

COLETÂNEA II
“EDUCAÇÃO AMBIENTAL, GEOTECNOLOGIAS
E CARTOGRAFIA SOCIAL”

Edson Vicente da Silva
Rodrigo Guimarães de Carvalho
(Coordenadores)

TOMO 1
“GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO
AMBIENTAL PARTICIPATIVA”

Nelson Furtado Sales
Diana Alexandra Tovar Bollina
Wallason Farias de Souza
Antônio Jeovah de Andrade Meireles
(Organizadores)



COLETÂNEA II

“EDUCAÇÃO AMBIENTAL, GEOTECNOLOGIAS E CARTOGRAFIA SOCIAL”

EDSON VICENTE DA SILVA
RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO
(COORDENADORES)

TOMO 1

“GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO AMBIENTAL PARTICIPATIVA”

NELSON FURTADO SALES
DIANA ALEXANDRA TOVAR BOLLINA
WALLASON FARIAS DE SOUZA
ANTÔNIO JEEOVAH DE ANDRADE MEIRELES
(ORGANIZADORES)



**Reitor**

Prof. Pedro Fernandes Ribeiro Neto

Vice-Reitor

Prof. Aldo Gondim Fernandes

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. João Maria Soares

**Comissão Editorial do Programa Edições UERN:**

Prof. João Maria Soares

Profa. Anairam de Medeiros e Silva (Editora Chefe)

Prof. Eduardo José Guerra Seabra

Prof. Humberto Jefferson de Medeiros

Prof. Sérgio Alexandre de Moraes Braga Júnior

Profa. Lúcia Helena Medeiros da Cunha Tavares

Prof. Bergson da Cunha Rodrigues

Assessoria Técnica:

Daniel Abrantes Sales

Campus Universitário Central

BR 110, KM 48, Rua Prof. Antônio Campos,

Costa e Silva – 59610-090 - Mossoró-RN

Fone (84)3315-2181 – E-mail: edicoesuern@uern.br

Coordenação Editorial

Anderson da Silva Marinho

Andressa Mourão Miranda

Tacyele Ferrer Vieira

Projeto Gráfico

David Ribeiro Mourão

Diagramação

Nelson Furtado Sales

Capa e Ilustração

Ana Larissa Ribeiro de Freitas

Revisão

Edson Vicente da Silva

Rodrigo Guimarães de Carvalho

Catálogo

UERN

**Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Geotecnologias aplicadas à gestão ambiental participativa/
Nelson Furtado Sales... [et al]. (Org.). - Mossoró – RN, Edições UERN, 2017.

213 p. ; Tomo 1

Textos provenientes de projetos de pesquisa e extensão, apresentados durante o V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial.

ISBN: 978-85-7621-159-4

1. Geoprocessamento. 2. Participação social 3. Sustentabilidade I. Bollina, Diana Alexandra Tovar. II. Souza, Wallason Farias de. III. Meireles, Antônio Jeeovah de Andrade. IV. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. V. Título.

UERN/BC

CDD 372.357

Bibliotecária: Aline Karoline da Silva Araújo CRB 15 / 783



PREFÁCIO

As universidades, institutos de educação e pesquisa e as escolas públicas devem, cada vez mais, permeabilizar seus muros, como uma rocha calcária, para permitir uma maior porosidade e infiltração social. Abrir nossas portas e janelas, para saída e entrada de pessoas cidadãs, estudiosos e pesquisadores, afinal a população brasileira é quem nos constrói e alimenta.

Nosso retorno socioambiental é construir um tecido junto com os atores sociais, líderes comunitários, jovens entusiastas, crianças curiosas e velhos sábios. A integração entre os conhecimentos científicos e os saberes tradicionais é a base para um desenvolvimento sustentável e democrático.

Encontros como o V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial têm sido realizados de forma integrada e aberta para a sociedade em geral. Como uma grande e imensa árvore que vai se desenvolvendo a partir de seus eventos, dispondo para todos os seus frutos de diletos e diversos sabores, como essas coletâneas e tomos, cultivados por diferentes pessoas desse nosso imenso terreiro chamado Brasil.

Coube a Universidade Federal do Ceará, através de seu Departamento de Geografia, a realização do evento e a organização final dos artigos que compõem os livros, e às Edições UERN, pertencente à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, a catalogação e publicação dos 31 livros pertencentes às 07 coletâneas. Essa parceria interinstitucional, que na verdade coaduna muitas outras instituições, demonstra as redes já estabelecidas de cooperação científica e ideológica que, em um cenário político-econômico de grande dificuldade para as instituições de ensino e para a ciência brasileira, se auto-organizam para o enfrentamento dos desafios de maneira generosa e solidária.

Rodrigo Guimarães de Carvalho (UERN)
Edson Vicente da Silva - Cacao (UFC)

SUMÁRIO

“GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO AMBIENTAL PARTICIPATIVA” (TOMO 1)

CONSIDERAÇÕES SOBRE GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO AMBIENTAL PARTICIPATIVA.....	8
ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DAS PRESSÕES ANTRÓPICAS SOBRE AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE NOVA IGUAÇU – RJ.	14
APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS COLETADOS POR PCD’S.	29
AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL ATRAVÉS DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS CACHORROS, SÃO LUÍS (MA).	34
CARTOGRAFIA SOCIAL NA VISÃO DOS ADOLESCENTES NA COMUNIDADE UMARI PACAJUS, CEARÁ.	46
CARTOGRAFIA TEMÁTICA APLICADA AO PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA EM BOA VISTA/RR.	52
CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E GEOGRAFIA: FORMAÇÃO DO TERMO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (TIG).	69
CONFORTO TÉRMICO NOS ESPAÇOS INTRA-URBANOS DE FORTALEZA/CE: O PAPEL DA COBERTURA VEGETAL.	81
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL DA FOLHA SE.22-Z-B-VI-4-SO, EM UBERLÂNDIA-MG.	95
GEORREFERENCIAMENTO DAS ÁREAS DE AGROFLORESTA NO ASSENTAMENTO DO CONTESTADO, LAPA – PR.	107
GEOTECNOLOGIAS APLICADA AO MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO DISTRITO DE ANTÔNIO DIOGO, REDENÇÃO-CE.	116
GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DO CRESCIMENTO URBANO E IMPACTOS AMBIENTAIS EM TERESINA (PI).	123
O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIGs) NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DO ASSENTAMENTO JARDIM, BATURITÉ-CE.	137
PROSPECÇÃO PARA UMA ANÁLISE DE DADOS SECUNDÁRIOS E DA GESTÃO AMBIENTAL EM ALTAMIRA, PARÁ, BRASIL.	153
REFLEXOS DO USO E OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA DO NORDESTE PARAENSE SOBRE AS UNIDADES DE PAISAGENS DO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS/PA.	165
SIG APLICADO À GESTÃO AMBIENTAL: UM OLHAR PARA O ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTI (CE).	181
USO DE GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA SUPORTE PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA: O CASO DA BACIA DO RIO DAS FÊMEAS.	189

Uso de técnicas de geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão ambiental do litoral do Ceará: uma relação entre o patrimônio edificado e a linha de costa.	203
---	------------

CONSIDERAÇÕES SOBRE GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO AMBIENTAL PARTICIPATIVA

WALLASON FARIAS DE SOUZA

DIANA ALEXANDRA TOVAR BOLLINA

ANTÔNIO JEOVAH DE ANDRADE MEIRELES

ANA LARISSA RIBEIRO DE FREITAS

1. Introdução

O crescente avanço tecnológico evidenciado no fim do século XX e início do século XXI proporcionou avanços científicos, técnicos e sociais em diversas áreas. As Geotecnologias resultam desse processo, podendo ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências. Essas tecnologias têm proporcionado avanços em pesquisas, no planejamento, gestão e manejo do espaço geográfico (FITZ, 2008).

A Cartografia é a ciência relacionada à Geografia que está no centro desse processo. Para o IBGE (1998), a cartografia pode ser entendida como ciência, técnica e arte que se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão e representação de objetos, fenômenos e do espaço, assim como a sua utilização.

O conhecimento cartográfico esteve durante muito tempo sob o poder dos Estados e dos militares, sendo um saber estratégico de conquista e manutenção de territórios, assim como fundamental nos períodos de conflitos e guerras, sendo um instrumento de poder e dominação (LACOSTE, 1988).

Como dito anteriormente, o avanço e popularização das tecnologias proporcionou por consequência o mesmo processo nas geotecnologias. Essas estão presentes nos mais diversos espaços e meios atuais, não somente nos mapas e cartas impressos como antigamente. Atualmente, temos os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), o Geoprocessamento, os Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), o Sensoriamento Remoto (Satélites, VANTS ou drones, aerofotogrametria, radares) os mapas online (*Google Maps, Openstreetmap* etc.), os sistemas WebGIS, que possibilitam que as geotecnologias sejam usadas não somente por especialistas, mas por pessoas de variados níveis instrução através de seus computadores pessoais e smartphones conectados por meio da internet e utilizandotecnologias de posicionamento global (*GPS, A-GPS, GLONASS*).

As imagens de satélite e outros produtos de sensores remotos são outro bom exemplo de como as geotecnologias encontram-se mais acessíveis aos cidadãos não especialistas. Atualmente, basta um computador ou celular conectados à internet e se tem acesso a uma grande oferta de imagens de diferentes datas e sensores.

Encontra-se então bem mais acessível a sociedade uma das grandes potencialidades do sen-

soramento remoto, que é a característica multitemporal dos sensores, por meio da qual é possível acompanhar as mudanças de um dado espaço geográfico no tempo e no espaço, além de identificar impactos ambientais, delimitar áreas, conhecer o território por outro ângulo e até os usos técnicos e científicos desses produtos (FLORENZANO, 2011).

Os cidadãos ao se apropriarem das geotecnologias tiveram a oportunidade de criarem seus próprios mapas, ou mapas colaborativos, onde várias pessoas podem contribuir para a criação de um mapa. É então que surgem os conceitos e metodologias de mapeamentos participativos e colaborativos, vinculados, em muitas vezes, à SIGs *online*, onde os cidadãos exercem papel de protagonistas no mapeamento de seus territórios e na tomada de decisões.

Dentre outras denominações que têm sido adotadas para essas metodologias, tem sido frequente o conceito de "Cartografia Social", como pode ser visto nos trabalhos realizados pelo Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia, desenvolvido em comunidades tradicionais, assim como os estudos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (ACSELRAD, 2008) e da Universidade Federal do Ceará (GORAYEB, MEIRELES & SILVA, 2015), onde têm sido realizados estudos e mapeamentos sociais em comunidades indígenas, quilombolas, rurais, urbanas e de pescadores e marisqueiras tradicionais.

Para Joliveau (2008) a construção colaborativa de uma cartografia pode auxiliar na coleta das informações necessárias ao planejamento do território e ajudar a construir os quadros de uso necessários ao planejamento. Ainda ressalta que essas abordagens são sempre mais complexas que as clássicas, pois obriga-se a inclusão de parceiros externos (comunidades).

Joliveau (2008, p. 56) ainda trata sobre o uso dos SIGs em órgãos públicos e a necessidade de adoção de abordagens colaborativas e participativas, onde afirma que

O desenvolvimento dos SIGs dos organismos públicos e das coletividades necessitará também, a frio, de abordagens mais colaborativas e participativas. Os SIGs não poderão mais ser o instrumento privado de alguns gestores ou de um serviço que se arroga a sua exclusividade. As escolhas estratégicas deverão ser feitas em colaboração e os dados e ferramentas para mobilizá-las deverão ser acessíveis ao maior número de pessoas, interna e externamente ao organismo, num primeiro tempo para consulta apenas, mas depois para as necessidades de análise e simulação compartilhadas.

Os mapas colaborativos *online* estão cada vez mais presentes no cotidiano, como é o caso de aplicativos de navegação para motoristas que coletam dados diretos (enviados pelo usuário) e indiretos (enviados automaticamente) e geram informação em tempo real sobre as melhores rotas com base no trânsito, velocidade de deslocamento, ocorrência de acidentes e outros.

Algumas prefeituras também vêm adotando essas tecnologias para a realização de serviços como a coleta de lixo em lugares inadequados e troca de lâmpadas de iluminação pública que estejam danificadas, como é o caso de Fortaleza-Ceará, onde usuário podem utilizar o computador ou smartphone para colaborar com o mapeamento desses pontos e acompanhar a resolução do problema.

É possível perceber e acompanhar ainda muitas iniciativas que partem de cidadãos e Organizações Não-Governamentais (ONGs), que buscam integrar as geotecnologias a resolução de problemas locais, visibilidade de conflitos e planejamento e gestão ambiental, mas que ainda não foram incorporadas pelo poder público e encontram-se amplamente divulgadas na internet em diferentes escalas. Como exemplos, temos plataformas colaborativas como "Rios (in)visíveis em São Paulo" que mapeia os rios invisibilizados pelas vias (ruas, avenidas, becos) e construções da cidade (<http://www.riosdesaopaulo.org>); o "onde fui roubado", que funciona em várias cidades do

país, onde as pessoas georreferenciam os lugares onde foram assaltadas e acrescentam informações como horas críticas e cuidados para outros usuários (www.ondefuirobado.com.br), além de ser comum iniciativas utilizando a base do *Google Maps* para fazer mapas de pontos de alagamentos em cidades, ruas esburacadas, coleta de materiais recicláveis e outras, mas que ainda não contam com o retorno do poder público.

Temos ao longo dessa coletânea um conjunto de pesquisadores que tem dedicado seus estudos ao tema "Geotecnologias Aplicadas à Gestão Ambiental Participativa", de forma teórica e prática, em diferentes contextos e escalas. Estes artigos serão sintetizados ainda neste capítulo e expostos na sua íntegra nos capítulos posteriores, totalizando 17 artigos.

2. Experiências em geotecnologias aplicadas à gestão ambiental participativa

O presente tomo contempla uma diversidade de artigos relacionados as Geotecnologias e suas aplicações à gestão ambiental participativa, de modo que podem contribuir com as discussões teóricas dessa temática, assim como relatar e/ou sugerir práticas em determinados segmentos da sociedade como em escolas, bairros, comunidades e municípios.

O primeiro capítulo versa sobre a "Análise do estado de conservação e das pressões antrópicas sobre as Unidades de Conservação de Nova Iguaçu – RJ", relacionando o crescimento da população e da área urbana com os impactos ambientais, além de discutir se as diferentes UCs do município tem contribuído efetivamente na conservação ambiental, utilizando dentre outras ferramentas os SIGs para análise em questão e para gerar mapas temáticos.

O capítulo "Aperfeiçoamento do sistema de avaliação de dados ambientais coletados por PCD's" aborda a importância dessas Plataformas de Coleta de Dados (PCD's) na coleta, armazenamento e transmissão de dados ambientais, destacando a necessidade de implementação de métodos que aprimorem o seu uso. Assim, propõe-se a criação de algoritmos que analisem a consistência dos dados das PCD's da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), visando aprimorar esse sistema para utilização em diversas áreas.

Abordando as geotecnologias e análise de bacias hidrográficas, o artigo "Avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal através dos índices de vegetação na bacia hidrográfica do Rio dos Cachorros, São Luís (MA)" utiliza a evolução da paisagem proporcionada pelos produtos de sensores remotos multitemporais analisando-os em ambiente SIG. Utilizou-se três índices de vegetação em SIG, tendo como base duas imagens do sensor TM do satélite Landsat-5, para verificar as mudanças de uso e ocupação da terra, identificando o grau de degradação ambiental na área de estudos, sendo uma importante ferramenta para o planejamento e gestão ambiental.

O capítulo "Cartografia social na visão dos adolescentes na comunidade Umari Pacajus, Ceará" é um relato das experiências de metodologias de mapeamento colaborativo, onde os sujeitos principais do processo são aqueles que vivem na comunidade e puderam representar suas histórias e seus lugares em um mapa, sendo uma possibilidade de formação cartográfica com adolescentes de uma comunidade rural no interior do Ceará.

Ainda utilizando metodologias de evolução espaço-temporal, o capítulo "Cartografia temática aplicada ao planejamento e gestão urbana em Boa Vista/RR" tratou sobre o adensamento populacional na capital do estado de Roraima entre as décadas de 1980 e 1990 e a relação desse processo com a degradação dos corpos hídricos e outros problemas ambientais, evidenciados por meio de imagens multitemporais do satélite Landsat-5 de 1985 a 2010, utilizando SIGs para a análise dessas imagens e geração de informações sobre a evolução da urbanização na cidade.

A discussão conceitual também está presente nesse tomo, em uma questão que para alguns autores se constitui em uma nova proposta paradigmática na ciência geográfica: a relação ciência

da informação com a Geografia. Assim, o artigo "Ciência da Informação e Geografia: formação do termo Tecnologia da Informação Geográfica (TIG)" discutiu a correlação entre essas áreas do conhecimento, a evolução conceitual, tecnológica e os resultados dessa relação na geração de dados e informações.

O capítulo "Conforto térmico nos espaços intra-urbanos de Fortaleza/CE: o papel da cobertura vegetal" discute inicialmente o fenômeno de ilhas de calor em Fortaleza e as suas variadas causas e dá ênfase a importância da cobertura vegetal como fator atenuante do desconforto térmico. Essas áreas foram delimitadas como praças e parques urbanos com influência da presença de vegetação, sendo espacializada em cartas-imagem ao longo do artigo. Também se utilizou metodologia específica para a medição da temperatura nos locais em horários pré-estabelecidos nos períodos seco e chuvoso. Apesar de ser uma pesquisa de cunho climatológico, a noção espacial visando a gestão ambiental é o principal direcionamento, no sentido de conservar as áreas verdes distribuídas pela cidade na intenção de melhorar o conforto térmico na cidade, bem como delimitar as áreas afetadas pelo fenômeno ilhas de calor e propor práticas para mitigar os seus efeitos.

O artigo "Geoprocessamento aplicado ao mapeamento da fragilidade ambiental potencial da folha SE.22-z-B-VI-4-SO, em Uberlândia-MG" trata sobre a utilização do geoprocessamento nos estudos ambientais, tendo ênfase no mapa de Fragilidade Potencial que se utilizou de diversas variáveis físico-naturais para ser gerado por meio de um SIG.

Em meio as discussões sobre Sistemas Agroflorestais (SAFs), o artigo "Georreferenciamento das áreas de agrofloresta no assentamento do Contestado, Lapa – PR" apresenta os resultados dos usos de Geotecnologias no georreferenciamento de áreas de interesse e possibilitando verificar a eficiência desses sistemas, podendo servir como subsídio para o zoneamento do meio físico e a conservação ambiental.

A evolução espaço-temporal também foi o tema da pesquisa realizada no capítulo intitulado "Geotecnologias aplicada ao mapeamento do uso da terra no Distrito de Antônio Diogo, Redenção-CE". Nesse trabalho, mostra-se a expansão da agricultura na área de estudos comparando os anos de 2004 e 2014, evidenciando o aumento de solos descobertos ocasionados por práticas inadequadas na agricultura e o aumento da população urbana.

As Geotecnologias possibilitaram avanços no ensino-aprendizagem de Geografia em escola de nível fundamental e médio, oferecendo aos professores novas possibilidades de abordagem dos conteúdos, bem como uma aula mais interessante e significativa para os alunos. O artigo "Geotecnologias aplicadas à análise do crescimento urbano e impactos ambientais em Teresina (PI)" relata as experiências em uma escola de ensino profissional de ensino médio utilizando o Google Earth, trabalhos de campo e aplicação de questionários direcionados a análise das modificações do espaço geográfico em questão.

Dentre as mais diversas possibilidades de utilização dos SIGs, a gestão sustentável foi apropriada no artigo "O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) na gestão sustentável do Assentamento Jardim, Baturité-CE". Nesse sentido, as geotecnologias foram utilizadas para identificação e mapeamento dos usos, constatando áreas de subsistência com usos diversos, além de vislumbrar possibilidades de usos de outras áreas de modo sustentável.

As grandes obras como a construção da hidrelétrica de Belo Monte têm acarretado elevados impactos no meio físico, impactos sociais e problemas fundiários. O artigo "Prospecção para uma análise de dados secundários e da gestão ambiental em Altamira, Pará, Brasil" aborda como a coleta de dados secundários auxiliou a produção de mapas que podem contribuir para a gestão ambiental do município. Ainda se realizou uma constatação de que os dados secundários do município precisam ser atualizados, para que se possibilite uma gestão ambientalmente correta e participativa.

O uso e ocupação da terra também foi o tema central do capítulo intitulado como "Reflexos do uso e ocupação da zona costeira do Nordeste Paraense sobre as unidades de paisagens do município de Salinópolis/PA". Nesse capítulo, analisou a dinâmica costeira e as unidades de paisagem do município verificando as relações antrópicas com o meio natural, onde se observou constantes modificações espaço-temporais. Sugere-se que as unidades de paisagem devem ser instrumentos de efetivação do planejamento urbano, visando o bem-estar social e a conservação ambiental.

O uso de SIGs na análise de bacias hidrográficas tem sido tema de frequentes estudos. O artigo "SIG aplicado à gestão ambiental: um olhar para o alto curso da bacia hidrográfica do rio Poti (CE)" aborda o uso das geotecnologias em estudos ambientais e na gestão, além de indicar as vantagens dos SIGs para a compreensão integrada do ambiente, indicando as potencialidades e limitações geoambientais dos sistemas ambientais, tendo como referência a bacia hidrográfica do rio Poti, no Ceará.

Ainda na aplicação das geotecnologias relacionadas a bacias hidrográficas, além da modelagem a partir de geoprocessamento, é possível a obtenção de informações sobre a qualidade da água por meio de produtos de sensores remotos. Foi essa a estratégia adotada no artigo "Uso de Geotecnologias como ferramenta suporte para monitoramento da qualidade da água: o caso da bacia do rio das fêmeas", onde utilizaram-se imagens de 2008 e 2011 do sensor TM do satélite Landsat-5 para estimar a qualidade da água pelos parâmetros turbidez, sólidos suspensos e clorofila "a", onde foi possível evidenciar poucas mudanças na qualidade da água comparando as duas datas.

Ainda na análise de sistemas ambientais litorâneos, o capítulo "Uso de técnicas de Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão ambiental do litoral do Ceará: uma relação entre o patrimônio edificado e a linha de costa" utilizou o geoprocessamento e o sensoriamento remoto para estimar os níveis de ocupação ao longo dos 573 km do litoral Ceará, analisado em intervalos de 100 metros, discutindo a relações entre a proximidade das ocupações com a linha de costa com os impactos como a erosão costeira e apresentando os resultados por município.

3. Considerações finais

As geotecnologias encontram-se cada vez mais presentes na vida das pessoas, sejam profissionais como geógrafos e engenheiros cartógrafos, por exemplo, seja na sociedade em geral, como através dos mapas online e sistemas de navegação por satélite.

Nesse sentido, é fundamental que o avanço tecnológico seja incorporado pelas comunidades e pelo poder público visando ganhos reais para a sociedade, como através da gestão ambiental participativa. As geotecnologias podem ser um elo de comunicação entre as partes e um poderoso instrumento de planejamento e gerenciamento de territórios.

Para tanto, considera-se que o avanço e a popularização tecnológica devem ser acompanhados por uma formação adequada tanto dos profissionais (geógrafos, geólogos, engenheiros cartógrafos, técnicos em geoprocessamento etc.) como dos cidadãos, através de uma formação profissional e alfabetização cartográfica, respectivamente, que possibilite a utilização do conhecimento e da técnica para uma melhor gestão do espaço geográfico.

As geotecnologias devem cada vez mais ser incorporadas à gestão ambiental participativa em diferentes escalas (escola, bairro, cidade, estado), de modo que haja um meio de interação entre a sociedade civil e o poder público.

Ao longo desse tomo são apresentadas variadas possibilidades e aplicações do uso das geotecnologias aplicadas a gestão ambiental em diferentes realidades. Atualmente, há uma grande

velocidade na transformação da realidade, dos modos de pensar, agir e utilizar o espaço geográfico. O Geoprocessamento, o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográficas utilizando suas características como a multitemporalidade das imagens, o poder de simulações e projeções, a participação e a colaboração, devem firmar-se em um futuro próximo como instrumentos de poder, de gestão territorial e de gestão ambiental participativa.

Referências

ACSELRAD, Henri (org.). Cartografia social, terra e território. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 2013.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

GORAYEB, Adryane; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade; SILVA, Edson Vicente da (org.). Cartografia social e cidadania: experiências de mapeamento participativo dos territórios de comunidades urbanas e tradicionais. Fortaleza, Expressão Gráfica Editora, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções básicas de cartografia**. 1998. p. 20. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/cartografia/nocoas_basicas_cartografia.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2016.

JOLIVEAU, Thierry. O Lugar dos mapas nas abordagens participativas. In: ACSELRAD, Henry. (Org.). **Cartografias Sociais e Território**. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2008. p.45-70.

LACOSTE, Yves. **A Geografia – Isso Serve, Em Primeiro lugar, Para Fazer a Guerra**. Campinas: Papirus, 1988.

ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DAS PRESSÕES ANTRÓPICAS SOBRE AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE NOVA IGUAÇU – RJ

MICHELLA ARAÚJO MAIA
BARBARA MARQUES
NATHALIA OLIVEIRA
THIAGO NUNES
MONIKA RICHTER

Resumo

O crescimento da população e da área urbana, assim como o aumento da poluição, ocasiona impactos ambientais como a perda da qualidade ambiental de um ecossistema e até mesmo a redução do habitat natural de determinadas espécies da fauna e flora. Estes aspectos e impactos selecionados como exemplo são questões que motivam a criação de Unidades de Conservação (UC), que são áreas que visam assegurar a qualidade ambiental dos diferentes ecossistemas e biomas, preservando assim a biodiversidade e os serviços ambientais. Nesse contexto, o município de Nova Iguaçu, localizado na região da Baixada Fluminense, possui em seu território, um total de 67% da áreas composto por UCs, sendo a mais expressiva a Reserva Biológica do Tinguá. Entretanto, esta região apresenta crescente aumento populacional, bem como incremento nas atividades urbano-industriais. Desta forma, a presente pesquisa tem por objetivo analisar o atual estado de conservação e as pressões antrópicas que ocorrem sobre as unidades de conservação do município de Nova Iguaçu-RJ e seus possíveis conflitos socioambientais. Os resultados apontam que dentre as categorias de UCs existentes, as mais ameaçadas e carentes de uma efetiva implantação, são as APAs municipais, algumas em estado de grande degradação ambiental, como a APA Morro Agudo.

Palavras-chave: Conflitos Ambientais; Baixada Fluminense; Geoprocessamento.

Abstract

The increase in population and urban, as well as increasing pollution, causes environmental impacts such as the loss of environmental quality of an ecosystem and even the reduction of the natural habitat of certain species of fauna and flora. These aspects and impacts selected as an example are issues that motivate the creation of Conservation Units (UC), which are areas that are intended to ensure the environmental quality of different ecosystems and biomes, preserving biodiversity and environmental services. In this context, the city of Nova Iguaçu, located in the Baixada Fluminense region, has in its territory, a total of 67% of PAs, the most significant being the Biological Reserve Tinguá. However, this region has increasing population growth and as increase in urban-industrial activities. Thus, this research aims to analyze the current state of conservation and anthropogenic pressures that occur on conservation units in the city of Nova Iguaçu-RJ and its possible environmental conflicts. The results show that among the categories of existing protected areas, the most threatened and in need of an effective implementation are the municipal APAs, some in a state of major environmental degradation, such as APA Morro Agudo.

Keywords: Environmental conflicts; Baixada Fluminense; Geoprocessing.

1. Introdução

As áreas protegidas são de relevante interesse no que diz respeito aos recursos naturais, principalmente em termos de preservação de habitat, diversidade genética e de espécies e promoção de serviços ambientais. Entretanto, o quadro de Unidades de Conservação no Brasil deixa claro a insuficiência do percentual dessas áreas protegidas para os objetivos já elencados. Além disso, muitas UCs não atingiram os objetivos que motivaram sua criação, outras se encontram ameaçadas pelo avanço da urbanização e pela ocupação humana de seus entornos e existem, ainda, aquelas que carecem de regulamentação e recursos para manutenção e gerenciamento.

Segundo Morsello (2001), as áreas protegidas compreendem uma das últimas esperanças de conservação dos recursos naturais. Para Dixon & Sherman (1991 *apud* Morsello, 2001) "o fato de uma área precisar ser protegida já demonstra a existência de ameaças à sua conservação".

As variáveis das ameaças às áreas protegidas - em termos de intensidade e de desdobramento - sofrem interferência dos contextos ambientais e sociais. Enumerá-las seria impossível sem antes conhecer sua contextualização e, para que se possa adotar estratégias de superação dos problemas locais, é importante identificar as características ou variáveis sociais relativas à população local (Morsello, *op.cit*).

Em muitos casos, as políticas para a criação das áreas protegidas implantadas pelo poder público, são executadas com pouca ou nenhuma participação da população que nelas residiam, e esse fator implica ainda mais na origem de muitos conflitos (BRITO, 2008). No entanto, diferentemente da situação apontada, o município de Nova Iguaçu, localizado no Estado do Rio de Janeiro na região conhecida como Baixada Fluminense apresenta a primeira e única UC do Brasil que foi implementada a partir da vontade e da pressão dos seus moradores. Esse é o caso da Reserva Biológica do Tinguá (SOUZA, 2014), categoria de Unidade de Conservação (UC) das mais restritivas. Além desta, outras dez UCs, abrangem no município, cerca de 67% de seu território (Figura 01), num total de 48% de áreas cobertas ainda por Mata Atlântica em seus diferentes estágios sucessionais (Souza, 2014).

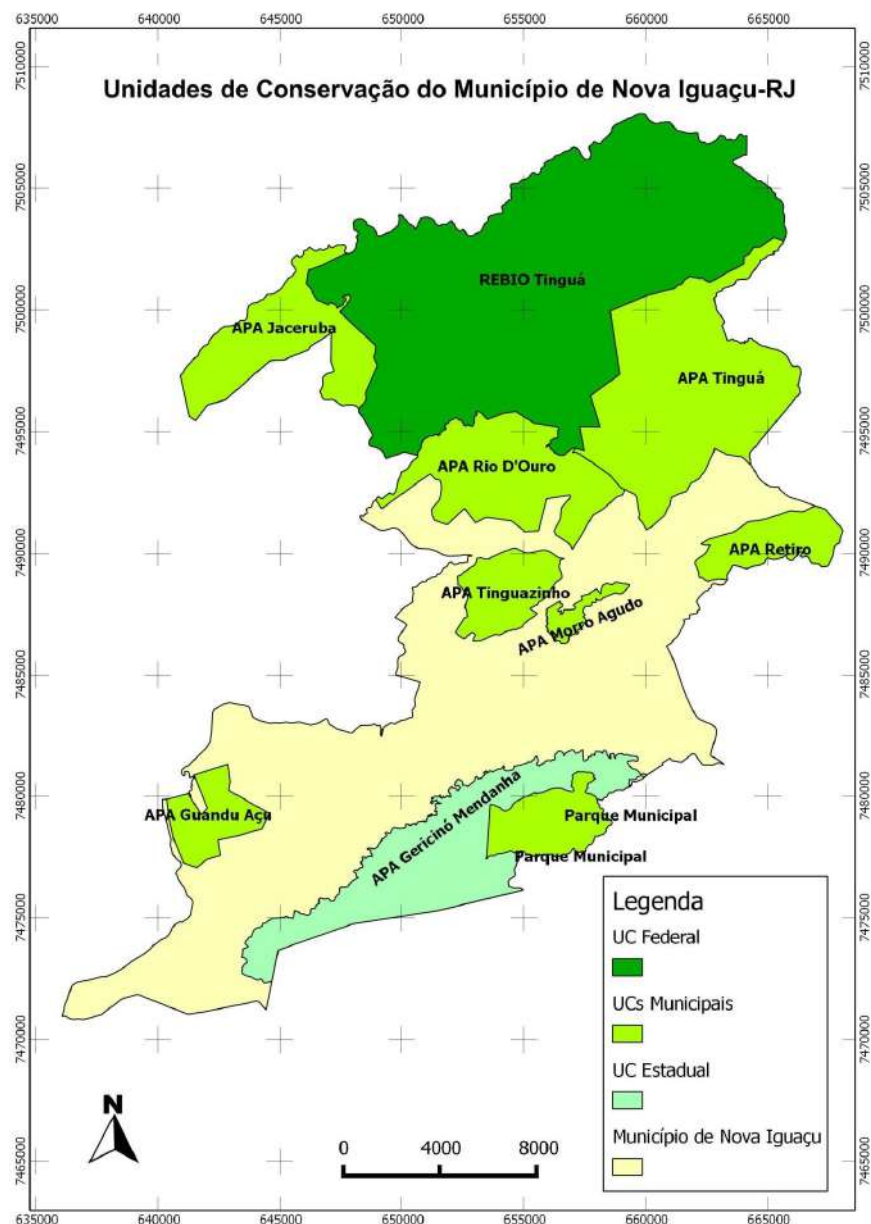


Figura 01 - Unidades de Conservação de Nova Iguaçu/RJ.

Diante deste quadro, a presente pesquisa tem por objetivo analisar o atual estado de conservação e as pressões antrópicas que ocorrem sobre as unidades de conservação do município de Nova Iguaçu-RJ e seus possíveis conflitos socioambientais.

2. Materiais e métodos

Para a elaboração do presente trabalho utilizou-se no primeiro momento o levantamento bibliográfico, onde a internet se deu como o principal meio de pesquisa para a leitura de artigos e sites que trabalham com a temática Unidade de Conservação, Geoprocessamento e Conflitos socioambientais. Também foi realizado um levantamento de dados cartográficos, tais como ortofotos e imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente na página do IBGE e do INPE, e Google Earth, como também o uso de ferramentas para o geoprocessamento.

Para a elaboração dos mapas, os dados obtidos foram processados utilizando-se o *software* livre Quantum Gis2.8, permitindo a geração de mapas temáticos diversos, bem como a análise da distribuição espacial e estado de conservação a partir do cruzamento com o mapa de uso e ocupação do solo confeccionado pela UFRJ para o Zoneamento Econômico Ecológico do RJ, na escala 1:100.000 a partir de imagem do Landsat. Também foram confeccionados mapas de localização das Unidades de Conservação no Município de Nova Iguaçu e mapas temáticos apresentando algumas variáveis coletadas pelo Censo de 2010 do IBGE que representassem condições básicas de infraestrutura tais como taxa de coleta de lixo, saneamento e quantidade de domicílios.

Já no segundo momento, realizou-se trabalho de campo, sendo coletadas e registradas observações em locais previamente identificados a partir da análise dos mapas elaborados, a presença de maiores conflitos socioambientais. Nesse momento para o auxílio do campo foram utilizados além dos mapas já confeccionados, GPS modelo garmin 62S para a coleta dos pontos que apresentam possíveis conflitos e obtenção de registros fotográficos.

3. Revisão conceitual e área de estudo

Os conceitos e termos que subsidiaram a realização da presente pesquisa foram: geoprocessamento, unidades de conservação e conflitos ambientais.

3.1 Geoprocessamento

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma atividade importante das sociedades organizadas, porém, até pouco tempo, isso era feito em documentos e mapas em papel, o que impedia uma análise mais aprofundada e que combinasse vários mapas e dados. Com o desenvolvimento da tecnologia da informática, tornou-se possível armazenar e processar essas informações em ambiente computacional, o que possibilitou o surgimento do Geoprocessamento (CAMARA *et al.*, 1998).

Segundo Câmara & Medeiros (1998), o termo geoprocessamento se refere a uma tecnologia que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratar as informações geográficas. Dessa forma entende-se como geoprocessamento um conjunto metodologias baseadas em meio computacional que visa o processamento, armazenamento e a interpretação de diversos dados georreferenciados.

Por se tratar de uma prática voltada às diversas áreas de interesse do homem, o geoprocessamento vai se utilizar dos conhecimentos específicos de diversas disciplinas, como a matemática, a ciência da computação, a geologia, a geografia, dentre outras, tornando-se assim uma prática interdisciplinar. Para se fazer o uso do geoprocessamento é necessário um conhecimento aprofundado em Sensoriamento Remoto e de um Sistema de Informação Geográfica. O primeiro é a metodologia utilizada para se obter dados a partir da análise da imagem de satélite, ressaltando que além do nível orbital, as imagens também podem ser obtidas em nível terrestre e aéreo. O segundo é utilizado com o propósito de análise e interpretação desses dados, obtendo-se assim novas informações do objeto em questão.

Uma das principais vantagens do Sensoriamento Remoto, segundo Florenzano (2008), está por ela ser uma tecnologia que permite a obtenção de imagens e outros dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida e emitida pela superfície terrestre, sendo possível com ele a realização de estudos sem necessariamente ter contato físico com área. Atualmente há inúmeras ferramentas que auxiliam a realização de tais análises no geoprocessamento, como as imagens de satélites, mapas, fotografias aéreas e etc.

Na análise ambiental, o geoprocessamento é uma das ferramentas mais utilizadas para monitoramento, por exemplo, da cobertura vegetal e uso das terras, níveis de erosão do solo, poluição da água e do ar e disposição irregular de resíduos. Da mesma maneira, ele pode ser usado em análises de qualidade de habitat e fragmentação de formações florestais relevantes, tais como a Mata Atlântica, um dos biomas brasileiros mais ameaçados.

Finalmente, o geoprocessamento também é útil para a definição de políticas e diretrizes na gestão governamental. Ao identificar com precisão as áreas afetadas por determinada decisão, o governo pode planejar melhor o impacto de suas ações.

3.2 Os conflitos socioambientais

O termo conflito ambiental não possui um rigor técnico, e por isso dificulta-se a sistematização dos conteúdos a serem trabalhados. Dentro desse conceito podem-se entender várias situações que têm relação com o meio ambiente (RUIZ, BERNARDELLI JUNIOR, CORREA, CÔRTEZ, 2011). Um conflito ambiental não se resume apenas a abordagem preservacionista/conservacionista da natureza. As questões ambientais se relacionam diretamente com o meio ambiente, onde as pessoas vivem, e por essa maneira podem ser afetados por diferentes contextos (PEROBELLI, 2002).

Alguns autores defendem que a denominação mais adequada é a de conflitos socioambientais pelo fato de todo conflito ambiental ter uma forte conotação social. Para efeito deste trabalho será utilizado o termo conflitos ambientais para abranger indistintamente as duas denominações. (RUIZ, BERNARDELLI JUNIOR, CORREA, CÔRTEZ, 2011:2)

Os conflitos ambientais têm o papel de denunciar contradições nas quais as vítimas não só são excluídas do chamado desenvolvimento, como também acabam sendo inseridas em todos os problemas que pode ser gerado por ele. Podemos encontrar diferentes modalidades de conflitos enfrentados pela população, mas o que irá unir diferentes pessoas e diferentes conflitos será a busca por uma melhor qualidade de vida (ZHOURI E LASCHEFSKI, 2010).

Ele passa a existir quando uma pessoa ou um grupo de pessoas sofrem por algum tipo de injustiça ambiental, e a partir disso inicia-se uma luta para obtenção da justiça ambiental a qual está atrelado a sua busca por melhor qualidade de vida.

Assim, os conflitos socioambientais irão proporcionar a luta de pessoas atingidas por algum problema ambiental na busca de seus direitos. Como podemos acompanhar na fala de Zhouri e Laschefski (2010):

[...] organizadas em movimentos ou dispersas na forma de denúncias, há vozes que explicitam a perpetuação de um cenário de desigualdades e de conflito, e evidenciam o caráter arbitrário dos sentidos hegemônicos que são atribuídos ao território. (ZHOURI E LASCHEFSKI 2010:4-5)

3.3 O município de Nova Iguaçu

O município de Nova Iguaçu, atualmente, abriga fábricas como a Granfino, a Embelleze, algumas indústrias químicas e indústrias que trabalham com aço e metal. Contrapondo-se aos usos industriais presentes no município, o mesmo se caracteriza e se destaca também por suas áreas verdes, pois Nova Iguaçu possui um total de 67% de seu território coberto por áreas protegidas.

Dessa forma, observa-se que em Nova Iguaçu, a questão ambiental aparece tanto em ações

conservacionistas, relacionadas à criação de UCs, como em conflitos oriundos da atuação das empresas poluidoras de rios, solos e ar, onde se afeta diretamente a saúde e a qualidade de vida da população do entorno, ou numa atuação tipicamente contrária às normas jurídicas ambientais (PEREIRA, 2013).

No interior das UCs, principalmente as municipais, também são encontrados conflitos socioambientais. Uma grande problemática dentro dessas áreas protegidas diz respeito a sua criação ser posterior a instalação de pessoas no local. Assim, dentro das UC já existem diversos interesses no contexto destes espaços. No entanto, deve-se ter cuidado em desconsiderar as relações e, muitas vezes, a interação, entre as populações e o meio ambiente, mesmo as populações tidas como tradicionais que já haviam se estabelecido dentro desses espaços (BRITO, 2008).

Em muitos casos os conflitos socioambientais vão ocorrer dentro das UC exatamente pelos usos que já estavam estabelecidos, e que faziam parte do cotidiano de muitos moradores. Por esse motivo é possível encontrar diferentes conflitos existentes dentro das UC de Nova Iguaçu. No Parque Municipal, por exemplo, se encontram vários conflitos instalados como criadores de gado no morro e incêndios ocasionados pela própria população do entorno. Mas ao mesmo tempo, se resgatarmos o passado, podemos entender o porquê ocorrem esses atuais usos dentro desta UC.

Também tem-se os casos de conflitos existentes na RebioTinguá, entre moradores do entorno. Segundo o Plano de Manejo da reserva biológica, diversos são os conflitos que estão dentro da sua localidade, como turismo, caça ilegal, extração de vegetal, conflitos com a Petrobras, CEDAE, Furnas e aterros sanitários no entorno (SOUZA, 2014).

Assim percebe-se que os conflitos existentes dentro do município de Nova Iguaçu não partem apenas da relação entre a população e a gestão das UCs. Também é possível encontrar outros atores, e que em muitos casos complicam ainda mais a relação com a UC e promove um conflito ainda maior.

Brito (2008) alerta que nem sempre os conflitos existentes dentro das UC são totalmente negativos, uma vez que a existência desses conflitos pode possibilitar um novo olhar sobre a área, como também novas soluções para os problemas encontrados. Portanto, não se pode afirmar que os conflitos na gestão ambiental e, principalmente, no gerenciamento das UC's, são totalmente negativos, pois, são com as relações conflituosas que surgem diversas formas de entendimento e de crescimento, dando origem as negociações e a busca por mecanismos para a regulação da gestão destas áreas. As UC's podem ser consideradas como um laboratório para o estudo dos conflitos, pois, é um espaço com limites definidos, onde podem ser observados e analisados diversos aspectos conflitantes, necessitando uma visão interdisciplinar dos problemas (BRITO, 2008:3).

Em muitos casos, as políticas para a criação das áreas protegidas implantadas pelo poder público, são executadas com pouca ou nenhuma participação da população que nelas residiam. Este fator poderá implicar ainda mais na origem dos atuais conflitos, pois dificilmente haverá uma comunicação entre a administração e manejo das UC's e sua população local (BRITO, 2008).

Nesse contexto, diferente desses casos apontados, o município de Nova Iguaçu apresenta a primeira e única UC do Brasil foi implementada a partir da vontade e da pressão dos seus moradores. Esse é o caso da Reserva Biológica do Tinguá (SOUZA, 2014).

Assim, entende-se que os conflitos socioambientais que possam estar atrelados as Unidades de Conservação de Nova Iguaçu, terão o papel a partir de seus moradores e outros atores, de denunciar as contradições existentes nesse contexto. Como também darão a possibilidade para a leitura desses problemas e oferecendo possíveis soluções.

Vale dizer que nos diferentes momentos históricos do município a questão ambiental pouco foi discutida. O planejamento urbano destacava outros projetos para a cidade, e as áreas verdes mesmo estando ao lado distanciavam-se no campo das decisões. É importante ressaltar a rela-

ção que a população precisa ter com as unidades de conservação, entender por que existem não como um local proibido de entrar, com restrição ou características do tipo.

Mesmo direcionando o foco para Nova Iguaçu, o imaginário construído pelo senso comum (alimentado por algumas fontes midiáticas), que estigmatizam a Baixada, acaba desconstruindo-se diante da importância que a Baixada Fluminense teve e tem para o município do Rio de Janeiro; sejam em aspectos econômicos, culturais, e, neste caso, a importância ambiental que o município apresenta para todo o Estado do Rio de Janeiro.

Apesar das áreas verdes, a crescente urbanização da cidade coloca em risco as Unidades de Conservação. Faltou planejamento urbanístico, atrelado ao desenvolvimento da cidade, sobretudo nas décadas de 70, 80, 90, época em que a cidade triplica de tamanho, criando um espaço para a especulação imobiliária de baixa renda. Entre tantos fatores relevantes, é importante lembrar que a Baixada Fluminense fragmentou-se em diversos municípios, que tiveram como premissa básica o desenvolvimento econômico atrelado às atividades industriais, mais que também registrou aumento no número de novos moradores, vindos da região Norte e Nordeste do país, à procura de emprego na cidade do Rio de Janeiro. Nesse contexto, observa-se que o crescimento urbano tem gerado sérios problemas de saneamento básico e ocupação de áreas protegidas. Hoje, diante de tantos problemas ambientais, deve-se resgatar a identidade ambiental do iguaçuano, que há muito se mantém distante e próximo da questão ambiental (FERNANDES, 2010:90).

No ano de 2013, o Governo do Estado distribuiu cerca de R\$ 177,7 milhões às prefeituras que investiram na preservação do meio ambiente, através do ICMS Verde - assim como ocorreu nos últimos anos (2011 e 2012). Sob esse contexto, o município de Nova Iguaçu recebeu cerca de 5,2 milhões de reais de ICMS Verde, ocupando no ranking o nono lugar em todo o estado do Rio de Janeiro. O ICMS Verde não implica na criação nem no aumento de imposto, mas apenas num remanejamento tributário com base na conservação ambiental que os municípios do Rio de Janeiro realizam em seu território¹. O ICMS Verde é um imposto oferecido para os municípios que apresentem determinadas condicionantes exigidas em termos ambientais, tais como a criação de UCs.

Essa arrecadação do município de Nova Iguaçu aponta uma enorme contradição, uma vez que por mais que seu território seja abrangido em boa parte por UCs (Tabela 01), estas, principalmente as Áreas de Proteção Ambiental, em sua maioria, não possuem infraestrutura e contingente para uma efetiva implantação. E esses impostos concedidos para a prefeitura são exatamente para compensar o poder público frente a esses gastos de manutenção e conservação dessas áreas protegidas.

Das UCs criadas, vale ainda ressaltar que o Parque Natural Municipal das Paineiras não foi implementado. Em pesquisa realizada não encontrou-se dispositivo Legal realcionado, assim como também não foram obtidos os seus limites. Sua criação se deu no ano de 2000 a partir de compensação para a implantação do Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Nova Iguaçu².

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CRIAÇÃO	GRUPO DE PROTEÇÃO - SNUC	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA
APA Alto Iguaçu	Decreto nº 44.032, de 15 de janeiro de 2013	Uso Sustentável	Estadual
APA Gerecinó-Mendanha	Decreto nº 38.183, de 05 de setembro de 2005.	Uso Sustentável	Estadual
APA Guandu-Açu	Decreto nº 6.413, de 5 de novembro de 2001.	Uso Sustentável	Municipal

¹Informações retiradas em <http://www.rj.gov.br/>, acessado em 14/04/2016.

²Informações retiradas a partir de uma entrevista com o atual chefe da Reserva Biológica do Tinguá (REBIO Tinguá), Flávio Silva. Julho 2014.

APA Jaceruba	Decreto nº 6.492, de 6 de junho de 2002.	Uso Sustentável	Municipal
APA Morro Agudo	Decreto nº 6.383, de 8 de agosto de 2001.	Uso Sustentável	Municipal
APA da Posse	*prefeitura não disponibilizou dados de criação	Uso Sustentável	Municipal
APA Retiro	Decreto nº 6.493, de 6 de junho de 2002.	Uso Sustentável	Municipal
APA Rio D'ouro	Decreto nº 6.490, de 5 de junho de 2002.	Uso Sustentável	Municipal
APA Tinguá	Decreto nº 6.548, de 5 de novembro de 2002.	Uso Sustentável	Municipal
APA Tinguazinho	Decreto nº 6.489, de 5 de junho de 2002.	Uso Sustentável	Municipal
Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu	Decreto nº 6.001, de 5 de junho de 1998.	Proteção Integral	Municipal
Parque Natural Municipal de Paineiras	**criada, mas não implementada	Proteção Integral	Municipal
Reserva Biológica do Tinguá	Decreto nº 97.780, de 23 de maio de 1989.	Proteção Integral	Federal

Tabela 01: Unidades de conservação de Nova Iguaçu/RJ

Fonte: Atualizado, com dados da prefeitura, de PUC, Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente (NIMA) disponível em: http://www.nima.pucrio.br/noticias/livro_educacao_ambiental_nova_iguacu.pdf.

4. Resultados alcançados

A partir da formação do referencial teórico, procedeu-se aos trabalhos de sistematização dos dados cartográficos obtidos e estruturados em ambiente SIG, objetivando a análise espacial, sobrepondo-se os mapas temáticos de uso e ocupação do solo (Figura 02), UCs (Figura 01) e variáveis espacializadas do IBGE processadas a partir dos dados do Censo de 2010, tais como lixo coletado, domicílio, e esgoto (Figura 03). A construção desses mapas serviu para o entendimento de alguns dos conflitos socioambientais que ocorrem nas UCs de Nova Iguaçu.

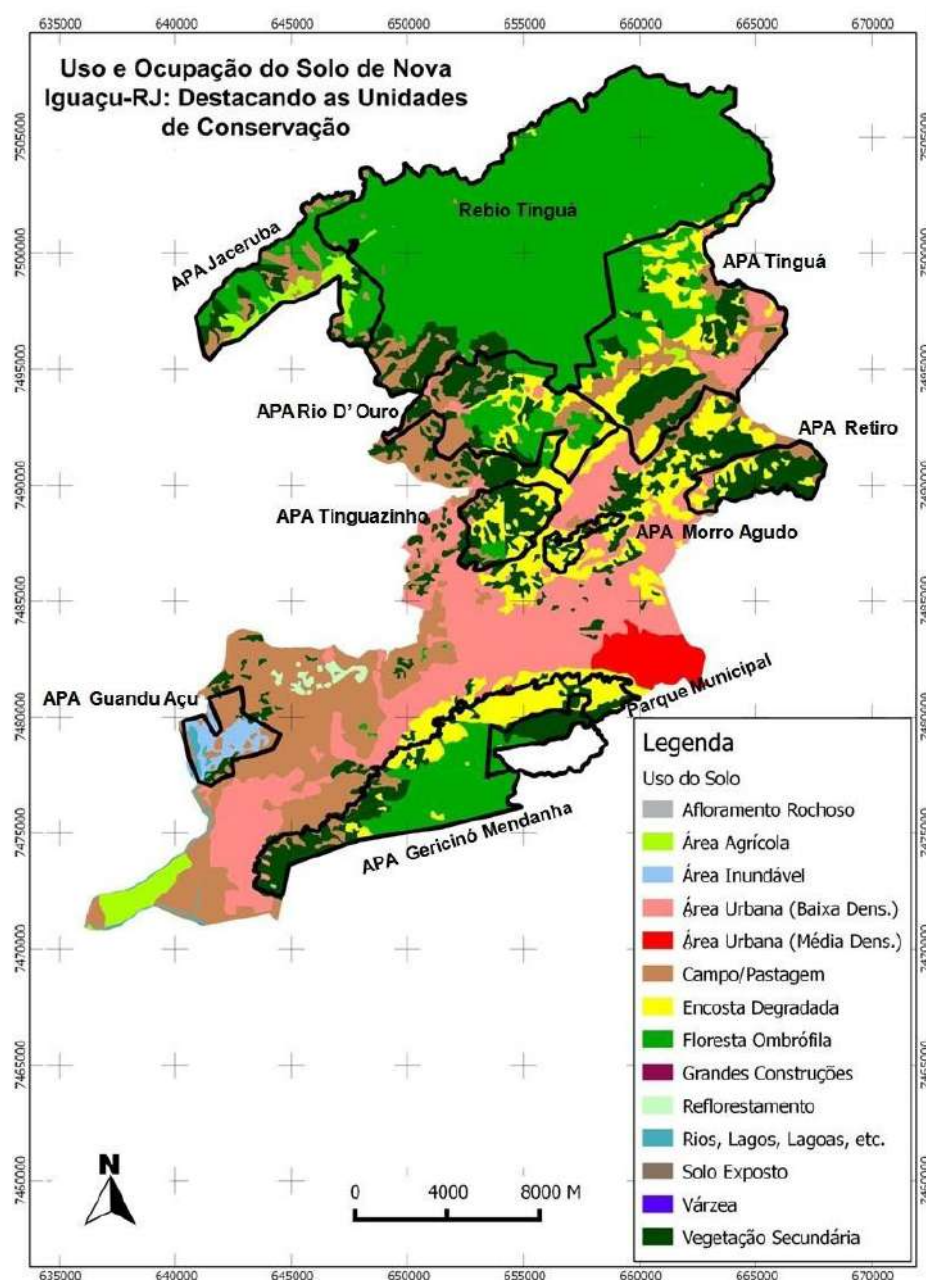


Figura 02 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de Nova Iguaçu com Sobreposição das Unidades de Conservação.

A análise relacionada ao estado de conservação frente ao uso e ocupação do solo constatou que na RebioTinguá, por mais restritiva que seja em termos de uso, apresenta alguns trechos do seu entorno com encostas degradada e de campo/pastagem. A situação se complica ainda mais na sua zona de amortecimento, na qual as APAs municipais teriam a função de proteger a Rebio. Na APA Tinguá, a maior parte da sua área é composta por encostas degradadas, também sendo encontrado no seu setor sudeste uma área urbana de baixa densidade, como também localidades de campo/pastagem. Na APA Rio D' Ouro também se observam elevados quantitativos de áreas de campo/pastagem e de encosta degradada. Enquanto que a APA Jaceruba apresenta em seu relevo mais plano e nas proximidades com a Rebio, áreas agrícolas, bem como áreas de campo/pastagem.

Outro caso que chama atenção ocorre na zona de amortecimento do Parque Municipal de Nova Iguaçu e interior da APA Gericinó Mendanha. Dentro desta UC é possível observar extensas áreas de encosta degradada, sendo um fator que se complica pela proximidade com o centro urbano de Nova Iguaçu. São locais sujeitos à frequentes incêndios e em decorrência da precária cobertura vegetal, e à processos erosivos. Também são encontradas áreas de exploração mineral no entorno imediato desta UC.

Em relação à infraestrutura, na interpretação da variável quantidade de domicílios (Figura 03), gerada a partir dos dados do Censo do IBGE (2010), observou-se que a RebioTinguá não está sujeita aos impactos de possíveis adensamentos urbanos, isso ocorre em função de no seu entorno ter as APAs Jaceruba, Rio D'Ouro e Tinguá, configurando sua zona de amortecimento (vide Figura 01). Das APAs citadas anteriormente, as APAs Rio D'Ouro e Tinguá apresentam os maiores quantitativos de domicílios. Com considerável quantitativo de domicílios destacam-se as APAs Tinguazinho, Guandu Açu e Retiro, e a que apresenta significativa densidade de domicílios é a APA de Morro Agudo. Já a APA Gericinó Mendanha e o Parque Municipal não apresentam concentrações de domicílios.

Na variável esgoto, a RebioTinguá, as APAs Jaceruba, Tinguá, Gericinó Mendanha e o Parque Municipal não apresentam impacto direto da rede de esgoto. Contudo nas APA's Retiro, Rio D'Ouro, Guandu Açu e Morro Agudo, por se inserirem em contextos urbanos mais adensados, apresentam um impacto direto relacionado a ausência de rede de esgoto.

Quanto à variável lixo coletado foi possível observar que a APA Tinguazinho possui na maior parte do seu território uma baixa taxa de lixo coletado. Neste quesito, observou-se em campo, diversos locais com lixo exposto, próximo de casas e de crianças que brincavam na rua. Na APA Morro Agudo encontram-se áreas com baixíssima taxa de coleta de lixo até locais com uma apropriada taxa de coleta de lixo, muito provavelmente em decorrência das condições de acesso. Durante os trabalhos de campo também foi possível encontrar muitas localidades com o lixo exposto. As demais UCs apresentam baixa taxa de coleta de lixo, porém este resultados podem ser explicado pelo reduzido quantitativo de moradias nessas localidades.

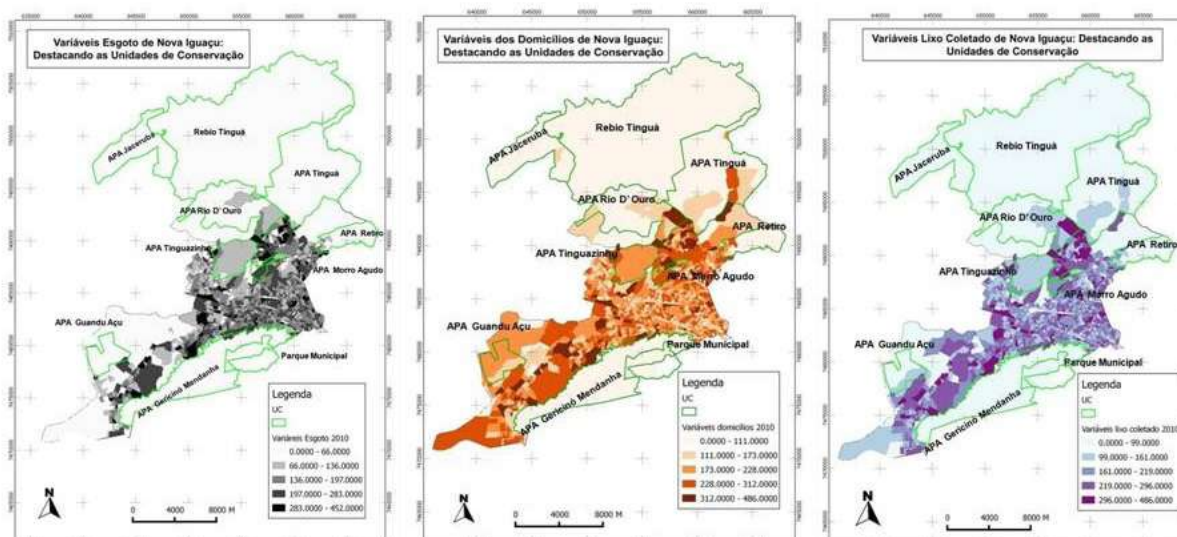


Figura 03 - Variáveis do Censo 2010 do IBGE espacializadas em ambiente SIG no programa QGis, versão 2.8. À esquerda, domicílios com esgotamento sanitário; no centro, quantidade de domicílios; e à direita domicílios com lixo coletado.

A partir da leitura integrada dos temas apresentados, foi possível destacar as duas UCs que apresentam maiores pressões antrópicas: APA Tinguazinho e APA Morro Agudo. Dessa maneira foi realizado um trabalho de campo nessas UCs para validação em campo dos problemas identificados com o suporte do geoprocessamento.

4.1 Observações do campo

Os trabalhos de campo foram realizados, com intuito de identificar qual o atual estado de conservação de duas unidades de conservação e quais as pressões antrópicas sobre estas áreas de proteção. O trajeto planejado abrangeu as APAs Morro Agudo e Tinguazinho (Figura 04).

Percorrendo o entorno destas APAs pôde-se observar como o aumento da malha urbana é um risco para a conservação destas unidades, porque este aumento compromete a cobertura vegetal. Nos limites da APA Tinguazinho tem-se o Condomínio Isabela que está sendo construído a partir do Minha Casa Minha Vida³.

Já nos limites da APA Morro Agudo está situada a CEFET e no trajeto entre as APAs está situada a fábrica de cosmético Niely e a CODENI (Companhia de Desenvolvimento de Nova Iguaçu).

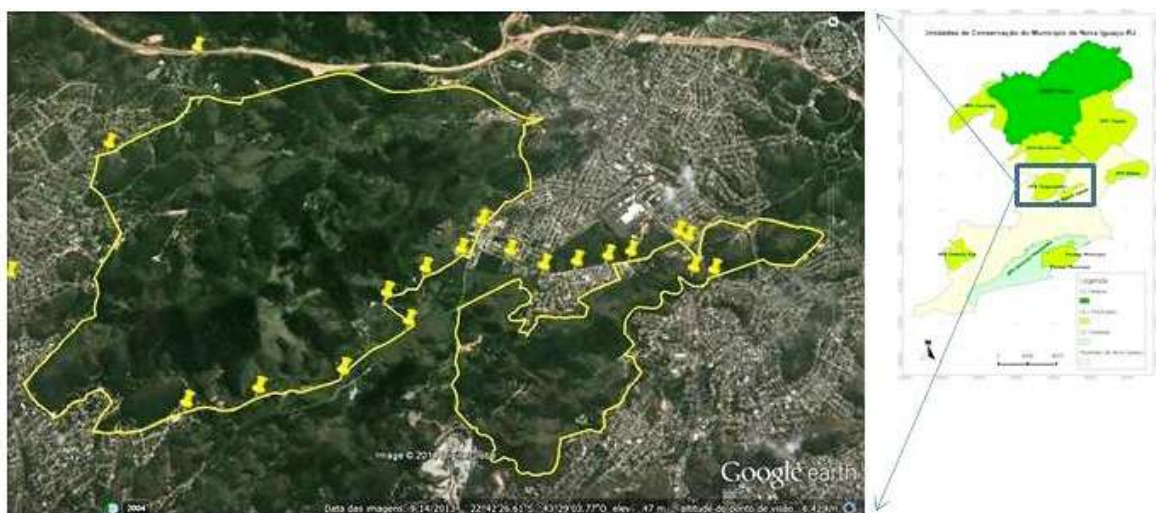


Figura 04 - Pontos coletados em trabalho de campo, no entorno das APAs Morro Agudo e Tinguazinho.
Fonte: Google Earth, jul-2014.

E ainda nos limites da APA Tinguazinho há a presença de diversos sítios de criação de gado e outros que funcionam como clubes. Observa-se que a presença destes sítios e de uma indústria de cosmético, somados ao aumento da malha urbana, são atividades que ocasionam impactos diretos e indiretos sobre estas APAs (Figura 05).

O surpreendente foi ainda observar que dutos enterrados da empresa petroquímica Petrobrás passam pela APA Tinguazinho. Contudo a pesquisa não chegou a investigar se estes dutos foram construídos antes ou após a criação das APAs, pois sendo dutos de uma empresa petroquímica sabe-se os potenciais riscos a que as UCs estariam submetidas.

Salienta-se que as APAs municipais não dispõem de um plano de manejo que limite a ocupação e que também determine normas para a gestão dos resíduos produzidos pela população.

³É um programa do governo federal que busca facilitar a conquista da casa própria para as famílias de baixa renda", sendo o financiamento de casas adequado a faixa de renda de cada família. Ver: <http://www.minhacasaminhavid.gov.br/sobre-o-programa.html>



Figura 05 - Pontos coletados no campo e respectivos registros fotográficos.

Pelo trajeto observou-se muito lixo ao longo das estradas de terra que contornam as APAs, talvez até mesmo pela dificuldade de acesso para caminhões de lixo. Por serem áreas de proteção ambiental é extremamente necessário que haja um plano de manejo que favoreça a conservação dessas UCs e, conseqüentemente, não ponha em risco a diversidade biológica destas áreas e a promoção de seus serviços ambientais.

5. Reflexão sobre possíveis soluções

Com base nos problemas observados pela análise espacial e trabalhos de campo e apoiados no referencial teórico, pode-se dizer que uma solução pontual, com efeitos à curto prazo, são praticamente inexistentes. Entretanto, fica o questionamento, como criar saídas para uma intensa ocupação urbana que ocorre no entorno e em alguns casos no interior das APAs?

A remoção de pessoas e indústrias é uma ação muito complicada, pois além dessas pessoas não ocuparem em sua maioria o interior das UCs - o que teoricamente lhes daria o direito de estarem aquelas áreas - tem suas vidas enraizadas no local e faz-se necessário respeitar esses laços. Pois, "a trama do meio ambiente é a trama da própria vida, ali onde se encontram natureza e cultura; o meio ambiente é o cadinho em que se forjam nossa identidade, nossas relações com os outros, nosso ser-no-mundo" (SAUVÉ, 2005:317).

Foi constatado em campo que a grande maioria dos residentes no entorno das APAs são de baixa renda que, na maioria das vezes, não contam com serviços públicos essenciais, como a coleta de lixo, por exemplo. O poder público parece não se fazer presente naquelas áreas, o que torna a busca por uma solução mais difícil ainda.

Em certas situações foi possível observar que, os residentes das regiões visitadas, pareciam não ter ciência da existência de uma Unidade de Conservação no local. E a consciência do que são aquelas áreas e o que elas representam para a vida de todos é primordial para que haja uma convivência sustentável entre o homem e a natureza. Com base nisso, a solução que nos parece mais viável, seriam ações de educação ambiental, voltada para o desenvolvimento social e sustentável da região, aplicada aos moradores. Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº

9795/1999, Art. 1º:

entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, art. 1º).

Outra definição que nos parece bastante pertinente, é a da Conferência Intergovernamental de Tbilisi (1977), no qual foi definida que “a educação ambiental é um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para a melhora da qualidade de vida”.

Portanto, conclue-se que os conflitos existentes nas regiões visitadas, partem principalmente da ausência do poder público, em especial o local, na sua função de orientação e de fiscalização, bem como de implantação de infraestrutura básica de assistência a essas pessoas e de implementação das UCs criadas.

6. Considerações finais

O presente trabalho buscou analisar o atual estado de conservação, como também as interferências humanas sobre as Unidades de Conservação de Nova Iguaçu-RJ, entendendo seus possíveis conflitos socioambientais que possam estar atrelados ao uso dessas áreas de conservação.

O uso do geoprocessamento como ferramenta foi essencial para a análise dos conflitos existentes, de modo que possibilitou uma leitura através do cruzamento de informações temáticas, sobre o atual estado de conservação das Unidades de Conservação de Nova Iguaçu e conflitos de uso.

Entende-se o cuidado frente a análise dos conflitos socioambientais relacionados as UCs, uma vez que a implementação dessas áreas ocorreu, em sua maioria, em um período posterior a instalação de residências no local, indicando o embate entre as visões conservacionistas e preservacionistas (esta última especialmente relacionada as UCs de Proteção Integral como a REBIO Tinguá e o Parque de Nova Iguaçu). No entanto, destaca-se que o governo municipal recebe incentivo por meio de ICMS ecológico em decorrência de suas áreas protegidas, mas que estão longe de serem implementadas inclusive com ações voltadas para orientação junto à comunidade a respeito de sua importância para a qualidade de vida dessas pessoas e da sociedade como um todo.

Referências

BRASIL. **Decreto Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>, acesso abril 2016.

BRITO, D. M. C. Conflitos em Unidades de Conservação. **Revista de Humanidades do Curso de**

Ciências Sociais. UNIFAP. N. 1 dez 2008. p. 1-12.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.V. Introdução. In: _____. **Introdução à Ciência da Geoinformação** capítulo 2 CONCEITOS BÁSICOS EM CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>, acesso em abril de 2016.

_____. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: _____. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>, acesso em abril 2016.

CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji (Orgs.). **Sistemas de informações geográficas: Aplicações na agricultura**. 2. Ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/ EMBRAPA-CPAC, 1998.

FRANCELINO, M.R. Definição de geoprocessamento. In: _____. **Introdução ao Geoprocessamento**. Caratinga, 2003.

FERNANDES, Flávio Moreno. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. IN: **Educação ambiental: formação de valores ético-ambientais para o exercício da cidadania no Município de Nova Iguaçu / NIMA – Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente, PETROBRÁS, Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu**. – Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2010.

INEA/FUNDAÇÃO COPPETEC: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro**, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>, acesso em jan, 2016.

MORSELLO, Carla. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2001. 344 p.

O ECO. **O que são Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27099-o-que-sao-unidades-de-conservacao/>>, acesso em abril, 2016.

PEROBELLI, K.R.F. Conflito Ambiental e Luta por Moradia o caso do depósito de lixo tóxico do Distrito Industrial de Campo Grande, município do Rio de Janeiro. In: **I Encontro Nacional da ANPPAS**, 2002, Indaiatuba - SP. Anais do I Encontro Nacional da ANPPAS, 2002.

PEREIRA, T. C. G. Sustentabilidade e Justiça ambiental na Baixada Fluminense identificando problemas ambientais a partir das demandas ao Ministério Público. **Caderno Metropolitano**. São Paulo, v 15, n.29, PP 339-358. Jan/jun 2013.

RUIZ, M. S.; BERNARDELLI JUNIOR, J. M.; CORREA, R.; CÔRTEZ, P. L. Conflitos ambientais na região metropolitana de São Paulo: uma revisão da literatura. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE**, 13. 2011, São Paulo. Anais. São Paulo: FGV, 2011. p. 1-16.

SOUZA, S. M. V. **PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA COMUNIDADE VILA DE TINGUÁ NOVA IGUAÇU-RJ**. 2014. Monografia (Curso de Geografia) - Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2014.

SAUVÉ, Lucie. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Revista de Educação Científica Tecnológica e Ambiental da UNESCO**. São Paulo. 2005.

ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K. Desenvolvimento e Conflitos Ambientais: Um Novo Campo de Investigação. In: Zhouri, A.; Laschefski, K. (org.). **Desenvolvimento e conflitos ambientais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS COLETADOS POR PCD'S

V. H. G. SAMPAIO
M. S. SAKAMOTO
J. B. P. ACCIOLY FILHO

Resumo

Plataformas de Coleta de Dados (PCD's) são estações automáticas responsáveis pela coleta, armazenamento e transmissão de dados ambientais, sendo a sua utilização indispensável em áreas remotas, no planejamento e desenvolvimento de estudos ambientais, pesquisa e educação, agrometeorologia, defesa civil e gestão territorial, bem como previsões de tempo e clima. Dado a importância dessas estações, é fundamental garantir a melhor qualidade e precisão dos dados, especialmente porque esses equipamentos estão sujeitos a erros em suas medidas ou armazenamento em suas séries históricas. Isso se deve a vários fatores sendo eles naturais ou não. Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento e implementação de métodos de análise de consistência e validação que incluam desde o controle da qualidade básica, até processos mais sofisticados. Serão desenvolvidos, através do Programa Matlab (Matrix Laboratory), algoritmos que analisem a consistência dos dados das 76 PCD's da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) distribuídas pelo Estado do Ceará. O objetivo principal do projeto é aprimorar o sistema da Fundação e gerar dados de qualidade que serão posteriormente utilizados nas mais diversas áreas de interesse.

Palavras-chave: Estações automáticas; Gestão territorial; Matlab; Algoritmos.

Resumen

Plataformas de recogida de datos (PCD's) son estaciones automáticas responsables por la recogida, almacenamiento y transmisión de datos ambientales, siendo su uso esencial en áreas remotas, para la planificación y el desarrollo de los estudios ambientales, para la investigación y educación, agrometeorología, defensa civil y gestión territorial así como los estudios de tiempo y clima, además de las previsiones meteorológicas. Dada la importancia de estas estaciones, es vital para asegurar la mejor calidad y precisión de los datos, sobre todo porque este equipo está sujeta a errores en sus mediciones de almacenamiento o en sus series históricas. Esto se debe a varios factores, sean ellos naturales o no. Por lo tanto, es necesario el desarrollo e implementación de consistencia y validación de métodos analíticos que van desde el control de calidad básica, a los procesos más sofisticados. Se desarrollará a través del programa Matlab (Matrix Laboratory) algoritmos para analizar la consistencia de datos de 76 PCD's de la Fundación Cearense de Meteorología y Recursos Hídricos (FUNCEME) distribuidos por todo el Estado de Ceará. El objetivo principal del proyecto es mejorar el sistema de la Fundación y generar datos de calidad que posteriormente se utilizarán en varias áreas de interés.

Palabras clave: Las Estaciones automáticas; Manejo de la tierra; Matlab; Algoritmos.

1. Introdução

Plataformas de Coletas de Dados (PCD's) ou Estações Ambientais Automáticas são estações eletrônicas dotadas de sensores que coletam, armazenam e transmitem automaticamente, através de satélites, dados meteorológicos, agrometeorológicos, hidrometeorológicos e agrohidrometeorológicos (FUNCEME, 2015).

Direção e velocidade do vento, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, radiação solar, temperatura (máxima, mínima e instantânea) e umidade relativa do ar são as informações mais tradicionais, sendo de extrema importância no desenvolvimento de estudos e previsões de tempo e clima (INPE, 2015).

Visitas e leituras periódicas às estações convencionais, ou mesmo a dependência de uma pessoa residente daquela área que se responsabilizasse por esses serviços e enviasse os dados a uma central, tornaram essa metodologia dispendiosa, pouco eficiente e sujeita a falhas importantes para o desenvolvimento de trabalhos (SILVA *et al.* 2009), contribuindo assim para o surgimento das PCD's.

