal Brasileira através da aplicação de um modelo probabilístico baseado na metodologia das Redes Bayesianas (*Bayesiana Belief Network - BBN*).

2. Materiais e Metódos

2.1. Modelagem

[1] QuickScan foi desenvolvido em Wageningen (Alterra)

A abordagem consistiu na geração de um modelo espacial baseado na distribuição de probabilidades de variáveis consideradas evidências da Integridade Ecossistêma. A metodologia utilizada foi as Redes Bayesianas (*Bayesiana Belief Network - BBN*) (LINDLEY, 1972).

A rede Bayesiana foi estabelecida a partir da concepção de um modelo conceitual - Integridade Ecossistêmica e Evidências - que integrou o conhecimento de diversos especialistas (ecologistas, biólogos, geógrafos, engenheiros florestais e especialistas em GIS e Sensoriamento Remoto, etc). Em um processo interativo, por meio de video-conferências, os especialistas foram ajustando e aprimorando o modelo conceitual da rede, considerando os presupostos teóricos e a disponibilidade de dados. Utilizou-se o *software* QuickScan[1] (DSS – Support Decision System) como ambiente para discutir e elaborar diversos mapas conceituais possíveis, representativos da IE a ser modelada. Por fim, foi criado o modelo conceitual (Figura 1) que foi convertido em um protótipo de rede para cálculo de integridade ecossistêmica (Figura 2).

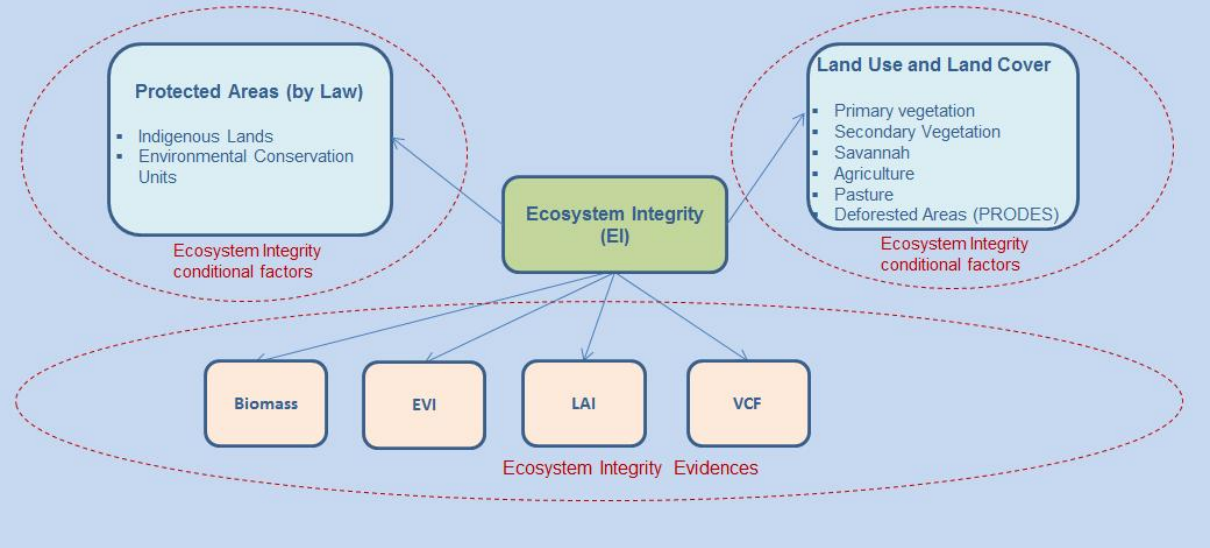


Figura 1: Mapa Conceitual da Integridade Ecossistêmica

Uma vez estabelecida a rede Bayesiana condiderada final, o processo de modelagem se baseou na aprendizagem dos parâmetros (modelo *data-driven*) através do algoritmo *Expectation Maximization* (Buntime, 1994).

Para a organização dos dados e seus metadados foi elaborado um Sistema de Informação Geográfica (SIG), composto pelos seguintes dados/fontes: (i) unidades de conservação (MMA); (ii) terras indígenas mapa; (iii) mapa de áreas prioritárias de biodiversidade (MMA); (iv) mapa de vegetação natural (IBGE); (v) mapa de vegetação secundária (IBGE); (vi) mapa de uso antrópico da terra; (vii) mapa das áreas desmatadas (PRODES/INPE) – dados de sensoriamento remoto: (i) biomassa (MODIS USGS – NASA); (ii) EVI – Índice de Vegetação (MODIS USGS – NASA); (iii) LAI - índice de área folha (MODIS USGS – NASA); (iv) árvore capa (MODIS USGS – NASA); (v) GPP - produtividade primária bruta (MODIS USGS – NASA).

Como evidências da IE, utilizou-se indicadores quantitativos originários de Sensoriamento Remoto, como: (i) Índice de Área Foliar (Watson, 1947); (ii) Índice de Vegetação (EVI); (iii) Produtividade Primária Líquida (NPP); (iv) Cobertura Vegetal (Amthor e Baldocchi, 2001). Também foram utizadas variáveis qualitativas derivadas de mapas temáticos da Amazônia,

tais como: (i) uso da terra; (ii) áreas protegidas (unidade de Conservação e terras indigenas); que foram incluídas visando aprimorar o modelo (Tabela 1).

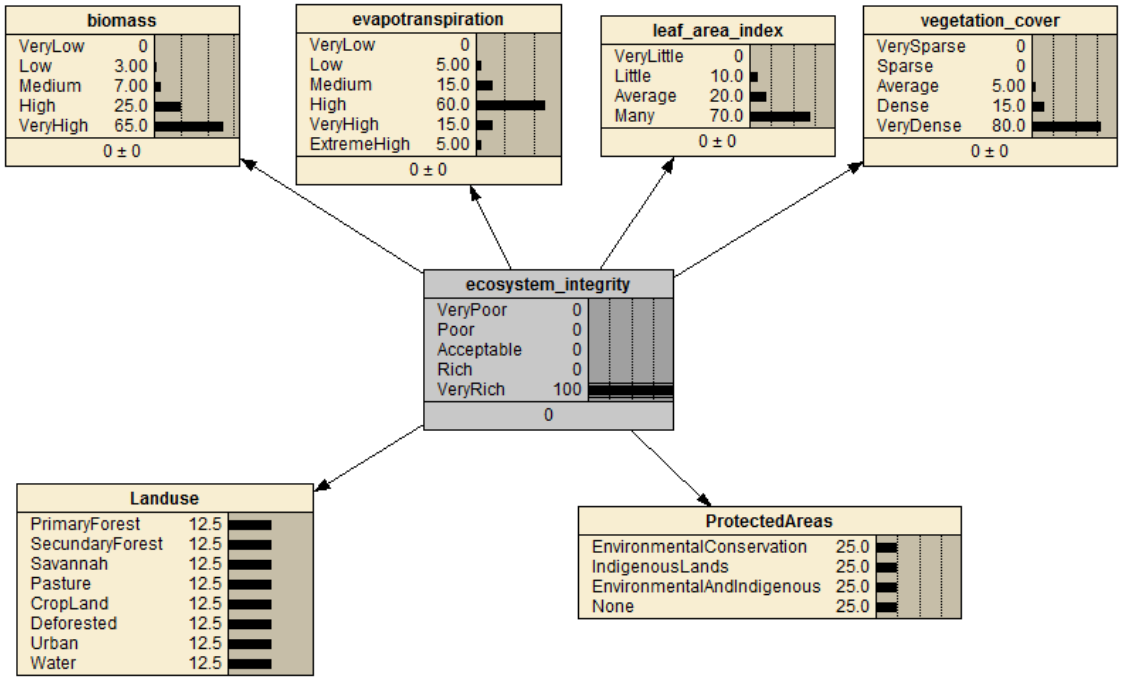


Figura 2 : Rede Bayesiana (BBS), definindo a integridade do ecossistema em biomassa, evapotranspiração, índice de área de folha e cobertura vegetal (4 nós acima) e em uso do solo e áreas protegidas (2 nós abaixo). Os nós de baixo se relacionam implicitamente com a gestão.

Dentro do modelo BBN as tabelas de probabilidade foram preenchidas a partir do conhecimento especialista. O Quadro 1 apresenta os dados dos produtos de Sensoriamento Remoto em categorias como usado dentro do modelo BBN adotado.

Nós da Rede	Nº Estados	Descrição dos estados	Fonte dos dados
Biomassa	5	Numérico: 0-1000. <150; 150-300; 300-450; 450-600; >600	Sensoriamento Remoto
Evapotranspiração	6	Numérico: 0 – 1800 [mm/year] <800; 800-1000; 1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; >1800	Sensoriamento Remoto
Índice de Área Foliar	4	Numérico: 0-100 <17; 17-32; 32-45; >45	Sensoriamento Remoto
Cobertura Vegetal	5	Numérico: 0-100 [%]. <20; 20-40; 40-60; 60-80; >80	Sensoriamento Remoto
Uso da Terra	8	Floresta primária, floresta secundária, savanas, pastagens, agricultura, desmatamento, corpos hídricos, áreas urbanas.	Mapas Temáticos
Áreas Protegidas	4	Unidades de Conservação e Terras Indígenas	Mapas Temáticos

Quadro 1. Variáveis utilizadas como nós da rede BBN; número e descrição dos estados adotados

Com o intúito de comparar os resultados do modelo probalilístico de IE, elaborou-se também

um modelo de IE baseado em conhecimento, ou seja, usando-se regras de conhecimento mecanicista. A regra de conhecimento utilizada se baseou no cruzamento de duas variáveis, cobertura vegetal e evapotranspiração. Para cada combinação foi determinada uma categoria de Integridade Ecossistêmica. Foram adotadas as seguintes classes: (i) Muito baixa; (ii) Baixa; (iii) Moderada; (iv) Alta e (v) Muito Alta (Quadro 2)

		Classes de densidade de cobertura vegetal				
		Muito esparsa	Esparsa	Média	Densa	Muito densa
Evapotranspiração	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
	Baixa	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
	Moderada	Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
	Alta	Muito baixa	Baixa	Moderada	Muito Alta	Muito Alta
	Muito alta	Baixa	Moderada	Moderada	Alta	Alta
	Extremamente alta	Baixa	Moderada	Alta	Alta	Moderada

Quadro 2: Casses de Integridade Ecossistêmica baseada em regra de conhecimento a partir do cruzamento das variáveis Classes de cobertura vegetal e Evapotranspiração.

2.2. Ambiente computacional

Foi utilizado o *software* NETICA[2] para gerar e rodar o modelo BBN a partir do modelo conceitual estabelecido com base no conhecimento dos especialistas (*expert knowledge*). A rede foi treinada em locais conhecidos e a integridade ecossistêmica determinada por inferência. Os dados espaciais foram armazenados em arquivos Raster em um GIS com uma resolução de 1,66 10-2 graus 2 por célula possuindo um total de 3600 linhas de colunas x 2800. O *software* Quickscan[1] é um Sistema de Apoio a Decisão (DSS) capaz de relacionar dados espacias e estatísticos a regras de conhecimento (Verweij et al, 2012).

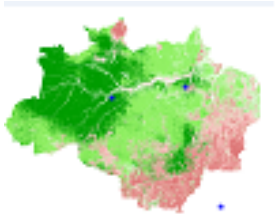
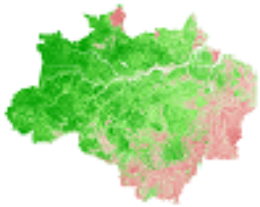
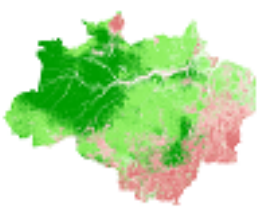
3. Resultados

Os resultados da modelagem foram apresentados na forma de mapas preliminares de Integridade Ecossistêmica com base em três abordagens (Quadro 3): (i) IE derivada do modelo de Rede Bayesiana (BBN) considerando-se a máxima probabilidade (*data-drive*n); (ii) IE derivada do modelo de Rede Bayesiana (BBN) considerando-se a distribuição de probabilidades (*data-drive*n) e (iii) IE obtido através do modelo baseado nas regras de conhecimento especialista (*knowledge driven*). Os valores quantitativos de probabilidade da IE foram fatiados, representando a IE de forma qualitativa através de classes: muito baixa (vermelho escuro); baixa, aceitável, alta e muito alta integridade ecossistêmica (verde escuro).

A distribuição de área por categoria de IE foi bastante semelhante em todas as três abordagens. Especialmente, quando compara-se os resultados dos modelos de IE baseados na Rede Bayesiana (BBN) considerando-se a distribuição de probabilidade e no modelo baseado em regras de conhecimento.

Por outro lado, se a distribuição em área foi praticamente a mesma, o padrão espacial se mostrou diferente. Na abordagem baseada em regraa de conhecimento observa-se uma tendência de se agrupar as categorias (clusters), enquanto na abordagem da modelagem por distribuição de probabilidades apresenta uma imagem mais dispersa.

[2] NorSys: https://www.norsys.com

Integridade Ecossistêmica	Modelo Rede Bayesiana (BBN) Máxima Probabilidade	Modelo Rede Bayesiana (BBN) Distribuição de Probabilidade	Modelo baseado em Regras de Conhecimento (Knowledge rule)
Mapas			
Muito Baixa	30 %	30 %	30 %
Baixa	37 %	34 %	33 %
Aceitável	8 %	11 %	11 %
Rica	9 %	12 %	12 %
Muito Rica	16 %	12 %	13 %

Quadro 3: Mapas de Integridade Ecossistêmica calculados pelas abordagens: (i) Rede Bayesiana (BBN) Máxima Probabilidade; (ii) Rede Bayesiana (BBN) Distribuição de Probabilidade *(data-driven)* e (ii) modelo baseado em regras de conhecimento (*knowledge-driven).*

Nota: categorias distribuídas por percentuais em área.

Conclusão

Este trabalho apresentou uma metodologia para avaliação da Integridade Ecossistêmica através do uso de um modelo probabilístico baseado em redes Bayesianas. A IE pode ser usada como um indicador da biodiversidade. Procurou-se utilizar variáveis extraídas de produtos de Sensoriamneto Remoto devido a disponibilidade e possibilidade de atualização desses dados em escala regional. Para verificar a eficácia da modelagem da IE por meio das redes bayesianas, comparou-se os resultados desta com os resultados de um modelo baseado em conhecimento especialista e os resultados, preliminarmente, demonstraram certa proximidade. Utilizando-se a mesma rede bayesiana, com dados de satélite atualizados torna-se possível monitorar a IE ao longo do tempo. Assim, o aperfeiçoamento desta abordagem metodológica pode servir para estabelecer um protocolo de monitoramento da mudança da integridade ecossistêmica de uma dada região de interesse. Permitiria ainda observar têndencias, avaliar a eficência das políticas e os impactos do comprometimento da integridade ecossistêmica e/ou a perda da biodiversidade nos serviços ecossistêmicos (carbono e água).

Os resultados preliminares foram promissores, permitindo inicialmente estabelecer probabilidades e incertezas associadas a modelagem da Integridade Ecossistêmica. Em uma avaliação preliminar, os padrões espaciais de distribuição probabilística da IE, bem como a comparação com modelos baseado em conhecimento, se mostraram coerentes, entretanto, se faz necessário dar continuidade ao estudo para se estabelecer conclusões mais precisas e adequadas.

Referências bibliográficas

Amthor J.S. and D.D. Baldocchi. 2001: Terrestrial Higher-Plant Respiration and Net Primary Production. In: Terrestrial Global Productivity: Past, Present and Future. Eds. J. Roy, B. Saugier and H. Mooney. Academic Press. San Diego. pp 33-59

Buntime W., 1994: Operations for learning with graphical models. Journal of Artificial Intelligence Research, **2**:159–225.

Equihua M., Maeda P.D., Equihua J., Alaniz N. G., Kolb M., Schmidt M., 2013 : ROBIN - Role Of Biodiversity In climate change mitigation - 1st Report 15th of March 2013.

Jorgensen S., Müller F., 2000: Handbook of ecosystem theories and management, CRC press, 600p.

Lauria E. J. M. e P. J. Duchessi, 2006: A methodology for developing bayesian networks: an application to information technology (IT) implementation. European Journal of Operational Research, 179,234-252.

Lindley D. V., 1972: Bayesian Statistics, a Review. Philadelphia, PA: SIAM. [A sharp comprehensive review of the whole subject up to the 1970's, emphasizing its internal consistency].

Pena S. D.,2006: Bayes: o "cara"!. Revista Ciencia Hoje, Vol. 38. N° 228. pp. 22-29.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity- CBD (2009). Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Montreal, Technical Series No. 41, 126 pages.

Verweij P., Winograd M., Perez-Soba M., Knapen R., van Randen, Y., 2012: QUICKScan: a pragmatic approach to decision support, In: International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs) 2012 International Congress on Environmental Modelling and Software Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig, Germany R. Seppelt, A.A. Voinov, S. Lange, D. Bankamp (Eds.), www.iemss.org/society/index.php/iemss-2012-proceedings

Watson D.J., 1947: Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between years. Annals of Botany, 11: 41-76.

TÉCNICA DE PESQUISA EM CLIMA URBANO COM FOCO NO SUBSISTEMA FÍSICO-QUÍMICO

SILVA C. A. DA (1)

(1) Laboratório de Geografia Física, Universidade Federal da Grande Dourados,Rodovia Dourados-Itahum, km 12. Faculdade de Ciências Humanas. CEP: 79800-000. Dourados/MS-Brasil. [charleisilva@ufgd.edu.br]

Resumo –*O objetivo do estudo é apresentar técnica de pesquisa em clima urbano com foco no subsistema físico-químico. Visa discutir um roteiro teórico-metodológico que valorize e incorpore a dinâmica climática da área de estudo, as condições dos tipos de tempo, as características do sítio urbano, o padrão construtivo, o processo de produção do espaço urbano e o uso do Handheld Laser Particle Counter modelo P311 da marca Airy Tecnology. De custo acessível o Handheld Laser Particle Counter modelo P311 apresenta-se como um equipamento de grande eficiência e passível de ser incorporado em estudos de clima urbano cujo escopo seja o subsistema físico-químico. Capaz de medir concentrações de partículas sólidas inaláveis em microgramas (0,5; 2,5 e 5,0 micrometros) o equipamento permite identificar níveis de poluição prejudiciais a saúde humana. O roteiro proposto é viável para estudos de clima urbano que tenham como objetivo identificar e mensurar a qualidade do ar de áreas das cidades, espacializar a poluição e/ou subsidiar a elaboração medidas mitigadores e de políticas públicas.*
Palavras-chave: *Clima urbano, subsistema físico-químico, qualidade do ar, técnica de pesquisa*

Résumé – Recherche technique sur le climat urbain en mettant l'accent sur le volet physico-chimique *Le but de cette étude est de présenter une technique de recherche sur le climat urbain en mettant l'accent sur le sous-système physico-chimique. Elle vise à discuter un cheminement théorique- méthodologique qui mette en valeur et intègre la dynamique climatique de la zone d'étude, les conditions du type de temps, les caractéristiques du site urbain, la norme constructive, le processus de production de l'espace urbain et l'utilisation Handheld Laser Particle Counter Modèle P311 marque Airy Tecnology. Le Laser Particle Counter Modèle P311, très accessible, se présente comme un équipement très efficace et capable d'être incorporé à l'étude du climat urbain dont le but est le sous-système physico-chimique. Puisque capable de mesurer des concentrations de particules inhalables en microgrammes (0,5, 2,5 et 5,0 microns), l'équipement permet d'identifier des niveaux nocifs de pollution pour la santé humaine. Le cheminement proposé est réalisable pour des études du climat urbain qui visent à identifier et à mesurer la qualité de l'air des zones urbaines, à spatialiser la pollution et/ou à subventionner l'élaboration des mesures d'atténuation de la pollution de l'air et d' autres initiatives de politique publique.*
Mots-clés : *Climat urbain, sous-système physico-chimique, qualité de l'air, technique de recherche.*

Abstract : Technical research on urban climate with a focus on physicochemical subsystem. *The objective is to present technical research in urban climate with a focus on physicochemical subsystem. Aims to discuss a theoretical-methodological route that values and incorporates the dynamic climate of the study area, the types of weather conditions, the characteristics of the urban site, the constructive default, the process of production of urban space and the use of Handheld Laser Particle Counter model P311 brand Airy Tecnology. Affordable Handheld Laser Particle Counter Model P311 presents itself as a high-efficiency equipment and capable of being incorporated into urban climate studies whose scope is the physicochemical channel. Capable of measuring concentrations of inhalable particulate matter in micrograms (0.5, 2.5 and 5.0 microns) allows the device to identify pollution levels harmful to human health. The proposed route is feasible for urban climate studies that aim to identify and measure the air quality of areas of cities, spatialize pollution and / or mitigating measures support the development and public policy.*
Keywords: *Urban climate, physical-chemical subsystem, air quality, technical research.*

Introdução

As cidades constituem-se como o maior símbolo da construção social, da capacidade do ser humano transformar o espaço em função de suas necessidades, em alterar a natureza decorrente de suas ações. De fato a cidade, materializada no urbano, é a expressão maior da invenção humana, de sua genialidade e, contraditoriamente, cada vez mais o lugar de conflitos sociais e ambientais. Dados da ONU apontam que mais de 50% da população mundial hoje vive em áreas urbanas e, em 2050, esse percentual será de 70%. Na América Latina relatório ONU-Habitat, o programa da ONU para Assentamentos Humanos, apontam que em 2020 89% da população viverá em cidades. E mais, será nos países em desenvolvimento que o crescimento das cidades dar-se-á de forma mais marcante nas próximas décadas – condição na qual o Brasil se encontra.

No Brasil o censo de 2010 do IBGE aponta que 84,36% da população brasileira vive e trabalha em áreas urbanas. Assim as cidades serão cada vez mais o lugar onde os impactos ambientais se farão presentes e terão maior significância, sejam pelas desigualdades sociais, ou, pela incapacidade de lidarmos com os conflitos advindos da relação homem-natureza.

No que tange ao clima o estilo de vida urbano tem se demonstrado como um dos principais vetores de mudanças climáticas, para Hogan (2009, p. 16) "a expansão urbana transforma e fragmenta a paisagem, comprometendo tanto a diversidade biológica quanto a capacidade de ecossistemas de amortizar as consequências da atividade humana". Desse modo as transformações causadas no arranjo e na organização do geossistema, o qual se apresenta imediatamente como substrato para a existência e o crescimento das cidades, fazem surgir novos processos de inter-relação e interdependência que deveremos entender e lidar. Vulnerabilidade climática em áreas urbanas será assim pauta de grande importância nas próximas décadas e nortearão as políticas públicas que visam orientar o crescimento das cidades.

No Brasil os estudos de clima urbano tem se concentrado em grandes áreas metropolitanas, quase sempre localizadas nas regiões costeiras, onde estão as maiores concentrações populacionais e também o maior número de cidades. Contraditoriamente pouco se sabe dos climas urbanos de cidades pequenas e médias, poucos estudos foram realizados no Brasil continental, área na qual se verifica intenso crescimento urbano.

Sob o ponto de vista climático os estudos de clima urbano tem avançado, principalmente na incorporação de novas tecnologias e técnicas. O incremento das tecnologias de informação, o desenvolvimento de *softwares* e *hardwares*, a criação de novos equipamentos, a massificação e a disponibilização de imagens de satélites tem contribuído significativamente para a realização de estudos cujo teor principal se voltam para o entendimento da influência do urbano no clima local e, também, global. O desafio tem sido compreender a articulação do clima local produzido pelas cidades e suas reais conexões com a dinâmica climática global – sobre isso, em especial, os estudos de clima urbano muito tem que avançar.

A cidade é assim sob o ponto de vista climático o local mais desafiador para compreensão da relação homem-natureza haja vista as dinâmicas socioeconômicas postas sobre a natureza. Nas palavras de Monteiro (2004) isso significa que:

> "...a cidade é aquela que melhor se presta a comprovação dessa integração. Como concentração humana edificadora em um dano lugar, ela é a sede de alto grau de derivações ambientais. Não se trata de apenas de avaliar a implantação de uma massa edificada, mas também de uma série de alterações promovidas sobre o condicionamento geológico do sítio....E, mais ainda, a cidade como aglomeração humana concentra e expõe o resultado desse trabalho exploratório da natureza, gerador de uma economia que, aliada a política, expõe o caráter da sociedade. Em síntese os benefícios e malefícios na natureza e na edificação geram o produto ambiental, intimamente associado àquele socioeconômico. Monteiro (2004,p.16)

O clima das cidades, o clima urbano, dessa forma não deve ser estudado ou analisado isoladamente ou a partir apenas de parâmetros ou modelos matemáticos, pois se incorre no erro de simplificá-lo em demasia. A concepção geográfica do clima deve incorporar a noção da capacidade do urbano em gerar climas específicos que se materializam na forma de tipos de tempo, esses vivenciados pelos moradores das cidades no cotidiano. Essa noção de concepção geográfica do clima norteia a escola de estudos do clima proposta por Monteiro e se materializa na proposição do S.C.U. (Sistema Clima Urbano), o qual tem sido o grande referencial teórico-metodológico para os estudos de clima urbano no Brasil. As proposições de Monteiro (1976) ressaltam a importância do estudo do clima urbano a partir dos *subsistemas termodinâmico, físico-químico e hidrometeórico*, respectivamente os *canais de percepção conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteórico*.

É oportuno registrar que dadas às dimensões continentais do Brasil, sua diversidade climática, as dinâmicas sócio-espaciais e econômicas postas nesse século XXI, há urgência de compreendermos o quanto o clima está ou não sendo alterado localmente e o real significado dessas mudanças, bem como suas dimensões. Estudos têm demonstrado o crescimento e aumento das cidades em todo o território brasileiro, o surgimento de novas dinâmicas, arranjos e padrões produtivos, mas, nesse momento, mesmo reconhecendo avanços das últimas décadas e o aumento das pesquisas, os estudos de clima urbano não tem crescido na mesmo proporção – não estamos respondendo no mesmo *ritmo*, na mesma intensidade. No que tange aos estudos sobre a poluição atmosférica, com foco no subsistema físico-químico o quadro agrava-se ainda mais, depara-se com uma realidade marcada com pouquíssimos trabalhos e pesquisas desatualizadas e/ou que priorizam quase sempre as áreas metropolitanas, como se não ocorresse poluição atmosférica nas cidades pequenas e médias. Mudar essa realidade é um grande desafio, mas, ao mesmo tempo instigante. É sob esses pressupostos que o presente trabalho é construído, objetiva-se debater pesquisas de clima urbano cujo escopo seja o subsistema físico-químico, tomando como parâmetro o estudo realizado na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, utilizando-se o equipamento *Handheld Laser Particle Counter MODEL P311 da marca Airy Technology*.

1. O subsistema físico-químico no Brasil: o canal de percepção qualidade do ar

No que tange aos *subsistemas e canais de percepção* propostos por Monteiro para o estudo do clima urbano o subsistema físico-químico foi aquele menos avançou, poucos foram os trabalhos realizados por geógrafos cuja temática central tenha como escopo a compreensão da dinâmica e as características do canal qualidade do ar em contraposição a produção do espaço urbano.

Na Geografia a tese de doutorado de *Lucy Pinto Gallego*, defendida no ano de 1972, orientada por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, portanto quatro anos antes da publicação de sua obra clássica Teoria Clima Urbano, é um registro pioneiro do estudo de *tipos de tempo,* poluição atmosférica e identificação da qualidade do ar sob o ponto de vista geográfico. Tendo como objeto de analise a cidade do Rio de Janeiro, a tese versa sobre a importância da mensuração das partículas em suspensão e o entendimento dos tipos de tempo, isso a fim de determinar a poluição atmosférica da cidade, identificara a qualidade do ar e correlaciona-la com a dinâmica da cidade. Nela estão postulados daquilo que viria a ser parte da *Teoria Clima Urbano*, paradigma hoje utilizado por quase a totalidade dos pesquisadores da Geografia que se aventuram em estudar clima urbano.

Ely (2006) aponta com propriedade que pouquíssimos trabalhos enfocando o subsistema físico-químico foram efetivamente realizados no período de 1944-2003 na Geografia, apenas nove trabalhos são citados, ou seja, pouco se conhece sobre a qualidade do ar das cidades brasileiras. Sobre esse mesmo aspecto Zavattini (2009) ao inventariar os estudos de clima no Brasil, no período de 1971-2000, isso a partir das teses e dissertações defendidas nos Programas de Pós-Graduação em Geografia, identifica quatro trabalhos, os quais estão presentes em Ely (op. cit.).

De fato esse descompasso, essa desproporção, foi registrado por Mendonça (2003) ao estudar a evolução e as tendências dos estudos de clima urbano no Brasil. Para esse autor evidencia-se maior número de trabalhos no subsistema termodinâmico, seguido pelo hidrometeórico. Até o ano de 2000 Mendonça identificou, a partir de dados dos anais do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, apenas vinte trabalhos com foco no subsistema físico-químico, sendo que para as regiões Centro-Oeste e Norte não há registro de qualquer trabalho, de qualquer pesquisa realizada sobre poluição atmosférica de cidades dessas regiões sob a ótica da Geografia. Agrava o quadro o fato de cinquenta por cento dos

trabalhos serem provenientes de pesquisas realizadas em duas cidades, São Paulo e Rio de Janeiro, vide tabela 1.

Região	Cidade	Número de trabalhos no subsistema Físico-Químico no Brasil até o ano de 2000
Sul	Santa Cruz do Sul/RS	01
	Curitiba/PR	01
	Londrina/PR	03
Sudeste	São Paulo/SP	07
	Limeira/SP	01
	Rio de Janeiro/RJ	03
	Volta Redonda/RJ	01
	Uberlândia/MG	01
	Juiz de Fora/MG	01
Nordeste	São Luís/MA	01

Tabela 1 : Pesquisas realizadas com foco no ´subsistema físico-químico até o ano de 2000 na Geografia
Adaptado de MENDONÇA (2003, p.184-185)

Fica evidente assim que as informações presentes em Mendonça (2003), Ely (2006) e Zavattini (2009) convergem e corroboram para os argumentos de que faltam estudos direcionados ao subsistema físico-químico. Ou seja, na Climatologia os geógrafos ainda tem dado pouquíssima atenção ao subsistema físico-químico cujas pesquisas aparentemente estão sendo desenvolvidas prioritariamente por outras áreas do conhecimento, em especial na Física Atmosférica, Química e Meteorologia, são nessas áreas que hoje se encontra grande parte das referências bibliográficas, dos estudos, os quais não tratam da espacialidade têmporo-espacial fenômeno e sua relação com a sociedade. Durante a construção desse texto identificou-se duas dissertações apenas sobre o tema nos últimos dez anos: Heiber (2006); Santos (2014). Ousa-se assim dizer que na Geografia ainda não se tem a mesma eficiência, a práxis de pesquisa, que se constata nos trabalhos que abordam os subsistemas termodinâmico e hidrometeórico.

Mas quais são os motivos, os empecilhos para a realização de pesquisas no âmbito do subsistema físico-químico na Geografia brasileira? Por qual motivo as proposições feitas por Monteiro (1976) não tiveram a mesma atenção e desenvolvimento que os outros subsistemas e canais de percepção do Sistema Clima Urbano (SCU)? Mendonça (2003, p.180) destaca que em países desenvolvidos os estudos sobre a qualidade do ar quase sempre ocorrem em concomitância ao termodinâmico, mas, em países em desenvolvimento, como o caso do Brasil, a industrialização tardia e/ou a forma da concentração industrial, acabou por ser um *desmotivador* haja vista que o conceito de *poluição atmosférica* sempre esteve intimamente ligado a grandes metrópoles e zonas industriais. Dessa forma pouco se pesquisou sobre a qualidade do ar de cidades pequenas e médias. O custo elevado dos equipamentos e a dificuldade de adquiri-los também sempre se apresentaram como problemas para criação de redes e/ou pontos de monitoramento que viessem a subsidiar os estudos. Fica evidente que a aquisição de dados, principalmente, nas escalas horárias e diárias, configurou-se como o grande limitador.

Todavia para que haja uma mudança do contexto apresentado torna-se necessário rever primeiramente a forma de encarar-se aquilo que comumente é tido como a gênese da poluição atmosférica das cidades, ir além da contaminação provocada pelas industrias e incorporar outras dinâmicas materializadas na produção do espaço urbano. Fora dos grandes centros industriais, das metrópoles, nas cidades pequenas e médias, vivenciam-se dinâmicas que envolvem a ocorrência de queimadas, frota de veículos desregulados, padrão construtivo inadequado e ruas sem cobertura asfáltica que contribuem muito mais significativamente para poluição atmosférica, são essas variáveis que atuam como *agentes poluidores do ar* muito mais que os contaminantes proveniente das indústrias. Além disso legislação ambiental

brasileira forçou a instalação de filtros e/ou mudança nos processos de produção que tem minimizado e muito a emissão de poluentes na atmosfera. Um debate acerca dos parâmetros mais significativos para a Geografia sobre a poluição atmosférica das cidades está por ser construído, isso é fundamental e necessário para que possamos ter um arcabouço que permita o desenvolvimento das pesquisas com maior precisão, objetividade e eficiência no âmbito do subsistema físico-químico.

Não obstante o momento atual apresenta-se como promissor para o desenvolvimento de pesquisas no subsistema físico-químico, no canal de percepção qualidade do ar. Na última década surgiram novos equipamentos, mais precisos, mais fácies de serem instalados e operados, capazes de mensurar e registrar diversos parâmetros, sejam gases ou partículas em suspensão na atmosfera. Com valores menores e possíveis de serem adquiridos sem grande dificuldade. Mesmo aqueles importados, no passado de difícil acesso, hoje são encontrados com certa facilidade na rede mundial de computadores. As empresas passaram a ter representantes no Brasil atuando nas áreas de venda e suporte técnico, além do que o processo de importação tornou-se mais fácil. Essa realidade de aquisição de equipamentos criam novas perspectivas e duas condições importantes surgem: *autonomia* e *mobilidade*. Autonomia para instalação de pontos de monitoramento e redes, condição que já ocorre nos estudos dos subsistemas termodinâmico e hidrometeórico, levando a uma independência frente a órgãos governamentais e instituições privadas. Há uma maior mobilidade para mensurar os dados nas escalas verticais e horizontais haja vista que muito dos equipamentos são versáteis e portáteis.

O desafio dessa forma não reside mais exclusivamente na existência e na possibilidade de aquisição de aparato técnico e equipamentos. Na existência de redes de monitoramento que possam fornecer dados primários. O grande desafio está na capacidade de identificarmos quais são os aparelhos recomendados, suas finalidades, limitações e raio de abrangência. Quais são os parâmetros mais importantes no estudo do canal de percepção qualidade do ar e como correlacioná-los com a produção do espaço. Sobre essas questões muito ainda temos que descobrir na Geografia, na Climatologia.

2. A proposição de procedimentos de pesquisa

Em Monteiro (1990) há um apanhado de sua experiência frente ao estudo do clima urbano, são apresentadas estratégias para instrumentalizar as operações de campo na analise geográfica do clima. Mesmo não dando ênfase especificamente ao subsistema físico-químico os postulados presentes são essências para proposição do roteiro de pesquisa ora proposto são elas: as relações internas entre os atributos geo-ecológicos do sítio, morfologia e as funções urbanas.

A proposição envolve compreender a horizontalidade espacial do urbano, suas características, bem como as dinâmicas cotidianas, para, com isso, associa-las as condições atmosféricas vigentes, ao *tipo de tempo* predominante no momento da mensuração dos parâmetros que servirão de base para determinar a qualidade do ar da área analisada. A qualidade do ar assim será imediatamente resultado a interação dos *forçantes* com os elementos do clima, no urbano decorrente das ações antrópicas, em contraposição as condições atmosféricas que favoreçam ou não a dispersão dos contaminantes que ocasionam a poluição do ar.

Compreendido isso se conclui que a escala horizontal mais apropriada para os estudos do subsistema físico-químico é de dezenas de metros, cujas variações ocorrem entre 1:5.000 e, no máximo, 1:25.000. Nessa escala identificam-se os fragmentos e as características do urbano e, por consequência, são identificados com mais facilidade os agentes causadores das *forçantes* que alteram as características dos elementos da atmosfera e, portanto afetam

qualidade do ar. No que tange a escala vertical poderá fazer-se diversos cortes a fim de identificar-se possíveis variações nas camadas da atmosfera, todavia, é recomendável, principalmente para estudos que visem a saúde pública, que os parâmetros a serem mensurados sejam amostrados a uma altura de no mínimo 1,5 m e não superior a 2 m. Isto posto pode-se dizer que os estudos no canal qualidade do ar devem privilegiar inicialmente:

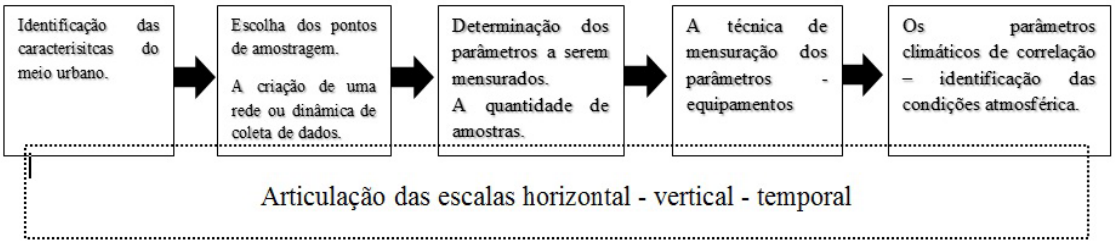


Figura 1 : Prioridades de critérios no estudo do canal qualidade do ar
Organização: SILVA, C.A. da (2014)

2.1. A amostragem e a utilização do Handheld Laser Particle Counter modelo P311

O *Handheld Laser Particle Counter MODEL P311 da marca Airy Technology* (Figura2) mensura a quantidade de partícula sólida em suspensão no ar em diâmetro (0,5 µm; 2,5 µm e 5,0 µm), sua utilização adequa-se com eficiência aos estudos de qualidade do ar haja vista que sua precisão em micrometros (µm) atende as exigências internacionais, principalmente no que se refere aos estudos voltados a saúde pública. A contagem das partículas sólidas presentes na atmosfera se dá por *laser* e pode ser usado em ambiente externo, condição essencial para os estudos geográficos de clima urbano.



Figura 2 : Handheld Laser Particle Counter MODEL P311

A capacidade de armazenamento é de até 8000 registros o que permite criar uma longa série de dados que podem ser trabalhados no *software* fornecido pelo fabricante. Armazenado em (*.txt) dos dados amostrados também podem ser migrados com facilidade para outros *softwares* estatísticos. A desvantagem, sua limitação, reside na ausência de um *datalogger*, o acionamento depende de um usuário. No estudo de Santos (2014) optou-se pela construção de uma plataforma desmontável a fim de padronizar a altura, o processo de coleta dos dados.

Seguindo a proposta da (figura 1), depois de realizado o estudo das características do urbano, usando como subsídio imagens de satélite, é indispensável identificar as áreas prioritárias de amostragem, sugere-se três critérios básicos: o adensamento urbano; a dinâmica da área (essencialmente fluxo de veículos, atividades realizadas e circulação de pessoas) e as características no entorno do ponto de amostragem. A fim de registrar objetivamente esses critérios propõe-se uma *ficha de amostragem* – figura 3. Observa-se na *ficha* uma valorização e articulação entre a escala horizontal e as características do entorno do ponto de amostragem. Outra condição importante é o registro da coordenada geográfica condição que permite utilizar as informações em SIGs e espacializar os resultados obtidos com maior precisão e correlacioná-los com outros parâmetros.

De posse dos dados amostrados propõe-se a construção de uma *prancha* (figura 4) que facilite a analise conjuntamente das informações, valorizando a proposta de Monteiro (1976).

A proposição da *prancha* envolve articular o padrão espacial urbano com a concentração de *partículas sólidas* registradas no período amostrado, isso em concomitância as condições atmosféricas locais e sinóticas. A qualidade do ar é assim resultado dessa interação e indicada de forma qualitativa a partir da concentração de *partículas sólidas*, tendo como base os parâmetros estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 03/90 – figura 4. A *prancha* permite analisar e explicar a gênese da poluição indicando e sua relação direta com a produção do espaço urbano, bem como suas consequências para a sociedade.



Figura 3 : Ponto de amostragem, características do urbano e sua articulação com a escala horizontal.Fonte : SANTOS (2014)

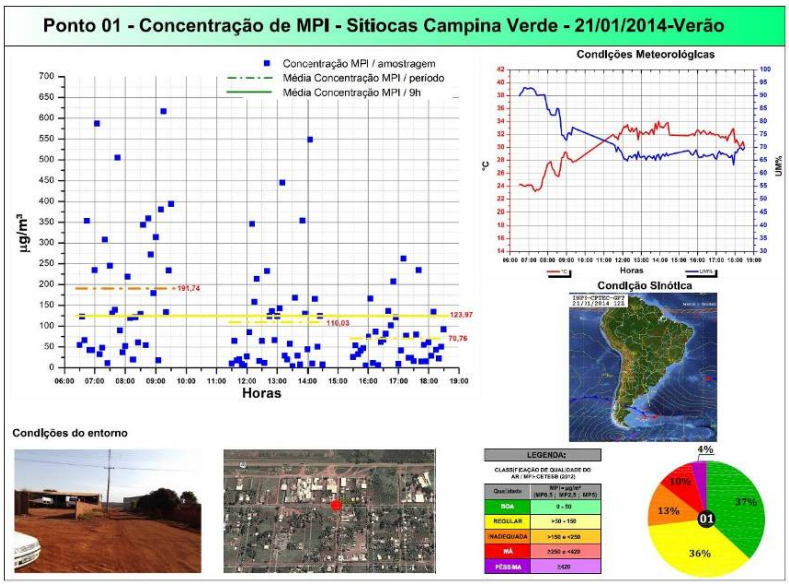


Figura 4 : Articulação dos dados : padrão urbano, concentração de partículas sólidas e caracterísitcas do tempo
Organização: Silva, C.A. (2014), a partir de dados presentes em Santos (2014)

Conclusão

Na Geografia fica evidente que pouquíssimos são os grupos de pesquisa brasileiros que estão propondo o uso de novas técnicas e equipamentos para a realização de pesquisas de

clima urbano no subsistema físico-químico, assim parece oportuno debater o roteiro ora apresentado, o qual inclui o uso do *Handheld Laser Particle Counter MODEL P311*. Como não foi objetivo analisar e discutir resultados específicos vale a ressalva de como a proposta parece eficiente e exequível ao dar autonomia ao pesquisador, principalmente em cidades que não dispõe de redes oficiais ou deseja-se analisar diversos pontos do tecido urbano. Além disso, torna-se claro a importância em articular as escalas horizontais e verticais, de apresentar as condições do *tipo de tempo* predominante, destacando a direção e velocidade do vento, a umidade relativa, a temperatura e as condições sinóticas. Em pesquisas realizadas no Laboratório de Geografia Física da UFGD, principalmente em Santos (2014), a *proposta* permitiu registrar as variações das partículas sólidas em função das características do local e da dinâmica da cidade - vide as concentrações horárias registras e apresentadas na figura 4. Os procedimentos proposto e os resultados obtidos nos ensaios convergem com a proposta de Monteiro para o Sistema Clima Urbano. Não obstante o parâmetro mensurado, *partículas sólidas*, é universal e permite quantificar e qualificar a qualidade do ar com propriedade – o *parâmetro* está presente em estudos com o mesmo teor no Brasil e no exterior. No Brasil especificamente o *parâmetro* se faz presente na legislação (Resolução do CONAMA nº 03/90) e é utlizado como referência como órgãos e/ou instutições governamentais, como a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Que esse exercício posto na forma textual gere outras experiências profícuas e debates.

Referências bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 1997 : *Material particulado em suspensão no ar ambiente – determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume*. NBR 9547: 1986, 14 p.

Aleixo N. C. R., Sant'anna Neto J.L. , 2014: *Condicionantes climáticos e internações por pneumonia: estudo de caso em Ribeirão Preto/SP***.** Revista do Departamento de Geografia (USP),**27**, p.1.

Cançado J. E. D. et al., 2006 : *Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica*. J Brás Pneumol. 32(Supl 1), p. 5-11

Ely D. F., 2006 : Teoria e método da Climatologia Geográfica brasileira : discursos e práticas. Tese (Doutorado), Presidente Prudente (SP), Universidade Estadual Paulista, 174p.

Heiber Duarte R. F., 2006 : Poluição do ar por veículos automotores e tipos de tempo em áreas metropolitanas: a elaboração de un roteiro metodológico. Rio Claro (SP). Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, 127p.

Hogan D. J., 2009 : *População e mudanças ambientais globais*. In: Hogan, Daniel Joseph; Junior, Eduardo Marandola (Orgs.), População e mudanças climáticas. Dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: NEPO/Unicamp, p. 11-24.

Mendonça F., 2003 : *O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios*. In : Monteiro, Carlos Augusto de Figueiredo e Mendonça. Clima urbano. São Paulo(SP), Contexto, 192p.

M. C. A. de F., 2004 : *A cidade desencantada – entre a fundamentação geográfica e a imaginação artística*. In: Mendonça, Francisco (Organizador), Impactos socioambientais urbanos. Curitiba, Editora da UFPR, p. 13-78, 330 p.

Monteiro C. A. de F., 1976 : Teoria e clima urbano. São Paulo, USP/FFLCH, Tese (Livre-Docência), 181p.

Figueiredo C. A., 1999 : O estudo geográfico do clima. Florianópolis: Ed. da UFSC/Imprensa Universitária, 72

Monteiro C. A. de F., 1990 : *Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil*. Florianópolis: GEOSUL, nº 9 – Ano V – 1º semestre, p.7-19. Disponível em < https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12737 > Acessado em julho 2014.

Santos V. A. Dos, 2014 : A qualidade do ar de Dourados (MS): uma contribuição aos estudos de clima urbano com foco no canal físico-químico. Dourados (MS), Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal da Grande Dourados, 174p.

Zavattini J. A., 2004 : Estudos do clima no Brasil. 1. ed. Campinas - SP: Alínea, v. 1, 398p

MODELO DE REGRESSÃO HARMÔNICA PARA A SÉRIE MENSAL DE TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA DE PRESIDENTE PRUDENTE (SP) - BRASIL

SILVESTRE M.R.[1,2], BEZERRA, M.I.S.[2], FLORES, E.F.[2], SANT'ANNA NETO, J.L.[1]

(1) Grupo de Pesquisa GAIA, UNESP/FCT, 305 Rua Roberto Simonsen, 19060-900, Presidente Prudente, Brasil [miriam@fct.unesp.br] ; [joaolima@fct.unesp.br]

(2) Departamento de Estatística, UNESP/FCT, 305 Rua Roberto Simonsen, 19060-900, Presidente Prudente, Brasil [manoel@fct.unesp.br]; [efflores@fct.unesp.br]

Resumo –*Nesse trabalho apresentamos um modelo de regressão harmônica para a série de temperatura máxima média mensal (Tmax), para dados coletados na estação meteorológica de Presidente Prudente (SP), Brasil, para o período de janeiro de 1961 a dezembro de 2010. O modelo harmônico construído é adequado para a análise mensal, sendo composto por parâmetros relacionados à tendência linear e harmônicas. Verificou-se que o modelo proposto atende as pressuposições necessárias do ponto de vista estatístico: aleatoriedade e normalidade dos resíduos e variância constante. O modelo foi avaliado por técnicas estatísticas e apresentou boas medidas de precisão, exatidão e desempenho. Foi realizada a validação do modelo construído com dados de janeiro de 2011 a julho de 2013 e posteriormente, realizada a previsão a longo prazo para junho de 2050, e a temperatura predita foi de 26,2^{o}C, o que representa um aumento de 0,8^{o}C em média na temperatura máxima mensal comparada com o mesmo período de 2013.*
***Palavras-chave** : temperatura máxima, modelo de regressão harmônica, análise de tendência, previsão*

***Résumé – Modèle de régression harmonique pour la série mensuelle de la température maximale moyenne de Presidente Prudente (SP)- Brésil.** Nous présentons un modèle de régression harmonique de la série de la température maximale moyenne mensuelle (Tmax), pour les données recueillies par la station météorologique de Presidente Prudente (SP), au Brésil, pour la période Janvier 1961 to Décembre 2010. Du modèle harmonique construit est adapté à l'analyse mensuelle, étant composé de tendance linéaire connexe et les paramètres harmoniques. Il a été constaté que le modèle proposé est conforme aux hypothèses nécessaires du point de vue statistique: l'aléatoire et la normalité des résidus et une variance constante. Le modèle a été évalué par des techniques statistiques et avait de bonnes mesures de l'exactitude, de précision, et de la performance. Valider le modèle construit avec les données de Janvier 2011 à Juillet 2013 a été effectuée et a ensuite fait les prévisions à long terme pour Juin 2050 et la température prédite était de 26,2^{o}C, ce qui représente une augmentation de 0,8°C la température maximale moyenne mensuelle par rapport à la même période de 2013.*

***Mots-clés :** température maximale, le modèle de régression harmonique, analyse des tendances, prévisions.*

***Abstract : Harmonic regression model to the average monthly maximum temperature series of Presidente Prudente (SP) - Brazil.** This study presents a harmonic regression model for the series of monthly average maximum temperature (Tmax), for data collected by the weather station of Presidente Prudente (SP) - Brazil, for the period January 1961 to December 2010 The harmonic model built is suitable for the monthly analysis, being composed of linear trend and harmonic parameters. It was found that the proposed model meets the necessary assumptions of the statistical point of view: randomness and normality of residuals and constant variance. The model was evaluated by statistical techniques and had good measures of precision, accuracy and performance. Validate the model built with data from January 2011 to July 2013 was performed and subsequently made the long-term forecast for June 2050 and the predicted temperature was 26.2^{o}C, which represents an increase of 0.8^{o}C the maximum monthly average temperature compared with the same period of 2013.*
***Keywords :** maximum temperature, harmonic regression model, trend analysis, forecast.*

Introdução

Monteiro (1976) organiza os fatores climáticos e suas relações com a cidade, através do Sistema de Clima Urbano (SCU), segundo o qual existem três canais de percepção: termodinâmico, fisico-químico e hidrometeórico. O canal termodinâmico (Canal I) é o canal do conforto térmico e tem como fonte a radiação solar, a atmosfera e a circulação horizontal, resultando na produção do balanço térmico. A interação do balanço térmico com a estrutura urbana através de sua topografia, uso do solo, forma urbana, suas funções e atividades, produz efeitos térmicos capazes de provocar aumento na umidade, alterações na ventilação local, aumento das precipitações locais, e formação de "ilhas" de calor. Todos esses produtos afetam o conforto térmico o qual pode ser percebido tanto a nível social de problemas sanitários, como higiene pública, ou a nível individual fisiológico e psicológico, afetando o desempenho humano. A temperatura é um elemento climático importante nesse contexto, que influencia o organismo humano e suas atividades tanto comerciais, assim como industriais ou agrícolas. As estações meteorológicas registram diariamente diversos elementos climáticos, entre eles a

temperatura do ar, constituindo as chamadas séries temporais. Segundo Morettin e Toloi (2004), “uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo”. Para a análise das séries temporais podem ser empregadas duas classes de modelos: os modelos paramétricos, que contém um número finito de parâmetros; e os não-paramétricos, que envolvem um número infinito de parâmetros. Os modelos paramétricos englobam os modelos de erros (ou de regressão), autorregressivos e de médias móveis (ARMA), autorregressivos integrados e de médias móveis (ARIMA), de memória longa (ARFIMA), modelos estruturais e não-lineares.