As estações automáticas foram criadas mediante a necessidade de estudantes, pesquisadores, empresas e instituições em aumentar a frequência e eficiência na coleta de dados ambientais pertencentes a lugares muito extensos ou de difícil acesso (INPE, 2015), assim como melhorar a qualidade, automatizar o processo e possibilitar um tratamento acelerado dessas informações, viabilizando também previsões mais precisas de fenômenos naturais. Atualmente, servem de subsídio a diversos setores produtivos como o energético, por meio do levantamento de potencial eólico e solar, o da agricultura, com o mapeamento das condições do solo e, principalmente, questões ambientais.

Diante dos argumentos supracitados, a disponibilidade de séries históricas de dados ambientais com qualidade e confiabilidade são indispensáveis (JUNIOR, 2005), entretanto, em virtude de distintas variáveis ambientais, naturais ou antrópicas (tais como relâmpagos, mau funcionamento, falta de manutenção, alterações nos sensores, vida útil da bateria, acidentes com animais, depreciação dos equipamentos, etc.), a precisão dessas aferições nem sempre retrata o estado real da variável medida (ANA, 2012).

Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento e implementação de métodos de análise de consistência e validação que incluem desde o controle da qualidade básica, até processos mais sofisticados. Dessa maneira, seria possível a identificação, correção de erros e preenchimentos de falhas, bem como o acionamento da equipe de engenharia responsável pela manutenção dos equipamentos.

Este trabalho tem como objetivo aprimorar o sistema de análise de consistência e validação previamente desenvolvido de dados ambientais coletados pela rede de PCD's da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) distribuídas pelo Estado do Ceará.

Serão considerados os dados de velocidade e direção do vento, temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, pressão atmosférica, precipitação e solo (umidade, temperatura e fluxo de calor) e desenvolvidos, por meio do Programa Matlab, algoritmos que identifiquem e sinalizem falhas, garantindo assim estudos ambientais e de tempo e clima mais próximos do real dada as devidas características do Estado do Ceará.

Optou-se pelo Matlab, nome originado pelos termos em inglês *Matrix* e *Laboratory*, por se tratar de um sistema computacional para cálculo científico simples de ser utilizado, exigir o mínimo de programação, permitir o desenvolvimento de algoritmos numéricos sobre matrizes, ao passo que é uma ferramenta poderosa na resolução de problemas matemáticos (VIEIRA, 2004).

2. Metodologia

Com início em outubro de 2015, o trabalho adota uma metodologia de avaliação de qualidade de dados coletados pela rede de PCD's operada pela FUNCEME no estado do Ceará, que atualmente totaliza 76 plataformas observadas na Figura 01. Nesta proposição serão considerados os dados de velocidade e direção do vento, temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, pressão atmosférica, precipitação e solo (umidade, temperatura e fluxo de calor).

A proposta é de que a metodologia de avaliação seja aplicada a todos os dados armazenados no banco de dados da FUNCEME e que seja automatizada ao final da pesquisa, para os dados futuros, com o apoio do grupo de tecnologia da informação da instituição.

O processo de qualificação seguirá a estratégia adotada para os dados obtidos pelas estações do projeto SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais) que é desenvolvido e coordenado pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). A metodologia de controle de qualidade adotada pelo projeto SONDA não altera ou corrige a base de dados original, identifica aqueles suspeitos de estarem incorretos, gerando um código de qualificação. Estes códigos de qualidade são armazenados em arquivos que podem ser obtidos e consultados pelos usuários, ficando a seu critério a utilização ou não do dado suspeito (SONDA, 2015).

De acordo com Martins *et al.* (2007) o programa de controle de qualidade das estações do projeto SONDA é composto de quatro procedimentos, cuja sequência é função do grau de complexidade, ou seja, o procedimento menos complexo é executado antes do mais complexo. Os procedimentos têm como objetivo avaliar:

- (1) se o dado coletado é "fisicamente possível";
- (2) se o dado coletado é "extremamente raro";
- (3) se há "consistência" entre os dados coletados por vários sensores; e
- (4) resultados de "comparação com modelo".

O código de qualidade aplicado a um registro da base de dados é composto de um valor numérico de 4 dígitos onde cada um representa o resultado dos procedimentos de qualidade mencionados anteriormente.

A metodologia desenvolvida para os dados das PCD's operados pela FUNCEME atende as etapas (1) e (2) dos procedimentos citados. Os critérios da etapa (1), consideram uma avaliação dos sensores que medem as variáveis, identificando a precisão e acurácia das medidas dos equipamentos. Além disso, os critérios e limites adotados são baseados na metodologia estabelecida pelo *Meteorological Research Center* (MRC) (WEBMET, 2006), e adaptados às condições do Ceará, já que em algumas situações, como para os dados de "Temperatura do Ar" e "Pressão Atmosférica", por exemplo, a filtragem na etapa (1) ("Fisicamente Possível") depende também da climatologia local. Em outras situações, esses critérios podem derivar da improbabilidade de repetições contínuas de medidas similares, como no caso do vento.

Na etapa (2) dos procedimentos de qualificação verifica-se essencialmente a variabilidade de uma dada variável em um determinado período de tempo, sendo portanto, dependente da climatologia ou, na ausência deste, da comparação com dados históricos de estações meteorológicas próximas que possuam características físicas similares de altitude, latitude, vegetação e uso do solo, etc.

A etapa (3) onde se verifica a consistência entre dados coletados por sensores diversos poderá ser sistematizada em algumas situações, como no caso das medidas de temperatura e umidade relativa do ar que apresentam ciclo diurno inverso. A etapa (4) do SONDA consiste em identificar inconsistências nos dados quando comparados a modelos computacionais ou variáveis semelhan-

tes na mesma estação. Inicialmente, essa etapa não será levada em consideração na metodologia em desenvolvimento.

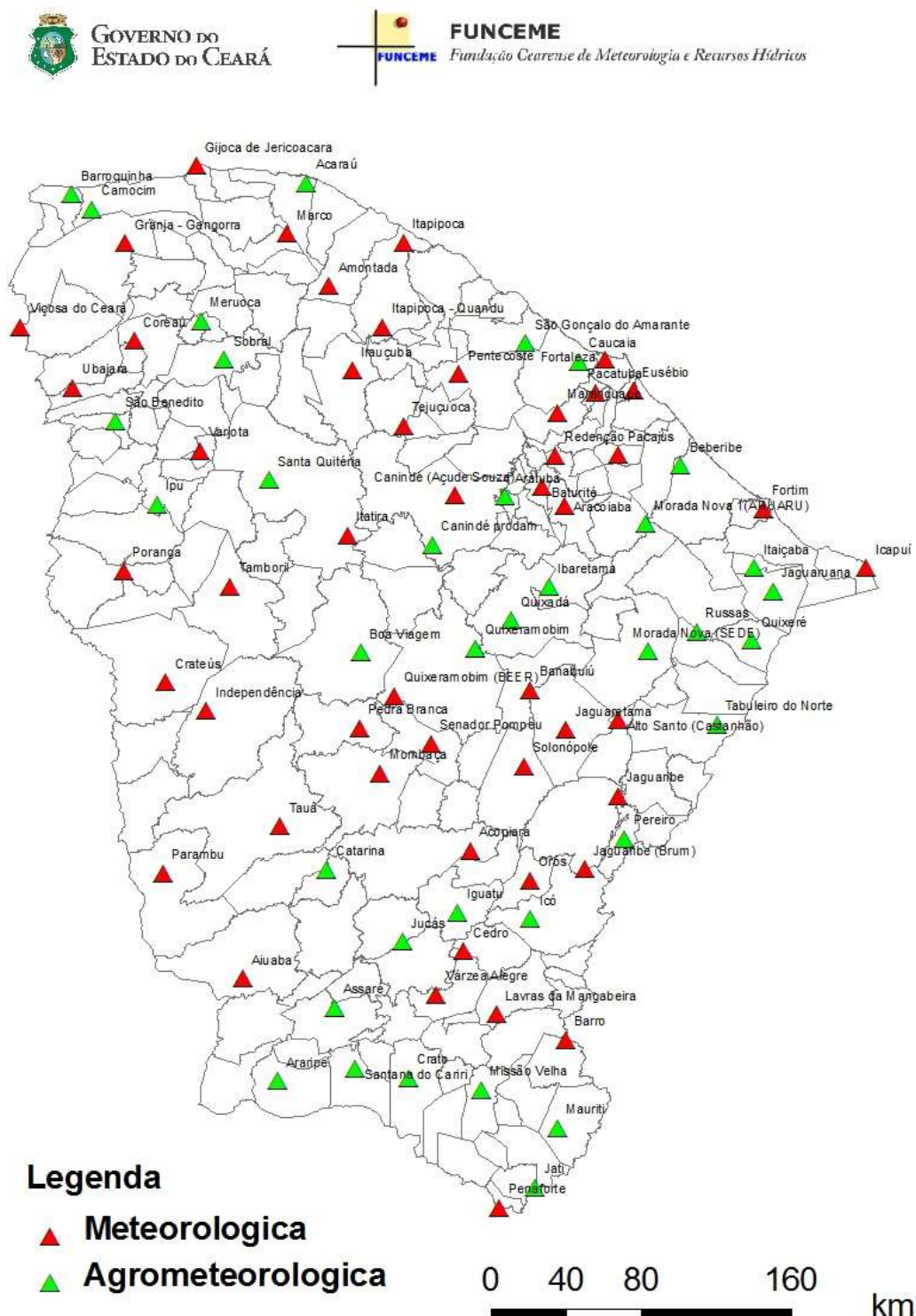


Figura 01 - Mapa de localização das Plataformas de Coleta de Dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos separadas por tipo. Foi utilizado o software ArcGis versão 9.2.

3. Conclusão

O desenvolvimento e implantação do trabalho proposto é de fundamental importância para aprimorar a rede de 76 Plataformas de Coletas de Dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Criar algoritmos que identifiquem e sinalizem falhas e, posteriormente, um procedimento automatizado de avaliação do banco de dados ambientais da Fundação será um ganho relevante para a academia e meteorologia nacional.

Gerar dados com qualidade e precisão, devidamente sinalizados, além de fundamentar o desenvolvimento de pesquisas de cunho científico e tecnológico, promoverá o adequado planejamento e gestão territorial, estudos ambientais e de tempo e clima mais concisos e próximos da realidade meteorológica do Estado do Ceará.

Referências

FUNCEME. Monitoramento. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**, Fortaleza, 5 dez. 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/instituicao/monitoramento>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

INPE. Plataforma de Coleta de Dados. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Fortaleza, 5 dez. 2015. Disponível em: 5 dez. 2015.

SILVA, F. M. da; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. **UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. Geografia Física II, Natal, 2009. 240 p. ISBN 978-85-7273-564-3.

JUNIOR, J. Z.; PINTO, H. S.; PINTO, D. S. Organização e consistência de banco de dados pluviométricos diários. Cepagri Meteorologia UNICAMP, **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura**, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/producao/resumos-em-anais-de-eventos/2005/m-c202_expandido.pdf/download.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2015.

ANA. Orientações para consistência de dados pluviométricos / **Agência Nacional de Águas**; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2012. 21p.: il.

VIEIRA, J. M. N. Matlab num Instante Versão 1.4. **Departamento de Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro**, Aveiro, 2004.

SONDA, Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais – CPTEC/INPE. Validação dos Dados. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Fortaleza, 7 dez. 2015. Disponível em: <<http://sonda.ccst.inpe.br/infos/validacao.html>>. Acesso em: 7 dez. 2015.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; CHAGAS, R. C.; NETO, S. L. M.; PEREIRA, E. B.; ANDRADE, E.; THOMAZ, C. Projeto SONDA – Rede Nacional de Estações para Coleta de Dados Meteorológicos Aplicados ao Setor de Energia. **Anais do Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Associação Brasileira de Energia Solar, Fortaleza, 2007.

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL ATRAVÉS DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS CACHORROS, SÃO LUÍS (MA)

JANILCI SERRA SILVA
MARCELINO SILVA FARIAS FILHO

Resumo

Por meio da análise espaço-temporal dos índices de vegetação obtidos com uso de técnicas de sensoriamento remoto é possível analisar as modificações do uso e ocupação da terra. O objetivo deste estudo é fazer a análise da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros em São Luís (MA). Foram utilizadas para estimativa dos índices de vegetação 2 imagens do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat-5, posteriormente foi feito o processamento digital das imagens em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). Neste estudo foram estimados três índices de vegetação Índice Normalizado Vegetação Diferença (IVDN), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e Índice de Área Foliar (IAF). O SAVI apresentou melhor delimitação das classes de uso e ocupação da terra. As técnicas aplicadas neste estudo possibilitaram analisar o grau de degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros em São Luís (MA), tal degradação ocorreu devido a supressão da cobertura vegetal principalmente em decorrência das atividades de mineração e crescimento da mancha urbana. Os valores dos índices de vegetação encontrados neste estudo são similares aos encontrados na literatura, os resultados mostram que o IVDN os valores estimados variaram entre -0,4-0,8, para o SAVI a variação foi de -0,2 a 0,7 e para o IAF a variação das classes foi de 0 - 6, sendo que as classes com os valores máximos dos índices de vegetação na imagem do ano de 2010 apresentou menor representação. O estudo mostra que a metodologia aplicada, para análise da cobertura vegetal, apresentou resultado satisfatório e é uma importante ferramenta para planejamento territorial e gestão ambiental.

Palavras-chave: Uso e cobertura da terra; Índice de vegetação; Sensoriamento remoto.

Abstract

By analyzing temporal-space of vegetation indices obtained with remote sensing techniques use is possible to analyze the changes in the use and occupation of the soil. The aim of this study is to make the analysis of vegetation in the river dos Cachorros in São Luís (MA). Were used to estimate the rates of vegetation 2 sensor images TM (Thematic Mapper) Landsat-5 satellite was later made the digital processing of GIS images (Geographic Information System). This study estimated three vegetation indices Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) and Leaf Area Index (LAI). The SAVI showed better delineation of use classes and occupation of the land. The techniques applied in this study made it possible to analyze the degree of environmental degradation in the river basin of dos Cachorros in São Luís (MA), such degradation was due to removal of vegetation cover mainly as a result of mining activities and growth of urban sprawl. The values of vegetation indices found in this study are similar to those found in the literature, the results show that the estimated IVDN values ranged from -0,4-0,8 to SAVI the range was -0,2 to 0,7 and the IAF variation of classes was 0-6, and classes with the maximum values of vegetation indices in the year 2010 image showed lower representation. The study shows that the methodology, used to analyze the vegetation, cover showed satisfactory results and is an important tool for territorial planning and environmental management.

Keywords: Use and occupation of land; Vegetation index; Remote sensing.

1. Introdução

A modificação do uso e ocupação da terra vem desencadeando uma série de desequilíbrios ambientais. A supressão de vegetação, principalmente, é um exemplo gerado pelo processo de urbanização. Assim, faz-se necessária a avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal para avaliação, acompanhamento e gestão dos recursos naturais.

Em conformidade com Jensen (2009), a utilização de índices de vegetação como o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e Índice de Área Foliar (IAF) facilita a obtenção e modelagem de parâmetros biofísicos das plantas, como a área foliar, biomassa e porcentagem de cobertura do solo, com destaque para a região do espectro eletromagnético do infravermelho, que pode fornecer importantes informações sobre a evapotranspiração das plantas.

A avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal é importante para o monitoramento do uso e ocupação da cobertura da terra. De acordo com Vila Nova *et al.* (2013, p. 38), o "monitoramento é definido como procedimento destinado a verificar a variação, ao longo do tempo, das condições ambientais em função das atividades humanas, e tem por objetivo manter o controle permanente de modificações ambientais".

A estimativa dos índices de vegetação estão baseadas no comportamento da reflectância da vegetação na região do visível, assim, quanto maior a densidade vegetal, menor é a reflectância em função da absorção da radiação pelos pigmentos fotossintetizantes e quanto maior a densidade vegetal, maior a reflectância devido ao espalhamento nas diferentes camadas das folhas. A partir das medidas espectrais, os índices de vegetação fornecem informações para avaliação qualitativa e quantitativa de diferentes fatores da alteração do uso da e ocupação da terra diretamente relacionados com a cobertura vegetal.

Os estudos que analisam os índices de vegetação são relevantes para caracterização da intensidade das modificações da cobertura da terra e degradação ambiental de uma determinada área, assim como aponta os estudos de Oliveira *et al.* (2011); Nezlin *et al.* (2005); Batista *et al.* (1993); Silva *et al.* (2009), Vila Nova *et al.* (2013), Silva *et al.* (2014) e Santos; Oliveira (2015).

Esta pesquisa teve por objetivo analisar a cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros em São Luís (MA) entre os anos de 1988 e 2010 a partir de análises espectrais de imagens de satélites, para subsidiar estratégias de planejamento territorial e gestão ambiental.

2. Material e métodos

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A bacia do rio dos Cachorros está localizada na zona rural do município de São Luís, porção sudoeste da Ilha do Maranhão, estando situada entre as coordenadas 2° 39' 52,16" O e 44° 21' 21" S e 2° 38' 45" O e 44° 16' 03" S (Figura 01). De acordo com a Agência Nacional das Águas, a bacia está inserida na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental (ANA, 2005) e possui uma área de aproximadamente 43,5 km².

Conforme Maranhão (1998) a área apresenta elevadas temperaturas que lhe proporciona alta pluviosidade e ocorrência de dois períodos distintos: um chuvoso e outro de estiagem, originando paisagens diferenciadas, com variedade ecobiótica em função da sazonalidade e pluviometria com médias de 2.400 mm a 2.800 mm/ano e umidade relativa do ar anual em torno de 82%.

A área é caracterizada por intensas atividades industriais e extração de minerais (laterita e areia), sendo estas atividades as principais causas da degradação ambiental e transformações da

paisagem local. Conforme Silva e Farias Filho (2015), na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, entre os anos de 1988 a 2010 as áreas com vegetação foram significativamente reduzidas, houve redução de 19,48% das áreas com presença de vegetação arbórea/arbustiva e redução de 11,17% de área de mangue.

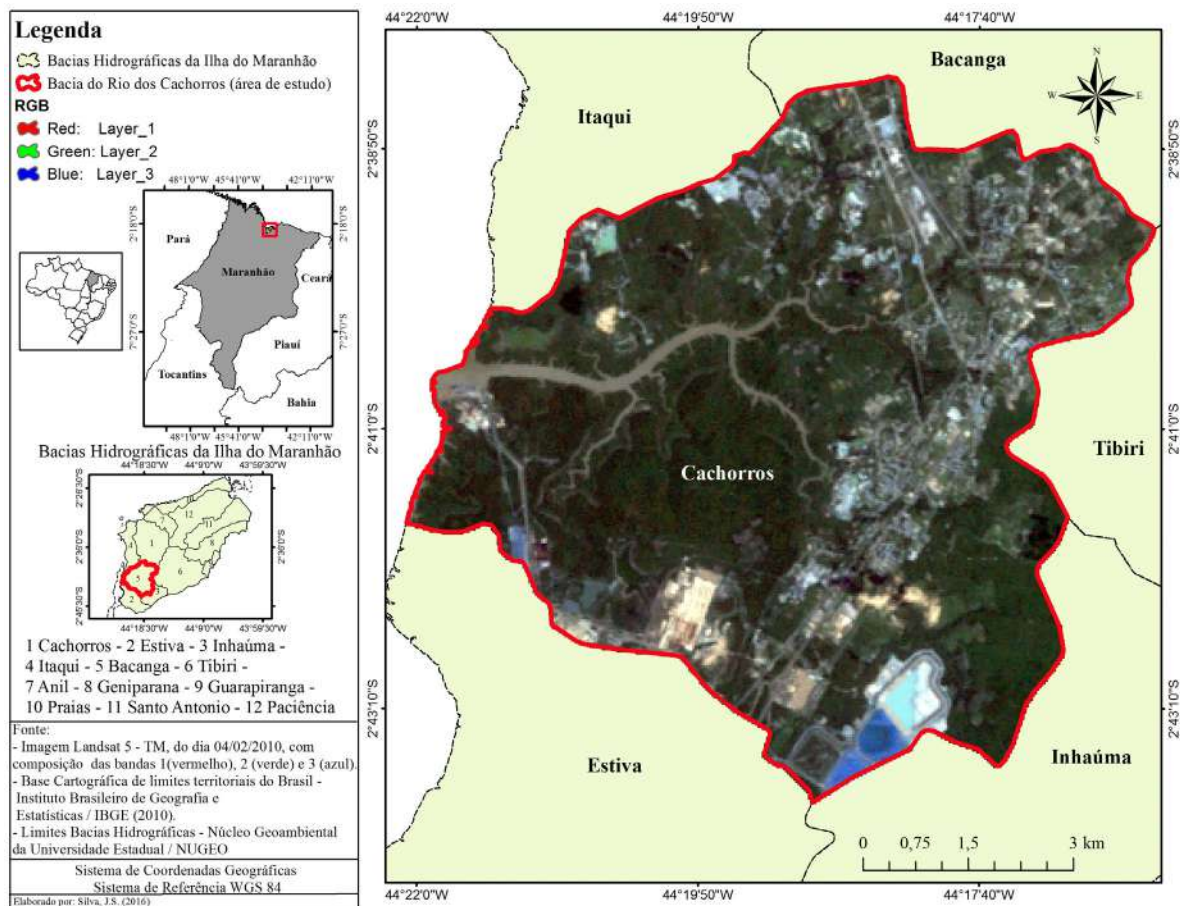


Figura 01 - Localização da Bacia do Rio dos Cachorros na Ilha do Maranhão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme Castro e Santos (2012, p. 4)

o processo de uso e ocupação do solo na área da bacia ocorreu de forma gradual ao longo das três últimas décadas. Observa-se através da interpretação visual de imagens de satélites que em meados dos anos 80 a região da bacia era predominantemente rural, com uma grande área verde e extenso manguezal. Entretanto, nessa época já se iniciava a instalação das primeiras industriais, principalmente na região estuarina e ao longo da BR 135, ao sul do território. Atualmente os espaços ocupados por inúmeras empresas e indústrias tem se tornado maior na região da bacia e está em plena expansão.

2.2 Materiais e métodos

Para a obtenção dos índices de vegetação utilizou-se imagens do satélite Landsat-5 sensor TM (Thematic Mapper), órbita 220, ponto 62, com data de passagem de 2 de agosto de 1988 e 10

de setembro de 2010, resolução espacial 30m x 30m, disponibilizadas pelo *United States Geological Survey*, disponível no endereço eletrônico <http://glovis.usgs.gov>.

A Tabela 01 apresenta as principais características das 7 bandas espectrais das imagens do satélite Landsat 5 sensor TM. Apresenta ainda a descrição dos coeficientes de calibração mínimo (a) e máximo (b) e a irradiância solar espectral no topo da atmosfera ($ESUN_{\lambda}$), utilizados para a calibração da radiométrica e cálculo da reflectância espectral das imagens analisadas neste estudo, os coeficientes utilizados são propostos por Chander *et al.*, 2007.

Bandas	Faixa espectral (μm)	Coeficiente de Calibração (W m ⁻² μm ⁻¹)				ESUN _λ (Wm ² μm ¹)
		De 01/03/1984 até 04/05/2003		Após 02/04/2007		
		— a	— b	— a	— b	
1 (azul)	0,45 – 0,52	-1.52	152.10	-1.52	169.00	1957
2 (verde)	0,52 – 0,60	-2.84	296.81	-2.84	333.00	1826
3 (vermelho)	0,63 – 0,69	-1.17	204.30	-1.17	264.00	1554
4 (IV-próx.)	0,76 – 0,90	-1.51	206.20	-1.51	221.0	1036
5 (IV-médio)	1,55 – 1,75	-0.37	27.19	-0.37	30.2	215.0
6 (IV-termal)	10,4 – 12,5	1.2378	15.303	1.2378	15.303	-
7 (IV-médio)	2,08 – 2,35	-0.15	14.38	-0.15	16.50	80,67

Tabela 01: Descrição dos canais para o Satélite Landsat 5 TM com os respectivos coeficientes de calibração

A calibração radiométrica consiste em um processo em que o número digital de cada imagem (ND) é transformado em radiância espectral de cada banda ($L_{\lambda i}$). Para converter os números digitais (ND) de cada pixel em radiância espectral se usa os coeficientes de calibração para as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do satélite Landsat 5 (Tabela 01). Os valores de radiância para cada banda foram obtidos pela equação 2, proposta por Markham e Baker, 1987:

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \text{ND} \quad (\text{Equação 1})$$

A reflectância espectral planetária no topo da atmosfera é a razão entre o fluxo da radiação refletido e o fluxo de radiação incidente. (ALLEN, 2002)

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (\text{Equação 2})$$

O inverso do quadrado da distância relativa Terra – Sol (d_r) é obtido pela Equação 5 conforme propõe Iqbal (1983).

$L_{\lambda i}$ = radiância espectral monocromática em Watts ($\text{Wm}^2/\text{sr}/\mu\text{m}$); a e b = são os coeficientes de calibração representando as radiâncias espectrais mínima e máxima; ND = intensidade do pixel (valor inteiro entre 0 e 255); i = corresponde as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do satélite Landsat 5.

$L_{\lambda i}$ = é a radiância espectral de cada banda; $ESUN_{\lambda}$ = irradiância solar espectral no topo da atmosfera, apresentada na Tabela 01; = cosseno do ângulo de incidência da radiação solar; d_r = o inverso do quadrado da distância relativa entre Terra–Sol; = é uma constante, resultante da integração hemisférica da radiância espectral.

DSA = Dia Sequencial do Ano

E = é o ângulo de elevação do Sol.

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(DSA \frac{2\pi}{365}\right) \quad (\text{Equação 3})$$

O Cos Z (cosseno do ângulo de incidência da radiação solar) foi obtido a partir do ângulo de elevação do Sol, que está disponível no ficheiro de metadados de cada imagem.

$$\cos z = \cos\left(\frac{\pi}{2} - E\right) \quad (\text{Equação 4})$$

Após a realização da calibração radiométrica e da reflectância seguiu-se com o cálculo dos índices de vegetação: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - IVDN, Índice de Vegetação Ajustado ao Solo - SAVI e Índice de Área Foliar - IAF.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) é a razão entre a diferença das reflectividades da banda do infravermelho próximo e no vermelho, pela soma dessas mesmas reflectividades (ROUSE *et al.*, 1973). Os valores variam no intervalo de -1 a 1, quanto mais próximo de 1, maior indício de presença de vegetação, e quanto mais próximo de -1, maior indício de presença de solos descobertos e rochas, obtido pela seguinte equação:

$$IVDN = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (\text{Equação 5})$$

O IVDN é um índice comumente utilizado para caracterização de algumas áreas, porém ele apresenta algumas limitações, tal como interferência devido à cor do solo e nos efeitos de umidade. Então foi desenvolvido um índice que pudesse melhorar os valores de IVDN sem que fosse feito medições em campo para a área de estudo (Jensen, 2009). Para tanto, foi elaborado o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), este índice de vegetação foi proposto por Huete (1988) sendo dado pela equação:

$$SAVI = \frac{(1+L)(NIR - R)}{(L + NIR + R)} \quad (\text{Equação 6})$$

A constante L, pode apresentar valores de 0 a 1, variando segundo a biomassa. Segundo Huete (1988), os valores de L são: L = 1 (para baixas densidades de vegetação), L = 0,5 (para médias densidades de vegetação) e L = 0,25 (para altas densidades de vegetação). Neste estudo utilizou-se L = 0,5.

O Índice de Área Foliar (IAF) é uma variável biofísica definida como o total de área foliar por área de superfície do terreno. A expressão empírica do IAF foi proposta por Allen *et al.* (2002), conforme a Equação 7.

$$IAF = -\left(\ln \frac{(0,69 - SAVI)0,59}{0,91}\right) \quad (\text{Equação 7})$$

NIR = é a banda espectral no infravermelho próximo e R = é a banda espectral do Vermelho

3. Os índices de vegetação como instrumento de análise da cobertura da terra

A literatura apresenta diversos índices de vegetação como indicadores para monitoramento do uso e ocupação da terra. Porém, os índices de vegetação mais comumente utilizados são: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e Índice de Área Foliar (IAF). Estes índices baseiam-se em simples combinações das reflectâncias do visível e do infravermelho próximo de imagens de satélite.

Os valores de IVDN, quanto mais próximo de 1, mais densa é a vegetação. E as áreas que apresentam IVDN negativo indica superfície não vegetada (nuvens, água) (ROSENDO, 2005). Santos e Oliveira (2015, p. 12) que analisou a cobertura vegetal do entorno do açude caldeirão, em Piripiri (PI) com o uso do IVDN salienta que os dados gerados pela estimativa do IVDN "constituem material científico importante, pois permitem conhecer e atualizar dados acerca do açude caldeirão e subsidiam a governança para elaboração de planejamento ambiental".

De acordo com Braz et al. (2015, p. 15), no estudo na bacia hidrográfica do córrego Ribeirão-zinho, município de Selvíria-MS, salientam que a análise do IVDN e o SAVI "apresentaram resultados satisfatórios quanto à representação da dinâmica da vegetação na bacia estudada. Estes índices retrataram semelhanças em seus resultados, porém o SAVI ao minimizar o efeito do solo apresenta resultados mais confiáveis".

O IAF, assim como os demais índices de vegetação, é estimado pela combinação entre as reflectâncias em várias faixas espectrais da radiação electromagnética obtidas através das bandas espectrais das imagens de satélite. A estimativa do índice de área foliar também possibilita o mapeamento da degradação ambiental de uma determinada área. Machado *et al.* (2013), no seu estudo com estimativa IAF no Parque Nacional do Catimbau (PE - Brasil) mostra que o Parque Nacional do Catimbau sofre uma grande pressão antrópica, principalmente no centro do parque onde se verifica uma considerável malha de estradas.

4. Resultados e discussões

A Figura 02 apresenta os mapas das imagens processadas referente ao IVDN, para as duas cenas analisadas (02/08/1988 e 04/02/2010). Os valores dos índices foram divididos em cinco classes. Os valores do IVDN variaram entre -0,1 a 0,8.

A classe com os valores entre -0,4 - 0 representam áreas com presença de água. A classe com os valores de 0 - 0,3 representam áreas urbanizadas. A classe com os valores de 0,3-0,5 representam áreas com solo exposto, com destaque para a atividade da extração de minerais (laterita e areia). Os valores entre 0,5 - 0,7 representam áreas com presença de vegetação herbácea e a classe com os valores de 0,7 - 0,8 caracteriza as áreas com vegetação com maior densidade (vegetação arbórea). Analisando as duas cenas, Figura 02(a) e 02(b), observa-se que na imagem do dia 04/02/2010 houve decréscimo da quantidade de pixels com valores máximos (áreas de vegetação densa). Em contrapartida houve crescimento significativo da classe com os valores intermediários (área com presença de solo exposto).

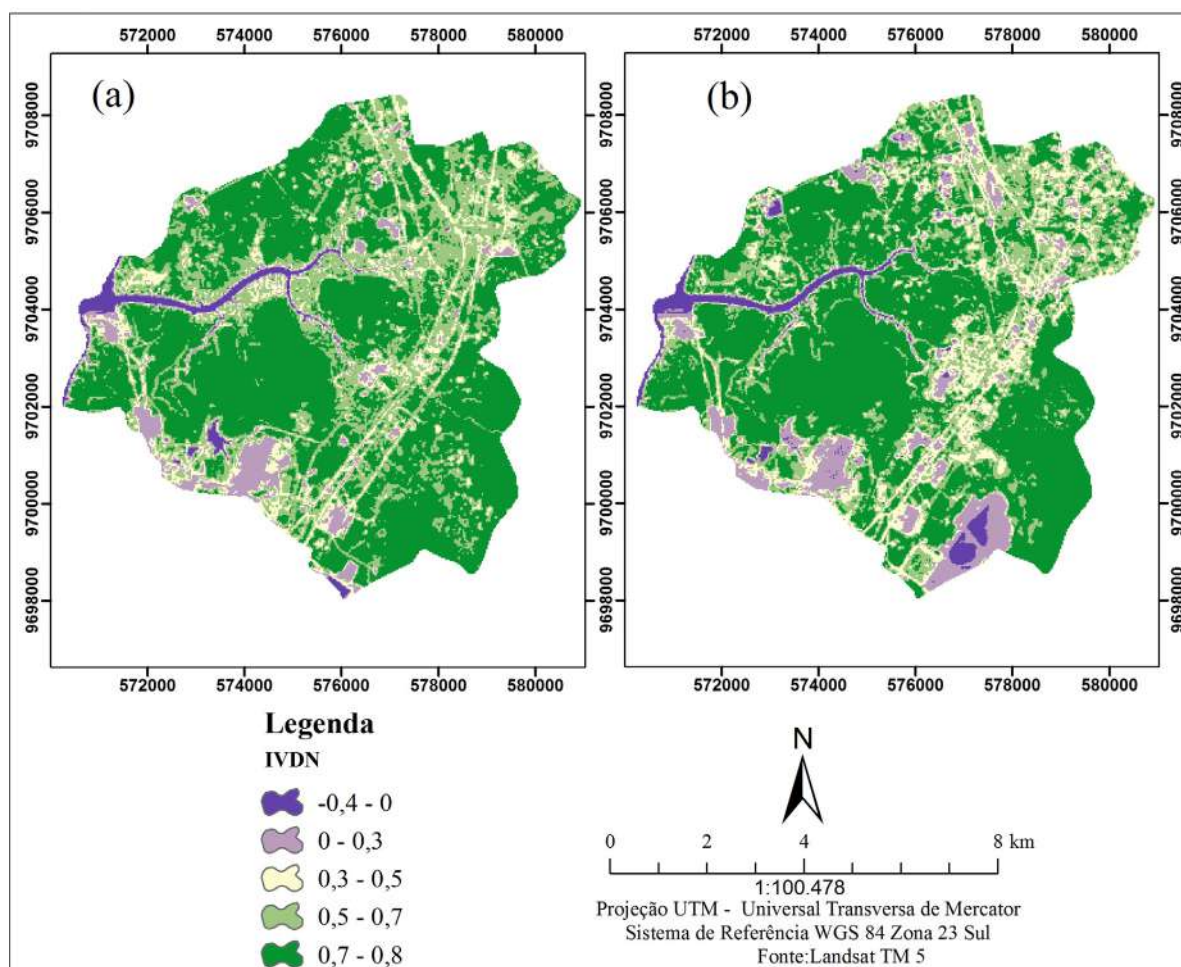


Figura 02 - Mapa do IVDN da Bacia Hidrográfica do Rio dos Cachorros para os dias:

(a) 02/08/1988 e (b) 04/02/2010.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Em relação ao SAVI a região apresentou intervalos de valores entre -0,2 a 0,7. Assim como no IVDN, com base nestas variações, a região foi dividida em 5 classes. Nesta classificação, os valores em tonalidade mais clara representam regiões com SAVI com os menores valores, variando de -0,2 - 0,3 esta classe corresponde a áreas com presença de corpos hídricos. As classes com valores entre 0,3 - 0,5 representam as áreas de solo exposto ou mancha urbana. As classes com valores SAVI variando entre 0,5 - 0,6 representam áreas com presença de vegetação herbácea e área de manguezal. A área com os valores máximos da vegetação, com valores entre 0,6 - 0,7, representam áreas com vegetação densa. A estimativa do SAVI apresentou maior divisão entre as classes se comparado ao IVDN e isto ocorreu devido a aplicação do fator de ajuste ao solo inserido na equação do SAVI ($L=0,5$). A variação é observada principalmente na transição da classe que representa solo exposto e a classe que representa vegetação herbácea.

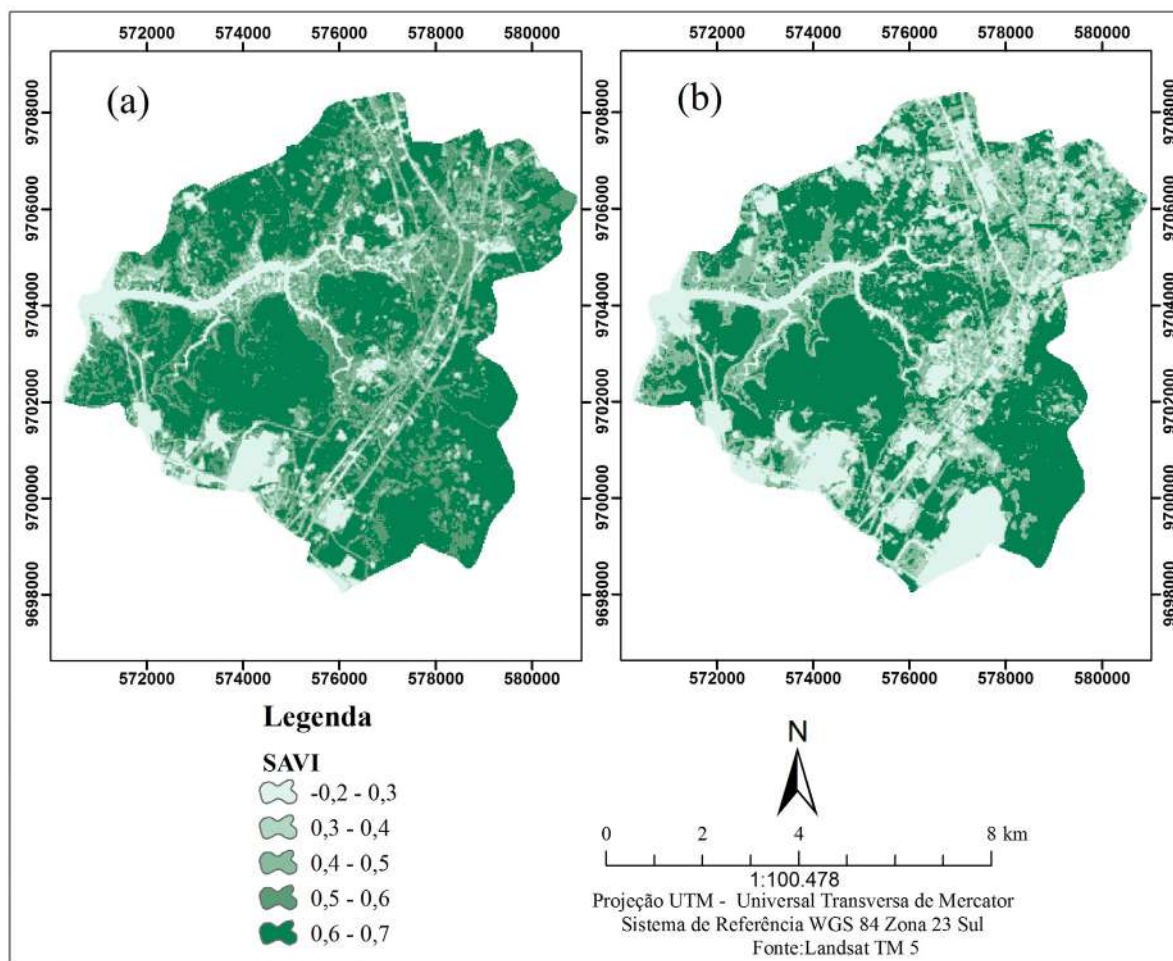


Figura 03 - Mapa do SAVI da Bacia Hidrográfica do Rio dos Cachorros para os dias: (a) 02/08/1988 e (b) 04/02/2010.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

O IAF foi estimado com intervalos que variaram entre 0,0 - 6. Com base nestas variações a região foi dividida em 5 classes. Na cena do ano de 1988, as classes na tonalidade esverdeada representam áreas com os maiores valores do IAF (2,5 - 6) e as classes com tonalidade marrom forte representam áreas com os valores IAF mais baixo (0,0 - 0,8). A imagem de 2010 revela que houve redução da biomassa na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, pois conforme pode ser observado nesta data os valores máximos dos pixels foram de até 2,8, diferente de 1988 que os valores máximos de alguns pixels foi de 6. Na comparação entre a Figura 04(a) e 04(b), é observado o crescimento gradativo das regiões com valores mais baixos do IAF, assim como no IVDN e no SAVI essa região representa áreas de mancha urbana e áreas de extração de minerais.

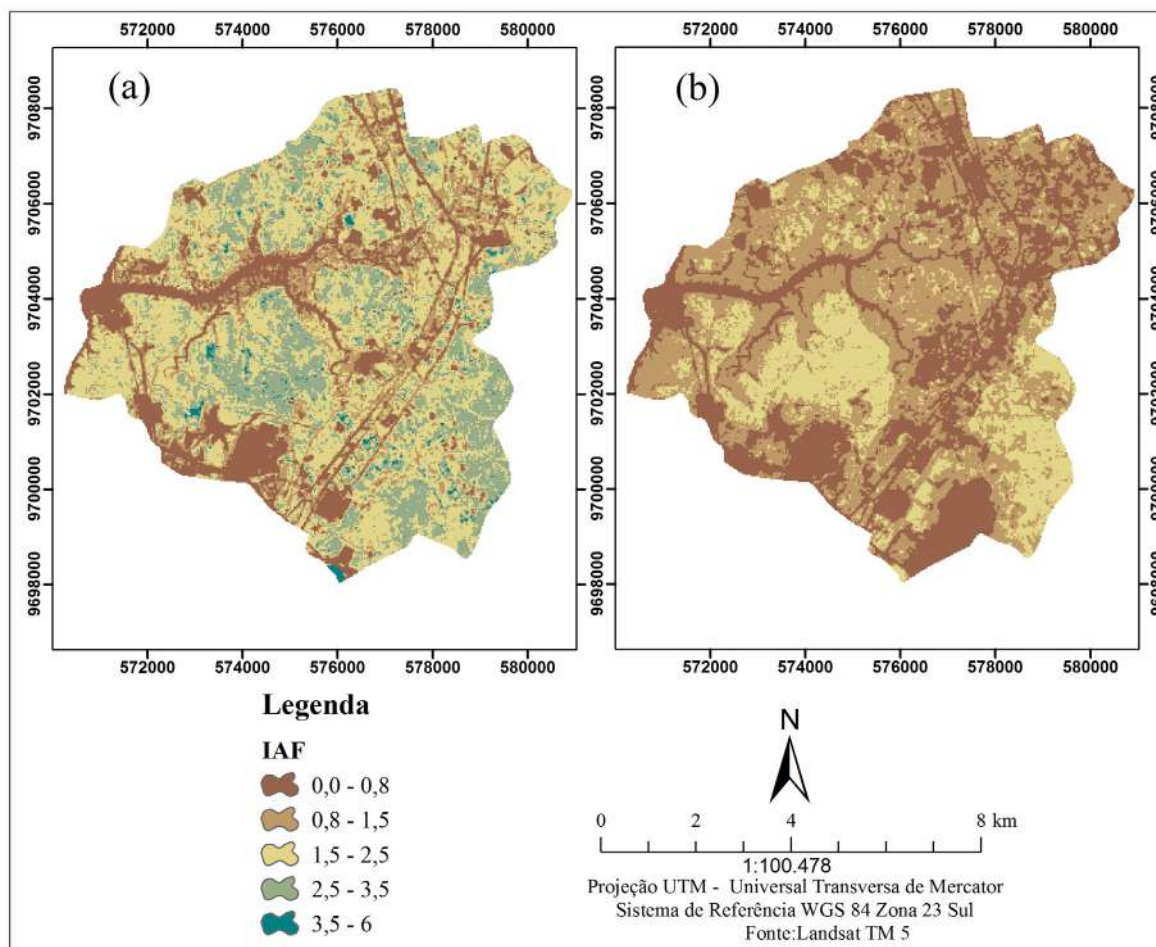


Figura 4 - Mapa do IAF da Bacia Hidrográfica do Rio dos Cachorros para os dias:

(a)02/08/1988 e (b)04/02/2010.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

A Tabela 02 mostra a estatística descritiva dos índices de vegetação analisados neste estudo (IVDN, SAVI e IAF). Nela são apresentados os valores mínimo, máximo, média, moda e desvio padrão. Verifica-se que o maior desvio padrão ocorreu no IAF na imagem de 1988. Ainda com relação ao IAF é possível verificar que este foi o índice que apresentou maior diferença nos dados estatísticos entre as duas datas analisadas neste estudo e os valores do SAVI se comparado ao IVDN foram inferiores. Mais uma vez é mostrado que o fator de ajuste empregado na equação do SAVI ameniza os efeitos do *background* do solo.

Anos	Estatísticas	IVDN	SAVI	IAF
02/08/1988	Mínimo	-0,4	-0,2	0,0
	Máximo	0,8	0,7	6,6
	Média	0,6	0,5	1,8
	Moda	0,7	0,6	2,2
	Desvio padrão	0,1	0,1	0,8

04/02/2010	Mínimo	-0,3	-0,2	0
	Máximo	0,7	0,6	2,8
	Média	0,4	0,4	1
	Moda	0,6	0,5	1
	Desvio padrão	0,1	0,1	0,4

Tabela 02: Estatísticas dos índices IVDN, SAVI e IAF

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Conclusões

A estimativa dos índices de vegetação se mostrou eficaz, pois permitiu a análise das alterações na paisagem natural da área estudada. Os índices de vegetação (IVDN, SAVI e IAF) indicaram mudanças na cobertura da terra entre os anos de 1988 e 2010. Os resultados obtidos mostram aspectos importantes da situação ambiental da área analisada. A partir dos resultados obtidos é possível inferir que a expansão urbana da bacia do rio dos Cachorros, somado ao desenvolvimento de atividades de mineração são os principais fatores responsáveis pela redução da biomassa na área de estudo. Tal resultado mostrou também que é possível inferir que houve fragmentação da paisagem natural que implica em alterações da dinâmica ambiental local.

O estudo revelou ainda a eficiência e aplicabilidade da metodologia, mostrando que o uso das geotecnologias (e sua integração com SIG) se configura como ferramenta precisa para análises ambientais em bacias hidrográficas e as análises aplicadas neste estudo são importantes para o monitoramento espaço-temporal do uso e ocupação da terra e constitui-se em um importante instrumento de gestão ambiental e planejamento territorial.

Referências

ALLEN, R. G.; TREZZA, R.; TASUMI M. **Surface energy balance algorithms for land. Advance training and user's manual**, version 1.0, p. 98, 2002.

Agência Nacional de Águas (ANA). **Caderno Da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental**. Brasília, 2005.

BATISTA, G.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; LAWRENCE, W.T. **Monitoramento da cobertura florestal através de índice de vegetação do NOAA- -AVHRR**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais São José dos Campos, p. 30-37. INPE, Curitiba, 1993.

BRAZ, A. M.; DE ANDRADE ÁGUAS, T.; GARCIA, P. H. M. Análise de índices de vegetação IVDN E SAVI e Índice De Área Folear (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria-MS. **Revista Percursos**, v. 7, n. 2, p. 5-22, 2015.

CASTRO, T. C. S.; DOS SANTOS, F. R. B. Diagnostico ambiental da atividade de extração mineral classe 2 na bacia hidrográfica do rio dos cachorros, São Luís-MA, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 67-76, 2013.

CHANDER, G.; MARKHAM, B.; BARS, J.A. Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v.4, n.3, p.490-494, 2007.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment, **Elsevier Science Publishing Co.**, New York, USA. v. 25, p. 295-309, 1988.

- IQBAL, M. An Introduction to Solar Radiation. **Academic Press**, New York, pg. 223, 1983.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, p. 604.
- MACHADO, C. C. C.; PEREIRA, E. C. G.; ALBURQUEQUE, M. B. SILVA, B. B.; GALVINCIO, J. D. **Estimativa do Índice de Área Foliar no Parque Nacional do Catimbau (PE - Brasil) e sua comparação com medições de campo usando o LAI-2200**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR). 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013.
- MARANHÃO/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Diagnóstico ambiental da microrregião da aglomeração urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário**. São Luís, 1998.
- MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, v. 8, n. 3, p.517-523, 1987.
- NEZLIN, N. P.; KOSTIANOY, A.G.; BAI-LIAN, L.I. Inter-annual variability and interaction of remote-sensed vegetation index and atmospheric precipitation in the Aral Sea region. **Journal of Arid Environments**, v. 62, n. 4, p. 677-700, 2005
- OLIVEIRA, J. C. F.; OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal através do IVDN no bairro de Boa Viagem, Recife-PE e entorno. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 03, p. 590-600, 2011.
- ROSENDO, J. dos S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. NASA SP-351 I, 1973, pg. 309–317.
- SANTOS, F. A.; OLIVEIRA, W. A. S. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) para avaliação da cobertura vegetal do açude caldeirão, em Piripiri (PI), Brasil. **Revista Equador**, v.4, n. 02, p. 114-127, 2015.
- SILVA, C. A. V.; SILVA, H. A.; OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Uso do Sensoriamento Remoto através de Índices de Vegetação IVDN, SAVI e IAF na microrregião de Itamaracá-PE. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE**, p. 3079-3085, 2009.
- SILVA, J.S; FARIAS FILHO, M. S. **Análise da Cobertura do Solo da Bacia do Rio Dos Cachorros em São Luis (MA) entre os Anos de 1988 e 2010 a partir de Imagens de Sensores Orbitais**. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. Disponível em: <<http://www.cbcs2015.com.br/arearestrita/arquivos/866.pdf>>. Acesso em: 28 setembro 2015.
- SILVA, A.M; SILVA, R.M; SILVA, B. B. **Estimativa de parâmetros biofísicos em diferentes tipos de uso e ocupação do solo no semiárido paraibano**. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia e V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, 2014, Gramado/RS. XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia e V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, 2014.

VILA NOVA, F. V. P.; TORRES, M.F.A.; COELHO, M. P.; SANTANA, M. N. G. DE. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada no monitoramento dos manguezais: litoral sul de Pernambuco–Brasil. **Geografares**, n. 15, p. 36-67, 2013.

USGS - United States Geological Service. **Earth Explorer - Collection - Landsat Archive**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 25 de setembro de 2015

CARTOGRAFIA SOCIAL NA VISÃO DOS ADOLESCENTES NA COMUNIDADE UMARI PACAJUS, CEARÁ

NAIANE DE OLIVEIRA DOS SANTOS
EDELIUDE DO NASCIMENTO SILVA
DANIELA QUEIROZ ZULIANI
RAFAELLA DA SILVA NOGUEIRA

Resumo

A Cartografia Social é um processo protagonizado pelas próprias comunidades, visto que elas é que a realizam junto ao grupo de pesquisadores que participam do processo oferecendo suporte; cabem apenas às funções mais técnicas. A metodologia usada para a realização do trabalho na comunidade foi através, dos princípios da cartografia social participativa, como forma de conhecer a história da comunidade, como vivem suas formas de trabalhos, e quais espaços que os adolescentes envolvidos no processo, julgavam importantes representarem no mapa. A partir do mapa dos adolescentes, foi realizado o mapa no programa ArcGIS 10.1 consiste em um software de interface gráfica e amigável, que permite a sobreposição de planos de informação vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes (letras) e figuras, com a finalidade de mapeamento temático. Na formalização do desenho da comunidade percebeu-se que todos estavam engajados no desenho, de tal forma que todos queriam expor sua casa e de seus familiares, inclusive destacando as cores específicas das mesmas, assim como, expor sua propriedade, destacando o que tinha na mesma, como: quais animais criavam, quantas cisternas tinham, e quais as culturas que cultivavam e tinham na propriedade. Esse estudo demonstrou a capacidade dos adolescentes em definir seu espaço geográfico, seu habitat em que vivem e como está organizado seu espaço a partir da sua realidade onde vivem.

Palavras-chave: Mapa social; Grupo social; Espaço geográfico; Conhecimento empírico.

Abstract

The social mapping is a process played by the communities themselves, since they do realize it. With the group of researchers involved in the process by supporting, fit only the more technical functions. The role of communities in the mapping process is a factor of extreme importance, because they are that they hold knowledge about the region and the community to be mapped. The methodology used to carry out the work in the community was through the principles of participatory social mapping, in order to know the history of the community, how they live their forms of work, and which spaces that teenagers involved in the process, they thought important represent the map. From the map done by teenagers, it was made the map in ArcGIS software (ArcMap version 10.1). The image Umari community was obtained by satellite imagery in Google Earth, was executed after the ArcGIS program, the coordinates were used UTM WGS 1984 Southern hemisphere Zone 24 S. In formalizing the Community design was realized that they were all engaged in the design, so that everyone wanted to expose their home and their families, including highlighting the specific colors of the same, as well as expose your property, noting that he had in same as that raised animals, how many tanks had and which crops grew and had the property. This study demonstrated the ability of adolescents to define their geographical area, its habitat in which they live and how organized is your space from your reality in which they live.

Keywords: Social map; Social group; Geographical space; Empirical knowledge.

1. Introdução

A cartografia social é um processo protagonizado pelas próprias comunidades, visto que elas é que a realizam. Essa metodologia é realizada junto ao grupo de pesquisadores que participam do processo oferecendo suporte, cabendo aos mesmos apenas as funções mais técnicas. No final, a soma de ambos permite o mapeamento e explicitação das práticas tradicionais que constituem sua identidade, o que caracteriza a delimitação do território que tradicionalmente ocupam (ALMEIDA, 2006).

A cartografia considera os mapas como instrumentos capazes de representar uma realidade. Por meio de objetos e elementos, inúmeros mapas podem ser gerados e inúmeras interpretações podem ser obtidas (FERREIRA, 2011).

Os elementos da representação cartográfica podem contribuir para a construção de visões de mundo socialmente comprometidas, fazendo do mapa um instrumento ativo na veiculação de ideias, ademais da representação territorial (PÓVOA NETO, 1998).

Em vez de informações técnicas, o mapa social apresenta o cotidiano de uma comunidade. No mapa são colocadas localidades, rios, lagos, cemitérios, casas, igarapés, grotas – independentemente de seu tamanho ou condição (GORAYEB, 2014).

Nesse processo as comunidades, de forma empírica e fundamentada na convivência cotidiana do território, elaboram mapas e desenhando representando o meio físico e social em que vivem (MILAGRES *et al.*, 2010a). Construir mapas participativos é “construir o território com os atores e mobilizar estes atores através do território sob a hipótese de que, nesta relação, uns aos outros se transformarão” (ACSELRAD & COLI, 2008).

No Brasil, a utilização da cartografia social já é bastante significativa na Amazônia e tem se expandido para outras regiões. Há diversos exemplos de transformação de demandas sociais em políticas públicas, por meio da utilização de diferentes processos de “mapeamento participativo”, garantindo o reconhecimento de demandas de diversos tipos de comunidades, como quilombolas, pesqueiras, extrativistas, e de periferias. (GORAYEB, 2014).

O protagonismo das comunidades no processo da Cartografia é um fator de extrema relevância, pois elas é que são detentoras do conhecimento acerca da região e da comunidade a ser mapeada, tendo em vista a identidade coletiva do grupo social trazendo o olhar de quem realmente compreende aquela realidade (OLIVEIRA. *et al.*, 2010). Diante dessa perspectiva, o objetivo deste trabalho foi estudar a cartografia social na visão dos adolescentes das séries 6º e 9º ano na comunidade Umari, Pacajus, Ceará.

2. Metodologia

A metodologia usada para a realização do trabalho na comunidade foi através dos princípios da cartografia social participativa, como forma de conhecer a história da comunidade, como vivem, suas formas de trabalhos, e quais espaços que os adolescentes envolvidos no processo, julgavam importantes representar no mapa.

Inicialmente os discentes do curso de agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), tiveram uma conversa com os estudantes da Escola E. E.F. Francisco Cosmo da Silva, para explicar sobre a importância da cartografia social, sugerindo aos mesmos, a elaboração de um mapa participativo de sua comunidade. Em seguida foram selecionados alguns estudantes das séries 6º e 9º a qual se reuniram para a elaboração do mapa social.

A partir do mapa dos adolescentes, foi realizado o mapa no programa ArcGIS 10.1 consiste em um *software* de interface gráfica e amigável, que permite a sobreposição de planos de infor-

mação vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes (letras) e figuras, com a finalidade de mapeamento temático. Também permite pesquisas e análises espaciais, criação e edição de dados, padronização e impressão de mapas (SANTOS, 2009).

A imagem da comunidade de Umari foi obtida por meio do *Google Earth* referente a data no dia 09 de abril, 2016. Essas imagens foram georreferenciadas no *software* ArcGIS 10.1 com 10 pontos de controles distribuídos ao longo da imagem. As informações desenhadas pelos adolescentes por meio da cartografia social foram transferidas manualmente para a imagem georreferenciada no *software* ArcGIS. As principais informações representadas pela cartografia social foram as residências, reservatório de água, vegetação, pontos comerciais como club de dança, campo de futebol, Igreja Católica e Evangélica e mercearias. Foram apenas inseridas no mapa as informações que os adolescentes destacaram em seu desenho.

Para marcar os pontos utilizou-se a ferramenta *Editor* do ArcGIS onde foram criados vários *shapefiles*, tais como: casas, cisternas, Igreja Católica e evangélica, Escola, campo de futebol, vegetação, açude, praça e estradas principais que foram postas no desenho dos adolescentes.

3. Resultados e discussões

Na formalização do desenho da comunidade percebeu-se que todos estavam engajados no desenho, de tal forma que o grupo queria expor sua casa e de seus familiares, inclusive destacando as cores específicas das mesmas (Figura 01). Segundo Goldstein, (2013), o mapeamento participativo surge como uma alternativa para o maior envolvimento da equipe. E da população no processo de territorialização. (GOLDSTEIN, *et al.* 2013). Além disso, os adolescentes queriam expor sua propriedade, destacando o que tinha na mesma, como: Quais animais criavam, quantas cisternas tinham, e quais as culturas que cultivavam e tinham na propriedade. Em vez de informações técnicas, no mapa social apresenta a visão e cotidiano da comunidade.



Figura 01 - Adolescentes executando a cartografia social.

Segundo MEIRELES (2014) o mapa social só existe a partir da participação efetiva da população envolvida. Nesse aspecto, é importante ressaltar que as metodologias utilizadas durante os trabalhos de cartografia social devem conter métodos participativos. (GORAYEB; MEIRELES, 2014).

Após a elaboração e término da cartografia, cada grupo de alunos responsáveis por desenhar sua comunidade apresentou para a turma e professores, os pontos mais importantes da comunidade, segundo sua visão (Figura 02). Esses pontos foram: a escola de ensino fundamental (E. E.F. Francisco Cosmo da Silva), na qual, foi caracterizada por sua cor específica (amarela), a área de

cultivo de hortaliças (hortas) da escola, os reservatórios de águas (cisternas), as fontes de recursos hídricos existentes na comunidade (poços, açudes), a estrada principal que dá acesso a sua comunidade e os espaços de lazer (Clube do Ritmus, campo de futebol e a praça). Assim como, suas residências e de seus familiares, sendo inclusive algumas destas caracterizadas por suas reais cores, ou seja, caracterizadas por suas cores específicas (Figura 02).

Segundo Herrera (2009), a cartografia social é uma proposta conceitual e metodológica que permite construir um conhecimento integral de um território, utilizando instrumentos técnicos e vivenciais na elaboração coletiva dos mapas.



Figura 02 - Adolescentes expondo o mapa aos colegas de classe e professores.

Em seguida todos os envolvidos expressaram sua opinião sobre o trabalho, em que uma estudante do 8º ano se expressou *“Que gostaram muito de desenhar sua comunidade e sua casa”*. Observa-se que no mapa elaborado pelos estudantes existe uma riqueza de detalhes como a existência das árvores e as estradas principais, no qual durante o diálogo os estudantes ressaltaram até que a existência de buracos era importante constar no desenho (Figura 03). Afirmam Martinelli (2003), que os mapas traduzem um saber construído socialmente, representados por desenhos que possuem um grande conteúdo simbólico, pois são “produtos da mente humana”. (MARTINELLI, 2003, p. 97).



Figura 03 - Desenho confeccionado pelos adolescentes utilizando a cartografia social e o mapa com as informações georreferenciadas.

A elaboração de mapas participativos é capaz de considerar o conteúdo simbólico presente

na identidade dos indivíduos, estabelecendo assim um campo de construção de metodologias e uso de tecnologias que aponta para uma abordagem cartográfica participativa, criando condições para que grupos sociais se auto-cartografem. (ALMEIDA, 2009).

O mapa georreferenciado é apresentado nas Figuras 04 e 05 demonstrando o potencial do uso da cartografia social para melhor compreender a dinâmica da propriedade. Cada informação tem uma coordenada geográfica o que facilita a identificação e o monitoramento de diversos fatores. Por exemplo, informações sobre quais residências possuem cisternas, ou quais delas encontram-se próxima à escola, localização do açude indicando proximidade de acesso à água, dentre outros. Segundo Acselrad (2008), As tecnologias mais avançadas, como os sofisticados Sistemas de Informação Geográfica, embora permitam um uso bem mais sutil das cores e camadas, aumentam a distância entre as pessoas das comunidades, detentoras do conhecimento local.

Desta forma, outros trabalhos podem ser realizados para complementar o banco de dados espaciais visando o planejamento e desenvolvimento sustentável da região.

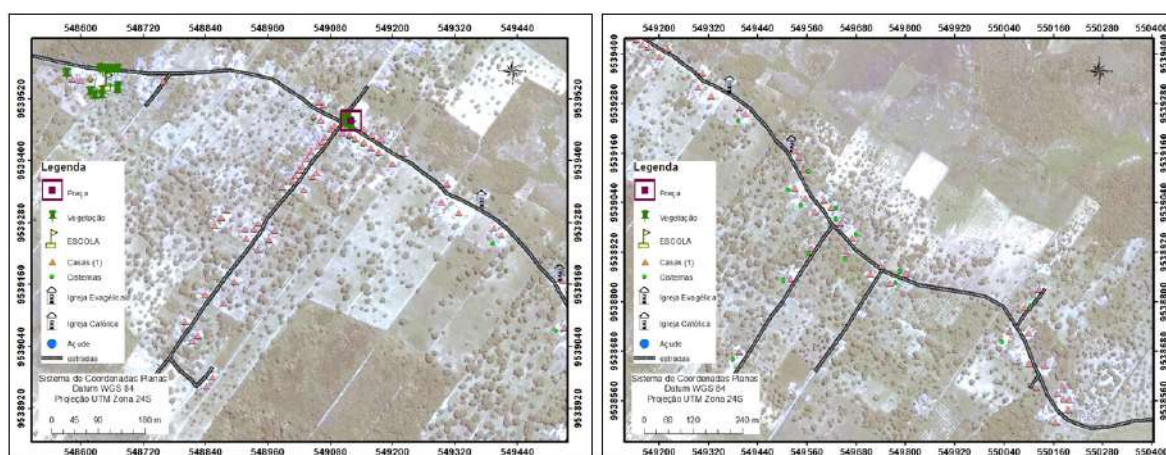


Figura 04 – Mapa final após a aplicação da cartografia social pelos adolescentes e o levantamento de informações georreferenciada na comunidade de Umari, Pacajus-CE.

4. Conclusão

Portanto, a cartografia se mostra ser um elemento essencial para o processo de territorialização e conhecimento da comunidade de forma participativa, a qual se prevalece à percepção dos próprios atores, que formam a comunidade, valorizando as suas relações e identidades. Tendo em vista que a participação dos adolescentes, na confecção da cartografia foi essencial para a obtenção de dados importantes sobre a comunidade.

Conclui-se que, a cartografia social revelou na prática que os adolescentes que estão inseridos na comunidade, possuem um conhecimento fundamental para uma melhor compreensão, da dinâmica na comunidade. Esse estudo demonstrou a capacidade dos adolescentes em definir seu espaço geográfico, seu habitat em que vivem, e como está organizado seu espaço a partir da sua realidade onde vivem.

Referências

ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de. **Quilombolas, Quebradeiras de Coco Babaçu, Indígenas, Ciganos, Faxinaleses e Ribeirinhos: movimentos sociais e a nova tradição**. Revista Proposta (Rio de Janeiro), Rio de Janeiro, v. 29, n. 107/108, p. 25-38, 2006.

- ALMEIDA, A. W. B. de. **Novas experiências em cartografia social**. Encontro Nacional da ANPUR, Florianópolis. 2009.
- ACSELRAD, H; COLI, L. R. Disputas Territoriais. In: **cartografias sociais e território**. Henri Acselrad (Org.). Rio de Janeiro UFRJ/IPPUR.2008.
- ACSELRAD Henri. et al. **Cartografias sociais e território**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, instituto de pesquisa e planejamento urbano e regional, 2008. Isbn 978-85-86136-04-7.
- FERREIRA, Cleiton Silva. **O uso da cartografia social e das técnicas participativa no ordenamento territorial em projetos de reforma agrária**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2011.
- GOLDSTEIN, R. A. et al. **A experiência de mapeamento participativo para a construção de uma alternativa cartográfica para a ESF**. (ICICT/Fiocruz). Manguinhos. 21045-360. Rio de Janeiro RJ. 2013.
- GORAYEB, A. **Cartografia Social e Populações Vulneráveis**. Universidade Federal do Ceará (UFC). 2014.
- GORAYEB, Adryane; MEIRELES, Jeovah. **Cartografia social vem se consolidando com instrumento de defesa de direitos**. Rede Mobilizadores, 10 fev. 2014
- HERRARA, J. **Cartografia Social**. Universidad Nacional Cordoba. Novembro 2009.
- LACOSTE, Yves. **A geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1997.
- MARTINELLI, Marcelo. **Mapas da geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 2003.
- MILAGRES, Cleiton Silva Ferreira, FERREIRA NETO, José Ambrósio, SOUSA, Diego Neves. **O uso dos sistemas de Informação Geográfica Participativos (Pgis's) na Representação Territorial de comunidades**. Anais. Congresso ALASRU, Recife, PE, 2010.
- OLIVEIRA, Marina Eduarda Armstrong; JR., Renato Alves Ribeiro; ROCHA, Otávio Gomes; SILVA, Thiago Vinícius de Almeida; GÓMEZ, Jorge Ramón Montenegro. **O poder de resposta: a Cartografia Social dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Porto Alegre - RS, 2010. ISBN 978-85-
- PÓVOA NETO, H. Notas para uma leitura desconfiada da representação cartográfica e seu território. In: Ilmar Rohloff de Matos (Org.). **Ler e escrever para contar: documentação, historiografia, e formação do historiador**. Rio de Janeiro: Access, 1998, p. 185-202.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Projeto aplica a cartografia como forma de identificação social**, s.d. Disponível em: <<http://www.portal.ufpa.br/imprensa/noticia.php?cod=2190>>.99907-02-3.
- SANTOS, Renato Prado. **INTRODUÇÃO AO ARCGIS® Conceitos e Comandos**. Dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/Extensao/ArcGIS/Apostila+Renato+Prado+Vol+2.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

CARTOGRAFIA TEMÁTICA APLICADA AO PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA EM BOA VISTA/RR

CARMEM LÚCIA ROSA DA SILVA
MARIA ELISA ZANELLA
FERNANDO DA SILVA CESCONETO
ROZANE PEREIRA IGNÁCIO

Resumo

O presente estudo objetivou analisar a variação espaço-temporal da expansão urbana e da rede de drenagem da bacia do igarapé Grande no período de 1985 a 2010, em detrimento da expansão urbana. Os procedimentos metodológicos em que se baseou esta pesquisa foram: pesquisa bibliográfica impressa e em meio eletrônico; levantamento de campo e análise de imagens de sensoriamento remoto. As imagens foram adquiridas no site do INPE. A coleta dos dados de campo contou com o auxílio de um aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global), uma câmera fotográfica e caderneta para anotações gerais. A área urbana da cidade de Boa Vista teve um aumento populacional acentuado na década de 1980 a 1990, decorrendo em uma acentuada expansão urbana. O adensamento populacional favoreceu o processo de degradação dos corpos hídricos em função da ação antrópica que agiu tanto de forma direta, como indireta. Na pesquisa de campo, foram observadas várias intervenções antrópicas sobre as formas de relevo, que alteraram as morfologias originais, destruindo algumas de suas características básicas e gerando novos processos morfodinâmicos. O processo de urbanização na cidade de Boa Vista, nos últimos 25 anos, deu-se de forma desordenada, causando sérios problemas ambientais, em função da expansão acelerada e da falta de planejamento urbano e gestão eficiente na organização do uso do solo e na preservação dos recursos naturais. As imagens possibilitaram, por meio do geoprocessamento, a constatação e a análise do crescimento urbano, confirmando-se como uma metodologia importante no estudo para o planejamento e gestão urbana.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Degradação; Geoprocessamento.

Abstract

The present study aimed to analyze the spatial and temporal variation of urban sprawl and drainage system of Grande stream basin in the period of 1985-2010, at the expense of urban sprawl. The methodological procedures on which this research is based were: literature and electronic media research; field survey and remote sensing image analysis. Images were acquired at INPE website. The collection of field data had the help of a GPS (Global Positioning System), a camera and notebook for general notes. The urban area of the city of Boa Vista had a population increase in the decade from 1980 to 1990, happening in a marked urban sprawl. The population density favored the process of degradation of water bodies due to anthropic action that acted both directly, and indirectly. In field research, it was observed several human interventions on the landforms, which altered the original morphology, destroying some of its basic characteristics and generating new morphodynamic processes. The process of urbanization in the city of Boa Vista, in the last 25 years, took place in a disorderly manner, causing serious environmental problems, due to the rapid expansion and lack of urban planning and efficient management in land use organization and preservation of natural resources. The images made possible, through the geoprocessing, the realization and analysis of urban growth, confirming it as an important methodology in the study for the planning and urban management.

Keywords: Sustainability; Degradation, Geoprocessing.

1. Introdução

Estudos relacionados ao meio ambiente têm comprovado que a degradação ambiental se agravou a partir da metade do século XX, quando o processo de industrialização intensifica a exploração dos recursos naturais e a concentração populacional em áreas urbanas. O crescimento populacional em áreas urbanas, em nível mundial, não se baseou em um processo de organização e planejamento favorável a sua sustentabilidade. Desta forma, tornou-se o principal responsável pelos danos ao meio ambiente, alterando drasticamente o meio físico original. A partir da década de 70, o uso e ocupação do solo em áreas urbanas se intensificam, e os problemas ambientais também.

Diante do contexto, cientistas buscaram entender e propor soluções para os problemas ambientais, principalmente quanto aos recursos hídricos. Day (1978), Dietrich e Dunne (1993) se preocuparam com a variação da densidade de drenagem fluvial, Drew (1989), Brookes (1996) com a ação direta do homem sobre toda extensão cursos dos fluviais, por meio da regulação dos rios e alteração do nível de base (obras de engenharia), Faria (1994, 1996), Fernandez *et al.* (1999), Sander (2003) e Cunha (2003) com o estudo das mudanças na drenagem fluvial nas cidades brasileiras, os quais sempre comprovaram que tais alterações são consequências do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas.

Como parte do contexto global, a área urbana da cidade de Boa Vista localizada no extremo norte do país, não se difere das demais situações anteriormente apresentadas, devido ao crescimento populacional das últimas décadas, responsável por uma expansão urbana acelerada, de modo desordenado, que contribuiu para o surgimento de inúmeros problemas na área urbana. Em consequência disso, ocorreu alteração no uso do solo das vertentes, a ocupação das planícies de inundação e a degradação dos corpos hídricos de Boa Vista, fato preocupante.

A alteração hidrográfica proveniente da urbanização traz sérias consequências, principalmente quando se refere às enchentes causadas pela impossibilidade do canal em transportar um elevado volume de água devido à impermeabilização, que reduz a capacidade da infiltração no solo e aumenta o escoamento superficial, provoca o assoreamento dos rios originados por sedimentos e lixos carreados, além de produtos tóxicos que poluem e contaminam a água, trazendo sérios problemas de saúde à população. Desse modo, pesquisas com prognósticos que visem uma ocupação urbana associada à preservação ambiental são de suma relevância.

Sendo assim, os elementos que sustentam cientificamente essa pesquisa, ressaltam a importância do planejamento para gestão urbana no intuito de responder às necessidades, carências e aspirações humanas e às alterações ocorridas por meio das ações antrópicas, que modificam a paisagem natural e causam desequilíbrio aos canais fluviais. Diante do contexto, o presente estudo objetivou analisar a variação espaço-temporal da expansão urbana e da rede de drenagem da bacia do igarapé Grande no período de 1985 a 2010, observando expansão urbana e suas consequências.

Como objetivos específicos avaliou a expansão urbana de Boa Vista no período de 1985 a 2010; detectou os impactos da ação antrópica sobre a bacia do igarapé Grande e suas consequências; e construiu mapas temáticos sobre a expansão urbana e as modificações na rede de drenagem.