Cargnelutti Filho et al. (2010) utilizaram o modelo harmônico para modelar a temperatura do ar média mensal em 37 locais do Estado do Rio Grande do Sul, para o período de 1931 a 2000. Para cada local, empregaram uma parte dos dados de 1931 a 1990 para estimar os parâmetros do modelo e o restante da série, 1991 a 2000, para realizar a validação do modelo.

Antonini et al. (2009) construíram um modelo para a temperatura média diária do Estado de Goiás utilizando o modelo harmônico e as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) de 21 estações meteorológicas em Goiás, os períodos variaram conforme a estação, pois as mesmas não continham séries com períodos idênticos e nem muito longas. A maior delas continha uma série de 24 anos para o período de 1983 a 2006, 9 estações de 1985 a 2000, e 11 estações com séries mais curtas de 8 anos para 2000 a 2007. O modelo foi testado com os dados de três estações de altitudes diferentes: elevada (1100m), média (554m) e baixa (431m). O desempenho do modelo foi considerado mediano para altitudes baixas e elevadas, e muito bom para altitudes médias.

Nesse trabalho é apresentado um modelo de regressão harmônico com tendência linear e harmônicas periódicas, construído para a série de temperatura máxima média mensal (Tmax) do município de Presidente Prudente (SP).

1. Material e Métodos

A série de Tmax foi obtida junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013), referente à Estação Meteorológica de Presidente Prudente – SP, código 83716, do período de janeiro de 1961 a maio de 2012, e devido a inexistência de dados posteriores, os meses subseqüentes de junho de 2012 a julho de 2013 foram obtidos junto ao site do AGRITEMPO (2013). A estação está situada nas coordenadas de 22º 07’ de latitude sul, 51º 23’ de longitude oeste e a uma altitude de 435,55 metros acima do nível médio do mar.

Os dados foram organizados em planilhas no software Microsoft Excel®, e calculadas as médias mensais para a temperatura máxima. Posteriormente foi realizada a elaboração do modelo de regressão harmônica utilizando-se os softwares estatísticos Minitab® e R, esse último de acesso livre. Para a construção do modelo foi utilizado o período de janeiro de 1961 a dezembro de 2010. Após, foram construídas medidas para validação do modelo, em dados não utilizados na construção dos mesmos, referentes ao período de janeiro de 2011 a julho de 2013 e apresentada uma estimativa da Tmax para o mês de junho de 2050.

2. Modelo de Regressão Harmônico

Para o ajuste de um modelo que representasse adequadamente os dados de Tmax, foi aplicada a técnica estatística de análise de regressão, porém de forma a contemplar a sazonalidade mensal observada. Maiores detalhes sobre a técnica podem ser encontrados em Morettin e Toloi (2004) e Draper e Smith (1981). Foi construído um modelo matricial, definido na equação (1):

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon}\,, \qquad (1)$$

tal que, **Y** representa o vetor de observações da variável de interesse Tmax, constituído de *N*=50x12=600 observações, ou seja, uma série mensal de 50 anos; $\mathbf{X} = [\mathbf{T} \vdots \mathbf{H}]$ é uma matriz de delineamento, tal que :

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & t \\ \vdots & \vdots \\ 1 & N \end{bmatrix}, \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} \cos(\omega_1) & \cdots & \cos(\omega_6) & sen(\omega_1) & \cdots & sen(\omega_6) \\ \cos(\omega_1 2) & \cdots & \cos(\omega_6 2) & sen(\omega_1 2) & \cdots & sen(\omega_6 2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos(\omega_1 t) & \cdots & \cos(\omega_6 t) & sen(\omega_1 t) & \cdots & sen(\omega_6 t) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos(\omega_1 N) & \cdots & \cos(\omega_6 N) & sen(\omega_1 N) & \cdots & sen(\omega_6 N) \end{bmatrix},$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_N \end{bmatrix}, \text{ e } \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_6 \\ \gamma_1 \\ \vdots \\ \gamma_6 \end{bmatrix} = \begin{cases} Intercepto \\ tendência\ linear \\ \cos(\omega_1 t) \\ \vdots \\ \cos(\omega_6 t) \\ sen(\omega_1 t) \\ \vdots \\ sen(\omega_6 t) \end{cases}, \text{ e } \omega_k = \frac{2\pi k}{12}, k = 1, \cdots, 6 \text{ e } t = 1, \cdots, N.$$

Considere $\boldsymbol{\beta}$ como sendo o vetor de parâmetros do modelo, contendo p = 14 parâmetros; e $\boldsymbol{\varepsilon}$ o vetor de erros. Portanto o modelo de regressão com harmônicas é definido como:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \sum_{k=1}^{6} \alpha_k \cos(\omega_k t) + \sum_{k=1}^{6} \gamma_k sen(\omega_k t) + \varepsilon_t \ . \qquad (2)$$

Considerando as *N*=600 observações de temperatura máxima média mensal, obteve-se o vetor de estimativas de mínimos quadrados dos parâmetros, dado por: $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}$, e o vetor de observações estimado, $\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Foi avaliada a significância estatística do modelo através do teste de hipóteses: $H_0 : \beta_1 = \alpha_1 = ... = \alpha_6 = \gamma_1 = ... = \gamma_6 = 0$ versus pelo menos um parâmetro é diferente de zero. Para realizar o teste de hipóteses, calculou-se a estatística do teste F, a qual apresenta sob *H*o a distribuição F de Fisher-Snedecor, ou seja, F ~ F(gl_1=*p*-1, gl_2=*n*-*p*,1-α).

3. Medidas utilizadas para avaliar a acurácia do modelo

Para a avaliação da acurácia dos modelos, foram utilizadas as medidas do Erro Médio Absoluto (MAE), Erro Quadrático Médio (MSE) e Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), as quais podem ser encontradas em Wilks (1995, p. 278). A Tabela 1 contém as medidas citadas, para as quais: $\hat{Y}_k$ representa as estimativas geradas pelo modelo estatístico construído, e Y_k representa a verdadeira observação. Quando mais próxima de zero está a medida MAE melhor é a previsão. A medida MSE é bem parecida à MAE, exceto pelo emprego da função quadrática do erro, ao invés da função do erro absoluto. Essa medida é mais sensível aos erros maiores que a função MAE, e também, mais sensível aos *outliers*. O valor da medida MSE será sempre positivo, devido à função quadrática, e quanto menor seu valor mais acurado é o modelo que gerou os erros. A medida RMSE é a raiz quadrada de MSE, e a vantagem em sua utilização é por ter a mesma dimensão física das observações, no caso da variável temperatura, em ^{o}C, por isso sua mais interpretação é mais fácil.

Medida	Estatística
Erro Médio Absoluto	$\mathrm{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left\lvert \hat{Y}_k - Y_k \right\rvert$ (3)
Erro Quadrático Médio	$\mathrm{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{Y}_k - Y_k\right)^2$ (4)
Raiz do Erro Quadrático Médio	$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{Y}_k - Y_k\right)^2}$ (5)

Tablela 1 : Medidas empregadas para avaliar a acurácia do modelo

4. Medidas para avaliar a precisão, exatidão e desempenho do modelo

O modelo descrito na seção 2 será avaliado com relação a sua qualidade preditiva através da precisão, exatidão e desempenho. Para avaliar a precisão, os autores Cargnelutti Filho, et al. (2010) e Antonini, et al. (2009) empregam o coeficiente de correlação de Pearson (BUSSAB e MORETTIN, 2002). Para avaliar se a correlação é realmente significativa, podem ser realizados testes estatísticos e para esse objetivo existem os testes: paramétrico de Correlação de Pearson e o não-paramétrico de Correlação de Spearman (CONOVER, 1999). O Teste de Correlação de Pearson é indicado quando as duas variáveis que estão sendo correlacionadas apresentam distribuição normal bivariada, caso contrário, o Teste de Correlação de Spearman é preferível por não necessitar da normalidade das variáveis envolvidas, sua medida envolve os postos (ou ordens) das observações no lugar das observações originais empregadas no Teste de Pearson. Nesse trabalho, apresentamos a proposta de que se deva avaliar qual dos dois testes é mais indicado, de acordo com a análise de normalidade realizada. Para tanto, pode ser aplicada uma generalização do Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk para normalidade multivariada. O software R apresenta um programa para realizar esse teste (SHAPIRO-WILK, 2013).

Após a realização do teste, caso a normalidade bivariada seja confirmada (pvalor>0,05) pode-se aplicar o Teste de Correlação de Pearson, para avaliar se a correlação encontrada é estatisticamente significativa (pvalor≤0,05), e utilizar o seu coeficiente de correlação, ver equação (6), como uma medida para avaliar a capacidade preditiva do modelo quanto à precisão.

$$r = \frac{\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{Y}_k - \bar{\hat{Y}}\right).\left(Y_k - \bar{Y}\right)}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{Y}_k - \bar{\hat{Y}}\right)^2}.\sqrt{\sum_{k=1}^{n}\left(Y_k - \bar{Y}\right)^2}}. \quad (6)$$

Na falta de normalidade, deverá ser aplicado o teste de Correlação de Spearman, tal que R(.) significa a ordem ou posto do valor entre parênteses para todos os valores da variável, conforme a equação (7):

$$r = \frac{\sum_{k=1}^{n} R\left(\hat{Y}_k\right) - R\left(Y_k\right) - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n} R\left(\hat{Y}_k\right)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}.\sqrt{\sum_{k=1}^{n} R\left(Y_k\right)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}}. \quad (7)$$

A exatidão será avaliada pelo índice de concordância (*d*) de Willmott (WILLMOTT, 1981, apud CARGNELUTTI FILHO, et al., 2010):

$$d = 1 - \frac{\sum_{k=1}^{n} \left(\hat{Y}_k - Y_k\right)^2}{\sum_{k=1}^{n} \left(\left|\hat{Y}_k - \bar{Y}\right| + \left|Y_k - \bar{Y}\right|\right)^2}. \quad (8)$$

Finalmente, o desempenho do modelo será obtido através do índice de consistência CS de Camargo e Sentelhas (CAMARGO e SENTELHAS, 1997, apud CARGNELUTTI FILHO, et al., 2010), definido por:

$$CS = r \times d \quad (9)$$

onde *r* é o coeficiente de correlação calculado na precisão, utilizar o coeficiente de Pearson, definido na equação (6), no caso de normalidade multivariada, ou o coeficiente de Spearman, equação (7), na falta dela. O índice *d* é o índice de concordância definido em (8).

5. Resultados e discussões

Uma análise inicial dos dados de Tmax para o período em questão (1961 a 2010) apontou sazonalidade mensal, conforme pode ser observado no Gráfico de linhas da série mensal, apresentado na Figura 1, no qual nota-se que os meses de maio, junho e julho são os menos quentes comparados aos demais meses do ano. A partir de agosto a temperatura máxima inicia um crescimento com pico em fevereiro, e após é observada uma tendência de decrescimento entre março e abril.

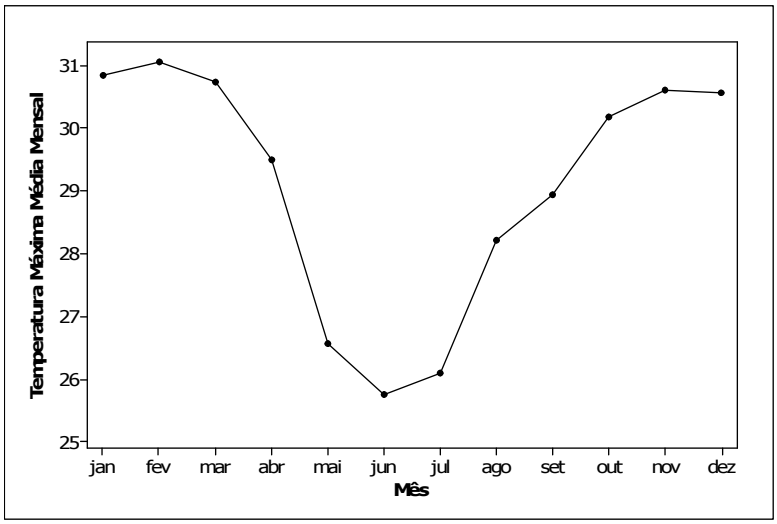


Figura 1 : Gráfico de linhas para Tmax mensal de Presidente Prudente (SP), período 1961 a 2010

O modelo harmônico construído segundo a Seção 2, resultou na Análise de Variância (ANOVA) apresentada na Tabela 2.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Fo	Pvalor
Regressão	gl_1= 7	2134,32	304,90	151,78	2,2e-16
Resíduo	gl_2= 592	1189,25	2,01		
Total	*N*-1= 599	3323,57			

Tableau 2 : Tabela ANOVA para o modelo de regressão com harmônicas para a série Tmax média mensal

A hipótese nula de que os coeficientes da regressão são nulos, é rejeitada, pois segundo a última coluna da Tabela 2, Pvalor=2,2e-16<0,05. Portanto, pelo menos um dos coeficientes da regressão é significativamente diferente de zero.

O coeficiente de determinação múltiplo do modelo, R^2 = SQReg/SQTotal= 2134,32/3323,57 = 0,6422, isso significa que o modelo harmônico ajustado explica cerca de 64,22% da variação total da Tmax média mensal. A normalidade dos resíduos foi comprovada através da aplicação do teste de Shapiro-Wilk (Estatística W=0,9951 e Pvalor = 0,05626).

A seguir foi realizada a análise individual de cada coeficiente (Tabela 3), para avaliar se individualmente cada coeficiente poderia ser considerado nulo (nesse caso, tal componente poderá ser excluída do modelo, pois não apresenta contribuição à equação de regressão) ou não. A decisão se dá da mesma maneira para rejeição ou não da hipótese nula. Os parâmetros significativos foram: $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$, $\hat{\alpha}_1$, $\hat{\alpha}_2$, $\hat{\alpha}_3$, $\hat{\alpha}_6$, $\hat{\gamma}_1$ e $\hat{\gamma}_3$, na Tabela 3, são apresentadas as estatísticas e os resultados obtidos no modelo.

Preditor	Coef.	SE Coef.	T	Pvalor	Preditor	Coef.	SE Coef.	T	Pvalor
$\hat{\beta}_0$	28,8738	0,1159	249,162	0,000	$\hat{\alpha}_3$	0,2119	0,08183	2,590	0,010
$\hat{\beta}_1$	0,0007116	0,0003341	2,130	0,034	$\hat{\alpha}_6$	0,1233	0,05786	2,131	0,033
$\hat{\alpha}_1$	2,3637	0,08183	28,886	0,000	$\hat{\gamma}_1$	0,6765	0,08184	8,267	0,000
$\hat{\alpha}_2$	-0,9659	0,08183	-11,803	0,000	$\hat{\gamma}_3$	-0,1779	0,08183	-2,175	0,030

Tableau 3 : Tabela de Análise dos Coeficientes da Regressão Harmônica

O modelo de regressão resultante foi:

$$\hat{Y}_t = 29{,}8738 + 0{,}0007116t + 2{,}3637\cos(\omega_1 t) - 0{,}9659\cos(\omega_2 t) + 0{,}2119\cos(\omega_3 t) + \\ + 0{,}1233\cos(\omega_6 t) + 0{,}6765 sen(\omega_1 t) - 0{,}1779 sen(\omega_3 t). \quad (10)$$

A Figura 3 apresenta os dados reais e a predição realizada pelo modelo de regressão ajustado, para as 600 observações utilizadas na construção do modelo.

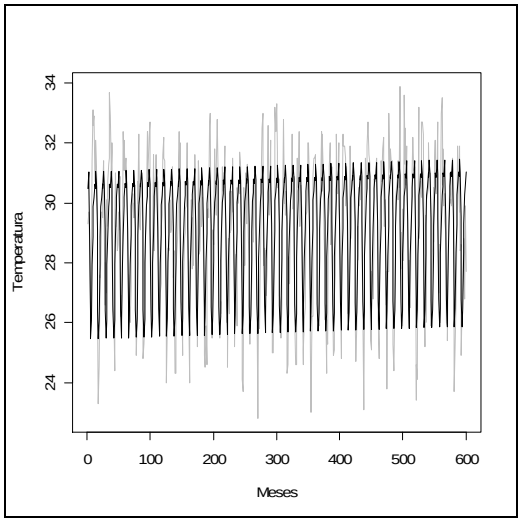


Figure 3 : Gráfico de linhas da série verdadeira (cinza) e série estimada (preto) para Tmax Média Mensal de janeiro de 1961 a dezembro de 2010, utilizando o modelo de regressão harmônica.

Foram realizadas previsões para os próximos 31 meses, a partir de janeiro de 2011 a julho de 2013, para o modelo harmônico construído. A Figura 4, apresenta um gráfico de linhas das duas séries (dados reais, previsão pelo modelo) para uma comparação visual entre ambas.

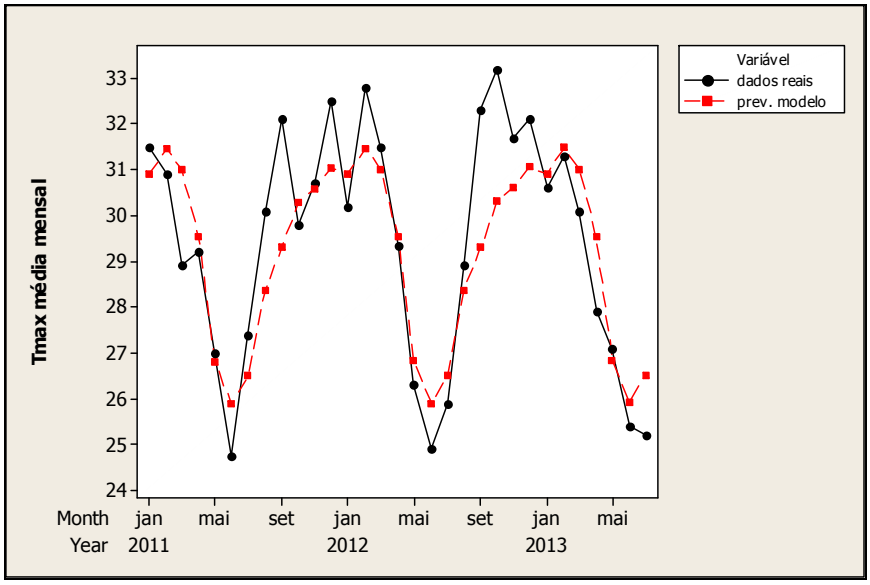


Figure 4 : Gráfico de linhas da série verdadeira e série estimada utilizando o modelo de regressão harmônica.

A acurácia do modelo gerado foi avaliada pelas estatísticas apresentadas na Tabela 4. Os valores estimados para as medidas de acurácia, construídas com os dados observados de Tmax para o período de validação do modelo, ou seja, de janeiro de 2011 a julho de 2013, estão apresentados na Tabela 4.

Estatística	Modelo Harmônico
$\text{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left\|\hat{Y}_k - Y_k\right\|$	$\frac{1}{31}(30{,}9846) = 0{,}9995$
$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{Y}_k - Y_k\right)^2$	$\frac{1}{31}(50{,}4677) = 1{,}6280$
$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{Y}_k - Y_k\right)^2}$	$\sqrt{\frac{1}{31}(50{,}4677)} = 1{,}2759$

Tabela 4 : Estatísticas para avaliar a acurácia das previsões

Analisando as medidas apresentadas na Tabela 4 nota-se que o modelo harmônico é capaz de produzir valores previstos próximos dos verdadeiros em módulo, medida RMSE, com um erro de aproximadamente 1,28 ^{o}C. E as medidas MAE e MSE apresentaram valores razoáveis.

O teste para análise de normalidade bivariada dos valores observados e os estimados pelo modelo, ou seja, $\left(Y_{obs}, \hat{Y}_1\right)$, resultou na estatística 0,9108, com Pvalor=0,001984, indicando que a suposição de normalidade bivariada dos pares de observações foi rejeitada pelo teste de Shapiro-Wilk Bivariado. Assim, para o cálculo de correlação, será utilizado o Teste de Correlação não-paramétrico de Spearman, indicado para situações onde não há normalidade bivariada. O valor observado para o coeficiente de correlação de Spearman foi 0,7529909 (ou 75,30%) com Pvalor<0,001, sendo portanto significativo, indicando boa precisão do modelo.

A partir dos valores estimados pelo modelo ajustado e os valores reais observados para as n=31 observações, foram calculados: o índice *d*, que resultou em 0,915878, indicando boa exatidão; e o índice CS de Camargo e Sentelhas, o qual resultou em 0,689647. Finalizando, a

partir dos índices calculados, segundo a classificação apresentada por Antonini, et al. (2010), o modelo pode ser classificado como tendo "Bom Desempenho".

Conclusão

A partir da técnica de análise de regressão foi construído um modelo de previsão harmônico com tendência linear para a temperatura máxima média mensal do município de Presidente Prudente, referente ao período de 1961 a 2010. Para a construção do modelo foram empregadas harmônicas juntamente com um termo linear. A tendência linear foi significativa, gerando para cada mês um acréscimo de 0,0007116^{o}C na temperatura máxima média. Logo, uma conclusão a partir do modelo construído é que o mesmo indica um acréscimo mensal à temperatura significativo. Uma previsão a longo prazo para junho de 2050, o qual é o mês mais frio conforme indica a Figura 1, a Tmax prevista pelo modelo harmônico seria de 26,2^{o}C. Esse valor comparado com 25,4^{o}C de junho de 2013, representa um aumento de 0,8^{o}C na Tmax média mensal. Quanto a avaliação do desempenho, o modelo construído obteve "Bom desempenho", segundo o índice CS.

Referências bibliográficas

AGRITEMPO, 2013 : Sistema de monitoramento agrometeorológico. <http://www.agritempo.gov.br/ >.

Antonini J. C. A., Silva E. M., Oliveira L. F. C., Sano E. E., 2009 : Modelo matemático para estimativa da temperatura média diária do ar no Estado de Goiás. *Pesq. Agropec. Bras.*, **4**, 331-338.

Antonini J. C. A., Silva E. M., Oliveira L. F. C., Oliveira L. F. C., Sano E. E., Marchi J., 2010 : *Modelo de estimativa da temperatura média diária do ar no estado de Goiás*. Embrapa Cerrados, 27 p.

Bussab W. O., Morettin P. A., 2002 : *Estatística básica.* Saraiva, 526 p.

Cargnelutti Filho A., Matzenauer R., Maluf J. R. T., Radin B., 2010 : Modelo harmônico para a estimativa da temperatura do ar média mensal em diferentes locais do Estado do Rio Grande do Sul. *Cienc. Rural*, **9**, 1888-1896.

Conover W. J., 1999 : *Practical nonparametric statistics*. John Wiley and Sons, 584 p.

Draper N. R., Smith H., 1981 : *Applied regression analysis.* John Wiley & Sons, 709 p.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2013 : <http://www.inmet.gov.br>.

Monteiro C. A. F., 1976 : *Teoria e clima urbano*. IGEO/USP, 181 p.

Morettin P. A., Toloi C. M. C., 2004 : *Análise de séries temporais*. Edgard Blucher, 535 p.

Shapiro-Wilk, 2013 : Generalização do teste de Shapiro-Wilk para normalidade multivariada. <http://cran.r-project.org/web/packages/mvShapiroTest/mvShapiroTest.pdf >.

Wilks D. S., 2006 : *Statistical methods in the atmospheric sciences*. Academic Press, 627 p.

O RISCO ESSENCIALMENTE SOCIAL: ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO DO RISCO A EVENTOS EXTREMOS EM SÃO PAULO

SIMAS I. [(1)], SANT'ANNA NETO J. [(1)], DUBREUIL V. [(2)]

(1) Grupo de Pesquisas Interações Agua, Superfície e Atmosfera, Université de l'état de Sao Paulo, 305 Roberto Simonsen, 19060900 Presidente Prudente, Brésil [iurytadashi@hotmail.com, joaolima@fct.unesp.com]

(2) Laboratoire Climat et Occupation du Sol par Télédétéction, Université Rennes – 2, 24307 Place du Recteur Henri Le Moal, 35053Rennes, France [vincent.dubreuil@uhb.com]

Resumo. *O objetivo deste trabalho é apresentar a analise da percepção de eventos extremos de precipitação pelos moradores de áreas de risco, em determinados bairros das zonas sul e norte do município de São Paulo, Brasil. Estas regiões foram escolhidas por conta de suas semelhanças físicas e climáticas e diferentes condições de vulnerabilidade (maior na região sul). A investigação apresenta duas regiões em diferentes estágios de consolidação urbana e foi realizada a partir da aplicação de questionários e entrevistas. A partir dos relatos coletados, pôde-se perceber que o risco aos eventos extremos de chuva não são fortemente percebidos nas áreas estudadas. Destaca-se como motivo, a vivência simultânea de vários outros tipos de risco por parte da população que habita estes espaços de segregação.*
Palavras-chave : *Percepção, extremos, vulnerabilidade, Brasil.*

Résumé – Le risque essentiellement social : étude sur la perception des risques aux événements êxtremes à Sao Paulo. *L'objectif de ce travail est de présenter l'analyse de la perception des événements de précipitations extrêmes par les résidents des zones à risque, dans certains arrondissements des zones sud et nord de la municipalité de São Paulo, Brésil. Ces régions ont été choisies en raison de leurs similitudes physiques et climatiques et leurs conditions de vulnérabilité différentes (plus importantes dans la région sud). La recherche concerne deux régions à différents stades de consolidation urbaine dans lesquelles ont été réalisées des questionnaires et des entretiens. Les résultats montrent que la perception du risque d'événements pluvieux extrêmes est très limitée dans les zones étudiées. On peut expliquer cet état de fait en raison de l'existence simultanée d'autres types de risques auxquels est exposée la population qui habite dans ces espaces de forte ségrégation.*
Mots-clés : *Perception, extrêmes, vulnérabilité, Brésil.*

Abstract : The essentially social risk: study on the perception of extreme events risk in Sao Paulo . *The objective of this work is to show the analysis of the perception of extreme precipitation events by the residents on areas of risk in certain districts of the south and north regions of the municipality of São Paulo, Brazil. These regions were chosen because of their physical and climatic similarities and their different vulnerability conditions (most important in the southern region). The research shows two regions in different stages of urban consolidation. It was accomplished by the appliance of questionnaires and interviews. From the collected reports, it could be seen that the risk to extreme rainfall events are not strongly perceived in the studied areas. Stands out as a reason, the simultaneous experience of several types of risk by the population that inhabits these spaces of segregation.*
Keywords : *Perception, extremes, vulnerability, Brazil.*

Introdução

O desenvolvimento da discussão teórica sobre o risco teve grande importância para o planejamento e práticas mitigatórias, bem como houve aumento definitivo na força da pesquisa científica sobre a vulnerabilidade. Estes avanços mostraram-se importantes por superar a limitação que a gestão dos riscos enfrentaria colocando em obra apenas medidas estruturais e possibilitando iluminar a raiz social do risco. Desta forma, objetivou-se a apropriação de concepções teórico-metodológicas, eminentes na escola geográfica francesa, para um estudo da percepção do risco a eventos extremos por grupos sociais vulneráveis na cidade de São Paulo. Tomou-se como particularmente interessante utilizar destas lentes para observar a realidade da grande metrópole brasileira, pois, sabe-se há muito, tanto agentes sociais quanto do poder publico e da mídia recorrentemente adotam um discurso de responsabilização exclusiva da natureza pelos impactos de eventos extremos. O trabalho foi desenvolvido em duas regiões da cidade de São Paulo: Freguesia do O (zona norte) e M'Boi Mirim (zona sul). A pesquisa qualitativa foi composta pela aplicação de questionários e realização de entrevistas com moradores de áreas classificadas com risco de ocorrência de acidentes como deslizamentos e inundações.

A investigação buscou abordar as diferentes dimensões do risco vivenciado pelos cidadãos, considerando seu gênero, estrutura familiar, renda e tempo de habitação, entre outras

características que permitiram estabelecer um perfil socioambiental destes locais. Em suma, o que se observou a partir da pesquisa realizada é que a percepção do risco a eventos extremos é consideravelmente baixa entre os moradores das áreas de risco, não configurando uma preocupação constante (Simas et al., 2014). Isto se dá, sobretudo, pela convivência ainda mais direta e cotidiana destes cidadãos com outros tipos de risco nestes locais segregados como, por exemplo, às doenças (por conta da ineficiente coleta de lixo) e à violência. Desta forma, abre-se às vistas a importância de se pensar em prevenções não apenas sobre as áleas, mas também sobre fatores econômicos e sociais (Carrega et al., 2004).

1. Área de investigação

A metrópole paulistana é um exemplo para a questão dos desastres naturais, que expõe o descaso e a improvisação que marcam administrações municipais e estaduais, que historicamente não priorizam o cuidado com a infraestrutura e a qualidade de vida, sobretudo da população mais pobre. Com isso em mente, duas das regiões de competência administrativa de suas subprefeituras foram escolhidas para análise neste trabalho: o M'Boi Mirim, na zona sul do município, e a Freguesia do Ó, na zona norte. Estas regiões possuem características que as fizeram ser consideradas ideais para compor o universo de estudo deste trabalho: **1**) Ambas as regiões possuem grande concentração de áreas de risco (50 no M'Boi Mirim e 25 na Freguesia do Ó, segundo levantamento mais recente, realizado em 2010 pelo IPT); **2**) Considerando-se os impactos antropogênicos sobre o ritmo climático ao nível local e, portanto, admitindo-se a existência de um clima urbano, estas áreas são consideradas integrantes de uma mesma unidade climática urbana (TARIFA e ARMANI, 2001), apresentando os atributos climáticos (umidade, pluviosidade, ventilação, etc); **3**) O terceiro ponto de comparação para a escolha das regiões de estudo foram as diferenças quanto à concentração e espacialização da vulnerabilidade social nestas subprefeituras, conforme pode ser observado na figura 1. A vulnerabilidade social foi definida de acordo com variáveis que caracterizassem as múltiplas dimensões da privação e pobreza, como estrutura familiar, renda, escolaridade, gênero, idade e condições de habitação (SÃO PAULO, 2006).

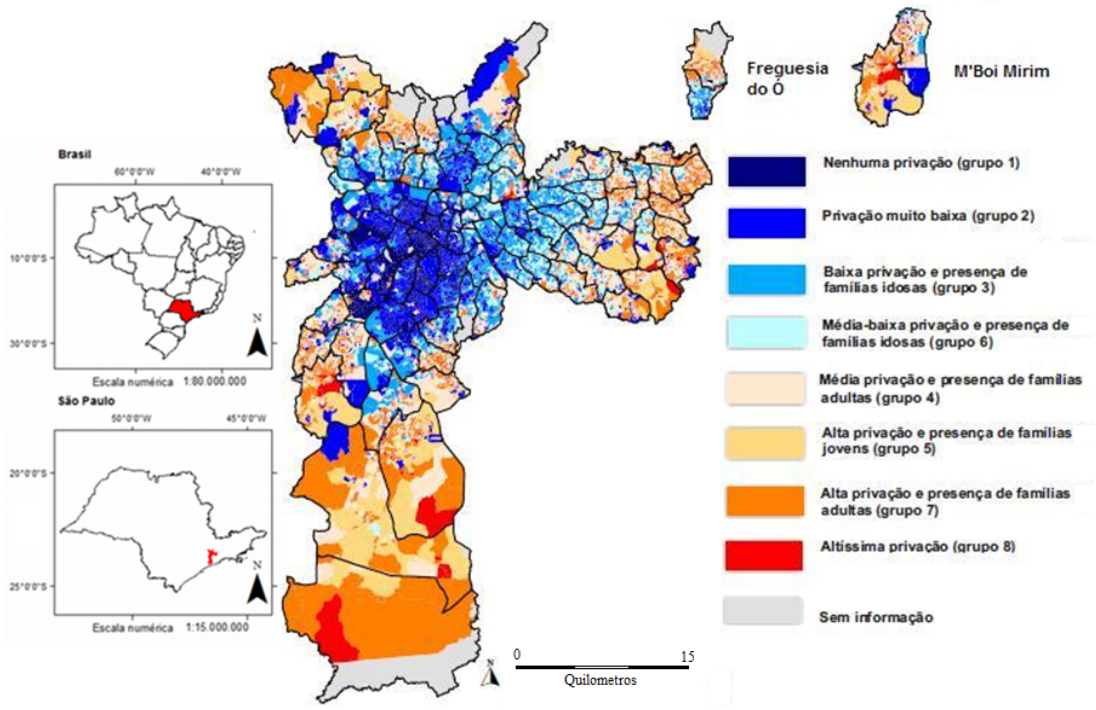


Figura 1: Vulnerabilidade social no município de São Paulo, por setores censitários. Fonte: Município em Mapas, Prefeitura Municipal (modificado).

Em suma, embora ambas as regiões estejam entre aquelas do município de São Paulo que possuem o maior numero de áreas de risco, o M'Boi Mirim possui o dobro da Freguesia do O.

Além disso, o M'Boi Mirim caracteriza-se como uma região da cidade mais recentemente ocupada e com estrutura urbana ainda não totalmente consolidada, de modo que podem ser observadas grandes diferenças no uso e ocupação do solo.Na Freguesia do O predominam zonas mistas de média ou baixa densidade, o M'Boi Mirim é majoritariamente composto por zonas mistas de preservação ambiental. Além disso, quanto à vulnerabilidade social encontrada dentro de seus distritos, é possível encontrar numero maior de grupos de altíssima privação do que na Freguesia do O.

Grupo	Freguesia do O	M'Boi Mirim
Nenhuma privação	0	0
Privação muito baixa	0	4
Baixa privação e idosos	1	0
Média baixa privação e idosos	2	1
Média privação e adultos	5	12
Alta privação e jovens	6	13
Alta privação e adultos	7	15
Altíssima privação e jovens	4	5

Quadro 1: Número de áreas de risco encontradas em áreas de predominância de cada grupo socialmente vulnerável nas regiões estudadas. Fontes: IPT, CEM, Prefeitura Municipal. Org.: Simas (2013).

2. Desastres, elementos sociais e elementos naturais

Conforme proposta de Monteiro (1991), é imprescindível que, no estudo dos eventos extremos, haja a preocupação no tratamento das condições das áreas e pessoas afetadas, pois, o risco da exposição a esse tipo de evento se dá em função do "ajustamento humano", determinado pela vulnerabilidade social materializada também espacialmente. Desta forma, se os sistemas urbanos são complexos e desiguais e a atmosfera urbana é produto da interação entre variáveis do clima e intervenções socioeconômicas, então os diferentes grupos sociais não se relacionam com o tempo e clima urbano de forma igual (SANT'ANNA NETO, 2011).

Como consideramos o risco como fundamentalmente social, necessariamente vivenciado e apreendido por indivíduos que sofrem com os efeitos deste perigo (VEYRET, 2007), é evidente a necessidade da observação do elemento social na problemática do risco, bem como a ação de agentes sociais na produção da vulnerabilidade socioespacial. Se o risco é revelador das rupturas que marcam o espaço urbano (rupturas que também podem ser sociais), considera-se necessário introduzir à análise do risco natural o elemento da álea. O termo álea é utilizado para designar um fenômeno físico potencialmente danoso cuja ocorrência é incerta como o fenômeno catastrófico associado (VALY, 2011). Se o termo "álea" é reservado aos fenômenos naturais, os geógrafos o desenvolveram para dar uma dimensão maior que a de uma simples vulnerabilidade física (LEONE, 2007).

Assim, álea é a manifestação de um fenômeno de dada ocorrência e intensidade (VALY, 2011). Aquilo que é definido como álea tem origem na natureza: o tempo, os extremos hidrológicos, as enchentes. Estes comumente são percebidos como perigos às populações e podem afetar grupos sociais, indivíduos isolados, seus bens e a organização urbana. Neste caso, a álea quando percebida, experimentada pela sociedade, origina o risco (VEYRET, 2004). Importante ressaltar que, embora podendo ser associadas, a álea não necessariamente se define como o desastre, ou catástrofe, propriamente dito. O desastre é o risco tornado realidade (LAMARRE, 2005). Cronologicamente, o risco precede o desastre.

A vulnerabilidade, por sua vez, é definida de acordo com os atores sociais e econômicos, podendo ser aproximada como uma propensão a sofrer danos. Admite-se, logo em seguida, que estes danos só podem ser considerados em função do elemento em risco. Eles correspondem, portanto, aos componentes do território susceptíveis a serem afetados pela álea

(VALY, 2011). Por exemplo, no que concerniria uma inundação, o elemento em risco corresponde ao conjunto de pessoas, de bens, e de atividades econômicas que estão em uma zona inundável.

Podendo existir em diversas formas, a vulnerabilidade se identifica como um sistema articulado em escalas de tempos e espaço que lhe são próprias de acordo com a natureza e organização dos elementos em risco, sua posição geográfica e o período de análise (antes, durante ou depois de uma crise, desastre), sendo que no meio urbano esse sistema encontra suas raízes dentro do próprio funcionamento da cidade (L'ERCOLE, 1994). Fica bastante claro que a vulnerabilidade se apresenta de forma dinâmica e complexa, sob múltiplas causas e se articula com diversos fatores, em interação sempre complexa e de difícil representação.

Quando olhamos a vulnerabilidade como uma característica de um indivíduo ou grupo definida por sua capacidade de antecipar, resistir ou recuperar-se do impacto de um desastre natural (BLAIKIE et al, 2003), sublinha-se a raiz dos desastres naturais como inerente à organização da sociedade. A sociedade é estratificada e tal estratificação é também espacial. Embora haja algumas raras exceções, em geral, pessoas mais pobres vivem em lugares menos desejáveis, e estes lugares são justamente os mais sujeitos à incorporação do risco no evento de um desastre (STAINES, 2002). Tais condições tornam a escala local como ideal para a análise da vulnerabilidade, já que a cidade é o espaço mais vulnerável de todos (VEYRET, 2004), uma vez que a urbanização é marcada pela desigualdade entre os grupos sociais (quanto aos materiais construtivos, quanto aos locais de construção, quanto à oferta de equipamentos e serviços públicos), expondo-se mais uns do que outros.

Importante ressaltar que a vulnerabilidade e a exposição são teoricamente independentes. Sendo a exposição definida como a coincidência espacial entre os elementos em risco e a álea, sendo esta a origem da noção de área de risco. No entanto, como a exposição pode variar temporalmente (por exemplo, entre períodos mais chuvosos e outros menos), logo a vulnerabilidade não se limita às áreas expostas, e sua análise não deve ser limitada apenas aos locais afetados diretamente pela álea (LEONE, 2007).

Por fim, considerando o grau de complexidade e importância da análise de todos os elementos abordados, objetivamos o desenvolvimento de um trabalho voltado para uma Geografia do Clima, ou seja, uma climatologia eminentemente humana e geográfica. Buscamos incorporar a dimensão social na interpretação do clima, o que significa, necessariamente, compreender que a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território, transformado e produzido pela sociedade de maneira desigual e apropriado segundo os interesses dos agentes sociais (SANT'ANNA NETO, 2001).

3. Procedimentos para pesquisa qualitativa.

Para investigação da percepção do risco em áreas já mapeadas e classificadas como de risco pelo IPT no universo de estudo, bem como buscar informações em campo que auxiliassem a compreensão da realidade física ambiental e social das regiões estudadas, foi realizada uma etapa de pesquisa qualitativa.

No total, foram escolhidas oito localidades apontadas como áreas de risco para ocupação (por conta de susceptibilidade a movimentos de massa ou inundações), sendo 4 em cada região de estudo. Tal escolha resultou em uma pesquisa qualitativa mais qualificada no sentido de apresentar relatos e experiências heterogêneas, o que possibilitou melhor demonstração da relação entre a vulnerabilidade socioespacial e a magnitude das perdas sociais e econômicas nos acidentes quando já foram vivenciados, além da apreensão do risco.

O método de investigação em campo foi aproximado da forma de aplicação de questionários de Aleixo (2012) e posteriormente entrevistas, embora sem número fixo de questionários a serem aplicados para cada área, já que não era de interesse para este trabalho realizar produções estatísticas de ordem demográfica, aproximando-se da metodologia apresentada por Kowarick (2009). O critério para a aplicação tanto de questionários quanto para a realização das entrevistas foi bastante flexível. Foi dada preferência pelos residentes mais antigos das áreas de risco estudadas, de modo a serem coletados depoimentos dos habitantes mais experimentados na percepção do risco. Buscou-se, assim, uma investigação de natureza fenomenológica, mas ainda assim capaz de desenvolver um dialogo a partir da concepção de um perfil não apenas físico-ambiental, mas também social do universo estudado.

4. Resultados

Buscamos apresentar aqui o resultado das investigações empíricas em duas localidades que sofreram com eventos extremos nos últimos 10 anos.

4.1. Estrada do Jararaú

De grande dificuldade de acesso para a realização da pesquisa qualitativa, a área estudada da Estrada do Jararaú apresentava em sua paisagem características e a priori já possibilitavam formular hipóteses do porque fora nesta área que o evento extremo de piores negatividades ocorreu. Foram duas mortes apos um desabamento em 03 de dezembro de 2009.

Classificada como zona especial de interesse social, esta geograficamente localizada bastante distante de serviços como postos de saúde ou de bombeiros. A sua população é majoritariamente pertencente a grupo de altíssima privação, ou grupo 8 na classificação de vulnerabilidade social (a pior possível).

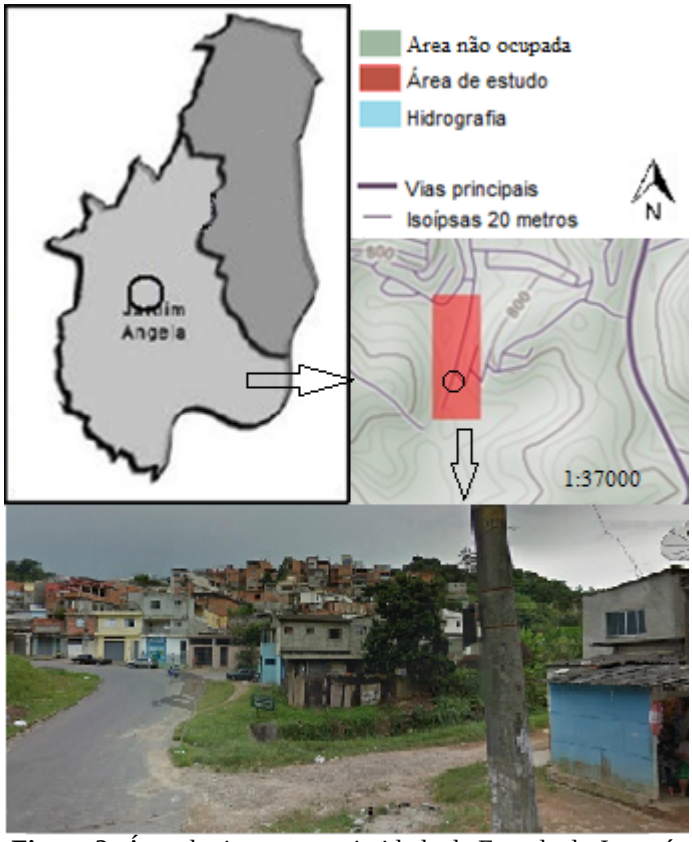


Figura 2: Área de risco na proximidade da Estrada do Jararaú. Base: OCM Landscape.

Os moradores são predominantemente adultos, com dois ou mais filhos, dos quais aproximadamente metade afirmou obter renda a partir da informalidade. A maioria dos moradores entrevistados não está no local há mais de 10 anos, levando à suposição de que a ocupação da Estrada do Jararaú por esta população de baixa renda é um processo recente. Corrobora o fato de muitas moradias no local são autoconstruídas, com materiais de baixíssima qualidade ou, em muitos casos, sucata (papelão, plásticos, peças de pré-moldados, etc.). Entre os espaços construídos e nas encostas de morros ocupados pelas moradias, é quase inexistente qualquer tipo de vegetação, sendo as ruas abertas em terra batida sem

pavimentação. A declividade nestas encostas ocupadas também é destacável, variando de 25% a máximos de 60%.

A percepção do risco e a sensação de vulnerabilidade na área foram constatadas pela grande maioria dos moradores ouvidos. No entanto, como um destes afirma “Difícil é dizer o que aqui não é um risco pra gente”.

No entanto, quando questionados sobre um realojamento, a totalidade dos ouvidos respondeu negativamente. Alguns destes dizem já terem sido realojados quando habitavam outra região (não citada pelo entrevistado), e diz preferir prover sua própria residência, criticando a forma como são feitos estes realojamentos e a qualidade das casas disponibilizadas.

4.2. Jardim Damasceno

A área é classificada como zona mista de proteção ambiental e sua população encontra-se predominantemente no grupo de alta privação. Com acentuada declividade na maior parte da região próxima (especialmente na avenida Hugo Ítalo Meiringo, percorrida durante a realização da pesquisa) o local também apresenta duas regiões de risco registradas pelo IPT (uma na avenida já mencionada e outra entre as ruas Feliciano Malabia e Dardo Rocha).

Conforme noticiado pela Folha de S. Paulo em 24 de fevereiro de 2002, o Jardim Damasceno possui áreas de risco eminente. Na mesma publicação, foi informado que uma remoção dos moradores desta área foi realizada por volta dos anos 1991-92, no entanto, mais de 2000 famílias voltaram a ocupar os morros da região.

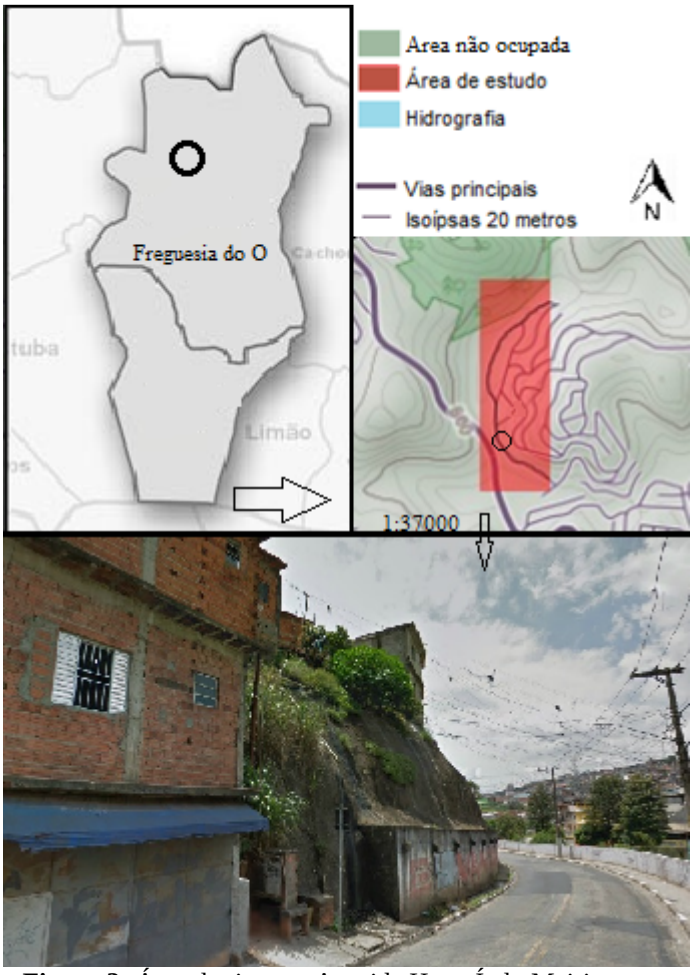


Figura 3: Área de risco na Avenida Hugo Ítalo Meiringo, no Jardim Damasceno. Base: OCM Landscape

O que auxilia a explicar este movimento, o fato de que a apropriação do espaço nestas áreas esta dividida entre moradia e comércio, com grande parte das casas também possuindo comércios de fachada.

Os moradores desta região mostraram-se especialmente resistentes à pesquisa desenvolvida, pois, segundo alguns dos ouvidos, a maior parte dos moradores não possui documentação que comprove a legalidade de ocupação de seus lotes. Assim, fomentado pela experiência recente com uma tentativa de realojamento, os moradores da região demonstram grande apreensão quanto a possíveis fiscalizações.

Residentes há mais tempo no local, os moradores mais antigos afirmam que houve melhora nas condições de vida nos últimos anos, enquanto aqueles que residem a menos tempo normalmente respondiam que não houve mudança significativa neste sentido.

Notável foi a resposta da maior parte dos entrevistados orientada no sentido de não se sentirem "em risco" quanto à eventos desastrosos decorrentes da chuva, ainda que aproximadamente metade destes tenham afirmado se recordar de ocorrências desta natureza (por testemunho direto ou indireto). Todos disseram não possuir qualquer tipo de seguro ainda que, e em sua maioria, as casas fossem próprias e não autoconstruídas. Em sua quase totalidade, afirmavam que se sentiam vulneráveis com relação a outras problemáticas urbanas. A falta de coleta de lixo e constante ocorrência de acidentes de trânsito foram os principais apontamentos nesta área.

Destaca-se, por fim, que este foi o local onde foram encontrados os moradores com mais tempo de residência, com uma média superior a 20 anos. Em sua maioria vindos de áreas bastante próximas (como outras favelas da Brasilândia), os moradores mais antigos testemunharam a progressiva modificação da paisagem local. Assim, sendo esta uma área de ocupação de longa data, contou com a instalação (parcial) de estrutura básica (rede elétrica, água e esgoto) além de pavimentação que possibilitou o acesso de veículos às áreas mais elevadas dos morros. Fato este importante quando pensamos no acesso de resgate a uma das áreas de risco, mas ainda assim que originou outro tipo de risco, atualmente mais percebido e vivenciado pelos moradores.

Conclusão

Quando ouvidos, os moradores das áreas de risco demonstram que sua percepção deste tipo de risco é bastante vaga. Isto, pois, estes indivíduos experimentam variados riscos simultaneamente. Estes riscos são diferentemente vividos, já que os diferentes tipos não participam igualmente do cotidiano destes indivíduos distintos. Nestes espaços de segregação, o risco às doenças, por conta de péssimas condições sanitárias e de higiene publica, ao trânsito, por conta das formas de arruamento e inexistência de equipamentos de controle de trafego, o risco às privações materiais mais diversas, além do risco da violência, são de vivência muito mais constante do que o risco aos eventos extremos de chuva.

A população vulnerável percebe e porta-se em relação ao risco de forma diferente daquela concebida pela população que não o vivencia. De acordo com os moradores ouvidos, práticas de realojamento ou intervenção direta sobre os residentes são mal vistas, senão temidas, pois, visam solucionar um problema que os próprios indivíduos a ele expostos não consideram prioritário ou emergencial. Assim, o risco aos "desastres naturais" não deixa de ser um risco eminentemente social, já que, em tal contexto de exclusão e segregação, a precariedade das condições de vida e moradia fundamenta uma grande variedade de situações de perigo propriamente dito.

Referências bibliográficas

Aleixo N. C. R. 2012: Pelas lentes da climatologia e da saúde publica: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP. Thesis doctorat. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Estadual Paulista.

Blaikie P., Cannon T., Davis I., Wisner B**.** 2004: At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2éme ed. Routledge.

Carrega P., Dubreuil V., Richard Y., 2004 : Climat et développement durable ; *Historiens et Géographes*, **387**, 205-209

D'Ercolle R. 1994: Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. Revue de Géographie Alpine, **4,** 87-96.

Kowarick L. 2009: Viver em Risco: sobre a vulnerabilidade socioeconômica e civil. Editora 34.

Lamarre D. 2005 : Géographicité des risques climatiques**.** *Les risques climatiques*. Belin, 79-99.

Leone F. 2008 : Caractérisation des vulnerabilities aux catastrophes “naturelles”: contribuition à une évaluation géographique multirisque (mouvements de terrain, séismes, tsunamis, éruptions volcaniques, cyclones). Habilitation a diriger des recherches, vol.2. Université Paul Valérie Montpellier III.

Monteiro C. A. de F. 1991: Clima e excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Editora UFSC.

Prefeitura Municipal de São Paulo. 2006: Município em Mapas. Série temática: índices sociais.

Ross J. L. S. 2004: São Paulo: A cidade e as águas. *Geografias de São Paulo: A metrópole do século XXI*. Contexto,183-221

Sant’Anna Neto J. L. 2001: Por uma Geografia do Clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento**.** Terra Livre, **17**, 49-61.

Simas I. T. H. 2013: Chuva, vulnerabilidade social e percepção do risco na cidade de São Paulo: impactos de eventos extremos nos bairros da Freguesia do O e do M’Boi Mirim. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Estadual Paulista.

Simas I., Sant'Anna Neto J.L., Dubreuil V., 2014 : Application de la technique d'analyse rythmique à la vulnérabilité aux évènements pluviométriques extrêmes dans les quartiers urbains à São Paulo, Brésil, *Actes du 27e colloque de l'AIC*, Dijon, 590-598

Staines A. 2002: Social models of disaster: vulnerability and empowerment. *GIS for Emergency Preparedness and Health Risk Reduction*. Kluwer Academic Publishers.61-76.

Tarifa J. R, Armani G. 2001: Os climas “naturais”. *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática*. Geousp.

Valy J. 2011 : Croissance urbaine et risque inondation en Bretagne. Thesis doctorat. Université Européenne de Bretagne, Rennes 2

Veyret Y. 2004 : Géographie des risques naturels en France: de l’aléa à la gestion. Hatier.

Veyret Y. 2007: Os Riscos, o homem como agressor e vitima do meio ambiente. Contexto.

ANÁLISE DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA SERVIÇOS ECOSSITÊMICOS (SE) ASSOCIADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM TRÊS TIPOS DE OCUPAÇÃO DO SOLO NO ESTADO DO PARÁ-BR.

SINISGALLI P. A. A.(1), LE CLEC'H S. (2), GRIMALDI M. (3) , LAVELLE P.(4)

(1) Universidade de São Paulo, Rua Arlindo Betio, 1000 SP – SP Brasil, [psinisgalli@usp.br]

(2) Université Rennes 2,[solen.leclech@uhb.fr]

(3) Institut de recherche pour le développement (IRD), Unité mixte de recherche 137, 32, avenue Henri Varagnat,,93143 Bondy cedex, [michel.grimaldi@ird.fr]

(4) Professeur à l'Université P. et M. Curie (Paris 6), UMR BIOEMCO 7618, Centre IRD Ile de France, 32 rue Henri Varagnat, 93143 BONDY, [Patrick.Lavelle@ird.fr]

Resumo:*No Brasil, parte das emissões de gases de efeito estufa é proveniente da mudança do uso e ocupação do solo, principalmente na região amazônica. Este quadro poderia ser revertido através de políticas públicas que incentivasse a preservação da floresta em pé, através do reconhecimento dos serviços ecossistêmicos prestados por ela, e consequentemente reduzir a vulnerabilidade. O objetivo deste artigo foi de avaliar a espacialização do estoque de carbono em três áreas no Estado do Pará e indicar, preliminarmente, como as políticas públicas no Brasil e internacional poderiam fomentar a manutenção e ampliação do estoque de carbono. A apropriação de informações locais e regionais sobre alguns Serviços Ecossistêmicos relevantes, como associado ao estoque de carbono, é um subsídio importante na definição de políticas públicas específicas.*
Palavras-chaves: *Serviços Ecossistêmicos, Amazônia, Políticas Públicas.*

Resumé - Analyse des politiques publiques pour les services écosystémiques (ES) liés au changement climatique dans trois types d'utilisation des terres dans l'État de Pará – Br. *Au Brésil, la plupart des émissions de GES proviennent de la modification de l'utilisation et l'occupation des terres, principalement dans la région amazonienne. Ce cadre pourrait être renversée par des politiques publiques qui encouragent la préservation des forêts debout, par la reconnaissance des services écosystémiques qu'elle fournit, et de réduire par conséquent la vulnérabilité. Le but de cet article était d'évaluer la répartition spatiale des stocks de carbone dans les trois domaines dans l'État du Pará et d'indiquer au préalable que les politiques publiques internationales au Brésil et pourrait faciliter le maintien et l'expansion du stock de carbone. L'appropriation de l'information locale et régionale sur certains services écosystémiques importants comme associé stock de carbone, est un outil important dans la définition des politiques publiques spécifiques.*
Mots-clés: *les services écosystémiques, Amazonie, politiques publiques*

Abstract - Analysis of public policies for Ecosystem Services (ES) associated with climate change in three types of land use in the state of Pará – BR. *In Brazil, most emissions of greenhouse gases come from the land use change and occupation, mainly in the Amazon region. This framework could be reversed through public policies that encouraged the preservation of standing forests, through the recognition of ecosystem services it provides, and consequently reduce vulnerability. The purpose of this article was to assess the spatial distribution of carbon stocks in three areas in the state of Pará and indicate preliminarily as international public policies in Brazil and could facilitate the maintenance and expansion of carbon stock. The appropriation of local and regional information on some relevant Ecosystem Services as associated carbon stock, is an important tool in the definition of specific public policies.*
Keywords: *Ecosystem Services, Amazonia, Public Policy.*

Introdução

Os serviços ecossistêmicos propiciam uma gama de benefícios diretos e indiretos para o bem estar humano (Costanza, 2104; MEA, 2005). Os serviços ecossistêmicos são gerados pelas funções ecossistêmicas, associadas às interações entre os processos ecológicos e estruturas ecossistêmicas[1] (DE GROOT et al, 2002).

A humanidade depende direta e indiretamente dos serviços prestados pela biosfera. Esta por sua vez é um produto das atividades que ocorrem na biosfera. A composição da atmosfera, ciclos de elementos no ar e a dinâmica da ciclagem dos recursos hídricos, dentre

[1] Daly & Farley (2004) definem estruturas ecossistêmicas como sendo todos os indivíduos e comunidades (animais e vegetais) que compõem o ecossistema, junto aos recursos abióticos (combustíveis, minerais, água, etc).

muitos outros bens e serviços ecossistêmicos são resultado, mantidos e reabastecidos por ecossistemas vivos (MEA, 2005).

A diminuição das funções ecossistêmicas conforme apontado no Millenium Ecossistem Assessment (MEA,2005) pode aumentar a vulnerabilidade no fornecimento de serviços ecossistêmicos.

Se há alteração nas condições das estruturas ecológicas em que estes serviços são gerados, como decorrente das mudanças climáticas, há uma clara tendência na mudança na capacidade de resiliência do sistema. Em outras palavras, há um aumento de vulnerabilidade do sistema, entendido como o estado de um sistema exposto a riscos, condicionado por fatores biofísicos e socioculturais, em diferentes escalas temporais e espaciais associado com a sua capacidade de resposta (INCLINE, 2013)"..

Na medida em que há mudanças nos fatores biofísicos, que estão associadas por um lado às funções ecossistêmicas, que interagem com as dinâmicas globais de mudanças climáticas, os serviços ecossistêmicos e consequentemente os benefícios deles são afetados, aumentando a vulnerabilidade no seu fornecimento.

No Brasil, grande parte das emissões de gases de efeito estufa são provenientes da mudança do uso e ocupação do solo, principalmente na região amazônica. Este quadro poderia ser revertido através de políticas públicas que incentivasse a preservação da floresta em pé, através do reconhecimento dos serviços ecossistêmicos prestados por ela, com destaque para o estoque de carbono, e consequentemente diminuir a vulnerabilidade.

As florestas contêm vasta quantidade de carbono. Algumas florestas agem como "sumidouros" quando absorvem carbono da atmosfera pelo processo de fotossíntese, enquanto aquelas florestas nas quais o fluxo de carbono está estável agem como "reservatórios" (UNEP & UNFCCC, 2002). Ou simplesmente, mantendo a floreste em pé. Parte das medidas mitigadoras da concentração de gases de efeito estufa poderia ser revertida através de plantio de árvores ou do aprimoramento do manejo florestal (UNFCCC, 2007).

Segundo CANADELL (2008), os ecossistemas florestais são importantes componentes do ciclo global do carbono em pelo menos dois aspectos: a) os ecossistemas terrestres removem aproximadamente 3 bilhões de toneladas de carbono antropogênico todo o ano (3 Pg C ano^{-1}) através do crescimento líquido, absorvendo cerca de 30% de toda emissão oriunda da queima de combustíveis fósseis e desmatamento; b) 4 bilhões de hectares de ecossistemas florestais (4 × 10^3 Mha; cerca de 30% da área de terra global) comportam grandes reservatórios de carbono, constituindo em conjunto mais de o dobro da quantidade de carbono presente na atmosfera.

Quatro principais estratégias são disponíveis para mitigar as emissões de carbono por atividades florestais: (i) aumentar a área florestada através do reflorestamento, (ii) aumentar a densidade de carbono nas florestas existentes, (iii) aumentar o uso de produtos florestais que substituem de maneira sustentável as emissões de CO_2, e (iv) reduzir as emissões de desmatamento e degradação (CANADELL, 2008).

A conservação das áreas florestais garante um fluxo continuo de fornecimento de serviços ecossistêmicos (SEs), que possuem uma forte relação com a concentração de carbono da atmosfera (DE GROOT et al, 2002, MA, 2005).

Regulação do clima é um sistema realizado principalmente através do processo de armazenamento de carbono no solo e na vegetação. Dentre o olhar das políticas públicas, as organizações internacionais (ONU) tem focado na importância de limitar a degradação de

alguns SEs e em particular relacionados com a regulação do clima por meio de armazenamento de carbono na vegetação, conhecido como REDD +.

Medidas são tomadas para limitar o desmatamento e incentivar a manutenção das florestas ou o reflorestamento. No entanto, a distribuição espacial dos estoques de carbono, os fatores que influenciam essa distribuição ainda são pouco compreendidos e as consequências dessas ações sobre outros SE ainda são desconhecidos.

Este artigo visa compreender as condicionantes que influenciam a associação de armazenamento de carbono, visando orientar políticas públicas no sentido de estimular a manutenção e sua recuperação como forma de minimizar as mudanças climáticas.

Neste sentido o objetivo específico deste artigo foi avaliar a espacialização do estoque de carbono em três áreas no Estado do Pará e indicar, preliminarmente, como as políticas públicas no Brasil e internacional poderiam fomentar a manutenção e ampliação do estoque de carbono. É importante salientar que um serviço ecossistêmico não atua isoladamente, portanto há que se pensar não somente no armazenamento do carbono mas quais os possíveis trade-offs entre os diversos serviços.

1. Áreas de estudo

Para alcançar o objetivo, este estudo se baseia em uma análise de três localidades específicas situadas no interior do Estado do Pará na Amazônica brasileira.

A partir deste olhar específico, pode-se delimitar aplicações de políticas específicas, de contextos locais, como referente à idade das frentes de desmatamento e onde também se avalia a diversidade da paisagem. Além disso, uma vez que este estudo utiliza dados de amostragem do processo físico e dados de sensoriamento remoto, mostra-se relevante se concentrar na escala mais próxima do funcionamento destes processos físicos.

Na Amazônia, as questões como biodiversidade e serviços ecossistêmicos (SE) são óbvias e são muitas vezes uma fonte de conflitos (Pavé e Fornet, 2010). Como todas as florestas, a Amazônia brasileira provém um número elevado de SEs. No entanto, tornou-se desde a década de 1970 uma das áreas com as mais altas taxas de desmatamento no mundo (Evans et al, 2001;. Fearnside, 2005), especialmente no Pará. O estado do Pará é um estado brasileiro de 1,3 milhões de km ². Ele sozinho compreende um quarto da Amazônia.

No início de 1960, durante a construção da Belém e Brasília, o Estado do Pará incentivou o assentamento agrícola em larga escala, tornando-se o primeiro estado brasileiro da bacia amazônica a implantar esta política. O estado do Pará orientou a sua política agrícola em favor de atividades agropecuárias para a produção de soja e gado em grande escala.

Cada uma das áreas de estudo apresentam diferentes contextos institucionais. A diversidade de situações é decorrente das grandes diferenças na implantação do desmatamento e da forma como o desmatamento é avaliado (Albaladejo et al., 1996).

Em Maçaranduba, o desmatamento começou na década de 1970. Desde 2000, o local é caracterizado por uma organização agro-extrativista, com propriedade comum e limitação ao desmatamento.

Palmares, a partir do final dos anos 1980 a 1994 era um local destinado para o gado. Em seguida, um conflito entre os fazendeiros locais e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) ocorreu, deixando o local praticamente deserto até 1997. Posteriormente, Palmares torna-se oficialmente propriedade dos assentados do MST. Terrenos são distribuídos de forma equitativa, causando fragmentação. A intervenção política visando dar importância aos ambientes naturais que existiam antes do início do desmatamento é alto.

Por fim, o local denominado Pacajá conhecido inicialmente por sua conversão à atividade agrícola no início de 1990. Este local representa uma das faixas laterais de desmatamento (denominado como uma espinha de peixe) da estrada Transamazônica. Sua exploração é incentivada pelo Estado que aloca terra para camponeses.



Figura 1 – Localização das localidades estudadas

2. Dados

No estudo, em escala local, foram utilizados dois conjuntos de dados: dados de campo e de satélite. Como o carbono armazenado em vegetação é influenciada pelas condições ambientais, tais como cobertura de uso da terra / terra (e sua dinâmica espaço-temporal) ou topografia, imagens de satélite foram utilizadas a fim de conhecer estes dois tipos de informação. Foram coletadas informações sobre o uso e ocupação da terra dos três locais de estudo, em 2007, e o uso e ocupação da terra nos anos anteriores. Em seguida, um conjunto de dados DEM Aster e Landsat TM foram escolhidos, porque eles estão disponíveis de forma gratuita e porque a resolução espacial, de 30 x 30 m², é adaptado para o objetivo do estudo. Além disso, os registros Landsat TM estão disponíveis de forma gratuita para os anos anteriores também. Através da análise de imagens Landsat TM, foram determinadas seis classes de uso da terra. Os dados de satélite também informam a topografia da área (elevação, inclinação, distância para a água e uma descrição sintética da topografia). Foi adicionado mais

uma variável: a pertencente a um dos três locais de estudo, a fim de compreender a influência de efeitos locais sobre as variações observadas nos estoques de carbono.

Os dados de campo foram coletados no período de 2007-2008. Para isso, foram selecionados nove fazendas por local de estudo. Dentro dessas fazendas, um perfil foi definido e cinco pontos de amostragem a cada 200 m foram criadas (Oszwald et al. 2011). Para estes 135 pontos de amostragem, foram coletados dados sobre armazenamento de carbono. De fato, para cada um dos pontos de amostragem, biomassa de árvores, (diâmetro à altura do peito, DAP ≥ 10 cm), biomassa dos arbustos (DAP <10 centímetros e altura> 2 m) foram avaliadas através do uso de equações alométricas (Higuchi et al, 1998. ; Gerwing, 2002) e terras de pousio (Nelson et al, 1998). Foram medidas e pesadas cada planta nas parcelas de 50 x 10 e 2 x 50x 5 m². A taxa de água a 70°C de uma alíquota de biomassa também foi medida com a utilização do factor de 0,6603 (Higuchi et al., 1998). A quantidade de carbono é medida em megagramas por hectare (Mg / ha), ou toneladas por hectare. Foram utilizados135 pontos de amostragem, gerando dados de campo e de sensoriamento remoto conhecidos que foram utilizados para processar um modelo estatístico com o objetivo, quantificar e mapear os estoques de carbono nestes três locais de estudo em 2007.

Na escala regional, o estado do Pará, uma classificação de cobertura do uso da terra do MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) sensor foi realizado. Este sensor possui várias vantagens (Justice et al, 1998; Arvor, 2010). Em primeiro lugar, permite a criação de uma metodologia replicável, fornecendo imagens livres na internet e sua cobertura global. Finalmente, apresenta resoluções espectrais, espaciais e temporais adaptadas ao objeto de estudo, o monitoramento do uso da terra em nível regional.

3. Quantificação do estoque de carbono

O primeiro passo da modelagem de estoques de carbono foi feito em escala local, em 2007, o ano das amostragens. Para isso, um modelo estatístico foi construído usando dados de sensoriamento remoto e dados de amostragem. Esse modelo é utilizado para prever a quantidade de carbono armazenado apenas com os dados de sensores remotos. O modelo tem dois objetivos. Primeiro, ele tem como objetivo explicar as variações de quantidades de carbono, que podem ser observados nos dados de amostragem. Na verdade, a construção de um modelo estatístico significa seleção imparcial os fatores significativos que influenciam o processo ecológico. Uma vez que o modelo permite a previsão da quantidade de carbono em toda a área, um mapa de carbono armazenado na vegetação pode ser feita a partir de dados de amostragem. Um dos métodos mais usados para modelar uma variável quantitativa de variáveis qualitativas e quantitativas é a regressão linear múltipla.

4. Resultados

4.1 Resultados estatísticos

	Quantidade Média (Mg)	Quantidade Mínima (Mg/ha)	Quantidade Máxima (Mg/ha)
Macaranduba	103	8	214
Pacajá	150	18	214
Palmares 2	64	0	179

Tabela 1 : Quantidade de estoque de carbono em cada localidade

O modelo estatístico mantém duas variáveis explicativas: cobertura do solo e do local. O R^2 atinge 72%. Variações nos estoques de carbono pode ser explicada pela primeira cobertura da terra. Na verdade, os testes estatísticos mostraram que a cobertura do solo é muito mais importante para explicar as variações nos estoques de carbono acima do solo. Isto não é surpreendente, uma vez que tinha sido demonstrado que as florestas podem armazenar 80% de carbono acima do solo, até 100 vezes mais do que os campos ou pastagens. Dentro de terras agrícolas, os solos descobertos, pastagens e terras de pousio (juquira-capoeira, vegetação secundária), grandes variações de carbono armazenado pode ser encontrado.

4.2 Resultados Espacializados

O modelo estatístico permite o mapeamento de carbono armazenado em vegetação nos três locais de estudo. Os mapas permite distinguir três tipos de terras. O primeiro tipo, com estoques elevados de carbono (mais de 200 Mg/ ha), corresponde a florestas. A segunda, com estoques de carbono médio (entre 50 e 100 Mg / ha), corresponde a terras de pousio. O último, com estoques de carbono muito baixa (<50 Mg / ha) corresponde a terras agrícolas. Esta tipologia pode ser refinada, uma vez que é possível observar variações dentro da classificação definida. Na realidade, dentro das áreas de florestas, florestas queimadas podem ser distinguida da floresta primária.

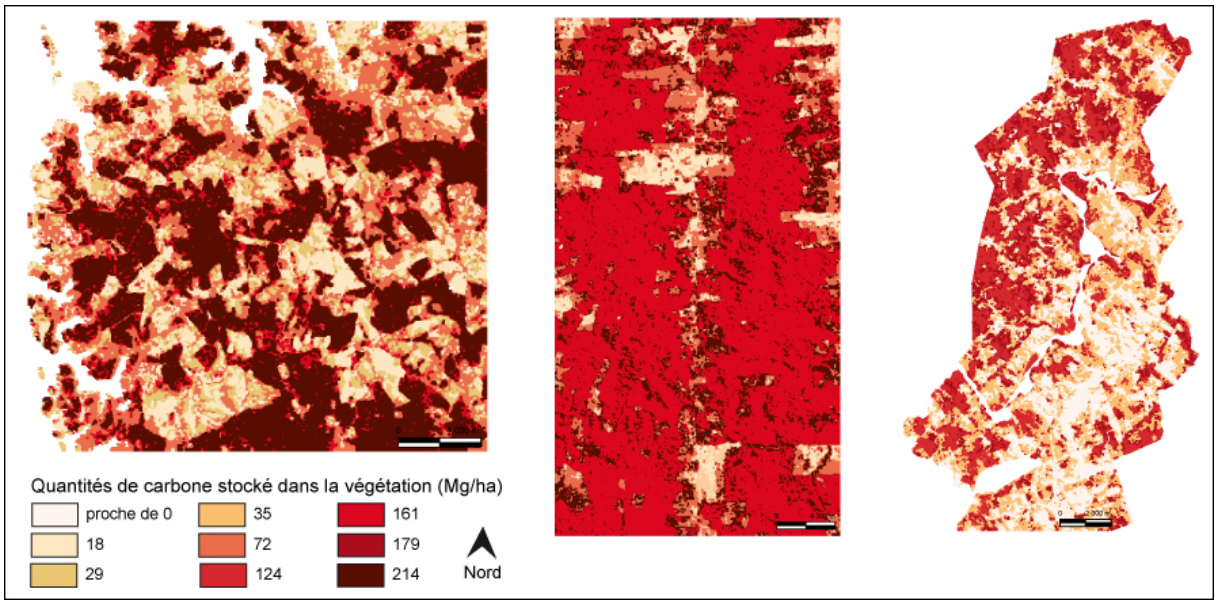


Figura 2 : Uso e ocupação do solo característica de cada localidade

Conclusão

Tomando como base as atividades econômicas de cada area associado ao estoque de carbono, pode-se delinear critérios que visem orientar a formação de uma política pública que fomente a manutenção do estoque de carbono existente, quanto de uma área florestada, ou a recuperação do seu estoque a partir da aumento da densidade florestal, porém com melhoria de renda para a população local.

Como mencionado anteriormente o mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação, Conservação, Manejo Sustentável e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal (REDD+), que vem sendo elaborado no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC) é um instrumento passível de ser utilizado, porém necessita de critérios específicos para cada cenário.

Há que se avaliar, caso a caso como seria a implantação de uma política pública adequada para o fomento à conservação e aumento da quantidade estocada de carbono.

No caso de Maçaranduba onde existe uma organização agro-extrativista, com propriedade comum, e preocupação na conservação da mata nativa, poderia ser relevante incentivos outros com o reforço de instituições locais, técnicas de manejo e infraestrutura, ao invés de pagamentos diretamente aos proprietários. O mesmo pode ser indicado à localidade de Palmares, porém com o esforço maior em constituir instituições formais e não formais fortes para fomentar a recuperação da mata e alternativas econômicas de Produtos Florestais Não Madeireiros. Por fim, na localidade de Pacajá há necessidade de integração das políticas públicas no sentido de não levar a contradições o fornecimento de crédito rural com taxas subsidiadas para produtores rurais que não estão de acordo com o código florestal.

Na Amazônia, há alguns anos um novo conceito de desenvolvimento local, com progresso econômico e inclusão social, aliado à preservação do ambiente, privilegiando atividades produtivas sustentáveis e com baixa emissão de carbono, foi pensado definindo o conceito de "município verde[2]". Este modelo procura integrar as políticas públicas de incentivo econômico à preservação ambiental. Há exemplos de reversão de um quadro de degradação ambiental, como o caso de Paragominas, para uma construção de um novo modelo de desenvolvimento.

Neste sentido, a apropriação de informações locais e regionais sobre alguns Serviços Ecossistêmicos relevantes, como associado ao estoque de carbono, é um subsídio importante na definição de políticas públicas específicas, com o uso ou não de instrumentos econômicos como o REDD+, e na redução da vulnerabilidade local, regional e global.

Referências bibliográficas

Albaladejo C., Tulet J.C. ,1996 : Les fronts pionniers de l'Amazonie brésilienne : la formation de nouveaux territoires. L'Harmattan, Paris, 230 pages.

Canadell J. G. 2008: Managing Forests for Climate Change Mitigation. Science, **320**, 1456p.

Costanza R. et Alli 2104: Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change, **26,** 152–158.

Daly H. , Farley J., 2004: Ecological Economics: Principles and Applications. Island Press. Washington, DC.

De Groot R.S., Wilson M.A, Boumans R.M.J., 2002 : A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics **41**, 393-408

Evans T. P., Manire A., De Castro F., Brondizio E., et al , 2001:A dynamic model of household decision making and parcel level land cover change in the eastern Amazon. Ecological Modelling, **143 (1-2):** 95-113.

Fearnside P.M., (2005). Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences. In Conservation Biology,**19 (3),** 680–688.

Gerwing J. J., 2002: Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management, **157**, 153-165.

Higuchi N., Santos J., Ribeiro R. J., Minette ., Biot Y., 1998 : Biomassa da parte aerea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. Acta Amazonica, **28 (2):** 153-165

MEA - Millenium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystem and human Well-Being: a framework for assessment. Washington, DC.: Island Press.

Oszwald J., Gond V., Doledec S., Lavelle P., 2011 :. Identification d'indicateurs de changement d'occupation du sol pour le suivi des mosaïques paysagères. Bois et Forêts des Tropiques, **307** : 7-21.

[2] Um município verde desenvolve atividades produtivas sustentáveis com baixa emissão de carbono e alta responsabilidade social e ambiental.

Pavé A., Fornet G., 2010 : Amazonie : Une aventure scientifique et humaine du CNRS. Paris, France, Galaade Éditions, 156 p

UNEP & UNFCCC – Climate Change Information Kit. França: UNEP, UNFECCC, 2002.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. Essential Background: The greenhouse effect and the carbon cycle.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. Reducing emissions from deforestation in developing countries.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. Uniting on Climate: A guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol. 2007.

MIGRAÇÃO E MALÁRIA: DIFUSÃO ESPACIAL DE DOENÇAS INFECCIOSAS NA FRENTE PIONEIRA AMAZÔNICA, 2003-2012

SOUZA, P. F.[(1)], BARCELLOS, C. [(2)]

(1) Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp/Fiocruz), Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 21041-210 [ptfeitosa@yahoo.com.br]

(2) Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Icict/Fiocruz), Av. Brasil, 4.365 - Pavilhão Haity Moussatché - Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 21040-360 [xris@fiocruz.br].

Resumo*: A mobilidade populacional e as frentes de expansão econômica têm sido apontados como fatores que favorecem a difusão da malária na região amazônica. Neste trabalho é analisada a evolução temporal e espacial de malária na Amazônia Legal, no período de 2003-2012, segundo dados de notificação da doença (SIVEP). A pesquisa identificou áreas de relevância epidemiológica, através das técnicas de análise espacial que consideraram as diferenças entre os municípios de notificação e os de provável infecção. O Índice Parasitário Anual (IPA) para região propagou-se nos últimos anos com mais intensidade nos Estados de Rondônia, Acre, Amazonas e Amapá e diminuiu sua força de dispersão ao longo do Arco do Desmatamento. Este padrão espaço-temporal permite identificar áreas de transmissão intensa nas frentes pioneiras e a redução dos riscos na frente de expansão, devido ao rápido processo urbanização e das melhoria de condições socioeconômicas para os trabalhadores das áreas de povoamento consolidadas.*
Palavras-chaves: *Analise espacial. Difusão Espacial. Malaria. Mobilidade. Áreas de risco.*

Résumé: Migration et paludisme: distribution spatiale de la maladie sur le front pionnier amazonien, 2003-2012. *La mobilité de la population et l'expansion économique ont été identifiés comme des facteurs qui favorisent la propagation du paludisme dans la région amazonienne. Ce travail analyse l'évolution temporelle et spatiale du paludisme en Amazonie, pendant la période 2003-2012, en fonction des données de notification de la maladie (SIVEP). L'enquête a identifié les domaines d'intérêt épidémiologique, grâce à des techniques d'analyse spatiale qui tiennent compte des différences entre les municipalités et la notification d'infection probable. L'indice parasitaire annuel (API) pour la région s'est répandue au cours des dernières années avec plus d'intensité dans les Etats de Rondônia, Acre, Amazonas et Amapá et tout au long de l'Arc de déforestation. Ce modèle spatio-temporel nous permet d'identifier les zones de transmission intense dans les fronts pionniers et la réduction des risques à l'avant de l'expansion, en raison de l'urbanisation rapide et l'amélioration des conditions socio-économiques pour les travailleurs dans les zones de peuplement consolidé.*
Mots clés: *Analyse spatiale. Diffusion spatiale. Malaria. Mobilité. Régions à risque.*

Abstract : Migration and malaria: spatial distribution of the disease on the Amazon frontier, 2003-2012. *Malaria constitutes one of the main causes of death in the Brazilian Amazon rainforest. This study describes the spatial analysis of malaria in the Amazon rainforest, from 2003 to 2012, aiming to identify the incidence of native and imported cases through georeferenced identification forms. This is a retrospective, ecologic study based on secondary data obtained from the National System of Epidemiological Vigilance in Malaria (NSEV), analyzed through GIS. The Annual Parasite Index (API) were used to detect the spatial limits of malaria incidence and its dynamics through time within the cities. In economical border cities malaria presents a greatly variable spatial distribution. Infection waves were observed in locations near mining areas or among colonization areas near regions with high prevalence index of malaria. Our results suggest that the spatial diffusion of the epidemy follows two types of proliferation, expansion and relocation, reaching mining, colonization, extensive farming and urban centers (urban periphery), where the infection outbreak was irregular or the disease dynamics shows frequent oscillations.*
Keywords*: Spatial analysis. Spatial Diffusion. Malaria. Mobility. Risk Areas.*

Introdução

A Amazônia Legal tem sofrido com a intensa exploração dos recursos naturais no interior do território através do garimpo, da extração mineral organizada e financiada por grandes empresas e de projetos de desenvolvimento, como a construção de hidrelétricas e rodovias. A par disso, também ocorrem intensas práticas de desmatamento e a incorporação da terra pela agroindústria e pela pecuária, juntamente com os projetos de colonização e políticas induzidas e financiadas pelo Estado. Todas essas atividades promoveram um surto migratório e de crescimento demográfico que lançou novos desafios para a região (Monte-Mór, 1994, 2004; Sathler, 2009). A expansão econômica, o aumento das disparidades demográficas e econômicas, a maior disponibilidade de redes de transportes para lugares distantes (anteriormente indisponíveis), gerou padrões de fluxos migratórios altamente diversificados e complexos nos últimos anos.

A migração é uma questão global importante na circulação de determinadas doenças, em especial na dinâmica das doenças vetoriais, tanto pelo espalhamento do vetor, a entrada de populações suscetíveis em áreas de transmissão, quanto o transporte do parasita a longas distâncias (Prosper et al., 2012). Correntes de migração podem resultar numa diversidade de problemas sociais, incluindo o aumento da transmissão de doenças por vetores, como é o caso da malária. De acordo com a teoria da nidalidade (Pavlovsky,1940), a malariam como diversas outras doenças endêmicas, não depende apenas da do ambiente de floresta para a sua transmissão, mas principalmente do contato entre vetor, parasita e população humana. Ela pode ser fortemente afetada por movimentos populacionais, principalmente para áreas de fronteira agromineral, onde a elevada incidência resulta de processos de colonização, combinado à disseminação da atividade garimpeira e condições ambientais favoráveis ao crescimento de vetores. Nesta região, em certos locais houve e, ainda há uma intensa exposição devido ao desmatamento, à construção de estradas sem drenagem e, especialmente, de habitações precárias. Esta região mostra-se importante, tanto na produção de casos e óbitos da doença, como na dispersão da malária para o interior dos estados e, também, para outras regiões do Brasil.

Embora a migração em si não constitua um risco definitivo para a malária, vários fatores podem colocar os migrantes e as comunidades locais em situações de vulnerabilidade à exposição da doença. Em particular, a infra-estrutura de habitação e saneamento, a ocupação de áreas rurais, o desmatamento para a exploração econômica madeireira ou agrícola e os desastres naturais, representam alguns dos principais fatores que levam e deslocam as pessoas para dentro ou fora das áreas endêmicas de malária.

Atualmente, a incidência da malária no Brasil é quase exclusivamente restrita à região da bacia amazônica (99,8% dos casos segundo o SIVEP), onde uma série de fatores combinados favorecem a transmissão de doenças e prejudicam o seu controle. O Plasmodium vivax corresponde atualmente a 84% dos casos registrados, enquanto o Plasmodium falciparum é responsável por 16%, sendo o Plasmodium malariae raramente observado (Ferreira et al, 2010). Diante deste quadro, a malária constitui uma das principais causas de morbidade na Amazônia brasileira, apresentando comportamentos diferenciados entre os municípios. A predominância de casos importados em diversos destes municípios pode indicar a importância da mobilidade humana na dinâmica de transmissão da doença na região. Este estudo descreve a distribuição espacial da malária na Amazônia Legal, no período de 2003 a 2012, buscando identificar a incidência de casos autóctones e importados através do georreferenciamento dos dados de notificação.

Neste trabalho são avaliados os padrões recentes de difusão espacial da malária na Amazônia Legal e sua relação com os processos migratórios, seja a incidência de casos autóctones ou importados. A identificação destes padrões pode servir como subsídio para políticas de controle da epidemia, bem como para a identificação de barreiras e vias para a sua propagação.

1. Metodologia

A interação homem, meio ambiente e saúde, observada na Amazônia Legal, em especial nas áreas endêmicas de malária (com alta concentração dos casos) é complexa. Os estudos e a compreensão dos determinantes da incidência de malária em áreas de fronteira demandam outras abordagens, como analisar a influência dos movimentos migratórios sobre a dispersão dos casos, a fim de facilitar o entendimento do processo de transmissão de malária e a elaboração de novas propostas para o controle da doença.

O modelo teórico-conceitual representado na figura 1 foi elaborado para a malária no intuito de identificar e relacionar o papel dos determinantes socioambientais no estudo de associação entre malária, migração, difusão espacial de doenças infecciosas e programas de prevenção e controle. O modelo conceitual baseia-se na concepção de que a malária está, em nível ecológico, relacionado a três níveis hierárquicos: 1) nível distal, que influencia a dinâmica econômica e os processos de ocupação da região; 2) nível intermediário, que afeta a mobilidade da população e portanto a exposição a condições de risco; e 3) nível proximal, que atua diretamente sobre a transmissão da doença.

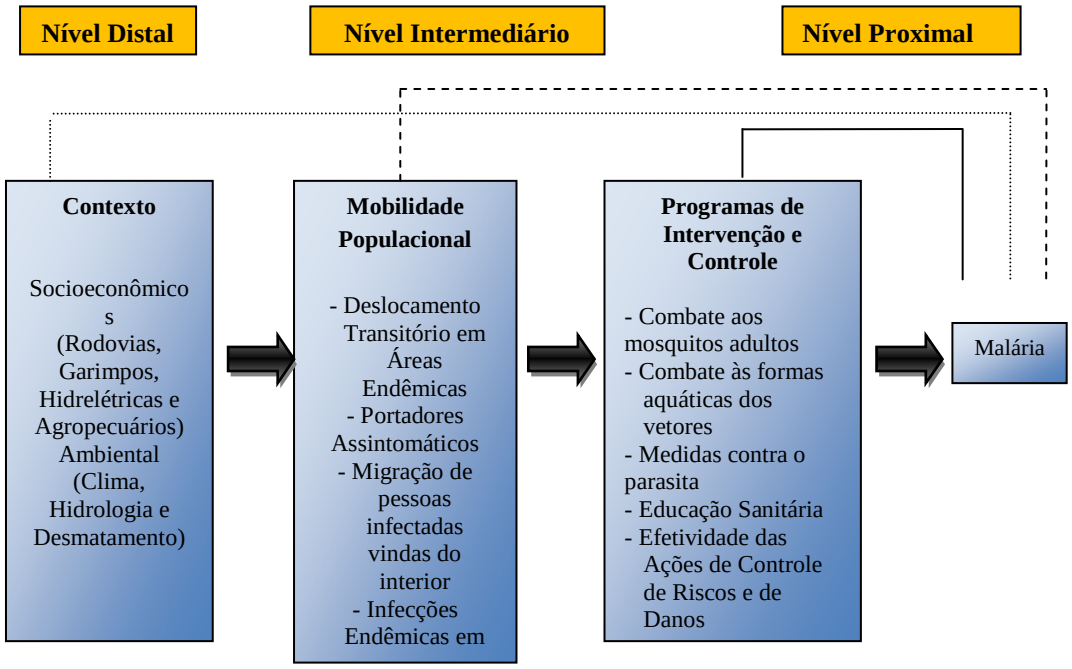


Figura 1: Modelo teórico-conceitual para explicação, em nível ecológico, de malária

O nível distal abrange as variáveis contextuais (socioeconômicas e ambientais). Tais aspectos expressam de que maneira os empreendimentos econômicos (como a construção de estradas, barragens, usina hidrelétricas, garimpos e atividades agropecuárias), que geralmente atravessam as áreas de floresta, facilitam o movimento de pessoas, permitindo o contato dos indivíduos que trabalham nos projetos econômicos ou frentes de desmatamento com os vetores de malária ou os habitats de larvas dos mosquistos (corpos naturais de água, particularmente as margens de córregos ou rios lentos com sombra, água limpa, ou lagoas que permanecem após as inundações (revisado em Charlwood, 1996; Rejmánková et al, 1999; Sinka et al, 2010). Dessa forma, um dos principais fatores contribuintes para transmissão da malária continua sendo o desmatamento, que altera os locais de reprodução (Vittor et al, 2006, 2009, Monteiro de Barros et al, 2011).

O nível intermediário contempla a mobilidade populacional. A migração tem desempenhado um papel importante na transmissão da malária, não só através da mobilidade da população que pode resultar em diferentes níveis de movimento das pessoas e sua exposição ao risco de malária, bem como uma introdução e transporte dos parasitas entre diferentes áreas. Do mesmo modo, a presença de portadores assintomáticos de parasitas constitui-se numa fonte potencial de gametócitos para infectar mosquitos (Alves et al., 2005).

No nível proximal, mais diretamente determinante, estão os procedimentos preventivos. Aqui estão incluídas as ações para evitar o surgimento de novos casos, bem como o controle,

que são ações que visam, prioritariamente, a contenção da exposição ao risco de malária. Para a análise conjunta destes processos, foi criado um banco de indicadores, organizados em nível municipal segundo local de residência e local provável de infecção.

Para examinar as transformações espaciais que a expansão da fronteira agropecuária e mineral provocaram na dinâmica da malária, foram consultadas bases de dados do IBGE, INPE e SIVEP, visando à construção de indicadores para cada sede de município relativos à:

- Proporção de Área Desmatada – numerador: área desmatada (km²) em um ano; denominador: área de floresta remanescente (em km²). X100.
- Índice Parasitário Anual (IPA): numerador: número de casos positivos de malária (F+V+Mista+malariae); denominador: número de população do período. X 1000.
- Índice Falciparum Anual (IFA) - numerador: casos de malária por Pfalciparum + malaria mista (Pf+Pv); denominador : casos de malária total *1000
- Casos Autóctones - numerador: total de casos por tipo de malária ocorridos em indivíduos que residem e se infectaram no mesmo município; denominador :total de casos por tipo de malária.
- Casos Alóctones (ou importados): numerador: total de casos por tipo de malária ocorridos em indivíduos que residem no município mas se infectaram em outros municípios; denominador: total de casos por tipo de malária.

As informações de população e as coordenadas geográficas da sede municipal dos municípios foram obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As bases cartográficas utilizadas foram as de 2005 até 2007, cedidas pela IBGE. As populações residentes dos municípios foram obtidas utilizando-se dados dos censos de 2000 e 2010 do IBGE.

Cada um dos indicadores foram georreferenciados a partir das coordenadas das cidades (as sedes dos 771 municípios da Amazônia Legal existentes em 2005). Em seguida, os indicadores foram organizados para construir mapas e sobrepor camadas de dados em ambiente de SIG. Parte dos indicadores foram interpolados através da técnica de interpolação para a elaboração de mapas de difusão espacial. Estimativas de distribuição espacial do IPA foram calculadas para toda a área da Amazônia Legal a partir de dados pontuais das sedes municipais em estudo, através do método geoestatístico (Inverso do Quadrado da Distância) (ISAAKS; SRIVASTAVA, 1989; CRESSIE, 1991), que estimou o valor de um indicador em áreas não amostradas com base nas amostras dos municípios-sede vizinhos. A dependência espacial dos indicadores foi representada através de gráficos que demonstram a localização de cada variável em relação a distância que as separa (CRESSIE, 1991). As funções matemáticas empregadas na elaboração dos gráficos possibilitaram reconhecer a estrutura espacial e o cálculo de pesos que, multiplicados pelos valores observados, resultassem em estimativas para os pontos não amostrados.

O Índice Parasitário Anual (IPA) foi georreferenciado e mapeado de acordo com as coordenadas geográficas de cada sede municipal. O georreferencimanto foi usado para gerar mapas e atribuir informações derivadas de outras camadas de informação, como as rodovias federais, em ambiente de SIG (Sistema de Informação Geográfica). Este indicador foi interpolado pelo método do Inverso do Quadrado da Distância, para produzir uma superfície alisada de probabilidade de ocorrência no espaço. Esta superfície foi obtida utilizando secções transversais disponíveis no Vertical Mapper (Figura 01 e 02) (versão 9 Mapinfo, Pitney Bowes Software, Stamford, CT, EUA).

2. Resultados

A figura 2 mostra a difusão de transmissão da malária na Amazônia Legal entre 2003 e 2012. De acordo com o mapa, a malária expandiu a sua área de transmissão nos Estados da Amazônia Ocidental, consolidando a sua expansão para além da zona do arco do desmatamento. Ao longo deste período, nos estados do Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e no sudeste do Pará, ocorreu uma redução na transmissão da doença. Alguns dos eixos de difusão descritos no mapa correspondem às principais vias de transportes inseridas nas novas frentes de expansão econômica, onde ocorre o desmatamento e os fluxos de população em busca de trabalho, recursos naturais e terras. A ampla difusão para as novas áreas de povoamento ocorreu em todo período, o que equivale a um aumento de âmbito regional para a incidência de malária.

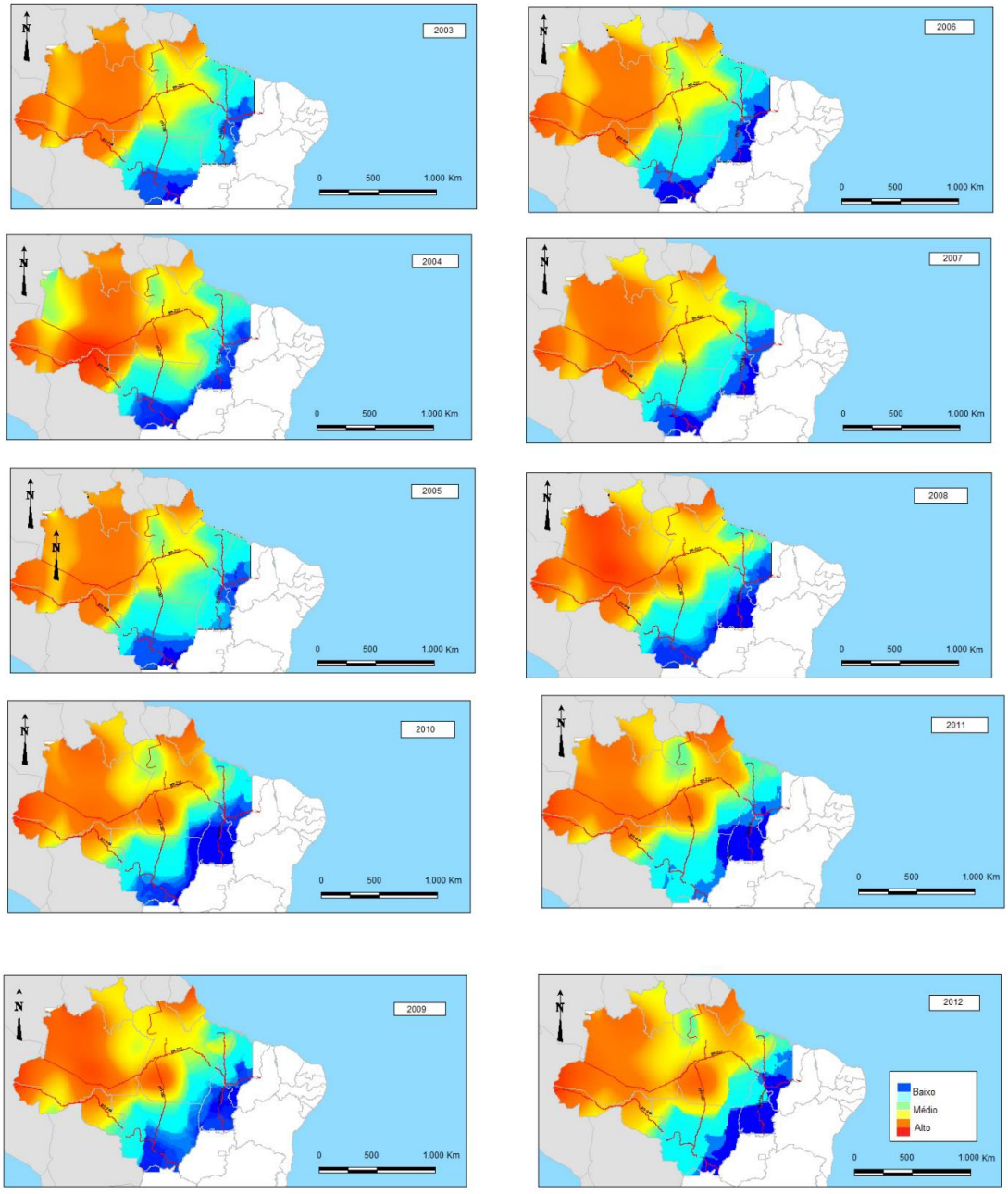


Figura 2 : Expansão da área de transmissão de malária na Amazônia Legal. Os intervalos de Cores corresponde aos valores de IPA por 100.000 habitantes de 2003 à 2012.

Observa-se que a transmissão de malária é mais intensa em áreas de garimpo e de exploração madeireira, assim como nos assentamentos agrícolas. Os novos acampamentos criados nas frentes de desmatamento não só induzem grandes mudanças ambientais, como criam micro-ambientes favoráveis à reprodução do vetor, bem como agrupam um grande número de migrantes suscetíveis situados perto dos criadouros naturais e artificiais do vetor. (Silva- Nunes et al, 2011, De Castro et al, 2006, 2007, Norris, 2004;. Vittor et al, 2006, 2009).

Os estados situados no arco do desmatamento (Mato Grosso, Tocantins e Maranhão), vivenciam a terceira fase de evolução temporal da malária, caracterizada por Sawyer (1992) como um estágio marcado por um cenário estável com baixas taxas de malária, que normalmente resultam do rápido processo de urbanização, da formação de um senso comunitário, da melhoria das condições socioeconômicas e de uma redução das mudanças ambientais observadas nos anos iniciais de ocupação (de Castro et al., 2007).

Ao mesmo tempo, verifica-se a permanência de uma grande área de transmissão situada na Amazônia Ocidental, principalmente no estado do Amazonas, parte do Acre e Rondônia, onde há baixa mobilidade populacional, condições favoráveis à proliferação dos vetores e grandes dificuldades de efetivação do controle da doença.