2. Procedimentos técnicos-metodológicos da pesquisa

O estudo realizado sobre a variação espaço-temporal da rede de drenagem da bacia do igarapé Grande no perímetro urbano de Boa Vista, iniciou-se por uma pesquisa bibliográfica, visando

obter informações básicas sobre a área de estudo, além de informações específicas relacionadas às técnicas e conceitos aplicados ao trabalho. Para adquirir informações sobre a produção do espaço urbano de Boa Vista, bem como as alterações deste processo sobre os rios e igarapés, quanto aos conceitos sobre a paisagem, além das técnicas de sensoriamento remoto foram feitas pesquisas "*in situ*" e em meio eletrônico.

Após este momento, foram adquiridos no site do INPE as imagens TM/LANDSAT-5 dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2004 e 2010 então, iniciou-se uma rotina de tratamento e interpretação dos dados digitais visando à análise da paisagem urbana e das mudanças na rede de drenagem. A coleta dos dados de campo contou com a utilização de um aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global), de uma câmera fotográfica para registrar as imagens observadas, além de caderneta para anotações gerais das modificações não visíveis nas fotografias. O transecto percorrido foi feito por veículo automotivo (automóvel e motocicleta) conforme acessibilidade dos locais. A interpretação e análise das imagens de satélite referidas foram auxiliadas por visitas a campo (período de 2008 a 2010).

O enfoque adotado no mapeamento das unidades da paisagem priorizou os recursos de apresentação gráfica contidos no programa ArcGis. Após a manipulação de todos os dados obtidos das imagens TM/LANDSAT-5 em meio digital, os resultados foram apresentados em mapas temáticos na escala de 1:80.000/1:90.000, representando a evolução urbana total de Boa Vista e, 1:40.000/1:55.000, a expansão da ocupação urbana na bacia do igarapé Grande e as mudanças nos padrões de drenagem.

As imagens TM/LANDSAT-5 foram adquiridas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em meio eletrônico no formato TIFF. As imagens usadas foram selecionadas seguindo alguns critérios como: a disponibilidade, pouca cobertura de nuvens e alta visibilidade. Diante disto, não foi possível conseguir uma sequência histórica de imagens de mesmo período. Isto, no entanto, foi possível por meio de análises visuais sobre as cenas, em composição RGB (5, 4, 3), na intenção de identificar os aspectos da paisagem urbana da cidade de Boa Vista. As características das imagens do Satélite TM/LANDSAT-5 adquiridas podem ser visualizadas na Tabela 01.

Orbita/Ponto	Data de Aquisição	Bandas	Resolução Espacial (m)	Resolução Radiométrica	Elevação Solar	Azimuth Solar
232/58	15/09/1985	1,2,3,4,5,7	30 x 30	256 níveis	57.58	88.70
232/58	17/02/1990	1,2,3,4,5,7	30 x 30	256 níveis	48.28	111.92
232/58	06/05/1995	1,2,3,4,5,7	30 x 30	256 níveis	50.20	67.70
232/58	01/04/2000	1,2,3,4,5,7	30 x 30	256 níveis	56.71	86.06
232/58	11/03/2004	1,2,3,4,5,7	30 x 30	256 níveis	55.67	100.80
232/58	19/10/2010	1,2,3,4,5,7	30 x 30	256 níveis	62.26	117.89

Tabela 01: Principais características das imagens do satélite TM LANDSAT-5

Fonte: INPE (2008).

Para a correção geométrica dos dados de elevação do terreno e as distorções introduzidas durante a aquisição das imagens TM/LANDSAT-5, foi considerado o modelo polinomial, que se baseia apenas na aquisição de GPC's (Ground Control Points), conhecidos como "pontos de controle" caracterizados por coordenadas (x, y) de feições bem definidas e facilmente reconhecíveis, localizados em mapas, imagens e em campo.

As imagens, após as correções atmosféricas e geométricas, passaram por uma interpretação visual em composição (5R4G3B), para delimitar a área de estudo. Nesse processo, levou em consi-

deração: a) a área urbana da cidade; b) as áreas com alterações dos aspectos naturais da paisagem; e c) as áreas de maior expressão nas cenas.

Para delimitar a área selecionada, usou-se os valores de linha e coluna dos "pixels" colhidos através do programa "Image Works", em seguida foram recortados e exportados em formato TIFF por meio da função "FEXPORT" do programa "XPace", (PCI Geomatics), finalizando com seis recortes referentes à mesma área para as seis cenas.

Para aumentar o contraste e melhorar o aspecto visual no intuito de facilitar a interpretação das imagens antes da aplicação das técnicas de processamento de dados, utilizou-se a técnica de realce visual e a técnica de aumento linear de contraste, que se encontra descrita em Mather (1999).

A manipulação do contraste possibilita que as feições de interesse sejam mais ou menos realçadas, pois o contraste linear permite alterar o histograma original, gerando uma nova imagem por meio do realce dos objetos. Não há mudança na forma do histograma, quanto a sua simetria, somente quanto ao valor médio e ao seu espaçamento (CRÓSTA, 1992).

Essa técnica consiste em expandir a distribuição dos dados originais concentrados para um intervalo de 255 níveis em uma imagem de 8 bits, que resulta no aumento do contraste da imagem e uma melhor visualização. Isso pode ser aplicado nas bandas isoladamente ou sobre as imagens em composição. O procedimento de aumento linear do contraste foi realizado, tanto no aplicativo SPRING, na função contraste, quanto no programa "Image Works" do pacote PCI Geomatics e do ArcGis.

Este estudo contou com a classificação supervisionada que, segundo Fitz (2008), apresenta melhor resultado, pois conta com a capacidade interpretativa do profissional que através do conhecimento das características da área de trabalho auxiliará o resultado final deste processo.

Para uma melhor distinção dos elementos das imagens de satélite, foi formada uma composição colorida RGB composta pelas bandas 1, 4 e 5, seguindo os estudos de Almeida (2008), que realizou o teste de OIF (Optimum Index Factor) e conseguiu o maior número de informações para essa composição. Iniciou-se o processo de extração de informação para o reconhecimento automático dos elementos em função de determinado critério de decisão (Tabela 2).

Classes	Descrição	" P i x e l s "	Regra de Decisão
Mata Ciliar	Vegetação das margens e arborização urbanas	500	4
Savanas	Vegetação de savana	500	3
Área Antropizada	Ocupação urbana.	300	2
Corpos Hídricos	Rios, igarapés e lagos	300	1

Tabela 02: Classes, "pixels" amostrados e regra de decisão adotada no treinamento para a classificação supervisionada

A representação das classes estabelecidas seguiu a regra de decisão determinada pelas amostras (áreas de treinamentos) dos "pixels" selecionados nas imagens (Tabela 04). Esse processo foi realizado nos 6 (seis) recortes de imagens por meio da função "Session Configuration" do programa "Image Works" do PCI Geomatics, seguindo modelo de Almeida (2008).

A identificação das drenagens contou com a técnica de vetorização manual realizada diretamente na tela do computador. Após a adição da imagem raster, iniciou-se com o auxílio do mouse, o desenho (em forma de pontos, linhas e polígonos) das drenagens, dos lagos, das rodovias principais, das áreas de preservação permanente dos igarapés, etc. A vetorização gerou e armazenou seus arquivos em shapefile organizados em uma base hierárquica conforme a importância

dos aspectos sobrepostos.

Esse procedimento constitui nas relações espaciais entre os elementos gráficos vetorizados. Os quais são a conectividade (se há ou não ligação entre os elementos), a contiguidade (se os elementos estão em contatos) e proximidade (distância entre dois elementos). Portanto, é preciso uma preocupação constante em não deixar linhas inacabadas, a fim de que os nós (pontos inicial e final de uma linha) estejam bem conectados, visando a uma consistência (qualidade e precisão) do arquivo gerado (FITZ, 2008).

Após a vetorização dos elementos (drenagem, lagos,) de cada imagem, foi realizada a análise booleana (intersecção, união) que consiste na sobreposição lógica dos arquivos (vetoriais ou matriciais), os quais são baseados no empilhamento de diferentes camadas de dados (FITZ, 2008).

A delimitação da bacia seguiu-se a determinação apresentada pelo mapa Bacias Urbanas da cidade de Boa Vista (SOUZA *et al.*, 2010). Nesse ponto, vale ressaltar que a definição de bacia e micro bacia possui abordagens diferentes que variam entre os estudiosos da área.

O limite da bacia foi gerado tendo como base as cartas topográficas do Serviço Geográfico do Exército (Boa Vista "MI-54/2-SO" e Fazenda Aningal "MI-54/1-SE"), em escala 1:25.000 e a imagem Landsat-5/TM, referente ao ano de 1985. A partir desta base, foram extraídos os elementos curva de nível, pontos cotados e hidrografia e, assim, o limite da bacia do igarapé Grande foi vetorizado mediante a aplicação das técnicas de identificação de divisores de água e cotas altimétricas, respeitando as curvas de nível com seus respectivos valores.

3. Localização e caracterização da bacia do Igarapé Grande

A bacia hidrográfica do igarapé Grande localiza-se na cidade de Boa Vista, na porção norte do estado de Roraima, extremo norte do país, está inserida dentro dos domínios da bacia do rio Branco, mais precisamente ao sul da área urbana da capital, que se localiza nas coordenadas UTM 20 N 317581, E 746563 e 20 N 303395, E 764299 (Figura 01).

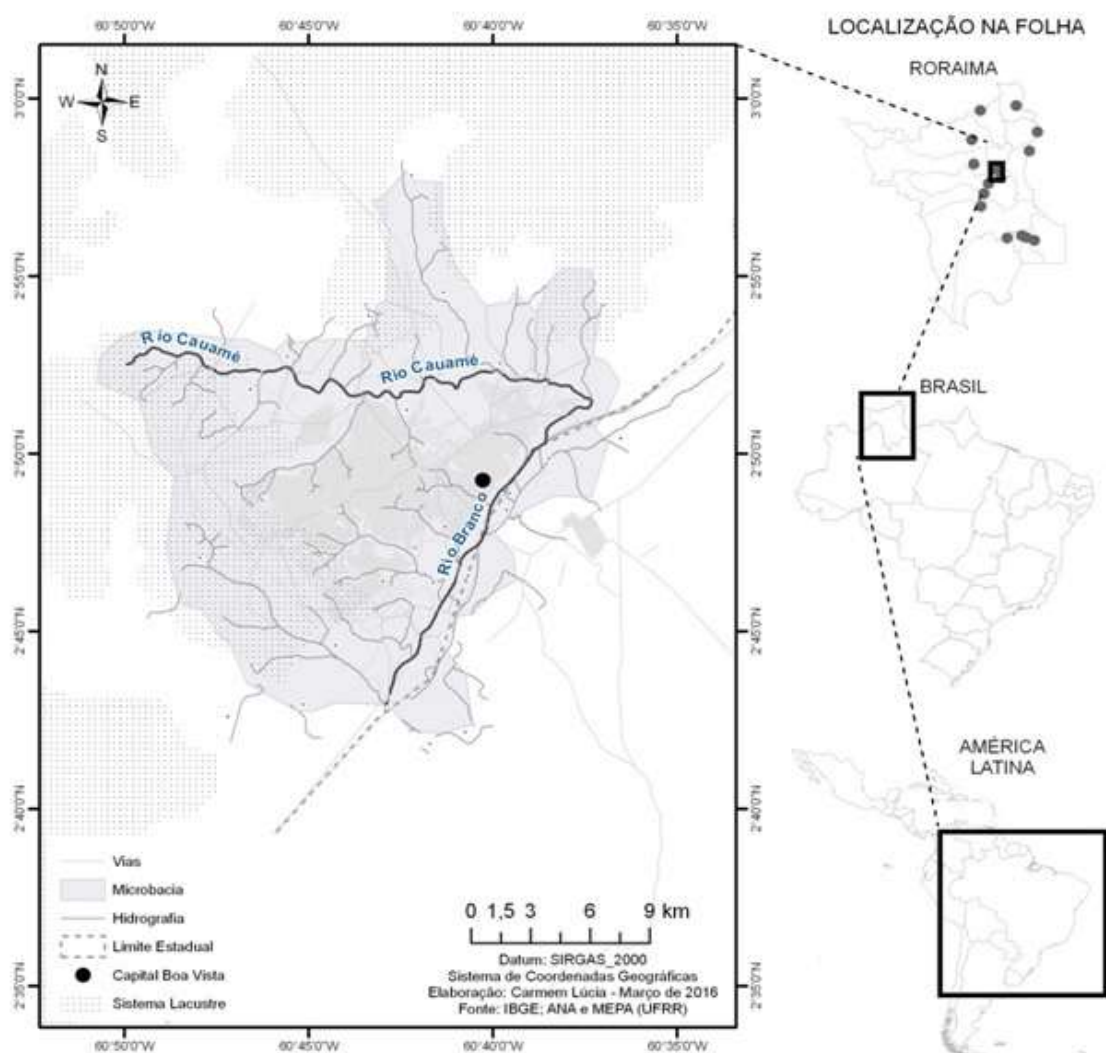


Figura 01 – Localização da bacia do Igarapé Grande na cidade de Boa Vista.

3.1 Caracterização geológico/geomorfológica

O espaço geográfico de Boa Vista está inserido em domínio denominado Craton das Guianas, que se estende pela Depressão da Amazônia Setentrional, composta por uma extensa região que após um processo de pediplanação transformou-se no atual relevo de áreas aplainadas. Esta configuração tem como base rochas do embasamento cristalino, e suas altitudes variam entre 80 a 160 m (BRASIL, 1975; VALE JUNIOR; SOUSA, 2005; BESERRA NETA; TAVARES JUNIOR, 2008).

A cidade de Boa Vista encontra-se assentada sobre a unidade morfoestrutural de relevo denominada Pediplano Rio Branco – Rio Negro, composta por sedimentos arenosos e areno-sílticos, semi-inconsolidados, de idade quaternária que recobrem indistintamente os sedimentos consolidados arenosos e argilosos da Formação Boa Vista. Essa região apresenta uma diversidade Pedo-Geomorfológica associada a processos de erosão e deposições cíclicas; e alternâncias climáticas originárias do período Jurássico (VALE JUNIOR; SOUSA, 2005; BESERRA NETA; TAVARES JUNIOR, 2008).

3.2 Características climáticas e hidrográficas

Segundo a classificação de Koppen, o clima da cidade de Boa Vista-RR, é do tipo AWi, isto é, tropical chuvoso, quente e úmido com uma estação seca acentuada geralmente com 04 a 06 meses de estiagem, quando o nível de base (lençol freático) baixa e uma estação chuvosa; a estação seca apresenta o período de menor precipitação entre dezembro e março quando o total pluviométrico atinge apenas em torno de 10% da taxa anual. Na estação chuvosa, registrou-se o maior total de precipitação anual (60%), entre maio e agosto (BARBOSA; MIRANDA, 2005; EVANGELISTA; SANDER; WANKLER, 2008). A variação térmica entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio, para a região é inferior a 5° C (BRASIL, 1975). A variação anual na distribuição das chuvas para o Estado de Roraima e para a cidade de Boa Vista pode ser visualizada a seguir (Figuras 02 e 03).

A rede de drenagem da bacia hidrográfica do igarapé Grande se encontra na planície do rio Branco, uma região composta por depressões preenchidas por lagos, brejos e igarapés interligados que em período chuvoso formam fluxos lineares de água superficial. Observando o diâmetro dos lagos foi detectado que suas formas variam entre os goticulares, circulares, elipsoidais e geminados (nascentes compartilhadas). Os lagos (nascentes) estão localizados a montante dos corpos hídricos, alimentando a drenagem fluvial. Através dessa observação, detectou-se ainda que esses apresentam pequenas proporções, e seus volume e o fluxo de água estão sujeitos à variação sazonal. No período seco (seis meses), aproximadamente, 65% deles secam completamente, e os restantes ficam limitados por círculos brejosos.

O padrão da drenagem desta bacia é o dendrítico, está sobre sedimentos da depressão Boa Vista em uma área abaciada, onde a rede de drenagem não segue controle estrutural algum, distribuindo-se aleatoriamente. Da análise areal resultou que a área da bacia é de 31,70 km², considerando toda extensão drenada pelo conjunto do sistema fluvial, esboçada em um plano horizontal e seu comprimento é de 9,68 km, medida relacionada entre a foz e o ponto mais distante da bacia. A bacia evidenciou forma retangular, o que não favorece os processos de inundação, pois dificilmente uma chuva atinge toda sua extensão. Em decorrência da análise linear foi verificado que o canal principal da rede de drenagem estabelecido foi o Igarapé Grande, por ser a drenagem de maior ordem na bacia. A densidade de drenagem para a bacia se mostrou baixa com 0,48 km/km², que segundo Christofletti (1969) baixa densidade de drenagem são valores menores que 7,5 km/km².



Figura 02 - Distribuição das regiões climáticas de Roraima, segundo a classificação de Köppen.
Fonte: Modificado de Brasil (1975).

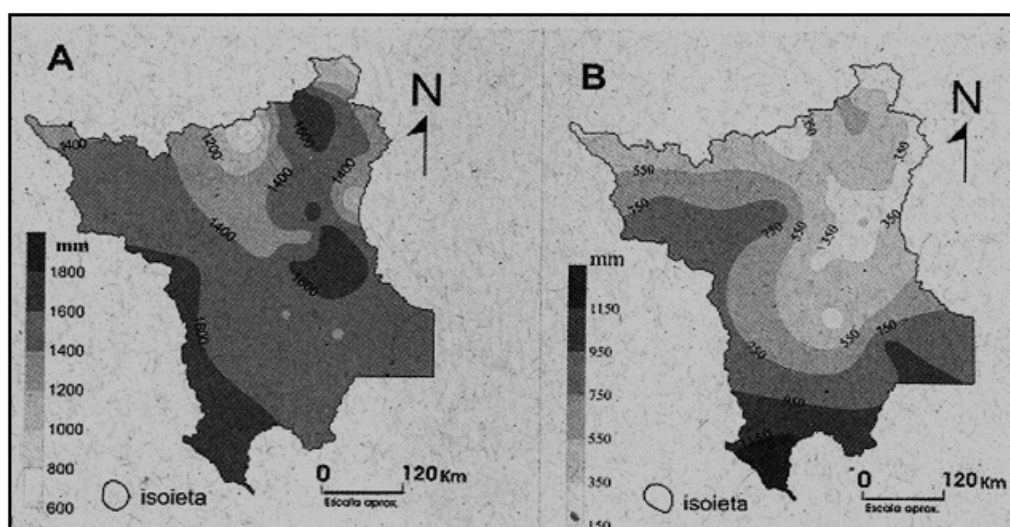


Figura 03 - Distribuição de chuvas semestrais no estado de Roraima: (A) Estação úmida, período de maior precipitação de abril a setembro. (B) Estação seca, período de menor precipitação entre os meses de outubro a março.

Fonte: Modificado de Evangelista, Sander e Wankler (2008).

3.3 Solos e Fitofisionomia

A região de Boa Vista, segundo Vale Junior e Sousa (2005), possui solos onde predominam os Latossolo Amarelo e Argissolo Amarelo. Ambos são solos minerais bem desenvolvidos, formados a partir de sedimentos argilosos e argilo-arenosos no período Quaternário-Pleistoceno e cober-

tura sedimentar Terciária a Pleistocênica. A classe dos Latossolos Amarelos apresenta perfil com espessura em torno de 200 cm, com sequência de horizontes A, BW e C, subdivididos em A, AB, BA, BW1, BW2, com transições, em geral planas e graduais ou difusas. Estes solos são característicos em áreas planas, apresentados em perfis profundos, possuem textura entre média e argilosa, variando respectivamente entre 15% a 30% e 30% a 60% os teores de argila. São solos que no período seco tornam-se bastante endurecidos, este fato dificulta a infiltração no período chuvoso e o torna suscetível a erosão.

Os sedimentos arenosos da Formação Boa Vista apresentam um relevo plano, composto pela vegetação de Savana onde registra-se o Neossolo Quartzarênico. Em áreas de formas abaciaadas, onde o solo permanece em constante umidade, encontra-se o Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e gleissolos. São solos profundos, formados em materiais sumamente arenosos, de constituição virtualmente quartzosa, com areias grossas e finas e teor de argila menor que 15%. O horizonte superficial é do tipo A moderado, com cores acinzentadas resultante da condição de hidromorfismo, em face de flutuação do lençol freático, seguida de camadas C, solto e muito friável (BARBOSA; MIRANDA, 2005; VALE JUNIOR; SOUSA, 2005).

Com relação à cobertura vegetal de Roraima ela é bastante diversificada (Figura 05). Cerca de 85% do total do Estado possui florestas típicas da Amazônia e o restante é ocupado por Savanas (SETTE SILVA, 1997). As Savanas se distribuem por todo sistema geomorfológico da Formação Boa Vista e grande parte da Formação Surumu. É formada por um grande mosaico constituído por lagos responsável pelo abastecimento de pequenos cursos d'água (BARBOSA; MIRANDA, 2005). É interessante se destacar que essa região é representada por gramíneas e arbustos (*Curatela americana*), que se distribuem aleatoriamente entre a vegetação rasteira. Dentro desse complexo estão as matas ciliares e buritizais, compostas por uma vegetação que se estende pelas planícies aluviais dessa região, acompanhando a maior parte dos rios e igarapés da cidade de Boa Vista.



Figura 04 – Composição vegetal de Savana no Bairro Centenário, Boa Vista.

4. Resultados e discussões

4.1 O uso e a ocupação do solo da bacia hidrográfica do Igarapé Grande em decorrência da expansão urbana de Boa Vista no período de 1985 a 2010

A análise das imagens TM/LANDSAT-5 possibilitou avaliar o processo de produção do espaço urbano de Boa Vista entre 1985 e 2010, para isso utilizou-se a classificação supervisionada (MAXVER), e a vetorização manual, ambas permitiram esboçar a referida expansão ao longo desse período.

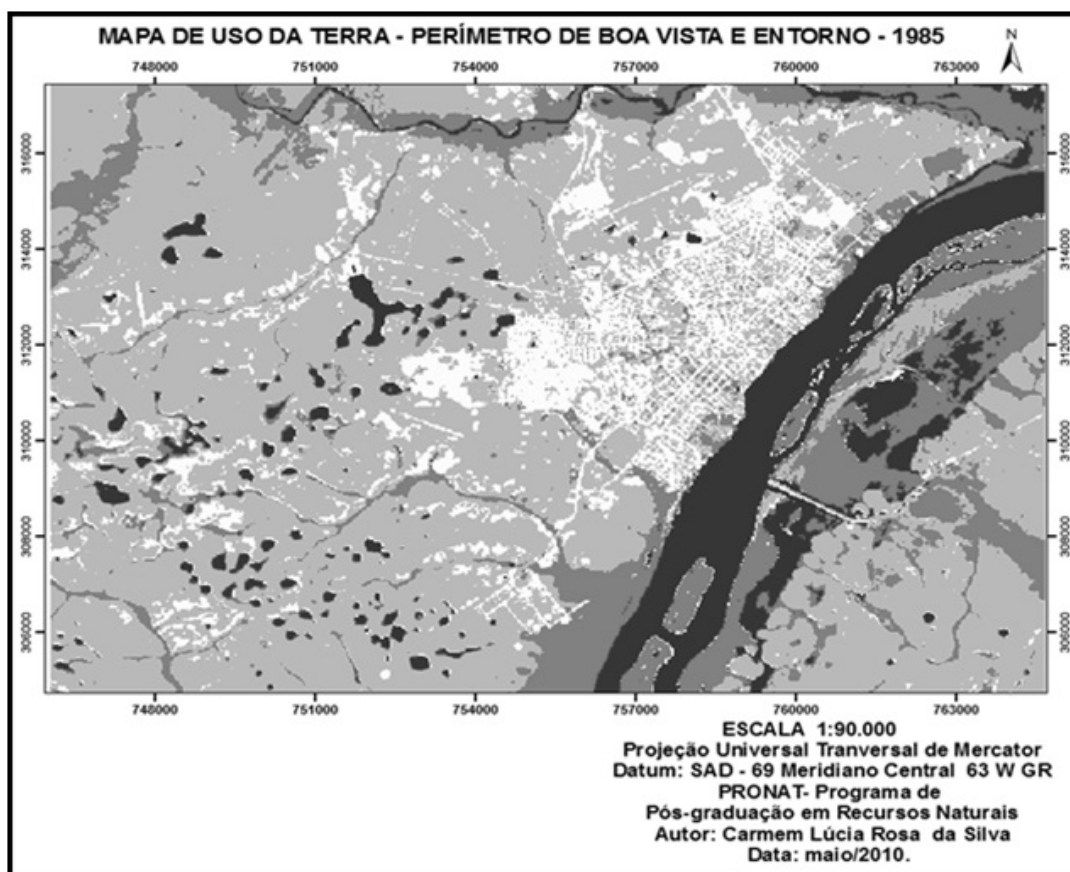


Figura 05 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 de imagem TM/LANDSAT-5, de 15/09/1985.

Na Classificação Supervisionada (MAXVER), constatou-se na figura de 1985, através da observação da classe área antropizada, que o traçado urbano de Boa Vista, inicialmente planejado em forma de leque, se descaracterizou em seu segmento, deixando claro a inexistência ou a ineficácia do planejamento urbano (Figura 05).

A ocupação e o uso do solo se deram bem próxima ao rio; a ação antrópica retirou parte da mata ciliar deixando o solo vulnerável à ação erosiva, caso visível do desrespeito com a paisagem ambiental. A classe mata ciliar evidenciou a existência de vários igarapés pelos segmentos de vegetação. A classe recursos hídricos destacou a grande quantidade de lagos que circulava o setor Oeste de Boa Vista.

No entanto, em 2010, visualiza-se a classificação área antropizada, juntamente com a classe mata ciliar (Figura 06), uma paisagem que configura a expansão urbana acelerada e desordenada

do sítio urbano. Portanto, é possível afirmar que essa demonstração está relacionada à resposta espectral do solo devastado e dos telhados (amianto, alumínio entre outros) das obras edificadas para habitação, realçadas durante o processo de classificação. A classe savana se mostra reduzida, diminuição proporcionalmente inversa ao aumento da classe área antropizada relacionada à expansão urbana. Verifica-se que a classe representada pelos corpos hídricos variou segundo a sazonalidade local, momento intermediário entre o final da estação chuvosa (setembro) e início da estação seca (outubro), temporada de concentração das águas superficiais.



Figura 06 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT-5, de 19/10/2009.

A dinâmica espacial, de 1985 a 2010, resultou na paisagem atual composta por uma ocupação irregular, desordenada, sem infraestrutura básica e pela degradação ambiental, na qual se encontra o espaço urbano de Boa Vista.

Comparando as Figuras 05 e 06, constata-se que o espaço urbano de Boa Vista, que em 1985 restringia-se a uma pequena área da região estudada, expandiu-se na direção da bacia do igarapé Grande ocupando-a quase que totalmente. Nesse período, a população concentrou-se na porção noroeste de Boa Vista, e a falta de planejamento e gestão adequados permitiram alterações ambientais intensas sobre os recursos hídricos dessa área, principalmente nas margens dos lagos, além de aterramento desses, para dar espaço a construções de residências, ocasionando sérios desequilíbrios no fluxo fluvial e um aumento periódico de inundações.

4.2 A ocupação da Bacia do Igarapé Grande e suas alterações

Observa-se que a vetorização manual confirma os dados constatados na classificação Supervisionada (MAXVER), no entanto, está direcionada à ocupação da bacia hidrográfica do igarapé Grande. É em 1985, momento em que se iniciam as alterações no que diz respeito às mudanças

no uso e ocupação do solo na área da bacia do igarapé Grande, bem como suas implicações na dinâmica ambiental, em especial àquelas relacionadas às transformações da morfologia fluvial em decorrência da atividade antrópica (Figura 07).

Essa região possuía grande quantidade de lagos (nascentes) que interligados aos canais fluviais formavam a rede de drenagem da bacia do igarapé Grande. Conforme informações colhidas de moradores do local, essa região era composta de uma paisagem onde prevalecia a presença de animais, pássaros e peixes que viviam em harmonia com a natureza (Figura 07).

A vegetação composta por savanas cobria toda a área da bacia; e a mata ciliar formada por buritizais seguiam os cursos d'água, com fluxos intermitentes. Diante do quadro exposto, é possível afirmar que os processos erosivos eram poucos, de pequena intensidade, confirmando a eficiência da proteção da cobertura vegetal. A caracterização desta formação vegetal segue em concordância aos trabalhos de Meneses, Costa e Costa (2007), que estudaram as áreas lacustres dos lavrados de Roraima e do estudo de savanas de Roraima realizados por Barbosa e Miranda (2005).

Na análise observou-se que em 1985 a vegetação savana era abundante por toda a bacia e que a rede viária era quase inexistente, prevalecia-se de caminhos e trilhas que ligavam essa área aos bairros já estabelecidos na época. A ocupação e o modo de exploração do solo identificado apresentavam poucas alterações, sendo essas, pontos de solo exposto nas margens dos canais dos igarapés Uai e Grande, característicos da degradação gerada pela ocupação humana.

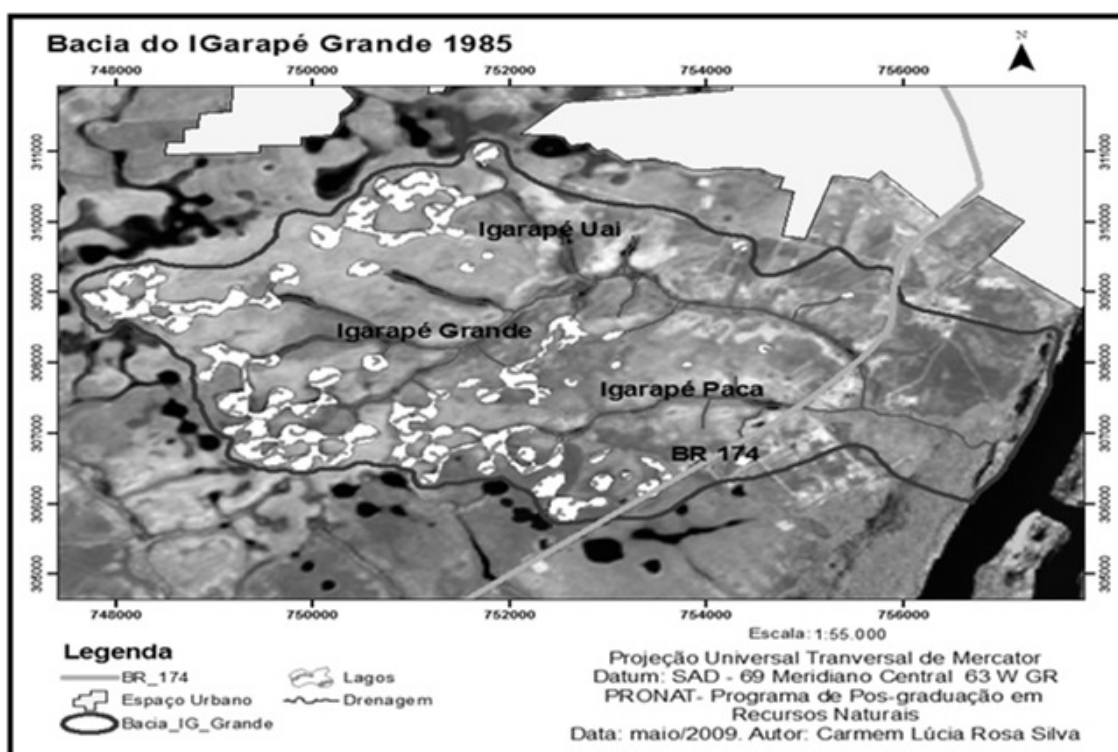


Figura 07 - Ocupação urbana da bacia do igarapé Grande, localizada na cidade de Boa Vista, visualizada na imagem TM/LANDSAT-5 em composição R5G4B1 de 06/05/1995.

O solo exposto visualizado evidencia o processo de expansão urbana em direção à cabeceira do Igarapé Uai. Em pesquisa de campo, foi possível constatar as alterações e a degradação ambiental dessa área, exemplo: retirada da mata ciliar e aterramento dos lagos. Isso porque a vegetação regula o escoamento e previne a erosão e a sedimentação dos corpos hídricos. A retirada da vegetação permite a exposição do solo que passa a sofrer com o impacto do vento e da chuva

que agem diretamente sobre o solo nu, que gera perda de detritos por erosão. Os sedimentos são carregados pelas águas superficiais em direção aos corpos hídricos alterando a dinâmica do fluxo e as condições morfológicas do canal.

Sendo assim, é admissível que o regime do fluxo do igarapé Grande também foi alterado, já que os lagos afetados alimentavam o igarapé Uai, seu afluente. Isso porque, a degradação dos lagos altera a dinâmica do sistema de drenagem, repercutindo no volume do fluxo a jusante na dinâmica dos sedimentos, bem como no teor de matérias orgânicas e poluentes presentes na água. Isso justifica a importância da conservação e preservação dos lagos, que pode ser feita através do monitoramento e controle dessas ações, visando à manutenção dos corpos hídricos.

Pode-se observar, na Figura 08 que no ano de 2010 o espaço urbano apresentou uma expansão significativa em relação ao ano de 1985. O adensamento populacional favoreceu a ação humana dando continuidade ao processo de degradação nos corpos hídricos, agindo tanto de forma direta, como indireta.

Em pesquisa (*in loco*), foram observadas várias intervenções antrópicas sobre as formas de relevo, alterando as morfologias originais, destruindo algumas de suas características básicas e gerando novos processos morfodinâmicos. A degradação ambiental é resultado da expansão urbana que não visa o uso dos recursos naturais de modo sustentável, poluindo os meios aquáticos, incluindo os lagos e canais, provocando situações desastrosas, com chance de estabilidade cada vez menor.



Figura 08 – Ocupação urbana da bacia do igarapé Grande localizada na cidade de Boa Vista, visualizada na imagem TM/LANDSAT-5 em composição RGB (123) de 05/10/2010.

Entre os impactos, detectou-se arruamentos, cortando e redirecionando os fluxos hídricos,

gerando padrões de drenagens não existentes. Isso transforma as ruas em verdadeiros leitos pluviais durante os eventos chuvosos, canalizando e direcionando os fluxos para setores que anteriormente possuíam um sistema de drenagem diferente.

Diante do contexto, analisa-se que o primeiro nível de intervenção antrópica, está associado à esfera da cobertura vegetal e uso da terra, através da retirada da vegetação. O segundo nível de intervenção ocorre através da criação de uma nova morfologia dos canais. Nessa fase, são elaborados grandes cortes e aterros no terreno para a instalação do sistema viário e posterior instalação das construções. No entanto, afirma-se que a dinâmica no processo de expansão se mostra nos dois níveis ao mesmo tempo, o contrário ocorrerá quando a expansão estiver estagnada. Essas alterações confirmam as ideias de Cunha (2003) quando alega que as atividades humanas podem alterar os canais de drenagem de diferentes formas e escala de intensidade por meio de obras de engenharia.

Outro agravante na degradação ambiental é a extinção dos lagos, uma grande perda no âmbito natural, no que se refere à hidrografia local. Seu papel é alimentar as drenagens, conter as enchentes e manter a biodiversidade. A extinção e a deterioração desses lagos causam prejuízo através de mudanças no padrão oscilatório natural das águas, que interfere em períodos de seca, quando a água passa pelo processo de evaporação em períodos de chuvas, onde geralmente ocorrem grandes cheias.

Na observação na bacia, detectaram-se impactos como: fornecimento de maiores volumes de sedimentos para a rede de drenagem (devido à maior exposição do solo); a construção de ruas e a concentração de escoamento superficial; maior variação do fluxo de base dos canais (pela diminuição da permeabilidade da área da bacia); e o aumento da erosão ao longo do canal nos trechos superiores (em consequência do incremento do escoamento superficial); a diminuição da descarga e da extensão de trechos de canais; além da destruição de diversas nascentes.

As análises espaço-temporais das imagens de satélites demonstraram que a extensão da rede de drenagem da bacia do igarapé Grande foi diminuindo na proporção inversa a essa ocupação. Tais transformações estão caracterizadas na Figura 10, que demonstra a configuração da rede de drenagem da bacia hidrográfica do igarapé Grande em 1985 e em 2010.

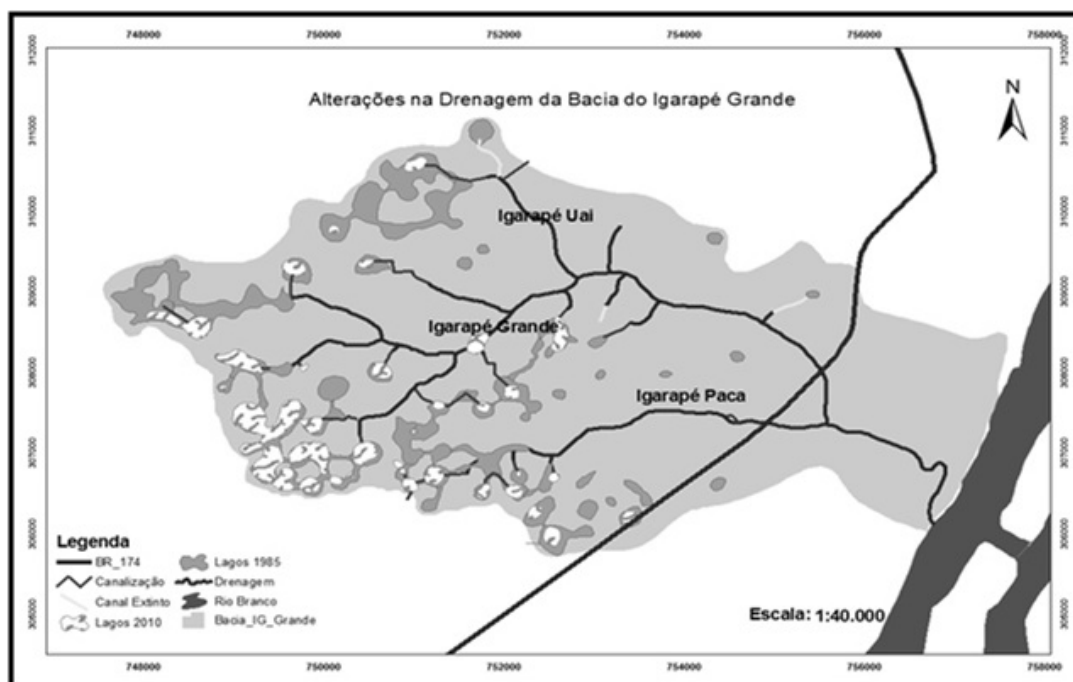


Figura 09 – Configuração atual da rede de drenagem do Igarapé Grande localizado em Boa Vista, constatada em campo, março de 2010.

As análises espaço-temporais das imagens de satélites demonstraram que a extensão da rede de drenagem da bacia do Igarapé Grande foi diminuindo na proporção inversa a essa ocupação. Tais transformações estão caracterizadas na Figura 10, que demonstra a configuração da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Igarapé Grande em 1985 e em 2010.

5. Conclusões

O processo de urbanização na cidade de Boa Vista nos últimos 25 anos, deu-se de forma desordenada, causando sérios problemas ambientais, em função da expansão acelerada e da falta de planejamento urbano e gestão eficiente na organização do uso do solo e na preservação dos recursos naturais.

Uma ocupação intensa nos últimos anos causou alterações na bacia do Igarapé Grande em dois níveis: o primeiro, vinculado à influência indireta na rede fluvial, com a retirada da cobertura vegetal original. O segundo, à ação direta em virtude das alterações nos canais, devido às intervenções antrópicas intensas tanto nas áreas das nascentes, como nos leitos dos canais.

Constatou-se na bacia hidrográfica alterações como: retirada pontuais da mata ciliar, desvio de canal, aterro dos lagos, etc. O que ocasionou: a impermeabilidade do solo, a ampliação do escoamento superficial e o aumento da erosão em função da maior exposição dos solos, alteração nas medidas geométricas, nos quais os padrões (comprimento, largura e profundidade) originais apresentaram-se descaracterizados, por alterações na extensão longitudinal e transversal da rede de drenagem do Igarapé Grande e a inconstância no fluxo laminar devido à intervenção dos lagos em alimentar as drenagens, conter as enchentes e manter a biodiversidade.

As imagens possibilitaram por meio do geoprocessamento, metodologia que se revelou eficaz e importante no estudo para o Planejamento e gestão urbana.

Referências

- ALMEIDA, D. A. **Utilização de Imagens LANDSAT – 5/TM e SRTM para Reconhecimento e Análise das Mudanças na Paisagem da Serra de Pacaraima**. Boa Vista, 2008. 107f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima.
- BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Diversidade de Savanas de Roraima. **Revista Ação Ambiental: Roraima Ambientes do Extremo Norte do Brasil**, Viçosa, n.32, p.19-23, jul./ ago. 2005.
- BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S.S. Geomorfologia do Estado de Roraima por Imagens de Sensores Remotos. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). **Roraima 20 anos: as geografias de um novo estado**. Boa Vista: UFRR, 2008. p.168-192.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL - Boa Vista**. Rio de Janeiro, 1975. Folha NA. 20. Rio de Janeiro, 1975. v.8.
- BROOKES, A. River Channel Change. In: PETTS, G.; CALOW, P. **River Flows and Channel Forms**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 1996. p.262.
- CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. São Paulo: IG/ UNICAP, 1992.
- CUNHA, S. B. Canais fluviais e a Questão ambiental. In: GUERRA A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org). **A Questão Ambiental: Diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.219-239.
- DAY, D. G. **Drainage Density Change During Rainfall**. Eath surface processes, California. v.3, p.319-326. 1978.
- DIETRICH, W. E.; DUNNE, T. **A channel Head**. BEVEN, K; KIRKBY, M. J. J. Wiley e Sons Ltd. 1993. p.175-219.
- DREW, D. **Processos Interativos Homem - Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.
- EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER. Estudo Preliminar da Distribuição Pluviométrica e do Regime Fluvial da Bacia do Rio Branco, Estado de Roraima. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). **Roraima 20 anos: As geografias de um novo estado**. Boa Vista: UFRR, 2008. p.142-167.
- FARIA, A. P. **A Dinâmica e Fragilidade das Bacias Fluviais de Primeira Ordem**. Rio de Janeiro, 1996. 218f. Tese (Doutorado em Geomorfologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- FARIA, A. P. As Consequências da Erosão em Microbacias Sobre os Canais Efêmeros, Intermitentes e Perenes. In: **Cadernos de Geociências**, 1994. n.11, p.67-83. Disponível em: <cac-php.unioeste.br/pos/media/File/geografia/.../Estrutura_e_Dinamica1.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2009.
- FERNANDEZ, O. V. Q.; SPONCHIADO, C.; GAUER, M.; SORATTO, A. A.; BECK, A. C.; SANDER, C.; REBELATTO, G. E. Estrutura da Rede de Drenagem Numa Bacia de Primeira Ordem na Região Oeste do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA APLICADA, n.8, 1999, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte:U FMG, 1999.250p. p. 165 - 167.
- FITZ, P. F. **Geoprocessamento Sem Complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

MATHER, P. M. **Computer Processing of Remotely-sensed Images:** introduction. 2. ed. Nova York: John Wiley and Sons, 1999.

MENESES, M. E. N. S.; COSTA, M. L.; COSTA, J. A. V. Os Lagos do Lavrado de Boa Vista – Roraima: fisiografia, físico-químico das águas, mineralogia e química dos sedimentos. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v.37, n.3, p.478-489, set. 2007.

SETTE SILVA, E. A Vegetação de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLON, E. G. **Homem, Ambiente, e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p.401-415.

SOUZA, V.; TAVARES JUNIOR, S. S.; OLIVEIRA, R. S. **Atlas dos Igarapés Urbanos de Boa Vista-RR**. Boa Vista-RR: UFRR, 2010. 62 p.

VALE JUNIOR, J. F.; SOUSA, M. I. L. Solos da Amazônia: Caracterização e Distribuição dos Solos das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005, p.79-91.

VERAS, A. T. R. **A Produção do Espaço Urbano de Boa Vista – Roraima**. São Paulo, 2009. 235f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas.

CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E GEOGRAFIA: FORMAÇÃO DO TERMO TECNOLOGIA DA IN- FORMAÇÃO GEOGRÁFICA (TIG)

THIAGO MORATO DE CARVALHO
ROSEANE PEREIRA MORAIS
JOANITA MIGUEL

Resumo

Este artigo busca demonstrar a correlação que existe entre a Ciência Geográfica e a Ciência da Informação. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) calcadas na Ciência da Informação (CI) tem seu valor pelo fato de proporcionar o armazenamento de dados e informações em massa, e a troca desta informação através da rede (internet) independente da localização geográfica do receptor. Foi realizado um breve histórico sobre a evolução das TICs e consequentemente da CI. Assim como foi trabalhado a questão da Ciência da Informação Geográfica (CIG) e sua relação com o Sistema de Informação Geográfica (SIG). Através desta relação entre as TICs e os SIGs, a qual esta associada ao espaço geográfico, surge a ideia das Tecnologias da Informação Geográfica (TIGs), que traz um aparato tecnológico baseado na difusão da informação geográfica, por exemplo, uso de sistemas em rede e um banco de dados para localização, armazenamento e processamento da informação.

Palavras-chave: Ciência da informação; Ciência da informação geográfica; Tecnologia da informação geográfica.

Abstract

The aim of this paper is discuss the correlation between the Geographic Science and Information Science. The Information and Communication Technologies (ICTs) based on Information Science (CI) has its value because of providing the storage of data and information in mass, and exchange this information over the network wide (internet) regardless of the geographic location of the receiver. Was discuss a brief history of the evolution of ICT and of CI. As it has been discuss the issue of Geographic Information Science (GIC) and its relationship with the Geographic Information System (GIS). Through this relationship between ICTs and GISs, which is associated to geographic space, there is the idea of Geographic Information Technologies (GITs), which brings a technological apparatus based on the diffusion of geographic information, for example, use of networked systems and a database for location, storage and processing of information.

Keywords: Information science; Geographic information science; Geographic information technologies.

1. Introdução

A sociedade está em constante movimento, diariamente as pessoas se deslocam em atividades rotineiras como o ir e vir de casa para o trabalho e vice-versa, é nessa dinâmica que a questão da localização geográfica se coloca como fator preponderante na resolução ou indeliberação de problemas. Neste compasso, os problemas geográficos são aqueles que envolvem aspectos de localização e espacialização de um ou mais fenômenos a serem analisados.

A localização geográfica é um importante atributo que nos permite um maior controle e conhecimento sobre as atividades e eventos que se manifestam na superfície terrestre. É a base para obter informações necessárias do que ocorre em um determinado lugar e quais os meios de enviá-las ao público de interesse, para que possam analisar e desenvolver as devidas ações de ordem estratégica, política ou relacionada ao planejamento e gestão do espaço.

Este ensaio científico pretende mostrar como a Ciência da Informação e a Tecnologia da Informação e Comunicação nos permite trabalhar o espaço geográfico. Técnicas as quais, quando relacionadas a questão geográfica, podemos denominá-las de Tecnologia de Informação Geográfica (TIG), termo proposto neste artigo tendo o Sistema de Informação Geográfica (SIG) como elemento articulador para se armazenar e processar a informação, a qual deve estar relacionado a uma determinada posição espacial. Ambos os termos TIG e SIG estão calcados na Ciência da Informação Geográfica (CIG).

2. Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

As principais tecnologias de informação e comunicação provocaram mudanças por seu impacto significativo sobre a cultura e reorientaram as perspectivas sociais, econômicas, científicas e políticas (CURY; CAPOBIANCO, 2011).

O surgimento das principais tecnologias da informação e comunicação possui um curso de existência importante dentro da história. Na Grécia, 2700 a. C. Tales de Mileto realizou as primeiras experiências sobre a eletricidade, principal ferramenta que ajudou na evolução das tecnologias. A partir do século XVII, os pesquisadores dedicaram-se a explorar as possibilidades da energia que posteriormente propiciou o movimento das máquinas e a invenção dos geradores.

No Ocidente, Gutenberg (1400-1468) inventou o meio mais importante meio de transmissão da informação, uma tecnologia na época capaz de imprimir livros, seguidos pelo jornal. Como meio de comunicação a longa distância existiu o telégrafo, entre o século XIX e início do século XX, posteriormente substituído pelo telefone. Thomas Alva Edison (cientista e inventor) foi o responsável pela melhoraria do telefone, possibilitando maior clareza na transmissão da informação e armazenamento desta, através de um sistema de gravação.

2.1 A trajetória da criação do computador

Segundo Pereira e Silva (2010) a ciência e suas respectivas técnicas tiveram que passar por inúmeros processos e uma longa trajetória para a criação do computador, um dos mais importantes meios de comunicação e ferramenta de trabalho, nos permitindo armazenar dados e processá-los.

Conforme Cury e Capobianco (2011) o ábaco, por exemplo, criado há cerca de 4.000 anos a.p., foi o primeiro instrumento capaz de realizar cálculos. Em 1500 Leonardo da Vinci desenvolveu a primeira máquina de fazer cálculos matemáticos simples. O processo envolveu, desde a criação do primeiro código binário por Francis Bacon (1561-1626), passando pelos logaritmos criados por

John Napier em 1614 para facilitar as operações matemáticas e depois pelo sistema binário (por meio de 0 e 1) de Leibnitz que instaurou a lógica formal e estipulou os conceitos verdadeiro/falso, ligado/desligado, válido/inválido até os cartões perfurados do tear mecânico de Jacquard em 1801, possivelmente a primeira máquina programável.

Em 1820 surge o comércio das calculadoras portáteis e Christopher Latham Sholes inventa a primeira máquina de escrever patenteada que só começou a ser fabricada depois de quatro anos. Na mesma década Vannevar Bush constrói o analisador diferencial mecânico que possibilitava cálculos diferenciais. Período que ficou conhecido como início da primeira geração de computadores. Nos períodos de 1935 a 1938 foi construído o primeiro computador que já continha partes de um computador moderno: unidade de controle, memória e lógica com ponto flutuante. A Arquitetura de Von Neumann propôs que da mesma forma que os dados, os programas também deveriam ser armazenados na memória do computador, sendo assim uma base para o computador moderno (CURY; CAPOBIANCO, 2011).

2.2 O surgimento da internet

Com a integração dos avanços (tecnológicos e científicos) descritos anteriormente, chegou-se em um resultado, a internet. Uma rede que conecta computadores e equipamentos, que possibilita o registro, a produção, transmissão e recepção de informação, facilitando a comunicação entre muitas pessoas ao mesmo tempo, independentemente da posição geográfica de cada uma.

Em 1969 foi realizada a primeira experiência com a conexão de computadores. O projeto WWW (*World Wide Web*) ou rede mundial foi realizado em 1989 por Timothy Berners-Lee, tendo como objetivo o compartilhamento entre pesquisadores do Laboratório Europeu de Partículas Físicas. A Web segundo Cury e Capobianco (2011) é uma parte da Internet e um dos mais importantes recursos desta.

As duas Guerras Mundiais foram os cenários que mais contribuíram para o desenvolvimento do computador, mesmo que os principais objetivos tenham sido, na verdade, o aperfeiçoamento de estratégias militares. Ao término dessas conflagrações, os principais meios de comunicação de massa eram as tecnologias de informação e comunicação.

3. Ciência da Informação Geográfica

A Geografia, desde a revolução quantitativa nas décadas de 50 e 60, passou a reunir dados com mais frequência e as melhores formas correlacioná-los entre si. Para tanto, um princípio básico tem que se levar em conta, o de que estes dados são partes fundamentais dos elementos dispostos na superfície terrestre, possuem, portanto, uma posição e uma temporalidade (estão em algum lugar e em algum momento). Isso foi de grande importância para que fossem criados sistemas como o de informações geográficas, tornando possível o armazenamento destes dados a partir da criação do banco de dados geográficos, e com estes fazer uso de métodos estatísticos para análises e produção da informação.

A partir da década de 1960, com destaque para os anos de 1970, a Geografia passou a fazer uso dos métodos estatísticos para explicar as correlações (grau de interações) dos diversos fenômenos que ocorrem no contínuo espaço-tempo, sendo esta a relação de máxima relevância para a Geografia, ou seja, o estudo dos graus de interações e respectivas importâncias de como os elementos (físicos, bióticos, químico e sociais) estão inter-relacionados. A partir destas ideias, cada vez mais torna-se robusta a Ciência da Informação Geográfica, com esta surgem novas tecnologias, as quais são baseadas, por exemplo, na tecnologia da informação e comunicação, favorecen-

do o aprimoramento dos sistemas geocomputacionais. A estatística para a Geografia entra com a importância de sustentar, através de análises estatísticas, as hipóteses (ideias a serem confirmadas ou não) sobre os fenômenos geográficos.

A Geografia, assim como as demais ciências em que há a necessidade do uso de dados, e destes a geração de informação, necessitam de um meio para armazenar estes dados, funcionando como um banco em que estarão disponíveis para o usuário. Por exemplo, como podemos analisar ocorrências de crimes em uma determinada cidade? E nesta comparar com áreas de maior e menor ocorrência? Para isso há a necessidade de que estas ocorrências sejam registradas por alguém, e que permaneçam armazenadas por tempo indeterminado. Desta forma, poderíamos recorrer ao local onde estes dados estão armazenados, para que sejam analisados, processados e extraída informações (produção da informação).

A Ciência da Informação teve sua origem na revolução científica e técnica acompanhada da Segunda Guerra Mundial (1939), o acelerado desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação originou essa ciência. Vannevar Bush viu nas tecnologias de informação uma ferramenta para solucionar os problemas com a falta de armazenamento de dados e informações em massa e ainda chamou atenção para a importância disto para o avanço das diversas áreas da ciência. Bush foi além, criando uma máquina chamada MEMEX. Logo governos e cientistas de todo o mundo se mostraram interessados em aprofundar os estudos nessa área.

Nos Estados Unidos, o Congresso e outras agências governamentais aprovaram durante os anos 50 e 60 inúmeros programas estratégicos que financiaram os esforços em larga escala para controlar a explosão informacional, primeiro na ciência e tecnologia, e depois em todos os outros campos. Por ser esta uma ciência bastante nova e em fase de estruturação a lógica estratégica original que a fundamentou era a seguinte: uma vez que a ciência e a tecnologia são necessárias para a sociedade, é de suma importância prover os meios para o fornecimento de informações relevantes para indivíduos, grupos e organizações envolvidas com a ciência e a tecnologia, já que a informação é um dos mais significativos insumos para se atingir e sustentar o desenvolvimento em tais áreas (SARACEVIC, 1996; FERNEDA; NHACUONGUE, 2015)

Um fator importante é que a ciência da informação não se baseia somente na relação produção da informação e uso da informação. Para que ocorra a produção de informação, existem etapas anteriores a esta, que devem ser muito bem compreendidas. Estas etapas estão relacionados a coleta dos dados que irá depender da metodologia utilizada para esta coleta, e que envolvem técnicas para que isso seja viável (como realizar a amostragem e por qual meio); envolve questões relacionadas a escala espacial da amostragem (qual o tamanho, ou seja, área de amostragem); e escala temporal (qual o período que devo utilizar para coleta dos dados); posteriormente, quando se obtém os dados, estes devem passar por um processamento, ou seja, análise estatística, a qual envolve ordenamento e cálculo de parâmetros básicos como: médias (média das mínimas, máximas, normal), amplitude, desvio padrão, frequência, gráfico em forma de histograma(em barras), gráfico de dispersão e linha) dos dados para que possa ser gerada informação.

A Ciência da Informação Geográfica (CIG) é a disciplina do conhecimento que estuda os princípios relacionados com a aquisição, manipulação, processamento, análise, visualização e armazenamento de dados geográficos. Esta ciência está focada em analisar e compreender as relações fundamentais do armazenamento, manuseio, produção, e uso da informação em geral, as quais possuem relações no contínuo espaço-tempo (espacial e temporal). E, possui um amplo leque, cuja multidisciplinaridade engloba outras áreas como a Cartografia, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, Ciência da Computação, Ciência da Informação. O termo CIG foi criado em 1992 por Michael Goodchild.

Dentro desta perspectiva a CIG é aportada em três elementos basilares, o indivíduo como

usuário da máquina, o computador como instrumento essencial no processamento de informação e a sociedade como principal favorecido pela divulgação das informações geradas. A junção desses elementos estrutura a base desta ciência e possibilitam a sua implementação em fundamentos e atividades que preencham os objetos de ações deste sistema em uso interdisciplinar e mundial.

Esmiuçando a importância de cada um desses elementos, a começar pelo indivíduo que simboliza uma parte deste tripé, ele é apontado como alguém que aperfeiçoa e aprofunda os conceitos espaciais existentes, assim como se torna o responsável pela assimilação de dados geográficos recorrentes de processos inúmeros e neste sentido, a interação entre homem e máquina precisa caminhar simultaneamente com o processamento de dados e manuseio de informação. Já nos outros dois lados deste tripé estão o computador e a sociedade. A primeira vertente possibilita as ações do indivíduo e fornece as ferramentas essenciais de manuseio e visualização. E quando se trata de perspectiva social, os temas das pesquisas computadas e processadas vão basicamente refletir sobre alguma realidade ou fenômeno e seu impacto na sociedade.

Outros nomes importantes são também bastante utilizados e conhecidos dentro do meio acadêmico/científico para esta ciência, como geomática, geoinformática, ciência da informação espacial e engenharia da geoinformação. Mas na essência todas elas baseiam seus estudos nas inúmeras formas de uso de SIG, quanto a métodos, técnicas e fins específicos, mesmo que seja sobre uma tecnologia similar a esse sistema.

3.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são um tipo diferencial de sistema de informações que permite controlar e monitorar eventos, atividades e coisas, bem como indicar onde eles ocorrem e/ou existem. Os SIGs surgiram há mais de três décadas e têm se tornado ferramentas valiosas nas mais diversas áreas do conhecimento. Os concomitantes progressos em cartografia, sensoriamento remoto e outras áreas correlatas ao geoprocessamento (processamento de dados geográficos) contribuíram para o avanço do SIG. Estes permitem descrever a localização, as características e a forma das feições e dos fenômenos sobre a superfície terrestre, sendo dos tipos físicos-bióticos-sociais-químicos, conforme vários exemplos aplicados a Geografia discutidos por Carvalho e Carvalho (2012).

Uma das funções amplamente utilizadas nos sistemas de informações geográfica é a sobreposição de informação (planos de informação / camadas de informação), que permite realizar uma análise integrada dos dados em diferentes escalas e cruzamentos. Por exemplo, um dos primeiros registros que se têm da sobreposição de mapas em forma manual foi para mostrar os movimentos das tropas na Batalha de Yorktown (1781) da revolução americana. Outro exemplo foi o Atlas da Estrada de Ferro da Irlanda que mostrava em um mesmo mapa base a população, o fluxo de tráfego, a geologia e a topografia das áreas onde passava a estrada de ferro (1850); e, talvez o exemplo mais conhecido seja o do Médico Snow que em 1854 correlacionou a distribuição dos poços de água da cidade de Londres e os registros de casos de cólera, e verificou que a maioria dos casos estavam concentrados em torno de um único poço, confirmando a hipótese de que a água era o agente transmissor da doença.

Os avanços da tecnologia permitem que estes sistemas não fiquem apenas confinados aos escritórios, mas, também sejam levados ao campo em computadores portáteis. No final da década de 90 surgiram os *Web GIS*, que são sistemas de informação geográfica implementados para serem acessados por um navegador via *Internet*, como por exemplo, navegadores do tipo *Firefox*, *Internet Explorer*, *Google Chrome*, dentre outros. Exemplo mais usual é o *Google Maps*, e outros como

o I3Geo. Hoje podemos tratar desta relação do uso da internet e a manipulação da informação geográfica através dos termos *SigWebs* (ou *Sig On-line*) e Geoportais, os quais se diferenciam conforme a interação com o usuário.

Os *SigWebs* (*Sig On-line*) possuem uma característica que além de armazenar a informação, o usuário também pode manipulá-la, com intuito de gerar novas informações, por exemplo, cruzando planos de informações (camadas) que podem ser um sistema viário (ruas, acessos) com locais de ocorrência de crimes. Este processo, além de permitir espacializar estes dados, nos possibilita gerar demais planos de informações como um mapa de vulnerabilidade a crimes. E um sistema que funciona com uma lógica diferente dos Geoportais, os quais devem ter o intuito de armazenar dados, informações (relacionados ao atributo de localização), em que o usuário tem acesso a estes dados ou informações, porém, não estão passíveis de serem manipulados, ou seja, não é possível gerar novas informações dentro do mesmo sistema operante (Geoportal).

Segundo Carvalho e Carvalho (2012) os sistemas de informações geográficas surgiram como uma solução para armazenar, manipular e gerar saídas gráficas do grande volume de informação existente, proveniente de diversas fontes. Dizemos que informação geográfica é aquela em que a dimensão espacial está associada à localização na superfície da terra, num determinado instante ou período de tempo a qual representa um determinado fenômeno (físico-químico-biológico-social).

A Ciência da Informação Geográfica (CIG) é a disciplina do conhecimento que estuda os princípios relacionados com a aquisição, manipulação, processamento, análise, visualização e armazenamento de dados geográficos. Podemos denominar esta parte da ciência geográfica, ou seja, um dos vários ramos em que a Geografia abarca dentro das demais ciências, de geoinformação, geoprocessamento ou geocomputação. Quando nos referimos aos SIGs, estamos estabelecendo uma relação entre os programas utilizados para coletar, visualizar, transformar, analisar e armazenar dados espacialmente referenciados. Estes dados espacialmente referenciados são denominados de dados "georreferenciados".

O georreferenciamento é umas das técnicas do geoprocessamento, que utilizamos para referenciar numa determinada superfície terrestre um fenômeno qualquer (geográfico). Quando temos um conjunto de dados georreferenciados, dentro de um SIG, podemos denominá-los de camadas (planos) de informação de um determinado local. Cada camada (plano de informação) irá corresponder a um tipo de dado geográfico (geodado/geo-objetos): vegetação, solos, geomorfologia, geologia, uso e cobertura da terra (etc.).

A representação dos objetos dentro de um sistema de informação geográfica deve levar em consideração três aspectos:

- A localização do objeto na superfície terrestre, dado por um sistema de coordenadas;
- Os atributos ou características dos objetos: temperatura, cor, pH, tipo de vegetação, nome de ruas, habitantes (...);
- As relações espaciais entre os diferentes objetos tais como adjacência, proximidade e conectividade (entrando já no conceito de Métricas da Paisagem - ver em <http://ufrr.br/mepa>).

É necessário fazer a representação de todos os objetos com características espaciais dentro de um mesmo sistema, camadas. Podemos representar objetos espaciais (geográficos) através de:

- **Pontos** - Feições associadas a um par de coordenadas (x, y) e são tão pequenos que não tem uma área. É utilizado para fins de localização. Exemplo: poços de água, picos de montanha, poços de petróleo, local atingido por um raio.

- **Linhas** - Arcos e linhas representam feições que tem as mesmas características. As linhas diferem dos pontos por terem propriedades geométricas de comprimento e direção. Exemplo: sistemas de rodovias, linhas de transmissão, lineamentos geológicos, redes fluviais, rotas de ôni-

bus urbanos.

- **Polígonos** - Representam feições de mapas que têm propriedades geométricas de área e perímetro. A borda dos polígonos é definida por uma série de arcos que se fecham. Exemplo: manchas de inundação, área afetada por estiagem, bacias hidrográficas, lagos, área de risco de deslizamento, área de floresta.

A representação dos elementos dispostos na paisagem pode ser realizada através da descrição do espaço a partir de objetos ou fenômenos localizados por um par ou um conjunto de coordenadas (representados por pontos, linhas e/ou polígonos), e a outra forma é pela variação contínua de um fenômeno, uma imagem. Um SIG deve contemplar estas duas formas de representação dos dados geográficos (da paisagem) a partir da definição dos formatos do tipo: vetorial e raster (matricial):

- **Vetorial:** na estrutura vetorial os dados definem bordas ou direção de feições por uma série de pontos que quando juntos formam linhas, representando a extensão gráfica do objeto representado. Os pontos são codificados com conjuntos de pares (x, y) que são as coordenadas geográficas desses pontos. Os polígonos são representados por arcos formados por uma sequência de linhas que não se interceptam, onde as coordenadas inicial e final coincidem e, uma série de polígonos forma uma superfície. Ou seja, este tipo de camada (plano de informação) pode ser representando por três geometrias básicas, sendo: pontos, linhas e polígonos;

- **Raster (matricial):** consiste em um conjunto de células (ou pixels), os quais foram o menor elemento de uma imagem, localizadas em coordenadas contíguas, como uma matriz de duas dimensões (linhas e colunas - como se fosse uma tabela). O atributo geográfico de cada célula (pixel) é definido por sua localização na matriz (linha e coluna - ou seja, os fenômenos são representados através de linhas e colunas as quais são constituídas por "pixels"). Cada célula contém um número que representa o tipo ou valor do atributo.

O uso dos produtos derivados por imageamento orbital e/ou suborbital vão depender do objetivo de cada estudo, sendo necessário o usuário estabelecer critérios como escala de análise (podendo ser fixa ou variada), necessidade de imagens de diferentes datas (estudo multitemporal), escolha do produto que melhor identifique o objeto a ser mapeado (interpretado), dentre outros, os quais vão depender basicamente dos objetivos da pesquisa.

Por exemplo, dependendo da escala de análise, sensores como *Landsat 5* apresentam resolução espacial (tamanho do pixel) de 30 metros, já *Landsat 7* ou imagens *Geocover 2000* são de ~15 metros, além de outros com alta resolução, como o *Quickbird* ou *Ikonos* (~1m), porém com elevado preço. Isso pode ser contornado com o uso de imagens já disponibilizadas de forma gratuita em programas como o Google Earth, bastando ao usuário capturar a cena da região de estudo do Google Earth e georreferenciá-la novamente.

Para estudos em que se deseja identificar planícies fluviais, áreas periodicamente ou permanentemente alagadas, dinâmica da cobertura e uso da terra, etc., é preciso o uso de imagens de diferentes datas, com a finalidade de se observar a variabilidade dos fenômenos a serem estudados. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados, como a variação da resolução espacial dos sensores e mudanças significativas da componente atmosfera. Nestes casos, o uso de ferramentas para amostragem espacial dos pixels de uma imagem e correção atmosférica é necessário.

Para descrição dos aspectos morfológicos do relevo, o uso de imagens como radar, modelos altimétricos e imagens óticas são úteis. Isso devido à capacidade de cada sensor identificar determinados alvos, por exemplo, imagens altimétricas são úteis para identificar unidades de nudacionais como serras, morros e demais formas convexas do relevo, além de extração de produtos como declividade, hipsometria, perfis topográficos (identificar patamares diferenciados do relevo, perfis longitudinais de canais) etc. No entanto, imagens de sensores óticos/radar (2D), são

complementares para identificação de unidades agradacionais, como planícies fluviais, aluviões, terraços, áreas úmidas em geral, além de estudos aplicados ao uso e cobertura da terra.

O SIG foi planejado e desenvolvido como uma ferramenta de mensuração, um produtor de informação tabular, não como uma ferramenta de fazer mapas, mas com a capacidade de armazenar e trabalhar em camadas (planos de informação). O primeiro SIG foi o Sistema de Informação Geográfica do Canadá, elaborado em meados da década de 1960, como um sistema computadorizado de mensuração de mapas.

Já no final dos anos 1960 ocorreu um maior avanço, devido às necessidades do órgão de recenseamento dos Estados Unidos, no que diz respeito ao planejamento das ferramentas necessárias para realizar o Censo Demográfico de 1970. Com o programa DIME (Codificação Dual Independente de Mapas) foi criado registros digitais de todas as ruas dos Estados Unidos para dar suporte de referência e agregação automática aos registros do censo.

Visto a semelhança desta tecnologia com a do CGIS, no Laboratório de Computação Gráfica e Análise Espacial da Universidade de Harvard foi desenvolvido um SIG multifuncional que atendesse às necessidades de ambas as aplicações. No final dos anos 1970 o projeto desenvolveu o programa de *SIG ODIYSSEY*. A Unidade de Cartografia Experimental (ECU) do Reino Unido foi pioneira no mapeamento computacional de alta qualidade em 1968. A ECU também foi pioneira no ensino de SIG, no uso de códigos postais e códigos ZIP como referências geográficas na percepção visual de mapas.

O primeiro desenvolvimento da cartografia automatizada ocorreu nos anos 1960, e no final dos anos 1970 a maioria das mais importantes agências cartográficas tinham sido informatizadas em algum grau. No entanto, a magnitude da tarefa fez com que apenas em 1995 o primeiro país (Reino Unido) conseguisse colocar a cobertura cartográfica digital completa em um banco de dados. Ressaltando a participação do Sensoriamento Remoto no desenvolvimento dos SIGs, como fonte de tecnologias e dados, e as necessidades militares foram importantes para o desenvolvimento inicial do Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System* - GPS), também foram responsáveis pelo desenvolvimento nos anos de 1950 do primeiro sistema uniforme do mundo para calcular localização, guiados pela necessidade de localizar alvos balísticos dos mísseis intercontinentais. A história moderna dos SIGs data do início dos anos 1980, quando os preços de computadores suficientemente potentes tornaram-se mais acessíveis (GOODCHILD *et al.*, 2013).

Para distinguir problemas geográficos de problemas comuns são necessários alguns fatores determinantes, tal como a questão da escala ou nível de detalhamento geográfico. Outro fator importante na distinção de problemas geográficos é a base da intenção ou no propósito. Um terceiro fator para diferenciar problemas geográficos de outros é a sua escala temporal.

Os SIGs podem ser divididos com base no foco em projetos, denominados de usos normativos, e nos usos que correspondem no avanço da ciência, chamados de usos positivos. Dá-se a entender que a resolução de problemas e a ciência são atividades distintas, mas seus métodos são os mesmos. Neste contexto, temos o uso do SIG como uma ferramenta metodológica que enfatiza essa ligação entre os problemas práticos e a busca infundável de respostas pela ciência, já que os SIGs nos dias atuais são cada vez mais utilizados não só dentro do ambiente acadêmico e científico, mas um método cada vez mais empregado por órgãos governamentais e corporações privadas.

Embora se possa imaginar que as técnicas de SIG sejam mais utilizadas dentro do contexto do espaço geográfico, expressão a qual se denomina a superfície terrestre, na verdade elas também são aplicadas em outros espaços não geográficos, isto inclui superfícies de outros planetas, e outras denominações, como os espaços microscópicos do corpo humano. Isso mostra uma grande versatilidade no emprego desses sistemas que abrangem uma análise espacial mais diversificada

que não se prende apenas a análise do espaço geográfico, mas se expande para outras ciências específicas.

O termo espacial é amplamente utilizado dentro desses contextos, porque a geografia é um importante componente dentro do ambiente SIG, e isso se explica pela seguinte afirmativa: quase todas as atividades e decisões do homem envolvem algum fator geográfico e trabalhar com sistemas de informações geográficas envolvem opções complexas e diferenciadas, elementos fundamentais para que as informações geográficas tenham conseguido gerar uma indústria gigantesca de manipulação e gerenciamento de dados pelo mundo (GOODCHILD *et al.* 2013).

3.2 Dados, informação, conhecimento, evidência e sabedoria

Os autores Goodchild *et al.*, (2013) em seu livro *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica* descrevem como os dados, a informação, a evidência e a sabedoria estão associadas ao sistema de informação geográfica, portanto, eis uma breve explanação dos significados desses termos dentro do revestimento desta ciência:

- Os termos "**dados**" e "**informação**" são utilizados no ambiente de SIG, o primeiro refere-se a um tipo comum de informação e consistem em números, textos, símbolos neutros e quase sem contexto. A temperatura de determinado lugar e horário do decorrer do dia, por exemplo, pode ser considerado exemplo de tipologias de dados. Outra questão importante é que dados difundidos se apresentam sobre a forma de bits e são reunidos em um banco de dados com volumes necessários a cada tipo de aplicação, quanto maiores e mais complexos for os elementos de uma informação, maior o volume potencial de bancos de dados de SIG.

- A **Informação**, trata-se de uma palavra que abrange significados diversos, enquanto alguns a entendam como sinônimo de dados, outros especificam que informação é tudo aquilo que pode ser digitalizado e, se diferem de dados pela sua envergadura no que se refere a seleção, organização e preparação para fins determinados. Em outras palavras informação pode ser encarada como tipos de dados que servem a algum propósito ou dados que cabe interpretação. Outra característica é que muitas vezes os meios de obtenção de determinadas informações possuem alto custo, porém os meios de divulgação e distribuição, por vezes são mais fáceis e sem complexidade devido às inúmeras possibilidades de acessos as redes digitais. Além disso, dentro dessa facilidade as informações começam a obter algum tipo de valor mercadológico a partir de seu processamento ou fusão com outras informações, ou seja, funções utilizadas propriamente a partir dos SIG.