Para ilustrar o padrão de expansão da malária nas frentes pioneiras, foram calculados os valores de IPA ao longo de cortes longitudinais das principais rodovias que ligam as capitais aos núcleos urbanos menores (Figura 3). O valor de 'z' foi obtida pela interpolação (Inverso do Quadrado da Distância) do IPA ao longo dos principais eixos rodoviários para o período de 2003 a 2012

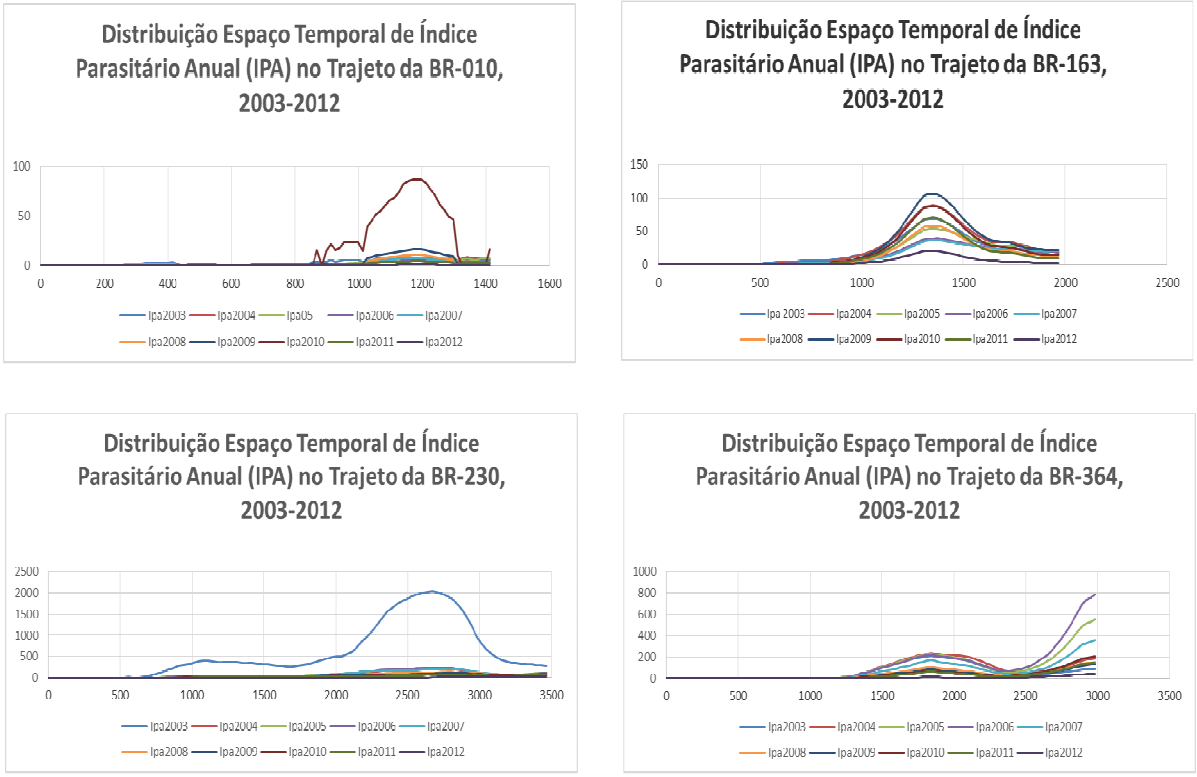


Figura 3 : Seções transversais do IPA ao longo das rodovias BR- 010, BR-163, BR-230 e BR-364. Os valores representam a densidade espacial suavizada de ocorrência do IPA

A primeira secção começa na BR-010, que se estende de Goiás até Belém, no estado do Pará, ao longo da Amazônia Oriental. Apresenta um cenário estável, com a redução do IPA em quase todos os anos, com exceção do ano de 2010. A área com maior incidência da doença corresponde ao sudeste do Pará, onde se concentra grande parte da atividade de mineração da região. A segunda secção percorre o trecho da BR-163, entre Cuiabá (MT) e Santarém (PA), cruzando uma das principais área endêmicas para malária no Brasil. As ondas de difusão apresentam picos para alguns anos, sempre no mesmo trecho da estrada, ao sul do Pará, onde atualmente se encontra à frente de ocupação. O IPA elevado neste trecho, resulta do processo de colonização e de extração madeireira, combinado à disseminação da atividade garimpeira, à construção de estradas sem drenagem e especialmente, de habitações precárias (de Castro et al., 2007).

Na BR-230, também conhecida como rodovia transamazônica, entre as cidadess de Uruará, Placas, Mojú dos Campos, Belterra, Rurópolis e Aveiro no Estado do Pará, e os núcleos urbanos de Maué, Borba, Apuí, Novo Aripuanã, Manicoré, Humaitá, Tapuá e Canutama no Amazonas as ondas de difusão diminuem sua intensidade nos anos mais recentes, menos para 2003. A partir de 2007, o controle da incidência de P. falciparum através da aplicação de fármacos antimaláricos, a base de artemether/lumefantrine, associado a presença de estrutura de saneamento e à urbanização das populações das regiões rurais, justificam alterações na intensidade dos casos. (Oliveira-Ferreira et al., 2010)

No trajeto da BR-364, entre Cuiabá e Rio Branco, as ondas de difusão se intensificaram, movendo-se em direção aos estados de Rondônia e Acre. A ocupação da frente pioneira de Rondônia foi feita por migrantes sulistas, nas décadas de 1970 e 1980, que não dispunham de nenhum conhecimento prévio sobre as formas de transmissão e proteção individual contra a malária. Parte dos migrantes se instalou temporariamente em área malarígenas, até aguardar o momento certo de ocupar seus lotes nos projetos de colonização dirigida, ou se deslocarem para as área de garimpo nas frentes de desmatamento (de Castro et al., 2007). No Acre, os casos tornaram-se mais intensos, deslocando-se para as áreas de colonização privada e para regiões em que ocorrem os projetos de piscicultura (Rodrigues et al., 2008).

Conclusão

Nos municípios da fronteira de expansão econômica, a malária apresenta uma distribuição espacial altamente variável. Ondas de transmissão mais intensas foram observadas em localidades próximas as áreas de garimpo ou entre áreas de colonização próximas das áreas com alto índice de prevalência de malária. Esta conjunção pode produzir surtos nos primeiros anos de ocupação sobretudo quando houver, entre as áreas, uma mobilidade considerável de pessoas. Nossos resultados sugerem que a difusão espacial da epidemia segue dois tipos de propagação, por expansão, com o movimento da frente pioneira e ocupação de áreas favoráveis à transmissão; e realocação, facilitada pela migração, atingindo áreas de garimpo, colonização, e centros urbanos (periferias urbanas), onde surto da infecção é em geral irregular ou a dinâmica da doença mostra oscilações freqüentes.

A heterogeneidade espacial e temporal da região foi analisada com base no registro de casos de malária. A mobilidade, pobreza e cobertura florestal foram significativamente associados com o aumento da incidência da doença, mas a magnitude e a direção da associação entre os determinantes e a malária variaram segundo zonas socioecológicas. Atividades econômicas e fatores ambientais correlacionados aos indicadores de mobilidade populacional são os principais determinantes da incidência da doença. Nossos resultados sublinham a importância da vigilância e o controle da malária nos municípios com incidência de casos importados.

Referências bibliográficas:

Alves, F.P., Gil, L.H., Marrelli, M.T., Ribolla, P.E., Camargo, E.P., Da Silva, L.H., 2005. Asymptomatic carriers of Plasmodium spp. as infection source for malaria vector mosquitoes in the Brazilian Amazon. J. Med. Entomol. **42**, 777–779.

Barcellos, C., Lowe, R. 2014. Expansion of the dengue transmission area in Brazil: the role of climate and cities. Tropical Medicine and International Health. **19 (2):** 159-168.

Charlwood, J.D., 1996. Biological variation in Anopheles darlingi Root. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 91, 391–398.

Coura,J. R., Suárez-Mutis, M., Ladeia-Andrade, S. A new challenge for malaria control in Brazil: asymptomatic Plasmodium infection - A Review. 2006. Mem Inst Oswaldo Cruz. **101(3),** 229-237.

Cressie, N. Geostatistical analysis of spatial data. 1991. In: National Research Council (U.S.). Panel on Spatial Statistics and Image Processing (Ed.). Spatial statistics and digital image analysis. Washington, D.C.: National Academy Press, p.87-108

de Castro, M.C., Monte-Mor, R.L., Sawyer, D.O., Singer, B.H., 2006. Malaria risk on the Amazon frontier. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. **103**, 2452–2457.

de Castro, M.C., Sawyer, D.O., Singer, B.H. 2007. Spatial patterns of malaria in the Amazon: implications for surveillance and targeted interventions. Health Place **13**, 368–380.

de Castro, M. C., Singer, B. H. 2007. Meio ambiente e saúde: metodologia para análise espacial da ocorrência de malária em projetos de assentamento. Revista Brasileira de Estudos Populacionais. 24,(2), 247-262

Ferreira, J. O.; Lacerda, M. VG; Brasil, P.,Ladislau, J. LB, Tauil, P. L., Ribeiro, C. T. D. 2010. Malaria in Brazil: an overview. Malaria Journal 9, 1-15.

Isaaks, E. H.; srivastava, R. M. Applied geostatistics. 1989. New York: Oxford University Press.

Monteiro de Barros, F.S., Honório, N.A., Arruda, M.E., 2011. Temporal and spatial distribution of malaria within an agricultural settlement of the Brazilian Amazon. J. Vector Ecol. **36**, 159–169.

Pavlovsky, E. N., (1940) a. Natural Nidality of Transmissible Diseases. Moscou: Peace Publishers

Prosper O, Ruktanonchai N, Martcheva M. (2012) Assessing the role of spatial heterogeneity and human movement in malaria dynamics and control. J Theor Biol. **21(303):** 1-14.

Rejmánková, E., Rubio-Palis, Y., Villegas, L., 1999. Larval habitats of anopheline mosquitoes in the Upper Orinoco, Venezuela. J. Vector Ecol. 24, 130–137.

Rodrigues, I. B., Tadei, W. P., dos Santos, R. L. C., dos Santos, S., Baggio, J. B.2008. Controle da malária: eficácia de formulados de bacillus sphaericus 2362 contra larvas de espécies de anopheles em criadouros artificiais-tanques de piscicultura e criadouros de olaria Revista de Patologia Tropical. **37 (2):** 161-176.

Sawyer, D. R. Malaria and the environment. Brasília, Instituto SPN, March, 1992.

Silva-Nunesa, M. da, Morenob, M., . Connc, J. E, Gamboae, D. d., Abelesb, S., Vinetzb, J. M., Ferreiraf, M. U. 2012. Amazonian malaria: Asymptomatic human reservoirs, diagnostic challenges, environmentally driven changes in mosquito vector populations, and the mandate for sustainable control strategies. Acta Tropica **121**, 281– 291

Sinka, M.E., Rubio-Palis, Y., Manguin, S., Patil, A.P., Temperley, W.H., Gething, P.W., Van Boeckel, T., Kabaria, C.W., Harbach, R.E., Hay, S.I., 2010. The dominant Anopheles vectors of human malaria in the Americas: occurrence data, distribution maps and bionomic precise. Parasit. Vectors 3, 72.

Vittor, A.Y., Gilman, R.H., Tielsch, J., Glass, G., Shields, T., Lozano, W.S., Pinedo- Cancino, V., Patz, J.A., 2006. The effect of deforestation on the human-biting rate of Anopheles darlingi, the primary vector of falciparum malaria in the Peruvian Amazon. Am. J. Trop. Med. Hyg. **74**, 3–11.

Vittor, A.Y., Pan, W., Gilman, R.H., Tielsch, J., Glass, G., Shields, T., Sanchez-Lozano, W., Pinedo, V.V., Salas-Cobos, E., Flores, S., Patz, J.A., 2009. Linking deforestation to malaria in the Amazon: characterization of the breeding habitat of the principa malaria vector, Anopheles darlingi. Am. J. Trop. Med. Hyg. **81**, 5–12.

ENVIRONNEMENT ET SOCIETE DANS LES MODES DE VIE DES PAYSANS ET LA REDUCTION DES TERRITOIRES DES SOCIETES TRADITIONNELLES DE SÃO PAULO

SUZUKI J. C. (1), MARTINS M. H. (1), RANGEL K. S. (1)

(1) Université de São Paulo, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, Av. Prof. Lineu Prestes, 338 Cidade Universitária, 05508-900 – São Paulo – SP [jcsuzuki@usp.br, marcos.henrique.martins@usp.br, katia.amis@gmail.com]

Résumé - *La différenciation culturelle qui existe entre les sociétés traditionnelles a été produite socialement et le fait que ces sociétés occupent des zones distinctes leur a permis de développer des rapports différents à la nature. Ceux-ci ont défini des façons de vivre et des modes d'appropriation territoriale particuliers. Donc, nous cherchons à analyser les relations qui ont été établies entre les sujets et l'environnement dans les sociétés traditionnelles de l'État de São Paulo, particulièrement les communautés « quilombolas » de la Vallée du Fleuve Ribeira de Iguape, depuis 1980. Nous prendrons comme référence les deux thèmes suivants : 1) le mode de vie et 2) l'appropriation territoriale.*
Mots-clés *: environnement, société, mode de vie, l'appropriation territoriale, société traditionnelle.*

Resumo - *A diferenciação cultural das sociedades tradicionais, produzida socialmente, e ambiental das áreas ocupadas por elas permitiu que fossem encontrados caminhos distintos de se estabelecerem os vínculos entre sociedade e natureza, o que conduziu pela definição de modos de vidas e apropriações territoriais particulares. Assim, objetivamos analisar a relação que se estabelece entre sociedade e ambiente em sociedades tradicionais do estado de São Paulo, particularmente comunidades quilombolas do Vale do Ribeira paulista, nas últimas três décadas, tomando como referência as categorias de modo de vida e apropriação territorial.*
Palavras-chave*: ambiente, sociedade, modo de vida, apropriação territorial, sociedade tradicional*

Abstract - *The cultural differentiation of traditional societies, socially produced, and environmental differentiation of the areas occupied by them allowed them to be found different ways to establish the links between society and nature, which led by defining ways of life and private territorial appropriations. Thus, we aimed to analyze the relationship that is established between society and environment in traditional societies of the state of São Paulo, particularly African descents communities of Vale do Ribeira in São Paulo State, in the last three decades, with reference to the categories of way of life and territorial appropriation.*
Keywords*: environment, society, way of life, territorial appropriation, traditional society*

Introduction

Les sociétés traditionnelles sont très différentes les unes des autres au Brésil autant au niveau de leur histoire et de leur culture que de leurs rapports aux autres. D'une part, elles sont composées d'indigènes et, d'autre part, d'Açoriens, de *babaçueiros*, de *caboclos*, de riverains, de *caiçaras*, de *campeiros*, de *jangadeiros*, de *pantaneiros*, de petits pêcheurs, de *praieiros*, de *quilombolas*, de *sertanejos* et de *varjeiros* (DIEGUES et ARRUDA, 2001).

La différenciation culturelle entre les sociétés traditionnelles a été produite socialement et le fait que ces sociétés occupent des zones distinctes leur ont permis de développer des rapports différents a la nature. Ceux-ci ont défini des façons de vivre et des modes d'appropriation territoriale particuliers.

Le mode de vie d'une société traditionnelle est défini par la manière dont ses habitants perçoivent, conçoivent et vivent l'espace. Les habitants sont liés par l'ensemble de leurs pratiques quotidiennes et par leur histoire, par leur position dans la société environnante et par la manière spécifique qui assure la reproduction sociale de ces habitants. Alors, le mode de vie est la manière par laquelle le groupe social peut exprimer sa vie (SUZUKI, 2013).

Donc, nous cherchons à analyser les relations qui ont été établies entre les sujets et l'environnement dans les sociétés traditionnelles de l'État de São Paulo, particulièrement les communautés « *quilombolas* » de la vallée du Ribeira de Iguape, depuis 1980. Nous prendrons comme référence les deux sujets suivantes : 1) le *mode de vie* et 2) *l'appropriation territoriale*.

Nous avons effectué plusieurs travaux sur le terrain dans les communautés traditionnelles de l'État de São Paulo et dans d'autres communautés traditionnelles brésiliennes en utilisant la méthode de l'histoire orale et en effectuant des entrevues sur l'histoire de vie de quelques petits paysans. Nous avons également pris des photos. *Grâce à ces méthodes, nous avons réalisé que l'ethnographie était un moyen très important pour la reconstruction et pour l'analyse du mode de vie des sociétés traditionnelles.*

La manière dont l'État reconnaît les sociétés traditionnelles et sa façon d'élaborer des politiques publiques contribuent de manière décisive à l'augmentation ou à la réduction des pratiques d'appropriation des ressources naturelles qui sont essentielles pour ces sociétés.

1. Les communautés *quilombolas* dans la vallée du Ribeira d'Iguape : L'environnement et la société

La région de la vallée du Ribeira de São Paulo concentre les principaux vestiges de forêts de la *Mata Atlântica* (forêt Atlantique), en raison de l'histoire de son occupation, et grâce à la bonne gestion effectuée par les populations traditionnelles (DIEGUES; Viana, 2004). Celle-ci s'est maintenue même à différentes périodes de dynamisme économique, depuis l'exploitation de l'or, entre les XVIe et XVIIIe siècles, jusqu'à ce que celle-ci se déplace vers le Minas Gerais, après la découverte d'importantes mines d'or et de pierres précieuses.

Les XVII^{ème} et XIX^{ème} siècles ont marqué une seconde période d'apogée économique, celle de la production de riz, commercialisé dans la province de Rio de Janeiro, en particulier dans la période qui a suivi l'arrivée de la famille royale au Brésil. Cela a permis la formation de grandes fermes dans la vallée du Ribeira, avec l'utilisation de main-d'œuvre libre et esclave. Le déclin de la production de riz a suivi la consolidation de la production de café dans la partie ouest de la province de São Paulo et le transfert des grandes exploitations (PRADO JR, 1994)

Dans ce contexte de changement productif et de déclin de la production, les fermes rizicoles de la vallée ont été abandonnées et leurs moyens de production réutilisés par la population locale, pour la reproduction d'une économie agricole fondée sur l'excédent (CANDID, 1979). Cela a permis la reproduction des populations traditionnelles dans les districts ruraux ; la petite agriculture, la pêche, l'extraction et la production artisanale d'outils de travail y perdurent contribuant ainsi à perpétuer un savoir traditionnel de gestion des ressources naturelles (DIEGUES; ARRUDA 2001).

Les communautés *quilombolas* du Mandira et de la Poça ont des histoires différentes car elles ont été construites par leurs habitants. Ceux-ci ont la même origine ethnique, mais ils ont établi des relations différentes avec l'environnement dans lequel ils vivent. Les deux communautés peuplent la Vallée du Ribeira de Iguape (figure 1), dans l'État de São Paulo, pourtant le Mandira a des pratiques « *caiçaras* » très prononcées tandis que la communauté de la Poça a été composée initialement par des petits paysans polyculteurs, plus tard convertis à la monoculture de la banane.

La reconstruction de leur histoire, de leur façon de vivre et de leur appropriation territoriale est fondamentale pour penser les pratiques productives qui valorisent les trajectoires culturelles des petits paysans. En outre, il faut développer des gestions environnementales moins prédatrices et différentes de celles pratiquées par la communauté *quilombola* du Mandira pour l'utilisation de la mangrove.

En ce sens, deux processus doivent être mis en évidence afin que nous puissions comprendre les effets de la permanence d'un modèle préservationniste de protection de la nature : 1) la subordination au marché des communautés *quilombolas* et 2) la mise en œuvre

du modèle préservationniste. Pour discuter ces deux processus, nous utiliserons les réflexions de José de Souza Martins sur l'économie de l'excédent.



Figure 1 : Plantation de bananes dans le *quilombo* da *Poça*. Photo Marcos Henrique Martins (29/03/2013).

D'après Martins (1975, p.106), « [...] la marchandise de la société rurale est l'excédent et leur économie est l'Économie de l'Excédent. Ce type d'économie engendre la société et la culture de l'excédent ». Dans une Économie de l'Excédent, les moyens de vie de l'agriculteur ne sont pas fournis par le marché et l'excédent produit par le petit paysan lui revient. L'agriculteur qui établit ce type d'économie sait différencier le produit qu'il va manger de celui qu'il va vendre. Il assure sa propre survie.

> Dans l'économie de l'excédent, l'excédent apparaît déjà comme tel dans la production. L'essentiel dans cette interprétation est que les moyens de vie de l'agriculteur ne sont pas directement établis par le marché. Si un agriculteur doit vendre une partie de ses moyens de vie, il sait qu'il vend ce qui avait été prévu à l'origine pour sa subsistance. Cette situation est différente de celle de l'employé et même du petit agriculteur capitaliste qui ne sait pas et ne peut pas distinguer, au moment de la production, ce qui va constituer leurs moyens de vie et ce qui va constituer le surplus récupéré par le capital où ce qui va être destiné à son économie (MARTINS, 1997, p. 189).

La base de ce type d'économie est l'appropriation de l'excédent par le producteur et leur contrôle sur la production. Il a l'intention de produire un excédent qu'il pourra commercialiser pour acquérir ce qu'il ne peut pas produire dans sa condition paysan. Les praticiens de ce type d'économie « [...] sont engagés principalement dans la production de leur propre subsistance et secondairement ils vendent ce qui a été produit en plus » (MARTINS, 1975, p.45). « Donc, l'excédent est l'élément qui acquiert une valeur d'échange parce qu'il y a des conditions

économiques favorables pour sa commercialisation. Cet excédent n'entre pas dans les relations d'échange comme résultat de la division du travail » (MARTINS, 1975, p.46).

La communauté de la Poça, dans la Vallée du Ribeira de Iguape, dans l'État de São Paulo, a évolué d'une économie de l'excédent à une économie essentiellement mercantile basée sur la production de la banane. Pendant cette transition, nous pouvons remarquer une modification des individus qui s'approprient l'excédent produit : dans l'économie de l'excédent, le surplus est possédé par le producteur, mais après la mercantilisation de la production, d'autres acteurs entrent en scène, comme les intermédiaires, par exemple.

D'après Paulo Noffs (2013, p.14),

> [...] la production artisanale était l'un des aspects qui soutenait l'existence des paysans sur la côte de l'État de São Paulo (production directe des moyens de production, économie monétaire débutante). Après le développement du tourisme et du développement des relations de productions capitalistes, les conditions d'existence des paysans ont tendance à disparaître où à être subordonnées aux nouveaux intérêts mercantiles.

L'économie de l'excédent est caractérisée par la production directe des moyens de production du paysan, par l'économie monétaire débutante et par la production de la subsistance. Les paysans recourent au marché pour acheter seulement ce qu'ils ne peuvent pas produire mais qui est considéré comme nécessaire à leur vie, tels que le sel et les tissus. Cependant, de nouveaux besoins ont été créés historiquement sous l'influence de la mentalité urbaine sur les communautés traditionnelles. Ces besoins sont au-delà de ce qu'une économie de l'excédent est capable de fournir.

Une autre question importante qui peut interférer négativement dans le développement d'une économie de l'excédent est la question environnementale. Aussi, Romani (2013, p.1) affirme avec raison que « la terre et les gens sont toujours compris par les mandants nationaux comme des ressources réserves qui peuvent être utilisées selon la demande du marché ». D'après ce point de vue, les conflits environnementaux existant dans la Vallée du Fleuve Ribeira sont, d'abord, des conflits fonciers et les réserves écologiques sont des réserves pour la production de plus-value.

La réduction du territoire des communautés *quilombolas* en raison du développement des réserves écologiques, soutenues par le discours écologiste et en particulier le discours des écologistes préservationnistes, a freiné le développement d'une économie de l'excédent et a forcé la soumission de la survie des paysans au marché. D'après José de Souza Martins, lorsqu'il parle du *Jeca Tatu* (personnage de la célèbre œuvre de Monteiro Lobato) :

> Cette histoire de Jeca Tatu exprime les composant idéologiques fondamentaux de la conscience urbaine récente sur le monde rural et dénonce les liens réels entre le rural et l'urbain. D'après l'œuvre de Monteiro Lobato, il est possible de remarquer l'incapacité de la société paysanne à être plus développée socialement, culturellement et économiquement. Selon lui, cette société est une société malade et le remède à sa maladie viendrait du milieu urbain en déterminant comment la société paysanne doit être intégrée à la totalité du système social : en tant qu'acheteuse et consommatrice de biens, en tant que marché (MARTINS, 1975, p.4).

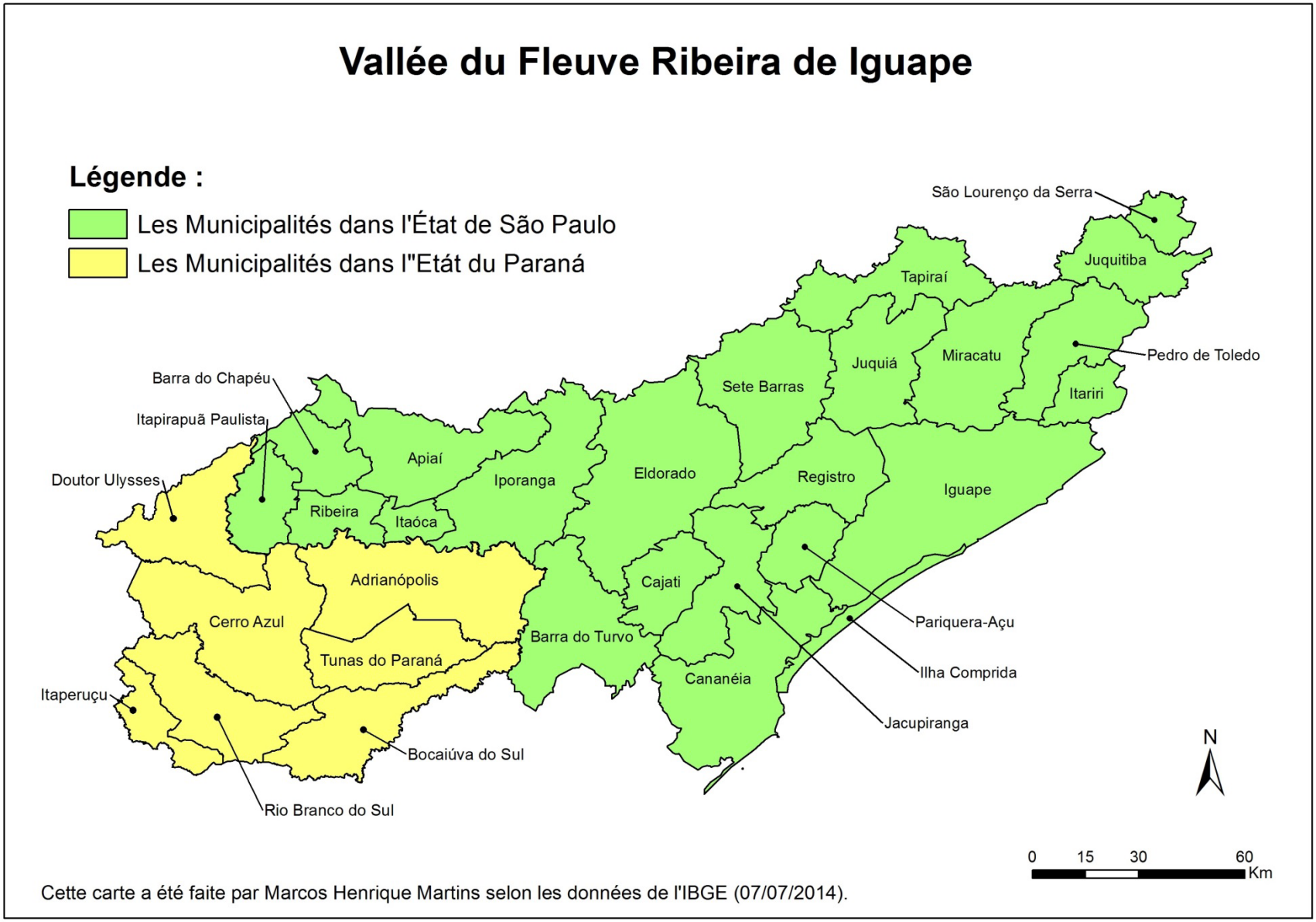


Figure 2 : La Vallée du Ribeira de Iguape. Cette carte a été réalisée par Marcos Henrique Martins à partir des données de l'IBGE (07/07/2014).

Antonio Carlos Diegues (2004) avait prévu que l'abandon de l'agriculture dans la société *caiçara* du littoral de l'État de São Paulo entraînerait la dépendance de ces sociétés vis-à-vis de l'économie urbaine de marché.

> [...] avec l'abandon de l'agriculture par les *caiçaras*, la pêche est devenue l'activité principale, complétée par le tourisme, les services et l'artisanat. Comprendre la prédominance de la pêche est essentiel pour expliquer les changements du mode de vie des *caiçaras* car cette activité est très dépendante de l'économie de marché. Il est évident que l'abandon forcé de l'agriculture par les *caiçaras* a entrainé une dépendance presque totale de ces sujets au marché à tel point que, dans de nombreuses régions, le *caiçara* est équivalent à un pêcheur artisanal. (DIEGUES, 2004, p.33).

En outre, la création de réserves naturelles est un type de superposition d'un espace étranger sur les communautés *quilombolas*. Cet espace décompose l'espace social et de vie de ces communautés. Ainsi, Romani est cohérent lorsqu'il affirme que :

> [...] si la préoccupation envers l'environnement était très importante pour résoudre les conflits existants, elle devrait être basée sur la recherche de moyens que soient les moins invasifs possibles et qui soient capables de développer l'économie d'une manière intégrée et sans exclure les sujets que ne sont pas les potentats régionaux où les nouveaux entrepreneurs qui sont à la recherche d'occasions faciles pour faire un investissement (ROMANI, 2013, p.3).

Nous reconnaissons qu'il y a des tentatives pour développer des mesures qui visent à atténuer les problèmes découlant d'une perspective préservationniste, mais peuvent-elles être efficaces ? Est-ce que les discussions sur l'environnement peuvent être séparées d'une idéologie de désinfection de la nature et est-ce qu'elles peuvent permettre la permanence des espaces de vie des communautés *quilombolas* ?

Réflexions finales

La présence des communautés *quilombolas*, ainsi que d'autres communautés traditionnelles, entre autres choses, a assuré la préservation de la vallée du Ribeira de Iguape. Les impacts environnementaux négatifs causés à la nature par ces communautés sont négligeables si nous les comparons aux impacts causés par la production et par la reproduction du capital (SILVA, 2008). Mais cette question semble encore inconcevable pour les écologistes. Donc, les affirmations de Diegues sont justes :

> Une autre explication du faible niveau de la reconnaissance de l'importance des systèmes de savoirs traditionnels est l'hypothèse que la population analphabète et marginale ne peut pas produire des connaissances de qualité. Nombre d'institutions gouvernementales pour la sauvegarde de l'environnement sont contrôlées par des naturalistes qui considèrent la connaissance scientifique occidentale comme la seule base pour la mise en place de la gestion du littoral (DIEGUES, 2001, p.12).

En adoptant cette position incohérente, ces scientifiques promeuvent, d'un côté, l'expropriation des communautés traditionnelles et, d'autre part, l'ignorance.

> Il faut reconnaitre l'importance du savoir scientifique pour la gestion des ressources naturelles, mais le gouvernement doit accepter que les communautés traditionnelles aient le droit de demeurer sur leur territoire et y maintenir leur mode de vie traditionnel. Ceci est refusé à ces populations dans le cas quand leurs terres sont transformées en zones protégées qui les privent de leurs moyens de subsistance (DIEGUES, 2001, p.12).

Dans ces situations inhumaines, les écologistes deviennent les agents de l'espace abstrait du capital dans sa lutte contre l'espace social des populations traditionnelles. Ils sont les vrais planificateurs hygiénistes. Nous ne pouvons pas oublier que :

> [...] la gestion des ressources naturelles consiste surtout au contrôle du comportement humain quant à l'utilisation des ressources naturelles et non seulement la réglementation des ressources naturelles. La gestion traditionnelle comprend un plus grand nombre d'objectifs qui englobent la qualité de vie, la sociabilité et les aspects symboliques, ainsi que l'efficacité économique et technique (DIEGUES, 2001, p.14).

S'il y a une possibilité de construire un autre environnementalisme qui puisse répondre aux besoins et aux demandes des populations traditionnelles, il est indispensable de l'exploiter. Sinon, il faut que nous adoptions une position politique opposée à ces pratiques, parce que « les avantages initiaux d'un mouvement qui assure la préservation de l'environnement disparaissent en raison des conséquences sociales, de l'intransigeance, du manque de discernement, de l'ignorance et par les règles de deux poids et deux mesures qui caractérisent leurs représentants » (BENAZERA; CAVANAGH, 2004, p.164).

Références bibliographiques

Benazera C. , Cavanagh J. , Burocracia, 2005: Ciclo Econômico e Espaço Familiar no Vale do Ribeira. *In*: DIEGUES, Antonio Carlos (org.). *Enciclopédia Caiçara*. São Paulo, Hucitec/Nupaub/CEC-USP, vol.**3**, p 164.

Candido A. , 1979: Os parceiros do Rio Bonito; Estudo sobre o caipira paulista e a transformação dos seus meios de vida. São Paulo, Duas Cidades.

Diegues A. C. S. , Viana V. M. (Eds.), 2004 : Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da Mata Atlântica. São Paulo, HUCITEC/NUPAUB/CEC.

Diegues A. C. , 2004: A Mudança como Modelo Cultural: o Caso da Cultura Caiçara e a Urbanização. *In*: DIEGUES, A. C. (org.). *Enciclopédia Caiçara*. São Paulo, Hucitec/Nupaub/CEC-USP, v.1, p. 33.

Diegues A. C., Arruda R. S. V. (Eds.), 2001 : Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. Brasília, Ministério do Meio Ambiente (MMA)/Núcleo de Pesquisas sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas do Brasil (NUPAUB), p. 12 e p. 14.

Martins J S. , 1975: *Capitalismo e Tradicionalismo*: estudos sobre as contradições da sociedade agrária do Brasil. São Paulo, Pioneira, p 4, p. 45-46 e p 106 .

Martins J S. , 1997: *Fronteira*: A degradação do Outro nos confins do humano. São Paulo, Hucitec, p 189.

Noffs P. , *As Mudanças Sociais e a Cultura Caiçara*. Disponível em: <http://nupaub.fflch.usp.br/biblioteca>. Acesso em 13 set. 2013, p 14.

Prado Júnior C. , 1994: Formação do Brasil Contemporâneo. São Paulo, Brasiliense.

Romani C. *Caiçaras*: entre o legal e o legítimo. Disponível em: <http://nupaub.fflch.usp.br/biblioteca>. Acesso em 10 set. 2013 p 1.

Silva S. R. , 2008: *Negros na Mata Atlântica, territórios quilombolas e a conservação da natureza*. São Paulo. 2008. Tese (Doutorado em Ciências-Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas,

Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-27112008-170206/pt-br.php>. Acesso em 12 mar. 2013.

Suzuki J. C. , 2013: Território, modo de vida e patrimônio cultural em sociedades tradicionais brasileiras. *Espaço & Geografia*, v.**16**, 2, 627-640.

ALTERAÇÕES NO USO DO SOLO DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO IBICUI NO PERÍODO DE 1998 A 2013

TRENTIN R. [(1)], VERDUM R. [(2)], ROBAINA L. E. S. [(3)]

(1) Laboratorio de Geologia Ambiental – (UFSM) [romario.trentin@gmail.com , lesrobaina@yahoo.com.br]

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul [vedum@ufrgs.br]

Resumo –*O presente trabalho tem por objetivo definir o uso do solo, na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, nos anos de 1998 e 2013, através da análise de imagens de satélite LANDSAT 5 com o sensor TM e LANDSAT 8 com o sensor OLI. A elaboração do mapa de Uso e Ocupação da Terra, foi realizada no Laboratório de Geologia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) onde se utilizou os softwares Envi 4.5 e Arcgis 10.1. Para a identificação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, foram definidas as classes de água, areais, áreas úmidas, campos, lavouras, florestas e silvicultura. Através da classificação das imagens constatou-se que a atividade de silvicultura se estabeleceu de forma muito significativa na bacia hidrográfica, com grande expansão no período analisado. A preocupação associada ao desenvolvimento dos cultivos, dá-se na perspectiva de buscar não repetir os erros das décadas de 1970 e 1980, quando do desenvolvimento agrícola com técnicas tradicionais.*
Palavras-chave: *LANDSAT, uso da terra, bacia hidrográfica do Rio Ibicuí*

Résumé - les changements dans l'utilisation des terres du bassin versant de la riviere Ibicui, periode 1998-2013.*Cette étude vise à définir l'utilisation des terres dans le bassin de la rivière Ibicuí, entre 1998 et 2013 par l'analyse des images satellites LANDSAT 5 avec le sensor TM e LANDSAT 8 avec le sensor OLI. L'étude sur l'utilisation et de l'occupation des terres dans le bassin a été réalisée au Laboratoire de Géologie de l'Environnement, à l'Université Fédérale de Santa Maria (UFSM), où a été utilisé les logiciels ArcGIS 4.5 et 10.1. Pour l'identification de l'utilisation des terres dans le bassin versant ont été définis les classes : les cours d'eau , les tâches de sable (areais), les zones humides, les champs, les cultures, les forêts naturelles et la foresterie. Grâce à la classification d'images a été constaté que l'activité de la foresterie il y a eu une expansion très significative dans le bassin versant, au cours de la période analisée. En ce qui concerne au développement des cultures, le souci est dans la perspective de ne pas répéter les erreurs des années 1970 et 1980, lorsque le développement agricole avec des techniques traditionnelles.*
Mots-clés: *LANDSAT, utilisation des terres, Rivière Ibicuí*

Abstract - Changes in land use of river basin Ibicuí from 1998 to 2013. *Thus, studies of the records of use and occupation of land, with the goal of providing subsidies for regional planning is necessary to do. This work aims to define land use in river basin Ibicuí , in 1998 and 2013 by analyzing satellite images LANDSAT 5 and LANDSAT TM with 8 sensor with the OLI sensor. The preparation of the statement of use and occupation of Earth was performed at the Laboratory of Environmental Geology, Federal University of Santa Maria (UFSM) where we used the Envi 4.5 and Arcgis 10.1 software. For the identification of land use in this watershed classes of water, beaches, wetlands, fields, crops, forests and forestry were defined. Through the classification of images was found that the activity of forestry ourselves very significantly in the watershed, with major expansion during the period. The associated development of crops, concern is given from the perspective of seeking not to repeat the mistakes of the 1970s and 1980s, when agricultural development with traditional techniques.*
Keywords: *LANDSAT, land use , Ibicuí basin*

Introdução

O padrão de organização e uso do solo está cada vez mais sendo alterado pela ação antrópica e pelo desenvolvimento tecnológico, fazendo-se necessário estudos que registrem as modificações do uso e ocupação do solo, com o objetivo de fornecer subsídios para o planejamento regional (ROSA, 1990).

O mapeamento de uso do solo permite tanto a análise espacial qualitativa quanto quantitativa, sendo uma ferramenta importante na caracterização da área de estudo e fenômenos analisados. Nesta perspectiva, Ferreira (2008) aponta que "o geoprocessamento permite que as informações gerem respostas rápidas e confiáveis que subsidiam a tomada de decisão...".

O presente trabalho tem por objetivo definir o uso do solo, na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, nos anos de 1998 e 2013 através de imagens de satélite LANDSAT 5 com o sensor TM e LANDSAT 8 com o sensor OLI, respectivamente.

A bacia hidrográfica do Rio Ibicuí é afluente da margem direita do Rio Uruguai e localiza-se no centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul, estendendo-se por uma área de 47141 km²

entre as coordenadas geográficas 53º 38’ 24” a 56º 46’ 48” de longitude oeste, e 28º 52’ 48” a 31º 26’ 24’ de latitude sul (Figura 1).

A referida bacia encontra-se inserida no bioma Pampa (IBGE, 2004), que se caracteriza pela presença de campos com atividades agropastoris. Apesar destas características ainda serem predominantes na área de estudo, observam-se alterações desta dinâmica de uso, com a presença de lavouras, bem como o ingresso da silvicultura para a extração da celulose.

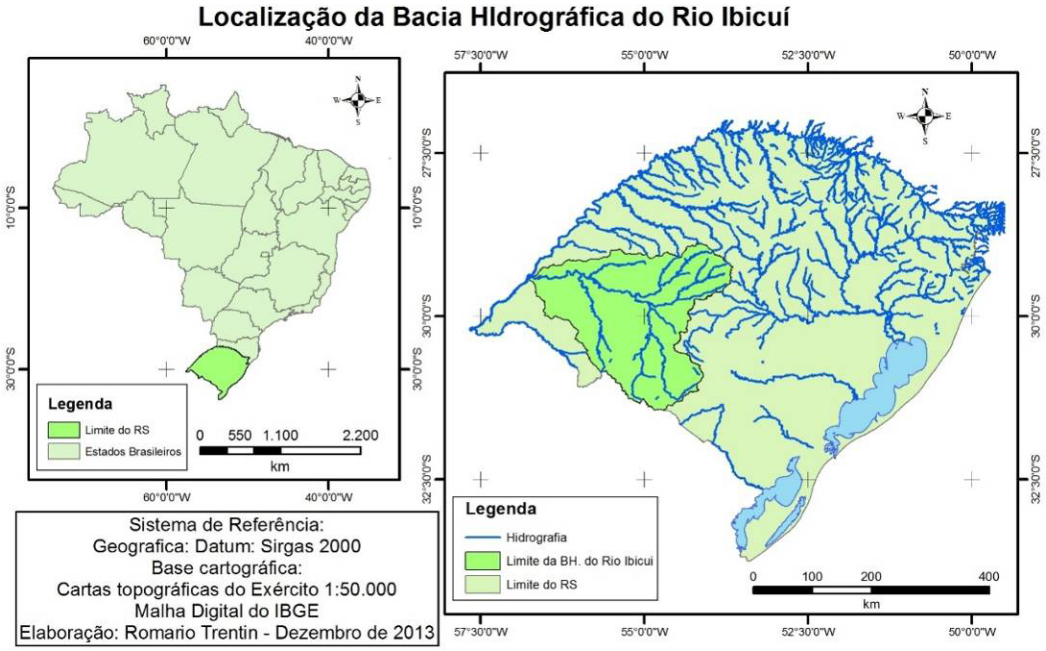


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Ibicuí

1. Contexto de ocupação da área de estudo

Os primeiros estudiosos a descrever a região foram viajantes que passaram pelo oeste do Rio Grande do Sul. Um dos primeiros relatos é do médico naturalista Ave-Lallemant (1858), que comenta sobre os areais da região. Rambo (1956), em seu livro Fisiografia do Rio Grande do Sul apresenta um capítulo sobre a Campanha do Sudoeste, onde descreve os diversos aspectos geográficos.

Com relação a vegetação, Lindman (1974), apresenta uma descrição da campanha. Embora substancialmente alterada na atualidade, as paisagens do Sudoeste do Rio Grande do Sul. ainda permitem reconhecer o seu estado original. A característica mais notável desta região é a grande predominância das formações campestres. A vegetação silvática restringe-se praticamente a certas encostas dos chapadões de arenito,sobretudo ao norte do Rio Ibicuí, bem como as faixas que acompanham os principais cursos de água, tratando-se nos dois casos, de habitats favorecidos por um suprimento mais regular de água.

Conforme Marchiori (1995) quando os primeiros europeus chegaram, ao estado, a estrutura fitossociológica dos campos era bastante diversa da que hoje conhecemos nos chamados “campos nativos”. A partir da incorporação do gado bovino pelos jesuítas o uso da terra, nas áreas de campos, passou a ser a criação de gado extensiva. Somente a partir da década de 1970 começa a incorporar a lógica agrícola com o cultivo do trigo e da soja com uso sucessivo e intensivo dos solos.

Segundo Suertegaray, et al. (2001), até as décadas de 1970 e 1980 predominavam os campos de pecuárias extensiva, não sendo necessário o uso de mecanização. A partir das décadas de 1970 e 1980, com a introdução do cultivo da soja e arroz, começa a ser

incorporada a mecanização agricolas com tratores e outros maquinários que transforman os campos nativos em lavouras agricolas.

Conforme destaca Ab' Saber (2003), ao sul-sudoeste de Alegrete, em áreas de solo areníticos, vem ocorrendo escarificações por ações antrópicas e manejo agrícola inadequado. O desmate da vegetação chaquenha e de pradarias mistas para o plantio de soja, bem como o uso inconsequente de máquinas agrícolas pesadas e escarificadoras provocaram uma aceleração dos processos erosivos. Daí porque vastos setores das campinas regionais foram abandonados tanto para o pastoreio como para o cultivo,necessitando de usos alternativos como florestas plantadas de interesse econômico.

Na última década o sudoeste e oeste do Rio Grande do Sul vem passando por uma importante mudança, a implantação da Silvicultura, em decorrência de interesses de indústrias de celulose na região, com forte investimento internacional e vem implantando florestamento de espécies arbóreas destinadas à exploração da celulose.

Conforme Marchiori (1995), a implantação de florestas em áreas atualmente improdutivas, como é o caso dos areais, atende, a necessidade de destinar as melhores terras para pastagens ou cultivos agrícolas. O autor destaca ainda que a fragilidade deste ecossistema não admite o emprego de métodos tradicionais de silvicultura, como o corte raso. Essa preocupação apresentada pelo referido autor nos remete aos problemas enfrentados pela atividade agrícola nas décadas de 70 e 80 quando o uso de práticas tradicionais de plantio agrícola desencadearam intensos processos de dinâmica superficial, o que condicionou o abandono de grandes áreas devido a grande degradação das mesmas.

3. Metodologia

A base cartográfica para o desenvolvimento do trabalho utilizou as cartas topográficas elaboradas pela DSG e pelo IBGE, todas na escala de 1:50.000, vetorizadas por Hasenack e Weber (2010), da onde foram adquiridos os elementos básicos para a elaboração e caracterização cartográfica da referida bacia hidrográfica.

As imagens de satélites foram adquiridas junto ao Usa State Geological Survey (USGS) através do aplicativo Global Visualisation Viewer (GLOVIS) que permite a consulta, visualização e aquisição das imagens. No referido trabalho, utilizou-se um mosaico composto de 5 cenas Landsat 5 sensor TM do período de novembro de 1998 com as órbitas pontos 223/80, 223/81 e 223/82 dia juliano 327 e 224/80 e 224/81, dia juliano 334 e, um mosaico composto de 5 cenas Landsat 8 sensor OLI do período de agosto de 2013, com as órbitas pontos 223/80, 223/81 e 223/82, dia juliano 240 e 224/80 e 224/81 dia juliano 231. As referidas imagens soram obtidas com nível de processamento L1T, correnpondendo aos processamentos ortorretificação das mesmas. Os demais procedimentos de correções e transformações de radiância para reflectância da imagem seguem os padrões especificados pela documentações específica de cada sensor, disponível no site do http://landsat.usgs.gov/tools_acq.php.

O mapa de uso e ocupação da terra, foi elaborado no Laboratório de Geologia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando os softwares de geoprocessamento Envi 4.5 e ArcGIS 10.1. As classes de uso identificadas na bacia hidrográfica foram: água, areais, áreas úmidas, campos, lavouras, florestas e silvicultura.

A classificação digital das imagens foi processada após a definição de amostras dos alvos pretendidos com a menor confusão através do uso do algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER), que considera a ponderação das distâncias médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos na classificação visando à busca de regiões homogêneas.

Destaca-se que as inúmeras áreas de campo e lavouras em estágios iniciais de desenvolvimento quando observadas nas imagens de satélite mostraram aspectos singulares aos campos de areia (areais) que ocorrem na bacia. Isto ocorre devido ao substrato geológico que compõem grande parte da bacia hidrográfica ser arenito muito friável, que origina solos arenosos. Este solos quando possuem baixa cobertura vegetal (baixa densidade de gramineas) provocadas pelo pastoreio excessivo ou à periodos de estiagens prolongadas, podem induzir o classificador a identificar áreas de campo nativos, como areais.

Os trabalhos de campo realizados em 2013, através de perfis por caminhos e estradas da região com uso de receptor de GNSS e máquina fotográfica digital caracterizarão as diferentes formas de uso e ocupação e serviram de base para a definição das amostragem na classificação digital das imagens, bem como para o processo de validação das classificações. Para a validação, utilizou-se algoritino de tabulação cruzada com análise de erro de inclussão e exclusão de classes, bem como do Indice Kappa.

4. Resultado

Neste trabalho foram analisados os usos e ocupação em dois períodos registrados pelas imagens de satélite do ano de 1998 e 2013. As classes de uso do solo identificadas foram: água; areais, áreas úmidas, campos; lavouras, florestas e silvicultura.

Na classe de água, foram consideradas os rios e arroios, bem como os corpos de água represados como é o caso dos açudes, muito utilizados pelos agricultores da região, tanto para a irrigação dos cultivos de arroz, como para o gado beber água. Na classe dos areais foram incorporados os campos de areia encontrados na bacia hidrográfica, bem como os bancos de areia identificados junto aos rios, principalmente, sobre o leio do canal principal do rio Ibicuí.

As áreas úmidas identificadas na área de estudo, em sua maioria, competem aos cultivos de arroz. No ano de 2013 estas áreas encontravam-se em estágio de preparo para o cultivo, já no ano de 1998 encontravam-se em estágio de desenvolvimento. Nas áreas úmidas, também foram inseridas às áreas de banhados que na grande maioria associam-se aos cursos de água. Na classe dos campos são inseridas ás áreas com vegetação de gramíneas e herbáceas que são comumente utilizados para exploração com a pecuária.

Na classe lavouras são inseridas as área da bacia hidrográfica que apresentam exploração agricola, com excessão das áreas que são utilizadas para o cultivo de arroz por serem áreas que passam grande parte do ano alagadas pelos processos de irrigação e, desta forma, foram inseridas na classe das áreas úmidas. Na classe lavouras podem ser encontrados diversos tipos de cultivos que são comuns na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, como por exemplo: soja, trigo, milho, fumo, pastagens e outras cultivos utilizados como adubação verde. Na classe de florestas associou-se as áreas com presença de vegetação arbórea nativa. As áreas de mata ciliar também foram denominadas de floresta. Estas áreas são naturalmente ocupadas por vegetação arbórea, ou que passaram por processos de regeneração natural e a vegetação já atingiu porte arbóreo.

A classe silvicultura corresponde as áreas de florestas plantadas, predominantemente com fins de destinação para a extração de celulose. Cabe destacar nesta classe que as espécies mais utilizadas na área de estudo correspondem ao Eucalipto (Eucalyptus sp.), a Acácia Negra (Acácia mearnsi De Willd.) e o Pinus (Pinus sp.). Outra questão importante a destacar é a presença em pequena área, mas com grande frequência, de pequenos capões de eucaliptos em meio aos campos geralmente formando uma figura geométrica retangular ou quadrada de até uma centena de metros, muito utilizado para o gado criado solto nos campos se abrigar em dias de frio e chuva e, também, de madeira para abastecer as residências.

A tabela 1 apresenta os dados de omissão e comissão nas classes de uso do solo identificados pela classificação das imagens de 1998 e 2003.

Classe	Commission 1998	Omission 1998	Commission 2013	Omission 2013
Água	0.00	0.00	0.00	0.04
Silvicultura	0.00	0.20	3.58	3.02
Areais	0.88	0.39	0.00	0.44
Floresta	0.09	0.12	6.47	4.66
Lavoura	2.64	0.96	0.39	2.08
Campo	1.02	0.78	2.33	0.05
Banhado_Arroz	1.49	4.55	0.00	0.19
Kappa Coefficient	Ano de 1998 = 0.9882		Ano de 2013 = 0.9778	

Tabela 1 – Porcentagem de comissão e omissão e índice Kappa da classificação das imagens

4.1 Análise do uso e ocupação do solo

A análise das imagens de satélite do ano de 1998 e 2013 permitiu identificar as formas de uso e ocupação e, também, as alterações registradas neste período. Na tabela 2 e figura 2 são apresentadas as informações do uso do solo identificados.

Classe de Uso	Área km²(1998)	Porcentagem(1998)	Área km²(2013)	Porcentagem(2013)
Água	764,17	1,62	676,38	1,43
Areais	213,06	0,45	198,20	0,42
Áreas Úmidas	4801,83	10,19	3479,96	7,38
Campos	29131,76	61,80	27295,81	57,90
Lavouras	7230,19	15,34	9317,21	19,76
Florestas	4958,36	10,52	5149,86	10,92
Silvicultura	42,52	0,09	1024,46	2,17
TOTAL	**47141,88**	**100**	**47141,88**	**100,00**

Tabela 2 – Área e porcentagem das classes de uso do solo da bacia hidrográfica do rio Ibicuí

Conforme análise espacial das classes de uso e suas áreas no ano de 1998, pode-se identificar que a classe de água ocupa além dos cursos de água, duas áreas com concentrações de açudes, um na porção mais sudeste da bacia hidrográfica, junto a sub-bacia do rio Santa Maria e outra no baixo curso da bacia. Esta classe ocupava no ano de 1998, 764,17 km², representando 1,62% da área de estudo. No ano de 2013 não apresentou grandes alterações, com 676,38 km², cerca de 1,43% da área total. A variação deve-se ao fato dos diferentes níveis de água nos açudes, devido à peridos de redução de precipitação. A classe água é de significativa importância à qualquer bacia hidrográfica, pois a água é produto presente em toda e qualquer atividade econômica e na referida bacia não é diferente, principalmente quando observa-se o uso dos açudes na irrigação do cultivos de arroz.

A classe dos areais ocupava no ano de 1998, 213,06 km², ou 0,45% da área de estudo, espacialmente concentrava-se em sua maioria na margem direita do rio Ibicuí nas áreas do centro norte da bacia hidrográfica, sobre as sub-bacias do rio Itu e Miracatu. No ano de 2013, da mesma forma, não apresentaram grandes alterações somando 198,20 km², ou 0,42%. A pequena redução registrada, pode ser devido a confusão do classificador, conforme destacado na metodologia. Entretanto, conforme observação visual e de identificações de campo, partes destas áreas foram ocupadas pela silvicultura, principalmente, em suas porções de bordas dos areais, diminuindo gradativamente as áreas dos mesmos. A classe dos areais, naturalmente apresentam-se como áreas de grande fragilidade ao desenvolvimento de processos de dinâmica superficial, relacionado à ação dos ventos, bem como da ação das chuvas. A ação antropica sobre estas classes podem ainda propiciar ação de expanção e/ou intensificação dos

processos, como é o caso do pisoteio do gado, bem como do desenvolvimento de atividades de forma a intensificar o escoamento superficial nestas áreas.

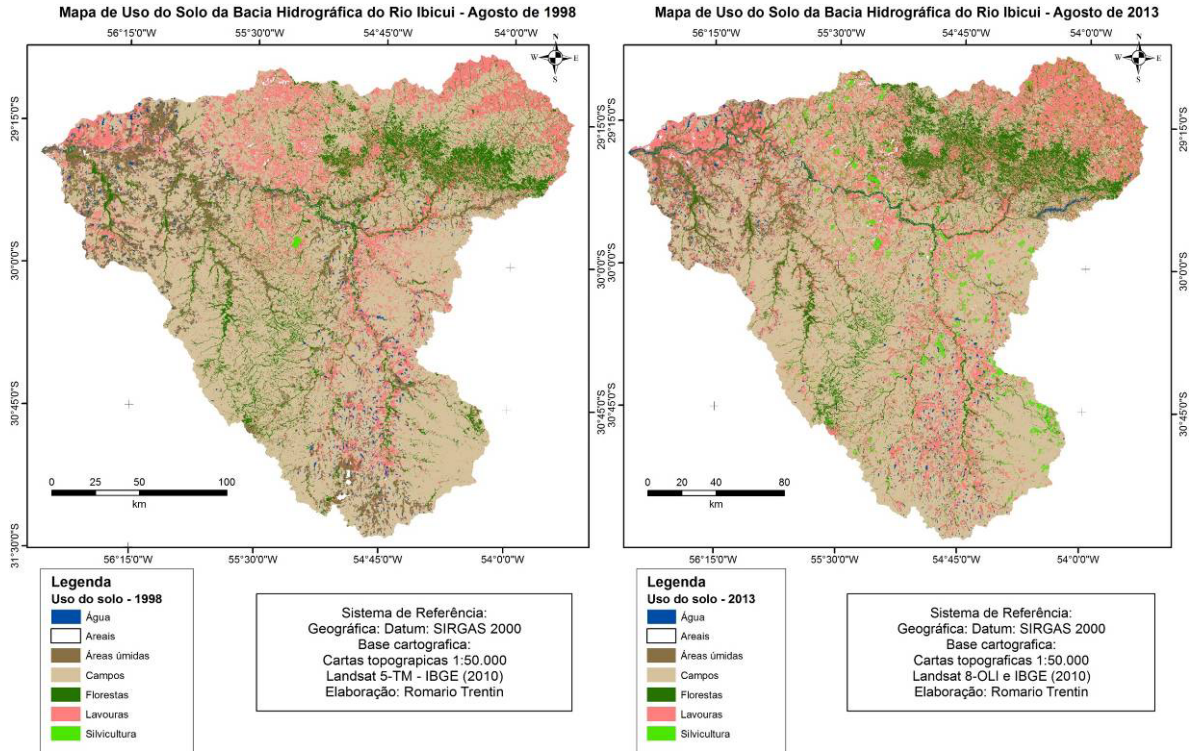


Figura 2 – Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí do ano de 1998 e 2013

As área úmidas associam-se às drenagens, principalmente as de maior porte e como na sua maioria referem-se a áreas com cultivo de arroz associam-se às ocorrências de açudes que são utilizados para irrigação. Esta classe ocupava no ano de 1998, 4801,83 km², ou seja, 10,19% da área de estudo. No ano de 2013, as áreas úmidas ocupavam 3479,96km², ou seja, 7,38% da área total. Esta classe apresentou significativa redução quando comparada ao ano de 1998, sendo observado nestas áreas a classe de lavouras, fato observado, pela diferença do período das imagens, como no ano de 2013 o arroz já estava colhido as áreas não estão mais alagadas pela irrigação e são classificadas como áreas de lavouras. A classe das áreas úmidas são de grande importância na bacia hidrográfica, pois estas, geralmente associam-se a mananciais, ou áreas de reposição de aquíferos. No caso da bacia hidrográfica do rio ibicuí, atribui-se áreas de cultivo de arroz que são áreas que podem gerar preocupações quanto a posuição e assoreamentos dos cursos de água, bem como a contaminação de área de reposição do aquífero.

As áreas de campo são as que ocupam maior parcela da bacia hidrográfica, no ano de 1998 apresentavam 29131,76 km², ou seja, 61,8% da área total. Espacialmente encontra-se distribuído por toda a bacia. No ano de 2013, a classe dos campos ainda manteve-se com a maior ocupação de área da bacia com 27295,81km², ou seja, 57,9% da área total. Nesta classe também observou-se uma redução, pela novas forma de exploração econômica que passaram a ser implantadas na região, como é o caso da silvicultura. Os campos na área de estudo, caracterizam o Bioma Pampa que, apesar de protegido por lei, em muitas áreas reluta em manter a preservação mímina para conservação de espécies da fauna e flora local, em função da forte demanda de exploração econômica destas áreas.

As lavouras ocupavam, no ano de 1998, 7230,19km², ou seja, 15,34% da área total da bacia, sendo a segunda maior classe de uso e espacialmente localizada por toda a bacia, porém

observa-se maior concentração no alto curso na porção nordeste e no baixo curso na porção noroeste. No ano de 2013, a classe das lavouras apresentaram área de 9317,21km², ou seja, 19,76%. O grande incremento de área nesta classe, provavelmente, se deu pela identificação de áreas, anteriormente definidas como áreas úmidas (cultivos de arroz), que passaram a ser identificadas como lavouras, principalmente, por não apresentaram, na época da imagem, características de solo alagado. Esta classe gera uma importante preocupação na bacia hidrográfica e, merece referida atenção, pois o não respeito às aptidões destas áreas podem vir a desenvolver acelerados processos erosivos, bem como assoreamentos dos cursos de água e desmatamento das matas ciliares.

A classe das florestas, além da associação com drenagens na mata ciliar, ocorre principalmente em forma de faixa no centro leste da bacia associada à área de rebordo do planalto onde ocorrem declividades acentuadas e as estas características favorecem o desenvolvimento de espécies arbóreas. No ano de 1998, ocupavam 4958,36 km², ou seja, 10,52% da área total da bacia. No ano de 2013, esta classe não apresentou grandes variações, com 5149,86km², ou seja, 10,92% da área total. A classe de florestas na bacia hidrográfica associam-se exclusivamente às áreas de proteção permamentes, sejam elas as áreas de forte inclinação do relevo, ou as áreas de mata ciliar que acompanham os cursos de água.

Por fim a classe de silvicultura no ano de 1998 era muito pouco expressivo, ocupando apenas 42,52 km², ou seja, 0,09% da área de estudo. Conforme apresentado na caracterização da classe de uso, esta classe ocupava pequenas áreas usadas para proteção e refúgio do gado em meio aos campos de gramíneas. No ano de 2013, a classe de silvicultura foi a classe com maior alteração, o que mostrou a inserção da nova forma de exploração econômica na região. A referida classe passou a ocupar 1024,46km², ou seja, 2,17% da área de estudo. Esta classe apresenta uma distribuição espacial, principalmente, seguindo uma faixa central que cruza a bacia de sul a norte. Esta formatação de desenvolvimento associa-se muito ao substrato que compõem a bacia hidrográfica e, nestas áreas predominam arenitos friáveis, com solos muito arenosos o que tornaram as terras com valores de compra, relativamente, mais baixos que permitiu a aquisição pelas empresas madereiras. A preocupação associada ao desenvolvimento da classe silvitultura esta em não repetir erros das décadas de 70 e 80 quando do desenvolvimento agrícola com técnicas tradicionais possibilitou o desencadeamento de processos de dinâmica superficial que em determinadas áreas inviabilizou o desenvolvimento das mesmas.

De forma geral a bacia hidrográfica do rio Ibicuí apresentou pequena variação das classes de uso. O que mais destaca-se é a variação quanto a atividade econômica que começa a ser observada, com o grande acréscimo do uso referente às atividades de silvicultura, que passa a descaracterizar a atividade agropecuária que até então apresentava-se como foma de exploração econômica.

Conclusão

O uso do geotecnologias como a interpretação de imagens de satélite são ótimas ferramentas para caracterização de grandes áreas. Desta forma a identificação do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Ibicuí nos anos de 1998 e 2013, permitiram analisar as alterações ocorridas na área de estudo.

Em questão de área de ocupação, os campos ainda predominam, mas sofreram alguma redução pela incorporação da atividade de silvicultura. Os areais encontrados na bacia são o produto de processos naturais registrados pelos primeiros viajantes que passaram pela região, mas que merecem atenção especial pelas forma de uso e ocupação do entorno pois estes podem facilmente serem afetados pelos processos de dinâmica superficial.

Outra área que merece atenção está associada as áreas com atividades agrícolas e áreas úmidas (quando utilizadas pelos cultivos de arroz), pois juntas somam mais de 25% da área total da bacia. A atividade silvicultora é uma realidade na bacia hidrográfica e a mesma apresentou uma significativa expansão no período analisado.

Referências bibliográficas

Ab'saber A. N. *Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas*. São Paulo: AteliêEditorial, 2003.

Avé -Lallemant R. *Viagem pela Província do Rio Grande do Sul (1958)*. São Paulo: Itatiaia/USP, 1880.

IBGE. *Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm. Acesso em: 16 fev. 2013.

Ferreira J. F.; *Geoprocessamento como Ferramenta na gestão pública municipal*. Relatório de estágio (Graduação em geografia) Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

Hasenack H., Weber E. (Org.). *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul: escala 1:50.000.* Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Biociências, Centro de Ecologia, 2010. 1 DVD. (Série Geoprocessamento, 3).

Lindman C. A. M. A *Vegetação no Rio Grande do Sul*. São Paulo: Itatiaia, 1974, 356 p. (Tradução por Alberto Löfgren).

Marchiori J. N. C. Vegetação e Areais no Sudoeste Rio-Grandense. *Ciência e Ambiente*. Santa Maria, v. 11, 1995. p. 81-92.

Rambo Pe. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul.* 2ª Ed. Porto Alegre: Ed. Selbach, 1956. 456p.

Rosa R. A. Utilização de imagens TM/LANDSAT em levantamento de uso do solo. In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Manaus, 1990, *Anais...* São José dos Campos, INPE, 1990.**2**, p.419-425.

Rosa R. Introdução ao sensoriamento remoto. Uberlândia: Edufu, 1995. 117p. SOUTO, R. *Deserto: Uma Ameaça?* Secretaria da Agricultura do RS, DRNR, Diretoria Geral, Porto Alegre, 1985.

Suertegaray D. M. A., Guasselli L., Verdum R. (org.). *Atlas de Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001.

DYNAMIQUES DE PEUPLEMENT ET DEFORESTATION EN AMAZONIE BRESILIENNE ENTRE 2000 ET 2010 : UN REGARD BASE SUR LES DONNEES STATISTIQUES ET SPATIALES BRESILIENNES.

TRITSCH I. [(1)], LE TOURNEAU F-M. [(1)]

(1) Centre de Recherche et de Documentations sur les Amériques (CREDA), UMR 7227 CNRS/Université Paris 3, 28 rue Saint Guillaume, 75007 Paris, France [isabelle.tritsch@gmail.com ; fmlt@fmlt.net]

Résumé – *Le Brésil dispose de données exhaustives sur les surfaces défrichées annuellement grâce à son programme PRODES (Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite) de l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) basé sur l'analyse d'images satellites Landsat. Par ailleurs, il suit de près sa population et ses conditions socio-économiques avec la réalisation décennale de recensements intégraux de la population brésilienne par l'Institut brésilien de géographie et de statistiques (IBGE). Nous proposons ici une méthodologie innovante permettant le croisement entre les données spatiales du PRODES et les données sociales du recensement, malgré la différence des référentiels géographiques utilisés, en utilisant une maille de plus de 50 000 cellules de 100 km². Grâce à la finesse de ces nouvelles données, nous montrons la complexité des dynamiques de peuplement et déforestation à l'œuvre aujourd'hui en Amazonie brésilienne.*
Mots-clés : *déforestation, recensement démographique, analyses spatiales, Amazonie brésilienne*

Resumo - Dinâmica da população e do desmatamento na Amazônia brasileira entre 2000 e 2010: uma visão baseada nos dados espaciais e estatísticas brasileiras. *O Brasil tem dados precisos sobre as áreas desflorestadas anualmente através do seu programa PRODES (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) com base na análise de imagens de satélite Landsat. Além disso, ele monitora a sua população e suas condições socioeconômicas com a realização decenal de censos da totalidade da população brasileira pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Presentamos aqui uma metodologia inovadora para cruzar os dados espaciais do PRODES e os dados sociais do censo demográfico, isso apesar das diferentes escalas geográficas utilizadas, usando uma grade de mais de 50.000 células de 100 km². Com estes novos dados, mostramos a complexidade das dinâmicas populacionais e de desmatamento modelando hoje a Amazônia brasileira.*
Palavras-chave: *desmatamento, censo populacional, análise espacial, Amazônia brasileira*

Summary - Dynamics of population and deforestation in the Brazilian Amazon between 2000 and 2010: a different view based on spatial and statistical public data. *Brazil has accurate data on the forested surfaces annually cleared through its PRODES program (Monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por Satellite) implemented by INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) and based on the analysis of Landsat satellite images. In addition, Brazil monitors its population and its socio-economic conditions with the realization of decennial full censuses of the Brazilian population by the IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Here we propose an innovative methodology crossing the deforestation data from the PRODES and the social data from the IBGE census' despite the different geographical ladders they used, using a grid of more than 50,000 cells of 100 km². With the finesse of this new data, we show the complexity of population and deforestation dynamics shaping today the Brazilian Amazon.*
Keywords: *deforestation, population census, spatial analysis, Brazilian Amazon*

Introduction

Selon l'agence spatiale brésilienne (INPE, *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*) et son programme de suivi annuel de la déforestation (PRODES, *Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*), la déforestation de l'Amazonie brésilienne est passée de 546 352 km^2 en 2000 à 731 631 km^2 en 2010, soit une augmentation de 34 % (avant de marquer un peu le pas sur la période 2010-2013).

Ce phénomène n'est pas homogène à l'échelle de l'Amazonie. Cette région juxtapose en effet des espaces de natures variées, comme ceux marqués par les frontières agricoles, ceux voués à la protection de l'environnement et aux populations amérindiennes, ou encore d'autres dont la destination n'est pas encore arrêtée (Mello et Théry, 2003). Jusqu'aux années 1990, la déforestation en Amazonie brésilienne est principalement associée à la politique d'intégration de l'Amazonie menée par l'État fédéral qui promeut la construction d'infrastructures de transport et des programmes de colonisation agricole pour l'installation de petits propriétaires dans la région (Théry, 1997). Aujourd'hui, elle est plutôt du ressort de l'implantation par des acteurs privés de systèmes agricoles productifs focalisés sur le soja et la viande bovine, en relation avec les grands marchés mondiaux (Le Tourneau, 2004 ; Morton et al., 2006), même si les politiques de contrôle mises en place par les autorités brésiliennes

(gouvernement ou ministère public) ont joué un rôle pour discipliner l'occupation des sols (Nepstad et al., 2009). Parallèlement à cela, le réseau d'aires protégées, prônant la conservation des écosystèmes ou un développement local durable, s'est fortement étendu dans les années 2000, faisant de l'Amazonie brésilienne une vaste mosaïque de territoires aux statuts fonciers différenciés, ce qui contribue à la transformation des systèmes locaux d'occupation des sols et des pratiques de circulations (Nasuti et al., 2014). L'urbanisation, qui progresse vers les parties les plus reculées de l'Amazonie avec la croissance des villes régionales, transforme également les modes de gestion des ressources forestières (Eloy et Le Tourneau, 2009).

Face à ces dynamiques complexes, on peut s'interroger sur les liens entre déforestation et peuplement et sur leur évolution durant la décennie 2000-2010. Peut-on, à l'instar de certains travaux (Ehrhardt-Martinez, 1998; Lopez-Carr et al., 2005), postuler un lien entre croissance démographique et déforestation ? Au contraire, l'essor de la grande agriculture mécanisée ne remet-elle pas en question la relation entre déforestation et peuplement qui a sous-tendu les premières décennies de la conquête de l'Amazonie ?

Pour répondre à ces questions, une radiographie précise à la fois de la présence humaine et de la déforestation est nécessaire. Les données pour ce faire sont disponibles puisque le Brésil dispose à la fois d'un programme de suivi de la déforestation qui publie des données très précises, et de recensements décennaux exhaustifs. La difficulté apparaît au moment de croiser ces données, dont les références spatiales sont incompatibles. Nous proposons ici une méthodologie pour pallier cette difficulté, basée sur la projection de l'ensemble des données disponibles sur une grille formée de cellules de 10 km de côté. A partir de la base de données formée par le calcul de variables socio-économiques et de déforestation pour chacune des cellules, il nous est possible d'étudier en profondeur la complexité des dynamiques socio-spatiales en Amazonie.

1. Une approche basée sur des données publiques brésiliennes récentes

Aujourd'hui, le Brésil dispose de données exhaustives sur les surfaces défrichées annuellement grâce à son programme PRODES de l'INPE basé sur l'analyse d'images satellites Landsat. La surface minimale cartographiée par le PRODES est de 6,25 hectares. Ces données sont rendues publiques sous la forme de fichiers *shape* réalisés à partir de la vectorisation des images classifiées avec une résolution dégradée de 60 m par pixel. Les polygones obtenus se classent en diverses catégories : forêt, corps d'eau, nuages et polygones de déforestation auxquels sont associées des données permettant de savoir l'année d'apparition.

Le Brésil suit par ailleurs de près sa population et ses conditions socio-économiques avec la réalisation tous les dix ans de recensements intégraux par l'Institut brésilien de géographie et de statistiques (IBGE). Ces données sont également publiques et diffusées sur le site de l'IBGE. Elles offrent une richesse incomparable puisque ce sont plus de 400 variables qui sont disponibles, décrivant les caractéristiques des individus (sexe, âge, niveau d'instruction, revenu, etc.) et celles des domiciles (configuration, location/propriété, nombre d'occupants, etc.). Depuis le recensement de 2000, la divulgation se fait à l'échelle du secteur de recensement (îlots). Ceux-ci correspondent à l'espace alloué à un agent de recensement, soit l'espace occupé par environ 1000 personnes en ville. La maille spatiale de ces secteurs est aussi diffusée, bien que, on le verra, des changements dans celle-ci ainsi que dans le découpage des secteurs rendent délicate la comparaison d'un recensement à l'autre.

Si de nombreuses études valorisent les données du PRODES pour analyser la localisation et l'évolution de la déforestation (ex. Soares-Filho et al., 2010 ; Nolte et al., 2013), peu

d'études font le lien entre ces deux bases de données publiques. Les quelques études croisant les données du PRODES avec celles de l'IBGE, comme celles de de Rodrigues et al. (2009) ou Celentano et al. (2012), utilisent les données socio-économiques publiées par l'IBGE via des indicateurs compilés à l'échelle municipale. Cela crée de fortes distorsions dans les analyses du fait de l'immense taille des communes amazoniennes et des forts degrés d'hétérogénéités de développement en leur sein (à titre indicatif, la plus grande des communes, la commune d'Altamira fait 159 533 km², soit une superficie plus grande que le Portugal, pour environ 100 000 habitants).

En se basant sur les secteurs de recensement de l'IBGE plutôt que sur le large maillage municipal, il est possible d'affiner l'échelle d'analyse des dynamiques amazoniennes comme le montre Le Tourneau (2009) à partir des données du comptage intercalaire de la population intervenu en 2007 (moins détaillé que le recensement). En effet, l'Amazonie brésilienne compte seulement 775 communes alors que les données de l'IBGE sont produites pour 37 295 secteurs de recensement. Les études utilisant les indicateurs de l'IBGE agrégés à l'échelle communale perdent donc considérablement en finesse spatiale. Cependant, utiliser les données brutes de l'IBGE produites à l'échelle des secteurs de recensement pose des difficultés car les mailles des secteurs utilisées en 2000 et en 2010 sont différentes.

De ce fait, et dans la mesure où nous souhaitions aussi croiser les données socio-économiques avec les polygones de déforestation, nous avons pris le parti de ramener l'ensemble des données disponibles à une grille uniforme composée de cellules de 10 km de côté, soit 100 km². Pour chacune des cellules nous avons donc calculé selon la méthodologie qui sera détaillée ci-dessous un ensemble de caractéristiques socio-économiques en 2000 et en 2010, et une surface déforestée en 2000 et en 2010.

2. Méthodologie

2.1. Mise en forme des données

Nous avons utilisé pour la mise en forme des données les logiciels libres Quantum Gis et Grass. La méthodologie retenue a consisté en quatre étapes (figure 1) :

- Elaboration de la grille et sélection des espaces sur lesquels les données étaient utilisables,
- Croisement des données de déforestation 2000 et 2010 avec la grille de référence,
- Projection des données socio-économiques sur les secteurs de recensement et croisement avec la grille de référence,
- Calcul des données finales et mise en forme de la base de données.

Etape 1 : calcul de la surface forestière de référence des cellules

La première étape a commencé avec la création d'une grille de cellules de 10 km de côté sur l'ensemble de l'espace de l'Amazonie légale (5 millions de km²). Toutefois, l'une des limitations du programme PRODES est le fait qu'il détecte la déforestation uniquement sur les espaces considérés comme couverts par de la végétation forestière au début des années 1970, ce qui exclut les savanes que comporte l'Amazonie légale (près de 1 million de km² au sud mais aussi en Roraima et Amapá). Il fallait donc décompter ces cellules, ainsi que celles correspondant à des cours d'eau. Pour ce faire, pour chaque cellule, nous avons calculé la surface composée de cours d'eau, la surface en terre ferme (toute végétation confondue), la surface en savanes et autres formations végétales non forestières, puis la surface recouverte par la végétation forestière en 1970. Cette surface recouverte par la végétation forestière en 1970 est notre surface de référence pour chaque cellule et c'est à partir d'elle que les taux de déforestation en 2000 et 2010 seront calculés. Afin de ne pas fausser nos interprétations sur

les dynamiques de déforestation, nous avons exclu de notre analyse toutes les cellules qui n'étaient pas majoritairement forestières, ceci en supprimant toutes les cellules qui n'étaient pas couvertes par au minimum 70 % de forêt amazonienne en 1970. Nous considérons donc dans notre analyse une surface amazonienne de 4 millions de kilomètres carrés, peuplée par 18,4 millions d'habitants en 2010, ce qui représente 40 408 observations dans notre base de données. Il faut également tenir compte du fait que l'INPE considère qu'une zone qui est déboisée une année N le demeure pour toutes les années à venir, ceci même si elle est ensuite laissée à l'abandon et qu'un recrû forestier se forme.

Etape 2 : calcul du taux de déforestation des cellules

L'étape 2 a consisté à unifier l'ensemble des polygones de déforestation en une couverture uniforme pour les années 2000 et 2010 (à titre indicatif, le *shape* déforestation de 2010 comptait 186 626 polygones de déforestation). Cette couverture uniforme a ensuite été découpée en fonction de la maille des cellules. Puis la somme totale de l'aire des fragments de polygones de déforestation compris dans chaque cellule a été calculée ainsi que le taux de déforestation de la cellule à chacune des deux dates en fonction de l'aire de référence calculée durant l'étape 1.

Etape 3 : calcul en densité des variables socio-économiques selon la surface des secteurs

Les données socio-économiques publiées par l'IBGE utilisent comme unité les individus ou les foyers. Or, comme la plupart des secteurs de recensement allaient se trouver couper en plusieurs parties lors du croisement avec la maille des cellules de 100 km², il était nécessaire de projeter ces données sur l'ensemble de l'aire des secteurs, en calculant des densités, afin d'attribuer par la suite à chaque fragment une proportion de la population totale.

La projection uniforme sur les secteurs n'est pas sans défaut. Dans le cas de secteurs urbains, en général très peuplés et de très petite taille, et qui seront ensuite regroupés dans les cellules de 100 km², elle ne pose pas beaucoup de problèmes. En revanche, dans le cas de secteurs ruraux, dont certains sont largement supérieurs en taille aux cellules de 100 km², et qui sont peu peuplés, cette projection tend à créer certains artefacts. Ainsi un secteur présentant une population de 100 personnes (un village) pour 300 km² se verra affecter une densité uniforme de 0,3 habitants par km² alors que dans la réalité toute la population se concentre dans une partie infime du territoire. Par ailleurs ce pic de densité disparaîtra. Pour autant, en l'absence d'autres méthodes, il a été décidé de procéder de cette manière.

On peut toutefois souligner que les biais induits nous semblent faibles pour deux raisons. La première est que l'IBGE a eu tendance à introduire des secteurs de petite taille pour une grande partie des villages d'Amazonie. La seconde est que, en conséquence de la première, les effectifs de population rurale dans les secteurs de grande taille sont extrêmement faibles. Au final, au lieu d'une surestimation du peuplement de certaines zones d'Amazonie, c'est plutôt un biais contraire qu'il faut prendre en compte : les habitants d'un village ou d'un petit secteur peuvent parcourir et utiliser des zones bien plus larges que celles à laquelle ils sont cantonnés par effet de leur association à un polygone correspondant à la localisation de leur habitation principale (c'est en particulier le cas pour les populations amérindiennes).

Etape 4 : Calcul des valeurs absolues des variables socio-économiques par cellule

Une fois les variables socio-économiques exprimées sous la forme de densités, les secteurs de recensement ont été découpés en fonction de la maille des cellules de 100 km². Pour chaque fragment de secteurs de recensement, les valeurs absolues des variables socio-économiques ont été calculées en fonction de l'aire du fragment. Puis les valeurs absolues de tous les fragments compris dans une même cellule ont été additionnées, permettant le calcul des données socio-économiques en 2000 et 2010.

Ces données ont été associées aux données de déforestation, composant ainsi une base de données de 40 408 cellules comprenant pour chaque cellule :

- des indicateurs démographiques et socio-économiques en 2000 et 2010 : le nombre d'habitants, le ratio homme/femme, le nombre de ménages, les revenus du chef de ménage, leur accès à l'énergie électrique et aux installations sanitaires ainsi que le taux d'alphabétisation des chefs de ménage,
- des indicateurs de déforestation en 2000 et 2010 : la surface et le périmètre déboisés ainsi que le taux de déforestation,
- des données qualitatives sur le régime foncier (aires protégées et terres indigènes) et des variables structurelles (proximité aux réseaux routiers, aux principaux fleuves navigables et aux capitales étatiques).

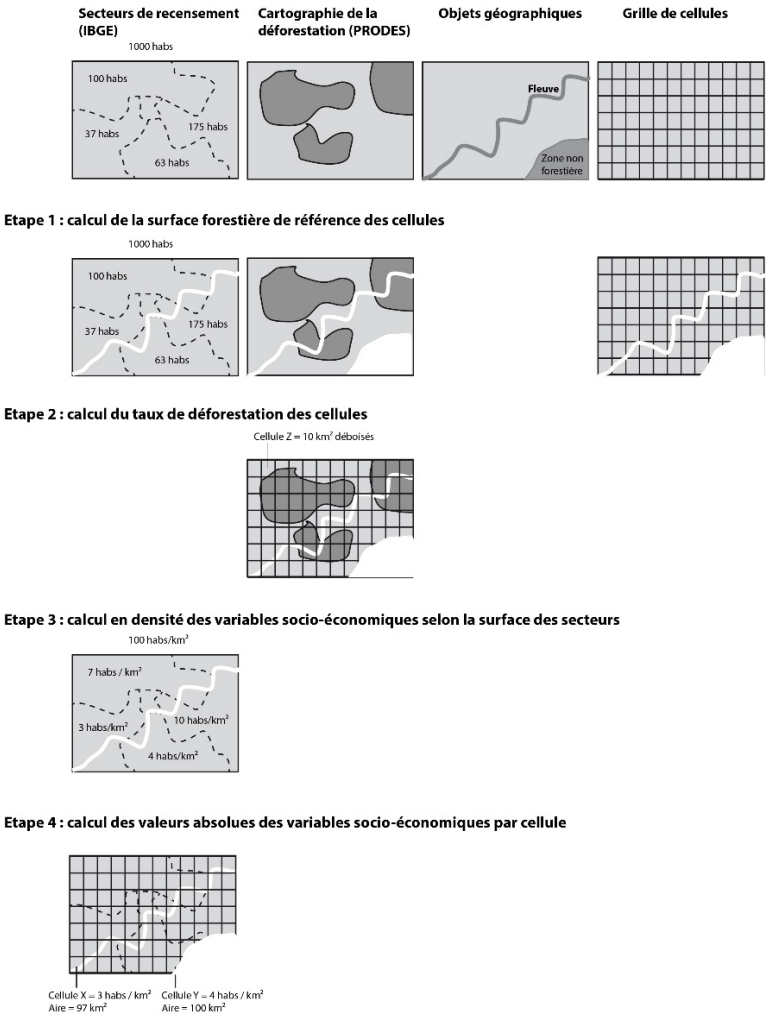


Figure 1 : Etapes de mise en forme des données

3. Résultats

3.1 Une jungle urbaine

La population amazonienne est très inégalement répartie et une grande proportion de personnes vit en ville. 71,5 % de la population amazonienne (soit 13,1 millions d'habitants) vit en zone urbaine en 2010 si on considère les zones urbaines comme celles ayant une densité d'habitants supérieure à 50 habitants/km^2. Ces personnes sont reparties sur les 526 cellules de

notre base de données qui comprennent plus de 5 000 personnes, ce qui correspond à 47 130 km^2. Ces zones sont en forte croissance : leur population a augmenté de 30,3 % en 10 ans.

La population des zones rurales n'augmente pas si vite : elles est passée de 5,1 millions d'habitants en 2000 à 5,2 millions en 2010, soit une augmentation de seulement 2,4 % en 10 ans. Le phénomène d'urbanisation en Amazonie est donc en croissance : 66,4 % de la population était urbaine en 2000 et 71,5 % en 2010. Curieusement, bien que ces cellules urbaines présentent de fortes densités de population (en moyenne 288,8 habitants/km^2), elles totalisent seulement 33 603 km^2 déboisés, soit un taux de déforestation moyen de 69,8 %. Ainsi même les zones les plus densément peuplées conservent plus d'un quart de leur surface en forêt.

Cette importante urbanisation de l'Amazonie signifie également qu'environ les trois quart de la population amazonienne occupent seulement 1,2 % de la surface forestière. Le reste de l'Amazonie est très inégalement peuplé et présente des taux de déforestation très hétérogènes.

3.2 Des forêts préservées au peuplement différencié

Dans les zones où le couvert forestier est bien conservé (cellules dont le taux de déforestation est inférieur à 5 % en 2010), on observe des situations contrastées. D'un côté, les forêts « vides » d'hommes couvrent une surface conséquente de l'Amazonie : 1 642 725 km^2, soit 42,1 % de la surface forestière amazonienne, comptent moins de 0,1 habitants/km^2 (16 704 cellules). Sans surprises, ces zones sont le plus souvent situées loin des routes et des cours d'eau navigables. Leurs densités d'habitants moyenne est de seulement 0,02 habitants/km^2, soit une valeur proche des zones les plus reculées du désert du Sahara. Mais d'un autre côté, le nombre de personnes vivant dans ces zones forestières bien préservées n'est pas aussi faible que l'on peut imaginer. En effet, 805 693 personnes vivent dans des zones où la déforestation est inférieure à 5 %, et présentent donc un mode de vie compatible avec le maintien du couvert forestier.

Une grande partie de ces zones bénéficient d'un statut foncier sécurisé : 68,3 % de ces forêts sont situées en terres indigènes ou en aires protégées. Ceci conforte l'idée que ces dispositifs fonciers représentent un frein à la déforestation (Nepstad et al., 2006). Pour autant, la démographie y est stable : la population est passée de 804 831 habitants en 2000 à 805 693 en 2010, soit une augmentation de 0,1 %. En 10 ans, ces personnes ont très peu déboisé : en moyenne 0,18 % du couvert forestier des cellules a été supprimé entre 2000 et 2010. Ces zones « de forêt peuplée » totalisent seulement 9 992 km^2 déboisés en 2010, ce qui correspond à 1,4% de la déforestation totale en Amazonie, pour 4,4 % des habitants.

3.3. Des déserts humains déboisés

A l'opposé, certaines zones fortement déboisées présentent des densités de population très faibles. Ainsi 2 554 cellules sont déboisées à plus de 40 % en 2010 mais ont des densités d'habitants inférieures à 1 habitants/km^2. Ceci montre que la déforestation n'est pas forcément peuplante. En effet, la conquête agricole de l'Amazonie est basée sur un modèle très extensif dans lequel de grandes propriétés emploient et abritent peu de personnes au profit d'un nombre encore plus limité de propriétaires fonciers. Ces zones de « déserts humains déboisés » représentent 162 170 km^2 déforestés, soit 23,4 % de la déforestation totale en Amazonie, pour seulement 115 316 habitants (soit 0,6 % des habitants d'Amazonie).

Par ailleurs, la population de ces zones a diminué de 24 % entre 2000 et 2010, alors que sur cette même période la déforestation a été très dynamique : en moyenne 18,2 % du couvert forestier des cellules a été supprimé. Ces zones sont surtout situées dans le sud et sud-est de l'Amazonie (figure 2).

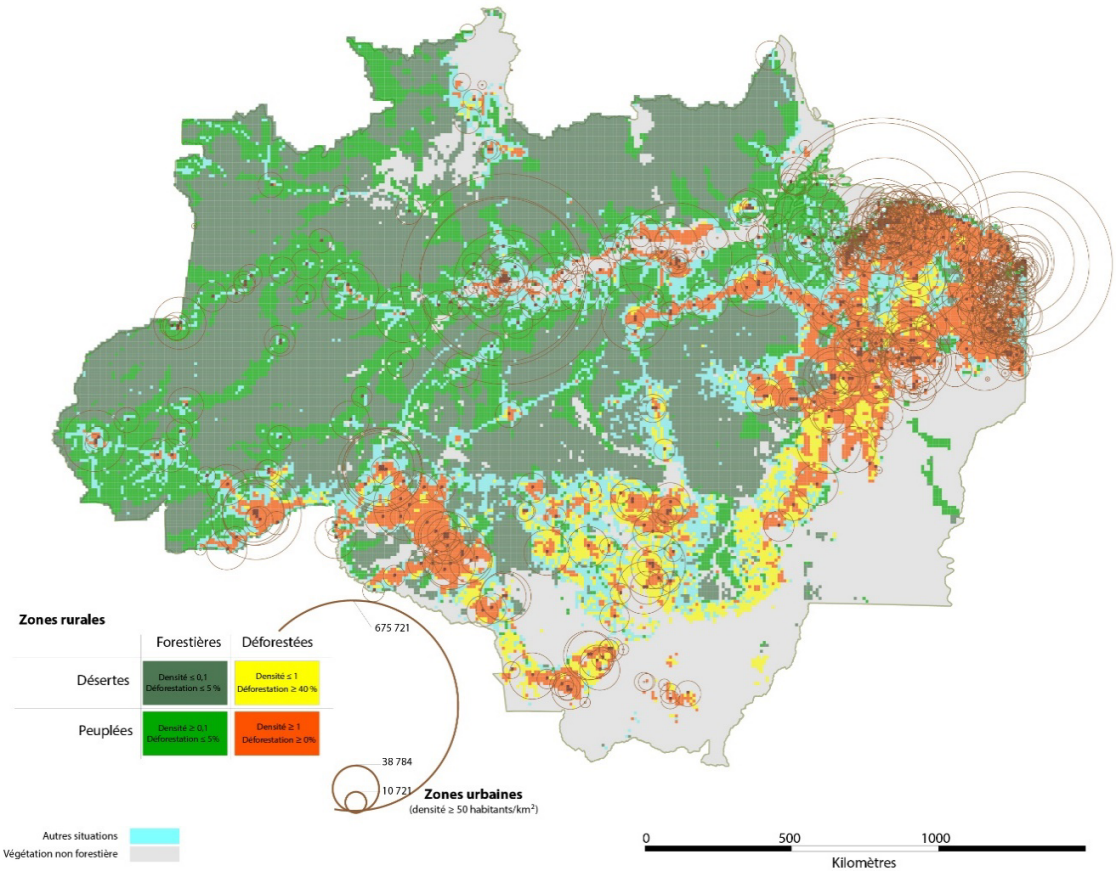


Figure 2 : Forêts peuplées, déserts humains déboisés et jungles urbaines en Amazonie brésilienne

Discussion et conclusions

Vivre en Amazonie implique nécessairement une certaine proportion de déforestation afin de pratiquer des activités agricoles. Mais cette proportion varie considérablement en fonction du type d'agriculture pratiquée et n'est pas directement liée à la démographie. Les dynamiques de peuplement et déforestation à l'œuvre aujourd'hui en Amazonie brésilienne sont plus complexes, et des espaces de « forêt peuplée » et bien conservée, peuvent être opposés à des espaces de « désert humain déboisé ».

Les habitants des forêts peuplées sont les véritables habitants de la forêt, qui démontrent qu'encore aujourd'hui la présence humaine peut être associée avec la conservation de l'écosystème amazonien. Les populations amérindiennes font bien sûr partie de ces huit cent mille personnes qui vivent dans la forêt sans la déboiser, mais ce ne sont pas les seuls, car ils ne représentent pas plus que 250 000 personnes en Amazonie brésilienne, soit environ 31 % de ces habitants de la forêt.

A l'opposé, nos données montrent que les activités économiques qui se sont déployées dans l'arc de déforestation n'ont pas eu un effet de peuplement de cette région en émergence. Cela malgré les efforts du gouvernement fédéral en ce sens (par le biais de la politique de « colonisation » mise en place à partir des années 1970 et accélérée dans les années 1990) et malgré le discours commun en Amazonie liant la déforestation à une expansion démographique locale. Les espaces que nous avons nommés de « déserts humains déboisés » présentent même une diminution de leur population entre 2000 et 2010, alors que sur cette même période leurs taux de déforestation ont été très élevés. Ceci témoigne que le front de déforestation n'est pas le fruit du peuplement de l'Amazonie, mais correspond à des dynamiques complexes faisant intervenir les dynamiques des systèmes agricoles basés sur les

grandes cultures mécanisées et de la viande bovine et les grands marchés mondiaux. La population quant à elle tend plutôt à se concentrer de plus en plus dans les bourgs et les villes régionales, et l'urbanisation en Amazonie ne fait qu'augmenter, appuyant la dynamique d'exode rural.

Cette radiographie de l'Amazonie brésilienne permet de redéfinir la relation entre déforestation et peuplement qui a sous-tendu les premières décennies de la conquête de l'Amazonie. Au regard de ces nouvelles données, il nous semble important que les politiques publiques mises en place dans la région mettent l'accent sur les zones présentant des densités de population relativement fortes pour un faible taux de déboisement, comme la vallée de l'Amazone. Ces zones représentent un référentiel d'expériences conciliant la présence humaine et la conservation du couvert forestier. De même, les problèmes liés aux zones urbaines, en particulier la pollution des sols et des cours d'eau, devraient commencer à gagner plus d'attention avant qu'ils ne contaminent les aires protégées et les terres indigènes déjà établies.

Références bibliographiques

Celentano D., Sills, E., Sales, M., Veríssimo, A., 2012 : Welfare outcomes and the advance of the deforestation frontier in the Brazilian Amazon. *World Development*, *40*(4), 850-864.

Ehrhardt-Martinez, K., 1998 : Social determinants of deforestation in developing countries: a cross-national study. *Social Forces*, *77*(2), 567-586.

Eloy L., Le Tourneau F. M., 2009 : L'urbanisation provoque-t-elle la déforestation en Amazonie ? Innovations territoriales et agricoles dans le nord-ouest Amazonien (Brésil), *Annales de géographie*, 667 (118), 204-227.

Le Tourneau F. M., 2004 : Jusqu'au bout de la forêt? Causes et mécanismes de la déforestation en Amazonie brésilienne. *Mappemonde*, (75), 1-25.

Le Tourneau F. M., 2009 : La distribution du peuplement en Amazonie brésilienne: l'apport des données par secteur de recensement. *L'Espace géographique*, *38*(4), 359-375.

López-Carr D., 2004 : Proximate population factors and deforestation in tropical agricultural frontiers. *Popul. Environ., 25, 585–612.*

Mello, N. A. d., Théry, H., 2003 : L'État brésilien et l'environnement en Amazonie : évolutions, contradictions et conflits. *L'Espace géographique, 32* (1), 3-20.

Morton D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., ... Morisette, J., 2006 : Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(39), 14637-14641.

Nasuti S., Eloy L., Raimbert C., Le Tourneau F-M., 2014 : Can Rural–Urban Household Mobility Indicate Differences in Resource Management within Amazonian Communities?, *Bulletin of Latin American Research.* http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/blar.12147/pdf

Nepstad D., Schwartzman S., Bamberger B., et al., 2006 : Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, *20*(1), 65-73.

Nepstad D., Soares-Filho B. S., Merry F., et al., 2009 : The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, *326*(5958), 1350-1351.

Nolte C., Agrawal A., Silvius K. M., Soares-Filho B. S., 2013 : Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. *Early Edition*, 1-6.

Rodrigues A. S., Ewers R. M., Parry L., et al., 2009 : Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. *Science, 324*(5933), 1435-1437.

Soares-Filho B., Moutinho P., Nepstad D., et al., 2010 : Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(24), 10821-10826.

Théry H., 1997 : *Environnement et développement en Amazonie brésilienne*. Paris: Belin, 128 p.

LA NEGOCIATION ENVIRONNEMENTALE EN FRANCE ET AU BRESIL : LES CAS DU PARC MARIN EN MER D'IROISE ET DE L´APA VARZEA DO RIO TIETE

VAN TILBEURGH V. [(1)], COSTA G. B. [(2)], SILVA A. S. [(3)]

(1) Laboratoire ESO-Rennes, UMR ESO 6590, Place du Recteur Le Moal, CS 24307, 35043 Rennes Cedex [veronique.vantilbeurgh@univ-rennes2.fr]

(2) CERReV (EA 3918), Université de Caen Basse-Normandie, boursier du programme « Ciência sem Fronteiras », Brésil [gbcosta@outlook.fr]

(3) Universidade de São Paulo, EACH/USP, [alessoares@usp.br]

Résumé - *L´objectif de cette communication est de comparer des processus participatifs environnementaux en France et au Brésil. Ces processus participatifs reposent sur des séquences de négociation dans lesquelles les acteurs en présence doivent arranger leurs préférences afin de trouver un accord. La comparaison entre des dispositifs français et brésilien montre que les normes sociales qui cadrent les échanges entre les parties varient selon le contexte politique au sein duquel se déroulent les négociations aboutissant à des formes de participation hétérogènes. Cette communication compare le processus de négociation dans deux zones protégées, le parc marin en mer d'Iroise (en France) et l´aire protégée Várzea do Rio Tietê (au Brésil). Dans les deux cas, les négociations ont été transgressées et ce sont les formes de cette transgression qui renvoient au fonctionnement propre de la sphère publique en France et au Brésil.*
Mots clés *: négociation, gestion environnementale, normes sociales, participation*

Resumo- A negociação ambiental na França e no Brasil :Os casos do parque mar d'Iroise e da APA Várzea do Rio Tietê. *O objetivo desta comunicação é comparar dois processos participativos ambientais na França e no Brasil. Tais processos se referem a sequências de negociação às quais os atores envolvidos devem organizar suas preferências a fim de entrar em acordo. A comparação entre os casos francês e brasileiro mostra que as normais sociais que enquadram as trocas entre as partes variam de acordo com o contexto político no qual se desenvolvem as negociações resultando em formas de participação heterogêneas. Esta comunicação compara o processo de negociação em duas áreas protegidas, o parque marinho mar d´Iroise (na França) e a área de proteção ambiental (APA) Várzea do Rio Tietê (no Brasil). Em ambos os casos, as negociações foram transgredidas e são as maneiras de transgressão que remetem ao funcionamento da esfera pública na França e no Brasil.*
Palavras-chave: *negociação, gestão ambiental, normas sociais, participação*

Abstract - Environmental negociation in France and Brazil: the cases of the Iroise marine natural park and the Varzea do Rio Tietê environmental protection area*. The purpose of this communication is to compare two environmental participatory processes in France and Brazil. Such processes relate to negotiation sequences to which the stakeholders must organize their preferences in order to reach agreement. The comparison between the French and Brazilian cases shows that social norms which govern the exchanges between the parties vary according to the political context in which the negotiations are developed resulting in heterogeneous forms of participation. This paper compares the negotiation process in two protected areas, the marine park mer d'Iroise (France) and the Environmental Protection Area (APA) Várzea do Rio Tietê (Brazil). In both cases, the negotiations were violated and these transgressions are the ways that lead to the functioning of the public sphere in France and Brazil.*
Keywords *: negotiation, environmental management, social norms, participation*

Introduction

La participation d'acteurs concernés à la gestion d'une zone protégée est une obligation règlementaire en France, avec par exemple la loi « Barnier » du 2 février 1995, et au Brésil avec la loi « SNUC » du 18 juillet 2000. Cette obligation règlementaire est portée par des conventions et accords internationaux comme l'article 10 de la déclaration de Rio (Sommet de la Terre de l'ONU) ou la convention d'Aarhus signée en 1998 pour les pays de l'Union Européenne. Toutefois, ces dispositifs juridiques n'indiquent pas ce que constitue la participation ou la façon dont la décision publique doit être prise. De nombreux dispositifs participatifs ont ainsi été institués tout en étant fondés sur différentes interprétations et pratiques participatives. Certains ne proposent qu'une simple consultation du public alors que d'autres proposent une co-construction de la décision avec le public concerné.

L´objectif de cette communication est de comparer des processus participatifs de prise de décision en France et au Brésil non pas du point de vue de la participation du public, mais en analysant le processus de négociation de la décision. Plus précisément, cette comparaison

repose sur l'analyse de séquences de négociation dont la forme est rapportée aux spécificités de la sphère publique dans les deux pays. La première partie de cette communication pose les caractéristiques de la négociation et de la comparaison, avant de montrer le déroulement des négociations dans deux espaces protégés au Brésil et en France pour enfin rapporter certains traits saillants des négociations aux caractéristiques des espaces publics de ces deux pays.

1. Les négociations et la structure de l'espace délibératif

La négociation envisagée come mode de prise de décision se caractérise par le fait que les individus concernés co-construisent la décision qui est incarnée dans un accord. Le principe de la négociation repose sur les transactions opérées entre les parties, selon leurs préférences, pour prendre une décision. Ces transactions doivent permettre aux parties concernées d'élaborer puis de s'accorder sur une solution laquelle ne peut correspondre aux prétentions initiales d'une des parties. Henry Kissinger (cité par Thuderoz, 2010) définissait ainsi la négociation comme un mode de « *décision conforme aux règles de l'unanimité* » pour mettre l'accent sur le fait que ce mode de décision ne doit pas se faire au détriment des positions d'une ou de plusieurs des parties concernées. C'est en cela que la négociation se distingue des trois autres modes de décision que sont l'imposition, l'adjudication et l'agrégation (par le vote).