- O **Conhecimento**: Ter acesso a informações é uma etapa muito importante para o conhecimento, porém, não é suficiente para adquiri-lo com mais eficácia. O conhecimento parte da capacidade de absorção, assimilação e interpretação dessas informações através da experiência e percepção particular resultando em alguma finalidade. Existem dois tipos diferentes de conhecimento: o primeiro é o chamado conhecimento **codificado**, que é aquele que pode ser compreendido, escrito e difundido aos outros com certa facilidade; o segundo é o conhecimento **tácito** que significa relativamente o contrário, pois além de ser mais lento para ser adquirido também é mais difícil de ser repassado, e essa característica se torna mais interessante com relação às vantagens no incentivo da competitividade.

O conhecimento e a informação possuem algumas diferenças básicas: primeiro que o conhecimento está ligado diretamente a um conhecedor, ou seja, a uma pessoa e a informação é livre e independente; a segunda diferença é que o conhecimento é mais difícil de ser repassado entre as pessoas já a informação é reproduzida e propaga-se com mais facilidade; e, por último, para adquirir conhecimento e retê-lo é preciso muito mais entendimento e compreensão, enquanto que retemos a informação com mais precisão e com mais rapidez.

- A **Evidência** encontra-se no meio da reta que distingue conhecimento e informação, na verdade, ela pode ser classificada como uma pluralidade de informações que se consegue coletar a cerca de determinados problemas, provindas de fontes variadas e com dados válidos, os métodos que existem para a busca de evidências são inúmeros, pode-se confrontar várias informações, compará-las e etc., o que é chamado de meta-análise ou análise comparativa de resultados.

- E a **Sabedoria** é mais associado à percepção particular sobre a execução de certos juízos baseados nas evidências, nas experiências obtidas ao longo das análises e no conhecimento adquirido e aprofundado sobre determinada situação, sem mencionar que ao redor de toda essa compreensão é preciso levar em conta as consequências que todas as decisões vão gerar a partir das análises fundamentadas.

4. Sistemas de Informações Estatísticas (SIES)

Órgãos governamentais focaram na necessidade da criação dos bancos de dados, onde podemos entender como ambientes em que são armazenados dados para posterior manipulação destes, cuja finalidade é a produção da informação e posterior uso da informação. Hoje em dia estes ambientes estão cada vez mais informatizados, e com ferramentas que tornam possível a disponibilidade destes a diversos grupos de usuários (jornalismo, academia, governo, ONGs, etc.) de forma simultânea. Outras ferramentas, além de tornarem possível a aquisição destes dados, nos permitem manipulá-los e gerar informações. Isso se tornou possível com as novas tecnologias da informação e comunicação (TICs), que possuem como base sistemas integrados em rede (internet), com variados meios de fornecer, distribuir e gerar informação, sem dependência, por exemplo, de programas específicos para o processamento dos dados.

Este é um exemplo dos Sistemas de Informações Estatísticas, meios que nos permitem analisar do ponto de vista da estatística, as diversas variáveis que compõe o meio social (economia, criminalidade, população, saúde, etc.), meio biótico (diversidade biológica, população, áreas importantes para conservação, etc.), meio físico e químico (clima, hidrologia, variáveis morfológicas do relevo, etc.). No Brasil, no âmbito nacional, estadual e municipal, tem-se nos últimos anos intensificado a elaboração de sistemas integrados em rede, que funcionam como um banco de dados (geográfico, ambiental, social, econômico, sanitário, etc.) para facilitar o acesso à informação (o que é de direito de todos), tornando possível a geração de informações estatísticas em diversos temas. Existem vários exemplos destes sistemas, como: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); INDE (Instituto Nacional de Dados Espaciais); dentre outros.

O IBGE é um exemplo importante na relação Geografia e Estatística. Primeiro por se tratar de um instituto de âmbito nacional que tem por objetivo realizar o censo no Brasil. Este censo é uma coleta de diversas variáveis de aspectos sociais, econômicos, culturais, dentre outros. Com base nestes podemos, por exemplo, realizar análises estatísticas relacionadas ao aspecto de densidade populacional (demografia), que nos permite calcular quantos habitantes tem uma determinada região por quilometro quadrado; qual é a faixa etária média, mínima e máxima de um bairro, cidade ou região; podemos analisar a renda de uma determinada população, além de diversas outras, as quais são utilizadas como parâmetros para definir áreas mais carentes, áreas em que possui uma população econômica ativa, etc. Estes dados podem ser acessados pelo banco de dados estatístico SIDRA.

Existem diversas outras relações em que podemos utilizar dados para análises estatísticas, das quais um geógrafo deve levar em consideração ao descrever e caracterizar um determinado local ou região.

Análises relacionadas aos aspectos sanitários (doenças, epidemias, tratamento de água e es-

goto) também fazem parte do foco de estudo de determinadas vertentes da Geografia (Geografia da saúde, Geografia médica, Geografia da vulnerabilidade social, etc.) em que o geógrafo através de dados estatísticos pode realizar estudos relacionados aos tipos de doenças de determinada cidade, dividir em trechos com maior ou menos risco, estimar a faixa etária mais vulnerável a determinada doença, qual a maior incidência de determinada doença, áreas de risco a vetores da dengue, dentre muitas outras questões que podem ser respondidas. No entanto, é necessária a compreensão de análises básicas em estatística. O principal banco de dados de rede nacional que armazena estes dados é o *DATASUS*.

A Agência Nacional de Águas (ANA) disponibiliza através de seu sistema de informações estatísticas, dados relevantes para caracterização de sistemas hidrográficos, através de análises hidrológicas (estudo do comportamento dinâmico das variações dos níveis de água e fluxos em rios). Com estas informações, obtidas por análises estatísticas, podemos caracterizar o comportamento de cheias e vazantes em rios, servindo de base não somente para estudos acadêmicos, mas para a defesa civil, possibilitando prever grandes cheias ou secas e mitigar (minimizar) os impactos na sociedade. Estas análises estatísticas envolvem vários cálculos, onde os básicos e importantes são: médias (média das mínimas, máximas, normal), amplitude, desvio padrão, frequência, gráfico em forma de histograma (em barras), gráfico de dispersão e linha.

É importante perceber esta relação que a estatística tem com a Geografia, não somente com esta, mas com qualquer outra ciência em que é necessário a análise de dados, sem os quais torna as conclusões de um estudo sem relevância.

5. Conceito de Tecnologia da Informação Geográfica (TIG)

Embora a questão geográfica tenha sido o foco neste ensaio, é possível notar que há interdisciplinaridade na Ciência da Informação com a Geografia. A Geografia atualmente tem melhorado seus estudos com auxílio das tecnologias da informação e comunicação, o que nos possibilita termos técnicas próprias de trabalho.

Com toda essa gama de informações torna-se necessário trazer para dentro da Geografia um conceito que abrange todas essas discussões e permite que o pesquisador amplie ou redirecione as técnicas, as funções, as aplicações, as associações espaciais e os sistemas de informação.

O termo Tecnologia da Informação Geográfica (TIG) traz um aparato tecnológico baseado na difusão da informação geográfica, por exemplo, uso da *internet* para localização, armazenamento e processamento da informação. Podemos chamar estes sistemas de *SigWeb* (*Sig On-line*) e Geoportais. Conforme mencionado anteriormente, o *SigWeb* (Sistema de Informação Geográfica na Web) é uma plataforma a qual nos permite armazenar e gerar informações baseadas na localização (elaboração de mapas, etc.); os Geoportais são locais em que as informações estão armazenadas, e servem de um banco de dados, porém, não permitem a manipulação e geração de informação, apenas a distribuição de dados previamente alimentados no sistema.

Atualmente a TIG esta atrelada a diversos meios da Ciência da Informação e Comunicação, que quando relaciona o atributo de localização espacial a torna perceptível. São diversos elementos interligados como sistemas computacionais, meios de comunicação dentre outros que permitem o uso das TIGs, as quais servem de base para o aprimoramento dos SIGs, ou seja, trata-se de um ramo da relação da Ciência da Informação atrelada a Geografia, que devido a sua interdisciplinaridade promovem a necessidade desta terminologia.

Referências

- CAPOBIANCO, L.; CURY, L. Princípios da História das Tecnologias da Informação Comunicação Grandes Invenções. In: **VIII Encontro Nacional de História da Mídia Unicentro**, 2011, Guarapuava – PR, Anais... Abril de 2011.
- CARVALHO, T.M. ; CARVALHO, C.M. Sistemas de informações geográficas aplicadas à descrição de habitats. **Acta Scientiarum. Education**, v. 34, p. 79-90, 2012.
- FERNEDA, E.; NHACUONGUE, J.A. O campo da ciência da informação: contribuições, desafios e perspectivas. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.20, n.2, p.3-18, abr./jun. 2015
- GOODCHILD, M.F; LONGLEY, P.A; MAGUIRE, D.J; RHIND, D.W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª Edição, Bookman: Porto Alegre. 2013. 540p.
- PEREIRA, D.; SILVA, G. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, n.10, p.151-174, 2010.
- SARACEVIC, T. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 1, n. 1, p. 41-62, 1996.

CONFORTO TÉRMICO NOS ESPAÇOS INTRA-URBANOS DE FORTALEZA/CE: O PAPEL DA COBERTURA VEGETAL

AMANDA MENEZES DE ALBUQUERQUE
JOSÉ VITOR LUSTOSA DA SILVA
YRving BRANDÃO FERREIRA
MARTA CELINA LINHARES SALES

Resumo

Com a comprovação por meio de estudos, da existência de ilhas de calor na cidade de Fortaleza/CE, a redução da vegetação, impermeabilização do solo e a composição dos materiais utilizados nas construções são alguns dos fatores que favorecem a intensificação de ambientes mais quentes e desconfortáveis nos grandes centros urbanos. Este trabalho tem objetivo fazer uma análise sobre a importância da cobertura vegetal presente nos espaços intra-urbanos de Fortaleza/CE, sendo estes fatores atenuantes de desconforto térmico, assim foi realizada uma análise sobre as variações térmicas das praças e parques urbanos sob influência da presença da vegetação, passando a estabelecer uma relação entre parâmetros climáticos, e os diferentes tipos de tempo que se estabelecem dentro dos períodos seco e chuvoso. A metodologia utilizada baseou-se na medição de valores de precipitação e temperatura registrados através de um termômetro digital e um anemômetro sobre um perfil de análise de 7hs às 17hs tanto no período seco como no período chuvoso. Depois de recolhidos os dados foram usados para o cálculo do IDH índice de desconforto humano sob a fórmula descrita por Ono e Kawamura (1991).

Palavras-chave: Clima; Urbano; Vegetação.

Resumen

Con la confirmación a través de estudios, la existencia de islas de calor en la ciudad de Fortaleza/CE, la reducción de la vegetación, el sellado del suelo y la composición de los materiales utilizados en la construcción son algunos de los factores que favorecen la intensificación de los ambientes más cálidos y incómodo en los grandes centros urbanos. Este estudio tuvo como objetivo analizar la importancia de esta cubierta vegetal en espacios intraurbanos de Fortaleza / CE, que son factores de incomodidad térmica atenuantes, e hizo un análisis de las variaciones de temperatura de plazas y parques urbanos bajo la influencia de la presencia de vegetación, establecerá la relación entre los parámetros climáticos que serán analizados y los diferentes tipos de clima que se establecen dentro de las estaciones seca y lluviosa. La metodología utilizada se basa en la medición de los valores de precipitación y temperatura registrados usando un termómetro digital y anemómetro de 7 am Ver el perfil análisis 17hs as tanto en la estación seca y la estación lluviosa. Después se utilizaron los datos recogidos para calcular el índice de malestar humano IDH en la fórmula descrita por Ono y Kawamura (1991).

Palabras clave: Clima; Urbana; La vegetación.

1. Introdução

O aumento das áreas urbanas, com a mudança da cobertura do solo, vem produzindo novas configurações climáticas, sobretudo em escala local. Nunes (2003) aponta que, a nível local, a ação humana promove transformações no ambiente atmosférico, como alteração no balanço de energia primária, e produção e consumo de energia secundária.

Sabe-se que vários estudos foram, e continuam sendo, desenvolvidos sob várias opções metodológicas, com o intuito de mostrar a influência da vegetação sobre o clima, inclusive, o clima da cidade. Nesse sentido, comprovou-se que a vegetação é responsável pela amenização das temperaturas e pela redução da velocidade do vento, entre outros benefícios. A vegetação é um importante componente regular da temperatura urbana, pois reduz a temperatura do ar por sombreamento direto das superfícies, bem como, diminui o ganho de calor solar através da evapotranspiração das plantas e conversão da radiação solar incidente para calor latente (DIMOUDI; NIKOLOPOULOU, 2003). Portanto, a influência da vegetação na temperatura do ar está diretamente vinculada ao controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar.

A forma como acontece o uso e ocupação do solo urbano relacionado à disposição do relevo pode gerar significativas alterações no campo térmico urbano. Deste modo, o descontrole processual em que se dá o uso desse solo dificulta tecnicamente a implantação de infraestrutura, produz altos custos de urbanização e gera desconforto ambiental em níveis térmico, acústico, visual e de circulação.

Estudos já apontam a existência de ilhas de calor no município de Fortaleza. A cidade registrou um aumento da especulação imobiliária que contribuiu para alterações significativas no ambiente. A redução de vegetação, impermeabilização do solo e composição dos materiais utilizados nas construções são alguns dos fatores que favorecem a intensificação de ambientes mais quentes e desconfortáveis nos grandes centros urbanos. Podemos falar em clima urbano como regido por condições mesoclimáticas e diferenciado microclimatologicamente em função da cobertura do solo e balanço térmico urbano (CAVALHEIRO, 1991, p. 91).

Defende-se que conservar e criar novos espaços, tidos como áreas verdes, colaboram para a mitigação desse fenômeno, além de proporcionar ambientes voltados ao lazer no espaço citadino. Nos ambientes construídos (espaços intra-urbanos), as áreas de cobertura vegetal constituem um importante indicador de sustentabilidade, pois, garantem áreas permeáveis, reduzem a poluição atmosférica, contribuem para a regularização do microclima urbano, aumentam a circulação do ar, retêm até 70% da poeira em suspensão e, se bem projetadas, constituem espaços de lazer (PARANAGUÁ *et al.*, 2003 *apud* ROSEMBACK *et al.*, 2004).

Deste modo o trabalho tem como objetivo principal analisar a importância da cobertura vegetal presente nos espaços intra-urbanos da cidade de Fortaleza, sendo estes fatores atenuantes de desconforto térmico. A análise feita sobre as variações térmicas das praças e parques urbanos sob influência da presença de vegetação, passa a estabelecer a relação entre parâmetros climáticos que foram analisados e os diferentes tipos de tempo que se estabelecem dentro do período seco e período chuvoso, observando a variação entre os mesmos. Assim o trabalho buscou constatar se a presença da vegetação nos espaços públicos tem interferência sob a população do ponto de vista térmico, social, ecológico e estético.

2. Os princípios básicos do conforto térmico e a importância da cobertura vegetal

O adensamento urbano interfere nas condições ambientais das grandes cidades, fato que gera não só alterações microclimáticas, mas provoca modificações expressivas nas condições de

vida de seus habitantes. O incremento nos valores de temperatura deve-se às condições particulares do meio ambiente urbano, seja por sua rugosidade, ocupação do solo, orientação, permeabilidade e propriedades físicas dos materiais constituintes, entre outros fatores (OKE, 1996 *apud* LOMBARDO, 1985).

Há uma necessidade crescente de elevar a proporção de áreas verdes nos interstícios da mancha urbana, principalmente, nos bairros onde esse tipo de ocupação esteja mais ausente, para amenizar a variação de temperatura na cidade. A maior quantidade de vegetação implica a mudança do balanço de energia, devido à necessidade de as plantas absorverem o calor em função do processo de transpiração e fotossíntese (LOMBARDO, 1985).

A vegetação tem o papel de moderar as ilhas de calor e melhorar o referido conforto por meio do sombreamento, tendo em vista a redução da quantidade de radiação solar transmitida por entre suas copas, reduzindo as temperaturas de superfície (GERTLAND, 2010). Quanto mais fresca estiver a superfície, menos calor ela irá transmitir para o ar a sua volta, reduzindo assim o efeito da ilha de calor.

A concepção teórica adotada na pesquisa segue as prescrições de Monteiro (1976, 1990 e 2003), onde concebe o Sistema Clima Urbano (S.C.U) um sistema singular, aberto, evolutivo, dinâmico, adaptativo e possível de autorregular-se que engloba o clima local e sua urbanização. Os níveis que formam a estrutura do S.C.U. podem ser representados por três canais de percepção humana: Canal I- Conforto Térmico; Canal II- Qualidade do Ar; Canal III- Impacto Meteorológico que se associam, respectivamente, aos seguintes níveis de resolução do sistema: termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológico. Nesse trabalho é adotado o nível Termodinâmico (Canal I – Conforto Térmico) como suporte para análise das configurações térmicas na cidade.

A condição de desconforto nos ambientes urbanos tem condicionado uma série de prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida às comunidades urbanas. No caso específico da qualidade climatológica, notam-se significativas diferenças entre os dados climáticos do ambiente urbano comparado com o rural, ou seja, o clima nas cidades sofre influência do conjunto complexo da estrutura urbana. Contudo, essa qualidade climática nas cidades pode ser alcançada se considerarmos os parâmetros físicos para o ambiente urbano juntamente com os dados ambientais (PEZZUTO, 2007).

De acordo com Peixoto (1995), Castro (1999) e Bueno (2003), no ambiente urbano, o conforto térmico vem sendo ameaçado pelas alterações climáticas decorrentes: das mudanças das características térmicas das superfícies; das taxas de evaporação; da grande impermeabilização do solo decorrentes de construções e pavimentações; do aumento da concentração de poluentes, fruto das atividades humanas; dos novos padrões de circulação do ar; e principalmente devido à ausência de vegetação, causando uma incidência direta da radiação solar nas construções, que retorna ao meio externo sob a forma de calor. Este, por sua vez, tem sua dissipação reduzida devido às condições do ambiente, transformando as cidades em verdadeiras estufas, tendo como efeito denunciador o surgimento das chamadas ilhas de calor.

Com relação aos aspectos relacionados ao conforto humano em espaços abertos Lois e Labaki (2001) relatam que as atividades, tanto ativas quanto passivas dos habitantes urbanos, necessitam de ambientes que sejam confortáveis termicamente. Neste contexto que se pode considerar o emprego da arborização nesses espaços, a qual de acordo com Mello Filho (1985) desempenha funções essenciais e apresentam como suas principais funções:

- Função Química: absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar urbano;
- Função Física: as copas das árvores oferecem sombra, proteção térmica e absorvem ruídos;
- Função Paisagística: quebra da monotonia da paisagem pelos diferentes aspectos e texturas

decorrentes de suas mudanças estacionais;

- **Função Ecológica:** as árvores oferecem abrigo e alimento aos animais, protegem e melhoram os recursos naturais (solo, água, flora e fauna) e especificamente para árvores dispostas nos sistemas viários tem a função de atuarem como corredores que interligam as demais modalidades de áreas verdes (MILANO, 1987) e;

- **Função Psicológica:** arborização é fator determinante da salubridade mental, por ter influência direta sobre o bem estar do ser humano, além de proporcionar lazer e diversão.

Mas é no controle da temperatura do ambiente, atenuando grande parte da radiação incidente, que as árvores, em grupos ou mesmo isoladas desempenham seu papel mais importante. Conforme Furtado (1994), a vegetação propicia resfriamento passivo principalmente por dois meios:

- 1) Através do sombreamento lançado pela vegetação, que reduz a conversão de energia radiante sensível, consequentemente reduzindo as temperaturas de superfície dos objetos; e;

- 2) Através do consumo da energia para a evapotranspiração na superfície da folha, resfriando a folha e o ar adjacente dado à troca de calor latente, ou seja, a vegetação retira calor do meio e o transforma e não armazena calor como ocorre nos materiais de construção.

Neste contexto, torna-se fundamental a manutenção e/ou implantação de áreas verdes urbanas, com o propósito de mitigar o desconforto térmico sofrido pelos cidadãos nos espaços livres públicos, lugares estes onde se busca a socialização e a prática de lazers sadios e atividades para o bem estar. A utilização efetiva desses espaços se dará em virtude das condições de conforto que os mesmos oferecem. Com base nestes aspectos, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar a importância da arborização urbana no contexto dos espaços livres públicos, com a finalidade de proporcionar aos mesmos, condições de conforto térmico e, consequentemente, efetividade em sua utilização em função de sua influência na qualidade de vida dos cidadãos.

3. A contribuição de estudos de conforto térmico para o gerenciamento de áreas urbanas

As estruturas das grandes cidades atuais são reflexos de intensos processos de urbanização que ocorrem desde a locação de grandes massas populacionais dos antigos feudos para os centros urbanos, processos esses, que se intensificaram durante a revolução industrial. Com isso, a sociedade, que outrora tivera uma base campestre-natural, passou a ter uma predominância urbano-artificial.

A Gestão Ambiental é um sistema de administração empresarial que tem como foco a sustentabilidade. Desta forma, visa o uso de práticas e métodos administrativos para reduzir ao máximo o impacto ambiental das atividades econômicas nos recursos da natureza. Em sua prática passa a introduzir a variável ambiental no planejamento empresarial e, quando bem aplicada, passa a permitir uma redução de custos, que se dá através da diminuição do desperdício de matérias-primas e recursos cada vez mais escassos e mais dispendiosos, como água e energia.

À medida que a sociedade vai sendo conscientizada da necessidade de se preservar o meio ambiente, a opinião pública, de certo modo, começa a reivindicar práticas empresariais que não desafiem a capacidade da natureza de oferecer recursos. Tendo consequência uma natural da evolução do pensamento da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais de um modo mais sábio, onde se deve retirar apenas o que pode ser repostado ou caso isto não seja possível, deve-se, no mínimo, recuperar a degradação ambiental causada. Para o gerenciamento de áreas urbanas, é necessário toda uma gestão por meio de um processo participativo, integrado e contínuo, visando promover uma compatibilização das atividades humanas com qualidade e a pre-

servação do patrimônio ambiental. Para que isso ocorra, a política ambiental deve se aprimorar, criando instrumentos e ferramentas para a adequada prática de sua gestão.

A cidade de Fortaleza está localizada na faixa central da zona litorânea do Estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil, e nela apresenta-se uma série de problemas ambientais de descaracterização e degradação de seus componentes naturais, o que vem comprometendo a qualidade de vida de seus habitantes. O crescimento desordenado da metrópole acompanha-se de uma série histórica de políticas urbanas pontuais e ambientalmente excludentes. Estando entre uma das cidades mais importantes do país, Fortaleza vem passando, desde a década de 40, por um processo intenso de expansão de seu espaço urbano. Nesse momento, faz-se necessária uma análise sobre a conservação da cobertura vegetal em espaços públicos como as praças e parques da cidade, atrelada a busca de conforto térmico dentro dos microclimas pertencentes à mesma.

Nesse sentido, Fortaleza configura-se como uma cidade que vem registrando, nos últimos anos, expressivo adensamento urbano, fato que se reflete no aumento do número de construções e consequente redução de vegetação. No Brasil, os processos de urbanização intensificaram-se através da implantação de políticas de desenvolvimento econômico e social a partir da década de 1960. Como reflexo desses investimentos, o Estado do Ceará apresenta hoje um grau de urbanização de 75%, ou seja, grande parte da população vive nas cidades. Fortaleza, como capital do estado do Ceará, é tida como a quinta cidade com a maior população do país (IBGE-2010). Juntamente com esses altos índices populacionais, crescem proporcionalmente os problemas ambientais que acabam por influenciar de forma direta o clima urbano local, que segundo Monteiro (2003, p.19) "é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização".

Para a elaboração do presente trabalho, foram selecionadas três praças em diferentes locais (Figura 01) e três parques urbanos na cidade de Fortaleza (Figura 02). Os critérios utilizados na escolha das praças foram: urbanização em torno do espaço; materiais presentes no meio, avaliados por seu poder de refletância; e a presença de cobertura vegetal, ou não, sobre as mesmas. Os pontos de coleta escolhidos foram: a Praça Portugal, Praça do Ferreira e a Praça Coronel José Gentil. O critério para as escolhas dos parques urbanos foi: parques mais arborizados de Fortaleza. Os parques urbanos escolhidos foram: Parque Parreão, Parque Rio Branco e Parque Ecológico do Cocó.

A Praça Portugal está localizada no bairro Aldeota, entre as Avenidas Dom Luís e Desembargador Moreira, sob as coordenadas UTM 555799.25E e 9587352.59N. Essa praça, construída no ano de 1947, é um espaço de arborização média e espaçada, havendo nas suas proximidades um grande e constante fluxo de pessoas e veículos, além de ser próxima a um shopping e outros pontos comerciais menores. Nesse ponto, é possível notar a presença de diversos materiais que influenciam de forma direta o microclima da região através dos prédios e calçadas construídos com materiais de baixa refletância.

A Praça do Ferreira foi construída no ano de 1842, no centro da cidade. É uma praça de extrema importância na história da cidade de Fortaleza, pois, já passou por diversas reformas em que a cobertura verde existente foi sendo reduzida até o ano de 1942, quando, segundo (CUNHA, 1990) o jardim que existia ao lado da praça foi retirado para o alargamento das avenidas, beneficiando o trânsito de veículos. Esse ponto representa um espaço pouco arborizado, com presença de vegetação de pequeno porte em partes isoladas em meio a um grande fluxo de pedestres e veículos que circulam ali o dia todo por conta do comércio que circunda a praça. Localiza-se sob as coordenadas 552448.58E e 9587899.35N, entre as Ruas Major Facundo, Floriano Peixoto, Guilherme Rocha e Pedro Borges.

A terceira praça a ser escolhida foi a Praça Coronel José Gentil, localizada no bairro Benfica sob as coordenadas 551361.33E e 9586294.01N. A Praça é conhecida popularmente por "Praça da Gentilândia" e é tida como o ponto mais arborizado dentro da pesquisa por estar próxima a um

Campus da Universidade Federal do Ceará. É um local de grade fluxo de veículos e pedestres e localiza-se entre a Av. 13 de maio e as Ruas Paulino Nogueira, Walderi Uchoa e João Gentil.

O Parque Parreão está localizado nas coordenadas 9584620.01N de latitude e 552260.9124E de longitude, numa altitude de 15m, com extensa área verde de 3,5 hectares. Foi considerado parque pelo decreto nº 8890 de 25/08/1992-Declaração de utilidade pública para desapropriação e denominação.

O Parque Rio Branco está localizado no Centro da Cidade, nas coordenadas 9585304.39N de latitude e 553458.99E de longitude, com 23m de elevação. O Parque Rio Branco, foi criado na década de 1970, mais foi em 1992 que o local foi considerado para fins de preservação e proteção do município de Fortaleza, pelo decreto Nº 8960 de 06/11/1992. Segundo a Lei Municipal nº 7.893 de maio de 1996, o Parque Rio Branco é uma área de proteção do município de Fortaleza. Seu projeto original elaborado pela Emlurb, com uma área de 7,5 hectares. O terceiro parque selecionado trata-se do Parque Ecológico do Cocó que está situado sob as coordenadas 9585997.21N de latitude e 557059.63E de longitude com altitude de 12m. É o parque que apresenta a menor elevação. Possui uma área de 13,7 hectares.

O Parque do Cocó é caracterizado por um complexo estuarino, desenvolvendo-se formas representativas de manguezais, que desempenham funções ecológicas fundamentais para a regulação dos ambientes da região costeira tropical, como: amenização do impacto do mar na terra; controle de erosão pelas raízes de mangue; retenção de sedimentos terrestres de escoamento superficial; principalmente como "filtro biológico" de sedimentos, nutrientes e até mesmo poluentes, o que impede o assoreamento e a contaminação das águas costeiras.

Podem-se destacar grandes mudanças no meio ambiente urbano, causado principalmente pela atividade antrópica, como a devastação da cobertura vegetal que devido à expansão desordenada das áreas urbanas e industriais, no caso de Fortaleza, e também o emprego de técnicas agrícolas inadequadas e de várias outras formas de ocupação que degradam o meio.

Os fatores climáticos locais como, localização geográfica, vegetação e superfície do solo, também interferem e originam os diversos climas encontrados nos centros urbanos. O conforto térmico vem mudando devido às características térmicas das superfícies, da impermeabilização dos solos com construções e pavimentações, dos novos padrões de circulação do ar, do aumento de poluentes devido às atividades humanas e principalmente devido à ausência de vegetação, que causa uma incidência direta da radiação solar nas superfícies, retornando ao meio sob forma de calor, transformando as cidades em verdadeiras estufas, causando assim as ilhas de calor.

A vegetação possui uma importante função na melhoria de estabilidade microclimática devido à redução das amplitudes térmicas, redução da insolação direta, ampliação das taxas de evapotranspiração e redução da velocidade dos ventos. Para Oliveira (1996), além da importância para o controle climático, a vegetação também contribui para o controle da poluição do ar e acústica, melhoria da qualidade estética, efeitos sobre a saúde mental e física da população, aumento do conforto ambiental, valorização de áreas para convívio social, valorização econômica das propriedades e formação de uma memória e do patrimônio cultura.



Figura 01 - Mapa de localização dos Parques Urbanos.

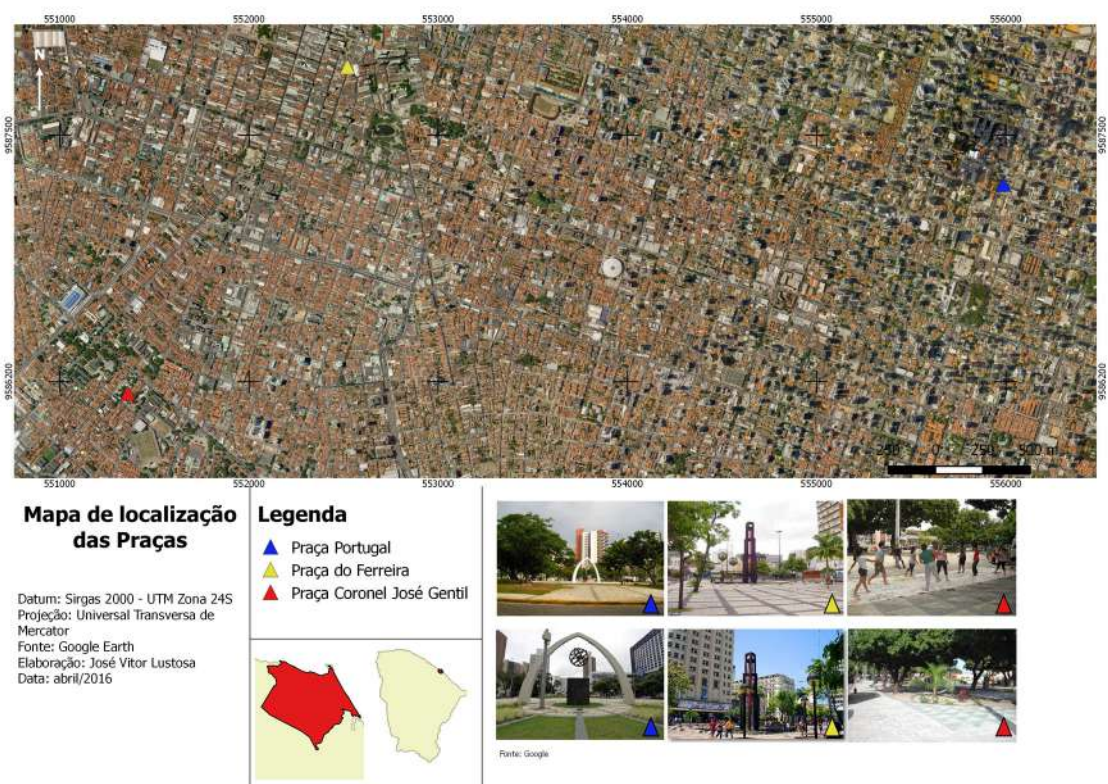


Figura 02 - Mapa de localização das Praças verdes.

4. Procedimentos metodológicos

O aquecimento elevado em algumas áreas da cidade – comumente as áreas centrais – é abordado como sendo anomalia térmica conhecida como "ilha de calor urbana". O fato torna-se mais preocupante quando visto sob a ótica do crescimento da população nessas áreas.

Foram feitas medições pontuais, nas praças e nos parques, de temperatura e umidade através de um termômetro digital juntamente com um anemômetro sobre um perfil de análise de 07h00min as 17h00min nas Praças, e de 07h00min as 18h00min nos Parques, tanto no período seco como no período chuvoso, entre 2012 e 2014. Os dados de temperatura obtidos nos Parques serão comparados entre si e com as temperaturas oficiais da Cidade de Fortaleza nos referidos horários, fornecidas pelo INMET. Com os dados obtidos nas Praças e nos Parques, será calculado Índice de Desconforto Humano (IDH), elaborado sob a fórmula descrita por Ono e Kawamura (1991), citada por SANTOS e MELO (2010) onde T_a fica sendo a temperatura do ar e T_d a temperatura de orvalho:

$$\text{IDH} = 0,99T_a + 0,36T_d + 41,5$$

Onde T_d é uma variável encontrada de acordo com a equação:

$$T_d = \frac{b \cdot a(T_a, UR)}{a - \alpha(T_a, UR)} \quad \alpha(T_a, UR) = \frac{a \cdot T_a}{b + T_a} + \ln(UR)$$

Onde $a = 17,27$ e $b = 237,7$ (°C) e UR é a umidade relativa dividida por 100(cem).

As análises dos dados de IDH foram realizadas com base na Tabela 01.

Intervalo do IDH	Efeito
IDH > 80	Estresse devido ao calor
75 > IDH > 80	Desconfortável devido ao calor
60 > IDH > 75	Confortável
55 > IDH > 60	Desconfortável devido ao frio
IDH < 55	Estresse devido ao frio

Tabela 01: Índices de desconforto humano

5. Resultados obtidos

Com uma análise dos dados obtidos, percebe-se a pouca variação de temperatura entre os pontos, mas uma variação considerável quando comparada com as temperaturas da Cidade. No Parque Parreão observou-se uma temperatura maior em relação aos outros pontos. O Parque do Cocó, por ter uma concentração maior de vegetação, apresentou um microclima mais confortável e agradável. Os gráficos nas Figuras 03 e 04 mostram claramente as diferenças térmicas entre os parques e os registros do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), da cidade de Fortaleza.

Observa-se a diferença de temperatura entre os parques intra-urbanos e a cidade. Os parques estudados, mesmo estando dentro da região metropolitana de Fortaleza, apresentam uma temperatura mais amena, enquanto a cidade possui temperaturas elevadas o dia todo. Essa disparidade pôde ser exemplificada na medição do período chuvoso de 2013, em que mostrou uma diferença de 6,5°C no horário de 11h00min entre a temperatura de um dos Parques e a de Fortaleza.

Coleta de Temperatura nos Parques Urbanos no Período Chuvoso (2012)

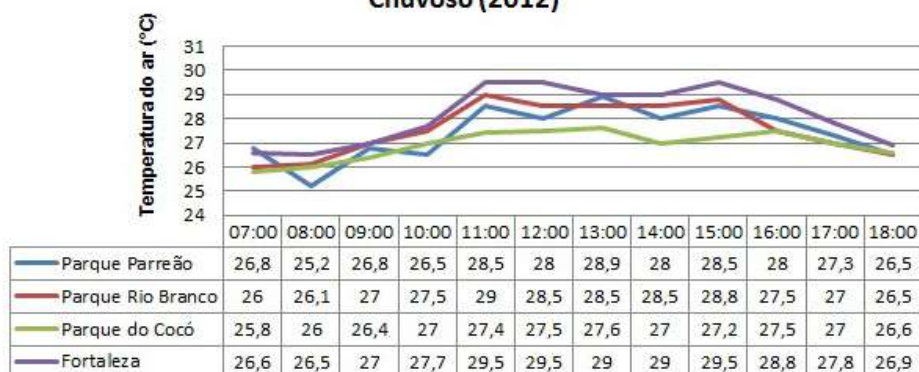


Figura 03 – Gráfico da diferença de temperatura entre os parques e a cidade de Fortaleza em 08 de junho de 2012 (período chuvoso). Fonte: INMET, 2012.

Coleta de Temperatura nos Parques Urbanos no Período Seco (2012)

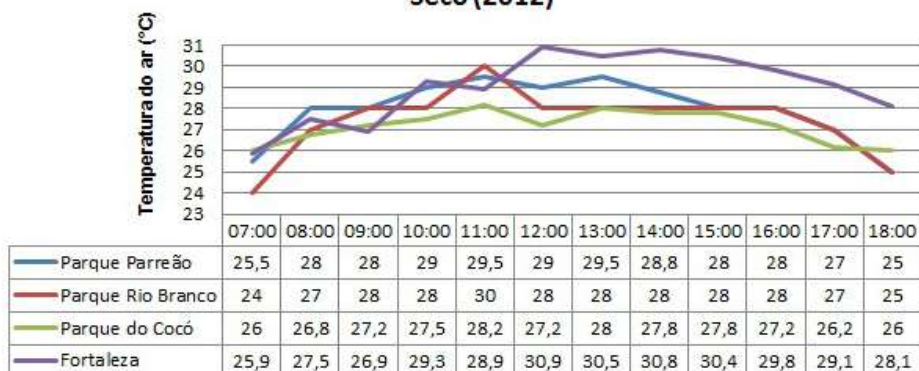


Figura 04 – Gráfico da diferença de temperatura entre os parques e a cidade de Fortaleza em 15 de outubro de 2012 (período seco). Fonte: INMET, 2012.

Coleta de Temperatura nos Parques Urbanos no Período Chuvoso (2013)

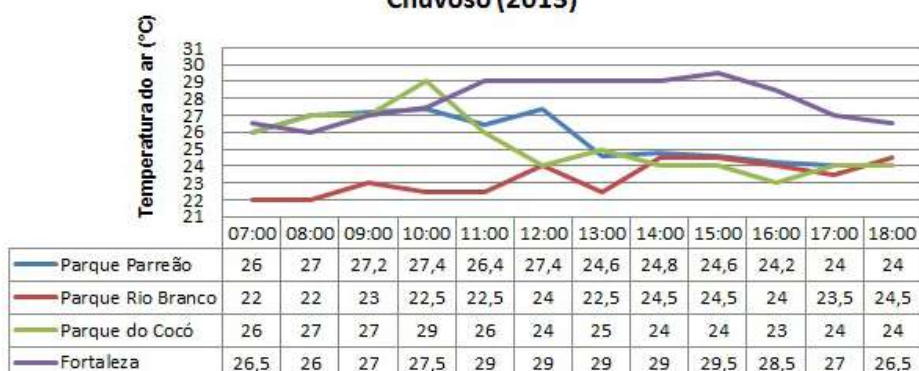


Figura 05 – Gráfico da diferença de temperatura entre os parques e a cidade de Fortaleza em 29 de junho de 2013 (período chuvoso). Fonte: INMET, 2013.

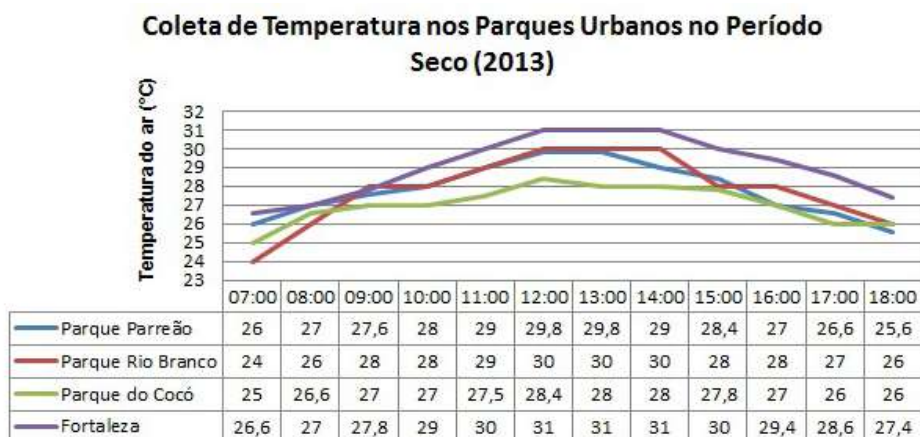


Figura 06 – Gráfico da diferença de temperatura entre os parques e a cidade de Fortaleza em 20 de Outubro de 2013 (período seco) Fonte: INMET, 2013.

Em relação aos resultados obtidos nas praças pesquisadas, através das medições, demonstraram que a Praça Portugal possui uma variação muito grande de temperaturas decorrente dos materiais que circundam a mesma e também do espaçamento entre as árvores de porte médio que compõem a mancha verde da área. As variações entre temperatura e umidade desse ponto podem ser observadas na Tabela 02.

Os dados obtidos na Praça do Ferreira mostram que os ventos nessa região não ultrapassaram 3m/s, ou seja, mesmo estando próxima ao mar sofrendo influência das brisas vindas da praia os ventos não são tão intensos devido ao número de prédios em sua maioria históricos presentes nas redondezas da praça agindo como verdadeiros barlaventos. As variações entre temperatura e umidade desse ponto podem ser observadas na Tabela 03.

Os valores encontrados na Praça da Gentilândia, tanto no período seco quanto no período chuvoso, estiveram sempre quase sempre entre 75 e 79 sendo classificado como desconfortável devido ao calor, foi registrado na mesma também um valor de 74 durante o período chuvoso sendo este classificado como confortável. Esse ponto também foi o que apresentou as maiores velocidades quanto aos ventos, sendo que as máximas no período seco chegaram a 4,8m/s. As variações entre temperatura e umidade desse ponto podem ser observadas na Tabela 04.

IDH da Praça Portugal (Período seco)				IDH da Praça Portugal (Período Chuvoso)			
H	U(%)	T(°C)	IDH	H	U(%)	T(°C)	IDH
07h	69	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor	07h	63	26	73 - Confortável
08h	69	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor	08h	69	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor
09h	68	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor	09h	68	28	76 - Desconfortável Devido ao Calor
10h	64	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor	10h	67	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
11h	62	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor	11h	66	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
12h	62	31	80 - Estresse Devido ao Calor	12h	63	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor
13h	61	31	80 - Estresse Devido ao Calor	13h	60	31	80 - Estresse Devido ao Calor

14h	60	31	80 - Estresse Devido ao Calor	14h	60	31	80 - Estresse Devido ao Calor
15h	59	31	80 - Estresse Devido ao Calor	15h	61	31	80 - Estresse Devido ao Calor
16h	58	31	80 - Estresse Devido ao Calor	16h	60	30	78 - Graus de Conforto Variando
17h	57	30	78 - Desconfortável Devido ao Calor	17h	59	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor

Tabela 02: Dados para o cálculo do Índice de Desconforto Humano (IDH) da Praça Portugal em 2014

H = hora; U = Umidade; T = Temperatura do ar.

**IDH da Praça do Ferreira
(Período Seco)**

H	U(%)	T(°)	IDH
07h	68	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor
08h	74	27	76 - Desconfortável Devido ao Calor
09h	67	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor
10h	60	32	81 - Estresse Devido ao Calor
11h	58	32	81 - Estresse Devido ao Calor
12h	59	33	82 - Estresse Devido ao Calor
13h	57	32	81 - Estresse Devido ao Calor
14h	59	31	80 - Estresse Devido ao Calor
15h	59	30	78 - Desconfortável Devido ao Calor
16h	60	30	78 - Desconfortável Devido ao Calor
17h	64	29	77 - Desconfortável Devido ao Calor

IDH da Praça do Ferreira (Período chuvoso)

H	U(%)	T(°C)	IDH
07h	70	28	77 - Desconfortável Devido ao Calor
08h	71	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
09h	70	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
10h	72	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor
11h	70	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
12h	68	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor
13h	65	31	80 - Estresse Devido ao Calor
14h	62	31	80 - Estresse Devido ao Calor
15h	64	31	80 - Estresse Devido ao Calor
16h	66	31	80 - Estresse Devido ao Calor
17h	63	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor

Tabela 03: Dados para o cálculo do Índice de Desconforto Humano (IDH) da Praça do Ferreira em 2014

H = hora; U = Umidade; T = Temperatura do ar.

**IDH da Praça da Gentilândia
(Período Seco)**

H	U(%)	T(°C)	IDH
07h	67	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor
08h	71	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor
09h	70	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor
10h	67	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor

**IDH da Praça da Gentilândia
(Período chuvoso)**

H	U(%)	T(°C)	IDH
07h	67	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor
08h	72	26	74 - Confortável
09h	70	28	77 - Desconfortável Devido ao Calor
10h	70	27	75 - Desconfortável Devido ao Calor

11h	65	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor	11h	69	28	77 - Desconfortável Devido ao Calor
12h	64	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor	12h	69	28	77- Desconfortável Devido ao Calor
13h	62	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor	13h	68	28	76 - Desconfortável Devido ao Calor
14h	62	30	79 - Desconfortável Devido ao Calor	14h	67	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
15h	61	29	77 - Desconfortável Devido ao Calor	15h	68	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
16h	61	29	77 - Desconfortável Devido ao Calor	16h	68	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor
17h	62	29	77 - Desconfortável Devido ao Calor	17h	68	29	78 - Desconfortável Devido ao Calor

Tabela 04: Dados para o cálculo do Índice de Desconforto Humano (IDH) da Praça da Gentilândia em 2014

H = hora; U = Umidade; T = Temperatura do ar.

5. Considerações finais

Faz parte da Gestão Ambiental um conjunto de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais, quanto à regulamentação do controle, uso, proteção e conservação do meio ambiente, o planejamento ambiental é colocado como um estudo prospectivo que visa atender à política ambiental, por meio da coordenação, compatibilização, articulação e implantação de planos e projetos.

Com a definição de estratégias e medidas de monitoramento e o gerenciamento ambiental com um conjunto de ações para regular, na prática operacional, o uso, o controle, a proteção e a conservação do meio ambiente.

Os resultados deste trabalho reforçam a necessidade de prosseguir com o monitoramento e estimular práticas de criação e conservação de áreas verdes no município de Fortaleza. É possível supor que as áreas com pouco ou quase nenhum fragmento de vegetação são áreas propícias a registrarem as maiores temperaturas. Segundo Lombardo (1985, p.212-213) as temperaturas mais elevadas estão associadas à área de maior concentração de edifícios e as mais baixas a bairros com maior concentração de áreas verdes.

Além disso, a presença de vegetação no ambiente tende a melhorar o clima por meio da diminuição da amplitude térmica, do aumento da evapotranspiração, do sombreamento, da diminuição da poluição atmosférica, hídrica, sonora e visual, além de proporcionar beleza estética local e melhorar a qualidade de vida da comunidade (SOUZA & CINTRA, 2007; ROCHA *et al.*, 2004 *apud* SANTOS & BATISTA, 2011).

Nesse sentido, é necessário dar continuidade ao estudo da vegetação e áreas verdes no município de Fortaleza de forma a entender o microclima urbano local para propor práticas de planejamento sustentáveis e mais efetivas para a mitigação do fenômeno das ilhas de calor. É preciso investir em políticas públicas para conservação dos Espaços Verdes intraurbanos, e realizar uma gestão ambiental eficiente para essa temática.

Referências

- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- BUENO, C. L. **A influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construí-**

do. Tese (Doutorado em Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 186 p., Campinas, 2003.

CASTRO, L. L. F. L. **Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no ambiente urbano.** Dissertação (Mestrado em Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 125p., Campinas, 1999.

CAVALHEIRO, F. **Urbanização e Alterações ambientais.** In: Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar. Editora UNESP, São Paulo, 1991.

CUNHA, M. N. R. **Praças de Fortaleza.** Fortaleza: Imprensa oficial do Ceará, 1990.

FURTADO, A. E. **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação.** Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 138p., Rio de Janeiro, 1994.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

GOMES, M. A. S., SOARES, B. R. A. **Vegetação nos Centros Urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras.** Estudos Geográficos, Rio Claro –v. 1, n. 1, p. 19-29, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010, Cidades, Fortaleza.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php/codmun=230440&search=ceara/fortaleza>>.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** Editora Hucitec, São Paulo, 1985.

LOPES, MARCIANO. **Fortaleza antiga: ruas praças e esquinas.** Fortaleza, CE: ABC, 1998. 264 p. (Coleção Estudos Históricos).

LOIS, E.; LABAKI, K. L. C. **Conforto térmico em espaços externos: uma revisão.** In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VI; Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, III, 2001. São Pedro. Anais... São Pedro: ANTAC, 2001, p. 209-212.

MATOS, ELOINA, QUEIROZ, LUCIANO PAGANUCCI. **Árvores para cidades.** – Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MELLO FILHO, L. E. **Arborização urbana.** In.: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, I, 1985. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1985. p. 45-49.

MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR.** (Tese de Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP – Programa de Pós Graduação em Geografia, 1994.

MILANO, M. S. **Planejamento e replanejamento de arborização de ruas.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, v.2, 1987, Maringá. Anais... p. 1-8.

MOURA, M. O. Os **Microclimas Urbanos de Fortaleza: ritmos episódicos em duas áreas representativas da cidade.** (Relatório de Graduação). Fortaleza: Depto. de Geografia, UFC, 2006.

MONTEIRO, L.M.; ALUCCI, M. P. **Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos.** Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 43-58, jul./set. 2007. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Editor Contexto, 2011.

NUCCI, João CARLOS. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP).** 2ª ed. - Curitiba, 2008. 150 p.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental X adensamento urbano.** Editora Humanitas. Universidade de São Paulo (USP), 2001.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Paulo (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Ecologia Urbana.) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. 132 p. São Carlos, 1996.

PEIXOTO, M. C.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. **Conforto térmico em cidades: efeito da arborização no controle da radiação solar.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95, 1995, Rio de Janeiro, RJ. ENTAC 95, Anais... Rio de Janeiro, RJ: ANTAC, 1995. p. 629-634.

PEREIRA, G. **Ilhas de calor em ambientes urbanos: o caso do bairro Kobrasol, São José, SC, Brasil.** Divisão de Sensoriamento Remoto - DSR. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

PONTE, Sebastião Rogério. **Fortaleza belle époque: reformas urbanas e controle social (1860-1930).** Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1993..

SANTOS, W.R.T., MELO, M.L.D. **“Índices de Conforto e Desconforto Térmico Humano segundo os Cenários Climáticos Do IPCC”.** Congresso Brasileiro de Meteorologia. Belém, 2010.

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL DA FOLHA SE.22-Z-B-VI-4-SO, EM UBERLÂNDIA-MG

FERNANDA OLIVEIRA BORGES
JOÃO GUILHERME MACHADO BARBOSA

Resumo

Utilizar técnicas de geoprocessamento demonstram grande eficácia e modernidade em trabalhos que envolvem sociedade-natureza e principalmente estudos ambientais, devido à sua capacidade de obtenção, armazenamento, transformação e manipulação de dados em informações representativas, passíveis de serem interpretadas e analisadas. O mapa de Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) é resultado de um cruzamento de informações cartográficas que representa os níveis de estabilidade ou instabilidade de determinada área, a partir da análise das condições físicas, ou seja, define a capacidade de suporte que suas características físicas possuem em relação às ações externas e internas do meio, podendo desencadear eventuais processos erosivos. Esta não leva em consideração as atividades antrópicas, apenas os fatores naturais do meio como solos, declividade do terreno, geologia. Assim, o presente trabalho tem como objetivo principal demonstrar a eficiência das geotecnologias na avaliação conjunta entre elementos fisiográficos, para a elaboração da representação da FAP, tendo como área de estudo a Carta Topográfica Cachoeira do Sucupira, Uberlândia, MG, onde, para isto, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG), ArcGIS 10.1, disponível no Laboratório de Ensino de Geotecnologias da Universidade Federal de Uberlândia.

Palavras-chave: Carta Cachoeira do Sucupira; Estudos ambientais; Instabilidade; Processos Erosivos.

Abstract

Use geoprocessing's techniques show great efficiency and modernity in jobs that involve society and nature and especially environmental studies because to ability to obtainment, storage, processing and manipulation of data in representing information that can be interpreted and analyzed. The map of Environmental Fragility Potential (FAP) is a result of crossing of cartographic informations, which is represents the instability of certain environmental area, from the analysis of the physical condition, define the carrying capacity that their physical characteristics have in respect of middle's shares external and internal and can initiate any erosion. This doesn't take into account human activities, only the natural factors of the environment as soil, land slope, geology. Like this study aims to demonstrate the efficiency of geotechnology in the joint assessment between physiographic elements for the elaboration of the FAP's representation, with the study area the Topographic Letter Cachoeira do Sucupira, Uberlândia, MG, where, it was used as Geographic Information Sistem (GIS), ArcGIS 10.1, available in Geotechnology Teaching Laboratory of the Federal University of Uberlândia.

Keywords: Letter Cachoeira do Sucupira; Environmental studies; Instability; Erosive processes.

1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico tem sido grande aliado em pesquisas ambientais, por oferecer uma gama de técnicas e ferramentas essenciais para a obtenção de dados para manipulação e transformação em informações passíveis de serem analisadas sobre o recorte estudado, facilitando interpretações, resultados e possíveis intervenções. Esse material serve de subsídio ao planejamento socioambiental, principalmente, permitindo um conhecimento aprofundado sobre uma área em estudo, auxiliando no desenvolvimento de ações assertivas, como prevenção à erosão e recuperação de área degradada, podendo, essas ações serem aplicadas por prefeituras, secretarias e afins, e órgãos ambientais.

A elaboração de mapas de FAP é um procedimento de grande relevância para o entendimento das dinâmicas físicas decorrentes. Sendo uma ferramenta essencial para o planejamento ambiental, visando recuperação e estabilidade de áreas degradadas. O SIG constitui importante ferramenta para a elaboração de informações em forma de mapas, transformando a realidade tridimensional, em dados bidimensionais, o que facilita as análises necessárias.

A fragilidade ambiental é aquela que demonstra as áreas que são mais susceptíveis ou não à ocorrência de processos erosivos. Por vezes a fragilidade ambiental está atrelada à ação antrópica, que influencia gradativamente na aceleração desses processos. Porém, a FAP apresenta as fraquezas naturais de uma área, ou seja, como as condições e características físicas do próprio meio, em conjunto, alteram seu panorama, deixando-o mais vulnerável, onde as atuações exógenas facilitam na ocorrência de eventos erosivos.

A Carta Topográfica Cachoeira do Sucupira foi escolhida por abranger em seu recorte o Rio Uberabinha, principal fornecedor de água para a população uberlandense. Verificando as áreas mais susceptíveis à erosão, torna-se uma importante ferramenta para a preservação deste recurso hídrico, bem como dos outros aparatos naturais que o envolvem, como vegetação e solos principalmente, que são responsáveis por seu equilíbrio natural.

Dessa forma, para a elaboração da representação da FAP, utilizou-se de outras representações básicas para se chegar ao resultado necessário, como mapas de declividade, solos, geologia e a álgebra destes três juntos. A modernidade cada vez mais ousada das tecnologias torna-se uma grande aliada para este tipo de estudo, sendo que o uso dos SIGs pode ser revertido no planejamento urbano e socioambiental, onde ressalta-se a importância das interpretações cartográficas para o planejamento socioambiental, pois contribuem para a elaboração de cartas que representam as características da área, no que tange à organização da cidade e da população residente, dos elementos físicos, como solos, vegetação, delimitação da área de estudo e do curso hídrico, além daquelas de recomendação para o uso, de forma a prevenir eventuais impactos (BIGARELLA E MAZUCHOWSKI, 1985, p.196), promovendo a qualidade de vida ambiental e dos agentes sociais que dependem do mesmo.

2. Materiais e métodos

O SIG, usado para a confecção das representações da paisagem foi o ArcGIS 10.1, disponível no laboratório de Ensino de Geotecnologias da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a elaboração dos mapas fisiográficos é preciso, primeiramente, buscar uma base cartográfica da qual contemple a área desejada, portanto, para a área foi utilizada a Carta Topográfica Cachoeira do Sucupira, folha SE-22-Z-B-VI-4-SO, na escala de 1:25.000, elaborada pelo IBGE, impressa pela primeira vez no ano de 1984. A carta topográfica necessita estar em meio digital, de forma que sua manipulação no software possa ser concretizada sendo, seu uso, destinado a

obtenção das informações de hidrografia e de curvas de nível, utilizadas para a construção dos mapas hipsométrico e declividade. A referência espacial empregada para georeferenciar a carta consiste no Sistema de Coordenadas em Projeção Universal Transversal de Mercator – UTM, com o *Datum* SAD-69, no fuso 22 S.

Como base para a elaboração do mapa geológico, usou-se o mapeamento de Nishiyama (1989), na escala 1:100.000, que representa as unidades geológicas da área do Município de Uberlândia e outras ligadas a esta. Para o presente trabalho, esta não é uma escala adequada, visto que a generalização faz com que o nível de detalhe se perca, porém, é o melhor mapeamento que se tem para a área do Município de Uberlândia. Já para mapear os tipos de solo, traçou-se como critérios a condição dada pelo relevo (declividade associada à formação do solo) e geologia (material original), classificando assim, quatro principais tipos de solos: associação de argissolos e nitossolos, latossolos vermelhos, cambissolos e neossolos litólicos. Finalmente, o produto final deste trabalho, o mapa de Fragilidade Ambiental Potencial foi fundamentado em Rezende (2013) e Santos (2012), as quais adaptaram as classes de fragilidade do ambiente para suas áreas estudo, baseadas na metodologia de Ross (1994). Para a Carta Cachoeira do Sucupira, as classes estão definidas na Tabela 01, sendo sustentadas pela declividade do terreno e pelo nível de fragilidade do material original de cada elemento.

A partir dessa definição, foi realizado o cruzamento das informações de geologia, declividade e tipos de solo, onde os valores concernentes ao nível de fragilidade foram reclassificados em seus atributos, chegando ao resultado final, identificando as áreas mais frágeis potencialmente, ou seja, de acordo com as características físicas do meio, descartando a influência antrópica. É válido destacar que todas as representações devem estar em modelo raster, isto é, em formato de imagem, de forma que o SIG possa fazer seus cálculos, dando a informação necessária, uma vez que os mesmos são realizados com base na grade binária (*pixels*), contidas em um dado em formato de imagem.

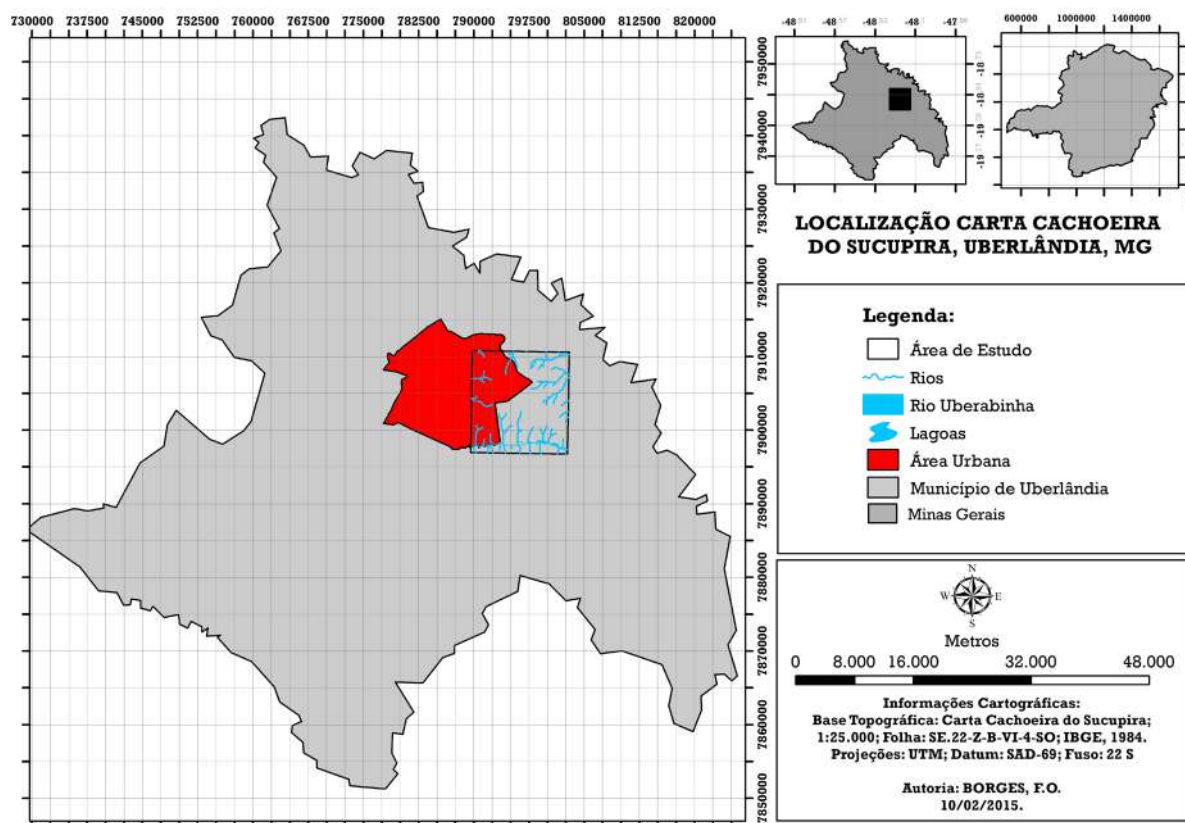
Classes de fragilidade	Declividade (grau)	Unidade Geológica	Tipos de Solos
Muito Baixa – 1	Inferior a 1°	Grupo São Bento	Latossolos
Baixa – 2	Entre 1° a 8°	Grupo São Bento	Ass. Nitossolo e Argissolo
Média – 3	Entre 8° a 17°	Grupo Bauru	Ass. Nitossolo e Argissolo
Forte – 4	Entre 17° a 25°	Grupo Bauru	Neossolos
Muito Forte – 5	Acima de 25°	Grupo Bauru	Cambissolos

Tabela 01: Classes de fragilidade e declividade

Fonte: REZENDE, 2013; Adaptado por: BORGES e MACHADO, 2015.

3. A área da carta topográfica Cachoeira do Sucupira e seus elementos fisiográficos

A carta topográfica Cachoeira do Sucupira, folha SE.22-Z-B-VI-4-SO, situa-se na porção Nordeste do Município de Uberlândia, este localizado a oeste de Minas Gerais, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A área de estudo abrange toda a faixa leste do perímetro urbano da cidade (Mapa 1), e é delimitada pelas coordenadas geográficas de 18° 52' 50" e 18° 59' 17", latitude Sul e 48° 14' 50" e 48° 07' 53", longitude oeste, possuindo uma área de 180,9 km². Os principais cursos hídricos abrangidos na carta são o córrego Jataí, que abastece a Lagoa do Parque do Sabiá; o córrego Marimbondo; o córrego Três Marcos que deságua no córrego Olhos d'Água e, por fim, o Rio Uberabinha, principal fonte de abastecimento de água da cidade.



Mapa 01 - Localização da área de estudo no Município de Uberlândia.

Os elementos fisiográficos são responsáveis pela composição da paisagem, bem como de sua dinâmica natural. São modelados através de ações endógenas e exógenas, sendo a influência do clima, principal agente modelador desta última. O Município de Uberlândia está localizado na faixa tropical do planeta, com um clima definido por duas estações: verão quente e chuvoso, onde as temperaturas variam de 24°C a 35°; e inverno moderado e seco, com temperaturas que vão de 10° C a 23° C (BORGES e SOUZA, 2012, p. 04).

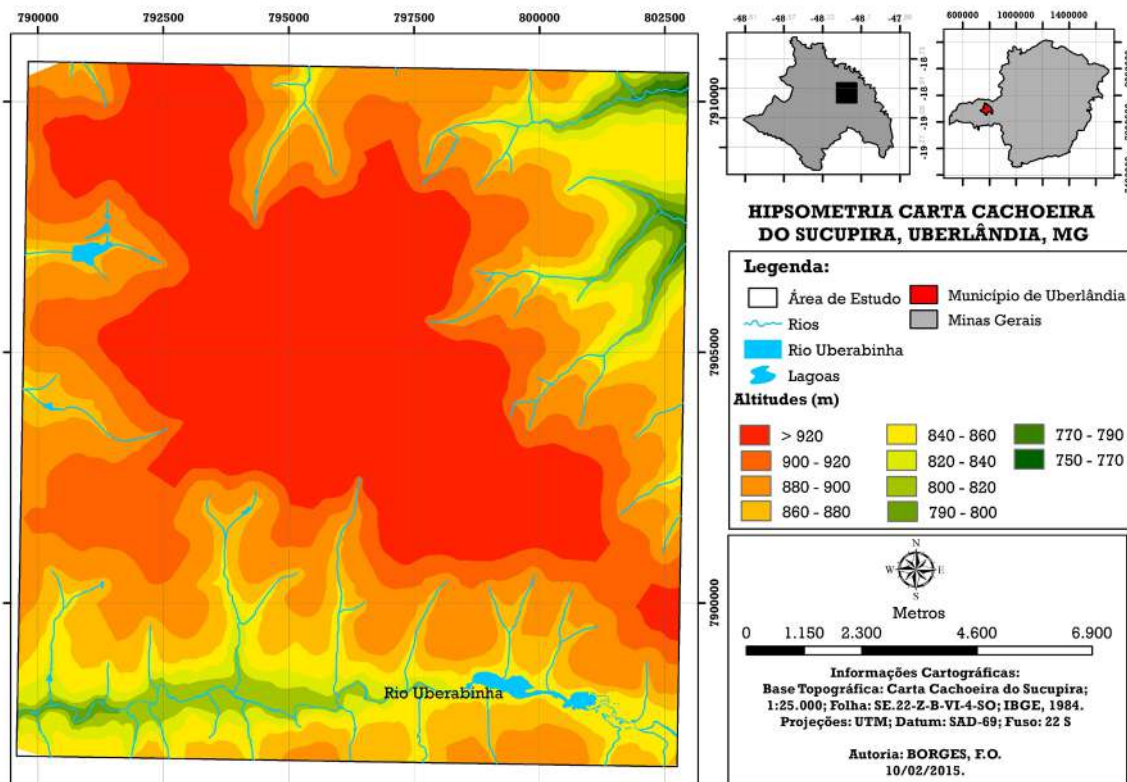
O Município de Uberlândia está inserido no Domínio do Planalto Central brasileiro segundo Ab'Sáber (2012), onde a vegetação característica é condicionada pelo clima e também pelo tipo de solo, composta pelas fitofisionomias do Cerrado, com presença de gramíneas, arbustos e árvores de médio porte, além de floresta de galeria que delineiam as margens cursos hídricos.

A cobertura vegetal exerce importante influência na defesa do ambiente sob os processos erosivos. Dessa forma, um terreno denudado deixa o solo desagregado e exposto a ações como impacto das gotas de chuva. Porém, para a área de estudo não foi feito um mapeamento da cobertura vegetal, mas a partir da geologia, formas e inclinação do relevo, tipos de solo, regime pluviométrico e hidrográfico, também é possível identificar as fragilidades do terreno e as áreas mais susceptíveis à ocorrência de processos erosivos.

3.1 Hipsometria e declividade

As cotas altimétricas da área de estudo variam entre 770 m a 900 m. A morfologia do relevo é caracterizada por uma grande chapada nas altitudes superiores a 900 m; um terreno medianamente ondulado e não muito dissecado em altitudes inferiores à primeira, não contendo a pre-

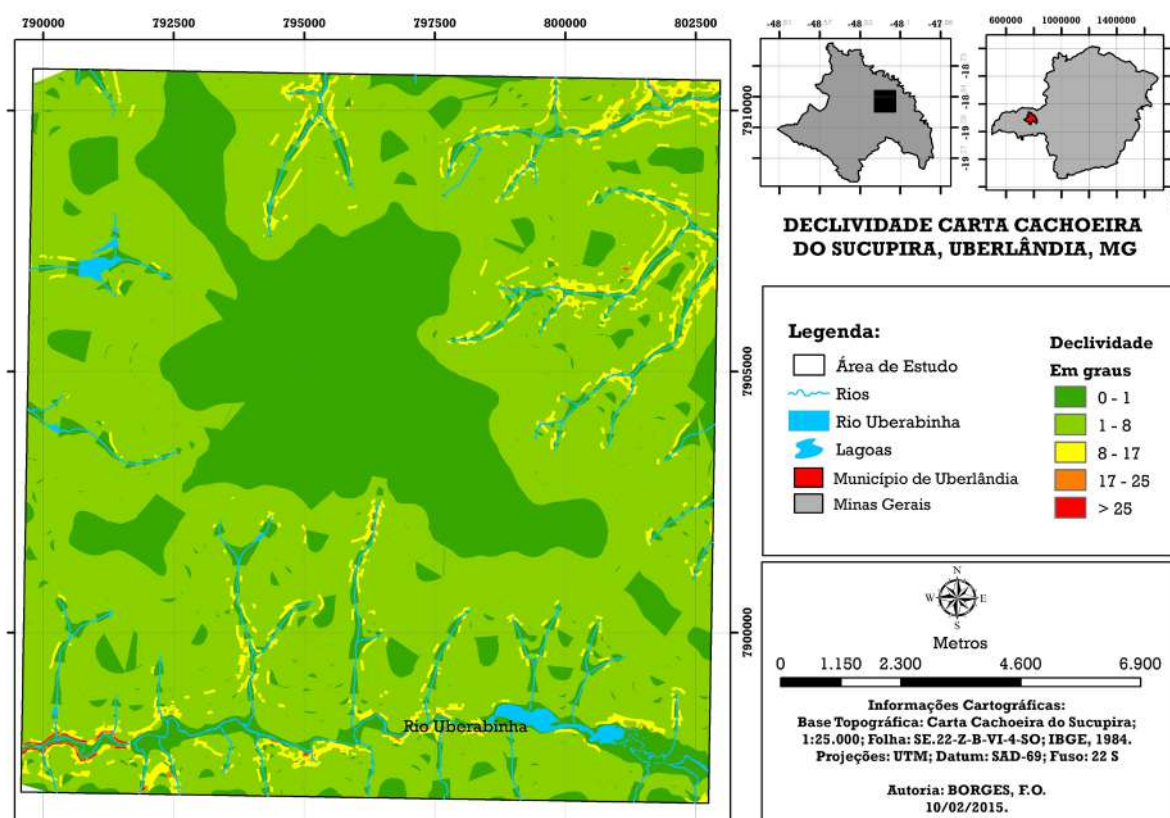
sença de vales fortemente encaixados, sendo mais aplainados em forma de "U". Segundo Baccaro (1994), essas áreas são menos propensas à ocorrência de processos erosivos devido a dissecação do relevo não ser tão intensa. No Mapa 2, a área representada em vermelho corresponde à chapada e, as áreas mais baixas, até os fundos de vale, variam da cor laranja para verde, respectivamente.



Mapa 02 - Hipsometria da área com cotas altimétricas obtidas pela vetorização da carta topográfica.

Quanto ao nível de angulação do terreno, a análise que pode ser feita a partir do Mapa 3, é que a área da carta topográfica não possui uma declividade muito acentuada, onde os ângulos mais íngremes estão localizados próximos ao leito dos cursos d'água, com valores equivalentes entre 8 a 17 graus de declividade. Às margens do Rio Uberabinha – na porção inferior da carta –, o grau de angulação é maior que 25 graus e, a maior parte da área possui uma declividade ínfima ou igual a 8 graus de angulação.

Analisando apenas pela ótica do relevo, pode-se afirmar que os processos erosivos nessa área seriam menos intensos que em áreas com altimetria e declividade mais íngremes. Porém, para uma análise fisiográfica, é preciso considerar todos os fatores envolventes da/na paisagem, onde, dessa forma, a declividade é o agente principal, uma vez que, a partir de sua classificação (Tabela 01), é também rotulada as classes de fragilidade, das quais serão utilizadas na elaboração dos mapas de solo, chegando ao de Fragilidade Ambiental Potencial, no final do cruzamento de todas as informações.