La négociation repose sur des normes de l'échange générant un espace délibératif au sein duquel les arrangements des préférences des acteurs se discutent. Sans doute plus qu'avec l'agrégation où les pratiques électorales sont largement instituées, les normes qui encadrent l'échange négocié sont fréquemment remises en cause faisant de cette instabilité un élément consubstantielle à toute négociation (Thuderoz, 2010). Des facteurs ont été recherchés pour expliquer ces glissements entre négociation et imposition de la décision. Certains sont liés au contexte de la négociation comme le nombre, l'expérience ou la représentativité des négociateurs, le rythme et la fréquence des négociations, la nature des enjeux respectifs des parties, la légitimité du découpage des questions traitées ou encore les options permettant d'éviter ou de rejeter la négociation (Strauss, 1992). D'autres facteurs sont liés au contexte structurel de la négociation, c'est-à-dire au contexte élargi au sein duquel se déroule la négociation. Ainsi, le fait que le contrat social, en France, n'ait pas reposé sur la négociation, mais plutôt sur une décision des administrations imposées aux autres parties n'aurait pas favorisé l'apprentissage de la négociation de la décision publique. Il n'est d'ailleurs pas rare de constater dans les négociations environnementales, où la décision publique est souvent engagée, que les différentes parties n'ont même pas une conscience explicite de négocier contrairement à des situations équivalentes mais prises dans un contexte de relations de travail ou de relations internationales. Plus généralement, la fréquente transgression du cadre normatif s'explique par le fait que les parties peuvent retirer un bénéfice immédiat du non respect du cadre normatif de la négociation en imposant leur point de vue sans, pour autant, que leur comportement ne soit sanctionné.

Dans les négociations environnementales observées en France et au Brésil, ce glissement entre négociation et imposition a toujours été constaté, mais il prend différentes formes. Il s'est traduit, en particulier, par une transformation d'une décision négociée en une décision prise en concertation avec des acteurs concernés. Dans une décision négociée l'arrangement des préférences des parties, la stabilisation de cet arrangement, c'est-à-dire la formation de l'accord, et l'opérationnalisation de cet accord sont négociés (Van Tilbeurgh, 2014). La concertation procède d'une autre logique où les acteurs concernés participent aux débats, mais où le contenu de l'accord comme son opérationnalisation sont imposés par le porteur des négociations, transformant une décision négociée en une imposition d'un point de vue. Pour rendre compte de ce glissement entre négociation et imposition, nous interrogerons le contexte élargi, en France et au Brésil, au sein duquel se déroulent les négociations. En effet,

le lien entre les normes sociales du politique et la spécificité de l'espace public entendu comme l'espace délibératif au sein duquel se déroule les négociations a déjà été montré (Holanda, 1995, Mermet, 2000). Dans cette perspective, notre hypothèse est que les normes sociales qui cadrent les échanges entre les parties varient selon le contexte politique au sein duquel se déroulent les négociations aboutissant à des formes de négociation hétérogènes.

La méthode repose sur une comparaison entre deux dispositifs environnementaux négociés concernant deux zones protégées, le parc naturel marin de la mer d'Iroise (en Bretagne, France) et l´aire protégée Várzea do Rio Tietê (à São Paulo, Brésil). Nous avons analysé, du côté français, le processus de négociation des statuts du parc marin et, du côté brésilien, le processus d'élaboration du plan de gestion de l'aire protégée, document qui guide la planification et l'utilisation d'une unité de conservation brésilienne. Nous avons étudié les spécificités du modèle de négociation en fonction des caractéristiques de la sphère publique propre à chacun de ces pays. Les données ont été collectées entre 2000 et 2007 pour le terrain français et en 2011 au Brésil. Dans les deux cas, il a été effectué des observations participantes (séminaires, ateliers, réunions, visites de terrain) et des entretiens semi-directifs auprès des négociateurs directs et des acteurs concernés par les négociations. Au total, ce sont plus de quatre-vingt entretiens qui ont été réalisés.

Le parc naturel marin de la mer d'Iroise se situe à l'ouest de la Bretagne (France) et couvre une surface de 3500 km^2. Les activités économiques majeures y sont la pêche côtière et la récolte des algues, le tourisme et les activités nautiques de loisir. Il a fallu dix-huit ans de négociation pour parvenir à un accord, de 1989 à 2007. Les principaux acteurs impliqués dans ces négociations étaient des élus locaux, des représentants des administrations concernées, des acteurs socioéconomiques, des représentants d'associations d'usagers, les gestionnaires des aires déjà protégées et les experts scientifiques. L'Aire Protégée APA (*Area de Proteção Ambiental*) Várzea do Rio Tietê comprend 12 villes autour de São Paulo y compris la métropole brésilienne et couvre une surface de 74 km^2. Cette aire joue un rôle dans la conservation de la biodiversité locale même si elle est constituée essentiellement d'espaces urbanisés. Elle doit permettre de conserver des zones non urbanisées sur les rives du fleuve Rio Tietê. Les principaux problèmes qui se posent sont la création de décharges non autorisées et l'appropriation privée illégale des terres qui jouxtent le fleuve provoquant l'inondation des biens lors des crues. Cet aire protégée, créée en 1987, n´avait pas de plan de gestion jusqu´en 2011. C'est pour l'établir que l'organisme public responsable de la gestion de la zone de conservation, la « Fundação Florestal », a embauché en 2010 une équipe interdisciplinaire (sciences de l'environnement et sciences sociales) d'une dizaine de chercheurs de l'Université de São Paulo (USP)[1].

2. La négociation des espaces protégés

2.1 Le processus de négociation

Dès le début des négociations en mer d'Iroise, il a été décidé par l'administration centrale que les statuts du parc seraient co-construits avec les acteurs concernés au sein d'un comité de pilotage. Pour faire avancer les réflexions, des groupes thématiques ont ensuite été organisés. Ce processus de négociation n'est pas linéaire, trois projets se sont succédés portant trois projets de territoire qui ont été soutenus chaque fois par un jeu d'alliances spécifique entre les acteurs. L'objectif du premier projet visait une protection du milieu autour d'espèces animales emblématiques. Le second projet avait pour but de mettre en place des outils de conservation de l'ensemble de l'écosystème Mer d'Iroise par la gestion intégrée. Les objectifs du troisième

[1] Ce contrat résulte d'une compensation environnementale de l'entreprise « Transportadora de Gás/TAG/ Petrobrás.

projet, celui qui a finalement été institué, sont plus diversifiés comprenant la protection de la biodiversité, la gestion des risques environnementaux, la préservation des paysages et du patrimoine culturel dans une perspective de gestion intégrée. Les deux premiers projets n'ont pas été réalisés en raison du passage d'un accord négocié à des statuts imposés générant des contestations. Comme en mer d'Iroise, dans le processus de l´APA, au Brésil, il a été choisi dès le début du processus d'élaboration du plan que celui-ci repose sur la participation sociale, établie par la loi brésilienne. Des activités de formation (séminaires et forums) et des ateliers participatifs ont été animés pendant l´année 2011. Alors que les séminaires ont été ouverts à l'ensemble de la population, la participation aux ateliers a été limitée aux conseillers de l'APA, qui représentent le gouvernement, la société civile et la communauté locale.

Que cela soit dans les négociations sur les statuts de l'espace protégé ou autour du plan de gestion, les connaissances discutées ont été orientées par l'écologie scientifique. Dans les deux cas étudiés, le principe est relativement identique : les plans de gestion comme les statuts de protection identifient des indicateurs de biodiversité (souvent les espèces animales ou végétales menacées) et de la dynamique des flux d'eau dont la conservation ou l'amélioration orientent l'action humaine. Ces indicateurs et les actions qu'ils suscitent sont référés, plus ou moins directement, à des coûts financiers. Le principe général de cette démarche est de considérer que l'amélioration de la performance de l'indicateur choisi augmentera la biodiversité locale ou stabilisera la dynamique des flux d'eau. Ces indicateurs se transforment ainsi en norme de gestion pour orienter l'action, modifiant la régulation des activités humaines.

L'autre point commun aux deux terrains concerne l'organisation des négociations. Elles ont été conçues et prises en charge par une structure administrative environnementale. Elles se déroulaient prioritairement dans les ateliers ou groupes thématiques. La démarche adoptée consistait pour l´équipe de l´USP et de la « Fundação Florestal » comme pour la mission du parc marin de créer un espace délibératif au sein de ces groupes. Bien évidement, les positions des acteurs divergeaient avec une opposition structurante entre les « environnementalistes » et les acteurs économiques et entre les communautés locales ou élus locaux et les administrations. Toutefois les avancées les plus saillantes dans les négociations ont souvent été discutées lors de rencontres informelles voire même fortuites entre les acteurs clés des négociations.

2.2 La transgression du cadre des négociations

Dans les deux cas étudiés, les négociations se sont déroulées sous le contrôle d'une des parties, instaurant des déséquilibres entre les négociateurs. Le contrôle de la négociation a changé dans chaque projet de parc marin. Dans le premier projet, les négociations étaient prises en charge par les élus locaux et l'administration décentralisée de l'environnement. Dans le second projet, c'est l'administration centrale de l'environnement qui a repris la direction des négociations. Puis, dans le troisième projet, les négociations reposaient à la fois sur les élus locaux et l'administration centrale. Chaque fois, l'accord a entériné le point de vue de ces acteurs dominants. Dans le cas brésilien, l'ensemble du processus de négociation s'est déroulé sous le contrôle de la « Fundação Florestal ». Toutes les décisions ont été prises avec l´aval de l´organisme gouvernemental, même s´il a toujours tenu un discours inclusif. Quand ses intérêts étaient menacés, il utilisait son rôle de responsable de l´aire protégée et s´appuyait sur les données scientifico-techniques organisées par les chercheurs de l´USP pour faire valoir son point de vue.

Ce qui diverge entre les deux terrains, en revanche, c'est la façon dont le cadre négocié a été transgressé. Les négociations des premier et deuxième projets virent deux options s'affronter, chaque coalition d'acteurs voulant imposer son projet. Dans le premier projet, le

glissement vers l'imposition fut porté par un élu local, l'administration décentralisée de l'environnement et leur réseau qui leur permis d'exclure les voix discordantes. L'inobservance du cadre négocié dans le deuxième projet fut le fait de l'administration centrale de l'environnement. Ces deux transgressions furent justifiées au nom de l'intérêt général légitimant le politique (local ou central) à imposer ses choix. Devant les mobilisations locales générées par ses impositions, c'est le troisième cycle de négociation qui permit de stabiliser un projet grâce à des négociations coopératives. Dans le cas brésilien, les acteurs économiques ont utilisé leurs supports institutionnels pour se faire entendre, soit par l'intermédiaire de leurs relations personnelles politiques, soit en utilisant leurs structures et connaissances juridiques. Seuls les groupes minoritaires (les associations environnementales et les communautés locales) avaient comme unique moyen d'expression les espaces délibératifs de la négociation alors même que leurs arguments y ont été souvent balayés par le discours technico-juridique tenu par l'organisme responsable. Les représentants de la communauté locale et ceux des associations environnementales ont donc peu mobilisé les populations locales pour faire pression sur les responsables de l'aire protégée.

3. Les négociations et l'espace public en France et au Brésil

L'objectif de cette analyse est de rapporter les formes de transgression du cadre de la négociation à la structuration de l'espace public en comparant les cas brésilien et français.

3.1 L'espace public en France et au Brésil

Le point commun entre la France et le Brésil est qu'aucun de ces deux pays n'a une pratique institutionnalisée de négociation de la décision publique, même si dans les deux pays des textes règlementaires se réfèrent aux notions de participation, de concertation et d'information. En France, il a été noté qu'un des obstacles à la négociation serait la notion d'intérêt général portée par l'Etat (Mermet, 2000 ; Thuderoz, 2010). B. Picon et P. Allard (2005) ont montré le processus par lequel, dans la seconde moitié du XIXe siècle, Napoléon III a élargi les champs d'intervention de l'Etat au nom de l'intérêt général. Cet intérêt général reposait sur une rationalité technico-scientifiques. En mobilisant cette notion, les services de l'Etat ont transféré, du même coup, la prise en charge de problèmes environnementaux, comme les inondations, des collectivités locales à l'Etat. Dans cette perspective, cette notion d'intérêt général a contribué à introduire une rupture entre la sphère publique et la sphère privée autorisant d'autres modèles de rôles et attentes de rôles entre ces deux sphères et mobilisant d'autres types de connaissances.

Cette forme de prise en charge par l'Etat de la sphère publique a perduré durant plus d'un siècle où seul l'Etat était habilité pour rendre possible la rationalisation de la société et imposer de nouvelles règles au nom de l'intérêt général. Selon A. Jobert (1998), la décentralisation du politique à partir des années 1980 a eu comme conséquence de faire évoluer progressivement cette notion d'intérêt général. En effet, depuis les lois de décentralisation, l'Etat se mettant en retrait, ce sont les élus locaux qui sont plutôt perçus comme responsables des affaires de leur territoire. Toutefois, pour plusieurs auteurs (Mermet, 2000 ; Thuderoz, 2010) cette notion d'intérêt général fait obstacle à des décisions négociées car il définit encore le contrat social. Celui-ci, en reposant sur l'intérêt général défini et incarné par l'Etat, engage peu un mode décisionnel négocié en introduisant des inégalités entre les négociateurs même s'il a évolué.

Au Brésil, la Constitution fédérale de 1988, la « Constitution citoyenne », crée des espaces de participation des citoyens aux politiques publiques à partir des conseils consultatifs et délibératifs pour la planification, l'exécution, le contrôle et la supervision des plans, programmes et projets publics (Teixeira, 2007). Cependant, les résultats des pratiques

participatives dans la gestion publique ne sont pas homogènes. L'instabilité politico-économique historique et l'héritage autoritaire du Brésil sont des obstacles à la création d'une culture politique reposant sur la négociation. Selon M. Baquero (2001), l'incapacité du peuple brésilien à se mobiliser pour évaluer et modifier la décision politique reflète les caractéristiques de la politique nationale qui reposerait sur le clientélisme et sur des relations personnalisées entre les citoyens et leurs élus. Cette caractéristique serait fondée sur la confusion entre les sphères publique et privée dans les relations politiques brésiliens, les actions du personnel politique étant guidées par une morale privée (Holanda, 1995 ; Chauí, 1991). S. B. de Holanda (1995) qualifie même les relations publiques au Brésil de « personnalistes » et fait le lien entre ce type de relations et le passé colonial et esclavagiste du pays. Selon cet auteur, le pouvoir a été centré sur le *pater-familias* où le propriétaire historique des terres réunissait, à la fois, les fonctions de chef de sa famille et de ses esclaves. Ce sont ainsi ses valeurs morales qui ont orienté les règlements et les comportements de l'ensemble des gens de son domaine instaurant une primauté du privé sur le public. Aujourd'hui cette absence de rupture entre le public et le privé normerait encore l'espace public même si ce sont de nouveaux acteurs qui animent la sphère publique.

3.2 *Les conséquences sur la négociation*

En France comme au Brésil, ces caractéristiques des relations politiques s'expriment par des relations hiérarchiques souvent autoritaires qui font que les citoyens et les représentants de l'Etat se retrouvent dans des positions inégales dans les négociations. Ainsi, en France, le franchissement des cadres normatifs de la négociation et l'imposition d'un point de vue a été le fait d'élus locaux ou de responsables de l'administration centrale, c'est-à-dire des catégories d'acteurs qui ont bénéficié d'une familiarisation à des modes de prise de décision imposés au nom de l'intérêt général. Or, quand une partie tente d'imposer son point de vue elle attend des autres parties leur assujettissement. Dans le cadre d'une décision négociée, cette attente d'assujettissement signifie, pour les acteurs qui en sont porteurs, un abandon de la négociation pour revenir à des relations hiérarchisées reposant sur un principe d'autorité extérieur celui de l'autorité de l'Etat décliné, jusqu'à un niveau local, par l'intérêt général. La distinction entre la négociation et l'imposition réside ainsi sur des conceptions différentes du traitement d'autrui et de l'exercice des capacités d'action. L'imposition demande un assujettissement volontaire des autres parties là où la négociation postule une participation de toutes les parties à la décision. Dans le cas étudié, cette notion d'intérêt général aurait comme conséquence moins un blocage de l'expression des parties divergentes comme cela a été souligné par d'autres auteurs (cf. en particulier Mermet, 2000) que la représentation, par les parties qui le portent, d'une légitimité à sortir du cadre négocié de la décision publique. Certes, la notion d'intérêt général est moins prégnante qu'auparavant dans la mesure où le recours à des relations hiérarchiques arrive, bien souvent, dans une seconde étape, quand l'orientation des débats ne convergent pas avec les positions des parties porteuses de l'intérêt général. Ces parties transforment alors les négociations en une simple concertation. Dans le cas français, les parties auxquelles une décision a été imposée l'ont refusée, conduisant les groupes de références des négociateurs et les mandataires à se mobiliser. A travers ce refus, les publics concernés se sont opposés à la transition entre deux modes de légitimité de la règle, une règle émanant d'un collectif ou reposant sur un principe d'autorité extérieure.

Au Brésil, la légitimité du point de vue des représentants des administrations est également portée par cette notion d'intérêt général dans le sens ou leur point de vue peut s'imposer aux autres parties, transformant là aussi une décision négociée en décision concertée. Toutefois, la différence avec la situation française renvoie à la relation entre une société civile et les représentants de l'administration. Dans la situation étudiée, les responsables du processus de gestion du territoire se sont sentis investis du pouvoir et du

devoir de guider le processus de négociation tandis que ceux qui participaient aux négociations attendaient les directives sur la façon dont la décision devait être prise. Cette forme de négociation interroge, plus particulièrement, la place de la société civile dans l'espace public. Celle-ci n'est pas conçue pour chaque protagoniste comme un lieu de contre-pouvoir, mais plutôt comme une « société civile bourgeoise » soumise à l'administration où seuls les acteurs mus par leurs propres intérêts et ayant des ressources peuvent influencer la décision publique. Cette notion, définie à l'origine par G.W.F. Hegel, met l'accent sur le fait que les acteurs tentent plutôt de retirer des avantages particuliers de leur relation avec l'Etat que de construire un intérêt général acceptable par tous. La personnalisation des relations dans l'espace délibératif est à rattacher à cette conception de la société civile permettant à l'administration de dicter les règles du jeu en fonction de ses propres valeurs et de celles des acteurs avec lesquels elle entretient des relations personnalisées fondées sur la notion de pater-familias et l'absence de rupture entre les sphères publique et privée.

Conclusion

Il a été montré en France et au Brésil que l'absence de rupture ou la difficulté à rompre les relations hiérarchiques entre l'administration et la société civile conduisent à des décisions concertées et non négociées. Ces constats interrogent l'encadrement juridique de la prise de décision concernant la gestion de l'environnement lequel, en France comme au Brésil, impose la participation des différents acteurs à la prise de décision sans préciser le contenu de cette participation et la façon dont le processus de participation doit être mené. Ainsi, il appartient aux représentants de l'État, responsables de la gestion du territoire, d'élaborer des dispositifs laissant plus ou moins de place à la négociation. Dans les cas étudiés, les espaces de négociation se sont transformés en lieu de concertation dès le moment où l'accord qui se dessinait ne convergeait pas avec les positions des acteurs dominants. Cette transition, acceptable dans le cas brésilien car elle repose sur des normes sociales largement partagées, est fortement contestée en France conduisant à des mobilisations contre le dispositif envisagé. Autrement dit, le passage entre la négociation et la concertation est légitimé au Brésil par une conception partagée des relations hiérarchiques et personnalisées qui organise la sphère publique alors qu'en France cette conception hiérarchisée de la sphère publique est contestée.

A un niveau plus général, la décision publique négociée, pour aboutir, appelle à une dénaturalisation des relations hiérarchiques entre les parties participant aux négociations. En ce sens, la négociation de la décision publique nécessite de construire des relations sociales dans lesquelles l'autonomie de la société civile est reconnue. C'est d'ailleurs cette absence de reconnaissance que contestent les mobilisations collectives en France. En quelque sorte, les administrations française et brésilienne participent à l'évolution du modèle démocratique vers la participation, mais sans être en capacité de répondre aux attentes d'un modèle délibératif. Si l'on en juge par le cas français, c'est plutôt la société civile qui porte le processus de dénaturalisation des relations hiérarchiques et non les acteurs dominants qu'ils soient élus ou qu'ils appartiennent à l'administration. A un autre niveau, ce processus peut être étudié à travers la notion empowerment, notion construite initialement pour l'analyse du mouvement féministe. Toutefois, la comparaison des négociations environnementales au Brésil et en France ne peut être épuisée par l'analyse de l'organisation des sphères publiques. Un autre élément pourrait être pris en compte, il concerne la capacité des négociateurs à créer un bien commun environnemental donc à dépasser la perspective d'une appropriation individuelle de bénéfices pour la situer à un niveau collectif, ce glissement s'appuyant également sur les normes sociales prévalentes dans les espaces délibératifs. Enfin, la question du rôle de la négociation dans la décision environnementale n'est pas non plus directement abordée. On peut supposer qu'en l'absence d'élaboration d'un bien commun environnemental, de valeurs environnementales mieux partagées ou d'une société civile « citoyenne », la transgression du

cadre de la négociation par les administrations permet d'améliorer la prise en compte des contraintes environnementales donc leur efficacité. Cette communication n'aborde pas ces questions directement, mais la réflexion sur les négociations débute seulement.

Références bibliographiques

Baquero M., 2001: Cultura política participativa e desconsolidação democrática: reflexões sobre o Brasil contemporâneo. *São Paulo Em Perspectiva*, **15(4)**, 98-104.

Chauí M., 1991 : Política e cultura democráticas: o público e o privado entram em questão. *Revista Crítica de Ciências Sociais.*, **32**, 58-64.

Holanda S. B. de., 1995 : *Raízes do Brasil*. Companhia das Letras, 220 p.

Jobert A., 1998 : L'aménagement en politique ou ce que le syndrome NIMBY nous dit de l'intérêt général, *Politix*, **42**, 67-92.

Mermet L., 2000 : Place et conduite de la négociation dans les processus de décision complexes : l'exemple d'un conflit d'environnement, in : G. O. Faure, L. Mermet, H. Touzard, C. Dupont, *La négociation, situations, problématique, applications*, Dunod, 207 p.

Picon B., Allard P., 2005 : *Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône : les « catastrophes » de 1856 et de 1993-1994*. Rapport de recherche, Desmid-CNRS, 146 p.

Strauss A., 1992 : *La trame de la négociation : sociologie qualitative et interactionnisme*, textes réunis par I. Baszanger, L'Harmattan, 301 p.

Teixeira S. M., 2007 : Descentralização e participação social: o novo desenho das políticas sociais. *Rev. Katálysis*, **10(2)**.

Thuderoz C., 2010 : *Qu'est-ce que négocier ? Sociologie du compromis et de l'action réciproque*, Presses Universitaires de Rennes, 358 p.

Van Tilbeurgh V., 2014 : *Négocier la nature, Les dispositifs environnementaux comme situations dialogiques de négociation*, HDR, Université Rennes 2, 245 p.

COMPARAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE VULNERABILIDADE APLICADOS AOS SETORES URBANOS DO MUNICÍPIO DE LONDRINA: CONGRUÊNCIAS E DISPARIDADES

VIZINTIM F. B. M.(1), FERNANDES B. O. N.(2)

*(1) Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Geociência. - Londrina – PR – Brasil, [*vizintim@uel.br , *onbarros@uel.br]*

Resumo: *O conceito de vulnerabilidade e os fatores que o compõem ainda não são completamente claros, embora ele se constitua em um parâmetro imprescindível para estimar o risco por exemplo. Foram selecionados indicadores sociais e infraestruturais coletados no Censo Populacional de 2010 (IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para determinar a vulnerabilidade dos setores urbanos de Londrina-Paraná-Brasil. Para comparar os dois índices adotados; primeiramente cada um foi agrupado em quatro classes; baixa, média, alta e muito alta, definidas pelos desvios quartílicos. As comparações indicam que dos 621 setores censitários 363 (58,4%) foram enquadrados na mesma classe; o que demonstra boa relação entre os mesmos. A reta de regressão linear apresentou coeficiente de correlação r =0,74 e coeficiente de determinação R2=0,54.*
Palavras-chave*: Vulnerabilidade Socioambiental, Risco, Geomática, Londrina-Brasil.*

Résumé -Compraison d'indices de vulnérabilité appliqués aux secteurs urbains de la commune de Londrina: congruences et disparités:.Le concept de vulnérabilité et les facteurs qui le composent ne sont pas encore tout à fait clairs bien qu`ils soient indispensables pour évaluer le risque, par exemple. Les indicateurs sociaux et d'infrastructures ont été sélectionnés et recueillis dans le recensement de la population 2010 (IBGE-Institut brésilien de géographie et de statistique) pour déterminer la vulnérabilité des secteurs urbains de Londrina, Paraná, Brésil. Pour comparer les deux indicateurs adoptés, chacun d'eux a d'abord été regroupé en quatre classes: basse, moyenne, haute et très haute, déterminées par une discrétisation correspondant aux quartiles. Les comparaisons indiquent que sur les 621 secteurs de recensement, 363 (58,4%) appartiennent à la même classe. La droite de régression linéaire présente un coefficient de corrélation r = 0.74 et un coefficient de détermination R2=0,54.
Mots-clés: *Vulnérabilité Sociale et Environnementale, Risque, Géomatique, Londrina-Brasil*

Abstract - Comparison of vulnerability indices applied to urban areas of Londrina county: congruences and disparities. Compare Indices of Vulnerability at Urban Sectors of Londrina County: Congruences and Disparities. The concept of vulnerability and its building factors are not still completely clear although it is an indispensable parameter to estimate the hazard for instance. Social and infrastructural indicators have been selected and collected during the 2010 Population Census (IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) in order to determine the vulnerability of urban sectors of Londrina-Paraná-Brasil. To compare both adopted indices; firstly each one has been grouped into four classes; low, medium, high and very high, defined using quartiles. The comparisons indicate that 363 out of the 621 census bureaus (58,4%) belong to the same class; showing a good relation between them. The linear regression line presented a correlation coefficient =0,74 and a determination coefficient R2=0,54.
Keywords*: Social-environmental Vulnerability, Hazard, Geomatic, Londrina-Brasil*

Introdução

A utilização de índices para a caracterização de múltiplos aspectos sócio-econômico-ambientais tem-se generalizado cada vez mais na atualidade. Como exemplo podemos citar os trabalhos de Barros e Polidoro (2012) sobre diversos índices na definição de uma região metropolitana; Rocha (2013) no estudo do crescimento econômico de uma região de fronteira; Théry, Mello, Hato e Girardi (2013) na produção do Atlas do Trabalho Escravo no Brasil, com a proposição dos índices de probabilidade e de vulnerabilidade à escravidão.

O conceito de vulnerabilidade e os fatores que a compõem ainda não são completamente claros, embora ela se constitua em um parâmetro imprescindível para estimar o risco, tanto social quanto ambiental. Poderíamos supor que o emprego de índices, ainda que abordando diversos parâmetros, levassem à mesma tendência de análise e interpretação quando aplicados a uma dada porção do território. Tal fato é parcialmente demonstrado por Barros e Polidoro (2012) na utilização de índices no estudo da definição da Região Metropolitana de Londrina.

Esse trabalho objetiva comparar dois índices. Um de natureza socioestrutural (ambiental) de caráter mais amplo e, um segundo tipicamente socioeconômico, de caráter mais simples.

1. Metodologias utilizadas no Estudo da Vulnerabilidade

1.1. Índice de Vulnerabilidade – IV

O primeiro mapeamento da vulnerabilidade adotado nesse estudo foi baseado no proposto por Goerl, Kobiyama e Pellerin (2011). Assim foram selecionados indicadores sociais coletados durante o Censo Populacional de 2010 (IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para determinar a vulnerabilidade dos setores censitários urbanos de Londrina. O IBGE utiliza como unidade de análise o setor censitário, que é a menor unidade territorial, com limites físicos identificáveis em campo e com dimensão adequada à operação de pesquisas em seus levantamentos populacionais. Foram selecionadas 8 variáveis para construir o índice de vulnerabilidade (Tabela 1), as quais foram agrupadas em 6 variáveis, sendo três relacionadas a características demográficas (D), uma a características de dependência/idade (I), uma associada a educação (E) e uma relacionada a renda (R).

Variáveis Censitárias	Variáveis de Vulnerabilidade
Número de moradores no setor	Número de moradores no setor (D)
Média de moradores por domicilio	Média de moradores por domicilio (*D*)
Densidade Demográfica	Densidade Demográfica (*D*)
% da população acima de 65 anos % da população abaixo de 12 anos	Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 12 anos (*I*)
% de pessoas analfabetas acima de 12 anos	% de pessoas analfabetas acima de 12 anos (E)
% de Responsáveis sem rendimento % de Responsável com rendimento até 1 Salário Mínimo	Soma da porcentagem dos responsáveis sem rendimento e com rendimento de até 1 Salário Mínimo (*R*)

Tabela 1: Variáveis censitárias e variáveis utilizadas para mensurar o índice de vulnerabilidade-IV.

Para dependência adotou-se como limite 12 e 65 anos. Doze anos porque o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) brasileiro considera as pessoas abaixo dessa idade como crianças, sendo totalmente dependentes de seus pais ou irresponsáveis perante a lei e sociedade. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a partir de 65 anos de idade as pessoas são consideradas idosas, e esse foi o limite adotado.

Com base nestas 6 variáveis construiu-se o Índice de Vulnerabilidade (IV):

$$\mathbf{IV = (Dd + Nm + Mm + TD + E + R) / IDHM} \quad (1)$$

Onde, Dd é a densidade demográfica, Nm é o número de moradores no setor, Mm é média de moradores por residência, TD é a taxa de dependência (idosos e jovens), E é a educação (analfabetos acima de 12 anos), R é a renda (responsável sem rendimento ou com até 1 salário mínimo). IDHM é o Índice de Desenvolvimento Humano do Município. Para uniformizar as unidades todas as variáveis foram escalonadas de 0 a 1, sendo 0 o valor mínimo de cada variável e 1 o valor máximo, com a seguinte equação:

$$\mathbf{V\ Escalonado = (Vobservado - Vmínimo) / (Vmáximo – Vmínimo)} \quad (2)$$

Depois de escalonado, o Índice de Vulnerabilidade foi agrupado em quatro classes; baixa, média, alta e muito alta, definidas pelo desvio quartílico que, divide a série de dados em quatro grupos com igual número de ocorrências, cada uma compreendendo 25% do total de valores. Desta forma, o fatiamento é definido quantitativamente, excluindo a subjetividade no processo de definição do limiar de corte. Esta etapa de escalonamento e classificação pelo desvio quartílico foi baseada em Marcelino et al. (2006).

1.2. Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Social - IVSA

Utilizando os resultados do CENSO 2010, foram selecionadas conforme proposição de Mendes (2013), 36 variáveis denominadas de variáveis de origem, que somadas resultaram em 13 variáveis sintéticas, distribuídas entre seis indicadores temáticos (esgotamento sanitário, rede de drenagem pluvial, condições da habitação, educação, renda e estrutura etária).

O valor dos indicadores foi o resultado da soma entre as variáveis sintéticas, dessa forma, para cada setor censitário, foram gerados seis indicadores específicos (Iesg-esgotamento sanitário, Idre-drenagem, Ihab-condições de habitação, Iedu-educação, Iren-renda, Ieta-estrutura etária). Os três primeiros relativos à Infraestrutura e os três segundos relativos à Vulnerabilidade Social. Ainda para cada setor foram calculados índices escalonados (lESG, lDRE, lHAB, lEDU, lREN, lETA).

A relação entre as variáveis sintéticas, aquelas que irão compor os índices, e as variáveis de origem encontradas no documento Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário (IBGE, 2011) estão representadas a seguir:

	VARIÁVEIS SINTÉTICAS	VARIÁVEIS ORIGEM
Esgotamento sanitário	**Va** - Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial e fossa séptica **Arquivo Domicílio, características gerais (planilha Domicilio01.xls)**	V019 Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar
		V020 Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala
		V021 Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar
		V022 Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
	Vb - Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário **Arquivo Domicílio, características gerais (planilha Domicilio01.xls)**	V023 Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário
Drenagem	**Vc** - Domicílios particulares permanentes próprios, alugados e cedidos – Não existe pavimentação **Arquivo Entorno 01 (planilha Entorno)**	V015 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe pavimentação
		V017 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe pavimentação
		V019 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe pavimentação
	Vd - Domicílios particulares permanentes, próprios, alugados e cedidos – Não existe bueiro/boca-de-lobo	V033 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe bueiro/boca-de-lobo
		V035 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe bueiro/boca-de-lobo

	Arquivo Entorno 01 (planilha Entorno 01.xls)	V037 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe bueiro/boca-de-lobo
Condições da habitação	**Ve** - Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos) **Arquivo Domicílio, características gerais (planilha Domicilio01.xls)**	V011Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos)
	Vf - Domicílios particulares permanentes sem coleta de lixo **Arquivo Domicílio, características gerais (planilha Domicilio01.xls)**	V040 Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro V041 Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar V042 Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo
	Vg - Domicílios particulares permanentes com mais de 4 moradores **Arquivo Domicílio, características gerais (planilha Domicilio01.xls)**	V053 Domicílios particulares permanentes com 4 moradores
		V054 Domicílios particulares permanentes com 5 moradores
		V055 Domicílios particulares permanentes com 6 moradores
		V056 Domicílios particulares permanentes com 7 moradores
		V057 Domicílios particulares permanentes com 8 moradores
		V058 Domicílios particulares permanentes com 9 moradores
		V059 Domicílios particulares permanentes com 10 ou mais moradores
	Vh - Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada **Arquivo Entorno 02 (planilha Entorno 02.xls)**	V206 Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada – Existe identificação do logradouro
		V207 Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada – Não existe identificação do logradouro
Educação	**Vi** - Responsáveis analfabetos (as) com 10 ou mais anos de idade em domicílios particulares **Arquivo Responsável pelo domicílio total e homens (planilha Responsável 02.xls)**	V001 Pessoa responsável V093 Pessoas responsáveis alfabetizados Responsável analfabetos => V001-V093
Renda	**Vj** - Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos **Arquivo Renda da Pessoa Responsável (planilha**	V001 Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário mínimo
		V002 Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo
		V003 Pessoas responsáveis com rendimento

	ResponsavelRenda.xls)	nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos
		V004 Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 2 a 3 salários mínimos
	Vk - Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal **Arquivo Renda da Pessoa Responsável (planilha ResponsavelRenda.xls)**	V010 Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal
Estrutura etária	**Vl** - Pessoas Responsáveis com 10 a 19 anos de idade **Arquivo Responsável pelo domicílio, total e homens (planilha Responsável02.xls)**	V002 Pessoas Responsáveis com 10 anos de idade a V011 Pessoas Responsáveis com 19 anos de idade
	Vm - Pessoas responsáveis com mais de 64 anos de idade **Arquivo Responsável pelo domicílio, total e homens (planilha Responsável02.xls)**	V056 Pessoas Responsáveis com 64 anos de idade a V092 Pessoas Responsáveis com 100 ou mais anos de idade

Tabela 2: Relação entre as variáveis de origem, sintéticas e índices.

A soma dos índices escalonados de esgotamento sanitário, rede de drenagem pluvial e condições de habitação formaram o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural (índ_INFRA) e os índices escalonados de educação, renda e estrutura etária resultaram no Índice de Vulnerabilidade Social (índ_SOC). A somatória dos dois índices resulta no Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Social - IVSA. Assim como no cálculo final do IV o Índice - IVSA foi agrupado em quatro classes; baixa, média, alta e muito alta, definidas pelo desvio quartílico.

1.3. Proposição para Comparações entre Índice IV e IVSA Aplicados aos Setores Urbanos do Município de Londrina

Tendo em vista os fatos anteriormente assinalados, parece oportuno e necessário avaliar se entre os dois índices adotados, há discrepâncias, ou não, para os resultados finais. Tanto o Índice de Vulnerabilidade – IV (menor número de variáveis censitárias = 8) quanto o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutura e Social – IVSA (maior número de variáveis censitárias = 36) foram agrupados em quatro classes: baixa, média, alta e muito alta, definidas pelos desvios quartílicos. Desse modo garantimos a possibilidade de comparação quanti-qualitativa entre os índices. Para a classe baixa vulnerabilidade foi dado o valor 1, para a média o valor 2, para a alta o valor 3 e para a muito alta o valor 4. Em uma planilha do tipo Microsoft Excel foram comparadas as duas colunas resultantes dos índices para cada unidade espacial (setores censitários do IBGE-2010). Adotou-se o IVSA como índice padrão, tendo em vista, o maior número de parâmetros utilizados no cálculo desse índice. Assim sendo, podemos ter:

IVSA – IV = 0 => os índices estão na mesma classe. Congruência total.

IVSA – IV = 1 => o IVSA está em uma classe superior ao IV por apenas um nível; indicando que o IVSA representa maior vulnerabilidade comparativamente ao IV.

IVSA – IV = 2 => o IVSA está em uma classe superior ao IV por dois níveis. O IVSA indica de modo significativo que IVSA está em classe de maior vulnerabilidade comparativamente ao IV.

IVSA – IV = 3 => o IVSA está em uma classe superior ao IV por três níveis. O IVSA indica de modo marcante que IVSA está em classe de maior vulnerabilidade comparativamente ao IV.

IVSA – IV = -1 => o IVSA está em uma classe inferior ao IV por apenas um nível; indicando que o IVSA representa menor vulnerabilidade comparativamente ao IV.

IVSA – IV = -2 => o IVSA está em uma classe inferior ao IV por dois níveis. O IVSA indica de modo significativo que IVSA está em classe de menor vulnerabilidade comparativamente ao IV.

IVSA – IV = -3 => o IVSA está em uma classe inferior ao IV por três níveis. O IVSA indica de modo marcante que IVSA está em classe de menor vulnerabilidade comparativamente ao IV.

Quando da equação IVSA-IV = 1 ou -1 pode-se considerar que os índices possuem a mesma tendência, com pequenas variações. Quando IVSA-IV resulta em valores 2, 3, -2 e -3 pode-se considerar que há significativa ou marcante divergência entre os índices. A diferença positiva para IVSA-IV representa que o índice IVSA enquadrou o setor em uma situação pior do que o esperado; em contrapartida quando os valores são diferenças negativas, o IVSA enquadrou o setor em situação melhor que o esperado; sempre em comparação ao IV.

2. Principais Resultados e Conclusões

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da equação IVSA-IV; como o IVSA é o índice mais completo, tendo em vista o maior número de variáveis adotadas, ele foi considerado como o primeiro termo da equação. Da Figura 1 pode-se observar os resultados da distribuição espacial da proposição para comparações entre Índice IVSA e IV.

Valores obtidos pela equação IVSA-IV	Número de setores censitários inclusos
0	**363**
1	**111**
2	**15**
3	**3**
-1	**112**
-2	**13**
-3	**4**

Tabela 3: Valores obtidos pela equação IVSA-IV e o número de setores censitários em cada classe.

Dos 621 setores censitários que compõem a área urbana de Londrina, 363 (58,45%) foram enquadrados como tendo uma congruência total. São predominantemente pequenos e bem distribuídos pela cidade embora, existam alguns grandes em posição periférica. Esses representam sobretudo áreas com caráter ainda rural, tal como chácaras e plantações. Para os valores 1 e -1, considera-se como tendo tendência próxima aos de congruência total, obteve-se 223 (35,9%) setores sendo enquadrados como tal. Estão distribuídos em toda a cidade, salvo o extremo sul. Os setores com valor 1, mais centrais, estão associados a uma ocupação mais antiga da cidade. Os setores com valor -1 ocorrem mais expressivamente na porção centro norte. São setores de implantação mais recentes. Para os valores com significativas divergências entre os índices (2, 3, -2, -3), apenas 35 setores censitários foram enquadrados. Eles representam 5,6% dos mesmos e estão presente principalmente no centro velho de Londrina e nas periferias. Estão associados a uma menor infraestrutura no centro velho e áreas periféricas com caráter ainda rural, tal como chácaras e plantações.

Quanto aos aspectos avaliados podemos concluir que na falta de dados mais numerosos (variáveis) o IV foi suficiente para revelar os principais sítios problemáticos. Pode-se considerar que o IVSA representa um refinamento da proposição do IV.

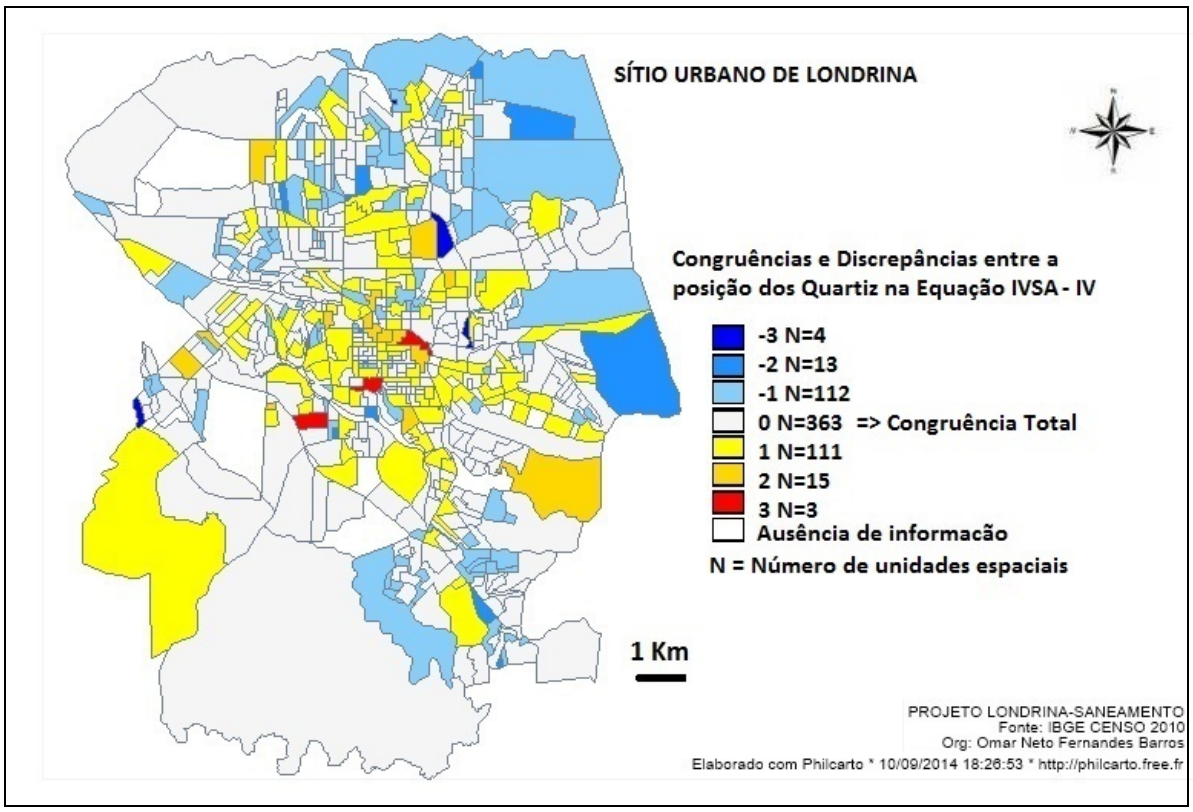


Figura 1: Distribuição espacial das comparações entre as posições dos quartis na equação IVSA-IV.

Por fim, para uma comparação estatística dos índices utilizados, optou-se pela análise bivariada com regressão linear, considerando variável X o valor de IV e variável Y o valor de IVSA. Da Figura 2 observa-se que as duas variáveis caminham juntas e como observado anteriormente IV é uma boa aproximação de IVSA, dado o coeficiente de correlação r =0,74 e coeficiente de determinação R2=0,54. Para os setores de baixo desvio-padrão (resíduos não significativos), os mesmos foram enquadrados como tendo a mesma tendência daqueles considerados como congruência total, e apresentando uma distribuição bem representativa pela cidade. Os que apresentam desvios negativos (em tons de azul) ocupam a porção central e norte dominantemente e, os de divergência positiva (em mocassim e vermelho), ocupam as posições do centro velho e periferias. Comportamentos esses já revelados na Figura 1 e condizentes com as explicações dadas na apresentação da mesma.

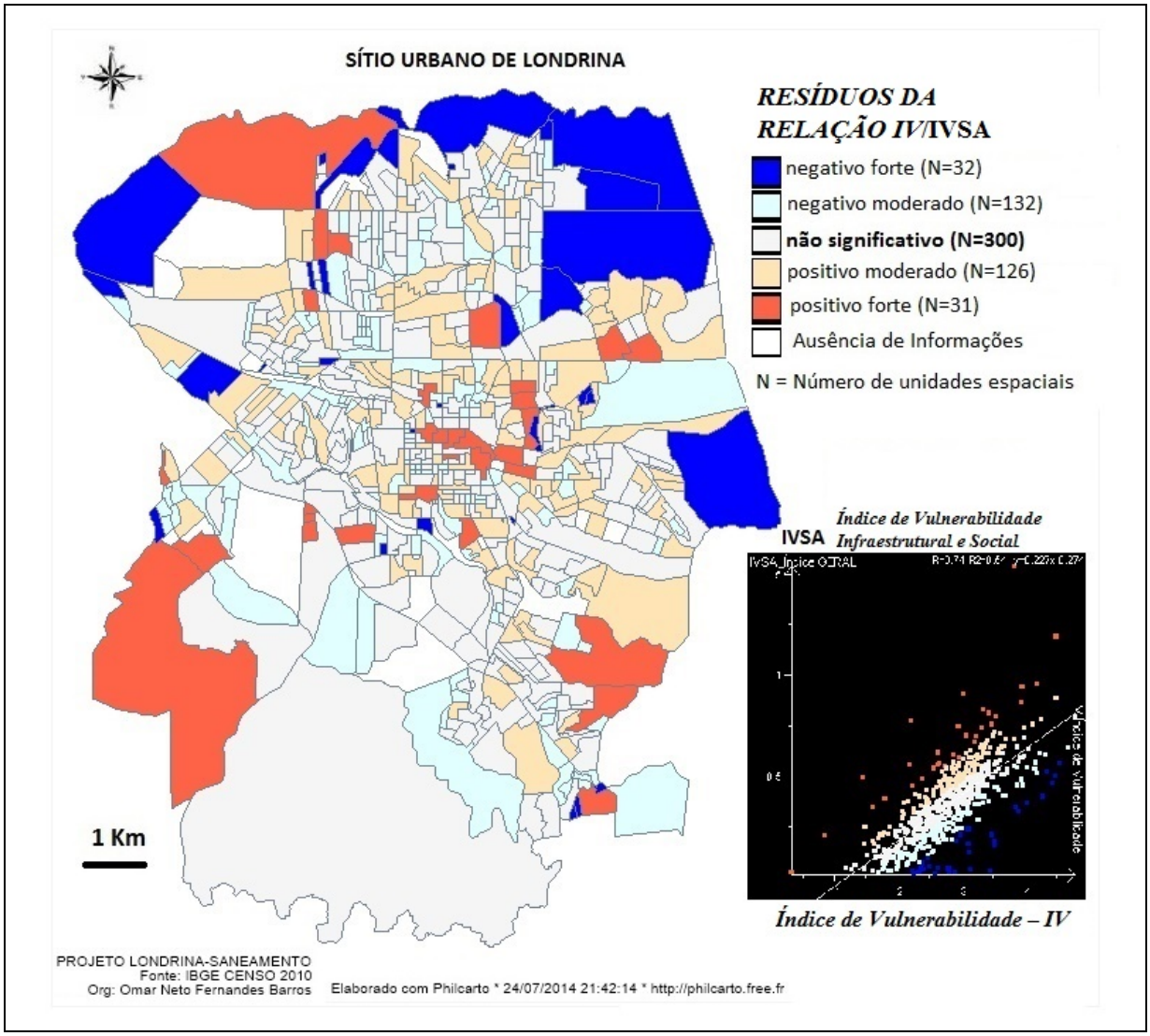


Figura 2: Gráfico Bivariado e distribuição dos resíduos da relação IV/IVSA em Londrina-Paraná.

Referências Bibliograficas

Barros O. N. F., Polidoro M., 2012: Utilização de índices na definição da região metropolitana de Londrina. ISSN1958-9212. *Confins* (Paris), **14**,. 1-18..

IBGE, 2011 - *Base de Informações do Censo Demográfico 2010*: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro.

Marcelino E. V., Nunes L. H., Kobiyama M., 2006: Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. *Caminhos da Geografia (UFU)*, Uberlândia, **7**, n.17,. 72-84.

Mendes C., 2013. *Vulnerabilidade socioambiental à inundação na área urbana de Irati – PR*. Dissertação. (Mestrado em Geografia Dinâmica Espaço-Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 135p.

Rocha A. A. da., 2013: *Uma análise do crescimento econômico na faixa de fronteira: O caso do Par*aná. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Toledo. 150 p.

Goerl R. F., Kobiyana M. e Pelleerin J. R. G. M.; 2010: Mapeamento de Vulnerabilidade no município de Rio Negrinho – SC: Uma Proposta Metodológica. *Caminhos de Geografia Uberlândia*. **12**, n. 40,205 – 221.

Théry H., Mello, N. A. de; Hato, J. e Giraldi, E. P.; 2013: *Atlas do trabalho escravo no Brasil*. Amigos da Terra – Amazônia Brasileira, com apoio da OIT-Organização Internacional do Trabalho. 82 p.