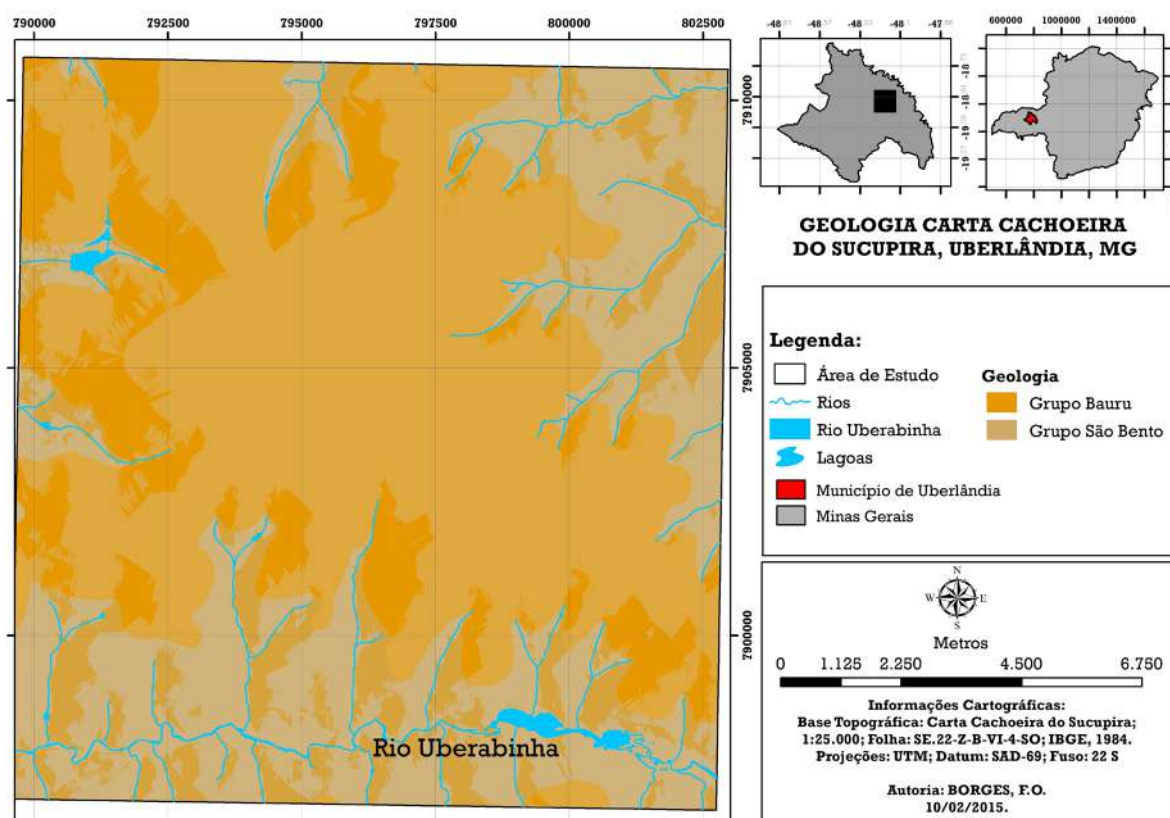


Mapa 03 - Declividade em graus.

3.2 Geologia

De forma a caracterizar o arcabouço geológico da área de estudo, utilizou-se como base a classificação geológica do Município de Uberlândia, realizada por Nishiyama (1989). Segundo esta categorização as áreas com cotas altimétricas superiores a 880 m estão inseridas no Grupo Bauru (Formação Marília), que correspondem a litotipos areníticos, onde seu material original foi totalmente intemperizado. Sob este grupo, com cotas inferiores a 880 m, encontra-se o Grupo São Bento (Formação Serra Geral), característico pela presença de rochas basálticas, compreendendo entre as cotas altimétricas de 680 m a 880 m. Já nas cotas abaixo de 680 m, está disposto o Grupo Araxá (Formação Botucatu), composto por xistos quartzosos e gnaisses, principalmente.

Visto que a área que corresponde à Carta Cachoeira do Sucupira possui altimetrias que variam de 770 m a 900 m, suas formações geológicas concordam com o grupo São Bento e Bauru, respectivamente. Percebe-se, a partir do Mapa 4, que a maior parte da Carta está inserida no Grupo Bauru, característico pelas rochas areníticas, o que, de acordo com suas estruturas, são bastante porosas, o que facilita a permeabilidade da água das chuvas, sendo assim, os tipos de solos originados a partir destas rochas, herdarão tais porosidades, dando as mesmas características permeáveis das rochas, das quais o material original foi praticamente todo intemperizado; e as áreas mais baixas da carta estão contidas no Grupo São Bento, representado pelas rochas basálticas, rochas estas mais resistentes às ações exógenas.



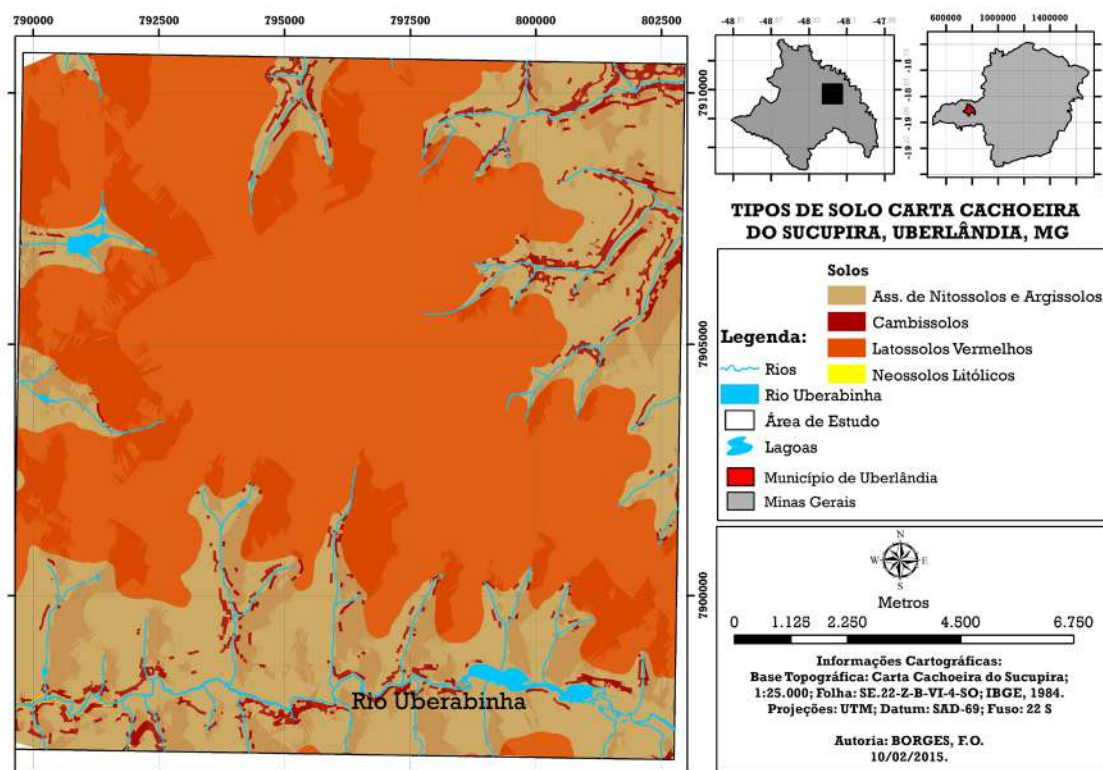
Mapa 04 - Representação da Geologia da área de estudo.

3.3 Tipos de Solos

Os solos que caracterizam o Município de Uberlândia são basicamente latossolos, cambissolos, neossolos, argissolos, nitossolos e solos hidromórficos, devido ao resultado do intemperismo do pacote geológico. Com base nisto, na área de estudo, para classificar os tipos de solo foi feita uma generalização, ou seja, considerou-se aqueles que mais se destacam em cada compartimento geológico, atrelado também à declividade do terreno. Assim, visto que o Grupo Bauru e o Grupo São Bento são a geologia característica, no primeiro, encontram-se os latossolos vermelhos; já no segundo grupo, os solos variam de acordo com a declividade. Em declividades com até 8° de angulação, há a predominância da associação de nitossolos e argissolos; em declividades maiores que 8°, menores ou iguais a 17°, ocorrem os cambissolos e, em declividades maiores que 17°, há a presença de neossolos litólicos.

A partir do Mapa 5, o que pode ser analisado é que os latossolos vermelhos ocupam a maior parte da área, presente na mesma zona que corresponde ao patamar geológico do Grupo Bauru, como já identificado; seguido pela associação de nitossolos e argissolos, presente no Grupo São Bento. Percebe-se também, neste último grupo geológico, que em suas áreas mais íngremes, há a presença de cambissolos e neossolos litólicos. Estes, são solos pouco profundos e pouco desenvolvidos, sendo menos resistentes que os demais, podendo até mesmo encontrar material da rocha mãe em sua composição, como é o caso dos cambissolos. Já os neossolos litólicos não possuem o horizonte B formado. Tais fatos ocorrem, pois, a influência dos fatores exógenos, do relevo e, principalmente do clima, em se tratando particularmente da precipitação, não permite que esses sejam deixados no local por um período maior necessário ao seu desenvolvimento, o

que provoca a diminuição do tempo para a realização da pedogênese, onde a infiltração da água das chuvas e acumulação de materiais sedimentares são dificultadas, ao contrário das áreas mais planas, onde estão presentes os latossolos vermelhos, por exemplo.



Mapa 05 - Representação dos tipos de solo da área de estudo.

4. Fragilidade Ambiental Potencial (FAP)

A Fragilidade Ambiental Potencial representa o nível de fraqueza dos componentes físicos de uma área, como forma e angulação do relevo, clima, tipos de solo e geologia. A elaboração deste mapa reflete na importância do planejamento ambiental, adequando o uso e ocupação do solo em áreas ambientais, visando a proteção destas áreas, evitando processos erosivos mais fortes, capazes de prejudicar tanto a qualidade do ambiente, quanto transtornos para a população.

Conforme Kawakubo *et al.* (2005, p. 2203), a fragilidade ambiental é considerada uma ferramenta essencial para o planejamento e gestão territorial ambiental, pois permite avaliar os potenciais do meio de forma integrada, constatando suas características naturais e suas limitações. Tais características e limitações são de suma importância visto que são as principais condicionantes para a ocorrência de erosão, além de que, o estudo integrado de todas as variáveis do ambiente constitui um método inteligente e mais confiável, visto que sua dinâmica ocorre em concomitância.

De acordo com os fundamentos de Ross (1994), a natureza possui uma funcionalidade específica entre suas características físicas e bióticas, dessa forma, para elaborar a FAP, é preciso, primeiramente, elaborar estudos sobre o relevo, tal como geologia, solo, clima, vegetação. Assim, o Mapa 6, baseando-se nessas premissas, demonstra que, no objeto de estudo, as áreas mais fragilizadas ambientalmente são aquelas que compreendem declividades acima de 25 graus, e tipos pedológicos compostos pelos neossolos litólicos, que, conforme já mencionado, são solos pouco

desenvolvidos e por isso são mais frágeis. Um fato importante a ser destacado é que, essas áreas frágeis estão localizadas às margens dos córregos, podendo gerar outros processos erosivos como assoreamento, perdas de solos e vegetação marginal e desencadeamento de voçorocas. As áreas medianamente fragilizadas são identificadas pela presença da associação de nitossolos e argissolos, como também de cambissolos, onde a declividade varia de 8 a 17 graus de angulação.

Um destaque é dado para a área de latossolos vermelhos que apesar de serem solos mais resistentes devido às suas características físicas, principalmente, percebe-se que grande parte de sua área é também medianamente fragilizada, isto deve-se à declividade do terreno, da qual condiciona a leva de materiais mais facilmente. Outro fator interessante trata-se do grau de fragilidade fraco em porções do Grupo Bauru – grupo mais frágil devido às rochas areníticas –, isto explica-se pela devida porção do grupo estar contida em uma área de chapada, ou seja, em uma área bastante aplainada, em que sua declividade não interfere na ocorrência de processos erosivos, por ter uma angulação inferior a 1°.

A partir desse entendimento, percebe-se que a paisagem, por si só, possui uma vulnerabilidade natural, ou seja, algumas de suas características físicas apresentam fragilidades perante as dinâmicas do meio, mas que são frequentemente aceleradas devido à interferência antrópica. Ross (2009, p.53) comenta que é indispensável realizar uma pesquisa sobre as fragilidades e potencialidades ambientais em conjunto com as relações da sociedade com a natureza, pois isto acrescenta no entendimento acerca da dinâmica natural com as antrópicas.

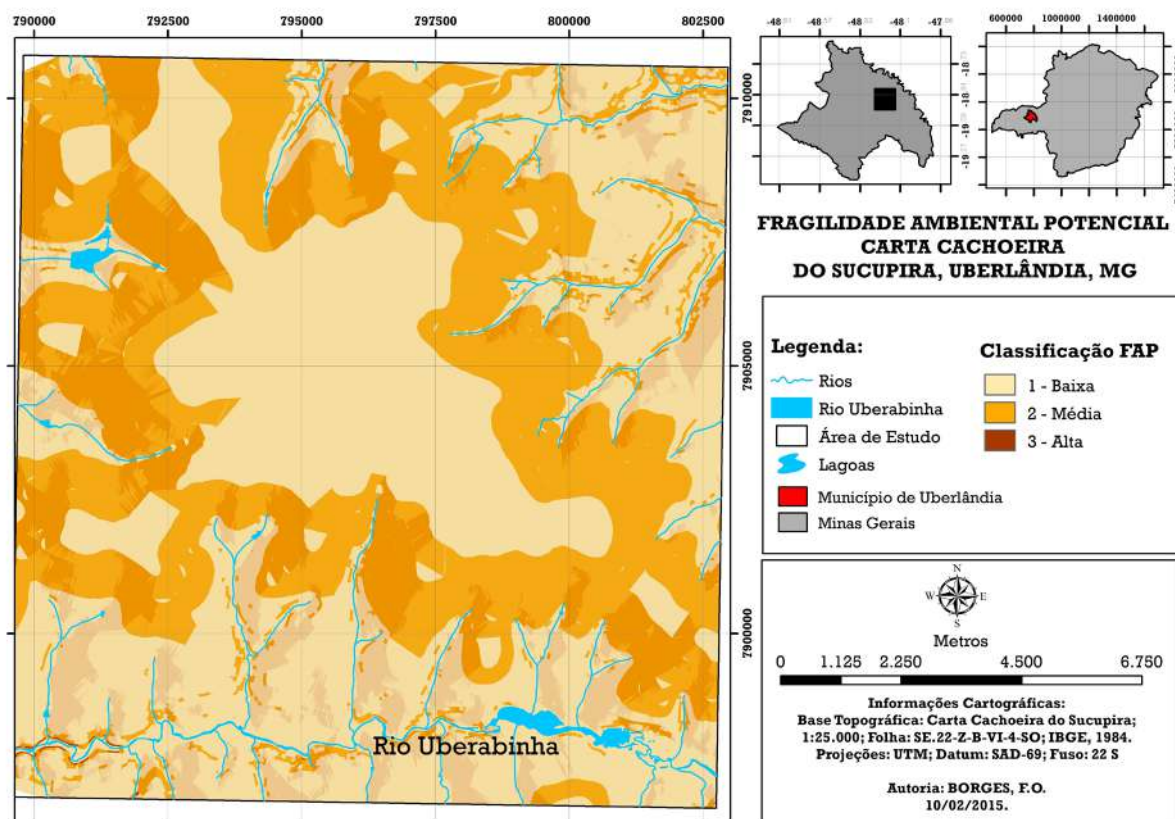
Identifica-se também pelas representações, que área de estudo abarca uma parte do Rio Uberabinha, localizado na porção inferior do mapa, o que é algo preocupante por ser o principal curso d'água responsável pelo abastecimento de água na cidade. Verifica-se que nesta área, a leva de materiais é grande, onde conclui-se que nesta porção do rio, há uma quantidade de sedimentos considerável. Os processos de degradação em bacias hidrográficas são graves, uma vez que, além de serem os principais responsáveis pela manutenção do ecossistema da área, são recursos vitais à população. A área como um todo possui cerca de 183km², a partir desta, foram feitos cálculos das áreas que correspondem à fragilidade, obtendo os seguintes valores, conforme Tabela 02:

Classes de Fragilidade	Área em km²	Área em %
1 - Baixa	97 km ²	53%
2 – Média	73,20 km ²	40%
3 - Alta	12,80 km ²	7%

Tabela 02: Cálculo das áreas de fragilidade

Elaborado por: BORGES e MACHADO, 2015.

A partir dessa quantificação, é possível analisar que a área em si possui um nível de fragilidade classificado como baixo, visto os maiores valores ocupantes. Porém, a densidade dos processos erosivos bem como sua ocorrência podem ser altas e localizadas nas áreas classificadas como nível médio, devido às condições físicas da área, condicionadas principalmente pelos tipos de solo e declividade do terreno. Já as áreas com alta fragilidade, quase não ocorrem, sendo dispostas nas margens do Rio Uberabinha, mais especificamente no canto inferior esquerdo da carta.



Mapa 06 - Representação das áreas mais frágeis na área de estudo.

Mais uma vez nota-se a importância da aplicação de tecnologias para estudos ambientais, transformando dados numéricos em mapas representativos e interpretativos, onde estes poderiam e deveriam ser usados por órgãos responsáveis pela manutenção e conservação do espaço urbano, rural e ambiental, prevenindo assim, eventuais desconfortos à população e ao ambiente em geral. Isto pode ser gerenciado por meio do uso da terra, realizando o planejamento adequado para a aplicação de atividades e ocupação das áreas, de modo que a presença antrópica não interfira ainda mais nas condições físicas da paisagem.

Ross (1995, p. 66) ressalta que,

a abordagem geográfica na perspectiva ambiental, é necessariamente representada através de mapas, cartogramas, gráficos, tabelas que produzidas a partir da utilização e interpretação de dados numéricos (estatístico), que fornecem informações socioeconômicas, bem como dados obtidos por sensores e trabalhos de campo de onde se extraem informações da natureza e também da sociedade.

O mesmo autor ainda justifica que essas informações podem e devem ser trabalhadas em Geoprocessamento, SIG, ou quaisquer convenções cartográficas, visto que são ferramentas que permitem uma visualização diferenciada do espaço em que se estuda.

5. Considerações finais

Com base nos mapas gerados e suas respectivas interpretações, pode-se dizer que as técnicas

de SIG, dando enfoque para o software de manipulação, o ArcGIS, são de suma importância para a realização de estudos fisiográficos, acarretando em derivados e diversos outros estudos, sendo possível caracterizar uma área a partir de seus aspectos físicos, elencando possíveis ocorrências de processos erosivos por meio de tais resultados.

Sendo assim, o SIG, possui papel fundamental em aproximar pesquisador e objeto de pesquisa, de modo que este obtenha o conhecimento necessário para a concretização de suas pesquisas, dando maior credibilidade ao trabalho. Por outro lado, é preciso que o pesquisador possua o conhecimento prévio da área, afinal, o *software* manipulador, também é passível de erros e, caso o pesquisador não conheça de fato seu objeto de estudo, o trabalho passará por classificações errôneas.

Os resultados obtidos, a representatividade da realidade por meio dos mapas, demonstram que todos os aspectos físicos do meio se completam e funcionam numa dinâmica conjunta, onde um influencia na ação do outro. Dessa forma, o processamento de dados cartográficos contribui com grande eficiência, demonstrando aquilo que não é possível ser analisado diretamente na área de estudo, onde a análise dos seus produtos torna-se mais fácil de ser realizada.

Os mapas gerados por meio do geoprocessamento mostram que a área da carta topográfica Cachoeira do Sucupira, possui áreas de fragilidade classificadas de baixa a alta, identificando que a classificação média e baixa são as mais recorrentes. Ainda que não seja uma área fortemente frágil, é preciso controlar o uso e ocupação da terra impedindo que as atividades e ações antrópicas sejam capazes de interferir na dinâmica natural, aumentando a possibilidade de degradação socioambiental.

Por fim, o geoprocessamento em Geografia é uma ferramenta extremamente necessária para o planejamento socioambiental, pois facilitará o manejo das áreas, protegendo tanto aquelas ambientais como a população que dela faz uso. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi atingido, uma vez que se constatou a eficiência das tecnologias aplicadas em estudos do ambiente.

Referências

BACCARO, Claudete Aparecida Dallevedove. **As unidades geomorfológicas e a erosão dos chapadões do Município de Uberlândia**. Sociedade e Natureza. Uberlândia, 6 (11 e 12): 19-33, jan./dez. 1994.

_____, Claudete Aparecida Dallevedove. **Unidades geomorfológicas do Município de Uberlândia - MG**. Sociedade e Natureza. Uberlândia, 1, 1989, p. 13-22.

NISHIYAMA, Luiz. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 1 (1): 9-16, jun. 1989.

REZENDE, Patrícia Soares. **Análise da Fragilidade Ambiental da área urbana de Paracatu/MG utilizando Sistema de Informação Geográfica**. 2013. 80 f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

SANTOS, Juliana Gonçalves. **Fragilidade Ambiental Da Bacia Hidrográfica Do Ribeirão São Bento da Ressaca, MG**. 2012. 50 f. Monografia (Bacharelado) – Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z.. Visão integrada da problemática da erosão. **3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Maringá, PR. 29 de set. a 4 de out. 1985.

BORGES, F. O.; QUEIROZ, P. S. Possíveis medidas de controle e recuperação da feição erosiva da Bacia do Rio Araguari-MG. Uberlândia: III Congresso Internacional Saúde Ambiental para cidades saudáveis. **Anais...** ago. 2014, 10 p.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 208 p.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. São Paulo: USP, **Revista do Departamento de Geografia**, v. 9, jul-dez, 1995, p.67-75.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. São Paulo: USP, **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, 1994, p. 63-74.

KAWAUBO, F.S. et.al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. Goiânia: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...**, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2203-2210.

GEORREFERENCIAMENTO DAS ÁREAS DE AGROFLORESTA NO ASSENTAMENTO DO CONTESTADO, LAPA – PR

LARISSA DELAZARI DENIZ
AMANDA RIBEIRO NEGREIROS
ANDERSON MENDES SOUZA
PATRÍCIA PORTELA FELDMANN

Resumo

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) desempenham papel fundamental na composição de modelos sustentáveis da produção agrícola, e apresentam-se como uma grande alternativa para a conservação e restauração ambiental e geração de renda para a agricultura familiar. A implantação de um SAF demanda ordenamento do espaço geográfico por meio do planejamento da propriedade rural, e o uso de geotecnologias auxiliam neste processo, promovendo dados confiáveis e dinâmicos. Este trabalho teve como objetivo georreferenciar e mapear as áreas de agrofloresta no Assentamento do Contestado na Lapa, PR, buscando embasar o planejamento das unidades produtivas dos assentados. A metodologia consistiu na coleta e processamento de coordenadas geográficas utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o *software* ArcGIS10. Foram georreferenciadas 82 áreas de interesse organizadas em três classes, totalizando aproximadamente 50 hectares. Verificou-se que, apesar de contabilizar apenas 9% da área de estudo, a pluralidade de produção dos SAFs, bem como a promoção de serviços ambientais destaca a eficiência deste sistema como um todo. O georreferenciamento das áreas de agrofloresta no Assentamento do Contestado subsidiará as atividades de zoneamento do meio físico, auxiliando no planejamento da produção e conservação das áreas frágeis.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais; Geotecnologias; Geoprocessamento.

Abstract

The Agroforestry System (AFL) consists of an important model of sustainable agricultural production for family based farming since they promote environmental conservation and restoration and generate income. The AFS establishment demands geographic space organization through rural property planning. Therefore, the use of geotechnologies assists this process by promoting reliable and dynamic data. This study aimed to georeference and map the agroforestry areas at Assentamento do Contestado in Lapa, PR, Brazil, in order to support agricultural planning. The methodology was based on geographic coordinates collection and processing. It was used Geographic Position System (GPS) technology and ArcGIS 10 software to assess the data. 82 areas of interest were georeferenced and classified into three classes accounting for approximately 50 hectares. Although the mapped area covers only 9% of the study area, the economic and environmental benefits of the AFS highlight its efficiency as a whole. The agroforestry systems georeferencing at Assentamento do Contestado will support environmental zoning assisting on production planning and fragile areas conservation.

Keywords: Agroforestry systems; Geotechnologies; Geoprocessing.

1. Introdução

O conjunto de atividades desempenhadas pela sociedade continuamente promove a transformação do espaço geográfico. Verifica-se que, a utilização dos recursos naturais e a adaptação permanente do meio ambiente pelo homem tem caráter histórico, e representam a evolução das forças produtivas e o estabelecimento do sistema econômico. Desta forma, o ordenamento territorial busca integrar a realidade socioeconômica com o meio físico, representando uma importante ferramenta de gestão e aproveitamento eficiente dos recursos disponíveis.

No Brasil, a agropecuária é a atividade econômica que ocupa a maior extensão territorial no país. De acordo com o IBGE (2006), a agricultura ocupa cerca de 60 milhões de hectares e a pecuária 160 milhões, contabilizando aproximadamente 20% da área total da nação. Observa-se que o modelo convencional de produção agrícola que perfaz esta área é predominantemente baseado por latifúndios de monocultura em larga escala (ALTIERI & NICHOLLS, 2011), os quais estão intimamente relacionados às pressões ambientais como a degradação ambiental e o desmatamento.

Neste contexto, os sistemas agroflorestais (SAFs) desempenham papel fundamental na composição de modelos sustentáveis da produção agrícola. Isto porque, os SAFs consorciavam culturas agrícolas, florestais e/ou de criação de animais, diversificando a produção e promovendo a conservação dos recursos naturais, uma vez que sustenta os princípios da ecologia.

Atualmente a agricultura familiar é a maior fomentadora dos sistemas agroflorestais. Sua estrutura territorial caracterizada por pequenas unidades de produção, majoritariamente quintais, exige otimização e a diversificação de cultivo para promover benefícios econômicos atrativos. Consequentemente, o estabelecimento dos SAFs nestas áreas permite atingir estes resultados.

Entretanto, a implantação de um sistema agroflorestal requer ordenamento do espaço geográfico por meio do planejamento da propriedade rural, sendo necessário o reconhecimento, descrição e mapeamento das unidades produtivas. Para tais, o uso das geotecnologias se destaca no fornecimento, armazenamento e processamentos de dados básicos ao planejamento de maneira dinâmica, segura e eficiente.

Considerando a importância do ordenamento territorial e os benefícios sociais, ecológicos e econômicos dos sistemas agroflorestais, este trabalho teve por objetivo georreferenciar as áreas de agrofloresta do Assentamento do Contestado na Lapa, PR, em ordem de auxiliar o planejamento das unidades produtivas da agricultura familiar.

1.1 A parceria

Criado em 2005 por acadêmicos de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, o Grupo de Estudos em Sistemas Agroflorestais e Questões Socioambientais (Gesaf) tem por objetivo ampliar o conhecimento da comunidade interna e externa sobre os Sistemas Agroflorestais, por meio de atividades de formação interdisciplinares e parceria com instituições de ensino, pesquisa e extensão.

O projeto Agroflorestar, promovido pela Cooperafloresta e financiado pela Petrobras Ambiental, consiste no desenvolvimento de SAFs na agricultura familiar por meio do apoio técnico na elaboração, implantação e manutenção destes sistemas, visando sensibilizar e fortalecer o pequeno produtor rural.

Com o intuito de abordar os princípios básicos da universidade, que tangem os critérios de ensino, pesquisa e extensão, bem como fortalecer o relacionamento acadêmico com a comunidade externa, em 2015 instituiu-se a parceria com o projeto Agroflorestar.

2. Material e métodos

Situado no município da Lapa, Região Metropolitana de Curitiba (RMC), o Assentamento do Contestado dista 77 km de Curitiba, via BR 476 e 61 km via Balsa Nova (LIMA *et al.*, 2014). Totalizando uma área de 3182,38 ha, o assentamento foi criado em 2000 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), e abriga 108 famílias distribuídas em lotes individualizados (FERNANDES & FACCO, 2015). O assentamento também contempla grande área de Reserva Legal - 756,20 ha – e reflorestamentos de *Pinus ssp.* e *Eucalyptus ssp.*, que são de caráter coletivo. A Figura 01 ilustra a localização e o perímetro do assentamento.

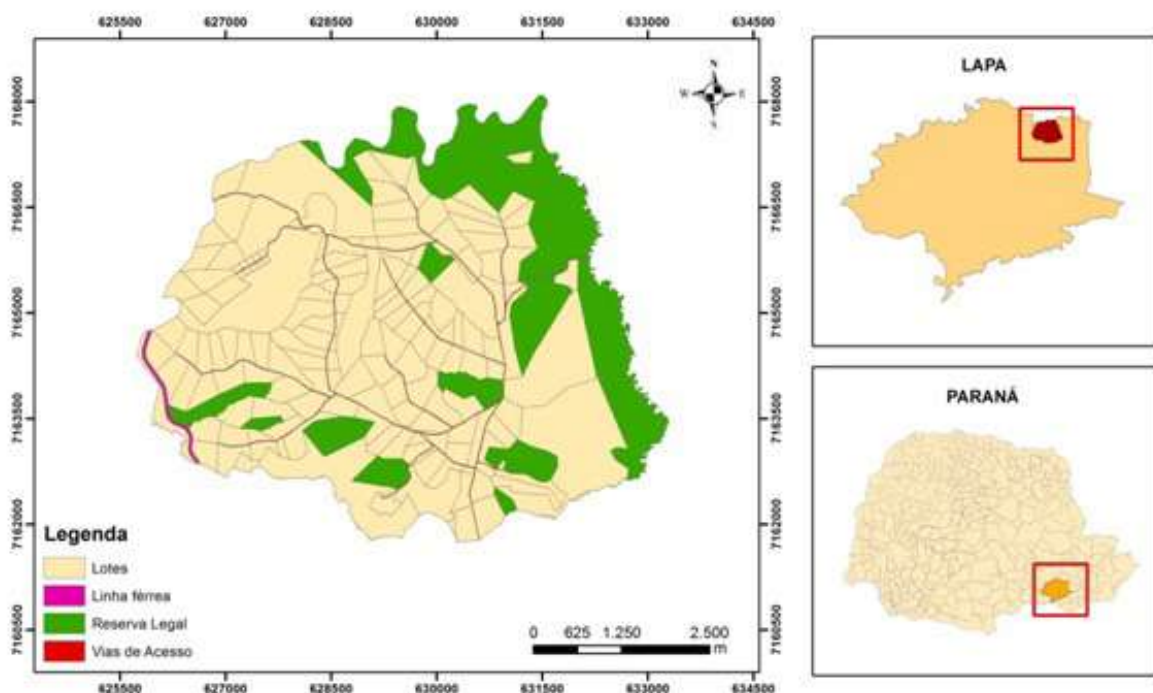


Figura 01 - Localização e perímetro do Assentamento do Contestado.

2.1 Reconhecimento da área objeto de estudo

O reconhecimento da área se deu por meio de visita técnica prévia ao Assentamento do Contestado, com o auxílio dos técnicos do projeto Agroflorestar. A visita verificou as variáveis espaciais da região como: características de relevo e declividade, acessibilidade aos lotes e distância entre as áreas de trabalho, que embasaram a logística e planejamento das atividades. Durante a visita, foram coletados pontos experimentais de Sistema de Posicionamento Global (GPS) no perímetro de duas áreas de agrofloresta para treinamento da equipe.

2.2 Planejamento das atividades em campo

O planejamento das atividades em campo foi baseado no resultado da análise de reconhecimento das variáveis espaciais do Assentamento. Foram alocadas duas equipes de trabalho compostas por dois membros do Gesaf e um técnico da Agroflorestar, que foram responsáveis, respectivamente, pela coleta e anotação dos dados e a condução e direcionamento da equipe em campo. Os lotes a serem mapeados foram listados e divididos em dois grupos de acordo com a

distância de deslocamento.

2.3 Coleta de dados em campo

Foram coletadas coordenadas geográficas que delimitavam as áreas de agrofloresta em cada lote por meio da utilização de Sistema de Posicionamento Global (GPS). As coordenadas foram descritas em fichas de campo para garantir classificação quando processados.

2.4 Processamento de dados

Após a coleta dos dados em campo, as fichas de coleta foram conferidas e digitadas em planilhas eletrônicas. O *download* das coordenadas geográficas se deu com o auxílio do *software GPS Track Maker* versão 13.9 e processadas no *software ArcGIS 10*.

O processamento consistiu na adequação do sistema de coordenadas dos dados, utilizando o arquivo *shapefile* do INCRA, com o loteamento do assentamento, como referência para compatibilizar suas feições espacialmente. Então, foram desenhados e classificados os polígonos dos SAFs e posteriormente calculados suas áreas. Foram utilizadas imagens do Google Earth como apoio à criação dos polígonos.

2.5 Confeção dos mapas

O mapeamento foi realizado no *ArcMap*, componente do ArcGIS 10, e utilizou o *shapefile* do loteamento do INCRA como base. Foi gerado um mapa geral com todas as áreas de agrofloresta do assentamento, e mapas individualizados por lote.

3. Resultados

Foram georreferenciadas 82 áreas de interesse, sendo estas classificadas em SAF (42), Salaminho (24), Expansão (14), SAF Nativo (1) e uma área de estudos pertencente à Embrapa Florestas. A Figura 02 ilustra a distribuição espacial destas áreas.

As áreas de Salaminho são as primeiras extensões de agrofloresta implantadas no assentamento pelo projeto Agroflorestar. Essas possuem cerca de quatro anos, e de maneira geral são pequenas. O georreferenciamento mostrou que essas áreas variam de 980 m² a 6.083 m², sendo seu valor médio igual a 2.135 m². No total, foram contabilizados 4,91 ha de agroflorestada classe Salaminho.

As áreas da classe SAF, com aproximadamente um ano, são fortemente caracterizadas pela presença do capim-mombaça (*Panicum maximus*), que atua como adubação verde e cobertura de solo. Foram calculados 28,83 ha de SAF, variando de 778 m² a 52.695 m², e com área média de 5.439 m².

Buscando expandir a cobertura de agrofloresta, foram delimitadas áreas potenciais de implantação do sistema em 14 lotes do Assentamento. O processamento dos dados revelou que, aproximadamente 17 ha serão destinados a este fim, classificadas como Expansão. A maior área de Expansão computou sensivelmente 5 ha (52.543 m²), enquanto a menor 1.719 m².

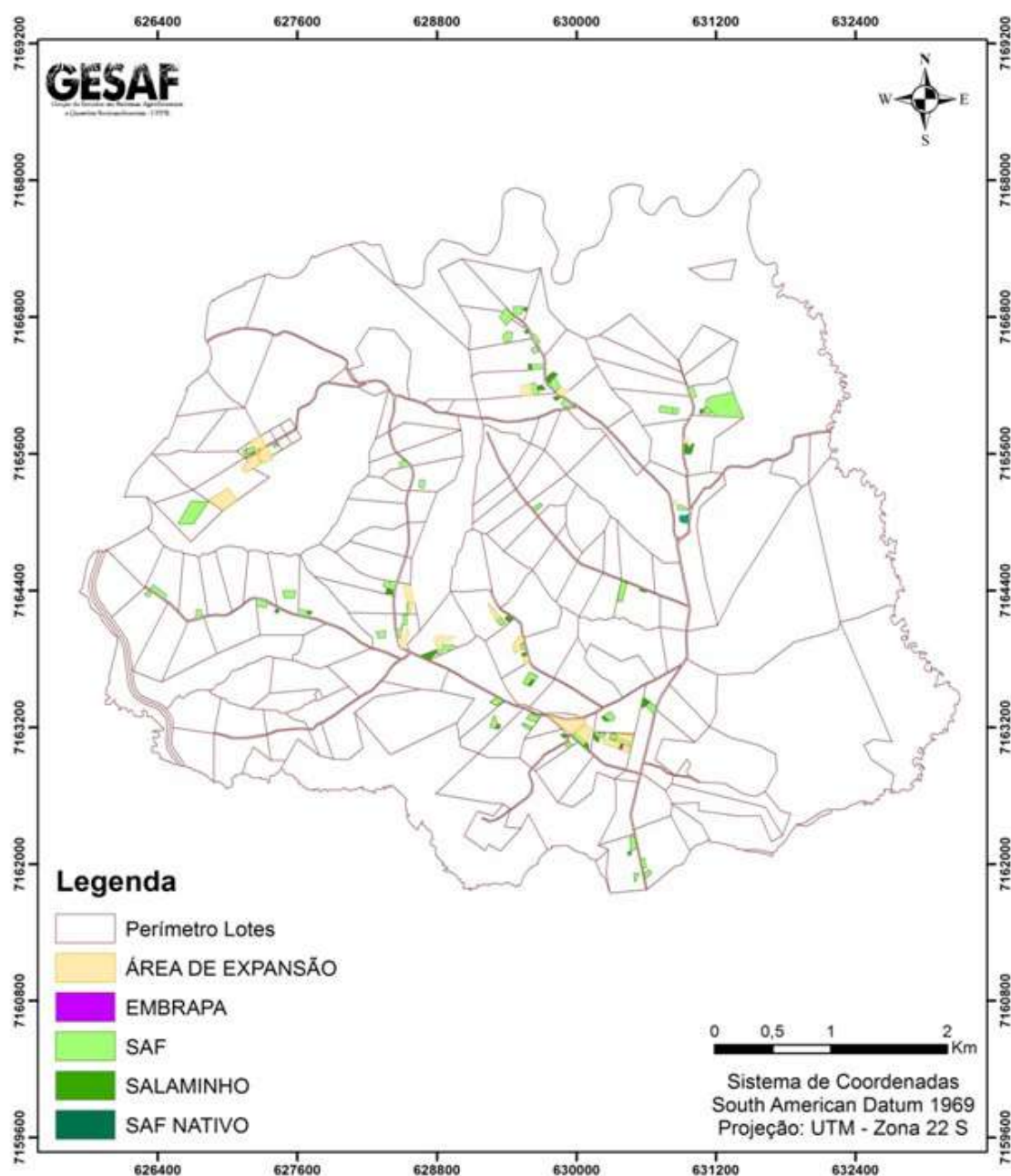


Figura 02 - Mapeamento das áreas de agrofloresta do Assentamento do Contestado.

Durante a coleta de dados foram identificadas duas áreas com diferentes usos: SAF Nativo e área de pesquisa da EMBRAPA Florestas, que contabilizaram 5.628 m² e 1.367 m² de área respectivamente.

O georreferenciamento das áreas de interesse somou um total de 49,63ha, sendo 23,78ha da classe 'SAF'; 20,22 ha 'Expansão' 5,07 ha 'Salaminho' e 0,56 ha 'Outros', que representam as áreas de estudos da Embrapa Florestas e SAF nativo. Este valor total representa 9% da área dos lotes estudados, e menos de 2% da área total do Assentamento. Individualmente, as áreas com sistema agroflorestal variam de 1 a 68% da área do lote, apresentando valor médio de 11%.

A Tabela 01 descreve os valores das áreas de sistema agroflorestal por classe e lote.

LOTE	ÁREA LOTE (m ²)	CLASSES (m ²)			
		SAF	SALAMINHO	EXPANSÃO	OUTROS
0	149681,00	2937,00		2093,00	5628,00
1	145499,00		6083,00	1719,00	
2	112562,00	5054,00	1182,00	52543,00	
8	142236,00	8707,00			
12	136648,00	3985,00	1554,00		
13	165317,00	6108,00	4517,00	4327,00	
14	119113,00	3000,00			
15	157953,00	5246,00	1056,00		
16	139937,00	9769,00			
17	140265,00	5970,00	1049,00		
18	146113,00	7194,00	1607,00		
19	143421,00	5562,00	2300,00	8254,00	
21	119948,00	8097,00	1263,00		
21	119949,00	8097,00	1263,00		
28	67904,00	2756,00			
38	128363,00	3129,00	2364,00	3786,00	
39	113749,00	1435,00	1373,00		
40	98636,00	6586,00	1794,00		
42	182092,00	5241,00			
50	135852,00	5091,00	1065,00		
51	115452,00	4039,00	3825,00		
52	108079,00	4146,00	1351,00		
53	91213,00	9677,00	2510,00	17229,00	1367,00
56	94595,00	2375,00	1349,00		
57	56130,00	3990,00	1003,00	32944,00	
58	109026,00	7453,00			
59	98975,00	3758,00	1298,00		
60	117803,00	3403,00			
74	162632,00	4489,00	1351,00		
75	112882,00	6664,00			
76	106509,00	5577,00	1037,00		
80	105804,00	3963,00			
81	108401,00	6460,00			
84	155668,00	1617,00			
88	11313,00	4119,00			
89	146999,00			37096,00	
90	146049,00	27897,00		9745,00	
91	8832,00			1875,00	
93	8820,00	778,00			
97	178262,00	6973,00	5751,00	10985,00	
100	95044,00	3666,00			

101	130234,00	3314,00			
106	146322,00	5855,00	2786,00		
107	151458,00	2755,00		12061,00	
108	146342,00	10824,00		7503,00	
Total	5378082,00	237756,00	50731,00	202160,00	5628,00

Tabela 01: Áreamapeada por lote e classe em m²

3.1 Inconformidades

O processamento dos dados revelou incoerências espaciais entre os pontos de GPS coletados com o perímetro dos lotes fornecidos pelo *shapefile* do INCRA. Verificou-se que no lote 16 a área de interesse desenhada, sobrepõe o lote adjacente num valor muito maior ao erro inerente à precisão do GPS. Mais de 6.000m² invadem a área do lote 17. Adicionalmente, o formato do polígono difere da configuração do lote a que pertence. Considerando que a área pertence à classe SAF, a mesma já está instalada dificultando sua alteração. A Figura 03 ilustra a incoerência espacial apontada durante o desenvolvimento do mapeamento.

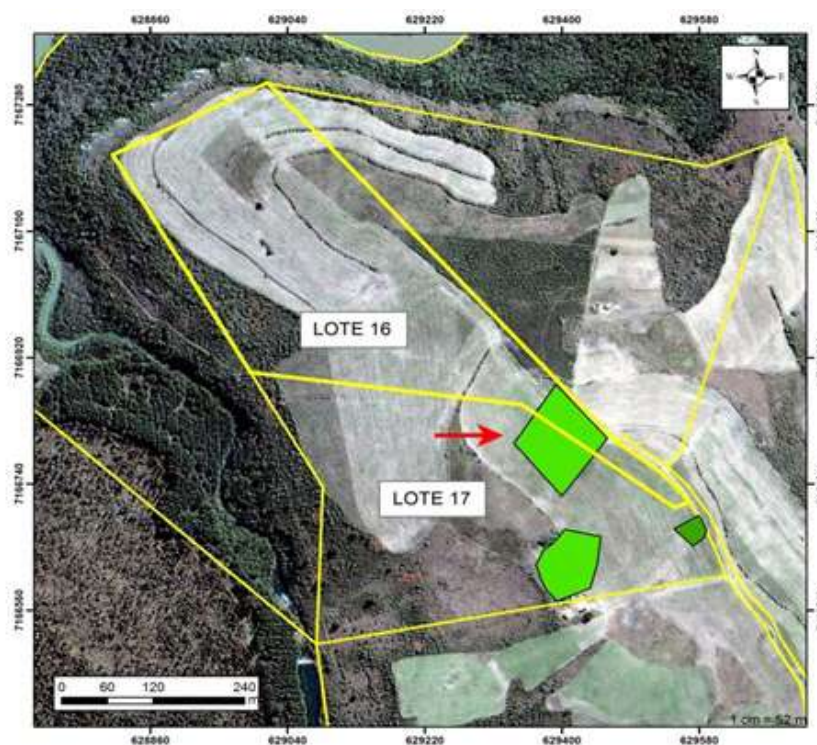


Figura 03 - Inconformidade espacial de mapeamento.

Considerando que a margem de erro dos GPS utilizados foi de +/-10 metros, e a coleta de dados foi feita junto aos técnicos do projeto Agroflorestar e proprietários dos lotes, cogita-se que esta área esteja, de fato, invadindo o lote vizinho. Este aspecto reforça a necessidade do mapeamento para o planejamento, uma vez que esta incoerência indica que alguns assentados não têm conhecimento dos limites das unidades produtivas.

4. Discussão

Os resultados gerados pelo georreferenciamento demonstram que a cobertura por sistemas agroflorestais tem pouca representatividade na área do Assentamento do Contestado. Entretanto, sua importância na produção de alimentos e promoção dos serviços ambientais é evidente.

Apesar de não quantificada, a etapa de avaliação da área de estudo e coleta de dados em campo demonstrou que os SAFs do Assentamento do Contestado apresentam bom desenvolvimento e compatibilidade das espécies arbóreas com as culturas agrícolas. O modelo comum dos SAFs mapeados incluía linhas com *Eucalyptos spp.* e árvores frutíferas (citros, figo, pêra, pêssego, caqui) alternadas com o capim-mombaça (*Panicum maximum*). No entanto, em muitas áreas foram observadas culturas de mandioca, milho, batata-doce, feijão e hortaliças como almeirão, couve e escarola, no espaçamento entre o componente arbóreo.

Nota-se que o bom desenvolvimento dessas áreas é influenciado pela presença da Escola Latino Americana de Agroecologia (ELAA), que é sediada dentro dos limites do Assentamento, e atua como matriz tecnológica para o aprimoramento dos sistemas agroflorestais regionais. Paralelamente, o projeto Agroflorestar instrui a comunidade interna de produtores rurais a conceber sistemas produtivos sustentáveis, auxiliando os mesmos na elaboração, implantação e manutenção das agroflorestas.

Desta forma, a baixa representatividade em área dos sistemas agroflorestais no assentamento pode ser justificada pela ausência do mapeamento de suas unidades produtivas, que exerce função básica no ordenamento do espaço e planejamento da produção. Com o georreferenciamento das áreas de interesse, o agricultor familiar poderá realizar o zoneamento de sua área produtiva, delimitando o espaço de acordo com sua demanda. Verifica-se que o zoneamento molda as atividades realizadas de acordo com os limites do meio físico, buscando formas racionais de utilização dos recursos, em prol do desenvolvimento contínuo e sustentável. Consequentemente, o agricultor terá o domínio de seu território, integrando sua realidade socioeconômica e preservando seus valores culturais.

5. Considerações finais

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) se apresentam como uma grande alternativa à produção agrícola para a agricultura familiar. Quando manejados de maneira correta, os SAFs contribuem para a preservação ambiental e potencializam a produção de alimentos de origem vegetal e animal, gerando renda e fortalecendo a permanência dos produtores rurais no campo.

Para tal, faz-se necessário o ordenamento do espaço físico e planejamento da propriedade rural, que consiste no planejamento das ocupações por meio do zoneamento. Uma vez determinado o zoneamento de uma área, atividades são instituídas de acordo com as características do meio físico, potencializando o aproveitamento das infraestruturas, otimizando os sistemas de produção e preservando os recursos naturais.

O georreferenciamento e mapeamento das variáveis ambientais são ferramentas primordiais para o planejamento territorial, pois estabelecem referência geográfica, quantificam variáveis espaciais e ilustram as feições dos componentes de interesse.

Atualmente, o Assentamento do Contestado possui aproximadamente 30ha de agrofloresta em seu perímetro, e cerca de 20ha a serem implantados. Apesar destes valores representarem apenas 9% da área total de estudos, a pluralidade de produção dos SAFs, bem como a promoção de serviços ambientais, destacam a eficiência deste sistema como um todo.

Espera-se que o georreferenciamento dos sistemas agroflorestais subsidie o planejamento

das unidades produtivas do Assentamento do Contestado, e contribua para o melhor entendimento sobre o território e suas variáveis biogeográficas.

Referências

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C.I. **O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina.** Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia. Rio de Janeiro, v.8, n.2, p.31-35, jun. 2011.

FERNANDEZ, G.M.; FACCO, V.A.B. **Agroecologia e MST no leste paranaense: as experiências do assentamento contestado (Lapa/PR) e do acampamento José Lutzenberger (Antonina/PR).** Revista Pegada. Presidente Prudente, v.16, n.especial, p.89-101, maio 2015. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/viewFile/3524/2882%3E>> .Acesso em: 1 Fev.2016.

IBGE. **Censo Agropecuário, 2006.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/>>. Acesso em: 1 Fev. 2016.

LIMA, P.A.A.; BUDAY, E. P.; ANGELO, A.R.; KLENK., L.A.; MATSHUSHITA, M.S.; LANG, M.C.; BERTOL, J.; DA CRUZ, J.D.R.; FIORILLO, P.R.; DOS SANTOS, V.; ARAUJO, L.T.; CALDANI, L.A.; RIGHETTO, J.A.. Plano de recuperação do assentamento do contestado: Lapa-PR. In MATSUSHITA, M.S. (Ed.). **Trabalho da Extensão Rural com Uso de Geoprocessamento.** Curitiba: EMATER, 2014. p.145 – 172.

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO DISTRITO DE ANTÔNIO DIOGO, REDENÇÃO-CE

C. C. DE FREITAS
A. W. F. DE OLIVEIRA
A. C. N OLIVEIRA
S. M. EBO
R. DA S. NOGUEIRA

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo utilizar geotecnologias para mapear e analisar o uso da terra nos anos de 2004 e 2014 no distrito de Antônio Diogo, Redenção-CE. A região teve uma grande expansão da agricultura, mesmo tendo condições ambientais não favoráveis, como por exemplo, a estação chuvosa não ser tão bem definida. As culturas principais são, arroz (sequeiro), e feijão e milho. O uso de práticas inadequadas ocorreu m ocasionados uma vasta quantidade de solos descobertos e o aumento da população urbana. Esta análise requer a comparação de imagens classificadas independentemente, das diferenças de sensor e condições ambientais. Foram utilizadas imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), para elaborar mapas a partir da classificação da cobertura e uso da Terra entre 2004 e 2014. O método utilizado para classificar cada imagem foi a interpretação visual utilizando o programa ArcGis. Durante os últimos dez anos, os agricultores converteram cerca de 41% das áreas. As mudanças na cobertura do solo no município de Redenção refletem os impactos das decisões tomadas na política agrícola e econômica.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Manejo do solo; Gestão ambiental; Sustentabilidade.

Abstract

This study aims to quantify the use of land in the municipality of Redemption, EC Antonio Diogo district, using remote sensing data. The region had a major expansion of agriculture, even with unfavorable environmental conditions, such as the rainy season not so well defined. The main crops are rice (dry), and beans and corn. Because these practices have caused a vast amount of bare soils and increasing urban population. This analysis requires the comparison of images classified independently of the difference sensor and environmental conditions. , Images from INPE (National Institute for Space Research), to map from the coverage and use of land classification between 2004 and 2014. The method used to classify each image was the visual interpretation using the ArcGIS program. During the last ten years, farmers have converted about 41% of the areas. Changes in land cover in Redemption municipality reflect the impacts of decisions taken in the agricultural and economic policy.

Keywords: Geoprocessing, Soil management; Environmental management; Sustainability.

1. Introdução

O mapeamento do uso da terra constitui um grande desafio devido a dinâmica acentuada da ocupação humana e da sazonalidade marcante da vegetação natural (SANO *et al.*, 2007). A região do semiárido brasileiro é caracterizada por condições sociais e ambientais bastante vulneráveis. No Brasil o problema da desertificação remonta às tradicionais formas de ocupação da região semiárida e a incompatibilidade com as necessidades geradas por sua inserção aos mercados nacional e regional (PROJETO BRA 93/036, 1998). Devido ao crescimento demográfico e o aumento populacional do município de Redenção, foi gerado altas demandas por alimentos, energia e outros recursos naturais, além, das formas inadequadas de manejo do solo, como as queimadas, uso intensivo da agricultura, áreas abandonadas, etc.

O avanço dessas práticas inadequadas e a não conservação do solo tem contribuído para acelerar o processo desertificação, e conseqüentemente promover um aumento na variação climática devido o desmatamento que promove a redução da biomassa e conseqüentemente a redução da capacidade de absorção de água pelo solo (TSUJII *et al.*, 2014).

Em áreas desmatadas, o solo aumenta sua susceptibilidade a erosão por favorecer a incidência direta da radiação solar, que impulsiona o processo de oxidação na matéria orgânica, afetando negativamente a fauna edáfica, diminuindo a fertilidade do solo e a espessura do horizonte superficial. Tais fatores, reduzem a produtividade agrícola e a sustentabilidade local favorecendo a saída dos jovens do campo para as cidades em busca de alternativas de emprego (BARBOSA *et al.*, 2007).

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto tornam-se indispensáveis para obtenção de informações da superfície terrestre, constituindo hoje um conjunto de ferramentas aplicáveis em planejamentos e zoneamentos. A confiabilidade e a rapidez no processo de sensoriamento permite uma maior facilidade na aquisição dos dados que são de grande importância para o mapeamento de uso e ocupação do solo numa determinada região (PAULA *et al.*, 2012).

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento constituem-se em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo. Essa tecnologia é um importante instrumento para a avaliação das alterações ambientais, principalmente na análise do uso e ocupação do solo em áreas urbanas, pois permitem uma melhor compreensão de processos que ocorrem no solo, planta e atmosfera em áreas urbanas (SANTANA *et al.*, 2014). Geist e Lambin (2002) enfatizam que as causas diretas são impulsionadas por causas indiretas como fatores econômicos (crescimento dos mercados, urbanização), fatores demográficos, fatores tecnológicos, fatores culturais (aumento do consumo) e, principalmente, fatores políticos.

A preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação do seu território tem levado os governos a se interessarem por estudos que abordem essa questão. Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente com o conhecimento aprofundado de uma região. O Geoprocessamento envolve diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos através de programas computacionais, facilitando a manipulação e a operação de dados para melhor compreender o ambiente estudado (CARVALHO *et al.*, 2000). Assim, o objetivo deste estudo foi utilizar geotecnologias para mapear e analisar o uso da terra no distrito de Antônio Diogo nos anos de 2004 e 2014.

2. Materiais e métodos

A área de estudo está localizada na região Sul do município de Redenção-CE, nas proximidades

dades do distrito de Antônio Diogo. Essa região caracteriza-se por apresentar uma temperatura média anual de 26° C a 28° C, pluviosidade média de 1.062 mm e estação chuvosa de janeiro a abril (IPECE, 2012). A vegetação típica é de Caatinga, caracterizada por plantas arbustivas-arbóreas fechadas, de acordo com classificação de Carvalho e Zákia (1994).

Para o mapeamento do uso da terra foram utilizadas imagens do Google Earth Pro referente as datas 21/08/2004 e 21/06/2014. A seleção das imagens foi realizada considerando duas épocas, com intervalo de 10 anos, para analisar a evolução do uso da terra. Para tanto, selecionou-se imagens com baixa cobertura de nuvens na região estudada. Essas imagens foram georreferenciadas no *software* ArcGIS 10.1 com 10 pontos de controles distribuídos ao longo da imagem que permitiu um erro de 0,859 e 0,992 para as imagens do ano de 2004 e 2014, respectivamente.

Posteriormente realizou-se a interpretação visual, que consiste na análise da aparência dos elementos presentes na imagem (tonalidade, cor, textura, forma, tamanho, padrão e outros), determinando as categorias mata, área agricultável, solo descoberto, água e área urbana no distrito.

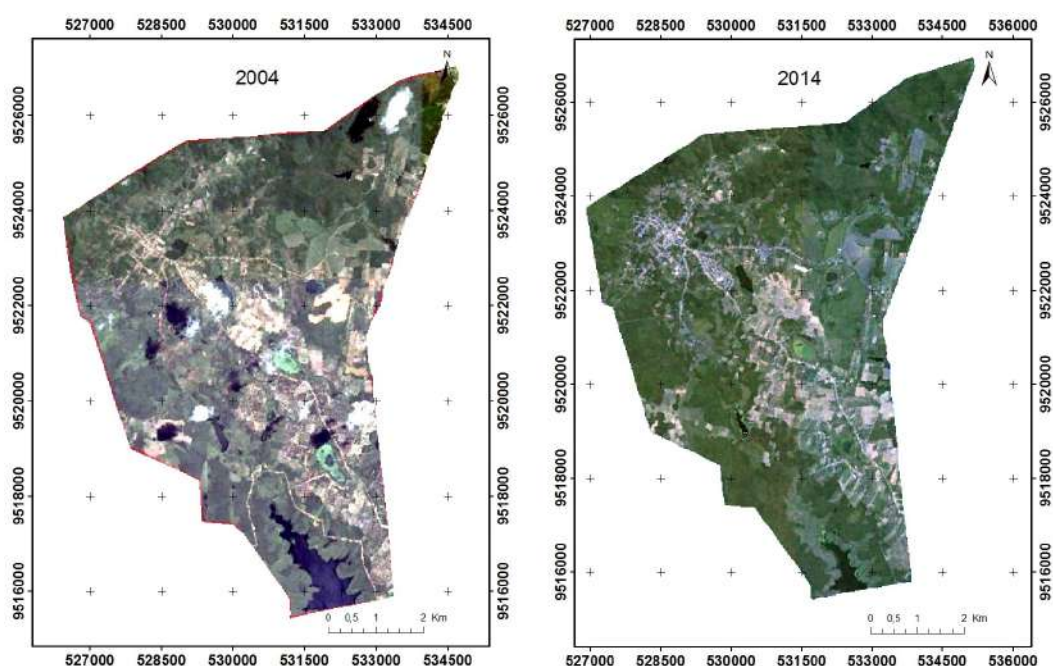


Figura 01 – Imagens do Google Earth utilizadas para o mapeamento do uso da terra no Distrito de Antônio Diogo, Redenção-CE.

Após georreferenciadas, as imagens foram utilizadas para a delimitação manual das seguintes classes de uso da terra: área agricultável, solo descoberto, área urbana, mata e água. A delimitação dos diferentes usos da terra foi realizada no *software* ArcGIS 10.1. Após a delimitação do uso da terra foi realizado o cálculo de área e recorte da imagem por meio da ferramenta *Spatial Analyst* do ArcGIS 10.1.

A composição colorida equalizada permitiu a diferenciação de algumas categorias com tonalidades bem diferentes como no caso do solo descoberto que apareceu com a tonalidade amarela, a mata apresenta com a tonalidade verde escuro (Figuras 02 e 03). Além disso, o resultado da utilização da análise mostra-se bastante satisfatório na identificação e delimitação das diferentes unidades topográficas, por permitir a diferenciação.

3. Resultados e discussões

O uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento permitiu a análise do uso e ocupação da terra no distrito Antônio Diogo, Redenção-CE. De acordo com o IBGE (2006), os estudos das formas e da dinâmica da ocupação da terra são instrumentos de grande importância para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade ambiental, diante das diversas atividades empregadas na produção, pois seu conhecimento fornecem subsídios para as análises e avaliações dos impactos ambientais, envolvendo gestões políticas e ambientais.

O uso da terra predominante, mesmo com as mudanças decorrentes de dez anos ocorreu na área de mata (55,87% 36,02%) (Tabela 01). A atividade com influência marcante nessa área é o pastoreio desde 2004, na qual houve aumentos de área urbana e áreas agricultáveis. E com essa falta de práticas conservacionistas pode ocasionar elevada perdas de solos. As áreas de mata naturais ou sem graves intervenções antrópicas, ocupam atualmente 37% da área total.

As áreas de preservação permanentes são de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois auxiliam na infiltração de água no solo, facilitando assim, o abastecimento do lençol freático, possibilitando a manutenção da qualidade da água, dificultando o escoamento superficial de partículas e sedimentos que causam poluição e assoreamento dos recursos hídricos; fornecem sombra, mantendo a estabilidade térmica da água; impedem o impacto direto da chuva no solo, minimizando processos erosivos, e servem de abrigo e alimento para grande parte da fauna aquática (LIMA *et al.*, 2004; SALAMENE *et al.*, 2012).

As áreas de solo descoberto e área agricultável abrangem 28,52% do total de área em 2004, enquanto que em 2014, esse percentual sobe para 47,84% podendo assim associar um manejo de gestão não organizado (Tabela 01).

Classes de Uso da Terra					
2004	Área (ha)	%	2014	Área (ha)	%
Mata	2991,29	55,87	Mata	1928,65	36,02
Água	149,49	2,79	Água	103,24	1,93
Solo Descoberto	430,35	8,04	Solo Descoberto	573,69	10,71
Área Agricultável	1096,39	20,48	Área Agricultável	2016,67	37,67
Área Urbana	686,63	12,82	Área Urbana	732,11	13,67
Total	5354,16	100,00	Total	5354,16	100,00

Tabela 01: Classes de uso do solo nos anos de 2004 e 2014 no distrito de Antonio Diogo, Redenção-CE

A classificação das imagens resultou em dois mapas de uso e ocupação do solo, para os anos 2004 e 2014 (Figuras 02 e 03). A área de estudo apresentava em sua porção central uma região de intensa atividade agrícola com culturas bem desenvolvidas. Dessa forma, alguns segmentos da classe de mata de galeria e ciliar que apresentavam valores similares aos segmentos anteriormente descritos foram confundidos com a classe vegetação agrícola.

As classes mais representativas encontradas no ano de 2004 foram à vegetação nativa (55,87%) e a área agricultável (20,48%), enquanto em 2014, percebe um aumento da agricultura na área e conseqüentemente a diminuição de mata nativa (36,02% área agricultável) (37,67% mata), respectivamente. Nota-se que há também um aumento de solos descobertos (8,04%) (10,71%), podendo se relacionar com a expansão agrícola e aumento populacional.

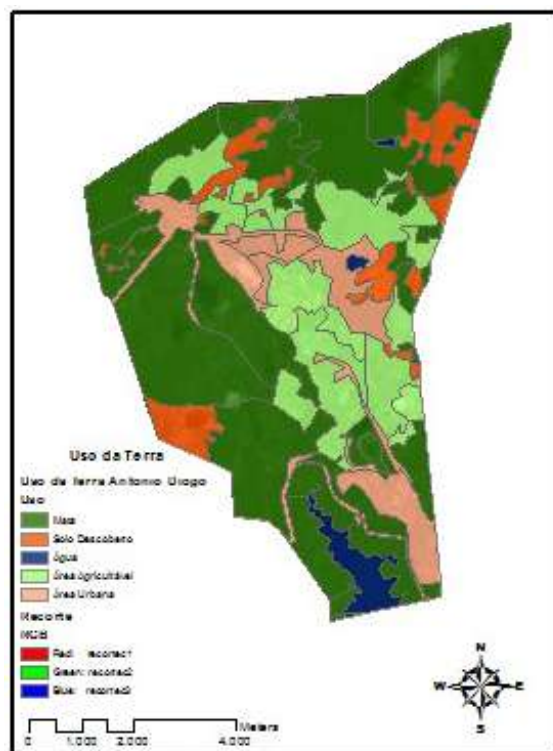


Figura 02 – Distrito de Antônio Diogo, 2004

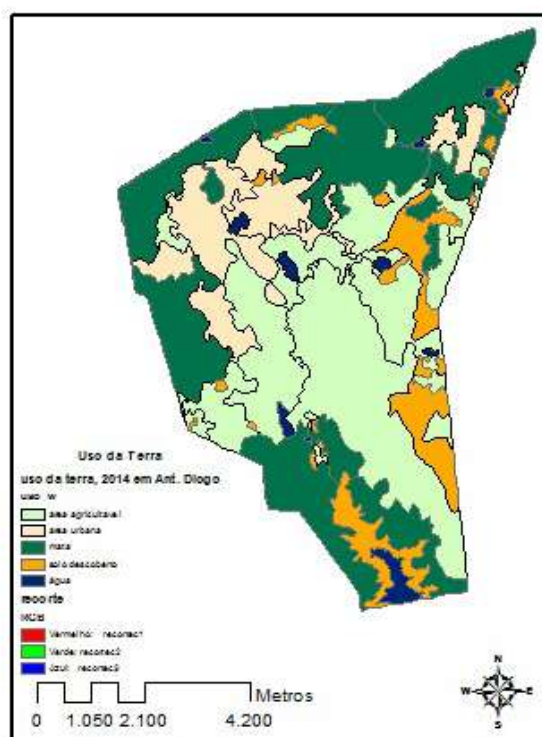


Figura 03 – Distrito de Antônio Diogo, 2014

O aumento populacional se deve a criação da UNILAB (Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira) na cidade de Redenção. O aumento na porcentagem da classe

solo descoberto evidencia o fato de as áreas de preparação agrícola, causando muitas vezes o abandono de área devido aos tratos culturais como a queimada.

Desta forma constata-se que a ação antrópica está fortemente presente nas áreas de proteção ambiental do município, o que poderá gerar danos ao meio ambiente afetando negativamente a sustentabilidade local. Assim, proteger a vegetação e principalmente a água é fundamental para assegurar o desenvolvimento e a sustentabilidade da região.

4. Conclusão

As classes de área agricultável, solo descoberto e área urbana no ano de 2014 representaram mais da metade da área total demonstrando a importância da agricultura na região. Portanto considera-se a geotecnologia importante para o mapeamento do uso do solo e garantir a gestão e sustentabilidade.

Referências

BARBOSA, M, P. et al. **Estudo da degradação das terras - município de Picos**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 4357- 4363, 2017.

CARVALHO, A. J. E.; ZÁKIA, M.J.B. **Avaliação do estoque madeireiro: etapa final inventário florestal do estado do Rio Grande do Norte**. Natal: IBAMA, 1994. 84p. (Documento de Campo no 13 - Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007).

CARVALHO, M.S.; PINA, M.F.; SANTOS, S.M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde**. Rede Integrada de Informações para a Saúde – RIPSA. Ministério da Saúde. Brasília: Organização Panamericana da Saúde. 2000. pp. 1-39.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 91 p.: il. (Manuais técnicos em Geociências, n. 4), 2006.

GEIST, H. J.; LAMBIN. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. **BioScience**, v. 52, p.143-150, 2002.

PAULA, M. R; CABRAL, J. B; MARTINS, A. P. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V.4, N.4, p.1482 – 1490, 2012.

PROJETO BRA/93/36. **Convenção das nações unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África**. Ed. Inconfidência, Brasília, 89p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. p. 33-43.

SANO, E.E.; FERREIRA, L.G.; ASNER, G.P.; STEINKE, E.T. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. **International Journal of Remote Sensing**, v.28, p.2739-2752, 2007.

SALAMENE, S.; FRANCELINO, M. R.; VALCARCEL, R.; LANI, J. L.; SÁ, M. M. F. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu / RJ. **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 221-231, 2011. Disponível em: Acesso em: 11/04/2013.

SANTANA, E. F. et al. Multispectral Image Unsupervised Segmentation Using Watershed Transformation and Cross-Entropy Minimization in Different Land Use. **GIScience and Remote Sensing**, v. 51, n. 7, p. 613-629, 2014

TSUJII P. K, RIBEIRO A. C. C; CARNEIRO V. A; NETO. C. M. S; GONÇALVES. B. B. **Revista de Geografia (UFPE)** V. 31, No. 3, 2014.

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DO CRESCIMENTO URBANO E IMPACTOS AMBIENTAIS EM TERESINA (PI)

JOÃO VICTOR ALVES AMORIM

LUCAS ALMEIDA MONTE

CAROLINE DA SILVA MATEUS

LIANA RAQUEL LIMA VIEIRA

MARIA VALDIRENE ARAÚJO ROCHA MORAES

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de intervenções pedagógicas durante as aulas de Geografia na Educação Básica, que tiveram como tema a análise do crescimento urbano da cidade de Teresina, bem como dos impactos ambientais decorrentes deste através das geotecnologias. A pesquisa em questão caracteriza-se como um estudo ligado a práxis, ou seja, parte do entendimento de situações com base em Conhecimento Específico para fins explícitos de intervenção. Para o desenvolvimento da pesquisa, uma turma do 2º ano do Ensino Médio do Centro Estadual de Educação Profissional em Tempo Integral (CEPTI) – Governador Dirceu Mendes Arcoverde foi selecionada. A escola está localizada na zona leste da cidade de Teresina-PI. A metodologia consistiu na aplicação de questionários e dois encontros com a turma, que resumiram-se em exposições dialogadas acerca da temática proposta bem como uma aula de campo a fim de se aproximar teoria e prática. Para se efetivar as análises em sala de aula o software utilizado foi o Google Earth. A partir dos resultados, o mesmo mostrou-se uma ferramenta positiva e eficaz durante as análises, bem como um importante recurso didático. A atividade foi avaliada como uma forma de válvula de escape do modelo tradicional de ensino e serviu como forma de despertar do senso crítico do aluno para uma percepção maior das transformações no espaço, bem como forma de auxílio, para que este seja capaz de fazer suas próprias abstrações e compreenda-se como um agente modificador do ambiente onde está inserido.

Palavras-chave: SIG; Urbanização; Educação ambiental.

Abstract

This study aims to present the results of pedagogical interventions during Geography classes in Basic Education, which had as theme the analysis of urban growth of the city of Teresina, as well as the environmental impacts of this growth, through the geotechnologies. The research in question is characterized as a study on the educational practice, in other words, of the understanding of situations based on specific knowledge to explicit purposes of intervention. For the development of research, a 2nd year group of High School, of the State Center for Professional Education Full Time (CEPTI) - Governador Dirceu Mendes Arcoverde was selected. The school is located on the east side of the city of Teresina-PI. The methodology has consisted of questionnaires and two meetings with the group, which summarized in dialogues about the proposed theme as well as a field class, in order to approximate theory and practice. To carry out the analysis in class, the software used was Google Earth. Through the results, the software proved to be a positive and effective tool during the analysis, as well as an important didactic resource. The activity was evaluated as a form of an escape valve of the traditional teaching model and served as a mean of awakening the critical sense of the student to a higher perception of changes in space and form of aid, so that they can be able to make their own abstractions and understand themselves as a modifying agent of the ambient which are inserted.

Keywords: GIS; Urbanization; Environmental education.

1. Introdução

Teresina, estrategicamente planejada para ser capital do Piauí, nasceu do empenho do presidente da província, José Antônio Saraiva, de transferir a capital Oeiras para a Vila do Poti, como encarregado que estava de cumprir interesses políticos e econômicos envolvidos nessa mudança. A nova capital do Piauí foi projetada por Conselheiro Saraiva, tendo como traçado geométrico a forma de tabuleiro de xadrez, a primeira do Brasil com esta configuração, e que determinou o crescimento radiocêntrico da cidade de Teresina (VIANA, 2005).

A organização socioespacial de Teresina nos primórdios refletia as contradições sociais presentes no espaço urbano. Nas décadas de 1940/1950, as transformações espaciais foram determinantes para o crescimento horizontal da cidade, que teve sua expansão primordialmente para as zonas norte e sul. Com o passar das décadas a cidade se projetava no espaço intensamente.

Para Viana (2005) a configuração espacial urbana teresinense adquiriu novos aspectos na década de 1970, através dos fluxos migratórios, da intensificação da política habitacional e da modernização do sistema viário. Além disso pode-se destacar como pretexto desse crescimento o vertiginoso crescimento das tecnologias que impulsionam permanentemente as transformações sociais, ambientais e urbanas. Sendo assim, Daroda (2012) pontua que a cidade em movimento passa a caracterizar permanentemente novos contextos. Contextos esses passíveis de análises e que devem perdurar pelas diferentes esferas da sociedade, inclusive a educacional, uma vez que a escola necessita atender às exigências atuais, oriundas dessas profundas transformações.

No entanto, é válido questionar: a quem caberá esse papel? É nesse sentido que entra o profissional de Geografia, uma vez que este colabora de forma efetiva para a compreensão do mundo, possibilitando mudanças cotidianas na sociedade a qual a população se insere.

Para compreender o mundo, faz-se necessária a capacidade de abstração: as relações de poder, fenômenos naturais, aspectos sociais, culturais, entre outros, e interpretação destes aspectos que compõem o espaço onde a sociedade está inserida e realiza suas atividades. Segundo Macêdo *et. al.* (2012a):

[...] meditar sobre as noções espaciais implica em considerar as compreensões subjetivas da paisagem, que ganha significações para aqueles que a vivem e a constroem. As percepções que os indivíduos, grupos ou sociedades têm do lugar nos quais se encontram e as relações individuais que com ele estabelecem inserindo-se no processo de construção das representações de imagens do mundo e do espaço geográfico (p.4).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), a Geografia trabalha com imagens e recorre a diferentes linguagens na busca de informações, como forma de expressar suas interpretações, hipóteses e conceitos. Nesse sentido, o profissional da área deve estar apto a trabalhar em sala de aula conteúdos que estejam intimamente ligados ao contexto que é vivido, bem como adequar-se às novas tecnologias que invadem o meio educacional diariamente.

As chamadas geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. Dentre as geotecnologias podemos destacar: Sistema de Informação Geográfica (SIG), a cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005). Para Bonham-Carter (1994), o subsídio que essas ferramentas oferecem aos usuários, facilita a produção e a manipulação de informações espaciais em pequenos períodos de tempo, assim como baixos custos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar os resultados de intervenções pedagógicas nas aulas de Geografia de uma escola pública da educação básica na cidade

de Teresina-PI, onde buscou-se analisar o crescimento urbano e os impactos ambientais decorrentes do acelerado crescimento da área urbana, utilizando para isso, o *software* Google Earth.

2. Referencial teórico

As inovações tecnológicas surgidas desde o século XX trouxeram importância significativa para o estudo e análise de diversos elementos. O aprimoramento de tais tecnologias favorece ainda mais os estudos realizados. Atualmente, as novas tecnologias mostram-se importantes instrumentos de busca e análise de alternativas para questões ambientais e identificação de áreas de expansão urbana com o objetivo de dar suporte a gestão territorial/ambiental das cidades.

Partindo disso, verifica-se que uma das principais técnicas voltada para tais questões é o sensoriamento remoto, que define-se como uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre de forma remota. Isso, tem auxiliado bastante o trabalho dos profissionais de Geografia, uma vez que é papel do geógrafo a análise dos elementos que compõem as diversas paisagens. Acerca disso, Macêdo *et al.* (2012b, p. 138) afirma que:

[...] a Geografia, ciência que analisa as relações entre a sociedade e a natureza, enquanto disciplina escolar pode atuar na preparação dos indivíduos para participar ativamente na sociedade, tendo em vista a necessidade de acompanhamento das transformações da mesma. Adicionalmente, com o advento dos novos paradigmas econômicos e de consumo, também deve contribuir para repensar o futuro do Planeta, visando a sua conservação.

A Geografia se mostra como sendo uma das ciências mais envolvidas com as novas técnicas da informação e comunicação, devido à sua grande necessidade de atualização. Verifica-se atualmente que há uma maior relação entre as novas tecnologias e ensino de Geografia, tendo em vista a real necessidade de se utilizar as inovações tecnológicas para aprimoramento e complemento do ensino de conteúdos pertinentes à ciência geográfica.

A análise espacial passa a ser utilizada em sala de aula para que os alunos desenvolvam as habilidades de compreensão do espaço o qual estão inseridos. Contudo, alguns aspectos e elementos devem ser levados em consideração para um melhor processo de ensino-aprendizagem, dentre estes elementos, destacam-se o conhecimento e a boa comunicação.

Durante o processo de ensino-aprendizagem a comunicação torna-se essencial para uma prática docente. Assim, como afirma Castrogiovanni (2011, p. 63), "o professor deve ter clareza de que a comunicação é fundamental no processo de trocas e de construção de conhecimento. Ela compreende a socialização de ideias e informações e está associada ao conhecimento".

Partindo disso, verifica-se a necessidade de analisar os elementos e aspectos que norteiam o conhecimento geográfico vinculado às novas tecnologias, denominando assim as geotecnologias, além de uma compreensão do papel da educação ambiental nesse contexto e suas contribuições para os profissionais de Geografia e melhoria do ensino na educação básica.

2.1 As geotecnologias e o ensino de geografia na educação básica

A inserção de temas relacionados à Geografia na escola possui significativa importância para melhor compreensão espacial por parte dos alunos, compreensão esta que privilegia a organização do espaço o qual o alunado está inserido.

Com base nisso, cabe ao conhecimento geográfico a tarefa de propor uma maior interação

entre ensino e novas tecnologias. Sobre o conhecimento geográfico Andreis (2012, p. 36) menciona que este é tido como "fundamental para aprender a pensar e entender o mundo. Na escola é a disciplina que propõe uma reflexão que privilegia a espacialidade".

Ainda sobre o conhecimento geográfico, ao verificar-se como componente curricular, é nítido que este trabalha com o que é real e atual e também com abstrações e generalizações de espaços concretos (ANDREIS, 2011). Percebe-se que o ensino de Geografia, em sua trajetória, passou por profundas modificações para acompanhar toda a conjuntura do mundo contemporâneo. Novas tecnologias foram surgindo e abrindo um novo leque de possibilidades, que visam tornar o aprendizado em sala de aula mais eficaz e prazeroso (SANTOS *et al.*, 2011).

Sabendo disso, têm-se as geotecnologias como forte influenciadora de tal compreensão, tendo em vista que "a informática está cada vez mais presente na vida escolar, seja via internet, multimídia ou outros" (DI MAIO, 2004, p. 2), favorecendo assim a consolidação das novas tecnologias voltadas para o ensino de Geografia.

Em consonância com a importância das geotecnologias no ensino, Sousa *et al.* [S.d], afirma que:

Em meio à disponibilidade gratuita na Internet de imagens de satélites georreferenciadas e SIG somadas às contribuições de melhoria do entendimento da complexa realidade sócio espacial, as aulas de Geografia não podem continuar somente com o uso mapas prontos e acabados que, na maioria das vezes, não leva em conta as possibilidades de o aluno elaborar a sua representação da dinâmica do próprio espaço em meio digital.

Para maior representação das geotecnologias no ensino de Geografia nas escolas básicas, torna-se necessário ao ambiente escolar acompanhar as mudanças que vêm ocorrendo no mundo atual com o advento das tecnologias, adequando-se e utilizando de forma que possam contribuir para o aprendizado dos discentes, fazendo menção ao que diz a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que institui as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN), pela qual a compreensão das tecnologias faz parte da formação básica do cidadão (MACÊDO *et al.*, 2012b).

Muitas são as geotecnologias disponíveis atualmente para proporcionar um maior aprendizado aos alunos acerca dos conhecimentos geográficos, principalmente no que diz respeito a análises espaciais. Ressalta-se ainda, que essa construção do conhecimento irá requerer do professor de Geografia uma maior reflexão sobre suas práticas, analisando e desenvolvendo o uso das geotecnologias de modo a formar cidadãos que compreendam o mundo em que vivem (MACÊDO *et al.*, 2012b).

2.2 A formação do profissional em Geografia frente às novas (geo)tecnologias

As geotecnologias configuram um grande avanço no ensino de geografia, proporcionando análises espaciais mais satisfatórias e inserindo melhor o aluno em tais análises para que ele possa conhecer o seu ambiente, espaço, território e/ou lugar. Partindo disso, tem-se a necessidade de análise do papel do educador diante das mesmas. Sobre isso, Girardi (2011, p. 7) afirma que "o educador deve almejar um domínio contínuo e crescente das tecnologias, sem perder o foco da educação, cuja ação deve submeter o aluno a busca de conhecimento cultural, pedagógico, dentro de padrões curriculares, tendo a tecnologia como recurso facilitador para democratização e construção do conhecimento".

A utilização das geotecnologias tornou-se um paradigma para os docentes em atividade há mais tempo, tendo em vista que estas são recentes no campo educacional. Nessa perspectiva,

vê-se professores com dificuldade em aprimorar seus conhecimentos e vinculá-los às inovações. Partindo disso, percebe-se o professor como mediador entre o alunado e as geotecnologias, o que exige do profissional maior conhecimento diante do tema. Sobre isso Di Maio (2004, p. 22) disserta que:

É importante enfatizar que não se trata de transformar o professor em um especialista na área de informática, pois há diferença entre o ensino de informática e o ensino através da utilização dos recursos informatizados, ou seja, deve-se criar condições para que o professor mediador se aproprie das formas de utilização desses recursos, dentro de sua competência profissional, para a geração de novas possibilidades de aplicação educacional.

Em adição, é notório que a formação de um professor atualizado diante das novas possibilidades de se ensinar Geografia, partindo das geotecnologias, faz com que o profissional não mais seja visto como um transmissor de informações, mas sim um orientador e estimulador da reflexão crítica dos alunos diante dos dados das mais variadas fontes, criando possibilidades para que estes façam a triagem e uso das informações que lhes convém (DI MAIO, 2004).

Como complemento disso, é importante ressaltar que caberá não somente ao professor a tarefa de inserir as tecnologias no cotidiano do aluno, como também a participação de órgãos públicos através de financiamento escolar para aquisição das ferramentas tecnológicas, favorecendo a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

2.3 O papel da Geografia e educação ambiental para o despertar do senso crítico sustentável

Para Silva (2012), é fundamental desenvolver nas escolas uma educação ambiental que dote os alunos dos instrumentos necessários à tomada de decisões racionais ecoerentes em relação às distintas problemáticas ambientais. A escola como espaço de socialização deve contribuir para a formação de cidadãos conscientes e preocupados com o ambiente e os seus problemas, pois o processo educacional pode contribuir para humanizar o modo de vida das sociedades. É necessário buscar e fazer escolhas que definirão o futuro que se deseja alcançar (GADOTTI, 1998).

A Educação Ambiental é um tema que parte da abordagem interdisciplinar, o qual busca superar a fragmentação do conhecimento. É um importante viés a ser perseguido pelos educadores, onde se permite, pela compreensão mais globalizada do ambiente, trabalhar a interação em equilíbrio dos seres humanos com a natureza. No entanto, dentro da generalização do discurso educacional presente na sociedade, escolher a concepção de educação que referenciará a prática educativa e interdisciplinar é uma decisão eminentemente política a ser tomada pelos educadores (COIMBRA, 2010).

No que diz respeito ao ensino de Geografia, é nítido que este e a Educação ambiental estão diretamente ligados. É preciso problematizar as representações do meio ambiente de diferentes grupos sociais, permitindo aos alunos desvendar outras percepções de natureza para que se tornem agentes transformadores na sociedade. De acordo com Furlan (2014), em estudos de Geografia muitos conteúdos e objetivos sobre temas socioambientais podem potencializar a formação de sujeitos críticos e atuantes, capazes de construir interpretações, entendimentos e protagonismo na realidade vivida.

Nesse sentido, é papel do profissional da área a missão de promover no cerne do ambiente escolar, ou seja, a sala de aula, o pensamento crítico sustentável. Um exemplo de como a teoria pode ser posta em prática, seria a própria discussão acerca de impactos ambientais. Nos últimos

anos, a sociedade foi submetida a uma série de campanhas de conscientização no que se refere à chamada crise ambiental. Contudo, identificamos a necessidade de uma análise mais aprofundada sobre a forma como essas questões vêm sendo debatidas, uma vez que percebemos, em grande parte dessas campanhas, a presença de um forte apelo social para que se preserve.

Todavia, seria importante atentar para o aluno que muitos dos problemas ambientais vivenciados na atualidade poderiam ser minimizados se uma atenção maior fosse dada à verdadeira raiz do problema: o consumo. Sobre isso, Reigota (1994) afirma que é necessário entender que o problema está no excessivo consumo dos recursos por uma pequena parcela da humanidade e no desperdício e produção de artigos redundantes a qualidade de vida. Diante desta citação, a Geografia, como área do conhecimento que trabalha com as formas de organização das sociedades, além das contradições do sistema capitalista, exerce um importante papel no desenvolver de ideias construtivistas frente ao desafio sustentável.

3. Materiais e métodos

A pesquisa em questão é uma pesquisa qualitativa e caracteriza-se, primordialmente, por ser um estudo ligado a práxis, ou seja, a partir do entendimento de situações com base em Conhecimento Específico para fins explícitos de intervenção, conhecida como Pesquisa-Ação (DEMO, 2000).

Monteiro *et al.* (2000) pontuam que apesar da pesquisa fornecer grandes possibilidades para a ação educativa, é fundamental o olhar crítico sobre sua aplicação, acrescentando que ela procura, por meio de explicações e atitudes sobre os fenômenos em "processo", entender o sujeito como fonte central para o fornecimento de significações e interpretação. Não há controle absoluto acerca do processo de investigação, segundo os autores.

Nesse sentido a presente pesquisa, cumpriu todas as etapas previstas pela metodologia, como descrita por Hand (1998), Hassif, Ghobril e Bido (2007). Sendo elas: a) identificação do problema; b) elaboração de questões focadas em aspectos da prática a ser desenvolvida; c) coleta de evidências e análise; d) intervenção pedagógica; e) coleta de novas evidências sobre a mudança e f) reflexão, propor futuras melhorias e dar feedback. Assim, levando-se em consideração o objetivo da pesquisa, o método utilizado mostrou-se apropriado.

3.1 Caracterização do ambiente escolar selecionado

Para o desenvolvimento da pesquisa, a escola selecionada foi o Centro Estadual de Educação Profissional em Tempo Integral (CEPTI) – Governador Dirceu Mendes Arcoverde, localizado na zona leste da cidade de Teresina, bairro Morada do Sol. O CEPTI – Gov. Dirceu Mendes Arcoverde é uma escola que oferece, além do ensino médio regular, alguns cursos profissionalizantes na modalidade concomitante. Os cursos oferecidos são: geoprocessamento, edificações, segurança do trabalho e contabilidade. A Figura 01 ilustra o mapa de localização da escola.

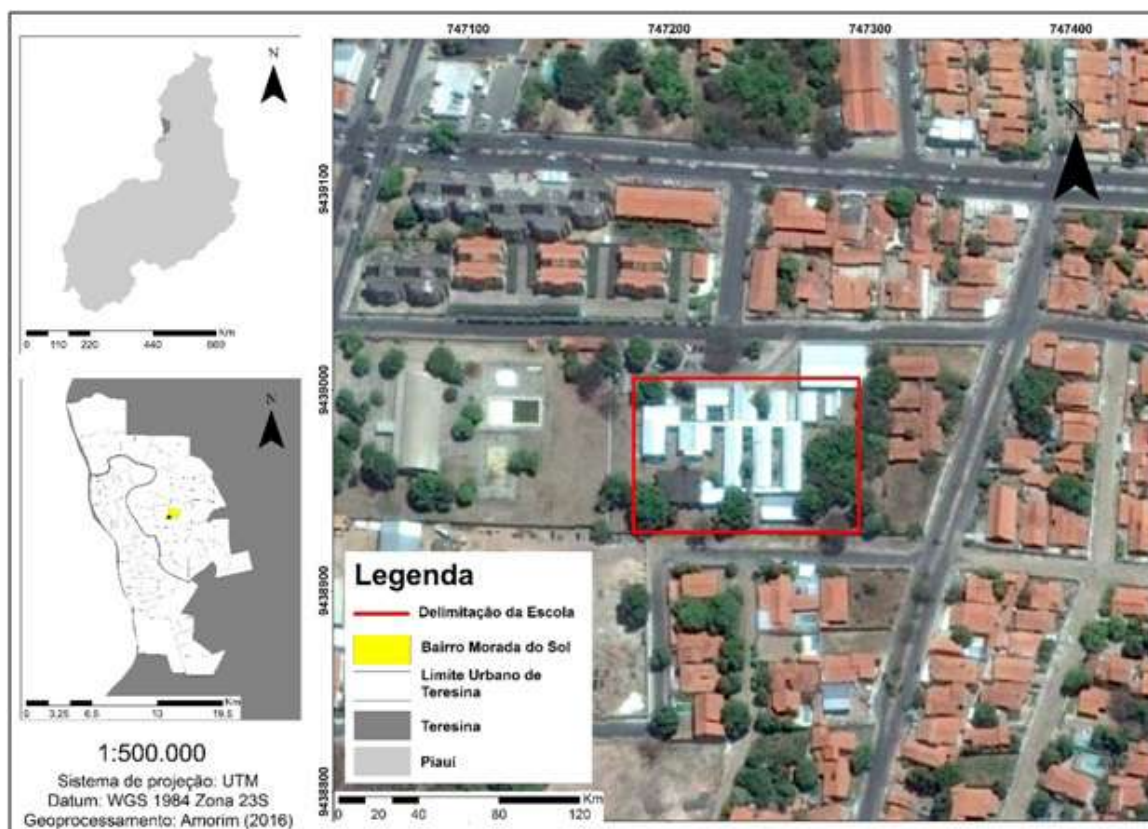


Figura 01 – Localização do CEPTI – Gov. Dirceu Mendes Arcoverde.

Fonte: Imagem Google Earth, adaptada por Amorim (2016).

No ano de 2015, esta escola tornou-se a primeira escola militar da cidade de Teresina-PI. A intenção, de acordo com a Secretaria de Estado da Educação e Cultura (SEDUC) é que exista uma escola militar em cada uma das quatro macrorregiões da Capital. Até o momento as demais não foram selecionadas e o critério para escolha destas será os índices de violência das regiões, contabilizado pelo pelotão escolar.

Com o estabelecimento da modalidade militar, há fardamento adequado dos alunos e, a direção, bem como os técnicos-administrativos, são militares. O quadro de docentes ainda fica sob cargo da Secretaria de Educação do Estado (SEDUC-PI). Vale ressaltar que devido não apenas ao advento do modelo militar, como também da dificuldade de professores que supram as exigências dos cursos técnicos, em 2016 a escola deixou de ofertar vagas para cursos técnicos-profissionalizantes.

As intervenções foram executadas em uma das cinco turmas de 2º ano do Ensino Médio da escola, escolhidas aleatoriamente. A turma em questão foi a turma "A", que possui 33 alunos e na qual os mesmos fazem parte do curso técnico de edificações. O critério de escolha da escola se deve ao convênio com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

3.2 Procedimentos desenvolvidos

A primeira intervenção com a turma foi aplicação de um questionário como meio de análise diagnóstica dos conhecimentos técnicos dos alunos acerca do tema proposto: 'as Geotecnologias'. Dentro dos questionamentos foram levantadas questões como: a importância do uso de tecnologias no processo de aprendizagem, bem como a importância destas para a disciplina de Geogra-

fia. Além destes questionamentos, os discentes também foram interrogados sobre o termo geotecnologias afim de se verificar a proximidade dos alunos com o assunto. Perguntas sobre prática docente frente a essas tecnologias bem como da infraestrutura escolar também foram feitas. As análises dos questionamentos serão abordadas na seção seguinte.

Após a etapa de análise diagnóstica foram realizados dois encontros com a turma, sendo o primeiro no dia 21 de Outubro e o segundo no dia 05 de Novembro de 2015.

4. Resultados e discussão

Em relação aos questionamentos realizados como fins diagnósticos, a maioria das respostas obtidas seguiram o mesmo direcionamento: "as tecnologias são importantes no ensino por conta de sua facilidade e rapidez na hora de acessar determinada informação". Em relação à Geografia, cerca de 90% da turma respondeu da mesma forma que a questão anterior, no entanto, alguns poucos colocaram a importância dessas tecnologias para a visualização de mapas, por exemplo.

Quando indagados acerca das Geotecnologias, 60% respondeu que não sabia o significado do termo e 40% ressaltou que "pelo nome deve ser algo voltado para o estudo da geografia". Notou-se por meio das respostas, que o ensino de geografia, na educação básica, não de forma generalizada, encontra-se dissociado das novas tecnologias da informação. Para Ribeiro (2010) a ciência avançou de uma perspectiva moderna para uma pós-moderna, tendo sempre em vista o aparecimento de novos problemas e desafios oriundos da complexa dinâmica da vida e de seus condicionantes. No entanto, nota-se que a educação de hoje ainda traz em seu bojo ações e valores pautados no cartesianismo e mecanicismo da ciência moderna, reflexos do ainda presente modelo tradicional da educação.

Em relação ao exposto é válido questionar o porquê desse quadro. Para entender melhor basta fazer uma reflexão acerca de todos os condicionantes dessa conjuntura. Será que isso se justifica devido à formação do professor, que na maioria das vezes advém de um contexto totalmente contrastante do atual em relação às novas tecnologias? Seria a falta de infraestrutura (laboratórios, salas de vídeo, equipamentos etc.) nas escolas, que faz com que esses profissionais encontrem-se impossibilitados de aplicar seus conhecimentos, sendo assim, difícil promover a aprendizagem juntamente com os estudantes? Seria justificativa do próprio contexto social dos alunos, que em pleno século XXI ainda sofrem com os contrastes do processo de globalização e a falta de acesso aos meios informacionais? É necessário fazer uma reflexão que perpassasse por todos esses fatores, para que possamos entender o que leva ao cenário atual, contudo, não é interessante limitar o ponto de vista crítico e passar a ver as coisas de forma generalizada. Autores como Santos (2006) e Moran (2004) discutem acerca desses fatores que direcionam e particularizam as práticas de acordo com cada contexto.

Em continuidade à pesquisa de intervenção na escola, buscou-se fazer um levantamento mais direcionado acerca da estrutura da escola frente as tecnologias. Buscou-se informação se a escola oferece acesso a tecnologias e as opiniões foram bem divergentes: 50% coloca que sim, através dos laboratórios. Todavia, 50% resalta que não, uma vez que mesmo a escola estando dotada desse espaço, são poucas as vezes que os alunos têm aulas utilizando computadores, ficando a cargo de outros cursos técnicos, como geoprocessamento, por exemplo.

Nesse sentido, a proposta da pesquisa adaptou-se ao conteúdo que vinha sendo trabalhado pelo professor de Geografia em sala de aula: Urbanização. O primeiro encontro consistiu na apresentação do conceito de geotecnologias e uma abordagem breve de alguns exemplos acerca do tema. Além disso foram mostradas algumas imagens antigas (datadas das décadas de 70 a 90) da cidade de Teresina, disponibilizadas no Google Imagens e cedidas pelo Arquivo Público da cidade,

onde foi feita a comparação com os dias atuais através do software Google Earth, a fim de se verificar a dinâmica do crescimento urbano da cidade. Com o auxílio do *software* foi possível também ilustrar alguns impactos ambientais visualizados na cidade e promover uma discussão positiva acerca do binômio urbanização x impactos ambientais. A Figura 02 ilustra a atividade realizada com a turma.

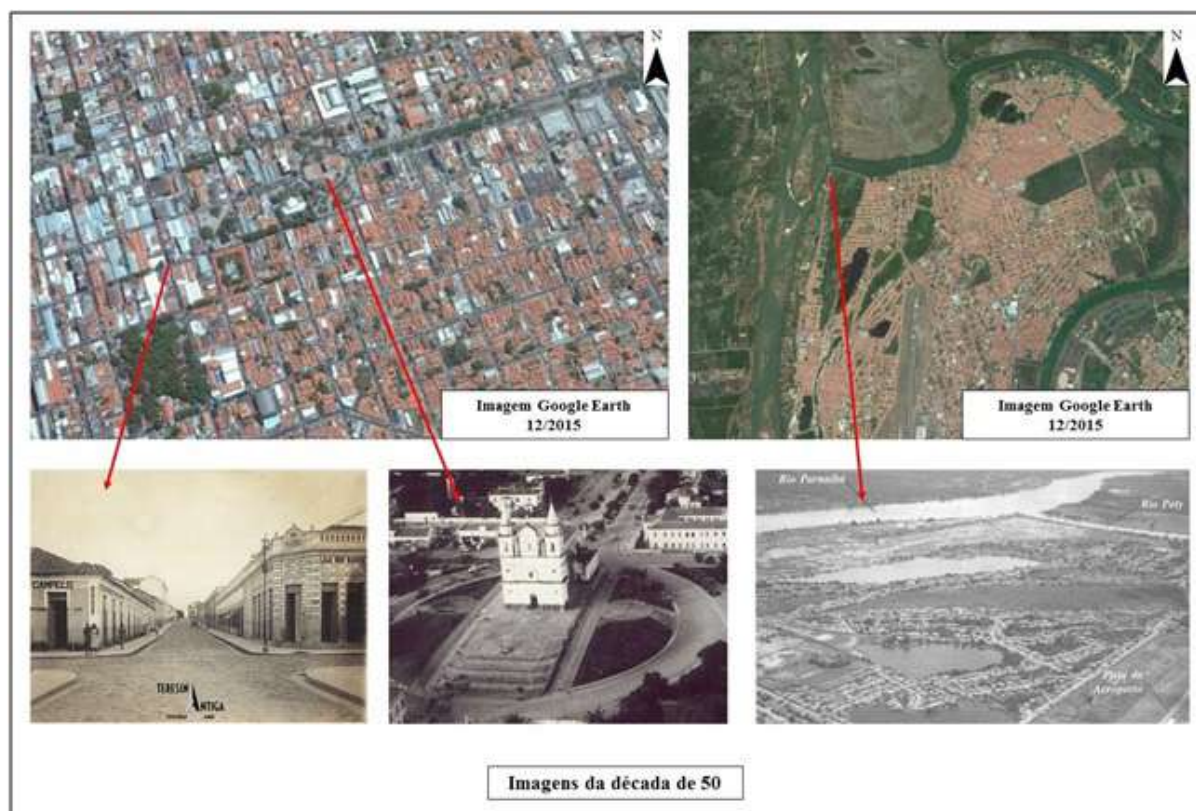


Figura 02 – Intervenção pedagógica na aula de Geografia – CEPTI, Gov. Dirceu Medes Arcoverde (21/10/2015). Fonte: Imagem Google Earth, adaptada por Amorim (2015).

É interessante ressaltar que, mesmo mais da metade dos alunos manifestando que não sabia o significado de geotecnologias, cerca de 70% destes afirmam conhecer o software Google Earth e dizem já ter utilizado várias vezes para pesquisa de lugares e localização no espaço geográfico.

Na intervenção foi possível observar aspectos do planejamento urbano da cidade de Teresina, como o traçado das ruas desenhado inicialmente, bem como alguns impactos ambientais que a capital piauiense sofre, a exemplo o desmatamento para construção dos conjuntos habitacionais, além dos bancos de areia existentes no trecho Teresina do Rio Parnaíba (Figura 03). Os alunos mostraram-se receptivos à temática e tiveram um ótimo desempenho no momento das discussões, falando de temas como: a lavagem de carros na margem do rio, o despejo de lixo e o papel da sociedade nesse contexto.



Figura 03 – Aspectos e impactos ambientais do crescimento urbano de Teresina-PI.

Fonte: Imagem Google Earth, adaptada por Amorim (2016).

A segunda intervenção deu-se no dia 05 de novembro, onde os alunos, através de transporte cedido pela SEDUC-PI, foram levados a campo, nas zonas periféricas da cidade de Teresina, a exemplo do residencial Jacinta Andrade (zona norte da cidade), com intuito de observar, na prática, a dinâmica do crescimento da malha urbana da cidade. Na ocasião, os alunos também visitaram o Parque Lagoas do Norte, o Encontro das Águas e a margem do Rio Parnaíba para analisar os impactos ambientais na cidade de Teresina decorrentes do processo de urbanização. A Figura 04 ilustra os pontos visitados durante a atividade.

Durante a atividade foi possível perceber uma maior interação e atenção por parte dos alunos com as informações que eram postas. Esse fato pode justificar-se pela quebra do modelo tradicional de aula expositiva/dialogada, onde o aluno, limitado às quatro paredes da sala de aula, consegue abstrair uma noção mínima da realidade, e substituição por uma atividade mais dinâmica, na qual a observação é o elemento chave para a compreensão do espaço fixo e a interpretação dos fluxos que nele circulam. Acerca desse tema Abrantes, Saltoris e Queiroz (2014) ressaltam a importância de que antes de qualquer etapa haja um profundo embasamento teórico e, que seja feito um planejamento para apresentar a todos o roteiro que irão seguir, destacando os pontos a serem observados pelos alunos e é importante deixar claro que o trabalho de campo não é um passeio, e sim, um procedimento metodológico para a construção de conhecimentos, observação e análise, objetivando a formação de cidadãos críticos acerca da realidade em que vive, transformando o campo em algo produtivo. Suertegaray (2002) é um entre outros autores que corroboram com a ideia.

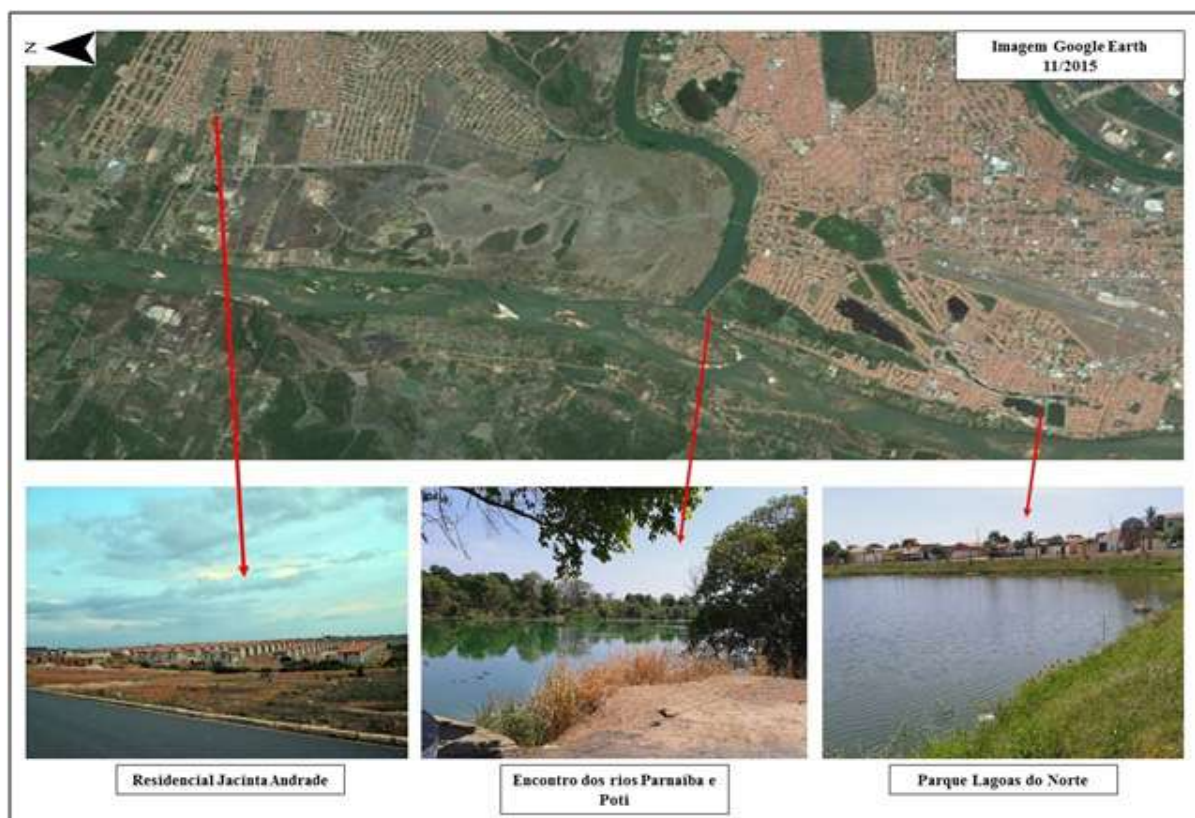


Figura 04 – Pontos visitados durante atividade de campo com alunos do CEPTI – Gov. Dirceu Mendes Arcoverde (05/11/2015). Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Outro aspecto notável foi que os alunos, através da observação, foram capazes de fazer ressalvas, por si próprio, do conteúdo anteriormente exposto em sala de aula. A relação teoria e prática foi um aspecto positivo da atividade. Os alunos puderam visualizar a urbanização recente de uma área e compreender o impacto ambiental decorrente desse processo, no caso, o desmatamento, principalmente na área do Residencial Jacinta Andrade. Os debates sobre teoria e prática e sua integração no contexto educacional como fonte de geração de conhecimento não é recente e tem sido objeto de discussão em fóruns, e encontros de acadêmicos entre pesquisadores nas diversas áreas do saber, uma vez que os quatro pilares fundamentais da educação são: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. Essas discussões podem ser visualizadas em referências de Teixeira (1985), Moreira (1999) e Moreira e Silva (2001).

Após a realização da atividade de campo, foi solicitado que os alunos relatassem os aspectos positivos e negativos da intervenção como um todo. Em sua maioria, os alunos classificaram a atividade como positiva, e de muita importância na aprendizagem, pois "[...] foi possível ver na realidade o que a professora explica na sala de aula". No entanto, eles propuseram ter mais atividades como estas, que iria agregar mais conhecimentos.

Além disso, a atividade com o Google Earth foi elemento fundamental, segundo os relatos, pois grande parte dos alunos não sabia que era possível fazer tantas abstrações em uma imagem e que isso fez com que eles despertassem a curiosidade para buscar conhecer e utilizar as geotecnologias, além de mostrar várias possibilidades em um *software* de computador anteriormente visto como "um programa para ver os locais".

5. Considerações finais

Após a realização da atividade, foi possível verificar a relação teoria x prática na análise do crescimento urbano da cidade de Teresina, sendo o campo o principal fator de aproximação destes.

O Google Earth foi efetivo para essa atividade o que contribuiu com os conteúdos e conceitos de urbanização e impactos decorrentes desse processo trabalhados em sala de aula. Além disso, pode ser um instrumento efetivo de contribuição por estar acessível a todos independente de classe social, cultura e idade.

A atividade prática mostrou-se positiva e eficaz para manter o foco dos alunos durante as explicações e os mesmos mostraram-se muito participativos, do começo ao fim das atividades. Isso é um reflexo do quão benéfica pode ser uma atividade inovadora em um ambiente dotado de tradicionalidade.

Atividades dessa natureza são de extrema importância para a formação básica dos estudantes, uma vez que este tipo de intervenção se pauta nos moldes do paradigma emergente da educação, no entanto é pouco visualizada nos dias atuais.

Referências

ABRANTES, Maria Fernanda Soares; SALTORIS, Daiala Barroso; QUEIROZ, Edileuza de. O papel do trabalho de campo no ensino de Geografia. In: ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS, 5, Natal, RN, 2014. **Anais...** Natal, RN, 2014. Disponível em: < <http://enalic2014.com.br/anais/ane-xos/1211.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ANDREIS, Adriana Maria. **Ensino de Geografia: fronteiras e horizontes**. 1. ed. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre, 2012.

BONHAM-CARTER, Graeme F. **Geographic Information Systems for geoscientists: Modelling with GIS**. Ottawa: Pergamon, 1994. Disponível em: < https://books.google.com.br/books?id=70MiShJX0wAC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Geografia**, v. 5, Brasília, 1999.

CASTROGIOVANNI, Antonio Carlos. Espaço geográfico e os seus arredores: descobertas e aprendizagens. In: CALLAI, Helena Copetti (org.). **Educação geográfica: reflexão e prática**. 1. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 61-74.

COIMBRA, Audrey de Souza. **Interdisciplinaridade e educação ambiental: integrando seus princípios necessários**. CESPEA – Núcleo de Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia – NEC – Faculdade de Educação – FAGED – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/03/artigo-1a2.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

DARODA, Raquel Ferreira. **As novas tecnologias e o espaço público da cidade contemporânea**. 122f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DI MAIO, Angelica Carvalho. **Geotecnologias digitais no ensino médio**: avaliação prática de seu potencial. 189f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Área de concentração em Análise da Informação Espacial, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2004. Disponível em: <http://www.uff.br/geoden/docs/Tese_Doutorado_Di_Maio_2004.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2015.

FURLAN, Sueli. Educação ambiental e Geografia: reflexão, ensino e prática. **Revista Nova Escola Online**, [S.n], [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/fundamental-1/educacao-ambiental-geografia-reflexao-ensino-pratica-773010.shtml>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da práxis**. São Paulo: Cortez, 1998.

GIRARDI, Solange Campelo. **A formação de professores acerca de novas tecnologias na educação**. 20f. Monografia (Graduação) – Consórcio Setentrional de Educação a Distância, Universidade de Brasília/Universidade Estadual de Goiás, Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://www.fe.unb.br/catedraunescoead/areas/menu/publicacoes/monografias-sobre-tics-na-educacao/a-formacao-de-professores-acerca-de-novas-tecnologias-na-educacao>> Acesso em: 03 dez. 2015.

HAND, L. Action research – a way forward for accounting educators. **Accounting Education Annual Conference**. Reino Unido: Universidade de Glamorgan, 1998.

HASSIF, V. M. J.; GHOBIL, A. N.; BIDO, D. S.; É POSSÍVEL INTEGRAR A TEORIA À PRÁTICA NO CONTEXTO DE SALA DE AULA? Uma resposta através do Método Seminário revisado através da Pesquisa-Ação em um curso de Administração. **Revista de Ciências da Administração**, v. 9, n. 18, p. 11-34, mai./ago. 2007.

MACÊDO, Elenice de Azevedo; OLIVEIRA, Ana Cláudia Fernandes de; ARAÚJO, Eva Maria Dias de; MEDEIROS, Jonas Lopes de; OLIVEIRA, Luzia da Conceição; ARAÚJO, Sandra Kelly de; **O uso das ferramentas Google Earth e Google Imagens como suporte no ensino de geografia na Escola Estadual Professora Calpúrnica Caldas de Amorim, Caicó/RN**. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID) na Escola Estadual Professora Calpúrnica Caldas de Amorim (EECAM), Caicó/RN, 2012a.

MACÊDO, Helenize Carlos de; SILVA, Robson de Oliveira; MELO, Josandra Araújo Barreto de. Oficina pedagógica: uso de Geotecnologias no ensino de Geografia e as transformações na sociedade e reflexos na escola. **Geografia (Londrina)**. Londrina, v. 21, n. 2, p. 137-149, maio/ago. 2012b. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/12354/13488>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

MONTEIRO, S. B. et al. Considerações críticas sobre a concepção de pesquisa-ação em Joe Kincheloe. REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO – ANPED, 23, 2000, Minas Gerais. In: **Anais...** Minas Gerais: ANPED, 2000. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/23/textos/0406p.PDF>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

MORAN, José Manuel. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 12, p.13-21, Mai/Ago., 2004.

MOREIRA, D. A. Tendências do ensino de Administração da Produção e Operações: sugestões para professores e pesquisadores. **Revista Álvares Penteado**. v. 1, n. 3, p. 87-112, 1999.

MOREIRA, D. A.; SILVA, C. E. M. Dificuldades percebidas na disciplina de Administração da Produ-

ção por alunos da 3ª série de um curso de Administração de empresas: uma abordagem exploratória. **Administração online**. v. 2, n. 1, 2001. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/adol/artigo.htm>. Acesso em: 04 dez. 2015.

REIGOTA, Marcos. **O que é Educação Ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1996

RIBEIRO, W. C.; LOBATO, W.; LIBERATO, R. C.; Paradigma Tradicional e Paradigma Emergente: algumas implicações na Educação. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.01, p.27-42, 2010. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/259/328>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 16, p. 81-90, 2005. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288>>. Acesso em: 01 dez. 2015.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização** – do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2006.

SANTOS, Simoni Rodrigues; SANTOS, Vanessa Pereira dos; SOUZA, Ueliton Basílio de; BORGES, Elane Fiúza; SANTOS, Pablo Santana. Geotecnologias aplicadas ao ensino de Geografia: Um estudo de caso na cidade de Barreiras-BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba, PR, 2011. **Anais...** Curitiba, PR, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1221.pdf>> Acesso em: 04 dez. 2015.

SILVA, Edila Araújo de Castro. **Desafios e possibilidades da educação ambiental no contexto da urbanização**: o caso da escola Ruy Paranatinga Barata – Paraíso dos Pássaros, Belém/Pará. 104f. Dissertação (Mestrado) – Universidade da Amazônia, Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Belém, PA, 2012.

SOUZA, Iomara Barros de; SOUSA, Gustavo Mota de. **A formação do professor de geografia e as geotecnologias no ensino de cartografia**: novos desafios na educação básica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, [S.d]. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/9/348/CT09-15_1404354938.pdf> Acesso em: 02 dez. 2015.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geografia e trabalho de Campo. In: _____. **Geografia Física e Geomorfologia**: uma (re)leitura. Ijuí: Editora da UNIJUI, 2002.

TEIXEIRA, G. O estado-da-arte da aprendizagem centrada no aluno em administração. **Revista de Administração**. São Paulo, v. 20, n. 2, p. 56-62, 1985.

VIANA, Bartira Araújo da Silva. O sentido da cidade: entre a evolução urbana e o processo de verticalização. In: **Carta CEPRO**, v.23, n.1, 2005. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/download/200806/CEPRO04_7f55491295.pdf> Acesso em: 01 dez. 2015.

O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIGs) NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DO ASSENTAMENTO JARDIM, BATURITÉ-CE

L. N. A. SILVA
A. M. ROCHA
E. T. SOUZA FILHO
J. A. F. FERNANDES

Resumo

A Política de Reforma Agrária foi implementada no intuito de construir um país mais justo e acessível. No entanto, para que esse objetivo seja alcançado é importante a sustentabilidade e independência das pessoas beneficiadas. Diante disso, o objetivo do trabalho é utilizar a ferramenta dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) como um método de avaliação de uso e ocupação do Assentamento Jardim, em Baturité-CE. Para a efetivação deste trabalho foram necessários os seguintes passos: revisão de literatura através de consultas bibliográficas e documentais, visitas à área de estudo com registros de imagens (documentação fotográfica), realização de entrevista semiestruturada no assentamento e identificação/mapeamento dos usos, a partir da experiência em campo e do software QGIS. Constatou-se na pesquisa uma área utilizada essencialmente para subsistência, com cultivo de leguminosas e criação de bovinos e caprinos. Entretanto, essas atividades não fornecem os suprimentos e renda necessária ao sustento dessas famílias. Os assentados possuem ainda vasta área que poderia ser explorada de forma sustentável para melhoria da renda dos mesmos. Com este paradoxo, observa-se a necessidade de outros agentes além da Política de Reforma Agrária, como projetos socioambientais e assistência técnica para a manutenção das famílias de trabalhadores rurais no campo com qualidade de vida.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Análise ambiental; Planejamento de uso e ocupação

Abstract

The agrarian reform policy was implemented in order to build a fairer and more accessible country. However, in order for this objective to be achieved is important the sustainability and independence of the benefited people. In light of this, the objective of this project is to use the tool of Geographic Information Systems (GIS) as an evaluation method of use and occupancy at the Jardim Settlement in Baturité, Ceará. For the realization of this project the following steps were necessary: literature review on the subject from bibliographic and documentary consultation, photographic documentation made during visits to the study area, execution of semi-structured interviews in the Settlement and identification/mapping of the uses from field experience and QGIS software. It was found in the research an area mainly used for subsistence, with leguminous cultivation and cattle and goat farming. However, these activities do not provide the supplies and income needed for the maintenance of these families. The settlers have still vast area that could be explored in a sustainable way to improve their income. With this paradox, is observed the need for other agents in addition to the agrarian reform policy, such as social environmental projects and technical assistance for the maintenance of the rural workers' families in the field with quality of life.

Keywords: Geoprocessing; Environmental analysis; Use and occupancy planning.

1. Introdução

A política de reforma agrária realiza inúmeras desapropriações de imóveis rurais em todo o Brasil. Essas áreas por se localizarem em zonas rurais, regiões que geralmente possuem menor densidade demográfica e maior presença de elementos naturais, exigem maior controle e planejamento quando se refere à ocupação e utilização humana.

A fragilidade dessas áreas e os impactos gerados pela inexistência de planejamento de uso e ocupação adequado contribuem para que sejam adotadas novas metodologias a fim de minimizar os efeitos negativos gerados por assentamentos já criados como, por exemplo, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) utilizados pelos órgãos ambientais e fundiários, que facilitam e otimizam o trabalho no que tange ao planejamento do uso e delimitação de áreas de restrição legal em assentamentos rurais.

Nessa perspectiva, este estudo objetiva identificar, a partir do uso do SIG, as características ambientais e socioambientais do local cujos questionamentos iniciais são: De que forma o uso dos SIGs auxiliaria na identificação dos usos atuais do Assentamento Jardim? Como poderá contribuir para melhor utilização da área? Como é possível utilizá-lo de forma a manter o assentamento em conformidade com a legislação?

O trabalho em tela é um estudo de caso elaborado através de pesquisa de campo, bibliográfica e documental e utilizou especificamente o QGIS como instrumental para elaboração da caracterização socioambiental da área de estudo.

2. A reforma agrária no Ceará

A Reforma Agrária é uma política que atende aos pequenos agricultores, criando emprego, renda e gerando uma distribuição populacional equilibrada entre campo e cidade. Estabelecida em 1964 pelo Estatuto da Terra, é definida como "o conjunto de medidas que visem promover melhor distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse e uso, a fim de atender aos princípios de justiça social e ao aumento de produtividade" (BRASIL, 1964).

No Ceará, em condições semelhantes aos demais estados brasileiros, a reforma agrária aconteceu principalmente nos anos de 1980 expandindo-se nos anos de 1990. O processo de redistribuição de terras foi caracterizado por longas ocupações de fazendas e até mesmo, conflitos violentos. "Vários registros demonstram situações de extrema violência, às quais os moradores em luta foram submetidos. Essas violências e arbitrariedades tinham o objetivo de intimidar os camponeses que começavam a se organizar" (ALENCAR; DINIZ, 2010, p. 135).

A partir desses conflitos, houve a consolidação dos movimentos sociais no Ceará, principalmente do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e aliado a isso, houve o desenvolvimento da legislação fundiária e os trabalhadores foram tomando conhecimento dos seus direitos, de forma que os protestos isolados tornaram-se mais frequentes e organizados. No mesmo período, foram impostas altas metas de desapropriação ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), combinação de fatores que proporcionou o aumento dos assentamentos nos anos de 1990.

Nesse contexto, muitos assentamentos no Estado foram criados imediatamente e sem estudo prévio, causando alocação de famílias de forma insustentável, degradando o ambiente e influenciando economicamente as famílias, visto que elas dependem diretamente da disponibilidade dos recursos ambientais, uma vez que "as principais atividades desenvolvidas são a pecuária (bovinocultura, caprinocultura e ovinocultura), a produção de grãos alimentícios (milho e feijão) e matéria-prima (mandioca e algodão)[...]" (QUARESMA; BARRETO, 2002).

Entretanto, há muitas áreas já desapropriadas e com grandes potenciais de ocupação que não são utilizadas em sua totalidade, o que comprova a prioridade do governo em obter áreas em detrimento de promover a boa gestão e qualidade dos assentamentos. A consequência desse cenário atual é a incapacidade do INCRA e dos assentados em gerir grandes áreas, visto que o Ceará alcançou grandes índices de desapropriação: no Estado há 413 assentamentos federais e 39 estaduais que juntos somam 914.371,23 ha (INCRA, 2016) (Figura 01).

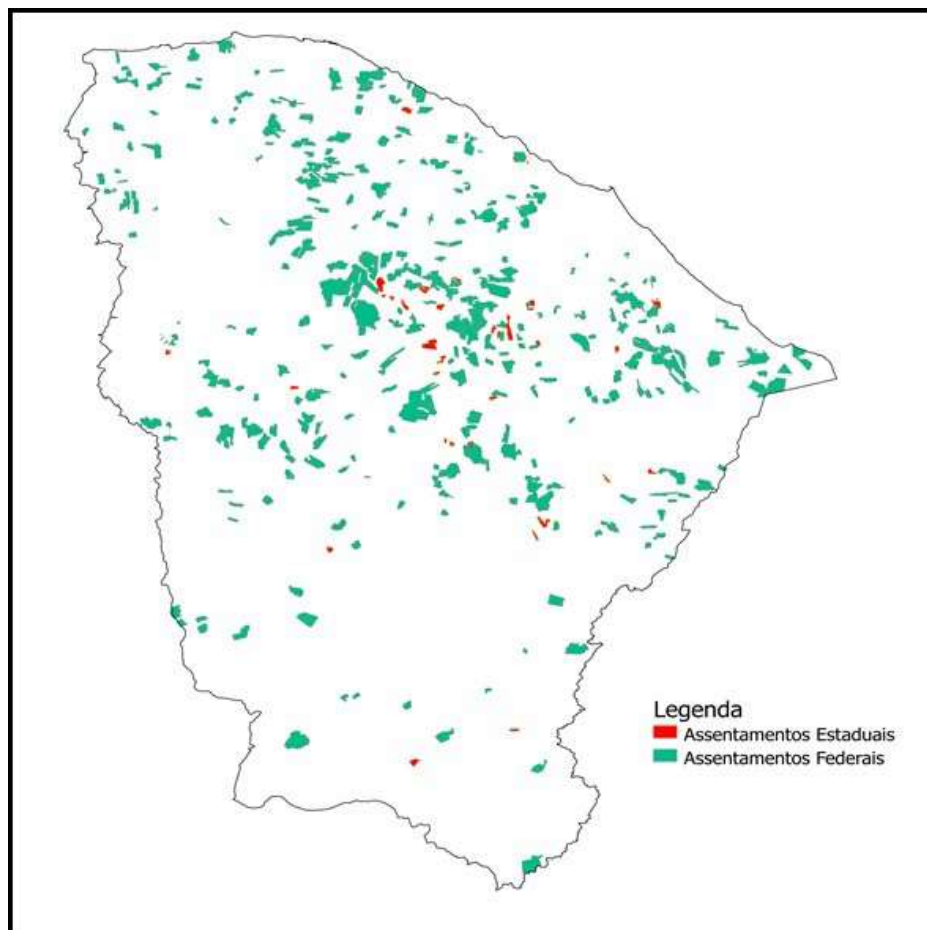


Figura 01 – Assentamentos no Ceará.

Fonte: Adaptado de INCRA (2014).

No entanto, para eficácia da política de reforma agrária é interessante a atuação paralela de outras políticas, que garantam a permanência dos assentados no campo e assistência técnica, auxiliando-os em termos de equipamentos e conhecimento para que possam utilizar de forma eficiente os recursos disponíveis na área.

2.1 SIG em assentamentos rurais

O uso do SIG nos assentamentos não ocorre de forma interna ou por iniciativa dos assentados. O SIG é utilizado como um instrumento de gestão adotado pelo INCRA para auxiliar nas suas competências. Eles podem ser aplicados na mesma área com funções completamente diferentes e devido à confiabilidade e rapidez com que se obtém informações, a tendência é que o Órgão utilize cada vez mais, abrangendo outras áreas de seu domínio. Em relação à sua função principal

de descentralização fundiária Souza Filho et al. (2014, p. 26) comentam:

a geração de mapeamentos mais detalhados, significa maior precisão na avaliação prévia da viabilidade desses imóveis, redução de custos e, conseqüentemente, maior poder de decisão quanto à continuidade ou não dos processos de obtenção de terras.

No contexto dos assentamentos, o INCRA utiliza essa ferramenta em todo o processo de desapropriação. Inicialmente a atuação dos SIGs ocorre durante a identificação e estudo das propriedades auxiliando no estudo de viabilidade para desapropriação, conforme demonstram Thiers e Meireles (2008, p. 53):

Na operação cadastral, levantam-se todas as características gráficas e não-gráficas dos imóveis rurais da área: perímetro (geometria), identificação e qualificação dos detentores dos imóveis, uso atual, aspectos produtivos e tecnológicos de exploração do imóvel, valor das benfeitorias existentes, valor da terra nua e cobertura vegetal em conformidade com os preços de mercado, condição de acessibilidade e qualidade das terras, condição jurídica do imóvel, confrontações e litígios, se esses existirem.

Após a obtenção das terras, é dado início ao planejamento do uso e ocupação do solo. No entanto, durante muitos anos, essa fase não existiu, fazendo com que a criação de assentamentos tratasse apenas de desapropriar e alocar as famílias.

A pressão dos movimentos sociais para solução dos graves problemas no meio rural e a necessidade do Governo Federal em atingir metas numéricas, têm motivado à implantação de assentamentos sem um planejamento mínimo (SOARES; ESPINDOLA, 2008, p. 113).

Associada à pressão dos movimentos sociais, os estudos acerca dos recursos ambientais e potencialidades agrícolas, durante muitos anos, deixaram de ser realizados por falta de corpo técnico, recursos suficientes e até mesmo pela escassa importância dada aos componentes ambientais. Em consequência disso, hoje há muitos assentamentos com ocupação inadequada, visto que o estudo de capacidade foi realizado em momento posterior ao assentamento das famílias.

O SIG tem função relevante nos estudos acima referidos, viabilizando-os, uma vez que são diminuídos os trabalhos em campo e o tempo de elaboração, conforme explica Souza Filho *et al.* (2014 p. 26): "As vistorias técnicas, dependendo do tamanho e da complexidade dos imóveis rurais, normalmente demandam materiais, deslocamentos – as vezes muito longos – custo e tempo, o que pode tornar o serviço bastante oneroso ou até inviável economicamente".

Atualmente, o Órgão reconhece a necessidade de planejar o espaço de forma a adequar as atividades humanas aos recursos naturais disponíveis. A tendência é que seja realizado todo o planejamento espacial do assentamento, incluindo projetos de infraestrutura necessária, escolas e postos de saúde, estes muitas vezes realizados em parceria com as prefeituras.

No entanto, como consequência da falta de planejamento no passado, existem demandas que surgem de assentamentos já estruturados, principalmente quando se trata da distribuição desigual de terras, o que gera a necessidade do parcelamento da terra, processo que consiste em destinar às famílias todas as áreas do assentamento de forma proporcional.

Ao elaborar o projeto de parcelamento, o INCRA analisa e quantifica todas as áreas: agricultáveis, pedreiras, reserva legal, áreas de preservação permanente (APP); as quais serão distribuídas igualmente entre as famílias. Vale salientar que os trabalhos são realizados de forma participativa,

pois antes da concretização do parcelamento são elaboradas várias propostas com o SIG, permitindo a avaliação e negociação entre os assentados sobre a disposição dos lotes mais adequados à realidade da comunidade.

Os SIGs são cada vez mais utilizados na adequação dos assentamentos à legislação ambiental. Na determinação e delimitação da área de reserva legal, são possibilitadas consultas a bancos de dados e imagens de satélites, a fim de auxiliar na escolha da área mais adequada e facilitar a visualização das reservas legais de propriedades vizinhas, viabilizando a criação dos corredores de reserva legal. A identificação de APPs também pode ser realizada intermediada pelas geotecnologias, que permitem a partir das curvas de nível identificar topos de morros e encostas que devem ser preservados, bem como delimitar os limites de proteção dos corpos hídricos.

Entretanto, apesar de ser uma ferramenta que traz ganhos ao trabalho desenvolvido pelo Órgão, muitos entraves elementares precisam ser superados. A falta de capacitação dos técnicos para manipulação desses programas e de profissionais suficientes para atender à demanda de trabalho, a precariedade de equipamentos eletrônicos como computadores e a falta de recursos para investir em setores destinados à geração de informações próprias limitam o uso do SIG. Essas condições levam o INCRA a trabalhar em parceria com outros órgãos, sejam federais, estaduais ou municipais, para ter acesso a maior quantidade de dados e arquivos geográficos, na tentativa de complementar o trabalho já realizado internamente.

3 Materiais e métodos

A área utilizada para o desenvolvimento do estudo foi o Assentamento Jardim localizado no município de Baturité (Figura 02), portanto de acordo com Severino (2012, p. 121) trata-se de um estudo de caso: "Pesquisa que se concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos".

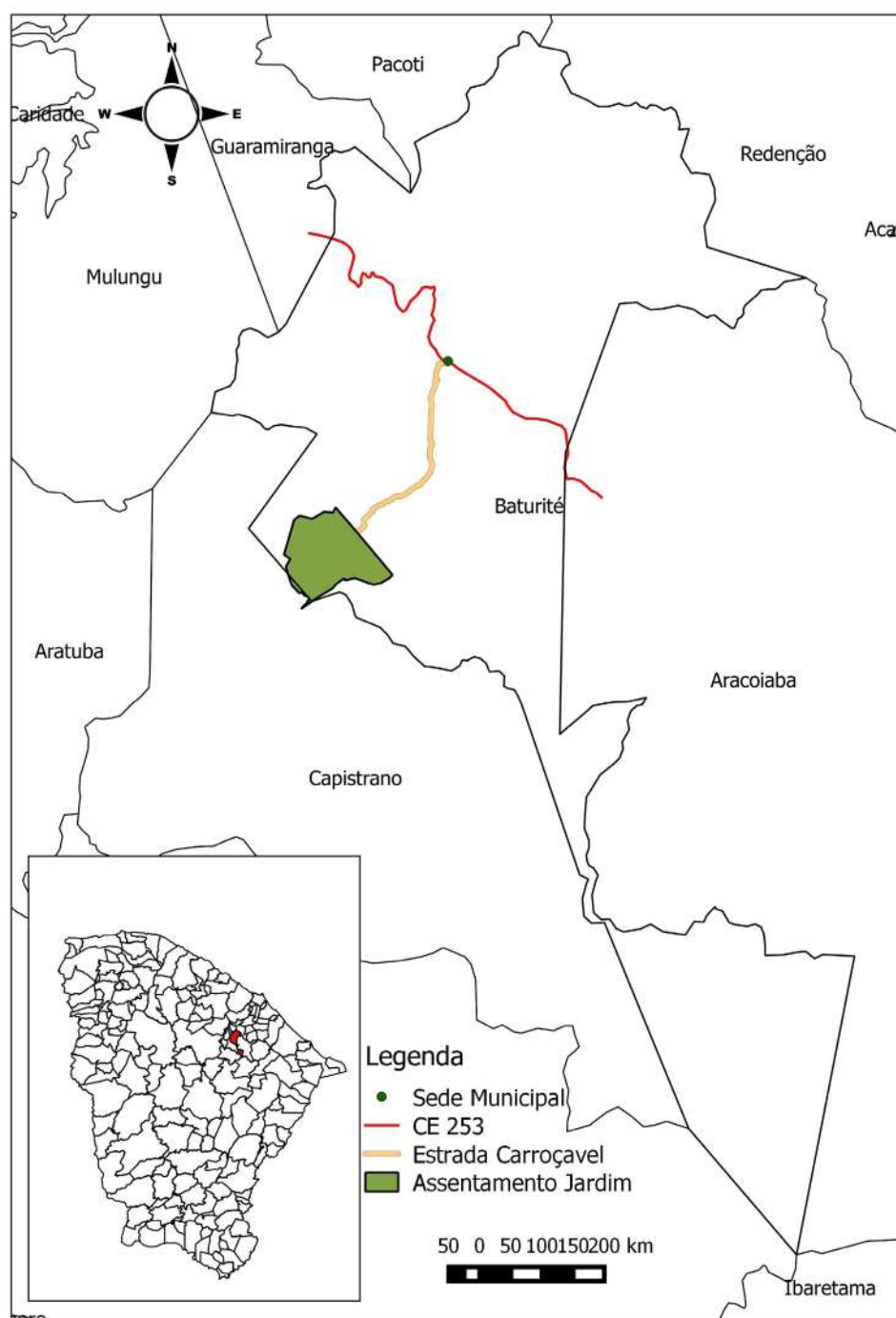


Figura 02 – Localização do Projeto de Assentamento Jardim.

Fonte: Adaptado, Google (2015).

A coleta de informações ocorreu através de pesquisa bibliográfica e documental, com dados coletados principalmente junto ao INCRA, tais como laudo de vistoria e arquivos *shapes* da área estudada. A identificação e triagem dos dados obtidos foram elaboradas para que fossem utilizadas como subsídio à pesquisa de campo.

Para a pesquisa de campo, realizou-se uma visita ao Projeto de Assentamento Jardim, no dia 6 de setembro de 2015, para identificação das principais características de uso e ocupação, assim como as atividades econômicas desenvolvidas no local. Todas as informações foram coletadas

a partir de conversas com moradores e lideranças da comunidade, através de um questionário semi-estruturado com respostas abertas. Dentre os tópicos abordados, os assentados responderam sobre o processo de organização das famílias: "Como se deu a distribuição de terras dentro do Projeto de Assentamento (PA)?", sobre a presença de muitas áreas de proteção: "O que você acha dos espaços destinados à proteção ambiental presentes no PA?", sobre a realidade econômica de suas famílias: "Recebe/recebeu algum crédito do governo?" e sobre a sustentabilidade do assentamento "Qual a principal dificuldade para a independência do assentamento?".

A documentação fotográfica foi elaborada através da câmera Canon T5 com o objetivo de registrar os elementos naturais e a infraestrutura construída na área. A coleta dos pontos de controle se deu pelo equipamento receptor de *Global Positioning System* (GPS) Etrex 30, onde foram coletados pontos nas estradas percorridas no assentamento, e nos açudes e áreas de preservação onde foi possível o acesso, a fim de gerar maior segurança e organização às informações apresentadas nos mapas.

3.1 Elaboração de mapas

Os mapas foram elaborados com o *software* livre QGIS versão 2.8, com a utilização de arquivos *shapefile* fornecidos pelo INCRA, tais como limite municipal, perímetro do assentamento, estradas e corpos hídricos.

Para a confecção do mapa de declividade adotou-se a classificação do Manual de Obtenção de Terras e Perícias Judiciais do INCRA, conforme Quadro 01.

Classe de Relevo	Classe de Declividade (%)
Plano	0-2
Suave Ondulado	2-5
Ondulado	5-10
Moderadamente Ondulado	10-15
Forte Ondulado	15-45
Montanhoso	45-70
Escarpado	>70

Quadro 01: Classes de declividade do relevo

Fonte: INCRA (2006).

Inicialmente, foi obtida a imagem *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução 90 x 90m, para extração das informações de relevo. A partir disso é possível realizar a classificação de acordo com o Quadro 01 e em seguida, calcular suas respectivas áreas através da ferramenta Calculadora de campo.

No que se refere ao mapa de uso atual, utilizou-se como base o arquivo georreferenciado contendo o perímetro, reserva legal e riacho do PA cedido pelo INCRA-CE. Associado a isso foram lançados os pontos coletados em campo.

O passo seguinte foi a definição das classificações adotadas de acordo com a realidade encontrada em campo: estradas, rios, área residencial, açudes, sede, APPs, reserva legal, áreas exploradas e áreas sem uso. Em seguida, os usos identificados foram vetorizados e classificados em uma das referidas categorias.

4 Resultados e discussões

4.1 Assentamento Jardim

4.1.1 Localização do Assentamento Jardim

O assentamento federal Jardim é um dos 4 assentamentos situados em Baturité, criado no ano 2000, e em uma área de 763 ha atende a 30 famílias, número máximo permitido pelo estudo de capacidade do assentamento. O local está situado a 14 km da sede do município e tem como principal acesso a estrada Raposo Oiticica.

No entorno existem grandes propriedades, que também possuem áreas verdes (Figura 03) o que torna ainda mais relevante a conservação da área para que não haja alterações no microclima e nos ecossistemas locais.

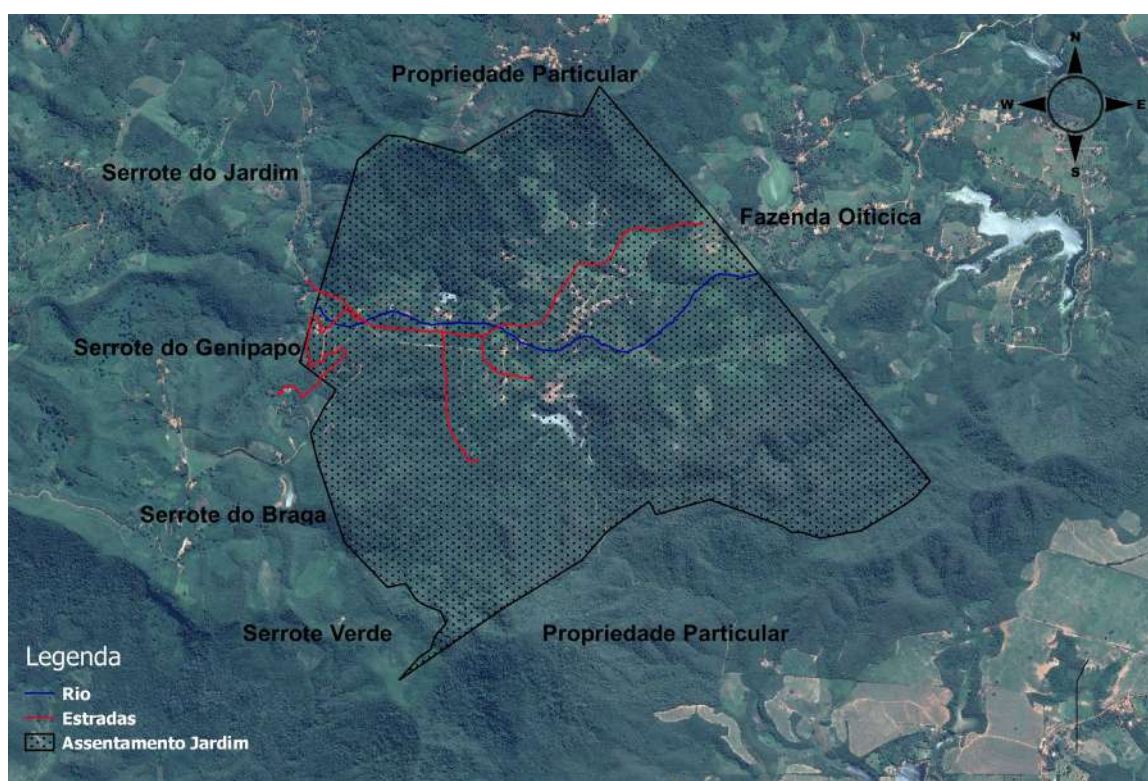


Figura 03 – Área de entorno do assentamento.
Fonte: INCRA, adaptado (2015).

4.1.2 O processo de conquista da terra

A reivindicação pela área que hoje corresponde ao Assentamento começou onze anos antes de sua criação, em 1989. A demanda pela desapropriação da Fazenda Jardim surgiu das famílias rendeiras que moravam na propriedade e estavam insatisfeitas com as rígidas e precárias condições de trabalho às quais eram submetidas.

Assim, depois de muitos desacordos entre empregados e proprietário, em 1997, o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Baturité foi procurado e por intermédio dele, a demanda chegou ao INCRA para que fosse estudada a viabilidade da desapropriação (INCRA, 1999).

Em julho de 1999, foi realizada a vistoria que viabilizou a desapropriação. Na ocasião foi realizado o levantamento da área com uso de GPS e analisados os aspectos ambientais a partir da classificação do relevo, solos e vegetação, uso atual da terra assim como o levantamento das benfeitorias. A conclusão do estudo mostrou que se tratava de uma grande propriedade improdutiva e, portanto, passível de desapropriação (INCRA, 1999). Dessa forma, o Assentamento Jardim foi criado no ano seguinte.

Um fato interessante nesse processo é que, no laudo de vistoria constava que o imóvel poderia assentar vinte famílias, no entanto, no mês de agosto de 1999 houve a retificação para quarenta famílias e, em outubro do mesmo ano, voltou a vinte famílias. Isso possivelmente se deve à pressão sofrida pelo INCRA para cumprir as elevadas metas anuais de famílias assentadas. Por fim, o assentamento foi limitado definitivamente a trinta famílias, à margem do que o laudo técnico propôs. Isso permitiu a todas as 16 famílias que ainda moravam na propriedade permanecer, e ocorrer a inclusão de outras de comunidades vizinhas (INCRA, 1999).

4.1.3 Aspectos ambientais

Os diagnósticos ambientais, de uma maneira geral, eram realizados com pouca precisão e confiabilidade. Portanto, as conclusões obtidas nesses diagnósticos são resultados de observações e da intensa experiência de campo dos técnicos do INCRA.

Em análise técnico-agronômica realizada pelo INCRA para desapropriação foram observadas espécies de flora características da caatinga: marmeleiro-branco (*Croton sincorensis*-Mart), jurema-preta (*Mimosa nigra*-Hub), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*-Benth), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Astronium urundeuva*-Engl), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*). Durante a visita de campo foram identificadas espécies como ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*- Mart.) (Figura 04), arapiraca (*Anadenanthera peregrina*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) (Figura 05).



Figura 04 – Ipê roxo.



Figura 05 – Juazeiro.

A maior porção de terra possui relevo forte ondulado e para a agricultura é um fator limitante por dificultar o acesso humano e uso de máquinas agrícolas (Figura 06). Entretanto, um fator

fundamental à boa produção ocorre em abundância no assentamento: a água. O assentamento dispõe de seis açudes, um deles com capacidade para dois anos de armazenamento (FIG. 7). Essa é uma característica prioritária a ser considerada no assentamento, pois proporciona a segurança hídrica aos homens e viabiliza as atividades agrícolas, fornecendo aos assentados a piscicultura como alternativa econômica (INCRA, 1999).



Figura 06 – Relevo do assentamento.



Figura 07 – Açude Coati.

O solo é importante componente no estudo de uma área rural. No assentamento jardim foram identificados: Luvissoilo Crômico, Neossoilo Flúvico, Neossoilo Litólico e Planossoilo Háplico.

4.2 Mapeamento do Assentamento Jardim

A classificação de relevo do assentamento foi realizada ainda com base em simples observações de campo (Quadro 01), tornando-a pouco precisa quando comparada às realizadas através do SIG, conforme Quadro 02.

RELEVO	PORCENTAGEM	ÁREA (ha)
Plano	5%	38,17
Suave Ondulado	20%	152,70
Ondulado	40%	305,40
Forte Ondulado	20%	152,70
Montanhoso	15%	114,52

Quadro 02: Classificação do relevo

Fonte: INCRA (1999).

O mapa de declividade apresentou divergências entre o quadro de área elaborado durante vistoria e o elaborado a partir do SIG (Quadro 03).

RELEVO	PORCENTAGEM	ÁREA (ha)
Plano	1,11 %	8,49
Suave Ondulado	8,95 %	68,34
Ondulado	21,90 %	167,21
Moderadamente Ondulado	13,80 %	105,35

Forte Ondulado	46,81 %	357,40
Montanhoso	7,43 %	56,70
Escarpado	0 %	0

Quadro 03: Classificação do relevo utilizando SIG

A análise do Quadro 03 denota que a classe predominante na área é a de relevo forte ondulado, com área correspondente a 357,40 ha. Observa-se ainda a presença da classe moderadamente ondulada, inexistente na classificação do Quadro 02.

Os resultados obtidos na pesquisa e demonstrados no Quadro 03 foram espacializados no mapa de declividade do Assentamento Jardim (Figura 08).

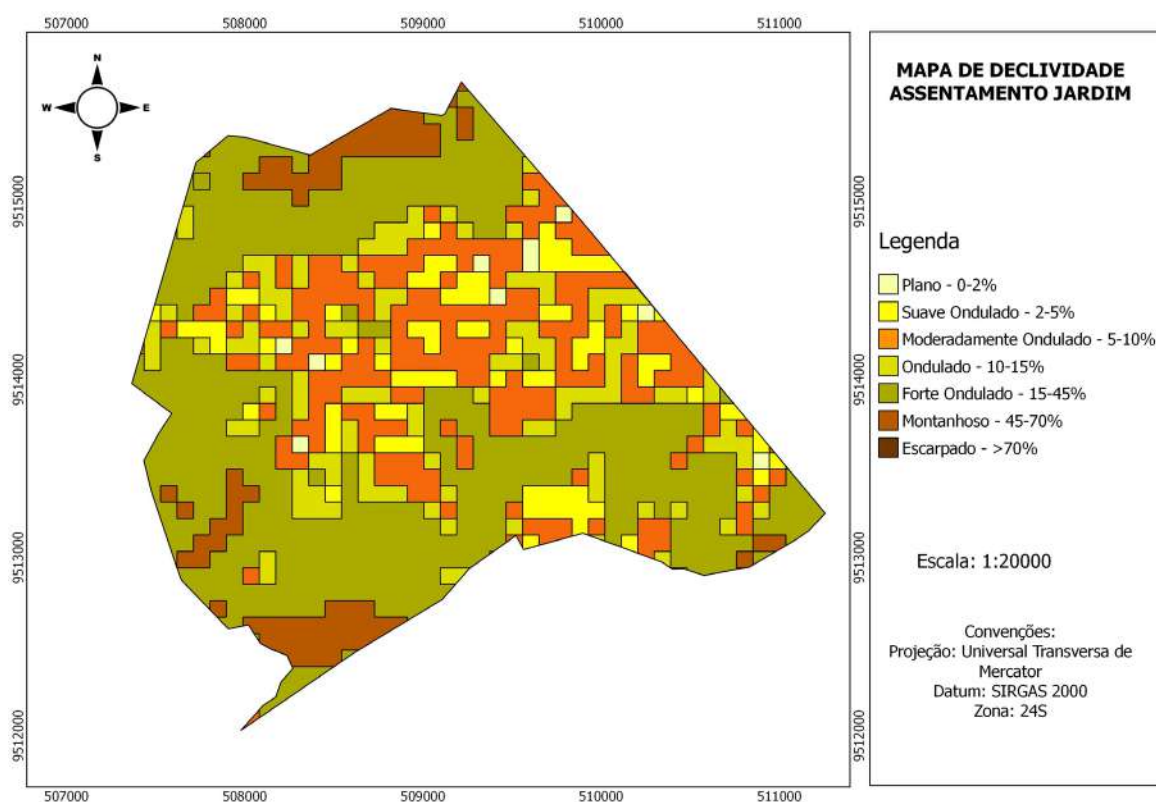


Figura 08 – Mapa de declividade do assentamento Jardim.

O uso da área na atualidade é feito baseado na divisão ocorrida durante a locação das famílias. Entre os principais usos estão: criação caseira de bovinos, caprinos (Figura 10) e ovinos, além dos cultivos de milho (Figura 09), feijão e banana, produtos que servem para o consumo próprio e comercialização nos municípios e comunidades do entorno.



Figura 09 – Plantação de milho.



Figura 10 – Criação de caprinos.

Cada grupo familiar possui 10 hectares (ha), no entanto os assentados relataram utilizar somente até a metade dessa parcela, deixando preservados os hectares remanescentes. Eles atribuem isso ao fato de que a utilização total da área seria inviável por ser muito onerosa. Além disso, o relevo dificulta o acesso e não contribui para seu uso integral, resultando em uma grande parcela do assentamento sem qualquer utilização.

O mapa de declividade e de uso revela a influência do relevo no processo de uso e ocupação do imóvel, uma vez que a maior parte das áreas exploradas e áreas residenciais estão em locais onde o relevo varia de plano a moderadamente ondulado.

No cálculo foram consideradas áreas exploradas as que possuem cultivos agrícolas, criação de animais e as que estão desprovidas de cobertura vegetal, o que indica que possivelmente ocorreu uso recente do local, uma vez que em visita de campo não foram identificadas áreas abertas por queimadas ou outros fatores externos.

No Quadro 4 verifica-se que as áreas exploradas não chegam a 60ha, demonstrando que não são utilizados sequer metade dos 10ha destinados a cada família. Ainda no Quadro 4 observa-se sobreposição de áreas, pois o Açude Coati está inserido na reserva legal e existem áreas exploradas dentro de APPs. Devido a esse fato a soma das áreas não representa o total da área do assentamento.