O AQUECIMENTO GLOBAL COMO UM PARADIGMA PARA A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

ZANGALLI JR P. C. [(1)], SANT'ANNA NETO J. L. [(2)]

(1) Grupo de Pesquisa Interações na superfície, água e atmosfera – GAIA - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. Rua Roberto Simonsen, 305, Centro Universitário, 19060-900 - Presidente Prudente, SP, Brasil. [pauloczangalli@gmail.com, jlsn57@uol.com.br]

Resumo –*Este trabalho objetivou compreender os discursos dos sujeitos envolvidos na construção e divulgação de um alerta climático global. Foram analisados quatro periódicos científicos nacionais e internacionais no período de 2000 a 2008. Os artigos foram analisados de acordo com os principais conceitos e de acordo com o referencial teórico adotado. Além disso, foram identificados os autores e a instituição de pesquisa. O papel da mídia foi analisado por meio de matérias de jornais e revistas no mesmo período. Os resultados apontam que o aquecimento global se constitui um paradigma para a ciência das mudanças climáticas globais. A hegemonia científica é determinada por EUA, Reino Unido e Alemanha. A mídia atua como um agente legitimador de agendas públicas, usando uma rotina de notícias calendarizadas privilegiando discursos oficiais e mensagens simbólicas carregadas com apelos morais. Debater as mudanças climáticas em escala global é contribuir para consolidação de um discurso hegemônico no contexto da globalização econômica e no processo de mercantilização da natureza*.
Palavras-chave: *Mudança Climática, Paradigma, Mídia, Aquecimento Global.*

Résumé – Le réchauffement climatique comme paradigme de la science du changement climatique. *Cette étude a pour objectif de comprendre le discours sur les sujets impliqués dans la construction et la diffusion de l'avertissement climatique global. Quatre revues nationales et internationales ont été analysées sur la période 2000-2008 selon une approche théorique et d'après les concepts clés. En outre, les auteurs et les institutions de recherches ont été identifiés. Le rôle des médias a été analysé au moyen de coupure de journaux et de magazines sur la même période. Les résultats indiquent que le réchauffement climatique global constitue un paradigme pour la science du changement climatique global. L'hégémonie scientifique est dominée par les Etats-Unis, le Royaume-Uni et l'Allemagne. Les médias agissent comme agents de légitimation des programmes publics, réutilisant rituellement les mêmes nouvelles, privilégiant les discours officiels et des messages symboliques chargés d'appels moraux. Discuter du changement climatique à une échelle globale contribue à consolider un discours hégémonique dans un contexte de mondialisation économique et dans un processus de marchandisation de la nature.*
Mots-clés: *Changements climatiques, Paradigme, Média, Réchauffement Global*

Abstract: Global Warming as a paradigm for climatic change science. *This paper aims to understanding the social subjects discourses involved in a global climate warning construction and dissemination. Were analyzed four national and international scientific journal during the period of 2000 to 2008. The papers were analyzed according to the main concept and theoretical approach. In addition, the authors and research institution were identified. News published in two journals and two magazines were analyzed during the same period. The results indicated that Global Warming constitutes a paradigm for the global climate change science. The scientific hegemony is determined for USA, UK and Germany. Media is a public agenda authenticator using a routine schedule news favoring official speeches and symbolic messages laden with moral appeals. Discuss the climate change on a global scale is contribute for a hegemonic speech consolidation in the economic globalization context and the commodification of nature.*
Keywords : C*limate Change, Paradigm, Media, Global Warming.*

Introdução

Nas últimas décadas a Terra experimentou uma elevação nas temperaturas de forma muito abrupta. Paralelamente a isso as concentrações de Gases de Efeito Estufa (GEE), principalmente o CO_2 emitido pela ação antrópica, se intensificava chegando a marca de 400ppm (IPCC, 2013).

O AR5 (Fifth Assessment Report) apontou que as temperaturas nas últimas décadas se elevaram chegando a uma temperatura média de 0,85ºC (0,65 a 1.06ºC) para o período de 1880 a 2012. As últimas três décadas foram apontadas como as mais quentes desde o início do século XX sendo que a primeira década do século XXI foi a mais quente destas. Como possível resposta ao questionamento levantado por Hawkins o relatório aponta que tendências de curto prazo são mais susceptíveis à variabilidade decadal e interanual do clima. Os últimos quinze anos (1998 a 2012), por exemplo, teria uma tendência de aumento de 0,05C (-0,05 a 0,15ºC) por década, começando com um forte El Niño.

Já Ed Hawkins (2013), divulgou, em seu blog, resultados de suas pesquisas, mostrando que a temperatura média da Terra não aumentou nos últimos dez anos mesmo com a elevação das concentrações de CO_2 (380ppm para 400ppm). Hawkins aponta diversos elementos capazes de responder o porquê o mundo tem aquecido menos nos últimos anos. Dentre esses elementos podemos destacar a presença ainda pouco mensurável dos aerossóis, ou uma possível defasagem temporal entre os dados de concentração de CO_2 e elevação de temperatura.

Fato é que, mesmo com incertezas, são poucos os cientistas que não concordam com a hipótese do homem ser o principal responsável pelo aquecimento verificado, mas eles ainda contribuem para o debate científico oferecendo elementos que minimizam essa responsabilidade. Para estes cientistas a ação antrópica não seria a protagonista quando se trata da escala global.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar os discursos produzidos pelos sujeitos sociais envolvidos na construção e divulgação deste alerta climático global verificado nas últimas décadas. Sendo assim, este trabalho está dividido em duas partes.

Na primeira parte busca-se compreender o discurso produzido pela ciência para divulgar como a ciência das mudanças climáticas globais está alicerçada no mundo, identificando quem participa desse debate e quem determina as regras do mesmo.

Na segunda parte identifica-se como a mídia se apropria deste discurso e qual o seu papel na sua divulgação. Para isso apresenta-se uma análise embasada na sociologia ambiental.

O intuito é levantar elementos para compreendermos essa crise climática como um todo, logo trata-se de um trabalho que pretende levantar questionamentos que não são passiveis de uma única resposta, mas que diante do atual contexto precisam ser compreendidas.

1. A consolidação de um discurso hegemônico

Alguns resultados apresentados por trabalhos semelhantes a este foram o ponto de partida de toda a hipótese formulada. No Brasil, um estudo realizado por Casagrande, Silva Jr e Mendonça (2011) analisou a divulgação científica das revistas Scientific American Brasil e Ciência Hoje, mostrando que 87% dos artigos analisados eram embasados na acepção de que o Aquecimento Global tem origens antrópicas e, apenas 12,9% contrariava essa ideia.

Naomi Oreskes publicou na Revista Science (2004) resultados de pesquisa apontando que 75% dos artigos analisados apresentavam um consenso científico sobre as emissões de GEE e o aquecimento da atmosfera, sendo que nenhum artigo teria se oposto a essa ideia. Naomi analisou 928 artigos da base ISI. Por fim, endossando os resultados anteriores, o artigo de John Cook *et al* (2013) revelou que 66,4% dos artigos analisados posicionaram-se em concordância a corrente do aquecimento antrópico e outros 32,6% endossavam essa posição, somente 0,7% negaram que o homem seria o responsável pela mudança climática e 0,3% expressaram incertezas quanto às origens. Cook analisou 11944 artigos entre 1991 e 2011 do banco de dados Web of Knowledge.

Buscando ir além dessa discussão, analisamos 635 artigos publicados em quatro periódicos tanto nacionais (Revista Brasileira de Climatologia e Revista Brasileira de Meteorologia) quanto internacionais (Climatic Change e Theoretical and applied Climatology) de acordo com os alguns conceitos chaves, como “mudança climática”, “variabilidade climática”, “mitigação”, “adaptação” e “impactos”. Os artigos foram pesquisados utilizando a palavra-chave Aquecimento Global (global warming).

Corroborando com os resultados mencionados verificou-se que cerca de 60% dos artigos apresentam elementos coerentes com os relatórios do IPCC, enquanto os demais 40% não contestam a teoria de que o aquecimento verificado é de origem antrópica. Mas, além disso, a maior parte desses artigos adotam como conceitos centrais mitigação, adaptação e impactos, ou seja, suas hipóteses procuram maneiras de se resolver o problema. Esses dados podem ser verificados na figura 1.

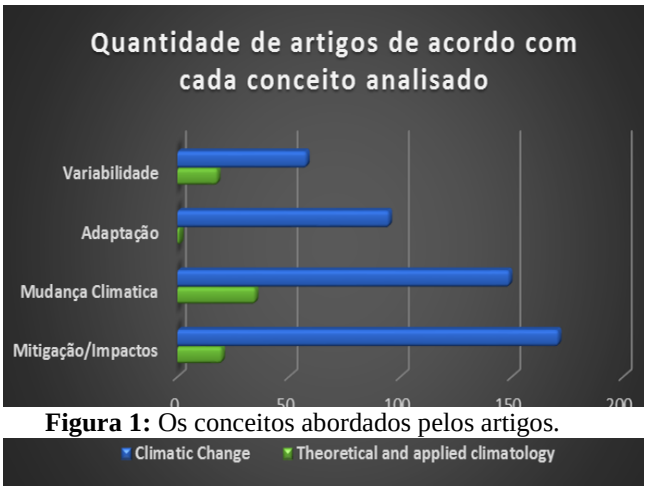


Figura 1: Os conceitos abordados pelos artigos.

É exatamente essa estatística que remete ao aquecimento global como um paradigma para a ciência das mudanças climáticas globais. As bases da ciência das mudanças climáticas foram iniciadas com os experimentos e teorias de Tyndal e Arrehnius sobre a relação da temperatura com concentrações de CO_2. Essas teorias ganharam notoriedade novamente na ciência climática com os estudos de Callendar (1938), Plass (1956), Revelle e Suess (1957), que constataram uma relação causal entre CO_2 e temperatura, ou seja, o aumento na concentração de CO_2 é a causa do aquecimento.

> Portanto, não se trata de um consenso cientifico, mas sim da consolidação de um paradigma que fornece as regras e os parâmetros para a produção da ciência climática. Kuhn chamaria esse período de "ciência normal", que consiste numa fase de estabilidade e consolidação das teorias do paradigma e, enquanto esse estiver resolvendo os problemas que a realidade os coloca, permanecerá estável (ZANGALLI JR, 2013, p. 58).

Mas, a pergunta que se faz necessária é: quem ou o que legitimou este que convenciona-se chamar de Paradigma do Aquecimento Global Antrópico? Para responder tal questão identificamos os principais países e as principais instituições de pesquisa que publicaram nesses periódicos. Com isso foram gerados dois mapas sobrepondo os dados das publicações nos periódicos analisados com os dados dos coordenadores do WGI (Work Group I) do IPCC.

Verifica-se que a quantidade de países que participam do debate é grande. Países com pouca expressividade no cenário geopolítico mundial como Quênia, Lesoto, Quirguistão, Nepal, tiveram cientistas que publicaram nesses periódicos. Mas, além de conhecer quem participa do debate é necessário saber quem determina as regras desse debate científico.

O que se constatou é que há uma similaridade muito grande entre os países que mais publicaram nos periódicos analisados e os países que coordenam as pesquisas do WGI do IPCC, tanto a publicação verificada na Climatic Change quanto na Theoretical and Applied Climatology revelam isso. Os países que mais se destacam nesse cenário são EUA, UK e Alemanha. A China aparece como um país de destaque apenas no que se refere à publicação do periódico Theoretical and Applied Climatology.

Analisando as publicações dos países com menor expressividade verifica-se que estas só aconteceram em caráter de cooperação com os mesmos países citados acima, conforme se verifica na Tabela 1.

Assim, o que fica evidente nas figuras 2 e 3 é que a produção do discurso científico fica restrito a poucos países que detém a hegemonia do conhecimento científico.

Publicações Conjuntas		
País	**Publicações**	**Cooperação**
Botswana	1	Canadá
Kuwait	1	USA e Áustria
Nepal	1	USA
Senegal	1	USA
Vietnam	1	Filipinas e Alemanha
Etiópia	1	UK, Noruega e Alemanha
Iran	1	UK

Tabela 1: Publicações conjuntas. Fonte: ZANGALLI JR, 2013.

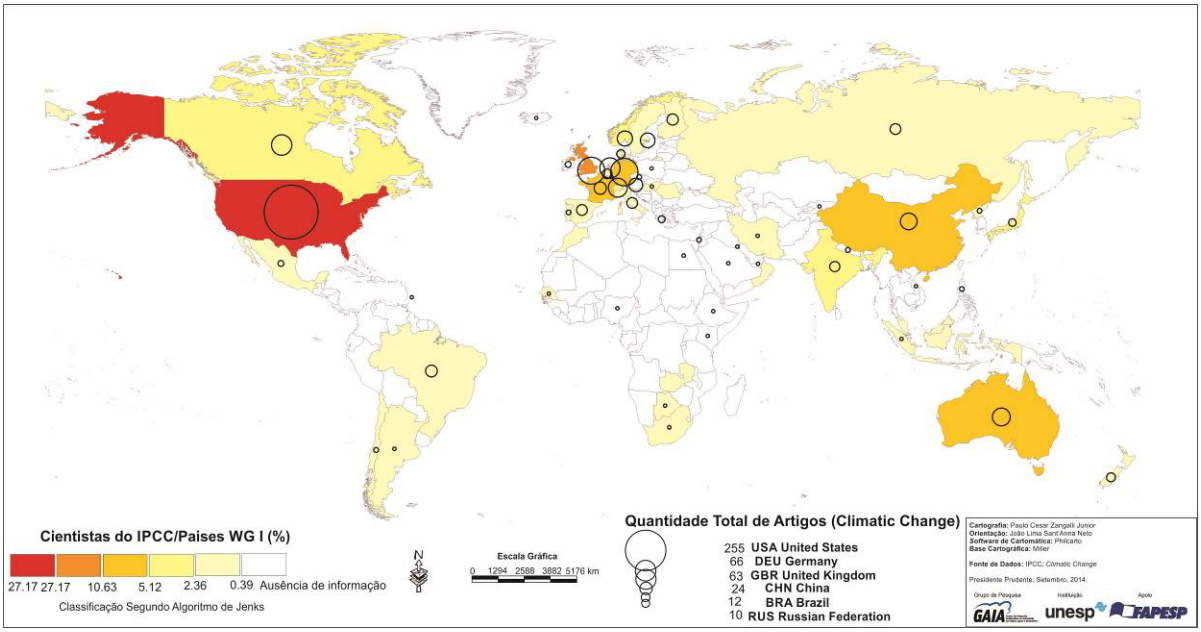


Figura 2: Comparação entre o periódico Climatic Change e WGI. Fonte: ZANGALLI JR, 2013.

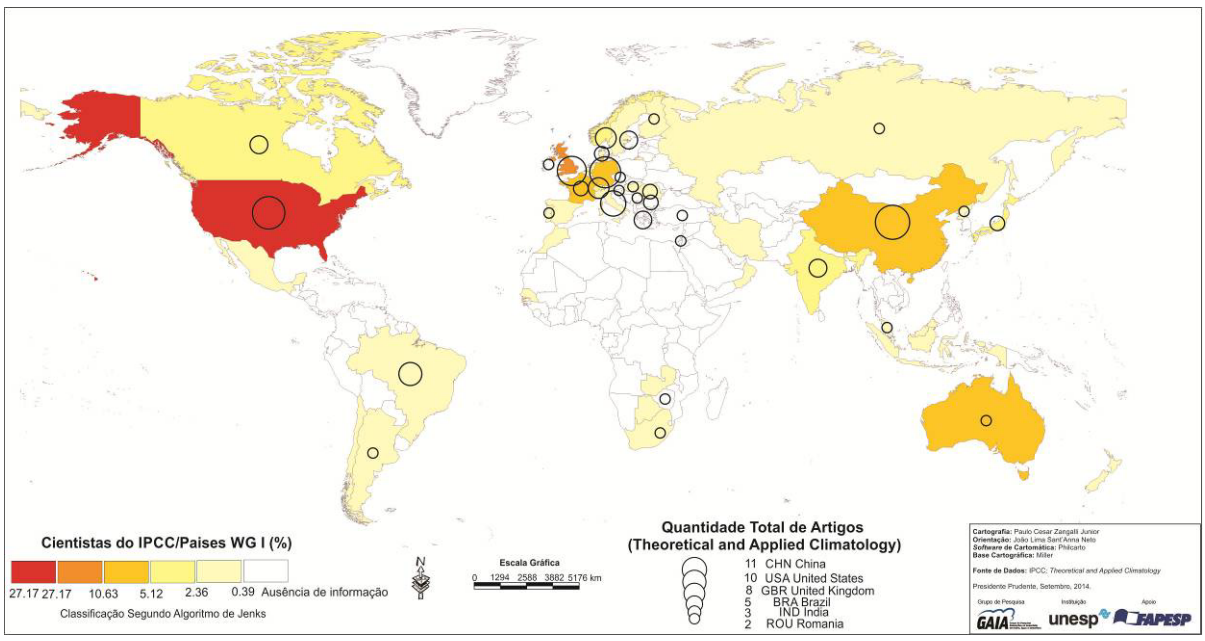


Figura 3: Comparação entre Theoretical and applied Climatology e WGI. Fonte: ZANGALLI JR, 2013

Analisando as instituições de cada país verifica-se a mesma hegemonia científica. Na Alemanha mais da metade das publicações (54,5%) se concentram em duas instituições: o Potsdam Institute for Climate e o Max Planck Institute for Meteorology. A publicação Chinesa na Theoretical and Applied Climatology totaliza onze artigos, dos quais sete são da Chinese Academy of Sciences. Nos EUA, as principais instituições foram a National Center for Atmospheric Research e pela University of Califórnia. Na Austrália a principal instituição é o CSIRO Marine and Atmospheric Research, no Brasil o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), seguido pela Universidade de São Paulo (USP)

Se compararmos essas instituições com as instituições a que pertencem os coordenadores do WGI do IPCC encontraremos a mesma semelhança. Na Alemanha, o Max Planck Institute for Meteorology, no Reino Unido o Met Office, na Austrália o CSIRO Marine and Atmospheric Research. Nos EUA, um dos principais centros de pesquisas sobre as mudanças climáticas globais, que contribui para os relatórios do IPCC, é o National Center for Scientific Research (NOAA) que não publicou com muita frequência nos periódicos analisados, mas que merece ser lembrado, no Brasil o INPE e a USP.

Retornando às questões iniciais, o clima assume, para além da ciência, protagonismo frente ao norteamento de ações políticas e econômicas como um tema de extrema relevância global. Mas, se a grande esperança de consolidação de um processo de preservação do meio ambiente e, consequentemente, do clima do planeta era esperado, ficou evidente ao longo desses anos, somente a ressignificação do modo de produção hegemônico. Como sugere Oliveira (2012), “ficou perceptível que os recursos financeiros internacionais não seriam significativamente investidos nesta direção (preservação) e que não haveria inovação no processo de transferência tecnológica e tampouco se constituiria um marco institucional para tornar factíveis esses propósitos”.

Globalizar uma discussão que certamente repercute em outras escalas é, como em todo o processo de globalização, minimizar as especificidades locais e conferir a um problema global soluções globais. Soluções estas que certamente estariam sob o domínio de países que detém a hegemonia científica e tecnológica.

Como afirma Leff (*apud* Oliveira, 2012) a geopolítica da biodiversidade e do desenvolvimento sustentável (consequentemente do Aquecimento Global) está devidamente inserida no contexto da globalização econômica e no processo de naturalização da mercantilização da natureza.

2. A formulação e divulgação de uma agenda pública sobre o Aquecimento Global

Pautado na sociologia ambiental, Hannigan (1995) afirma que nem todos os danos ambientais se tornam um problema ambiental passível de visibilidade e ações para minimizá-lo. Para que isso ocorra é necessária uma série de estratégias e, principalmente é necessário que a população sinta e absorva de fato o dano como um problema.

Segundo Best (1989), o construcionismo não é útil apenas como posição teórica, mas serve fundamentalmente como ferramenta analítica, sugerindo, para tal, três focos para o estudo dos problemas sociais, sendo: as próprias exigências; os formuladores das exigências; e o processo de criação de exigências. No caso deste trabalho as exigências são as Mudanças Climáticas Globais, formuladas principalmente pelos órgãos internacionais como a ONU, através de seu comitê científico o IPCC.

No processo de transformação da mudança climática em Aquecimento Global, a mídia se torna um dos agentes imprescindíveis à sua fetichização[1]. Assim, para compreender como a mídia se apropria do discurso científico e divulga ao público, foram analisados os jornais Folha de S. Paulo e O Estado de S. Paulo e as revistas semanais Veja e Época, durante o período de 2000 a 2008.

O que se constata é que a mídia possui uma rotina de notícias calendarizadas. Assim, mais do que um fato, a notícia é "o produto de um sistema fixo de trabalho, cuja tarefa é impor um sentido de ordem e previsão no caos de múltiplos e, por vezes, não relacionadas acontecimentos e questões" (HANNIGAN, 1995).

Analisando as notícias ao longo dos anos percebe-se que todas elas seguem um padrão. Intensificam-se durante as conferências oficiais, pouco aparecendo quando não acontece nenhum evento específico. Todas elas trazem elementos de um discurso oficial. Na figura 4 percebe-se que os meses de novembro e dezembro apresentam grande quantidade de matérias relacionadas à Conferência das Partes. No início do ano nos meses de fevereiro a maio há um certo equilíbrio uma vez que o relatório do IPCC havia sido divulgado e a redução das emissões no país era bastante debatido.

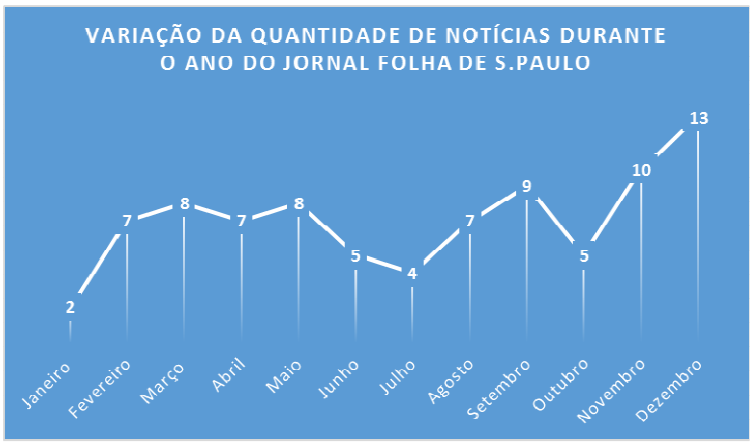


Figura 4: Variação da quantidade de notícias durante o ano do jornal Folha de S.Paulo. Fonte: ZANGALLI JR, 2013.

Mas, na construção dos problemas ambientais é necessária fundamentalmente, a presença de quatro elementos específicos. O primeiro faz menção à associação dos problemas com termos que ressoam nos conceitos culturais existentes, o que não significa questioná-lo. O segundo elemento se refere à necessidade do problema ambiental estar articulado através das agendas política e científica, correndo o risco, caso não atendam a esses requisitos, de não se legitimar como um problema na agenda dos meios de comunicação social. O terceiro elemento destacado por Hannigan (1995) refere-se ao fato de que os problemas ambientais que representam um "drama social", têm muito mais chances de captar a atenção da mídia, ou seja, aqueles em que personagens soam como heróis e outros como vilões. E, por fim, a associação do problema ambiental com o presente ao invés de um futuro distante.

Associar os problemas aos conceitos culturais existentes sem questioná-los de fato não é nada complicado, é, também, uma rotina nos meios de comunicação. Dentre vários exemplos podemos citar matéria da revista Época intitulada, *compras para salvar o mundo* (Revista Época, nº 392, 2005) em que sugere a existência de uma punição advinda dos consumidores a empresas que não respeitam o meio ambiente, mas, se o consumidor não consegue estabelecer uma ordem de consciência nem mesmo de sua própria exploração do trabalho, será que ele faz consciência das ações de combate aos problemas ambientais?

[1] Entendido a partir da concepção marxista em que "consiste, grosso modo, na reificação das pessoas e na personificação dos objetos, conferindo à mercadoria características humanas" (SILVA, 2011 p.31). Essa relação mascara as relações de produção contidas no objeto, nesse caso transposto para as relações de consumo e da apropriação do discurso ambiental como mercadoria. Compreensão que busca uma visão para além da ciência.

O oficialismo presente em praticamente todas as matérias encontradas revela muito bem o segundo elemento, ou seja, a articulação do problema a agendas políticas e científicas. Mas, o discurso científico não é muito bem explorado pela mídia. A falta de preocupação com o rigor científico fica nítida se compararmos os conceitos abordados, enquanto na ciência o conceito de mudança climática é central, na mídia o que se observa é o maior emprego do conceito de impacto.



Figura 5: Os sinais do Apocalipse. Fonte: Revista Veja, ed. 1961, 21 de junho de 2006; Veja, ed. 2143, 16 de dezembro de 2009.

A dose de dramatização necessária não foi tarefa fácil para mídia no caso do Aquecimento Global. Talvez por isso, esse só se torna um problema de fato para a mídia em situações extremas, como foi o verão excepcional de 1988. Mas, o roteiro de um bom drama já foi encontrado, afinal o modo de produção gerador de tal problema (vilão) é o único capaz, em um ato de superação de resolver o problema (herói). Nesse caso, a ação antrópica precisamente passa de vilão à vítima e, por fim, para herói. As imagens em casos como esses depreendem mais capacidade de impacto do que palavras. É, então, que surgem capas que, além de sensibilizar, remetem à sensação de indignação necessária para agir como podemos ver na figura 5.

Associar o problema ao tempo presente é mais que necessário para que tenhamos uma agenda pública consolidada. Logo, as projeções climáticas não ganham tanta notoriedade quanto os impactos presentes. Matérias, como as do dia 14 de outubro de 2005 do jornal O Estado de S. Paulo, apontam “Esse deve ser o ano mais quente da história” e a Folha de S. Paulo divulga “2005 deve ser o ano mais quente, diz grupo”.

Para legitimar um problema ambiental, a mídia utiliza de apelos morais que pouco ressoam no paradigma social existente. Por fim, nota-se que a mídia constitui-se como um agente legitimador dos problemas ambientais, e apropria-se dos eventos climáticos específicos, apresentando o discurso científico paradigmático e contribuindo assim para a consolidação do Aquecimento Global como um problema ambiental legítimo e digno de ações de mitigação.

Conclusão

O que se pode concluir, diante do exposto, é que o Aquecimento Global constitui-se em um paradigma para a ciência das mudanças climáticas, que convencionamos chama-lo de Paradigma do Aquecimento Global de origem Antrópica. Aceitam-se as bases teóricas pressupondo as mudanças climáticas como sujeito e causa, ignorando que o conteúdo deste problema sugere que o clima seja uma consequência das intervenções humanas. Desta forma, avança-se num caminho para propor soluções aos problemas climáticos ao nível global, quando os problemas são, em realidade de origem econômica e social.

Trata-se de um debate estabelecido e regido pelo mundo anglo-saxão, uma vez que países como EUA, UK e Alemanha determinam as regras da ciência climática dominando o monopólio e a hegemonia científica.

Essa hegemonia fica ainda mais nítida quando verificam-se as instituições que dominam a publicação nos periódicos analisados. Pouquíssimas instituições aparecem, e geralmente são as mesmas dos principais cientistas que compõem o quadro do Grupo de Trabalho 1 do IPCC.

No que se refere à mídia, esta atua como um agente legitimador de uma agenda pública que transforma as mudanças climáticas (conceito) em Aquecimento Global (problema ambiental). Para tal utiliza-se de uma rotina de notícias calendarizadas conferindo a estas, elementos dramáticos, repletos de apelos morais, mas com um caráter oficial que pouco ressoa no paradigma social vigente.

Por fim, inserir o debate climático na escala global é contribuir para uma generalização que nega as especificidades locais. Assim, a solução para o problema adquire, também, um caráter global, cabendo aos países detentores da hegemonia política, econômica e científica determinar, também as ações que deverão ser implementadas por aqueles países que participam do debate climático/ambiental.

Assim, debater as mudanças climáticas em escala global é contribuir para consolidação de um discurso hegemônico no contexto da globalização econômica e no processo de mercantilização da natureza, já que as mudanças climáticas, em vez de serem consideradas como consequência das formas de exploração da terra e gestão do território, passam a ser consideradas como sujeito. Esta sujeitização do clima neutraliza a possibilidade de se compreender a essência do problema, legitimando o pensamento único na ciência mundial reforçando o modo de produção.

Referências bibliográficas

Callendar G. S., 1938 : The artificial production of carbon dioxide and its influence on climate. *Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **64**, 223.

Casagrande A., Silva Jr. P., Mendonça F., 2011 : Mudanças Climáticas e Aquecimento Global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, **Vol 8**, 30-44

Cook J. et al., 2013: Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. *Envirnmental Research Letters*, **Vol 8**, n. 2, 1-7.

Hawkins E. 2013 : Comparing global temperature observations and simulations, again. *Climate Lab*. Disponivel em: www.climate-lab-book.ac.uk/2013/comparing-observations-and-simulations-again/?utm_source=rss&ut. Acesso em: 12 julho 2013.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

HANNIGAN J., 1995 : *Sociologia Ambiental**: a formação de uma sociologia ambiental*. Lisboa: Instituo Piaget.

Oliveira L. D., 2012 : Da Eco 92 à Rio+20: uma breve avaliação de duas décadas. *Boletim Campineiro de Geografia* **vol 2**, n. 3, 479-499.

Oreskes N., 2004 : The Scientific Consensus on Climate Chane. *Science*, **306**, n. 5702, 1686.

Plass G. N., 1956 : The carbon dioxide theory of climate. *Tellus*, **8**, 140

Revelle R., Suess, H. E., 1957 : Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean and the equation of an increase of atmospheric CO_2 during the past decades. *Tellus*, **9**, n. 18.

SILVA F. A. Sobre o Fetichismo do capital em Marx. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, 2011. 105p.

Tyndal J., 1863 : On Radiation through the Earth's Atmosphere. *Philosophical Magazine*, **4**, n. 25, 204.

ZANGALLI JR P. C. 2013 : *Entre a ciência, a mídia e a sala de aula: contribuições da geografia para o discurso das mudanças climáticas globais***.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, p.138.

CLIMAT, PATRIMOINE CULTUREL ET BIODIVERSITÉ EN VILLE – ÉTUDE DES ZONES URBAINES DE L'ÉTAT DE SÃO PAULO – BRÉSIL ET RENNES MÉTROPOLE - FRANCE

ZANIRATO S. H.(1) , FOISSARD X.(2) , CROCI S (2) , RAMIRES, J. S.(1)

(1) Universidade de São Paulo - USP Leste, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, R. Arlindo Béttio, 1000, São Paulo, Brasil [szanirato@usp.br , jramires@usp.br]

(2) LETG Rennes COSTEL, Université Rennes 2, Campus Villejean, Maison de la Recherche, Place du Recteur Henri Le Moal, 35043 Rennes Cedex [xavier.foissard@univ-rennes2.fr , solene.croci@univ-rennes2.fr]

Résumé *- Actuellement plus de la moitié de la population mondiale vit en ville. Ces dernières sont des espaces complexes en raison de la présence d'une forte densité de population et de la concentration des activités. Pour ces raisons, les villes sont définies comme des systèmes caractérisés par des processus climatiques, écologiques et sociologiques spécifiques, comme la fragmentation des habitats, l'imperméabilisation des surfaces, la diminution de végétation et des signes du passé, l'occupation des espaces vulnérables et la présence d'îlots de chaleur urbain. Ces processus peuvent être exacerbés par des événements extrêmes liés au changement climatique. Le texte propose de présenter des études comparatives des aires urbaines de l'Etat de São Paulo - Brésil et de l'aire urbaine de Rennes Métropole - France, afin de mettre en évidence les particularités, les similarités et les distinctions.*
Mots-clés: *Climat, patrimoine culturel, biodiversité, ville, événements extrêmes*

Resumo - Clima, Patrimônio Cultural e Biodiversidade na Cidade – Estudos de áreas urbanas do Estado de São Paulo - Brasil e da região metropolitana de Rennes - França*. Atualmente, mais de metade da população mundial vive em cidades. Estas áreas são complexas, devido à presença de alta densidade de populações humanas e suas atividades. Por estas razões, as cidades são definidas como sócio-ecossistemas caracterizados por processos climáticos, ecológicos e sociológicos específicos, como a fragmentação do habitat, intensa impermeabilização do solo, remoção de vegetação e de signos do passado, ocupação de áreas vulneráveis e a presença de ilhas de calor urbano, que podem ser agravadas por eventos climáticos extremos relacionados às mudanças climáticas. O texto se propõe a apresentar estudos comparativos de áreas urbanas do Estado de São Paulo - Brasil e da região metropolitana de Rennes, França, de modo que as características, semelhanças e distinções, e procedimentos de natureza similar são realçados.*
Palavras chave: *clima, patrimônio cultural, biodiversidade, cidade, eventos extremos*

Abstract - Climate, Cultural Heritage and Biodiversity in Cities - Studies in urban areas of the State of São Paulo - Brazil and the metropolitan area of Rennes – France. *Currently, more than half the world's population lives in cities. These areas are complex due to the presence of high-density human populations and their activities. For these reasons, cities are defined as socio-ecosystems characterized by specific climatic, ecological and sociological processes such as habitat fragmentation, intense soil sealing, removal of vegetation and signs of the past, occupation of vulnerable areas, the presence of islands urban heat, which can be aggravated by extreme weather events related to climate change. The text aims to present comparative studies of urban areas in the State of São Paulo - and the metropolitan area of Rennes, so that the characteristics, similarities and distinctions, and procedures of a similar nature are highlighted.*
Keywords: *climate, cultural heritage, biodiversity, town, extreme events*

Introduction

L'intervention humaine, l'utilisation intense et la dégradation des ressources environnementales dans le monde au XXème siècle ont abouti à des modifications dans le système climatique terrestre. Le phénomène des changements climatiques est considéré comme la menace la plus grave que la planète affronte pendant ce siècle, une authentique crise, autant écologique que économique (THOMAS et al, 2004). Le changement climatique provoque des risques pour l'ensemble de l'humanité. Ainsi, le phénomène d'« îlot de chaleur », que l'on observe dans les grandes villes, peut être aggravé par le changement climatique, particulièrement lors des vagues de chaleur. La gestion par les politiques publiques du changement climatique devient de plus en plus impérative afin de rendre possible une réflexion sur la trajectoire de développement de façon à prévenir et à réduire efficacement ces effets. Les moyens d'adaptation vont au-delà de la technologie et mènent à la diffusion de connaissances sur les conséquences des changements globaux: la sensibilisation et l'information sont l'un des leviers pour la mise en

action de politiques publiques capables de faire face aux changements annoncés.

1. Le contexte climatique des sites d'études

La façade occidentale de la France est soumise à un climat tempéré océanique, dont les disparités dépendent de l'altitude et de la distance à la mer. Le bassin rennais se situe sur cet arc atlantique à environ 50 km du littoral sous l'influence d'un climat océanique dégradé (figure 1). Ce climat bénéficie d'hivers doux avec une température moyenne de 6,1°C (normales 1981-2010), on comptabilise un faible nombre de jours de gelées: en moyenne elles sont inférieures à 40 jours par an. Le nombre de jour de précipitations sous forme de neige est plus rare, on n'en dénombre que 9 en moyenne par année. Les étés sont frais comparativement aux climats de latitude similaire, à Rennes la température moyenne en été est de 23,7°C. Cependant des épisodes caniculaires et de sécheresses peuvent ponctuer les étés avec des conséquences sanitaires et sur l'agriculture importantes. Les précipitations sont réparties sur l'ensemble de l'année et leur cumul est de 700 mm [1981-2010], cependant elles sont un peu plus abondantes en hiver avec 28% des précipitations annuelles, contre 19% des précipitations annuelles en été. La situation continentale du bassin rennais, comparativement au reste de la région de Bretagne, se traduit par des précipitations moins importantes. Les pluies sont peu intenses : on observe moins de 20 jours par an où la hauteur d'eau cumulée est supérieure à 10 mm. Le climat océanique se caractérise par la succession des types de temps très variables (régulièrement au sein de la même journée) par l'alternance de précipitations, d'éclaircies, de ciels dégagés, etc…

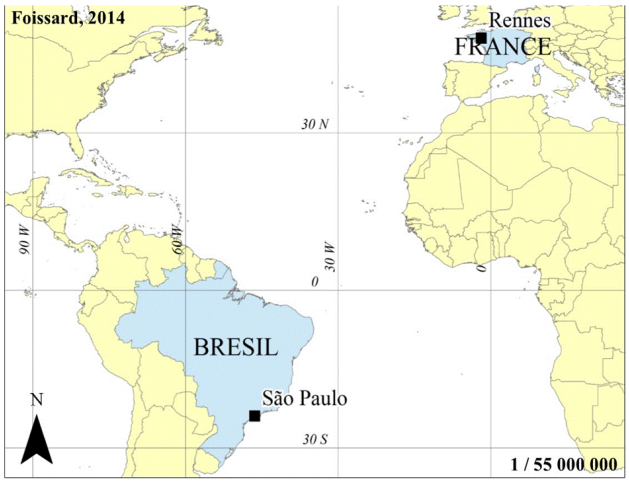


Figure 1: Carte de situation générale des villes de São Paulo et de Rennes.

Le changement climatique en France s'observe par une augmentation de la température moyenne sur l'ensemble du XXème siècle de 0,9°C avec des disparités comprises entre [0,9°C ; 1,1°C]. Les observations à Rennes montrent une augmentation importante des températures minimales (Tn) sur le siècle de 1,5°C alors que les maximales (Tx) n'ont augmenté que de 0,4°C, cela se traduit par une diminution de l'amplitude diurne moyenne (Moisselin, 2002).

L'augmentation des températures n'est pas homogène sur l'ensemble des saisons, à Rennes la température moyenne en été s'est accru de 1,2°C entre les normales de [1951-1980] et [1981-2010] ce qui souligne l'accélération du réchauffement sur la deuxième moitié du siècle. Quant aux régimes pluviométriques, ils ont très faiblement augmenté avec en moyenne +4,5% sur les mêmes périodes. L'analyse des sorties de modèles régionalisés produites par le CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique) permet de mettre en évidence l'augmentation des épisodes caniculaires pour le XXIème siècle à Rennes (Pagé, 2008). Le modèle RETIC-ARPEGE de Météo France projeté selon le scénario A2 simule les températures maximales pour les trois mois d'été (figure 2). Les journées qualifiées «journées d'été» sont définies par les jours où la Tx est comprise entre [25°C; 30°C[, pour les journées où la

Tx est supérieure à 30°C elles sont qualifiées de «journées chaudes». La fréquence de ces journées est dénombrée selon le scénario A2 dit «pessimiste» en terme d'émission de gaz à effet de serre durant le siècle et selon la «Référence» qui est une simulation du siècle passé.

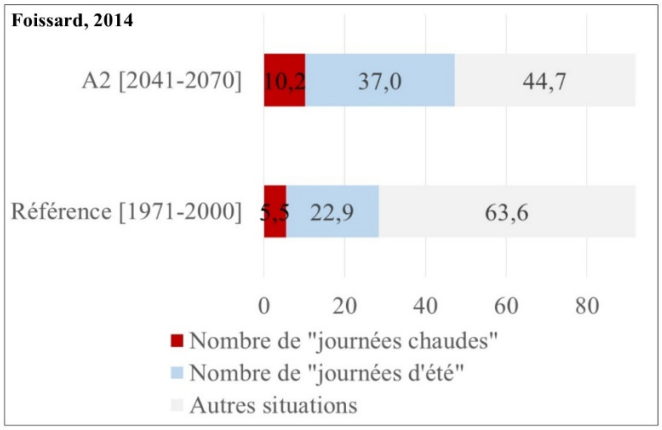


Figure 2: Décompte du nombre de "journées d'été" (25°C<Tx<30°C) et de "journées chaudes" (Tx>30°C) projeté par le modèle RETIC-ARPEGE (1971-2000).

Le nombre de «journées chaudes» double en 70 années selon les normales de [1971-2000] et [2041-2070] et 60% de «journées d'été» supplémentaire entre les deux mêmes périodes. L'évolution de la répartition de ces journées pose des questions sur des impacts en ville notamment. Les vagues de chaleurs et la surmortalité engendrée en 2003 en Europe ont mis en évidence les graves conséquences sanitaires potentielles, le phénomène d'îlot de chaleur urbain apparait comme l'un des éléments en cause dans cette crise.

Au Brésil, nous examinerons deux régions dans l'Etat de São Paulo, dans le contexte du changement climatique (figure 1): la ville de São Paulo dans la région métropolitaine et le Vale Histórico Paulista, située entre las Serras da Mantiqueira et do Mar, région de la Forêt Atlantique. São Paulo est traversée par le Tropique du Capricorne, région de transition entre les climats tropicaux humides d'altitude, avec des saisons sèches bien marquées, et les climats subtropicaux constamment humides. La ville, construite sur une partie du plateau atlantique (720 m à 850 m), présente des plaines alluviales, des collines, des chaînes de montagnes et des massifs d'orientations variées. Sous de telles conditions les types de temps se succèdent selon des variations brutales oscillant entre réchauffement et refroidissement intenses (Tarifa; Armani, 2001). Le Vale Histórico Paulista comprend six communes: Silveiras, Areias, São José do Barreiro, Arapeí, Queluz et Bananal. C'est une étendue entourée de collines, où se trouvent des fleuves sinueux et des chutes d'eau cristallines et froides. Son climat varie du tropical pluvieux au tropical d'altitude avec des sécheresses en hiver, et la région possède un riche patrimoine culturel et naturel avec les églises, les petits palais et manoirs, de style colonial et néoclassique, situés dans l'alignement de rues en damier, ainsi que des fermes dont les sièges sont des grandes maisons décorées de mobilier importé et qui ont des fresques sur leurs murs. Presque tous les édifices ont été construits en employant les techniques "*pau-a-pique*" et adobe, et contenant comme principaux matériaux structurels et décoratifs l'argile, le bois, les métaux et dérivés de fibres naturelles. Le patrimoine naturel est présent dans les restants de la forêt atlantique et la riche biodiversité que l'on y trouve.

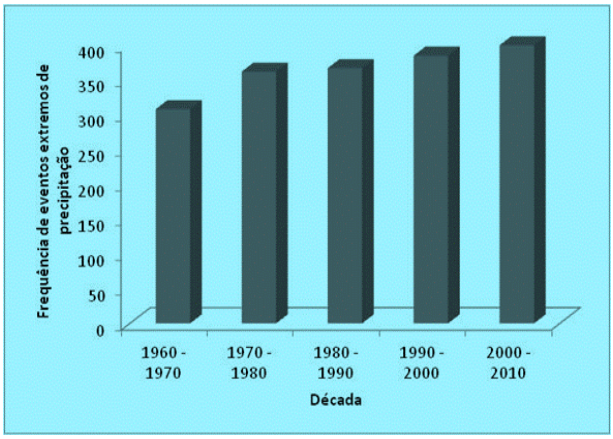


Figure 3 : Station Météorologique de Santana. Nombre de jours présentant l'intensité de pluies supérieure aux moyennes climatologiques -1960 – 2010 (Ramires, 2014)

Au Brésil des études indiquent qu'il y aurait une hausse de la température moyenne entre 1°C à 6°C d'ici la fin du XXIème siècle. Dans les régions Centrale, Nord et Nord-Est il y aurait une augmentation significative des températures avec une diminution importante des précipitations. Cette tendance s'inverse pour les régions Sud-Est et Sud, où on remarque une augmentation moins intense des températures, avec une croissance de niveaux de précipitation.

Les changements climatiques au Brésil provoqueront, probablement, des impacts sur l'ensemble de son territoire.[1] Les analyses préliminaires sur les stations météorologiques de la ville de São Paulo - Santana (Zone Nord) et Ipiranga (Zone Sud) - indiquent que, dans les dernières décennies, il y a eu une tendance à l'augmentation de la température et à la diminution de l'humidité relative de l'air, bien qu'on n'ait pas observé de tendance à l'augmentation de la précipitation mensuelle et du nombre de jours de pluie dans toutes les régions. À la station de Santana nous observons que le nombre de jours avec des précipitations inférieures aux normales a augmenté au cours de la série historique évaluée - environ 350 jours lors de la décennie 1960 à plus de 430 pendant la dernière décennie (figure 3); ce qui peut être considéré comme des évènements de pluvieux extrêmes (Ramires, 2014).

Dans le Vale Histórico Paulista, nous avons réalisé une analyse temporelle des variables météorologiques: température maximale, température minimale, humidité relative, pression atmosphérique, vitesse du vent et précipitations[2]. Les moyennes mensuelles ont été comparées avec les sorties des simulations du climat actuel (ERA-Interim, HadCM3 et ECHAM5 actuel) et du climat futur (HadCM3 et ECHAM5 futur). Le climat futur a été étudié à travers les résultats des simulations du modèle régional RecCM3 en utilisant des conditions initiales et aux limites fournies par les modèles globaux HadCM3 et ECHAM5 pour le scénario A1B. Les analyses montrent que le ECHAM5 ainsi que le HadCM3 simulent une augmentation des températures maximales et minimales de 3°C. Les modèles projettent une diminution de 3% de l'humidité relative, plus marquée entre les mois d'août et septembre, et une forte augmentation des précipitations (Ynoue, 2014).

[1] Sommaire exécutif Base Scientifique des Changements Climatiques Contribution du Groupe de Travail 1 sur le Premier Rapport d´Évaluation National du Tableau Brésilien de Changements Climatiques – 2013.

[2] Les données ont été recueillies dans les stations météorologiques proches du Vale: à Taubaté et São Luiz do Paraitinga (2008 à 2013) et à Resende (1961 à 2010). On a aussi analysé les données de 4 stations météorologiques installées dans des domaines du Vale (Fazendas Vargem Grande et Catadupa), rapportées à la période du 9 mai 2013 au 14 février 2014. La localisation (latitude/longitude) et les altitudes des stations météorologiques de Taubaté, Resende, São Luis do Paraitinga, Fazenda Vargem Grande et Fazenda Catadupa sont respectivement: -23.03, -45.55 et 577; -22.45, -44.43 et 440; -23.23, -45.42 et 874; -22.69, 44.68 et 640; -22.66, -44.53 et 600.

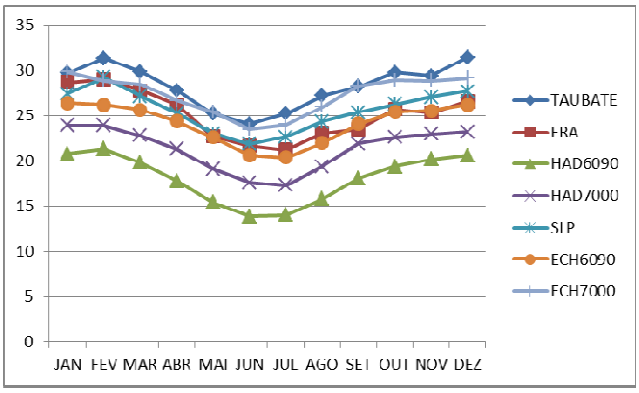


Figure 4: Comparaison entre températures maximales mensuelles (°C) observées à Taubaté et São Luis do Paraitinga avec le ERA-Interim, HadCM3 et ECHAM5 (climat actuel et futur) (Ynoue, 2014).

Nous avons constaté des incertitudes concernant les précipitations car le modèle ECHAM5 simule moins de jours avec des pluies intenses dans l'avenir tandis que le modèle HADCM3 indique le contraire. Il est important de rappeler que des risques tels que des inondations provoquées par l'intensité et la persistance des pluies dépendent de l'usage du sol. Cependant, la vulnérabilité du patrimoine culturel aux effets indiqués par les scénarios utilisés pour la région dépend des aménagements menés actuellement.

2. Milieu Urbain

La ville de São Paulo compte 11 millions d'habitants répartis sur 1.521 Km^2. Elle fait partie de la région métropolitaine de l'Etat de São Paulo qui compte 39 municipalités et s'étend sur environ 8000 km^2 où vivent environ 20 millions de personnes. L'étalement urbain dans la métropole avec l'intense urbanisation et industrialisation se caractérise par l'imperméabilisation du sol, de l'occupation de zones à risques, la suppression de la végétation, la concentration d'activités industrielles et des bâtiments, ainsi que l'augmentation du trafic automobile du à la faible présence des transports en commun. Ces faits contribuent au changement du bilan d'énergie dans le milieu urbain, ce qui engendre des «îlots de chaleur» où les espaces les plus imperméabilisés et bâtis sont les plus chauds (Oke, 1978; Lombardo, 1985; Mendonça, 2000; Nobre et.al, 2010). Les îlots de chaleur peuvent aggraver les événements extrêmes et la vulnérabilité de la ville, si on prend en considération les changements climatiques (Nobre et. al, 2010).

Dans les extrêmes Nord et Sud se trouvent des restants de la Mata Atlântica. Ceux-ci comprennent la Reserva da Biosfera dont la flore et la faune subissent une forte pression de l'étalement urbain désordonné. Parmi les 700 espèces de la faune cataloguées dans la commune de São Paulo, 128 espèces sont endémiques de la Mata Atlântica, 30 sont menacées d'extinction dans l'etat de São Paulo, 22 sont quasiment menacées d'extinction et 13 présentent des données manquantes, selon le Décret 53.494/08 (SVMA, 2004). Les plus grands risques (glissement de terrain et inondations) sont provoqués par l'augmentation du nombre de jours de pluies abondantes, à partir de l'analyse de la station météorologique de Santana. Ces risques se produisent en périphérie de la ville, sur des flancs de colline escarpés et des bords de cours d'eau, où prédominent les occupations et les lotissements clandestins, ce qui menace, à leur tour, la faune existante. Cependant, la diminution de l'humidité relative de l'air et l'augmentation de la température lors des vagues de chaleur rendent les quartiers moins arborés plus vulnérables à celles-ci, notamment les quartiers où la population est la plus défavorisée.

À son tour, le Vale Histórico Paulista présente une forte vulnérabilité aux changements climatiques face aux précipitations abondantes, à l'humidité relative et aux orages violents (Alves et Ojima, 2008). Ce phénomène a lieu car la région se compose de vallées entourées de

montagnes où il y avait la forêt atlantique, mais aujourd'hui peu couvertes par la végétation du fait des anciennes plantations de café, puis de l'élevage en pleine croissance, qui a favorisé la dégradation des sols. Pour évaluer la vulnérabilité du patrimoine culturel du Vale Histórico nous avons réalisé une étude sous la forme d'inventaire avec des visites dans les centres urbains et dans les fermes (Zanirato, 2014). Durant deux années nous avons mesuré et repéré les biens édifiés, leur conformité, les techniques, les matériaux et les méthodes employées dans leur production, l'état de conservation et les risques naturels et anthropiques. 195 fiches des immeubles répertoriés (39 ruraux et 156 urbains) ont été produites. Une fois l'inventaire complet, nous avons observé que certaines techniques se répètent pour un grand nombre des édifices liés à la période du café: maçonnerie à pierre sèche, structures qui emploient de l'argile et du bois et qui sont présentes dans l'emploi du torchis, du pisé (pilonné) et de l'adobe. Une partie significative des édifices historiques présentent l'invasion du bois par les termites, particulièrement pour les parquets, les plafonds et dans les fissures; il y a des plaintes pour les arrachements de tuiles, les écoulements d'eau au plafond et l'humidité. Plusieurs édifices présentent des fissures sur les murs, quelques-uns ayant le crépi tombé et le torchis exposé. Quelques édifices ont été restaurés avec des matériaux contemporains comme la brique, des revêtements à base de ciment et des peintures ayant des produits chimiques tels que l'acrylique, ce qui n'a pas de rapport avec les anciennes structures. Les risques actuels repérés sont: l'invasion de termites de bois (78), l'arrachement de tuiles avec écoulement d'eau au plafond et humidité (36), les fissures et les fentes sur le mur (16), la proximité de rivières (10), la foudre (16), les vibrations (14), les glissements de terrain (8), l'abandon (7), le vandalisme (2).

Après l'analyse des échantillons d'air à l'intérieur des immeubles, nous avons constaté la contamination biologique de champignons et bactéries qui peuvent pénétrer le matériel et provoquer la corrosion acide, la dégradation enzymatique et l'attaque mécanique des structures (Chambergo, 2014). La détérioration sur la maçonnerie et bois s'explique par l'action directe et indirecte des conditions de climatiques extérieures (température, humidité et pluie) et attaque microbiologique par des bactéries et des champignons (Cavicchioli, 2014).

Nous avons également observé la bio-détérioration de la maçonnerie de terre et des boiseries, l'élévation de la concentration de sels solubles dans les composés d'argile et le bois, avec des risques pour la stabilité des édifications et l'augmentation de l'infestation d'insectes xylophages (termites). Cette situation peut s'aggraver puisque l'augmentation de la température entraîne l'apparition à plus grande échelle d'insectes comme les termites (Ribeiro, 2008).

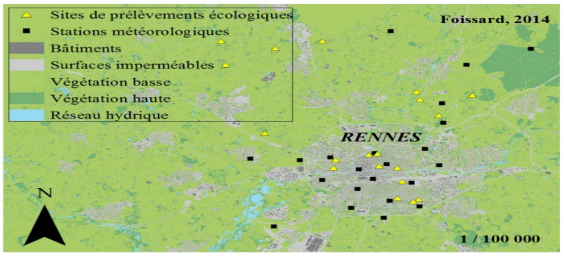


Figure 5: Carte de répartition des stations de mesures dans l'agglomération de Rennes.

Le territoire de Rennes Métropole s'étend sur 705 km² dans lequel vivent environ 400 000 habitants, dont 200 000 habitants dans la ville de Rennes (figure 5) soit la 11ème ville la plus peuplée de France. Malgré ses dimensions modestes, ce territoire est soumis au phénomène d'îlot de chaleur urbain. Lors du programme pluridisciplinaire ECORURB (Ecologie du Rural vers l'Urbain) un réseau de stations météorologiques a été installé à partir de 2004 afin d'observer le gradient de température correspondant à l'îlot de chaleur urbain (Dubreuil et al., 2011).

Les facteurs météorologiques mesurés par le réseau de mesures sont la température, l'humidité relative, le vent (sens et orientation) et les précipitations à une fréquence horaire (figure 5).On dénombre 20% de nuits avec un fort îlot de chaleur urbain dont l'intensité en fin de nuit est supérieure ou égal à 5°C. L'îlot de chaleur urbain est associé à un type de temps avec un ciel clair et dégagé sans vent, ce qui explique sa variabilité saisonnière. En hiver, l'écart moyen des Tn observés entre le centre et la périphérie est de 1,8°C, tandis que l'été la différence moyenne des Tn est de 2,3°C (Foissard et al., 2012).

L'analyse spatiale de l'îlot de chaleur urbain est réalisée à partir d'indices et de facteurs environnementaux décrivant les morphologies urbaines rencontrées. Ces observations mettent en évidence les éléments d'occupation du sol influant sur la variabilité spatiale de l'îlot de chaleur. L'analyse menée est multi-scalaire, ce qui permet d'observer la variabilité spatiale à l'échelle du quartier. A partir de ces observations, la construction d'un modèle est réalisée afin de spatialiser l'îlot de chaleur urbain présent sur le territoire (Foissard et al., 2013). Il existe une relation étroite entre le climat et l'occupation du sol en ville. La végétation urbaine qui est une des composantes des sols urbains, dans les espaces publics ou privés, joue un rôle important dans la régulation des conditions climatiques locales et inversement le climat local a un impact sur cette végétation (Mimet, 2009). Mais qu'en est-il de la faune? Il n'est pas connu que des espèces animales aient un effet (au travers de leur action sur le milieu par exemple) sur les conditions climatiques urbaines. Pourtant, bien que rares, des études ont montré que le climat urbain, et plus particulièrement l'ilot de chaleur urbain avait un impact sur certaines espèces animales.

Dans le cadre du programme ECORURB, écologues et géographes ont tout d'abord cherché à quantifier les modifications des paysages et des habitats (espaces verts publics ou privés) engendrées par l'urbanisation afin de déterminer l'impact de ces modifications (paysage vs habitat) sur la structure des communautés animales (Croci et al. 2008). Cette étude a montré pour la première fois qu'en fonction de leur capacité de dispersion, les communautés animales répondent à l'urbanisation à des échelles différentes (paysage ou habitat) et que ces communautés ne sont pas affectées de la même façon par l'urbanisation. La fragmentation et la minéralisation des sols en milieu urbain affectent la dispersion des individus et ainsi la colonisation des taches d'habitat urbaines, surtout pour les espèces à faible capacité de dispersion comme les coléoptères carabidés. Cependant, quand les espèces parviennent dans les taches d'habitats urbaines, la qualité de l'habitat reprend un rôle déterminant sur la structure des communautés (cas des oiseaux).

Suite à ces travaux, nous nous interrogeons désormais sur l'impact potentiel de l'ilot de chaleur urbain sur les coléoptères carabidés. En effet, ces insectes se dispersent difficilement dans la matrice paysagère urbaine et ont donc peu de possibilités de s'affranchir de l'élévation des températures de ce milieu en le quittant. De plus, leur régulation corporelle est étroitement liée aux conditions climatiques extérieures. Ce travail en cours repose sur l'étude de 19 petits boisements répartis depuis le centre-ville de Rennes jusqu'à sa périphérie rurale (figure 5). Au sein de chacun de ces sites, nous avons d'une part fait le suivi régulier (tous les 5 jours) des carabes présents et actifs, et d'autre part le suivi des températures atmosphériques (utilisation de capteurs mobile Tinytag). Le choix de ces sites a été fait en fonction de leur localisation au sein ou hors de l'ilot de chaleur urbain rennais, lequel est bien connu grâce au réseau de stations météorologiques déployé et étudié depuis quelques années déjà sur cette ville et ces environs (Foissard, 2013). Climatologues, géographes et écologues analyseront conjointement les données températures, espèces et occupation du sol autour des boisements pour comprendre les

interactions entre ces différentes variables environnementales et leurs impacts sur la biodiversité le long d'un gradient rural-urbain.

Discussion et conclusion

Malgré l'extension territoriale et la situation géographique de la région métropolitaine de Rennes et de l'État de São Paulo, avec les climats et des conditions naturelles différentes, les études démontrent des problèmes communs tels que les îlots de chaleur, qui peuvent être aggravés par les effets du changement climatique, ce qui entraîne des risques pour la santé publique, la biodiversité et le patrimoine culturel. Des études spécifiques à Rennes, ont pu déterminer les effets du changement climatique qui se produisent différemment sur certaines espèces animales.

Dans la ville de São Paulo la recherche dans cette direction est encore à la phase initiale et limitée à l'inventaire de la faune et à l'identification des espèces menacées, résultant de l'élimination et de la fragmentation de la forêt atlantique et des modes d'utilisation et de l'occupation des sols. Cette même fragmentation de la végétation et des modes d'utilisation des terres peut expliquer la vulnérabilité du patrimoine culturel du Vale Histórico Paulista au changement climatique. La situation est aggravée par l'inaction du gouvernement.

Pour la France, les PCET (Plan Climat Energie Territorial) sont en cours de déploiement et visent à réduire les impacts du changement climatique dans les villes. Les travaux menés sur le territoire de Rennes Métropole permettent d'apporter des éléments pour la mise en œuvre de la politique d'adaptation de la ville. Les projections des températures révèlent l'augmentation des épisodes caniculaires où l'îlot de chaleur a un impact sur la population urbaine, ces impacts peuvent se traduire par un inconfort voire une surmortalité selon la vulnérabilité des personnes. Conjointement, le phénomène d'urbanisation participe à l'intensification du phénomène d'îlot de chaleur par l'imperméabilisation des surfaces. Les études climatiques menées apportent des informations et des éléments pour la prise en compte dans l'aménagement des vagues de chaleurs actuelles et à venir. L'optimisation des formes urbaines par l'intégration des connaissances topo-climatiques sont dépendantes d'une volonté politique d'anticipation des évènements climatiques.

Le Brésil, à son tour, a approuvé en 2009, une politique nationale sur les changements climatiques (PNCC), qui définit les actions qui seront effectuées à cette fin par des entités politiques et les organes de l'administration publique, respectant les principes de précaution, de prévention, la participation la citoyenneté, le développement durable et les responsabilités communes mais différenciées. L'idée est également que chacun a le devoir d'agir dans l'intérêt des générations présentes et futures, afin de réduire les impacts des perturbations anthropiques avec le système climatique; ainsi que l'obligation de prendre des mesures pour anticiper, prévenir ou atténuer les causes identifiées du changement climatique d'origine anthropique sur le territoire national. Spécifiquement pour l'État de São Paulo, la loi 12.187, également de 2009, stipule l'obligation d'agir pour anticiper, prévenir ou atténuer les causes qui provoquent le changement climatique.

De même, la loi n° 14 933/2009, a institué une politique sur les changements climatiques dans la ville de São Paulo, dont la première directive est la formulation et la mise en œuvre des plans, programmes, politiques et incitations ou des actions restrictives concernant les organes publics et la société civile; il s'agit de stabiliser les concentrations de gaz générateurs de l'effet de serre à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Cependant ce qui est observé sont des actions limitées face aux risques d'une ville qui se construit en marge

de la planification et du contrôle public. Néanmoins, il semble que le pays est en retard dans la connaissance de la vulnérabilité et des risques, et qu'il est donc fondamental de dédier une plus grande attention aux études de vulnérabilité, les impacts sectoriels et les mesures d'adaptation, sachant que l'ignorance amplifie les problèmes éventuels.

En ce qui concerne le patrimoine culturel du Vale Histórico, aujourd'hui, une chose certaine est qu'il est déjà en risque de disparition. L'intensification d'événements climatiques globaux va accélérer sa disparition si rien n'est fait. L'expectative est que l'organisme, responsable pour la protection du patrimoine culturel, conscient des risques, empêche la perte imminente d'une partie significative des biens qui marquent les histoires et les mémoires de la région et un lieu historique qui donne un sens à la communauté qui y habite. La nécessité d'intervention, doit tenir compte des usages sociaux du patrimoine, en reconnaissant l'importance de ces biens parce que beaucoup d'entre eux sont des habitations et des locaux où s'établissent des relations sociales et qui sont aussi des moyens réels d'obtention d'un revenu pour la population de la région. Les changements climatiques peuvent porter préjudice et faire échouer la forme économique que le patrimoine peut assumer dans la localité. Dégrader ou perdre ce patrimoine peut signifier mettre en péril les habitations mais aussi les emplois dans ces localités.

Il est connu que la crise environnementale actuelle exige la mise en œuvre des politiques publiques en matière d'atténuation et d'adaptation et des changements de comportement qui permettent de repenser la trajectoire de développement en vue de prévenir et d'atténuer ses impacts.

Références bibliographiques

Alves H. P. da F., Ojima R., 2008: Vulnerabilidade as Mudanças Climáticas nas Áreas Urbanas do Estado de São Paulo: Mudança no Regime de Chuvas e Características Socioeconômicas e Demográficas da População. IV Encontro Nacional da Anppas 4, 5 e 6 de junho, Brasília, DF, Brasil.

Cavicchioli A, Faria D L. A. De, Fornaro A. 2014: Subprojeto: Avaliação das condições de vulnerabilidade dos materiais. In: Zanirato, S. H. A vulnerabilidade do patrimônio cultural do Vale Histórico de São Paulo às mudanças climáticas. Relatório FAPESP - Condephaat - 2011 -51016-9.

Chambergo F. S. A. 2014: Subprojeto: Identificação e caracterização de microrganismos presentes no Patrimônio Cultural do Vale Histórico Paulista. *In* zanirato, S. H. A vulnerabilidade do patrimônio cultural do Vale Histórico de São Paulo às mudanças climáticas. Relatório FAPESP - Condephaat - 2011 - 51016-9.

Croci S., Butet A., Georges A., Aguejdad R. and Clergeau P. 2008b: Small urban woodlands as biodiversity conservation hot-spot: a multi-taxon approach. Landscape Ecology 23: 1171-1186.

Dubreuil V., Quenol H., Foissard X. et Planchon O. Climatologie urbaine et îlot de chaleur urbain à Rennes. *Ville et biodiversité*, Clergeau P. (dir.), Presses Universitaires de Rennes, 2011, pgs 137- 159.

Foissard X., Cantat O., Dubreuil V., et al., 2012 : Climat urbain, changement climatique et types de temps dans le Grand Ouest de la France. Changement climatique dans l'Ouest, pgs. 73-92.

Foissard X., Quénol H., Dubreuil V., et al., 2013 : Analyse et spatialisation de l'ilot de chaleur urbain dans l'agglomération rennaise. In : Actes du 26e colloque de l'AIC. pgs 242-247.

Lombardo M. A., 1985: Ilhas de calor na metrópoles: O exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec.

Mendonça F. O, 2000: clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teóricos metodológicos e estudo de caso. In: Sant'Anna Neto, J. L., Zavatini, J.A. (org). Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: EDUEM.

Mimet A., Pellissier V., Quénol H., Rozé F., Dubreuil V. and Aguejdad R.:2009: Urbanisation induces early flowering: evidences from Platanus acerifolia and Prunus cerrasus. International Journal of Biometeorology **53**, 187-198.

Moisselin J.-M., Schneider M., et Canella C., 2002 : Les changements climatiques en France au XXè siècle. Etude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations.

Nobre et.al., 2010: Vulnerabilidades das megacidadades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo, Sumário Executivo.

Oke, T. R. Boundary Layer Climate. London. Methuen, 1978.

Pagé C., Terray L., et Boé J., 2008 : Projections climatiques à échelle fine sur la France pour le 21ème siècle: les scénarii SCRATCH08.

Ramires J. Z. S. A Gestão dos riscos climáticos em São Paulo. VI Congresso Iberoaamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, 08 a 12 de setembro, USP, 2014, pgs. 203 e 204.

Ribeiro W. C., 2008: Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. Parcerias Estratégicas, CGEE, n. 27.

Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. GEO cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano/SVMA, IPT, PMSP, Brasília: PNUMA, 2004.

Tarifa J. R., Armani G. Os, 2001: climas naturais. In: Os Climas de São Paulo. Tarifa, J.R.; Azevedo, T. R. (Orgs.), São Paulo, GEOUSP, pgs. 34 a 46.

Zanirato S. H. A, 2011: vulnerabilidade do patrimônio cultural do Vale Histórico de São Paulo às mudanças climáticas. Relatório FAPESP – Condephaat, 51016-9, 2014.

MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO EM ATERRO SOBRE MANGUE E LIXÃO: UM ESTUDO NA GRANDE SÃO PEDRO, VITORIA/ES, BRASIL.

ZORZAL S. (1), GIMENES A. C. W. (1), PIRES P. (1)

(1) Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Fernando Ferrari, Vitória/ES, Brasil [sorayazorzal.a@gmail.com, acw.gimenes@gmail.com, patricio.piris@gmail.com]

Resumo – *O objetivo desse trabalho é avaliar os métodos para compreender a influência dos sedimentos de mangue e deterioração de lixo sobre a possível instabilidade dos materiais de aterro na região da Grande São Pedro (Vitória, Espírito Santo, Brasil), verificando risco potencial para construções e sua espacialidade. Propõe-se como foco na metodologia de análise de risco em aterro sobre mangue e lixão, adaptada à realidade ambiental e urbana da Grande São Pedro, os seguintes critérios e métodos de análise: 1. análise integrada de mapas temáticos, dos quais adensamento urbano, profundidade do aterro e do lixo e mapa da espessura do sedimento de mangue; 2. sensitividade das argilas dos sedimentos subjacentes ao aterro em pontos amostrais; 3. mapa de graus de instabilidades do aterro.*
Palavras-chave: *risco; aterro; mangue; mecânica do solo.*

Résumé – Méthode d'analyse des risques sur les décharges et de vidage mangroves: une étude à São Pedro, Vitória / ES, Brésil *L'objectif de cette étude est d'évaluer les méthodes pour comprendre l'influence des sédiments de mangrove et la détérioration des déchets sur l'instabilité possible de matériaux de remblai dans le Grand São Pedro (Brésil, Vitória, Espírito Santo) région, le contrôle risque potentiel pour les bâtiments. De cette analyse, il est proposé de mettre l'accent sur la méthodologie d'analyse des risques sur les décharges et vider mangrove adaptée à la réalité environnementale et urbaine de São Pedro, les critères et les méthodes d'analyse suivantes: 1. analyse intégrée des cartes thématiques, y compris la densité urbaine, la profondeur de remplissage et les ordures et la carte de l'épaisseur de la mangrove sédiments 2. sensibilité des argiles sous-jacentes de l'échantillonnage enfouissement des sédiments points 3. carte des degrés d'instabilité de la décharge.*
Mots-clés: *risque; décharge; mangroves, mécanique des sols.*

Abstract – Hazard analysis method in landfill on solid wast and mangroves sediments: a study in São Pedro, Vitória/ES, Brazil. *The study aim evaluate methods to understand the influence of mangrove sediments and trash deterioration on the possible instability of landfill materials in Grande São Pedro (Vitória, Espírito Santo, Brazil), checking potential risk to buildings and their spatiality. From this analysis, it is proposed to focus on the methodology the hazard analysis in landfill on mangrove adapted to environmental and urban reality of São Pedro, the following criteria and analysis methods: 1. integrated analysis of thematic maps, including urban density, depth of landfill and thickness of garbage and the mangrove sediments; 2. sensitivity of clays underlying the landfill in sampling points; 3. map of degrees of instability of the landfill.*
Keywords: *hazard; landfill; mangroves, soil mechanics.*

Introdução

A região da Grande São Pedro está localizada a noroeste da Ilha de Vitória entre o estuário e o Maciço Central de Vitória, um maciço costeiro de morros com estrutura de rochas cristalinas (Figura 1). Essas rochas cristalinas se estendem subjacentes aos sedimentos de mangue de forma irregular. Anteriormente configurada por manguezal, dominada pela presença de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, e predomínio de Gleissolos, após 1970 a região foi inicialmente ocupada. Atualmente a área corresponde a uma planície de aterro que pode atingir 60 cm de espessura, sobre resíduos sólidos (lixo), em determinados locais até 490 cm de profundidade, adjacentes a sedimento e vegetação de mangue. A evolução dos aterros em Vitória (Ferreira, 1989) foi observado, sobretudo, nas áreas de manguezal.

Inicialmente, a dinâmica de transformação incluía depósitos de lixo sobre o manguezal, concomitante a moradias do tipo palafitas, e, posteriormente, aterros, compostos por materiais externos, provavelmente dos Latossolos e Argissolos Amarelos da Formação Barreiras e dos Argissolos das áreas próximas ao manguezal.

O lixo, antes depositado, era do tipo não seletivo, e parcialmente excluído do local para o mercado de reciclagem (papel, metal, vidro), material para auto-construção e, de forma desumana, alimento.

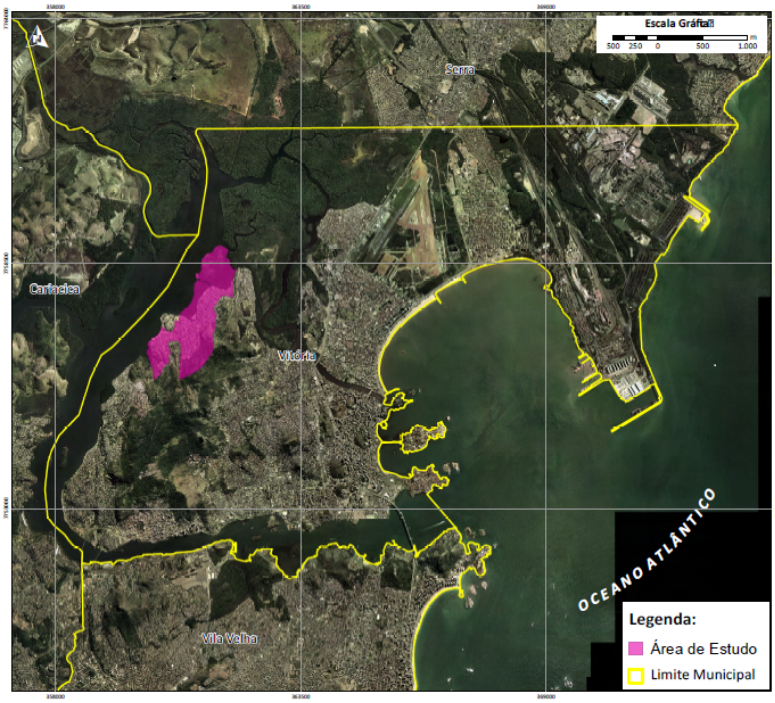


Figura 1 : Mapa de localização da região da Grande São Pedro
Fonte: Elaborado pelo Autor / **Dados:** IEMA e Geobases

Considera-se nessa análise, a mudança de volume desse lixo, pela decomposição e lixiviação do chorume, o que também pode resultar na deformação e instabilidade do aterro. A necessidade da escolha dos métodos os mais adaptáveis à realidade espacial e de reconhecimento da dinâmica do ambiente, que avaliar qualitativa e quantitativamente a deformidade dos aterros em função das diferenças mecânicas dos materiais nos quais está assentado, sobre um substrato de resistências desiguais espacialmente, deve-se ao fato dessas áreas serem ocupadas pela população, mediante construções de casas e equipamentos urbanos, tais como escolas, postos de saúde e praças.

Assim como a Região da Grande São Pedro, outros casos similares foram identificados no Brasil. A exemplo disso temo o bairro Parque Santa Cruz, em Goiania, Goiás. Com cerca de 30 anos consecutivos de aterros, os riscos associados a esta atividade está associado à qualidade da água e do solo, além da desestabilização dos terrenos e de suas construções (Amaral, 2012).

Com o objetivo de avaliar os métodos para compreender a influência dos sedimentos de mangue e deterioração de lixo sobre a possível instabilidade dos materiais de aterro na região da Grande São Pedro, verificando risco potencial para construções e sua espacialidade, foram realizados levantamentos de dados pedológicos, geomorfológicos, cartográficos, geotécnicos e de uso da terra, somados a controle de campo.

1. Metodologia

A primeira etapa da pesquisa foi a revisão bibliográfica sobre a mecânica de solos em áreas de manguezal e casos similares de ocupação urbana sobre aterros de mangue no Brasil. A segunda etapa requereu o estudo da área por meio de levantamento cartográfico: 1. Mapa geomorfológico; 2. Mapa pedológico; 3. Mapas de evolução da ocupação urbana; 4. Mapas de evolução dos aterros de Vitória; 5. Mapas do Plano Diretor Urbano de Vitória (PDU), constando Coeficiente de Aproveitamento (CA), Taxa de Ocupação (TO), Taxa de Permeabilidade (TP). Esta etapa somou-se a um controle de campo para verificação dos dados.

A terceira etapa constituiu objetivo de compilação de dados geotécnicos de sondagens de materiais em 10 pontos, sondagens essas efetuadas por diferentes empresas entre 1991 a 2008. Os dados referentes a cada sondagem foram posicionados espacialmente, com utilização de

Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os mapas foram elaborados de acordo com a Projeção Transversa de Mercator, usando o Datum Horizontal WGS1984, no fuso de 24S. As fontes das informações de base de dados utilizadas foram encontradas no banco de dados da Prefeitura Municipal de Vitória – GEOBASES e no banco de dados do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. Para a elaboração deste mapa foi adicionado o shape com os pontos de sondagem geotécnica levantados. No ArcGis, foi utilizada a ferramenta de interpolação considerava a profundidade máxima de cada ponto. Foi gerado um mapa raster onde espacioalizou-se a profundidade média da área. A ferramenta específica no ArcGis foi pelo ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Density > Kernel Density.

Conforme as sondagens geotécnicas levantadas, foram elaborados mapas com os tipos de materiais encontrados em cada ponto. Devido a grande diversidade de material pedológico e, sendo difícil padronizar sem grandes perdas de informações, foram criados círculos representativos para cada perfil vertical de solo correspondentes às sondagens. Para não haver prejuízo na informação, foi elaborada uma imagem representativa da sondagem para cada ponto, contendo um círculo que representa a quantidade de camadas em cada sondagem. Esses círculos apresentam a quantidade de camadas existentes, o tipo de material e a espessura.

A quarta etapa levou ao levantamento de ortofotos para identificar áreas de maior e menor permeabilidade da água na área da Grande São Pedro. Para este fim foi elaborado uma primeira versão do que chamamos mapa de impermeabilização da Grande São Pedro. Foram utilizadas as informações da Taxa de Permeabilidade compiladas do Plano Diretor Urbano.

A quinta etapa foi a análise e discussão dos métodos possíveis de serem adotados para compreender a influência dos sedimentos de mangue sobre a possível instabilidade dos materiais de aterro adaptada à realidade ambiental e urbana da Grande São Pedro, verificando risco potencial para determinadas construções e sua espacialidade, se comparadas a materiais com diferentes resistências.

2. Resultados

2.1. Apresentação dos mapas

2.1.1. Profundidade da rocha

A área sedimentar da Grande São Pedro apresenta vários pontos profundos, como o P11, P3 e P10, relativamente alinhados (Figura 2), similar a um fundo alongado, relativamente paralelo à ria que se encontra a oeste (baía de Vitória), diminuindo as profundidades da rocha cristalina nas proximidades dos morros de estrutura cristalina (a nordeste, leste e sudeste da Grande São Pedro - Bairro São José/Maciço Central e a noroeste - Ilha das Caieiras). Este mapa encontra-se em fase de refinamento, e estão sendo consideradas as sobreposições com o relevo e os solos da região em torno da área.

2.1.2. Espessura do aterro e dos sedimentos de mangue e impermeabilização

A região da Grande São Pedro caracteriza-se por uma grande diversidade de material pedológico. Um mapa de vegetação antigo, anterior ao aterro, poderia revelar aproximadamente sobre o substrato, por exemplo, mais argiloso ou mais arenoso, com base nas espécies identificadas em fotografias aéreas antigas. A padronização da legenda e elaboração de apenas um mapa da área da Grande São Pedro será viável com um número maior de sondagens ou de levantamento por radar (método GPR), sendo as sondagens já existentes um boa referência para a modelagem das linhas de reflectâncias registradas. Para o

objetivo deste trabalho, foram adotados círculos representativos para cada um dos perfis (Figura 3 a Figura 11).

Entre as camadas encontradas, os materiais são constituídos de lixo (plástico, borracha e entulho de obra), aterro (de areia a argila siltosa) e diferentes camadas (argila-arenosa, areia fina, areia média, areia argilosa, silte pouco argiloso, silte arenoso, argila arenosa, argila siltosa, argila orgânica de consistência muito mole de cor preta). Em função do histórico de ocupação (lixo, moradias, aterro com material da ria, aterro com materiais diversos) os primeiros 100 cm originais do solo foram totalmente afetados, submetidos a transformações e adições.

A diferença nas espessuras dos aterros não estão relacionadas à profundidade da rocha, nem à espessura dos sedimentos originais (Figura 2). Parece mais estar associado às irregularidades da superfície em função do antigo lixão e ao projeto de aplanamento da área. Nos sedimentos mais espessos, referente aos pontos P3, P10 e P11 (Figuras 5, 9 e 10), o aterro ocorre desde a pavimentação atual (mais ou menos 0,15 cm) até as profundidades de 1,61 m, 2,70 m e 2,00 m, respectivamente. Enquanto os pontos mais próximos da rocha, em profundidade, como P1, P2, P5 e P8 (Figuras 3, 4, 7 e 8) o aterro vai até 1,45 m, 2,00 m, 2,00 m e 2,00 m, respectivamente.

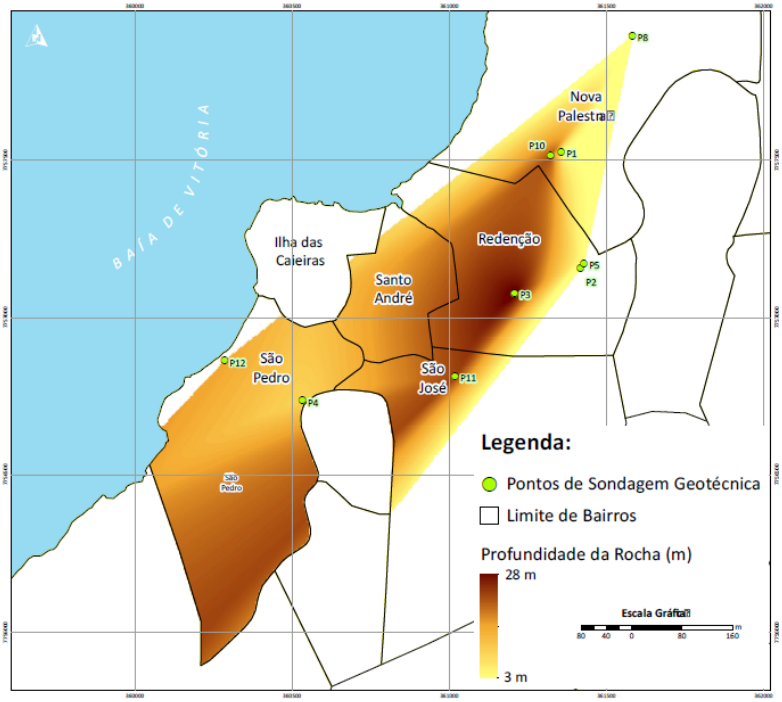


Figura 2: Mapa de profundidade da rocha
Fonte: Elaborado pelo Autor / **Dados:** IEMA e Geobases

O substrato apresenta uma diferenciação espacial alta, o que inviabiliza uma homogeneização. Como o foco são as instabilidades, sugere-se como critério de zoneamento a relação da resistência dos materiais, a posição (espacial) e a profundidade em que estão as camadas mais moles, associada às espessuras dos aterros. O reconhecimento geomorfológico e pedológico poderá ser utilizado na definição dos limites das zonas.

Nessa área com pavimentos até três andares, Taxa Máxima de Ocupação de 70 % e Taxa de Permeabilidade Mínima de 10 % (Vitória, Prefeitura Municipal, 2006), os processos relacionados a fluxos hídricos internos são pouco frequentes e de baixa magnitude, em relação à infiltração das águas pluviais. Entretanto, podendo ocorrer linhas preferenciais de fluxos nas áreas permeáveis. Há formação de lençol freático derivado das águas pluviais, possivelmente com alguma contribuição das águas residuais do antigo manguezal, limitado pelo contato aterro-mangue. Esse contato é constituído pelos materiais do aterro, seguidos de uma camada de areia (das dragagens efetuadas na ria de Vitória), seguidos de substrato de mangue.

A elevada impermeabilização da região da Grande São Pedro refere-se às edificações e a pavimentação (Figura 12) e deverá ser avaliada quanto ao grau de contribuição para as

possíveis instabilidades. Pelas características texturais dos materiais do aterro (de areia até argila siltosa), ele pode ser de bem drenado a medianamente drenado.

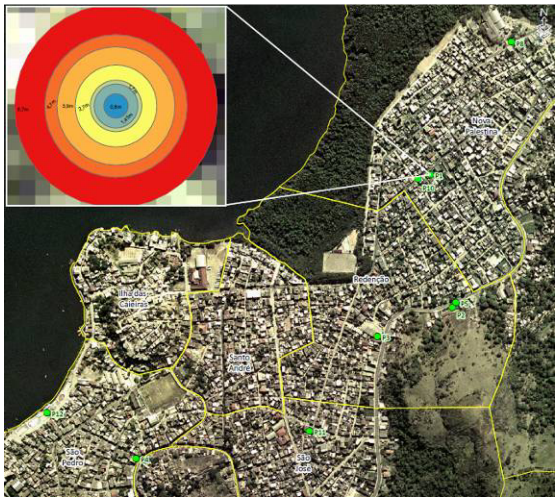


Figura 3: Perfil do ponto 1
Fonte: IEMA

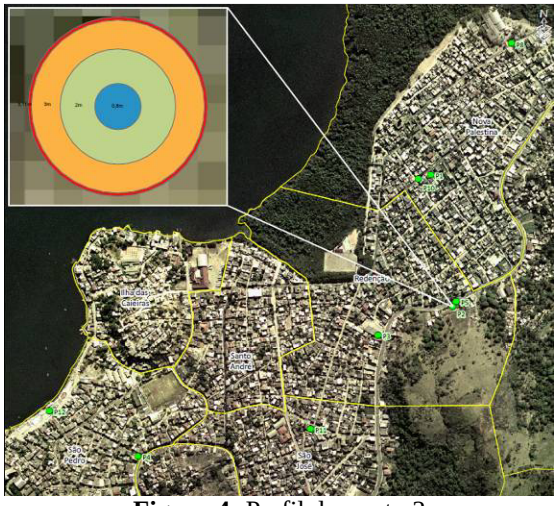


Figura 4: Perfil do ponto 2
Fonte: IEMA

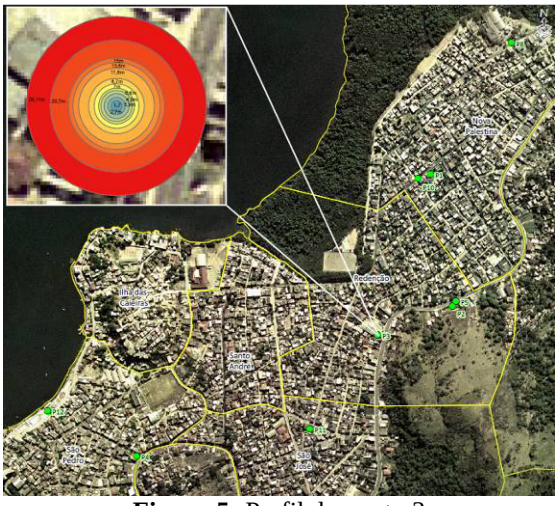


Figura 5: Perfil do ponto 3
Fonte: IEMA

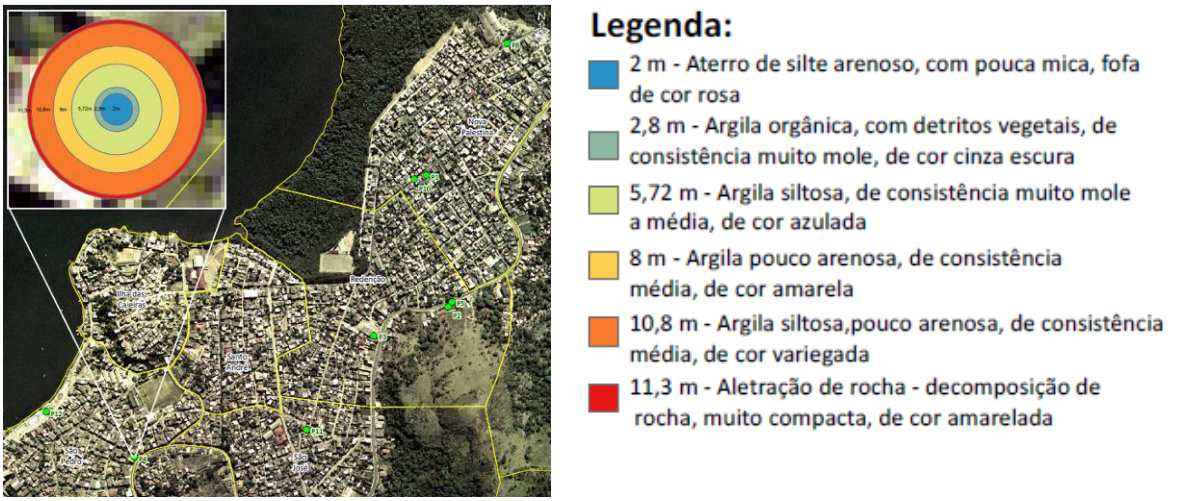


Figura 6: Perfil do ponto 4
Fonte: IEMA

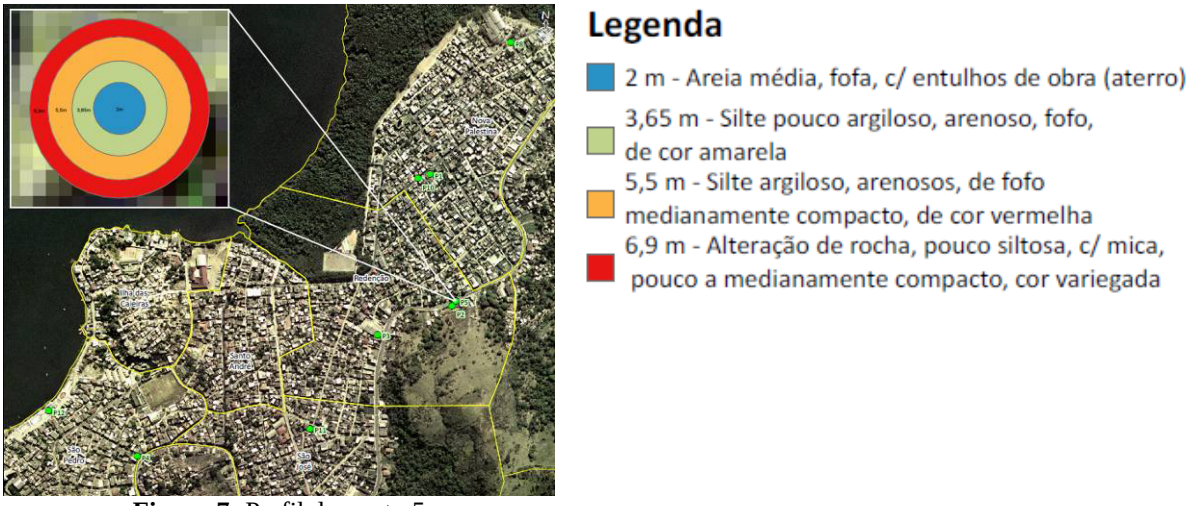


Figura 7: Perfil do ponto 5
Fonte: IEMA



Figura 8: Perfil do ponto 8
Fonte: IEMA

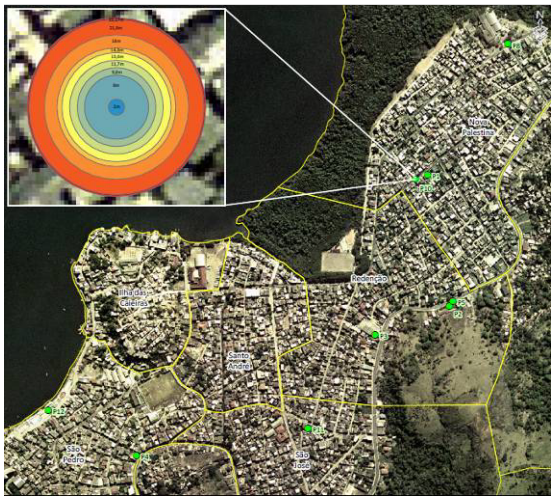


Figura 9: Perfil do ponto 10
Fonte: IEMA

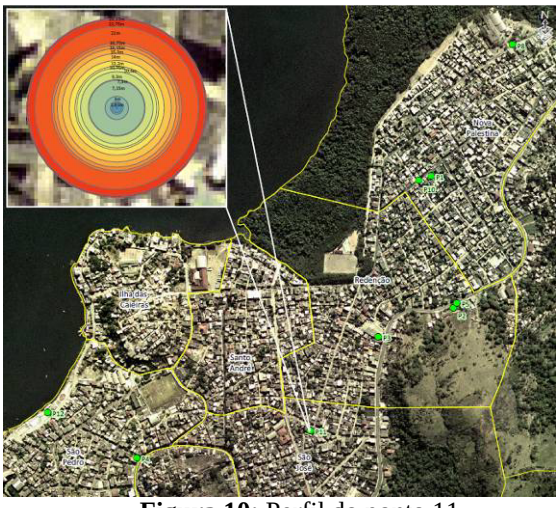


Figura 10: Perfil do ponto 11
Fonte: IEMA



Figura 11: Perfil do ponto 12
Fonte: IEMA

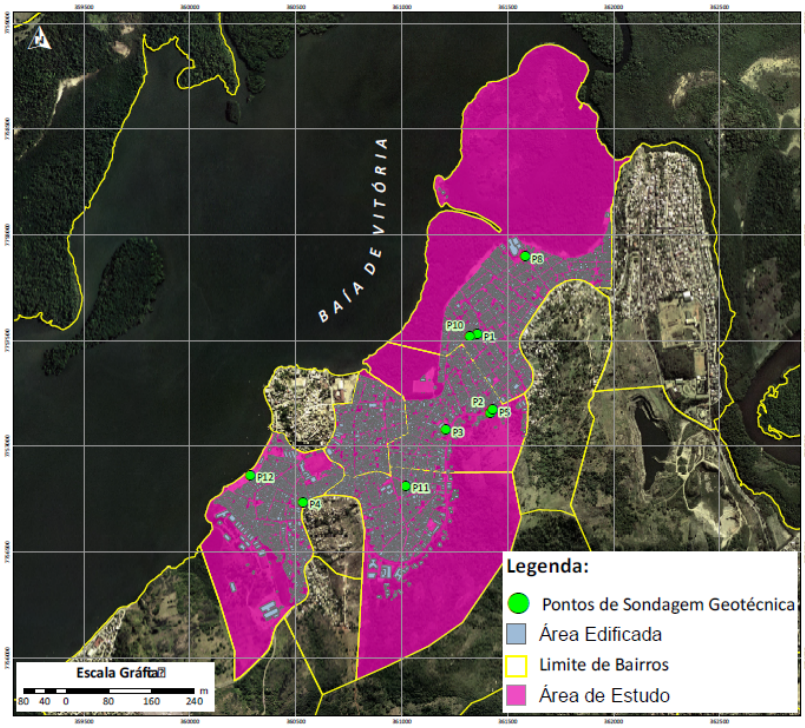


Figura 12: Mapa de Impermeabilização (Área Edificada)

Conclusão

A seleção dos métodos para entender o risco de possíveis instabilidades de aterro sobre mangue, para a região da Grande São Pedro, partiu deste levantamento. Uma questão é classificar a sensitividade das argilas do mangue. A sensitividade da argila pode ser atribuída ao arranjo estrutural das partículas, estabelecido durante o processo de sedimentação. Rompida a estrutura, a resistência é muito menor. Essa característica das argilas é muito importante, pois indica que, se a argila sofrer pouca ruptura, sua resistência após a ocorrência é bem menor (Pinto, 2006). Com uso de aparelho de cisalhamento (vane test) faz-se a medição da tensão do solo, analisando-a em dois momentos: resistência indeformada e resistência deformada, para fins de cálculo da sensitividade das argilas ($S=R_{indeformado}/R_{amolgado}$). Em razão das especificidades do ambiente da Grande São Pedro, aterro sobre camadas de diferentes espessuras e características geotécnicas, propõe-se uma metodologia, seguindo os seguintes critérios e métodos de análise: 1. análise integrada de mapas temáticos (adensamento; profundidades e espessuras dos aterros e sedimentos de mangue; geotecnia; mapas geomorfológicos); 2. sensitividade das argilas dos sedimentos de mangue; 3. mapa de graus de instabilidades do aterro.

Referências bibliográficas

Amaral A. P., 2012: Construindo um lugar de moradia em meio ao lixo, a riscos e estigmas: o bairro Parque Santa Cruz, em Goiânia (GO). *Revista de Ciências Sociais*, **n. 37**, p. 219-239.

Pinto C. de S., 2006: *Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas.* 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos. 367 p.

Ferreira R. D. 1989: *Os Manguezais da Baia de Vitória (ES): Um Estudo de Geografia Física Integrada*. Tese de doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 302 p.

Vitória Prefeitura Municipal, 2006: *Lei nº 6.705. Institui o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências*. 247 p.

Index des auteurs

Acquaotta, Fiorella 5
Aguiar, Ponciana Freire De 13
Alvez, A. 371
Amorim, Margarete 29, 107
Antunes, Adriano 37, 123
Antunes, Roberto Luiz Dos Santos 45, 123
Arnauld De Sartre, Xavier 176, 284
Arvor, Damien 308
Bacani, Vitor Matheus 53
Barcellos, Christovam 356, 411
Berges, Barbara 332
Bezerra, Manoel 387
Bisquert, Mar 160
Borges Da Costa, Guilherme 443
Borges, Luciana 308
Bégué, Agnès 160
Cardoso, Renata 29
Carmello, Vinicius 61
Carvalho, Rodrigo Guimarães De 13
Cavicchioli, Andrea 69
Colombo, Maria 77
Corbonnois, Jeaninne 324
Corgne, Samuel 53
Croci, Solène 467
De Freitas Maciel, Geraldo 292
De Musis, Carlo 206
De Oliveira, Wallace 292
De Toledo Gomes, Silvia 130
Debuf, Olivier 348
Decaens, Thibault 284
Dessay, Nadine 356
Dogna, Sofia 308
Dorigon, Larissa 29
Drapeau, Guillaume 348
Dubreuil, Vincent 1, 69, 115, 206, 237, 252, 395
Dufour, Simon 176
Durieux, Laurent 356
Emeric Bizerra De Araujo, Marcel 308

Equihual, Miguel 371
Espinoza, Jhan Carlo 348
Feitosa Souza Frenkel, Patrícia 411
Fernandes Barros, Omar Neto 451
Fernandes, Mariana 92
Ferraz, Rodrigo 371
Filizola, Naziano 348
Flores, Edilson 387
Foissard, Xavier 467
Frasca Teixeira, Danielle 107
Fratianni, Simona 5
Freire, George Satander Sá 13
Galvani, Emerson 37
Gamba, Carolina 115
Garcia Magalhães Peres, Lucas 300
Gautreau, Pierre 276
Gimenes, Ana Christina Wigneron 477
Gobo, João Paulo Assis 123
Gond, Valéry 284
Gonçalves, Ana 364
Gonçalves, Marcelo 138
Gonçalves, Weber 199
Grimaldi, Michel 176, 284, 403
Guimberteau, Matthieu 348
Gurgel, Helen C. 146, 300, 356
Guyot, Jean Loup 348
Hubert-Moy, Laurence 1
Jesus, Bruna 45, 123, 154
Jolivot, Audrey 160
Jégou, Nicolas 176
Kohler, Florent 308
Laques, Anne-Elisabeth 115, 146, 300, 356
Laurent, François 168, 324
Lavelle, Patrick 403
Le Clec'h, Solen 176, 403
Le Tourneau, François-Michel 435
Lombardo, Magda 154
Lopes, Camila 184

Lourenço, Suzana 192
Luchiari, Ailton 340
Luz, Rodolfo Alves 332
Lúcio, Paulo Sergio 237
Maessaka, érika 184
Maitelli, Gilda 206
Maqueo, Octavio 371
Marchand, Jean Pierre 1
Marques, Américo 214
Marquezola, Darlan 364
Martins, Marcos Henrique 419
Mello-Théry, Neli 245
Mendes, Crislaine 222
Mendonca, Francisco 230
Michot, Véronique 237
Minin, Hedi 77
Moroz-Caccia Gouveia, Isabel Cristina 332
Moura De Paulo, Carla 245
Nascimento Júnior, Lindberg 260
Nascimento, Lucelma Aparecida 252
Neves, Karina 268
Noucher, Matthieu 276
Nédélec, Vincent 1, 245
Oliveira Fonseca, Rafael 99
Oszwald, Johan 176, 252, 284
Passos, Messias Modesto Dos 84
Penven, Marie Josée 252
Pereira Da Silva, Rodrigo 292
Pires Negrao, Marcelo 308
Pires-Negrão, Marcelo 77
Piris, Patrício 477
Plassin, Sophie 168
Poccard-Chapuis, René 168
Quénol, Hervé 53
Ramires, Jane Z. S. 467
Rangel, Katia 419
Ribeiro, Wagner Costa 115
Riboli Rampazzo, Camila 316

Rizzi, Carlos Alberto 45
Robaina, Luís Eduardo De Souza 324, 427
Rodrigues, Cleide 332
Roggero, Marilia 340
Ronchail, Josyane 237, 348
Roux, Emmanuel 356
Sakamoto, Arnaldo Yoso 53
Sant'anna Neto, João Lima 61, 260, 316, 387, 395, 459
Santos, Jeater 364
Silva, Charlei 130, 379
Silva, Mauricio Alves Da 21
Silvestre, Miriam 387
Simas, Iury 395
Simoes, Margareth 160, 371
Sinisgalli, Paulo 403
Soares Da Silva, Alessandro 443
Souza De Gasquez, Aparecida 77
Suzuki, Julio Cesar 268, 419
Toledo Machado, Luiz Augusto 199
Tonneau, Jean Philippe 160
Tozato, Heloisa 245
Trentin, Romário 324, 427
Tritsch, Isabelle 435
Van Tilbeurgh, Véronique 443
Verdum, Roberto 427
Verweij, Peter 371
Vizintim Fernandes Barros, Mirian 138, 214, 222, 451
Warnavin, Larissa 230
Zandonadi, L. 5
Zangalli Jr, Paulo Cesar 459
Zanirato, Silvia Helena 467
Zavattini, João Alfonso 5
Zorzal, Soraya 477



PARTENAIRES ET SPONSORS :

Environnement et Géomatique : Approches comparées France-Brésil

Meio ambiente e Geomática : Abordagens comparadas França-Brasil

Edited by CCSd (Centre pour la Communication Scientifique Directe) on Tue, 18 Nov 2014