USO	PORCENTAGEM	ÁREA (ha)
Açudes	1,43 %	10,95
Áreas exploradas	7,84%	59,87
Áreas de Preservação Permanente	4,13%	31,55
Áreas Construídas (sede e residências)	0,67%	5,18
Área não explorada	61,96%	473,13
Reserva Legal	24,88%	190,03
TOTAL	100%	770,71

Quadro 04: Uso atual das terras do assentamento

A infraestrutura foi pouco modificada uma vez que a sede, que compreende associação dos agricultores (Figura 11) e local destinado a reuniões e armazenamento de equipamentos coletivos (Figura 12), já existiam, assim como uma parcela das casas, pois muitas famílias já moravam ali enquanto área privada.



Figura 11 – Associação dos agricultores.



Figura 12 – Assentado trabalhando na sede do PA.

A reserva legal foi delimitada em uma área de difícil acesso e não utilizada, no entanto os entrevistados demonstraram conhecimento da restrição de uso na área, diferentemente das APPs, as quais eles sabem da restrição, porém foram encontrados pontos de queima de lixo (FIG. 13) e cultivos próximos a açudes.

No mapa de uso (Mapa 2) há grande quantidade de área ociosa, demonstrando potencial não explorado pelos assentados, uma possível consequência da falta de assistência técnica e projetos que os auxiliem a fazer o uso e gestão de forma economicamente viável e sustentável. Essa versão é confirmada pelo assentado José Raimundo quando questionado sobre a principal dificuldade para viver no assentamento:

Eu penso que dificuldade começa na falta de conhecimento dos agricultores, e segundo, 'os governo' que sabe que os agricultores não são pessoas 'formada' ai 'bota' os trabalhadores dentro de um assentamento desse e tchau, nos 'tamo' aqui já vai fazer 4 anos que nós não temos assistência técnica e pra nós 'conseguir' um projeto é muito difícil (SILVA, 2015).



Figura 13 – Pontos de queimadas em APP.

O ponto de vista do entrevistado é relevante quando responde ao questionamento sobre o

que poderia melhorar no assentamento, pois ele ressalta a transformação dos assentamentos em favelas rurais, devido ao incipiente acompanhamento dado às famílias após serem assentadas.

Era pra ter uma avaliação e ver de que forma o trabalhador 'tá' vivendo, ele ta usufruindo desse patrimônio porque isso aqui é um patrimônio que foi comprado com os impostos que não são só dos agricultores, é imposto meu, seu e de todos os brasileiros 'né'? E é tão bom quando a gente vê o imposto da gente bem empregado 'ai' todo mundo fica satisfeito, mas infelizmente o governo 'bota' a gente aqui ai vira favela rural porque na realidade o governo não tem o compromisso de ajudar 'nós' (SILVA, 2015).

Além da dificuldade em utilizar todos os hectares destinados às famílias, os assentados revelam problemas para gerir as áreas mais distantes dos núcleos residenciais, facilitando a invasão por outras pessoas e a retirada de elementos naturais do assentamento.

Nosso terreno tem uma extrema com a Oiticica que tem muita madeira de obra sabe? E o povo 'tão' roubando a madeira, fizeram um desmatamento do tamanho do mundo, nós 'vamo' lá pra ver, mas nunca acha ninguém, não sei se de noite ou domingo, só sei que ele vem e tira tranquilo porque é longe demais, nós não escuta nada (SILVA, 2015).

No assentamento há uma realidade contraditória, uma vez que os moradores estão em um local com grande potencial para ser utilizado, no entanto, a renda gerada pelas atividades realizadas no assentamento é insuficiente para a subsistência das famílias, gerando dependência pelos programas sociais, conforme cita o assentado Mauro quando respondia ao questionamento de quais eram seus principais produtos cultivados:

Tudo um pouco, milho, fava, banana, mandioca, urucum, 'ai' eu vendo pra comprar as outras coisas porque tem coisa que 'nós' não faz, aí a esposa recebe o bolsa família que já ajuda 'né'?! (SILVA, 2015).

Associada à problemática constatada, outro aspecto que poderia justificar o uso incipiente da área foi abordado pelo assentado Edmundo, um dos primeiros moradores do assentamento:

Eu considero essa área que nos 'mora' aqui como uma bola de ouro, o que falta é conhecimento, é técnico que venha trazer o seu conhecimento lá de fora pra cá pra junto dos trabalhadores e os trabalhadores 'querer' também 'né' porque as vezes a gente recebe uma coisa e muitos aqui dizem que não 'quer' aí não adianta' (SILVA, 2015).

De acordo com os relatos coletados, houve muitas tentativas de aproveitamento da área disponível a fim de proporcionar maior empoderamento econômico com a implantação de piscicultura e apicultura. No entanto, devido à falta de conhecimento dos assentados para gerir estas atividades, e ao rompimento da parede do açude, a desistência se deu rapidamente.

Os aspectos mencionados podem ser visualizados no Mapa 2, onde está espacializada a ociosidade das áreas, as áreas exploradas caracterizadas por cultivos agrícolas e criação animal e demais usos, o que demonstra o potencial de terra a ser explorada.

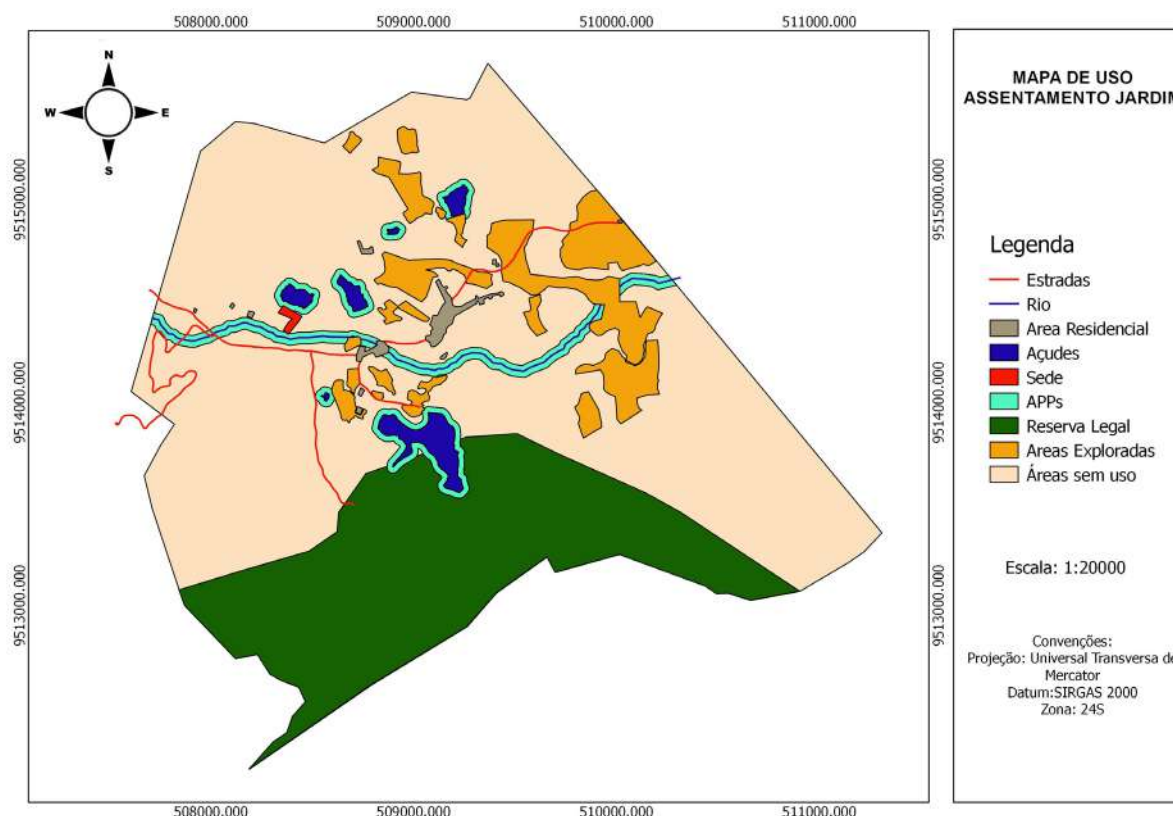


Figura 14 – Uso Atual do Assentamento Jardim.

5. Conclusões

O uso dos SIGs no mapeamento dos imóveis rurais fornecem informações sobre o meio físico, ajudam a compreender os usos atuais e podem embasar o planejamento do uso, pois é possível consultar e analisar de forma prática as particularidades de cada local.

Diante das informações coletadas por meio do QGIS e imagens do Google Earth constata-se que a maior parte da área de estudo está situada em um local com relevo bastante ondulado e é formada por grandes coberturas vegetais, que são intercaladas por áreas destinadas à agricultura e criação de animais.

O assentamento Jardim fornece condições adequadas de subsistência aos assentados, apesar de possuir áreas subutilizadas. As famílias desenvolvem diferentes atividades no campo, que poderiam ser potencializadas para incremento da renda dos assentados.

Entretanto, ainda existe a dependência dos benefícios sociais. Isso demonstra a importância e necessidade do incentivo a políticas públicas que levem ao trabalhador rural assistência técnica e investimentos em tecnologias e práticas que estimulem o empreendedorismo e sua permanência no campo.

Conclui-se com este estudo que a gestão sustentável de um assentamento rural necessita de dois pilares: os estudos de identificação dos seus aspectos ambientais, aspectos estes que permitam conhecer o nível de ocupação que a área está apta a receber, fazendo com que seu planejamento de uso seja feito de forma adequada e participativa, e por fim, o acompanhamento e aprimoramento das atividades desenvolvidas em campo, permitindo que seja explorado todo o potencial da área, gerando renda e garantindo que essas atividades sejam realizadas de forma

sustentável.

Referências

- ALENCAR, F. A. G; DINIZ, A. S. MST-Ceará, 20 anos de marchas. **Revista Mercator**. v. 9, n. 10, p. 133-148, set/dez, 2010, p.135. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/552>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 4.504**, de 30 de novembro de 1964. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm>. Acesso em: 8 abr. 2015.
- INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Laudo de vistoria imóvel: “Fazenda Jardim” Município: Baturité – Ceará**. 1999.
- _____. **Situação-plano de manejo florestal SR (02)**. 2014.
- _____. **Plano de ação ambiental**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/plano_acao_ambiental_v11dez2008.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2015.
- _____. Tipos de projetos criados e o número de famílias assentadas nos projetos de reforma agrária. 2016.
- _____. **Manual de obtenção de terras e perícias judiciais**. 2006. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/servicos/publicacoes/manuais-e-procedimentos/manual_de_obtencao.pdf> Acesso em: 12 jan. 2016.
- QUARESMA, C. L; BARRETO, R. C. S. **A reforma agrária como estratégia de desenvolvimento do Ceará: um estudo de caso**. 2002. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/11P494.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2015.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012. p. 121.
- SOUZA FILHO, E. T. S.; SILVA, L. N. A.; FEITOSA, C. L; ROCHA, G. B. Mapeamento digital de solos. para quê? para quem? **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v. 39., n. 1, julho, 2014.
- SOARES, J. L. N; ESPINDOLA, C. R. Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Núcleo de Estudos, Pesquisa e Projetos de Reforma Agrária (NERA)**, n. 12, jan, 2008, p. 113. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/viewArticle/1403>>. Acesso em: 8 abr. 2015.
- THIERS, P.R.L; MEIRELES, A. J. A de. Geotecnologias aplicadas à reestruturação fundiária. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 28, n.2, p. 47-60, jul, 2008. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/extensaorural/article/view/5590>>. Acesso em: 9 mar. 2015.

PROSPECÇÃO PARA UMA ANÁLISE DE DADOS SECUNDÁRIOS E DA GESTÃO AMBIENTAL EM ALTAMIRA, PARÁ, BRASIL

P. F. DE AGUIAR
R. G. DE CARVALHO
M. Y. TOMA
R. C. HENRIQUES
A. A. S. SOARES

Resumo

O maior município do mundo, Altamira, tem sofrido inúmeras transformações com a construção da hidroelettrica Belo Monte, trazendo diversos problemas sociais, ambientais e de demarcação de terras, pressão sobre os povos indígenas, caracterizando assim um novo genocídio dessa população. O presente trabalho diz respeito a uma análise estudo do uso de dados secundários e sua utilidade para a gestão ambiental no município de Altamira, Pará, Brasil, cujo objetivo geral é o de realizar uma avaliação de dados secundários através da produção e construção de mapas e gráficos com uso do geoprocessamento e de uma tentativa de conhecer a viabilidade do uso e do tratamento desses dados para contribuir com a gestão ambiental no município. A metodologia desta pesquisa inclui além de um levantamento bibliográfico, as análises qualitativa e quantitativa, com uso tratados em Sistemas de Informações Geográficas. Para isso o uso dos indicadores socioeconômicos e ambientais na gestão ambiental têm sido bem utilizados e viáveis em alguns aspectos nos municípios do Brasil. Os resultados apontam para uma necessidade de atualização dos dados secundários do município por parte dos órgãos que os disponibilizam, bem como para uma gestão que necessita ser ambientalmente correta, participativa e que leve em consideração as necessidades do Etnodesenvolvimento.

Palavras-chave: Dados secundários; Gestão ambiental; Indígenas.

Abstract

The largest municipality in the world, Altamira, has undergone numerous transformations with the construction of hydroelectric Belo Monte, bringing many social, environmental problems and land demarcation, pressure on indigenous peoples, characterizing a new genocide of this population. This work concerns a study analyzing the use of secondary data and their usefulness for environmental management in the city of Altamira, Pará, Brazil, whose overall objective is to achieve a secondary data assessment through the production and construction of maps and graphics with use of geoprocessing and an attempt to know the feasibility of the use and processing of such data to contribute to environmental management in the municipality. The methodology of this research includes in addition to a literature review, qualitative and quantitative analysis, using treated in Geographic Information Systems. For this the use of socioeconomic and environmental indicators in environmental management have been well used and feasible in some respects in the municipalities of Brazil. The results point to a need to update the data side of the city by the agencies that provide them, as well as management that needs to be environmentally friendly, participatory and takes into account the Ethnodevelopment needs.

Keywords: Secondary data; Environmental management; Indigenous.

1. Introdução

A questão ambiental tem sido deixada de lado por grande parte dos governantes nestas últimas décadas, em se tratando de legislação e de ação por parte de órgãos, seja relacionado ao meio ambiente e sua preservação para as gerações futuras, seja em prol dos mais necessitados, como as populações indígenas afetadas pela construção da destruidora Hidroelétrica Belo Monte (HBM).

Como pensar uma Gestão Ambiental Participativa depois da aprovação da construção desta hidroelétrica, se observam-se descasos e danos (o que chamam de um novo genocídio direto e indireto) que vem ocorrendo sobre as 13 etnias que estão sendo afetadas por conta da destruição que esta obra vem causando?

Este trabalho é uma tentativa de compreender a importância que o geoprocessamento e o uso de dados secundários têm no que deveria se chamar uma gestão ambiental adequada no município de Altamira, frente a tamanha degradação ambiental, desordenamento urbano, descaracterização de populações ribeirinhas e povos indígenas, além do genocídio que estes indígenas vêm sofrendo, com inúmeras mortes diárias, seja por não terem para onde ir, ou seja por lutarem por seus simples ideais, de viverem em paz, em sua terra mãe, seu lar.

Numa análise cronológica, desde 1975 iniciam-se as prioridades do projeto desenvolvimentista e da luta contra o aproveitamento hidrelétrico da Amazônia, pela recém-criada Eletro-norte, que subsidia as Centrais Elétricas Brasileiras - Eletrobras na Amazônia Legal, desde então, através de Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu (ISA, 2010).

Segundo esta mesma autoria (ISA, 2010) perdem os "verdadeiros donos" dessas terras, dessas águas e dessa biodiversidade local. Em 1º de fevereiro de 2010, o que o Greenpeace chama de Belo Monte de Merda (EFIGUEIR, 2010), tem publicada a sua licença ambiental, liberada pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, que tem dados incompletos sobre os impactos não bem esclarecidos da obra, portanto irregular, e, que tem no Parecer Técnico do IBAMA em 2009, a denúncia de uma pressão política da Presidência da República para liberar a licença, mas que neste parecer os estudos não conseguem prever os impactos aos peixes (em mais de 100 km de rio) e às pessoas que sobrevivem destes, sobretudo as comunidades indígenas e as ribeirinhas.

Além disso, o Consórcio Norte Energia que ganhou no inicialmente o contrato da obra em 2010 com 8 empreiteiras e passa a incluir mais 3 em agosto desse mesmo ano e, é, atualmente investigada pela Operação Lava Jato, pelo pagamento de propina das empreiteiras, e pela criação de consórcio para favorecer a redução de preços por parte das empreiteiras maiores. Em 2011 começam as obras e em março de 2016 o consórcio começa a vender a energia. As obras custariam R\$ 14,5 bilhões quando iniciou, custaram até hoje mais de R\$ 30 bilhões (CARVALHO, 2016).

Assim, torna-se um querer colocar uma venda nos olhos para não enxergar o descaso do poder público para com a sociedade civil e todos que sofrem com os impactos da Belo Monte, o que se leva a crer que essa obra nunca deveria ter sido aprovada, ou já urgente, no mínimo ser embargada, por conta das irregularidades para a licitação da obra e das corrupções em que o consórcio está envolvido.

Altamira localiza-se na região sul do estado do Pará (Figura 01), e dada a sua grande extensão territorial, uma das melhores ferramentas para realizar essa análise é o geoprocessamento, pois permite analisar grandes números de informações em curto prazo e analisando dados espaciais.

Esse estudo propicia o conhecimento acerca de inúmeras transformações que o município tem sofrido com a construção da hidroelétrica Belo Monte, que trazem diversos problemas sociais, ambientais, de demarcação de terras indígenas, na tentativa de medir aspectos da gestão ambiental da área.

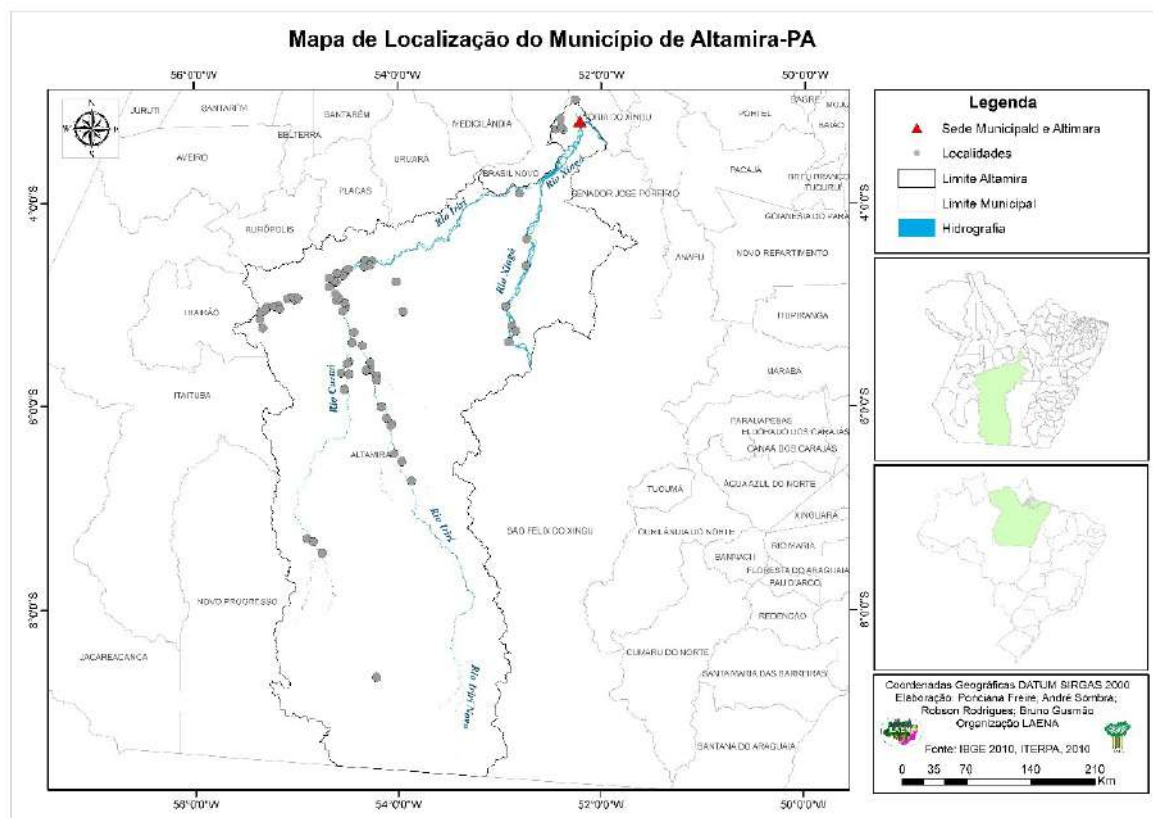


Figura 01 - Mapa de Localização do Município de Altamira, Pará, Brasil.

O geoprocessamento tem sido desde a década de 80 uma ferramenta essencial, segundo Zaidan & Xavier-da-Silva (2004), pois nos permite realizar análises e integrações de dados, que consequentemente induzem a uma análise ambiental, através da configuração da distribuição espacial de dados sociais, econômicos e de gestão territorial, permitindo também analisar a fragmentação de paisagem, nos seus diversos mapeamentos para uma boa tomada de decisões.

O objetivo geral desta pesquisa é o de realizar uma análise de dados secundários através da produção e análise de mapas e gráficos com uso de técnicas de geoprocessamento e de uma tentativa de analisar a viabilidade do uso e do tratamento desses dados para a análise da gestão ambiental no município, buscando identificar como se configura a gestão ambiental participativa na área de pesquisa.

Para tanto, buscou-se como objetivos específicos: a caracterização da gestão ambiental no município de Altamira; o tratamento de dados secundários utilizando sistemas de informações geográficas (SIG) e uso do geoprocessamento na geração de mapas e gráficos, visando uma caracterização da gestão ambiental da área; e propor melhorias no que concerne aos aspectos voltados para uma melhor gestão ambiental participativa, em que todos saiam ganhando, as populações urbanas, as comunidades ribeirinhas e as etnias, e não somente as empreiteiras que compõem o consórcio dessa obra hidroelétrica.

2. Metodologia

A pesquisa bibliográfica é sempre uma das mais utilizadas em quaisquer pesquisas, tendo sido também fundamental para esta. Foram coletados dados documentais, cartográficos e secundários (arquivos no formato analógico, xls, de diversos órgãos como, IBGE (2010), Embrapa (2016),

e Iterpa (2010).

A presente pesquisa se configurou em uma análise qualitativa e quantitativa dos dados, para uma tentativa de identificação de possibilidades de uso do geoprocessamento na análise de uma gestão ambiental e participativa no município.

Os dados secundários foram tratados no SIG ArcGIS 10.3, com a licença do Laboratório de Análises Espaciais Prof. Thomas Peter Hurthienne do NAEA - Laena/NAEA, tendo sido utilizados na geração de mapas como o de Localização (Figura 01) e o Hidrográfico (Figura 04). Para a construção do mapa Hipsométrico (Figura 05) foram utilizadas imagens do Projeto SRTM e modelos da Embrapa. Todos os mapas foram utilizados para analisar alguns aspectos ambientais e da paisagem do local.

3. Terra e água para quem as merecem

O projeto da Usina Hidrelétrica de Belo Monte – UHBM iniciou seu inventário na década de 1970 como resquício aos moldes de Ditadura Militar, de grandes obras e acesso às áreas inabitadas. Em 2013, o projeto, com muitos movimentos contra, teve suas dimensões do reservatório da usina reduzidas de 1.225 km² para 400 km² (MELLO, 2013), 516 km² (tendo sido remodelado pela Eletronorte para que os indígenas, ambientalistas e investidores estrangeiros o aceitassem, com projeção de usina construída com turbinas bulbo e a fio d'água, identificada supostamente como tecnologia mais eficiente e menos impactante).

No país que sediou a Eco-92 (A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia, 1972) e a Rio +20 (que tem como logomarca de desenvolvimento sustentável os 3 pilares: o desenvolvimento social, o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental), Rio+20 (2012) é inaceitável, que com tanto potencial para energia solar, eólica e de maré motriz, o nosso país venha enfrentando novamente uma das maiores segregações sociais e falta de valorização e respeito às leis, resultando em mortes, descompromissos, e impactos negativos sobre as etnias do sul do Pará.

Os Índios do Brasil são os primeiros e por direitos "donos verdadeiros" das águas e da terra que os pertencem, desde antes da 1ª colonização do que passou-se a se chamar Brasil.

Atualmente, as Terras Indígenas ajudam a conservar importantes áreas da Amazônia Legal onde se encontram na região cerca de 30% da floresta existente. Enquanto 20% da floresta amazônica aproximadamente, que desde os últimos 40 anos já está desmatada, as Terras Indígenas sofreram somente um desmatamento de 2,3% (ISA, 2016). No entanto, as pressões do desmatamento, das hidroelétricas e da mineração, têm causado inúmeros problemas e são responsáveis pelas principais ameaças à vida dos povos indígenas e ao meio ambiente, causando uma diminuição das Terras Indígenas, responsáveis pela preservação da floresta, e inúmeros conflitos com um verdadeiro genocídio.

Em Altamira no canteiro de obras da Belo Monte (Figura 02), em maio de 2013 o índio Adalton Munduruku observa perplexado, durante uma ocupação indígena, a casa de força principal de Belo Monte canteiro de obras paralisado neste dia (ISA, 2016).

Essa triste realidade não parou e nem vai parar por aqui, os povos indígenas, os ribeirinhos e população urbana de Altamira já sofrem com suas percas dos seus direitos conquistados por lei.

Segundo ISA (2016):

A hidrelétrica de Belo Monte, em Altamira (PA), já está praticamente concluída sem que tenham sido implementadas as medidas previstas para proteger os territórios indígenas (regularização fundiária e fiscalização) e mitigar outros impactos. O resultado é que os po-

vos indígenas da região perderam o controle sobre parte de seus territórios e os recursos naturais nele existentes. Eles vêm sofrendo com o aumento do desmatamento, riscos à segurança alimentar, piora no atendimento à saúde e perda de autonomia, entre outros impactos.



Figura 02 - Índio perplexo com a obra que destrói aos poucos o seu *habitat*.

Fonte: Letícia Leite, ISA, 2016.

Se fosse a hora? E se os povos indígenas que merecem e pudessem ter os seus direitos cumpridos? Bem como, a liberdade de expressão dos índios e o direito de vivência, convivência e sobrevivência em suas terras e suas reservas fossem resguardadas, esta obra (Belo Monte) nunca teria saído do papel, e os nossos povos indígenas agradeceriam, a biodiversidade, o clima da Amazônia e do Brasil, e a preservação do meio ambiente saudável para as gerações futuras, tudo isso seria uma grande gratificação.

A Usina Hidrelétrica Belo Monte que terá capacidade instalada de 11.233,1 mW, começou a sua geração comercial de energia no recente dia 20 de abril de 2016, onde 11 mil MW são produzidos somente na Casa de Força Principal e 233,1 na Casa de Força Complementar. A primeira máquina iniciou uma produção de mais 611,11 mW para o Sistema Interligado Nacional (SIN), segundo a Norte Energia (2016b).

A degradação ambiental é imensa e a capacidade total da hidroelétrica ainda está longe de ser alcançada, pois ainda faltam, segundo a Norte Energia (2016b), 17 unidades geradoras a serem concluídas e acionadas até 2019.

Nenhum índio quer sair da sua terra. Segundo entrevistas feitas com representantes indígenas (Indígenas moradores da cidade de Altamira, Xipayas da aldeia Tucumã - rio Iriri e Jurunas da Terra Indígena Paquiçamba - Volta Grande do Xingu) por Mello (2013), todos:

salientaram a desconsideração das especificidades das comunidades indígenas no processo de licenciamento, por parte dos órgãos públicos responsáveis e do empreendedor. Esta desconsideração se deu em três planos: (1) a ausência de informação confiável em linguagem apropriada sobre os reais impactos da Usina sobre os indígenas; (2) a ausência de reuniões e audiências públicas para que os indígenas fossem ouvidos; e (3) a subestimação do número de indígenas moradores da cidade de Altamira e daqueles que vivem na zona ribeirinha, que serão igualmente impactados e foram considerados como 'população em geral' e não como indígenas.

Na Figura 03 foi possível perceber a aflição desse grupo de índios em um momento de re-alocação de moradia, por conta da Belo Monte (CARVALHO, 2016), quando eles deveriam estar desfrutando de seus direitos, suas terras, seu *habitat*.



Figura 03 - Grupo de índios em reivindicação contra a Belo Monte.

Fonte: Lalo de Almeida (CARVALHO, 2016).

Os problemas da pressão urbana já são percebidos em Altamira por conta da rara infraestrutura de saneamento básico, estradas, moradias, problemas de alagamentos que iniciaram em novembro de 2015, aumento do processo de favelização, criminalidade, carência na área da saúde, dentre outros.

Em vista do uso e ocupação desordenados, iniciados há mais de 30 anos e que perdura até hoje, é essencial delimitar áreas para a conservação da biodiversidade, incluindo o ordenamento de zonas de ocupação, preconizados pela política do ZEE, que mesmo esbarrando em interesses políticos e econômicos, onde os modelos empreendidos para o uso da terra geralmente confrontam com os objetivos das comunidades, motivando disputas violentas entre grandes e pequenos produtores rurais, conforme análise realizada do Relatório da Comissão Pastoral da Terra de 2012 e 2013 (Simoni *et al.*, 2013).

O mesmo vem ocorrendo em Altamira onde já ocorre a repartição de tribos, movimentos contra a construção da obra, mortes de indígenas em todas as áreas, principalmente na área urbana.

Áreas em que a Eletronorte deve estudar considerando as Terras e povos indígenas: Terra Indígena Paquicamba; Terra Indígena Arara da Volta; Grande do Xingu; Área Indígena Juruna do km 17; Terra Indígena Trinchiera Bacajá; Terra Indígena Arara; Terra Indígena Cachoeira Seca; Terra Indígena Kararaô; Terra Indígena Koatinemo; Terra Indígena Araweté/Igarapé; Ipixuna; Terra Indígena Apyterewa.

Para Mello (2013) a operação da UHBM é repudiante para esses indígenas, pois a experiência histórica de povos indígenas com a construção em Tucuruí, de situação de submissão entre empresas e povos indígenas impactados aterroriza esses povos.

4. Dados secundários na análise da gestão ambiental em Altamira

Diversos problemas vêm ocorrendo em Altamira desde a construção da Belo Monte. Problemas de conflitos com a população indígena, todos os tipos de problemas urbanos na sede de Al-

tamira, relacionados à infraestrutura, saúde e educação, desemprego, favelização de índios, falta de segurança, enchentes, além das muitas comunidades ribeirinhas afetadas de maneira drástica, etc.

Uma Unidade Integrada Pro Paz (UIPP) foi construída esse ano com recursos do Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu (PDRSX) em Vitória do Xingu, paga pela Norte Energia a iniciativa do governo, mas que está longe de satisfazer a demanda crescente da região.

A Norte Energia (2016a) apresentou um Relatório Belo Monte Projeto Básico Ambiental Componente Indígena: diálogo permanente com as comunidades indígenas, em que apresentam ações feitas e a serem realizadas na área da saúde indígena, componente ambiental, educação e cultura, mas que são incipientes devido a demanda grande dos índios, bem como não supre os problemas sociais nas áreas urbanas. Esse relatório prevê a construção de 711 casas, bem como 13 pistas de pouso, mais oito em construção, pontes em terras indígenas, e 470 acessos terrestres (recuperados e construídos para acesso entre essas terras), dentro da área de influência da obra.

No entanto, essas ações não repararão todos os impactos ambientais e sociais causados por conta dessa obra e, nenhuma dessas ações irão trazer de volta aos índios a forma de vida tradicional e cultural em que as etnias viviam antes da implantação do projeto. Para completar o Plano Diretor de Altamira encontra-se desatualizado.

Segundo Silva (2009) o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Altamira foi instituído pela Lei nº 1.515 de 16/12/2003. O Licenciamento Ambiental é um dos instrumentos de controle que já vem sendo realizado no município a partir do primeiro semestre de 2008, conforme está previsto no Capítulo III do Código de Meio Ambiente de Altamira. Arts. 32 e 33. O ZEE no município de Altamira foi previsto pela Lei nº 1.765/07 (Código de Proteção do Meio Ambiente de Altamira). Foi criado o Conselho Municipal de Meio Ambiente de Altamira (COMAM) instituído pela Lei nº 1.528 em 26/03/2004.

O mapa de rede hidrográfica de Altamira (Figuras 04 e 05) foi confeccionado utilizando-se dados secundários do IBGE (2010) e do Iterpa (2010), e o mapa hipsométrico de Altamira foi gerado a partir de dados do projeto SRTM, disponibilizados pelo site da Embrapa, para ajudar em um 1º passo para imaginarmos os possíveis impactos na rede hidrográfica, com consequentes alagamentos.

Como é possível observar na Figura 05, mapa hidrográfico do município de Altamira, é possível perceber a grande densidade de rios no município, demonstrando que de uma forma ou de outra, em algum momento depois da construção da UHBM, muitos rios serão afetados pelas inundações que se iniciaram no final de novembro de 2015, impactos ainda imensuráveis pelo EIA/RIMA da Eletronorte, que afetarão com uma previsão quase certa, a exemplo das inundações ocorrem anualmente em Porto Velho, Rondônia, depois do início das construções das hidroelétricas de Teotônio e de Girau. Sendo assim, todas as etnias que vivem no município de Altamira, e os que vivem próximos às margens dos rios e nascentes que alimentam o Rio Xingu, assim como os de rios de municípios aos arredores de Altamira, em que deságuam nesse rio Xingu, sofrerão impactos negativos, mesmo com os alagamentos sendo controlados pela Eletronorte.

Em outra análise, nota-se que o uso de modelos digitais de elevação também têm sido muito úteis em análises de altitudes e, que, por meio do estudo da hipsometria, tem sido muito utilizado na análise do relevo, bem como em mapeamento de vulnerabilidade (Dias, 2012), que podem ser integrados até a mapeamentos temáticos, obtendo-se diversos mapas de vulnerabilidades (geologia, solo, uso e ocupação, etc.).

Analisando o mapa hipsométrico (Figura 05) é possível observar que uma extensa área (de cor esverdeada escuro) abaixo dos 100m de altitude (a cota 100 foi escolhida pelo Rima/2009 como sendo a cota máxima incluindo as cheias em que impactarão a área urbana de Altamira),

onde as pessoas sofrerão com os alagamentos. No entanto, considerando as mudanças climáticas e os eventos de tempestades (Opina-se pela necessidade de se escolher a cota 200 metros (de cor esverdeada claro) desde a região norte do município, de cerca de 3° 00' a até cerca de 5° 00' de latitude ao Sul, hachura esverdeada) muitas áreas não analisadas podem sofrer riscos de inundação, afetando diretamente até as áreas de muitas nascentes. Abaixo dessa latitude, também ocorrerá inundações e os rios sofrerão de forma mais indireta com as inundações e todos os problemas decorrentes destas.

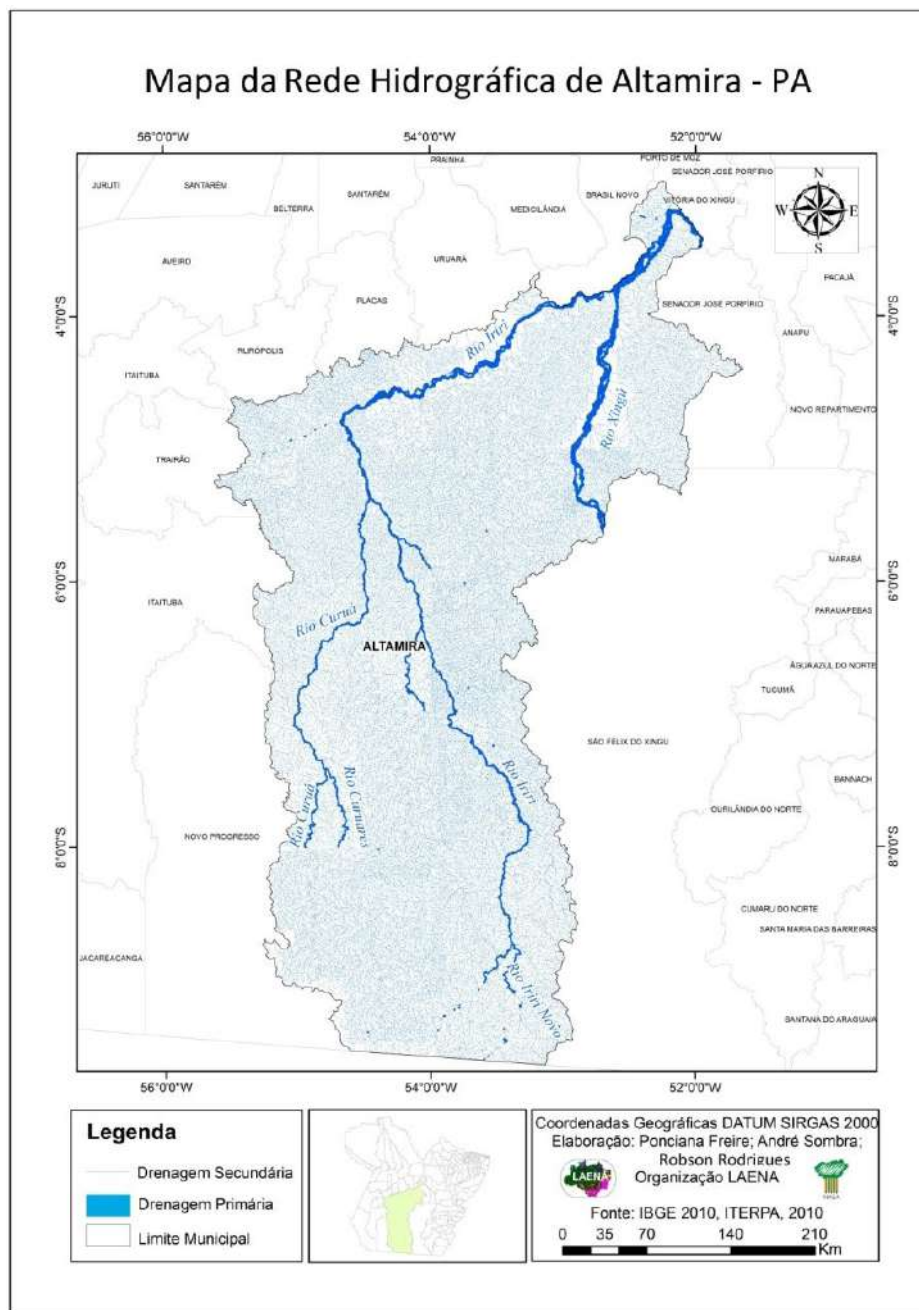


Figura 04 - Mapa da Rede Hidrográfica de Altamira.

O uso e a análise de dados secundários incluindo *shapefiles* disponibilizados por órgãos públicos como o IBGE e o Iterpa, para o município de Altamira em média escala, têm sido viável na identificação da rede hidrográfica da área. Na mesma escala, a geração de um mapa hipsométrico

para o município de Altamira utilizando as imagens do SRTM, também se fizeram úteis e viáveis, na identificação de áreas baixas, que provavelmente serão alagadas com a inundação da obra terminada, que já iniciou a inundação em 2015.

Assim, no que concerne a gestão ambiental, ainda há muito o que melhorar, como a atualização dos dados, o mapeamento mais detalhado e preciso, com inclusão dos direitos dos povos indígenas na delimitação e demarcação das terras indígenas, que tinham o direito de permanecerem em sua terra com suas águas e a sua diversidade. Esta questão deve primeiramente partir do interesse do poder público a níveis federais, estaduais e municipais, bem como os órgãos competentes e seus instrumentos como a FUNAI, o COMAM, para uma gestão participativa, que deve contemplar a visão de todos, e principalmente dos "verdadeiros donos" dessas terras, os povos indígenas.

Neste sentido, a melhor solução, em se pensando na manutenção das tradições e culturas dos povos indígenas, seria embargar totalmente a obra, para a não destruição das etnias mais afetadas pela área de influência da construção da hidroelétrica. A segunda opção é a de que não há como reverter o quadro iniciado, sendo assim, o ideal seria embargar a obra, enquanto o Plano Diretor de Altamira seja concluído, propondo-se que se incluía nele, o Etnozoneamento, que propõe um zoneamento adequado aos povos indígenas, que leva em consideração a gestão participativa com os povos indígenas, levando em conta a visão destes povos na demarcação e regularização das suas terras, sendo assim proposta por eles, que são os "verdadeiros donos" dessas terras e dessas águas de Altamira.

Que, em caso de não embargo da obra UHBM, o consórcio Eletronorte tenha uma Política de Educação Escolar indígena (NORTE ENERGIA, 2016) mais voltada para a preservação das tradições e cultura indígenas, bem como uma instrução para o fortalecimento de seus povos no intuito de obter e/ou manter a sua própria manutenção e a não aderência de outras culturas ou lixos aos seus povos, pela honra de seus ancestrais.

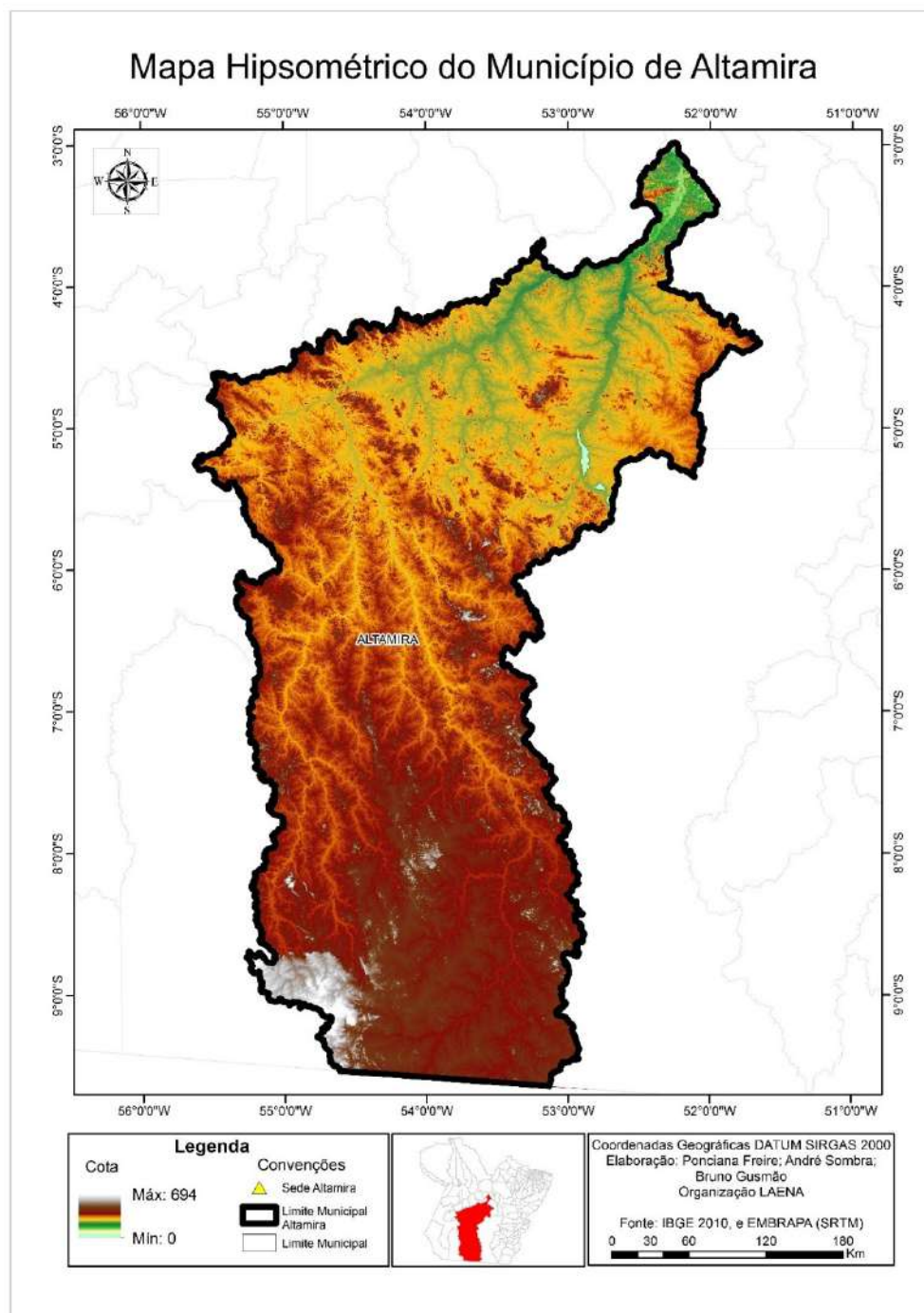


Figura 05 - Mapa Hipsométrico de Altamira.

O RIMA (2009) deixa muito a desejar nos estudos de impactos ambientais, como por exemplo, o mapeamento da área de alagamento em toda a área do município de Altamira e de Vitória do Xingui. Não estudos completos sobre os impactos ambientais sobre todas as terras indígenas e muitos aspectos não foram cumpridos.

Sendo assim, é possível gerar uma proposta para melhoria e ordenamento territorial no município de Altamira, pautada em uma análise das necessidades e dos conflitos dos povos indígenas, além das questões sociais e problemas urbanos, subsidiando uma qualidade de vida à esta população, bem como as populações indígenas e as ribeirinhas do município. O geoprocessamento

sendo entra como uma ferramenta essencial neste mapeamento, para contribuir com a coleta, o mapeamento e integração de todas as informações, no mapeamento das áreas a serem demarcadas, e na difusão do conhecimento e as ações para preservação da diversidade cultural indígena.

5. Considerações finais

Este estudo foi uma análise do uso e de dados secundários disponibilizados pelo IBGE e o Iterpa em média escala, onde notou-se que essas análises têm sido viáveis na percepção da rede hidrográfica da área. O mapa hipsométrico do município de Altamira resultado dos dados do SRTM, também se fizeram úteis e viáveis na análise do relevo, e identificação das áreas baixas, que sofrerão impactos diretos e indiretos com a inundação da obra Belo Monte.

A gestão ambiental de Altamira necessita de muitos olhares e ações para se adequar a uma gestão ideal, seja na atualização dos dados, cujo do Plano Diretor encontra-se defasado, seja no cumprimento e o respeito às leis, bem como um maior apoio do poder público nos diversos níveis federais, estaduais e municipais. Nesse contexto, seria possível uma inclusão dos direitos dos povos indígenas na delimitação e na demarcação das terras indígenas, que necessitam serem urgentemente geradas.

Assim, faz-se necessário uma maior ação dos órgãos competentes como a FUNAI, fazendo-se valer os seus instrumentos e os das leis, onde somente se conseguirão uma boa gestão participativa, quando se realizar e reinar a participação e a visão de todos, bem como a dos “verdadeiros donos” dessas terras, os povos indígenas.

Referências

CARVALHO, M. C. **Ex-ministro recebeu propina por Belo Monte diz executivo da Andrade**. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/poder/2016/04/1758310-ex-ministro-recebeu-propina-por-belo-monte-diz-executivo-da-andrade.shtml>>. Acessado em: 20/04/2016.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - RIO+20. **Manual de Identidade Visual**. Rio de Janeiro. 2012. 40p.

DIAS, V. S. B. **Análise hierárquica processual (AHP) na modelagem da vulnerabilidade ambiental do minicorredor ecológico Serra das Onças**. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente). UEFS. 2012.

EFIGUEIR. **Belo Monte de merda**. 20 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Blog/belo-monte-de-merda/blog/6308/>>. Acessado em: 25/03/2016.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Download/SRTM**. Rio de Janeiro. Súmula. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Downloads/Geociências**. IBGE. 2010. Disponível em: <http://www.downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 22/03/2015.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ICA. **Cronologia do Projeto Belo Monte**. ICA: 2010. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/esp/bm/hist.asp>>. Acesso em: 23/02/2016.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ICA. **Desmatamento na Amazônia Legal**. ICA: 2016. Disponível em: <<http://ti.socioambiental.org/pt-br/#!/pt-br/destaque/desmatamento>>. Acesso em:

23/02/2016.

MELLO, C.C.A. Se houvesse equidade: a percepção dos grupos indígenas e ribeirinhos da região da Altamira sobre o projeto da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. **Novos Cadernos NAEA**. 2013. v. 16, n. 1, p. 125-147, jun. 2013, ISSN 1516-6481.

NORTE ENERGIA. **Relatório Belo Monte Projeto Básico Ambiental Componente Indígena: diálogo permanente com as comunidades indígenas**. 2016a. Disponível em: <<http://norteenergiasa.com.br/site/2016/03/29/relatorio-belo-monte-projeto-basico-componente-indigena-2/>>. Acessado em: 24/04/2016.

NORTE ENERGIA. **Belo Monte inicia geração comercial de energia para o Brasil**. 2016b. Disponível em: <<http://norteenergiasa.com.br/site/2016/04/20/belo-monte-inicia-geracao-comercial-de-energia-para-o-brasil/>>. Acessado em: 24/04/2016.

SIMONI, J.; LINDOSO, D.; DEBORTOLI, N.; PARENTE, I.I.; EIDT, G. Instituições e Políticas Públicas em Territórios da Amazônia: desafios para a capacidade adaptativa e redução de vulnerabilidades. **Novos Cadernos NAEA**. v. 16, n. 2, p. 45-66, 2013.

SILVA, M. M. da. **Gestão ambiental no município de Altamira: desafios e perspectivas**. UFPA: Campus de Altamira. 2009. p. 56.

XAVIER-DA-SILVA, J. e ZAIDAN, R. T., Eds. **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 363 p.

REFLEXOS DO USO E OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA DO NORDESTE PARAENSE SOBRE AS UNIDADES DE PAISAGENS DO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS/PA

R. DO N. DE SOUZA

L. DOS S. SOUSA

V. C. SANTOS

M. A DA S. PIMENTEL

W. L. J. RODRIGUES

Resumo

Essa pesquisa objetivou identificar e analisar na dinâmica costeira do município de Salinópolis/PA, as unidades de paisagem a partir da taxonomia de Bertrand. Diante disso, buscou-se verificar as relações antrópicas com os meios naturais, e quais as modificações ocasionadas por tais relações, uma vez que os dinamismos naturais por meio dos elementos geológicos, atmosféricos e geomorfológicos já configuram a paisagem. Tendo em vista que, no que concerne ao uso antrópico do recorte espacial das unidades de paisagens, a saber: dunas, praias e manguezais, estas passam por constantes modificações e se reconfiguram no tempo e espaço. Diante disso, este trabalho possibilitou a compreensão da relação direta entre as dinâmicas da natureza e os processos sociais, entendendo as mesmas enquanto relações complementares, especialmente a partir do objeto de estudo que é a dinâmica sócioespacial da Geomorfologia costeira desse recorte espacial. Dessa forma, entendemos que as unidades de paisagem deveriam ser instrumentos de efetivação do planejamento urbano, uma vez que há necessidade de políticas públicas que visem na prática o bem estar social da coletividade e do meio ambiente.

Palavras-chave: Planejamento; Geomorfologia; Ação antrópica; Impactos socioambientais;

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo identificar y analizar según la dinámica costera del municipio Salinópolis del estado de Pará, las unidades de paisaje a partir de la taxonomía de Bertrand. Por esta razón, se buscó verificar las relaciones antrópicas con los medios naturales y cuáles fueron las modificaciones causadas por éstas, una vez que las actividades naturales por medio de los elementos geológicos, atmosféricos y geomorfológicos ya configuran el paisaje. Teniendo en cuenta que, en lo que concierne al uso antrópico del recorte espacial de las unidades de paisajes, a saber: dunas, playas y manglares, éstas pasan por constantes modificaciones y se reconfiguran en el tiempo y el espacio. Por lo tanto, éste trabajo permitió la comprensión de la relación directa entre las dinámicas de la naturaleza y los procesos sociales, entendiendo las mismas como relaciones complementarias, especialmente a partir del objeto de estudio la cual es, dinámica socio-espacial de la Geomorfología costera de ese recorte espacial. De esta forma, entendemos que las unidades de paisaje deberían ser instrumentos eficaces para la planificación urbana, una vez que existen necesidades para las políticas públicas, apuntar en la práctica, el bienestar social de la colectividad y del medio ambiente.

Palabras clave: Planificación; Geomorfología; Acción antrópica; Impactos socio-ambientales.

1. Introdução

A dinâmica costeira é resultante de vários fatores que atuam de forma inter-relacionada, dando origem a diversas formas e sendo responsável pelos processos de erosão e acreção. O litoral brasileiro está inserido num intenso dinamismo, dentre eles está a exploração de elementos econômicos, tais como: o petróleo, o gás, ou pelas ocupações e uso inadequado da zona costeira. Essas ocupações se intensificaram principalmente impulsionados pela atividade turística, em detrimento dos inúmeros recursos naturais, ocasionando assim problemas socioambientais identificados em várias zonas costeiras (BRAGA, 2009).

Segundo Silveira (1964) a costa brasileira se dividi em cinco regiões geográficas. As regiões são: litoral norte, litoral nordeste, litoral leste ou oriental, litoral sudeste e litoral sul. Destacando aqui o litoral norte, devido a ser no mesmo que se encontra o recorte espacial analisado, esse litoral se subdivide em três macros compartimentos: o litoral do Amapá, o litoral do golfo amazônico e o litoral de "rias". Assim Muehe, caracteriza o litoral de rias como "(...) o aspecto é de um litoral afogado pela transgressão marinha, caracterizado por uma sucessão de pequenos estuários e acreções sedimentares que em conjunto, dão aspecto de rias, razão da denominação de 're-entrâncias'" (MUEHE 1994, p.288).

Outra característica do litoral de rias é a Formação Pirabas que conforme Idesp (2014) é encontrada em alguns trechos da zona costeira do Estado do Piauí, Maranhão e Pará, sendo esta uma unidade carbonática presente nos sedimentos de restos marinhos. Estes elementos são encontrados no recorte espacial analisado na mesorregião do Nordeste Paraense, isto é, micro região do salgado, no município de Salinópolis, tendo como principal método de análise de paisagem a taxonomia de Bertrand. Onde é necessário compreender o conjunto de elementos, que compõem a paisagem sejam eles: físicos; biológicos; antrópicos. Assim afirma Bertrand (2004, p. 1):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo-indivíduo é próprio fundamento do método de pesquisa.

Haja vista que, as unidades de paisagem foram classificadas em dois grupos, a saber: superiores e inferiores, em que no primeiro encontram-se: a zona, o domínio e a região; e no segundo: o geossistema, o geofácies e o géotopo, assim incorporando em seis níveis têmporo-espaciais (BERTRAND, 2009). Nesse sentido, foram analisados a praia, as dunas e o manguezal, destacando as forças endógenas e exógenas que agem concomitantes na (re)organização da paisagem da zona costeira de Salinópolis.

Ressalta-se, que as unidades de paisagem nas praias do Atalaia e das Corvinas passa por intensas transformações nos aspectos fisiográficos em decorrência de processos marinhos e atmosféricos (SOUZA, 2014). Porém, as alterações nas unidades de paisagem desses espaços são aceleradas e modificadas pela ação antrópica.

Além disso, no estirâncio praial do Atalaia, segundo Mendes; Pereira (2005 *apud* Souza 2014, p. 02), está vulnerável a ações intensas de fenômenos hidrodinâmicos e ainda atmosféricos. Dentre os fenômenos decorrem no estirâncio praial do Atalaia está a "ação das marés, ondas, ventos e descargas estuarinas, agentes modeladores do espaço costeiro", são fatores que influenciam no "deslocamento e deposição de sedimentos ao longo da faixa de praia" (SOUZA, 2014, p. 02).

Nota-se a existência de falésias ativas e dunas fixas e móveis no município de Salinópolis, em

contrapartida observa-se o processo de uso e ocupação sem planejamento urbano indo de contra com as leis ambientais. Haja vista que segundo Souza (2014, p. 02) "Manguezais, restingas e dunas são exemplos de ecossistemas que não podem suportar uma intensa ocupação por estruturas urbanas convencionais, sendo que o parcelamento pode levar a destruição desses ecossistemas".

Nesse sentido, o Projeto Orla (2007, p. 61) "os ecossistemas costeiros não podem ser reduzidos a partes dissociadas entre si, sem que ocorra uma perda significativa de suas características", ao contrário disso, a ocupação das praias do Atalaia, das Corvinas em áreas de restingas e manguezais, podem trazer sérios danos tanto para a natureza, quanto a população vigente e futuras.

Verifica-se a ocupação em Áreas de Preservação Permanente, isto é, os ecossistemas costeiros no município de Salinópolis. Onde a ocupação e uso dos ecossistemas pelas especulações imobiliárias (SOUZA, 2014), culminou na devastação da vegetação primária e da retirada avassaladora da areia para a edificação de condomínios, hotéis, casas de veraneio e outras construções extinguindo as funções naturais das unidades de paisagem costeira no município.

2. Procedimentos metodológicos

Foi realizado o levantamento bibliográfico e revisão de literatura, e para isto, foi consultada a biblioteca do campus XVII da Universidade do Estado do Pará no município de Vigia de Nazaré, além de textos disponíveis na internet sobre geomorfologia costeira, unidades de paisagem, uso do solo na zona costeira, degradação costeira, planejamento urbano, planejamento na zona costeira e outros. Foi feito também levantamento documental-cartográfico da área de estudo e trabalho de campo.

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio da análise das unidades de paisagens in lócus no município de Salinópolis, com ênfase nas praias do Atalaia e das Corvinas, na zona costeira amazônica, durante a trabalho de campo realizado no mês de junho do ano de 2015. O processamento e escolhas das imagens capturadas em campo para uso no escrito realizou-se no laboratório de informática da UEPA/Vigia.

3. Unidade de paisagem segundo a taxonomia de Bertrand

São seis os níveis trabalhados por Bertrand (2004) os superiores que são "zona", o domínio, e a região, e os níveis têmporo-espaciais inferiores que são nossas unidades de análises neste trabalho. Onde o geossistema localiza-se entre a 4ª e a 5ª grandeza da escala das unidades de paisagem, "Trata-se, portanto, de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados" (BERTRAND, 2004, p. 42).

O geossistema obedece a fenômenos ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos, e hidrológicos:

O geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes...), climáticos (precipitações, temperatura...) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, PH das águas, tempos de ressecamento do solo...) (BERTRAND, 2009, p. 42).

Visto que, o geofácies e o géotopo encontram-se no interior de um mesmo geossistema, "(...) o geofácies correspondem então a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema (...)" (BERTRAND, 2009, p. 43). Portanto, o ge-

ofácies "(...) representa assim uma pequena malha na cadeia das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema (...)" (BERTRAND, p. 43, 2009).

Por conseguinte, o géotopo é a menor grandeza têmporo-espacial dentro da escala das unidades de paisagem, quase sempre, exibindo fatores distintos do geossistema e da geofácies. Além disso, o géotopo representa o refúgio de biocenoses¹ originais (CHRISTOFOLETTI, 1999). Diante disso, classificamos as unidades de paisagem aqui trabalhadas de manguezal enquanto geossistema; e as praias e dunas consideradas enquanto geofácies.

4. Caracterização da área de estudo

Conforme Figura 01, o recorte espacial dessa pesquisa encontra-se no município de Salinópolis, que hierarquicamente pertencente à microrregião do salgado e à mesorregião do Nordeste Paraense, cerca de 222 km ao norte da capital Belém. Este município limita-se com: a leste com o município de São João de Pirabas, ao sul do município de São João Pirabas e Maracanã, a oeste com o município de Maracanã e ao norte com o oceano atlântico. Sob as coordenadas geográficas: 0°36' / 0°48' S e 47°15' / 47°24' W (IDESP, 2014).

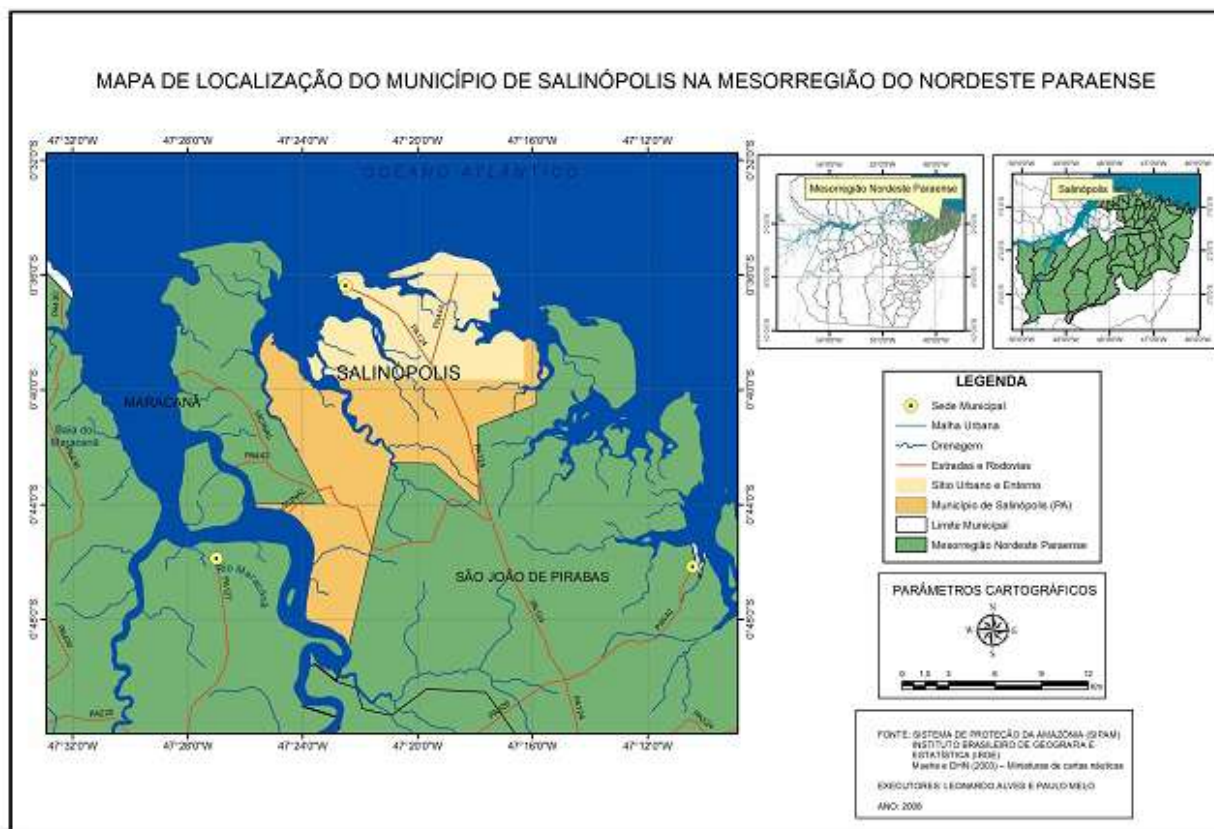


Figura 01 - Mapa de localização geográfica do município de Salinópolis.

Fonte: Melo (2008).

Salinópolis compõe a zona costeira brasileira, do litoral norte (litoral Amazônico). Esta região apresenta um clima com altas temperaturas devido à proximidade com a linha do equador. Em relação à estrutura geológica do município, esta composta pelos sedimentos terciários que fazem

¹É o conjunto de populações de diversas espécies que habitam uma mesma região num determinado período (GOMES, 1986).

parte da Formação Barreiras² e sobre litotipo que são rochas sedimentadas da Formação Pirabas³, e ainda Salinópolis coopta o macrocompartimento do Litoral de Rias (IDESP, 2014).

Em decorrência de o município fazer parte do litoral de rias, sua vegetação se caracteriza por solos de terra firme e várzea. Na terra firme, devido à ação antrópica, que modificaram a vegetação primária, mas ainda é possível apreciar pequenos tratos isolados da floresta tropical úmida, e ao subtipo densa platôs Pará-Maranhão, além disso, a presença do geossistema costeiro de manguezal é característico dos aspectos terrestres e marinhos.

Vale ressaltar que, no que concerne ao âmbito do planejamento, a origem do município de Salinópolis ocorreu em 1656, no governo de André Vidal Negreiro. Com o projeto de estabelecer uma atalaia, que segundo o Idesp (2014) eram pontos estratégicos para vigiar e prevenir o afundamento de embarcações na costa paraense.

Em virtude disto, a região se desenvolveu rapidamente, originando um povoado denominado de salinas, nome oriundo da existência de uma salina em seu território, cuja exploração se deu no período colonial, posteriori nos anos de 1882 a freguesia de Nossa Senhora do Socorro de Salinas foi elevada à condição de município.

4.1 Análise das unidades de paisagens perceptíveis em campo

4.1.1 Praia do Atalaia

A praia é um ecossistema constituído pelo acúmulo principalmente de sedimentos como: areia, rocha, conchas, etc. Seu limite estende-se desde a linha da maré baixa até o ponto mais alto da mesma, delimitados por mudança de materiais formados ou por expressão fisiográficas, como a falésia⁴ ou linha de vegetação permanente (CORREA, SOVIERGOSK, 2005, p.20).

Segundo El-robrini (2010) *apud* Souza (2014, p. 02), a dinâmica praial colabora para a modificação paisagística da zona costeira, pois são "altamente dinâmicas e não fixas no tempo e muito menos no espaço" sendo estas paisagens transformadas de forma acelerada por meio da ação humana.

Conforme Mueher (2011, p. 291):

As praias são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentar mobilidade, se ajustam as condições de ondas e maré. Representam, por essa razão, um importante elemento de proteção do litoral, ao mesmo tempo em que são amplamente usadas para o lazer.

Nota-se na praia do Atalaia, a ocorrência de inúmeros elementos constituintes do dinamismo paisagístico, verificou-se a granulometria fina e intenso movimento das areias por influência eólica, esta unidade de relevo geofácia (praia) é berço de vários componentes morfológicos, e depósitos de sedimentos, conforme demonstrado na Figura 02 a presença de sedimentos composto de restos de animais marinhos da formação pirabas.

²A Formação Barreiras no nordeste do estado do Pará é recoberta discordantemente por uma variedade de estratos oxidados, de coloração vermelha clara a amarela pálida. (TATUMI, 2008, p. 01).

³A Formação Pirabas foi caracterizada por Maury (1925) como uma "fauna procedente dos calcários aflorantes na foz do rio Pirabas, além de propor formalmente a denominação Formação Pirabas para os calcários, datá-la como do Mioceno Inferior e correlacionar, pela primeira vez, a sua paleofauna com a de unidades litoestratigráficas sincrônicas da região Caribeana". (MAURY, 1925 *apud* TÁVORA, 2010, p. 208).

⁴É considerado um ressalto não coberto pela vegetação, com declividades muito acentuadas e de alturas variadas, localizado na linha de contato entre a terra e o mar (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 133).



Figura 02 - Sedimentos compostos por restos de animais marinhos oriundo da formação pirabas.

Vale ressaltar que dentre os inúmeros sedimentos encontrados na morfologia praial, alguns desses depósitos são de origem glaciais, característicos dos oceanos, tais como a Formação de Pirabas, que são sedimentos de animais marinhos, verificamos ainda formações antigas e recentes de barreiras, e pós-barreiras segundo as autoras:

A separação continental entre a América do Sul e a África, a partir do final do Cretáceo, foi o marco inicial para a instalação dos principais componentes da estrutura tectônica regional {...} Tal estrutura controlou a amplitude dos eventos transgressivos e regressivos do nível marinho, bem como a deposição de todo o pacote sedimentar cenozóico, constituído pela Formação Pirabas e pelo Grupo Barreiras/Pós-Barreiras (ROSSETTI, 2001; COSTA ET AL., 2002; SOARES JÚNIOR, 2002 *apud* FRANÇA, PIMENTEL, 2012).

Os depósitos da Formação Barreiras e da porção inferior do Pós-Barreiras⁵ são representados por camadas heterolíticas de argilitos e arenitos, com estruturas decorrentes do preenchimento em ambientes costeiros de planícies de maré, manguezal e canais de maré, durante os eventos transgressivos (FRANÇA; PIMENTEL, 2012). Visualizamos esses sedimentos na margem da praia, tendo possibilidade de verificarmos os restos de animais marinho.

Pós-Praia (*Backshore*) é a

Zona que se estende do nível do mar na maré alta de sizígia até a base de uma falésia, duna, terraço marinho, linha de vegetação permanente. Esta zona é esporadicamente

⁵A formação desses estratos ocorreu no final do Pleistoceno tardio ao Holoceno. (TATUMI *et al.*, 2008).

atingida pelas ondas de tempestade, que pode ali desenvolver uma berma de tempestade, atingir o seu limite superior ou mesmo ultrapassá-lo. (SHORT; MASSELINK, 1999 *apud* BRAGA, 2009).

Para se entender a dinâmica desta unidade de relevo, deve-se observar que as construções ocuparam quase todo a pós praia, a qual se configura como estreito, uma vez que a maré alta alcança as edificações, as quais se encontram onde outrora eram espaços de existência de dunas, restingas, e manguezais.

Conforme a Figura 03, Estirâncio (*Foreshore*) é compreendido como a Zona praial situada entre o nível do mar na maré alta e o nível de mar na maré baixa. (SHORT; MASSELINK, 1999 *apud* BRAGA, 2009).



Figura 03 - Representação do Estirâncio praial na paisagem.

É no estirâncio praial que há maior circulação de turistas, quando o nível da maré está baixo se aproveita os usos como: pôr as cadeiras, as mesas, faz-se passeios com automóveis, dentre outros. Essas atividades são possíveis devido o estirâncio do Atalaia não ser constituído apenas por extratos lamosos, mas por um cordão arenoso consistente. Partindo desse pressuposto, é possível segundo Muehe,

Caracterizar a praia como uma unidade de relevo que se encontra permanentemente em equilíbrio dinâmico. Isto significa que qualquer modificação nos fatores e agentes controladores de sua dinâmica, seja natural ou antrópica, pode influenciar diretamente na sua morfologia, ou seja, nos processos de erosão e acreção sedimentar. (MUEHE, 1994 *apud* BRAGA 2009, p. 17)

Isto é, a praia possui dinamismo próprio, o que precisa observar e planejar são os usos indevidos de áreas vulneráveis a ações antrópicas. Christofolletti (1980) assinala que as formas de relevo litorâneas podem resultar tanto da ação erosiva como da deposição. Então, Compete destacar um dos principais modeladores da configuração praial são as ondas, estas sendo responsáveis pelo depósito de areia, formadores do desenho das praias, tais produções mudam seu percurso natural quando da ação antrópica no meio, ocasionando a reconfiguração da paisagem.

4.1.2 Apropriações e relações antrópicas na morfologia praial

Na praia do Atalaia observa-se a cultura de atração de inúmeros turistas, o que ocasiona intenso fluxo de veículos que se misturam com os veranistas no estirâncio praial, esta situação leva a ocorrência de problemas ambientais como a compactação da camada superficial de areia e problemas sociais, colocando em risco a segurança dos frequentadores (SOUZA, 2014). Uma vez que não há sinalização, e nem fiscalização, a probabilidade de ocorrer acidentes se intensifica.

Pode-se observar também, os inúmeros bares e restaurantes que se fazem presentes na praia do Atalaia, essas casas comerciais, dentro da zona praial provoca alguns problemas socioambientais, pelos seguintes problemas: não se tem fossa domiciliar, algumas residências despejam resíduos em campo aberto, os bares estendem suas mesas e cadeiras em toda a praia, inclusive quando está na baixa mar, utilizando o estirâncio como área econômica e comercial, logo, a quantidade de lixo despejado no mar aumenta.

Vale ressaltar a construção de inúmeras residências de luxo sobre as dunas, restingas, e manguezais, estas unidades de paisagem, passam por intensa influência da ação antrópica, que deve-se à expansão urbana, que conforme Figura 04, são construções de segunda residência, que além de estarem em uma zona de vulnerabilidade ambiental, despejam resíduos domiciliares conforme Figura 05, poluindo as águas do atalaia.

Nesse sentido, as ações antrópicas contribuem para as transformações ao longo da zona costeira paraense como expõem Braga (2009, p. 16) "Os fatores antrópicos correspondem às atividades de uso ao longo da costa e das zonas praiais, incluindo a retirada de areia, as construções sobre as praias: restaurantes, residências, espigões etc."

Observaram-se processos de arrebentação, próximo às construções das residências, muros e cercas já se mostram em processo de erosão. No entanto, o processo de arrebentação é natural, são as construções que se encontram sob dunas e restingas, portanto, foi à ocupação indevida que eliminou suas funções naturais no ambiente.



Figura 04 - Segunda residência na Praia do Atalaia.

Figura 05 - Resíduos domiciliares lançados na praia do Atalaia.

4.1.3 As dunas da praia do Atalaia e as atuações antrópicas

Salinópolis é uma cidade litorânea que possui em sua paisagem costeira dunas de variáveis morfologias, que vem sendo intensamente transformadas na praia do atalaia, tanto por influências naturais, quanto sob a ação antrópica nas unidades dunares. Segundo Suguio (1992) As dunas são colinas de areias acumuladas por atividade dos ventos, mais ou menos recoberto por vegetação. Seguindo a conceituação de dunas os autores expõem:

No litoral brasileiro existem vários depósitos eólicos, dentre muitos há os Campos de dunas ativas e lençóis de areia - possuem considerável dimensão (centenas ou milhares de quilômetros quadrados de extensão), que representam volume muito grande de areia e as Dunas "semi-fixas" ou vegetadas - dunas frontais incipientes exclusivas de áreas costeiras com rupturas de deflação eólica que, quando são alongadas e representadas por dunas parabólicas, exibem rastros lineares residuais, ou retrocordões. (SALES; PEULVAST, 2002 *apud* ALMEIDA; SUGUIO, 2012, p. 474)

Dunas costeiras se formam em locais em que a velocidade do vento e a disponibilidade de areias praias de granulometria fina são adequadas para o transporte eólico (MUEHER, 2011). Conforme observamos em campo e que podemos considerar de relevância neste trabalho, são as unidades dunares que diagnosticamos na praia do atalaia, algumas com pouca vegetação, outras todas recobertas, e a existência de dunas com nenhuma vegetação, onde a força eólica movimentava grande granulometria, por ser esta de textura fina, o vento movimenta com mais intensidade, uma vez que não tem proteção de vegetações.

Com relação à ação antrópica sobre estas unidades de relevo (geofáceis), podemos destacar o que Melo nos aponta,

A atual dinâmica é influenciada pela valorização econômica, que multiplica os pontos de desmatamentos, além da remobilização sedimentar feita pela retirada de areias das dunas para a implantação de condomínios nas áreas de ocorrência e migração delas. Cabe ainda ressaltar que o aporte de sedimentos para as dunas fica comprometido pelo efeito tapume das barracas, dispostas longitudinalmente no pós-praia. (MELO, 2008, p. 19)

Já foi mencionado acima que a expansão urbana e as especulações imobiliárias acarretam modificações na dinâmica paisagística da praia, ora por que ocupam áreas de risco e vulnerabilidade ambiental, ora porque grande parte das dunas do atalaia é composta por granulometria fina e clara, e como é possível circular automóveis no estirão praias, muitas construções são efetivadas com a retirada das areias dos componentes dunares.

As dunas são de grande relevância, para a proteção da zona costeira, uma vez que "protegem áreas adjacentes às costas, contra os efeitos de marés altas excepcionais (de sizigia), ventos de tempestade e invasão de areia" (ALMEIDA; SUGUIO 2012, p.479). Ou seja, hipoteticamente se no lugar das residências, houvessem as dunas e as restingas, elas seriam elementos naturais que protegeriam outras residências, o que não ocorre, uma vez que as mesmas já sofrem erosão, por ocuparem a delimitação do pós praia.

Outro fator importante é que a praia do Atalaia já chama a atenção pela extensão do estirão praias que possui quando a maré está baixa, um dos elementos de grande relevância turística que é o "lago da coca-cola" conhecido assim pela sua cor escura. Este é constituído ao seu redor por lençóis de areias, que configuram uma paisagem dunar exuberante, tornando-se também grande

potencial turístico. Como vem afirmar Souza (2014, p. 05) "os recursos naturais e paisagísticos, presentes no município de Salinópolis como, por exemplo, dunas, manguezais, e praias são responsáveis por sua importância econômica estratégica".

Almeida e Suguio (2012) nos apontam:

Importância cultural, paisagística e ecológica, as dunas situam-se em área de patrimônio público da união, onde devem ser desenvolvidos esforços de preservação, pois são altamente valiosos para usos educacionais, culturais e recreativos por diversos segmentos da sociedade (ALMEIDA, SUGUIO 2012, p. 479)

As dunas litorâneas estão sob a jurisdição da união, e além de ter uma das funções a defesa costeira, é responsabilidade do governo fiscalizar retiradas ilegais de areia para construções de edificações, uma vez que esta atividade ocasiona reconfiguração da paisagem dunar, além de alterar a dinâmica natural desta unidade de relevo.

4.2 Manguezal na Praia das Corvinas

O ecossistema de mangue, segundo Lima (1995), ocupa cerca de 40.000 ha no litoral paraense. Os manguezais são geossistema de formações pioneiras alagáveis flúvio-marinhas, está sujeito a dinâmica de marés, e associa-se às margens de baías, enseadas, desembocaduras de rios, barras, lagunas e reentrâncias da zona costeira, isto é, onde incide encontro de águas de rio com a do mar ou com a costa.

Na extensão da zona costeira os manguezais desempenham inúmeras funções naturais de grande relevância para demais geossistemas e para economia, os manguezais são exportadores de matéria orgânica para o estuário, contribuindo produtividade de forma primária na zona costeira e são possuintes de uma vasta riqueza biológica como peixes, moluscos e crustáceos e ainda se consagram como verdadeiros berçários, criadores e moradia de fauna aquática concomitante a terrestre. Vale elucidar a importância do geossistema de manguezais para o homem como fonte de renda e subsistência, na retirada de moluscos, peixes e crustáceos (MACIEL, 2009).

Por conseguinte, ressalta-se principais espécies de mangue encontradas no litoral paraense *Laguncula recemosa* (mangue branco), *Avicennia sp* (mangue preto, canoé), *Conocarpus erectus* (mangue de botão) e o *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), demonstradas na Figura 06.

O *Rhizophora mangle* ou mangue vermelho é uma planta, que quando sua casca sofre o processo de raspagem a cor aparente é o vermelho, espécie encontrado durante a pesquisa de campo na praia das Corvinas, município de Salinópolis (LIMA, 1995).



Figura 06 - Vegetação de Mangue do tipo *Rhizophora mangle* ou mangue vermelho, presente na Praia das Corvinas em Salinópolis.

Além disso, foi observada a especulação imobiliária nas áreas de manguezais e de restingas, esta como sendo uma planície arenosa costeira, de gênese marinha considerada áreas inapropriada para construções devido à alta dinâmica, tendo em vista que esses solos passam por impactos por estarem localizados em uma região litorânea. Contudo, a rede hoteleira, o comércio e as casas de segunda residência, transformam recortes espaciais dessas unidades de paisagem naturais em paisagem urbanas para atender o grande contingente de turista nos meses de janeiro e julho. Assim afirma (Almeida (2008); Mendes (1997); Tenório *et al.* (2007) *apud* Almeida 2013, p. 161):

As praias do Maçarico e das Corvinas, localizadas no Município de Salinópolis são exemplos de locais altamente frequentados nos meses de alta estação, que vêm sofrendo um processo de ocupação, com a construção de casas, hotéis, pousadas e estabelecimentos comerciais próximos a faixa praial que implicam a modificações ambientais.

Com isso, os Impactos ambientais associados a aterro, desmatamento, queimadas, deposição de lixo, lançamento de esgoto, especulação imobiliária, pesca predatórios são responsáveis por alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos geosistemas abordados na pesquisa de campo no município de Salinópolis, no estado do Pará.

5. Uso das unidades de paisagem como instrumento adequado ao planejamento urbano

O processo de urbanização em Salinópolis vem se intensificando na medida em que estruturas vão sendo implantadas para que a paisagem fique mais atrativa aos turistas, ocasionando uso inadequado e irregular das unidades de paisagens que se encontram na zona costeira (BRITO, 2004).

Desta maneira, está submetida a constante pressão, pelas várias formas de uso e ocupação do solo, juntamente com fatores naturais, geram transformações ambientais, afetando áreas ecológicas tais como manguezais, dunas e praias. Sendo que para este processo de ocupação, são raros os projetos de planejamento na mitigação da degradação ambiental (SOUZA, 2012). Nessa perspectiva estes autores esclarecem acerca do planejamento que "O processo de planejamento urbano tem como propósito ordenar, articular e equipar o espaço, de maneira racional, direcionando a malha urbana, assim como suas áreas ou zonas, a determinados usos e funções". (HONDA, *et al.*, 2015, p.64).

Ainda sobre planejamento urbano, cabe destacar que;

[...] planejamento urbanístico deve traduzir metas para o setor público e privado, pretendendo a transformação dos espaços, ou o estímulo a certas atividades, ou a manutenção de determinadas áreas para que, vista no conjunto, a cidade se equilibre nas suas múltiplas funções (DI SARNO, 2004, p. 55 *apud* HONDA, *et al.*, 2015, p.64).

O que ocorre em Salinópolis é uma expansão urbana turística, sem a devida fiscalização legislativa, sem planejamento que busque a qualidade de vida; as políticas públicas são incipientes ao tratar da preservação de ambientes que são considerados vulneráveis. O que se observa é a realização de políticas voltadas para o serviço ao turista, que em busca do que considera melhor, constrói uma segunda residência, em cima de dunas e restingas, desequilibrando o processo de funcionalidade natural das unidades de paisagem.

Importante destacar também que quando ocorre o processo de urbanização sobre sistemas naturais, sem um planejamento e uma gestão adequados, com mitigação dos danos, acontece fortemente a degradação ambiental, reduzindo as possibilidades de implementação da sustentabilidade das cidades (HONDA, *et al.*, 2015, p.66).

Neste sentido, entendemos que as políticas de embelezamento da paisagem, perceptíveis na praia do Atalaia com infraestruturas modernas urbanas, construções de segunda residência e na orla do maçarico, com a contradição da ponte de concreto que passa pelo manguezal com acesso a praia da Corvina, Trecho do geossistema de formações pioneiras alagáveis flúvio-marinhas, são voltadas para o público externo, não se comprometendo com o povo local e nem com a paisagem natural (MELO, 2008).

Sendo assim, usos de unidades de paisagem irregular, demonstram o descaso ambiental, provocado por falta de políticas que visem à preservação dos ambientes naturais. A ocupação do geossistema de mangue não provoca um prejuízo apenas ecológico, com o comprometimento dos berçários da fauna marinha, mas, sobretudo para a geomorfologia e biogeografia, uma vez que a mudança no ambiente natural podem ocasionar a secagem das árvores ou sua morte (MELO 2008).

Assim, o espaço litorâneo tem sido submetido à intensa pressão exercida pelas diversificadas formas de ocupação e uso do solo que, junto com os condicionantes naturais, destacam-se como fatores que ocasionam ou aceleram mudanças ambientais, comprometendo áreas de valor ecológico diversificado como restingas, manguezais, dunas e praias. Por outro lado, o processo de ocupação que quase nunca é acompanhado de um planejamento adequado, impulsiona problemas relacionados à restrição direta ou indireta do acesso a espaços destinados à coletividade. (SOUZA, 2012, p.15)

Isso posto, a Constituição Federal de 1988 vem nos lembrar da responsabilidade que todos têm em preservar o meio ambiente em seu artigo 225. Onde, "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". No entanto, a falta de planejamento efetivo e políticas públicas voltadas para o bem estar da população e do meio ambiente, acarretam por meio de atuações turísticas e estruturas urbanas, desequilíbrio no mangue, nas dunas, e nas praias devido ao uso inadequado dos mesmos. Sendo assim,

As análises ambientais, alicerçadas em estudos setoriais ou integrando atributos físicos, econômicos e sociais de dado espaço, permite assinalar, em escalas locais ou mesmo regionais, categorias específicas de identificação e avaliação de impactos ambientais, avaliação de recursos naturais, reconhecimento de áreas de riscos geoambientais, avaliação da vulnerabilidade da área à ocorrência de eventos naturais que possam resultar em quadros de impactos catastróficos. (AMORIM E OLIVEIRA, 2008, p.179).

Desta forma, analisar as áreas de vulnerabilidade ambiental, torna-se imprescindível, na efetivação de práticas de políticas públicas, para o bem estar da população, e do meio ambiente, uma vez que ao identificar e analisar espaços litorâneos inviáveis para usos e ocupações, pode-se diagnosticar causas e efeitos degradáveis decorrentes de ações antrópicas. Neste contexto apontamos algumas políticas que deveriam ser efetivadas visando, o bem estar da coletividade,

O PNGC (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro) estabelece a necessidade dos Estados e Municípios criarem seus programas de gerenciamento costeiro ou de ações articuladas com o Projeto Orla, mas como este não prevê investimentos diretos, ou seja, repasses de recursos da esfera federal para a municipal, mas somente a capacitação dos técnicos municipais para a realização de projetos, a maioria dos municípios não aderiram. De todos os municípios costeiros do Estado do Pará, somente Belém e Salinópolis fazem parte do Projeto Orla, sendo o primeiro ainda de forma muito incipiente e o segundo apenas no papel. (MELO 2008, p.35).

Contudo, o modelo de planejamento urbano em Salinópolis acaba convencendo a população, de que quanto mais valorizar a imagem da Cidade, melhor para que os mesmos usufruam das infraestruturas urbanizadas. No entanto, a política urbana aplicada no município se diverge das prioridades que deveriam ser para o bem estar da coletividade, utilizando recursos na promoção econômica visando principalmente o público externo (SOUZA, 2004).

O planejamento não deve ser visto apenas como um conjunto de listas, mas por meio de mapeamentos das unidades de paisagem identificar as áreas de vulnerabilidade, podendo classificar o grau de sensibilidade dos ambientes costeiros. Pois, o descaso torna-se presente, devido aos

avanços técnicos, com as estruturas de engenharias, e a busca contínua de lucrar com o aumento do turismo, especulação imobiliária, dentre outros (MELO 2008).

Por fim, vale refletir sobre as considerações de VILLAÇA (2000), enquanto não for superada a concepção ideológica do planejamento urbano, em que os planos permaneçam puramente como algo técnico, vindo de cima para baixo, sejam eles planos diretores, estratégicos, onde não despertam o interesse dos excluídos, dos políticos, e enquanto manterem a ideia tecnocrática, não há esperança para o planejamento urbano no Brasil. Uma vez que todos estão fartos de saber quais são os problemas urbanos, e as dificuldades, o que se precisa é de interesse político, na efetivação das políticas públicas.

6. Considerações

Neste trabalho evidenciou-se a ocupação e o uso irregular das unidades de paisagem em Salinópolis, uma vez que a atividade turística nas praias do município provocam mudanças no espaço litorâneo. Neste sentido, observou-se uma ocupação intensa pela especulação imobiliária nas praias do Atalaia e das Corvinas.

Verificou-se uma vasta infraestrutura, tanto nas áreas de manguezal, quanto na área litorânea que correspondem as áreas de dunas, a existência de arquiteturas não adequadas à legislação ambiental em Áreas de Preservação Permanente. Os problemas causados pela ação antrópica ocasionam perdas imensuráveis nos ecossistemas costeiros, propiciando alterações irreversíveis na configuração da paisagem natural.

Desta maneira, torna-se imprescindível o planejamento urbano como instrumento adequado ao uso e ocupação das unidades de paisagem na extensão costeira, em Salinópolis, visto tratar-se de áreas vulneráveis a fenômenos naturais, acelerados pela desenfreada ação antrópica sem planejamento sustentável.

Referências

ALMEIDA, José Ricardo de; SUGUIO, Kenitiro. **Potencialidade Geoturística das Dunas Eólicas da ilha comprida**. Estado de São Paulo: UNESP, Geociências, v. 31, n. 3, p. 473-484, São Paulo, 2012.

ALMEIDA; Neto. **Ocupação e uso das praias do maçarico e das corvinas (Salinópolis/PA): Subsídios à gestão ambiental**. Amazônia em Foco. Edição Especial: Empreendedorismo e Sustentabilidade, n. 1, p. 160-178, Out/2013.

AMORIM, Raul Reis; OLIVEIRA, Regina Célia de. **As Unidades de Paisagem Como Uma Categoria de Análise Geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (2): 177-198, Dez, 2008.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. Curitiba: Editora UFPR, n. 8, p. 141-152, 2004.

_____, C. G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Org.: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Massoni, 2009.

BRAGA, Ronaldo Cruz. **Análise da instabilidade física da zona costeira de Salvaterra e Soure, ilha do Marajó- PA**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia- PPGeo- Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília/DF: Senado, 1988.
- BRITO, Francinete Maria Oliveira de. **Salinópolis-PA: (Re) Organização Sócio Espacial de um Lugar Atlântico Amazônico**. (Dissertação) (Mestrado em Geografia), Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- CORREIA, Monica Dorigo; SOVIERZOSKI, Hilda Helena. **Ecossistemas marinhos: recifes, praias, e manguezais**. ED.Ufal, Maceió/Alagoas, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP, 1980.
- _____, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher. 1999. 236 p
- EL-ROBRINI, Maamar. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Meio Ambiente. **Uso do solo em orlas estuarinas e fluviais da Amazônia Brasileira**. WORKSHOP de Readaptação metodológica do Projeto Orla: Orlas fluviais, estuarinas e marítimas da Amazônia Brasileira, Mosqueiro - PA, 22 a 24 de setembro de 2010.
- FURTADO, Ana Maria Medeiros; PIMENTEL, Márcia Aparecida Silva. **Degradação ambiental e cultural na zona costeira do nordeste paraense: estudo de caso no município de Curuçá-PA**. VI Seminário Latino Americano de Geografia física: Universidade de Coimbra, 2010.
- FRANÇA, Carmenta Ferreira de; PIMENTAL, Márcia Aparecida da Silva. **Diversidade Paisagística das Margens oeste e leste da baía de Marajó, Pará, norte do Brasil**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.3, N.4, p. 900-910, 2012.
- GOMES, A. de C. **Mecanismos e significado epidemiológico da domiciliação**. Rev. Saúde públ., São Paulo, 20:385-90, 1986.
- GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/ organização**. – 10ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.474.
- Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará (IDESP). **Estatística municipal: Salinópolis** 2014.
- HONDA, S. C. de A. L.; VIEIRA, M. do C.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. **Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP)**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), 2015 jan./abr., 7 (1), 62-73.
- LIMA, R.R.;TOURINHO, M.M.; COSTA, J.P. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira: características e possibilidades agrícolas**. Belém: FCAP, 2001.
- MACIEL, I. L. S. **O Mangue como unidade Geográfica de análise: o espaço de vivência e produção comunitária nos manguezais da comunidade de Jutai no município de São Caetano de Odivelas – PA**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa De Pós-Graduação Em Geografia – Ppgeo – Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.
- MELO, Paulo Alves de. **Apropriação da Natureza e Sensibilidade de Paisagens Costeiras: proposições para a gestão ambiental da área urbana de Salinópolis (PA)**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo – da Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1994, 253-308p.

PROJETO ORLA. **Subsídios para um projeto de gestão. Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Brasília: MMA, 2007, 103p.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. São Paulo: T.A. Queiroz (Ed.) Ltda, 1992, 171p.

SILVEIRA, J. D (1964). **Morfologia do litoral**. In: Azevedo, A. (ed). **Brasil: a terra e o homem**. Companhia editora Nacional, São Paulo. Volume 1: 253-305p.

SOUZA, Geisa Bethânia Nogueira de. **Ocupação e Uso do Solo na Ilha do Atalaia, Salinópolis (PA): análise socioambiental do litoral amazônico brasileiro**. VII Congresso Brasileiro de geógrafos (AGB). Agosto de 2014, vitória/ES.p.1-12.

SOUZA, Geisa Bethânia Nogueira de. **Uso do solo da Ilha do Atalaia no Município de Salinópolis (pa): desafios para o reordenamento territorial**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia -PPGE-DAM. Núcleo de Meio Ambiente – NUMA – da Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SOUZA, Deiliany Lima de. **Urbanização Turística, políticas públicas e desenvolvimento: o caso de Salinópolis/PA**. Geografia em questão. v.07, n. 01, 2014 .65-86p.

TATUMI, Sonia H. et al. **Datação de sedimentos Pós-Barreiras no Norte do Brasil: implicações paleogeográficas**. Revista Brasileira de geociências, 38 (3): 514-524 p., setembro de 2008.

TÁVORA et al. **Localidades fossilíferas da Formação Pirabas (Mioceno Inferior)**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 5, n. 2, p. 207-224, maio-ago. 2010.

VILLAÇA, Flávio. **Perspectiva do planejamento urbano no Brasil hoje**. Campo Grande, Junho, 2000.

SIG APLICADO À GESTÃO AMBIENTAL: UM OLHAR PARA O ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTI (CE)

MARA MACHADO DA CUNHA
EMANUEL LINDEMBERG SILVA ALBUQUERQUE

Resumo

O presente estudo, fundamentado em revisão de literatura, propõe-se analisar a importância e o uso dos SIGs na gestão ambiental, dando ênfase ao alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti, localizado no estado do Ceará. Os objetivos são: i) levantar informações sobre o uso de geotecnologias no estudo ambiental; ii) descrever a utilização dos SIGs aplicados à gestão ambiental e; iii) indicar as potencialidades das geotecnologias na compreensão integrada do ambiente. Nesta perspectiva, visa retratar a questão do uso racional dos recursos naturais frente as mais diversas potencialidades e limitações geoambientais. Portanto, destacam-se as ferramentas de SIGs, que em conjunto com o geoprocessamento e sensoriamento remoto, constituem-se em instrumentos que se mostram eficazes no processo de gestão ambiental em suas mais diversas escalas de análise.

Palavras-chave: Geotecnologias; Ambiente; Rio Poti.

Abstract

The present study, based on literature review, it proposes to analyze the importance and use of GIS in environmental management, emphasizing the upper course of the river basin Poti, located in the state of Ceará. The objectives are: i) to gather information on the use of geotechnology in the environmental study; ii) to describe the utilization of GIS applied to environmental management and; iii) to indicate the potential of technology in integrated understanding of the environment. In this perspective, aims to portray the issue of rational use of natural resources across the diverse potentials and geo-environmental limitations. Therefore, stand out the tools of GIS, which in together with the geoprocessing and remote sensing, constitute in instruments that have proven effective in the environmental management process in its various scales of analysis.

Keywords: Geotechnology; Environment; Poti River.

1. Introdução

A constante influência do homem no meio natural é uma importante temática a ser discutida no âmbito científico, principalmente quando esse estudo está voltado para a preservação e conservação dos recursos naturais. Assim, faz-se necessário o conhecimento pormenorizado do ambiente com vista ao planejamento adequado e sustentável.

Os avanços técnico-científicos que vêm sendo desenvolvidos na modernidade confirmam um aumento significativo na disponibilidade de ferramentas tecnológicas, bem como sua inserção nos estudos voltados à análise ambiental, a fim de facilitar o acesso aos mais diversos tipos de dados e/ou informações que servem como base a gestão ambiental.

O estudo em epígrafe propõe-se analisar a importância e o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) na gestão ambiental, dando ênfase ao alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Figura 01), localizado no estado do Ceará, destacando: i) as informações sobre o uso de geotecnologias no estudo ambiental; (ii) a utilização dos SIGs aplicados à gestão ambiental e; (iii) as potencialidades das geotecnologias na compreensão integrada do ambiente.

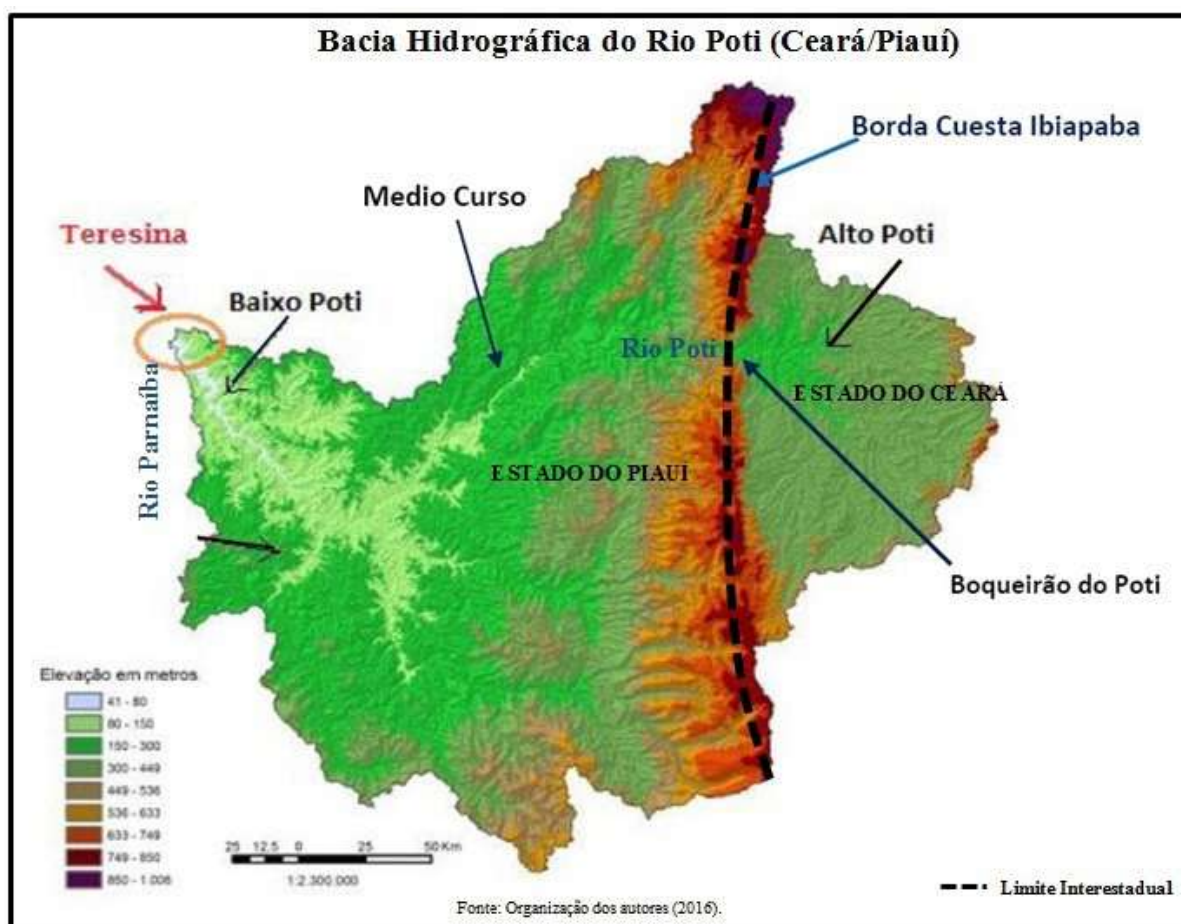


Figura 01 - Bacia Hidrográfica do Rio Poti (Ceará/Piauí): alto, médio e baixo curso fluvial.

Neste viés de análise e reflexão, destaca-se o uso dos SIGs como instrumentos que servem de subsídio aos estudos ambientais. Desta forma, analisar a importância do uso de geotecnologias aplicadas à gestão ambiental é fator imprescindível para uma melhor avaliação e manutenção dos recursos naturais. Vale ressaltar, ainda, que para garantir a manutenção destes recursos, é necessá-

rio um conjunto de ações que extrapolam a esfera instrumental, tendo em vista o jogo de relações presente na sociedade.

Na perspectiva de compreender o conceito de SIG aplicado à gestão ambiental, pauta primordial do presente trabalho, é de fundamental importância constatar a interligação que há entre os conceitos básicos que norteiam o entendimento do tema proposto, dentre os quais merece destaque: gestão ambiental e geotecnologias (sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas e geoprocessamento).

Nesta perspectiva, há uma estreita relação entre sociedade e natureza, em que o homem atua modificando e organizando o espaço. Este ato de gerir o ambiente comanda as atividades humanas para que estas possam de alguma forma maximizar e/ou mitigar o impacto sobre o meio natural.

Portanto, esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação vigente, em consonância com o uso adequado dos recursos naturais. Ressalta-se, nesse sentido, a importância do surgimento e evolução das geotecnologias para uma análise mais pormenorizada do espaço geográfico.

Destaca-se, conforme Moraes (1992), que a tecnologia, de uma forma geral, incluindo aqui as geotecnologias, vem sendo aperfeiçoada e hoje pode ser aplicada para diversas finalidades, como o mapeamento de áreas naturais. Esta tem como finalidade estudar o ambiente terrestre frente as suas mais diversas manifestações.

Destarte, a geração, utilização e publicação de informações georreferenciadas tem sido importante para diversas atividades humanas, pois a análise espacial de fenômenos geográficos é uma forte aliada nas ações voltadas ao planejamento (HUBNER e OLIVEIRA, 2008), como objetiva-se para o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará).

2. Procedimentos metodológicos

A respeito dos procedimentos e técnicas utilizadas na pesquisa, estas se deram, essencialmente, por meio de revisão de literatura, que consistiu em levantamento e análise de fontes bibliográficas, compreendendo livros, artigos, dissertações e teses com o intuito de subsidiar as análises das informações pertinentes ao tema em questão.

Salienta-se que o estudo em pauta compreende uma etapa inicial do Projeto de Pesquisa cadastrado na Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) que é intitulado: Análise Geoambiental e Mapeamento das Áreas Degradadas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Poti: Geoprocessamento Aplicado ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais, pesquisa esta vinculada ao Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (Laboratório de Geoambiente) do Curso de Geografia da mencionada Instituição.

Desta forma, esta etapa da pesquisa (revisão de literatura) subsidiará o: i) desenvolvimento de estudos que tratem da questão hídrica dentro do contexto semiárido nordestino; ii) políticas públicas que tenham como objetivo o manejo e conservação dos recursos naturais em bacias hidrográficas; iii) incremento de pesquisas, no âmbito da UFPI, sobre hidrogeografia, análise geoambiental, degradação dos recursos naturais e geotecnologias; iv) inserção dos estudantes do Curso de Geografia da UFPI no desenvolvimento de pesquisas científicas (teoria e prática) e; vi) disponibilização de informações científicas que viabilizem a sustentabilidade do desenvolvimento em todo o conjunto territorial que engloba a bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará-Piauí).

Em síntese, a pesquisa em epígrafe pondera, do ponto de vista teórico, a importância do uso das geotecnologias aplicadas à gestão ambiental.

3. Resultados e discussões

3.1 Geotecnologias e suas aplicabilidades na gestão ambiental

A preocupação com o ambiente natural e as questões ambientais, dentro do contexto da modernidade, fez emergir o desenvolvimento da geoinformática, permitindo ao profissional da Geografia, e áreas afins, a incorporação de novas tecnologias que auxiliam no entendimento dos ambientes frente às diversas relações que estes mantêm com as questões humanas (OLIVEIRA; OLIVEIRA; FERNANDES, 2011).

As geotecnologias representam um grande avanço no estudo de planejamento ambiental, cujo fundamento principal é a coleta, processamento, análise e visualizações de informações com referência geográfica, possuindo em seu arcabouço técnico-metodológico premissas de processamento digital de imagens de satélite, elaboração de banco de dados georreferenciados, quantificação de fenômenos da natureza, entre outras análises, proporcionando uma visão mais abrangente do ambiente numa perspectiva sistêmica (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Ross (1994) acrescenta que as avaliações ambientais apoiada em técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, inseridas em ambiente SIG, representa um excelente suporte técnico-científico para a elaboração de zoneamentos ambientais, na perspectiva de dar suporte as políticas de planejamento estratégico em qualquer nível de gerenciamento ou governo e em qualquer território político-administrativo.

Neste contexto, os avanços obtidos com os novos sensores remotos permitem mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos ambientais com maior rapidez e precisão (FLORENZANO, 2011). Rosa (2005) destaca que o sensoriamento remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como sendo a forma de se obter informações de um objeto ou alvo sem que haja contato físico com o mesmo, em que as informações são obtidas utilizando a radiação eletromagnética, geradas por fontes naturais como o Sol e a Terra ou por fontes artificiais, como o radar.

De acordo com Fitz (2008), a ideia de espaço geográfico e de como este é construído, organizado e estruturado, traduz-se na preocupação do profissional da Geografia, enquanto pesquisador, na inesgotável busca do conhecimento pelo estudo da realidade terrestre. Assim, a necessidade do auxílio de uma ferramenta de apoio significativo corrobora com o advento e desenvolvimento dos SIGs.

De acordo com o autor mencionado, os SIGs são usados para adquirir, armazenar, tratar, integrar, processar, recuperar, transformar, analisar e manipular dados geográficos, dados estes que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável na análise.

No SIG, cada tipo de informação é armazenado em uma camada denominada plano de informação, ou seja, uma base de dados comum. Os dados podem ser armazenados e representados no formato vetorial (pontos, linhas e polígonos) e matricial (grades e imagens), com seus respectivos atributos, contendo dados alfanuméricos (FLORENZANO, 2011). Para esta autora, o SIG é a ferramenta computacional do geoprocessamento, sendo que o mesmo utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

Silva (2001) corrobora que o geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciadas, para transformá-los em informações (que é um acréscimo de conhecimento) relevantes.

Ao seguir essa linha interpretativa, ALBUQUERQUE (2012, p.63) salienta que:

Os avanços conceituais e práticos proporcionados pelas geotecnologias nos mais diver-

tos estudos que envolvem o meio ambiente geográfico são de suma importância para o uso das técnicas e ferramentas de geoprocessamento, buscando a compreensão das inter-relações com vistas à análise, comparação e cruzamento de informações obtidas por meio de dados e mapas digitais.

Neste íterim, pode-se inferir que as técnicas de análise espacial, introduzidas com o surgimento do geoprocessamento, foram desenvolvidas no sentido de facilitar a tarefa de integração e espacialização dos dados, especialmente, quando eles têm diferentes origens, tipos e formatos. Essas técnicas, além de reduzir a subjetividade nos procedimentos de análise e aperfeiçoar a integração das informações do meio natural, possibilitam a realização de uma análise qualitativa e quantitativa da paisagem a partir de modelos distribuídos (AQUINO; VALLADARES, 2013), podendo ser aplicado com robustez na gestão ambiental.

Rosa (2005) menciona que os instrumentos técnicos, com ênfase nas geotecnologias, utilizadas na Geografia, permitem uma maior interpretação e representação dos fenômenos que atuam no espaço geográfico. Vale ressaltar que as referidas ferramentas permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e formatos. No entanto, o denso embasamento teórico, metodológico e técnico deve estar aliado a uma postura crítica diante da realidade.

Para Cavalcanti (2006), a análise ambiental, com sua visão sistêmica, além de aproveitar os estudos analíticos de cada componente, integra-os dentro de um conjunto, em que são estudadas suas transformações, distribuição, dinâmica e conexões. Com base nesse princípio, a análise ambiental deve ser considerada como o estudo unificado das ciências da terra, dando uma percepção geral do meio em que vive o ser humano e onde se adaptam os demais seres vivos (SOUZA, 2000).

Neste viés de análise e reflexão, Bertrand (2004) evidencia que o estudo global do meio natural busca um repensar transdisciplinar e interdisciplinar, incluindo a perspectiva tecnológica. Desta forma, a evolução tecnológica tem permitido um aumento significativo na disponibilidade e inserção de dados ao nível das geoinformações, de modo a facilitar os estudos relacionados à análise ambiental.

Estudos recentes, tais como os realizados por Almeida (2010), Lima, Cestaro e Araújo (2010), Santos (2011), Medeiros *et al.* (2012), Zanella *et al.* (2013), Albuquerque (2015), Santos (2015), Medeiros e Souza (2015), dentre outros, podem ser mencionados como exemplos de aplicabilidade das geotecnologias na gestão ambiental.

3.2 Gestão Ambiental: um olhar para o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará)

A bacia hidrográfica do Rio Poti apresenta uma área de aproximadamente 52.270 km², dos quais 38.797 km² encontram-se no estado do Piauí e 13.473 km² no estado do Ceará. O trecho que drena este último Estado corresponde ao seu alto curso fluvial, objeto em pauta no estudo. Salienta-se que o Rio Poti é um dos grandes afluentes do Rio Parnaíba, eixo principal da drenagem piauiense.

Do ponto de vista territorial, o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti engloba no todo ou em partes os municípios cearenses de: Crateús, Novo Oriente, Quiterianópolis, Independência, Tamboril, Ipaporanga, Ararendá, Ipueiras e Novas Russas, sendo que suas nascentes principais encontram-se na Depressão Periférica à Bacia Sedimentar do Parnaíba, no estado do Ceará, o qual corresponde às Depressões Sertanejas moldadas no embasamento cristalino.

Como produto do fator geológico e climático, em associação aos outros fatores ambientais, a drenagem no alto curso fluvial do Poti se arranja numa densa rede de pequenos tributários que

descem as encostas, apresentando pequenas amplitudes altimétricas em seus perfis longitudinais e em pequenas extensões alcançam o nível de base geral do amplo pediplano cristalino, abaixo de 300 metros de altitude, executando-se os cursos d'água que retalham o *front* da Ibiapaba e que são os responsáveis pelo retalhamento dessa escarpa (LIMA, 1982).

Ao considerar os princípios da análise sistêmica, corrobora-se que os sistemas ambientais são integrados por vários elementos que mantêm relações mútuas entre si, e são continuamente submetidas aos fluxos de matéria e energia. Assim, a compartimentação em sistemas, de acordo com Souza (2000) é o produto de uma matriz de fatores e variáveis ambientais relativas ao suporte (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidrológicas e climáticas) e à cobertura (solos e cobertura vegetal) de uma determinada região.

Destarte, os sistemas ambientais (Planície Ribeirinha; Planalto Cuestiforme da Ibiapada; Sertões Ocidentais e dos Pés-de-Serra do Planalto da Ibiapaba; Sertões do Sul; Serras, Morros e Cristas Residuais) que compõem o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (estado do Ceará) encontram-se delimitados considerando-se a inter-relação dos seus elementos no tocante a sua dimensão estrutural e escultural, bem como inserido na análise das características de origem e evolução do modelado. Assim, os aspectos geomorfológicos são utilizados como um dos principais critérios para a delimitação dos sistemas ambientais, dadas as suas características de síntese dos processos ambientais (SOUZA, 2000).

Ao considerar as particularidades dos sistemas ambientais, em que os mesmos detêm certo grau de homogeneidade fisionômica, já que o ambiente natural reflete o jogo de forças antagônicas e ao mesmo tempo convergente, o qual é derivado da troca de matéria e energia, é de fundamental importância compreender as singularidades do ambiente para que seja efetivada uma gestão ambiental eficiente.

Para tal, constata-se que as geotecnologias possuem uma grande capacidade para criar e manipular dados sobre o ambiente e que existem hoje diversos programas disponíveis (*software* de geoprocessamento) que são específicos para estudos de planejamento e gestão a partir de dados ambientais. Portanto, as geotecnologias aplicadas à gestão ambiental possibilitam uma visão sinóptica de qualquer recorte espacial em suas mais diversas escalas de análise.

4. Considerações finais

Desde a última década do século XX, o campo de ação da pesquisa geográfica vem sendo influenciado por novos paradigmas do mundo moderno, sobretudo, quando atrelado ao uso das tecnologias da geoinformação, com ênfase aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Diante do exposto, constata-se que o conhecimento prévio das características do ambiente, por meio de dados de sensoriamento remoto, inserido em ambiente de geoprocessamento, pode promover uma ação conjunta entre as atividades humanas e o meio ambiente, em que a utilização das geotecnologias, além de compatibilizar e agregar diversas variáveis, potencializa a gestão ambiental.

Espera-se com este estudo preliminar contribuir nas pesquisas de cruzamento e integração de variáveis ambientais, como também instigar novos estudos na Geografia por meio das geotecnologias, de modo a subsidiar, planejar e analisar os recursos naturais de forma integrada no espaço geográfico.

Por fim, ao considerar o SIG aplicado à gestão ambiental, apresentam-se algumas ações orientativas, conforme a revisão de literatura utilizada no estudo, que podem ser adotadas no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti, estado do Ceará, tendo em vista que a bacia hidrográfica deve ser compreendida como um todo integrado, a saber: i) Reflorestamento das áreas de nascento-

tes com espécies nativas, assim como nas áreas ripárias; ii) Controle ambiental dos efluentes que são lançados *in natura* e/ou pré-condicionados, na perspectiva de diminuir as cargas pontuais e difusas de poluição, sobretudo nas áreas urbanas e; iii) Recuperação e manutenção das planícies fluviais, evitando, sobretudo, o excesso de barramentos nos canais de drenagens.

Referências

- ALBUQUERQUE, E. L. S. **Análise geoambiental como subsídio ao ordenamento territorial do município de Horizonte – Ceará**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.
- _____. **Avaliação das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras: contribuição ao ordenamento territorial do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará**. 256 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015.
- ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos**. Bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP.
- AQUINO, C. M. S.; VALLADARES, G. S. Geografia, geotecnologias e planejamento ambiental. **Geografia**, v. 22, n.1, p. 117-138, 2013.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.
- CAVALCANTI, A. P. B. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Ambiental**. Teresina, 2006.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.
- HUBNER, C. E.; OLIVEIRA, F. H. Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. COBRAC-2008. Florianópolis: UFSC, 2008. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- LIMA, I. M. M. F. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Poti**. 1982. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1982.
- LIMA, F. J.; CESTARO, L. A.; ARAÚJO, P. C. Sistemas geoambientais do município do Crato/CE. **Mer-cator**, v. 9, n. 19, p. 2-14, 2010.
- MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N.; GOMES, D. D. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Caracterização socio-ambiental do município de Caucaia (CE) utilizando sistema de informação geográfica (SIG): subsídios para o ordenamento territorial. **Geografia Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 2, maio/ ago. 2012.
- MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N. Mapeamento dos sistemas ambientais do município de Caucaia (CE). Utilizando sistema de informação geográfica: subsídios para o planejamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 25-40, 2015.

MORAES, E. M. L. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

OLIVEIRA, E. D.; OLIVEIRA, E. D.; FERNANDES, F. Breve debate sobre a questão ambiental e a teoria sistêmica na geografia física. **Revista Formação**, n.17, v. 1, p. 3-12, 2011.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n. 8, p.63-74. 1994.

SANTOS, J. O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza - CE: contribuições ao ordenamento territorial. Tese de Doutorado.** Programa de Pós-Graduação em Geografia Física - USP. São Paulo - SP. 2011.

SANTOS, F. A. **Mapeamento das unidades geoambientais e estudo do risco de degradação/desertificação nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.** 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

SILVA, J. X. **O que é Geoprocessamento?** O conceito não pode ser confundido com todo o conjunto das geotecnologias, como o sensoriamento remoto, a cartografia e os sistemas de posicionamento global. 2001, p.12-13. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarinio/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N.; MORAES, J. O. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000.

ZANELLA, M.E; OLIMPIO, J. L. S; COSTA, M. C. L; DANTAS, E.W.C. Vulnerabilidade socioambiental do Baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Revista Sociedade e Natureza**, nº 25, v. 2, p. 317-332. 2013.

USO DE GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA SUPORTE PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA: O CASO DA BACIA DO RIO DAS FÊMEAS

NAYARA SILVA SOUZA
WANDERLEY DE JESUS SOUZA
PABLO SANTANA SANTOS
OLDAIR DONIZETI LEITE
JOSSY MARA SIMÕES CARDOSO

Resumo

Nos últimos anos, o uso de geotecnologias para manejo e gestão de bacias hidrográficas tem se tornado essencial. A aplicação desta ferramenta para monitoramento de parâmetros de qualidade da água vem sendo alvo de várias pesquisas, com grande potencial para manejo e gestão dos recursos hídricos, principalmente em áreas, cujas medições são dificultadas. Com este trabalho objetivou-se analisar a variação espaço temporal de alguns dos parâmetros de qualidade da água do Rio das Fêmeas-BA tendo sido considerados Turbidez, Sólidos Suspensos Totais e Clorofila "a", com base em dados medidos em campo e na determinação da reflectância dos respectivos parâmetros utilizando imagens de satélite. Foram utilizados dados medidos e estimados para o ano de 2011 e dados estimados do ano 2008. Utilizaram-se, também, imagens do satélite Landsat 5 para determinação da reflectância da água. Os dados de reflectância analisados para os anos 2008 e 2011 não apresentaram diferenças significativas pelo teste t de Student, podendo inferir que os dados de qualidade para 2008 são estatisticamente iguais aos de 2011. O uso de geotecnologia possibilitou a estimativa da qualidade da água pelos parâmetros turbidez, sólidos suspensos e clorofila "a" utilizando imagens do satélite Landsat 5. A banda TM4 foi a banda que apresentou uma maior variabilidade entre os dados de reflectância, demonstrando maior potencial em discriminar sedimentos em água, seguida da banda TM2.

Palavras-chave: Bandas espectrais; Reflectância; Imagem de satélite; Geoprocessamento

Abstract

In the last years, the use of geotechnologies has been referenced as a key tool for watershed management. Therefore, their possible use for water quality parameters monitoring has been the subject of several researches with a great potential for water resources management, especially in the zones where these measurements are difficult. This study aimed to analyze the spatial and temporal variation of the some water quality parameters of the Fêmeas River, Bahia State, considering Turbidity, total suspended solids and Chlorophyll "a", based on measured field data and the reflectance of these parameters using satellite images. Measured and estimated data for 2011 year and estimated data for 2008 year were analyzed. Satellite images of Landsat 5 to determine the water reflectance were used too. The water quality parameters evaluated by reflectance showed no significant differences by Student's t test applied for 2008 and 2011. With these results it was possible to infer that the water quality parameters both for 2008 as 2011 year were statistically identical. The use of geotechnology allowed estimating the water quality by turbidity, suspended solids and chlorophyll "a" parameters using Landsat 5 satellite images. All analyses using TM4 band followed by TM2 band showed a higher variability between the reflectance data, evidencing a great potential to distinguish sediment in water.

Keywords: Spectral bands; Reflectance; Satellite image; Geoprocessing

1. Introdução

De acordo com Agência Nacional de Águas (2009) o comportamento espectral dos sistemas aquáticos continentais relaciona-se à concentração de componentes opticamente ativos que estejam presentes na água, os quais podem ser substâncias em suspensão ou solução na água que provocam alterações na cor da água pura em função de sua concentração e natureza. Assim, destacam-se três grandes grupos de Componentes Opticamente Ativos (COA's), são eles: partículas inorgânicas e orgânicas em suspensão na água (sedimentos); componentes orgânicos em solução na água (ácidos húmicos e fúlvicos); e pigmentos relacionados à presença de organismos vivos (fitoplâncton) como a clorofila "a".

Dentre esses componentes, os principais responsáveis pelo espalhamento da radiação na água são as partículas suspensas como bactérias, células dos fitoplânctons e os detritos orgânicos e inorgânicos, enquanto os pigmentos fotossintéticos, os detritos orgânicos e a matéria orgânica constituem-se dos principais absorvedores da radiação (FERREIRA e PEREIRA FILHO, 2009). Dessa forma, os COA's tornam-se indicadores de qualidade das águas, visto que a presença desses elementos podem ocasionar mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos corpos de água, o que implica em alterações na interação da radiação eletromagnética com a água e, por consequência, na sua cor (WATANABE *et al.*, 2010).

Akbar *et al.* (2014) destaca que os métodos de sensoriamento remoto são adequados para a análise da variabilidade espacial da qualidade da água, possibilitando a estimativa de tendências temporais sobre certos períodos de interesses, e condições dos corpos d'água em áreas onde a medição de determinados parâmetros é dificultada. Os mesmos autores afirmam que para a análise de variáveis da qualidade da água, utiliza-se imagens de sensores remotos ópticos como aquelas adquiridas pelo satélite Landsat-7 ETM, Landsat-5 TM, MODIS, NOAA AVHRR, e SPOT HVR.

Em estudos de qualidade da água através de dados espectrais pode-se usar tanto as imagens multiespectrais, citadas anteriormente, como também imagens hiperespectrais. A diferença é que as imagens hiperespectrais por terem maior quantidade de bandas, sendo estas muito estreitas, permitem o monitoramento de uma maior quantidade de parâmetros, enquanto que as multiespectrais, de acordo com INPE (2014) são mais eficientes para a detecção de pigmentos fotossintetizantes e sedimentos presentes na água.

Com base nas respostas espectrais da água, muitos estudos como de Hellweger *et al.* (2004), Ferreira e Pereira Filho (2009), Watanabe *et al.* (2010), Vilches (2013), Akbar *et al.* (2014), Lopes *et al.* (2014) entre outros relacionados aos recursos hídricos tem utilizado SIG's, como uma ferramenta eficaz, por registrar a variação espacial e temporal de parâmetros indicadores da qualidade da água. Ainda de acordo com Hellweger *et al.* (2004), quando não se tem dados medidos de determinado parâmetro, as imagens de satélite podem ser usadas para extrapolar as medições de campo para áreas que muitas vezes tem pouca ou nenhuma cobertura de dados, o que pode reduzir o número de amostras de campo e aumentar a cobertura espacial e temporal das estimativas, sendo ainda mais eficaz quando é possível fazer a combinação entre dados coletados em campo e dados de satélite.

Diante do exposto, com este trabalho objetivou-se analisar a qualidade da água do Rio das Fêmeas-BA, com base em alguns parâmetros medidos e na determinação da reflectância dos respectivos parâmetros utilizando imagens de satélite.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido na bacia do Rio das Fêmeas, cuja nascente ocorre na Serra de Goiás que divide as águas das bacias do Rio São Francisco e Rio Tocantins (Lourenço *et al.*, 2012) e deságua no Rio Grande no município de São Desidério-BA. Entre seus afluentes, destacam-se os rios Mosquito, Roda Velha e Galheirão. Segundo Andrade et al. (2002) o referido rio é um dos principais integrantes da Bacia do Rio Grande em volume de água. O Rio das Fêmeas possui aproximadamente 158 km de extensão que drenam uma área de 6.420,23 km², onde se encontram múltiplas atividades, como agricultura, pecuária e geração de energia. Na parte jusante da bacia foram instalados 12 pontos de monitoramento da qualidade da água pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia – INEMA, distribuídos em áreas com seus respectivos trechos de influência.

Apesar de a agropecuária ser a atividade predominante na área, principalmente na cabeceira da Bacia, existem três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) localizados no Rio das Fêmeas: PCH Rieger, PCH Alto Fêmeas e PCH Sítio Grande. Quando comparada aos outros dois empreendimentos hidrelétricos, observa-se que a PCH Sítio Grande têm sido alvo de grandes polêmicas entre as populações locais acerca dos possíveis impactos que tenha ocasionado ao Rio das Fêmeas, principalmente no que se refere às variações temporais da qualidade da água. Na Figura 01 apresenta-se a área utilizada neste estudo (bacia do Rio das Fêmeas), contendo pontos de monitoramento da qualidade da água, distribuídos conforme os trechos de áreas de influencia dos respectivos pontos.

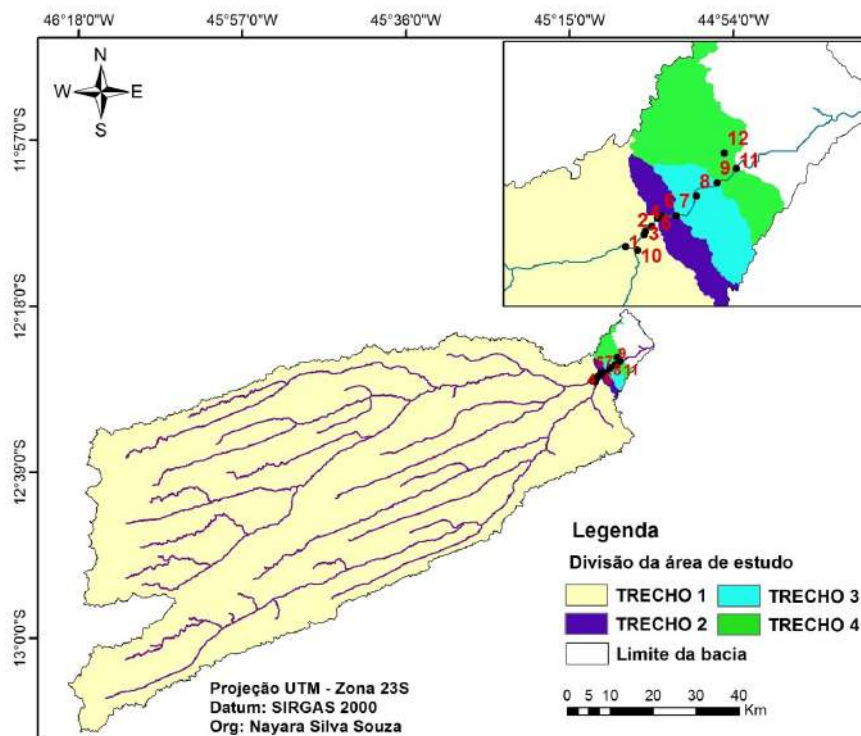


Figura 01 - Área de estudo e localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água.

2.2 Estimativa de parâmetros de qualidade da água em função da reflectância da água

O estudo da qualidade da água do Rio das Fêmeas baseou-se em dados medidos e estimados no ano de 2011 e dados estimados para o ano de 2008. A escolha do ano 2011 justifica-se pelo período referente à instalação da PCH Sítio Grande no Rio das Fêmeas - empreendimento este apontado como alvo de interferência na qualidade da água - ter ocorrido nesse período.

Dessa forma, utilizando-se dos dados medidos em 2011 procurou-se estimar a qualidade da água para o ano de 2008, período anterior à construção da PCH, bem como, para o ano de 2011, que apesar de apresentar dados medidos, serviria de base comparativa com os resultados obtidos para 2008.

Com relação aos dados medidos estes foram fornecidos pelo INEMA, os quais foram coletados nos 12 pontos de monitoramento distribuídos no Rio das Fêmeas (conforme a Figura 01). Estes dados correspondiam a mais de 40 parâmetros entre físico-químicos e microbiológicos analisados pela Empresa Conágua Ambiental em conformidade com os procedimentos recomendados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, AWWA/APHA - (2005) e classificadas com base na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de Classe 2.

Dos 40 parâmetros avaliados, para este trabalho foram escolhidos os parâmetros Turbidez, Sólidos Suspensos Totais e Clorofila "a" para a estimativa da qualidade por meio de imagens multiespectrais – visto que estas não permitiram a análise que outros parâmetros devido à própria resolução da imagem - extrapolando-se, assim, as medições de campo, conforme recomendado por Hellweger *et al.* (2004).

Com os dados de reflectância, em função das respostas espectrais dos Componentes Opticamente Ativos presentes na água, procurou-se estimar os parâmetros da qualidade da água supracitados para o ano de 2008, tomando como base comparativa o ano de 2011. Isso foi possível, uma vez que para os dois referidos anos se obteve os dados de reflectância através da imagem do satélite e para o ano de 2011 se obteve os dados de qualidade da água medidos em campo. Na escolha das imagens utilizadas considerou-se a qualidade destas e também as condições atmosféricas que favoreceram a análise de reflectância das mesmas. Assim, optou-se pelas imagens tomadas no mês de agosto para os anos 2008 e 2011.

Na Tabela 01 pode-se observar algumas características das imagens dos satélites multiespectrais Landsat 5 e 7, suas bandas, o intervalo espectral em que cada banda está inserida, suas características e aplicações nos estudos de reflectância dos corpos d'água.

Banda	Intervalo espectral (µm)	Principais características e aplicações das bandas TM e ETM dos satélites LANDSAT 5 e 7
TM1	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenoides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
TM2	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.

TM3	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas. Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
TM4	(0,76 - 0,90)	
TM5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
TM6	(10,4 - 12,5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
TM7	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Tabela 01: Principais características das Imagens dos satélites Landsat 5 e 7 e suas aplicações
Fonte: INPE (2014).

2.3 Seleção e processamento das imagens

Para estimativa dos parâmetros de qualidade da água foram utilizadas imagens do satélite Landsat-5 - sensor TM, dos anos de 2008 e 2011, cujas informações estão contidas na Tabela 02.

ANO	SATÉLITE	ORBITA/PONTO	DATA DO IMAGEAMENTO
2008	Landsat 5	220/69	24/07/2008
2011	Landsat 5	220/69	02/08/2011

Tabela 02: Informações das imagens de satélite utilizadas no estudo

As Imagens foram adquiridas a partir do catálogo de imagens do INPE, com cobertura mínima de nuvens, melhor visibilidade e adequada qualidade radiométrica.

A composição colorida das imagens foi realizada no *software* ArcGIS 9.3, utilizando-se as bandas TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, e TM7 (Tabela 03). A finalidade de se utilizar todas as bandas no

processo de composição colorida teve o propósito de buscar o melhor resultado no estudo da reflectância e comparar a resposta de cada uma das bandas de acordo com os pontos de monitoramentos estudados, pois apesar da resposta espectral da água se mostrar melhor no comprimento de onda do visível (bandas TM1, TM2 e TM3), caso houvesse resposta espectral nas demais bandas, seria indicativo que o corpo d'água analisado pudesse apresentar Componentes Opticamente Ativos.

BANDAS	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
Faixa espectral (μm)	0,45-0,52	0,52-0,60	0,63-0,69	0,76-0,90	1,55-1,75	2,08-2,35
Resolução espacial (m)	30	30	30	30	30	30
Cor	Azul	Verde	Vermelho	Infravermelho próximo	Infravermelho médio	Infravermelho médio

Tabela 03: Características das bandas utilizadas – TM/Landsat-5

Fonte: INPE (2014).

A correção geométrica das imagens foi realizada no *software* ArcGIS 9.3. Empregou-se a técnica de registro "imagem para imagem", utilizando como referência a imagem ortorretificada GeoCover 2000, para garantir que as coordenadas geográficas das mesmas correspondessem às coordenadas da área estudada. Este método consiste na coleta de pontos de controle na imagem a ser registrada e na imagem de referência. Dessa forma, foram distribuídos em cada imagem cerca de 10 pontos correspondentes a alvos constantes, bem distribuídos, e facilmente identificados nas duas imagens.

Para correção atmosférica das bandas espectrais utilizou-se o modelo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH), que é capaz de mitigar a influência de alguns efeitos atmosféricos, a exemplo de vapor d'água, oxigênio, dióxido de carbono, metano, ozônio e espalhamento por aerossol.

Inicialmente, as imagens foram convertidas para a grandeza radiância (L) através da Equação 1, baseado principalmente nos coeficientes de calibração absoluta do satélite TM/Landsat-5, conforme descrito em Chander *et al.* (2009). Em seguida, utilizando a Equação 2, as imagens já em radiância foram convertidas para reflectância de superfície (s), corrigindo assim, os principais efeitos atmosféricos presentes no momento da aquisição do satélite.

$$L_{\lambda} = K_i + \frac{W_i - K_i}{255} \times ND \quad (1)$$

Em que,

L_{λ} = Grandeza radiométrica "Radiância" w/m²/sr/μm;

K_i = Coeficiente de calibração do satélite TM/Landsat-5 - radiância espectral mínima;

W_i = Coeficiente de calibração do satélite TM/Landsat-5 - radiância espectral máxima;

ND = Imagens em nível digital, que varia conforme a resolução radiométrica.

$$\rho_{\lambda} = \frac{L_{\lambda} \times \pi}{K_b \times \cos Z \times I_{t-s}} \quad (2)$$

Em que,

ρ_{λ} = Reflectância integrada

L_λ = Radiância (λ)

K_b = Irradiância no topo da atmosfera

$\cos Z$ = co-seno do ângulo zenital do sol

$1/r^2$ = Inverso do quadrado da distância entre Terra-Sol

A correção atmosférica foi baseada principalmente nos seguintes parâmetros:

- Latitude e longitude central da imagem (12° 01'40" S, 45° 44' 29" W);
- Comprimento de onda (micrometros) de cada banda espectral (B1: 0,452 μm - 0,518 μm ; B2: 0,518 μm - 0,609 μm ; B3: 0,626 μm - 0,693 μm ; B4: 0,776 μm - 0,904 μm ; B5: 1,567 μm - 1,784 μm ; B7: 2,097 μm - 2,349 μm);
- Altitude do sensor (705 km);
- Data de passagem do satélite (imagem 2008: 09/08/2008 e imagem 2011: 02/08/2011);
- Horário (GTM) da passagem do satélite (imagem 2008: 12:53:48 e imagem 2011: 12:56:40);
- Elevação média da cena (700 m);
- Modelo atmosférico (Tropical);
- Modelo de aerossol (Áreas Rurais);
- Visibilidade vertical aproximada (40 km).

2.4 Análise estatística dos dados de reflectância da água

Após o cálculo da reflectância aplicou-se aos valores obtidos, o teste t de Student com nível de significância de 5%, para verificar a ocorrência de variação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os valores de reflectância observados nos 12 pontos de monitoramentos, dos parâmetros Turbidez, Sólidos Suspensos Totais e Clorofila "a", nos anos de 2008 e 2011.

Primeiramente foi determinada a diferença entre cada par de valores e então foi testada a hipótese nula de que a média das diferenças na população é zero. A diferença média foi calculada pela Equação 3.

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad (3)$$

Em que,

$\bar{d}$ = diferença média;

$\sum d$ = somatório da diferença entre cada par de valores;

n = tamanho da amostra.

O desvio padrão é dado pela equação 4 e o t observado pela equação 5.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - n\bar{d}^2}{n-1}} \quad (4)$$

Em que,

S_d = desvio padrão;

$\bar{d}^2$ = quadrado da diferença média;

$\sum d^2$ = somatório do quadrado das diferença entre cada par de valores;

n = tamanho da amostra

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \quad (5)$$

Em que,

t = t calculado;

S_d = desvio padrão;

$\bar{d}$ = diferença média;

n = tamanho da amostra

O t observado ou calculado, por sua vez foi comparado com o t crítico do teste t de Student para um nível de significância α igual a 0,05 e n-1 graus de liberdade, observando-se assim a existência ou não de diferença significativa entre os valores de reflectância para os dois períodos avaliados.

3. Resultados e discussão

3.1 Estimativa de qualidade da água baseada na reflectância

Na Figura 02 são apresentados os valores de reflectâncias da água para as bandas TM1, TM2, TM3, TM4, TM5 e TM7, dos 12 pontos de monitoramento. Nota-se que os valores de reflectância da água variaram em uma média de 20%, sendo que a banda TM1 foi a que obteve os menores valores de reflectância (abaixo de 12%) enquanto que na TM4 registrou valores acima de 80%.

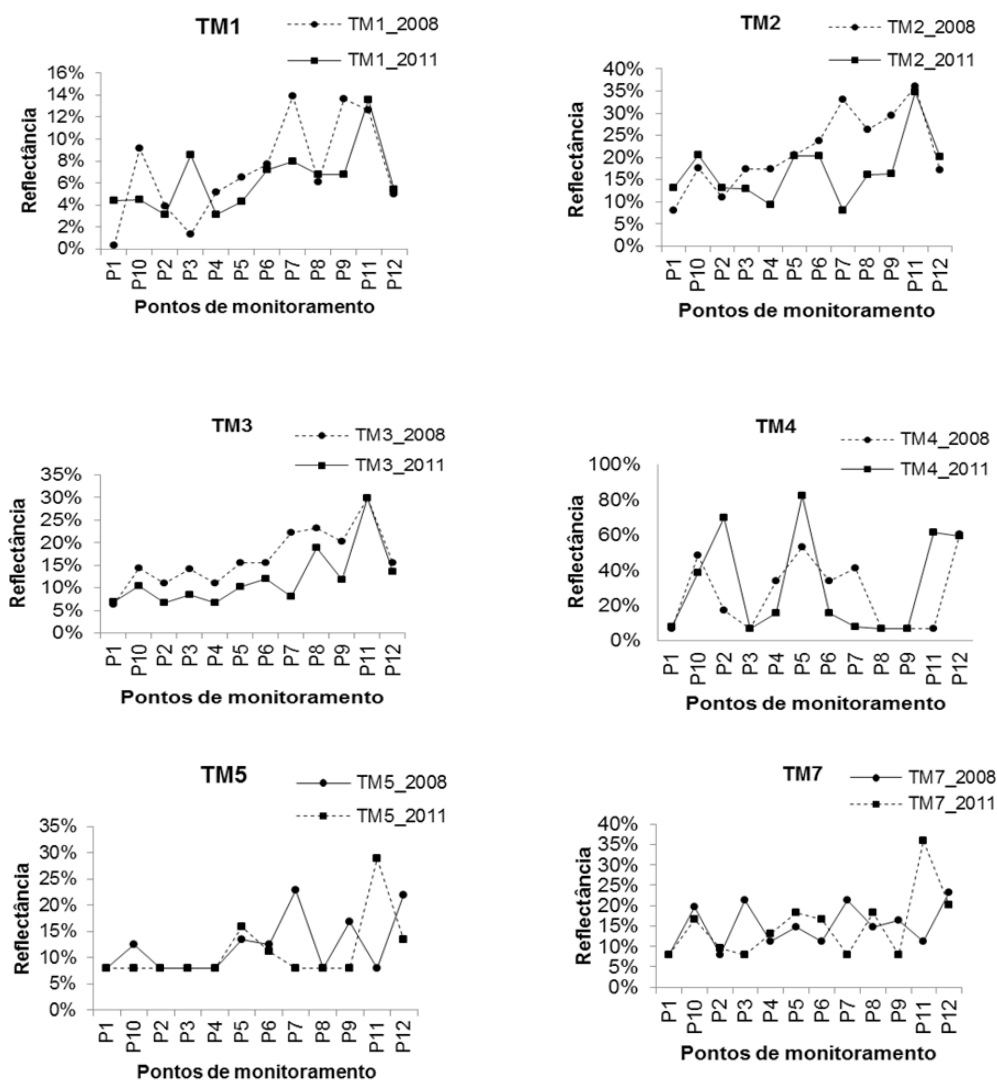
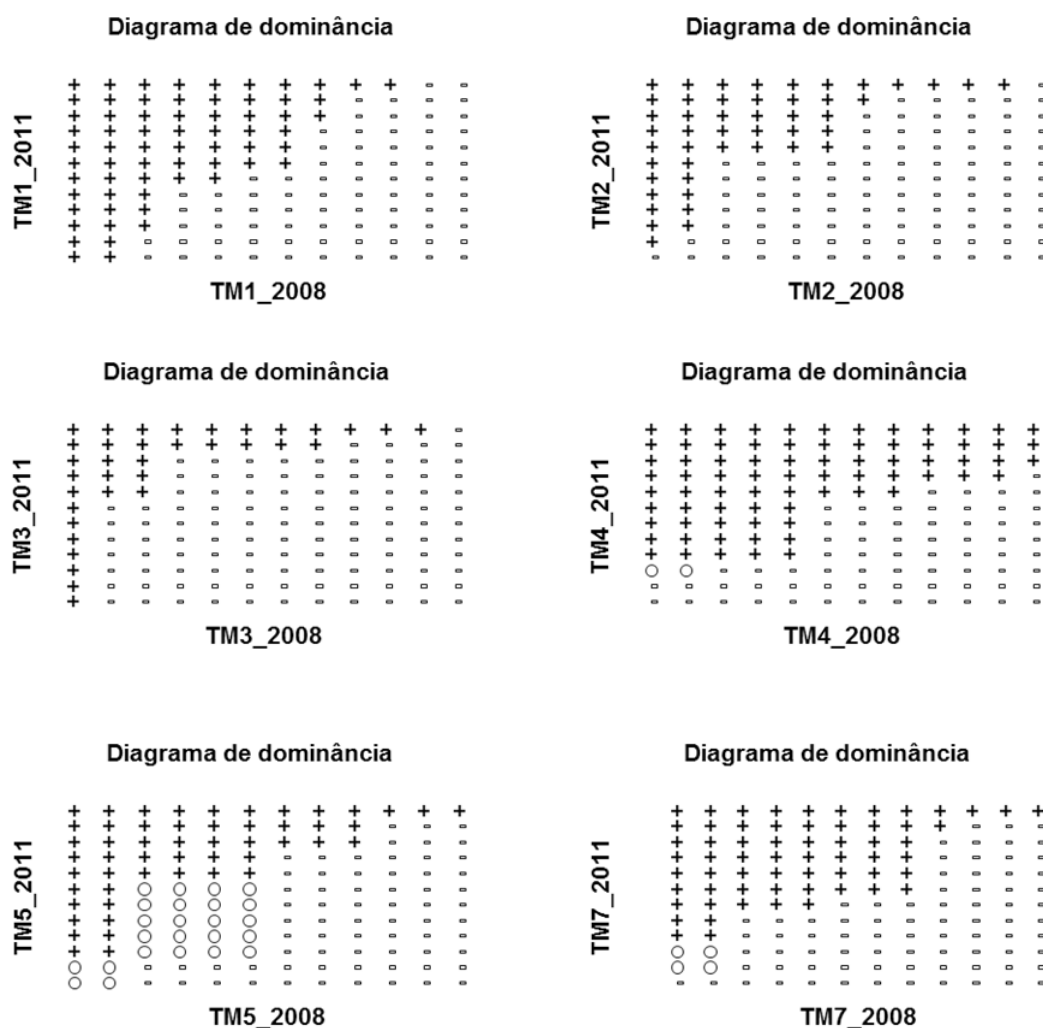


Figura 02 - Gráficos do comportamento da reflectância por bandas nos pontos de monitoramento.

Na Figura 03 apresentam-se os diagramas de dominância de reflectância das bandas para os anos de 2008 e 2011. O sinal (+) representa a reflectância para o ano de 2011, o (-) representa o ano de 2008 e (o) indica que a reflectância foi nula. Assim, observa-se que na maioria das bandas os sinais (+) e (-) estão distribuídos de forma semelhante, o que significa que as reflectâncias obtiveram valores próximos para os dois períodos, exceto para as bandas TM2 e TM3, onde a dominância foi maior para o ano de 2008. Os pontos onde se tem o sinal (o) indicam que as reflectâncias foram nulas, em alguns pontos, para os 2 (dois) anos, como observado nas bandas TM4, TM5 e TM7.



(o) Reflectâncias foram nulas; (-) Reflectância para o ano de 2008

(+) Reflectância para o ano de 2011

Figura 03 - Diagramas de Dominância para refletâncias dos anos de 2008 e 2011.

Na Tabela 04 apresentam-se os resultados do teste t Student aplicado aos valores absolutos de refletâncias das bandas. A análise estatística evidenciou que não foi possível por meio de imagens do satélite Landsat-5 encontrar uma diferença significativa entre os valores de refletância para os anos de 2008 e 2011, visto que o p-valor calculado foi maior que o nível de significância alfa (0,05 ou 5%), não podendo rejeitar a hipótese nula de que a diferença entre as médias é igual a zero. Tal fato pode estar associado a pouca diferença dos materiais em suspensão na água entre os anos avaliados, ou a rápida capacidade que o rio possa ter para a decantação do material suspenso, a ponto destes não serem diagnosticados nas estimativas satelitárias.

Estatística	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
Diferença	0,008	0,044	0,046	-0,047	0,012	0,001
T (valor observado)	0,520	1,366	1,747	-0,457	0,508	0,023
T (valor crítico)	2,074	2,074	2,074	2,074	2,074	2,074
GI	22	22	22	22	22	22

P-valor (bilateral)	0,608	0,186	0,095	0,652	0,617	0,982
Alfa	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabela 04: Teste t Student aplicado as reflectâncias das bandas (valores absolutos)

Embora não significativos, os valores de reflectância encontrados no trecho T1, mais especificamente no ponto P1, na região do visível (região com maior diferenciação da água em relação ao aporte de sedimentos, caracterizada pelas bandas TM1, TM2 e TM3) foram superiores para o ano de 2011 que apesar de estar localizado antes do barramento, há visivelmente um maior aporte de sedimentos adsorvidos em água. Esse episódio evidencia que há outros fatores externos influenciando na turbidez da água que podem ser provenientes de vários processos erosivos que possam estar ocorrendo na bacia do Rio das Fêmeas, à montante da área avaliada.

Em diversas amostras os valores de reflectância alternam-se entre 2008 e 2011 com valores próximos de reflectância. Tal fato, explica que não há um padrão diferenciado de reflectância em todas as bandas espectrais utilizadas, concluindo-se desse modo, que por meio das imagens de satélites não há uma diferenciação evidente de padrões atípicos de reflectância em função da diferença de sedimentos em água, para os anos avaliados. É importante ressaltar que as imagens utilizadas para a análise de reflectância foram adquiridas em estação seca, período que há menor aporte de sedimentos, bem como da possibilidade deste rio apresentar uma rápida decantação do material suspenso, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos.

3.2 Comparação dos valores da reflectância com os dados de campo

Segundo o INPE (2014) a banda TM2 tem boa penetração (até a zona fótica) em corpos de água e apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando análises em termos de quantidade e qualidade. Por sua vez, Vilches (2013) em seu estudo sobre a relação entre reflectâncias de imagens orbitais e transporte de sedimentos em suspensão no Rio Doce, observou que os comprimentos de ondas que melhor responderam à predição de carga suspensa (ou sólidos suspensos) foram as de onda curta, como a faixa do azul (TM1) e verde (TM2), e à medida que a carga aumentava, as faixas espectrais mais sensíveis para predição de variação de transporte de sedimentos em suspensão foram as de maiores comprimentos de onda, que no caso do seu estudo refere-se à banda TM4. Baseando-se nas informações de que as Bandas TM1 a TM4 apresentam boas respostas para presença de sólidos suspensos e turbidez, a Tabela 05 apresenta os valores de reflectância das bandas TM1 a TM4 para os anos de 2008 e 2011 e os valores de turbidez e sólidos suspensos medidos em campo (campanha Agosto/2011).

Na Tabela 05 observa-se que os pontos que obtiveram os maiores valores de turbidez - P10 (trecho T1) e P11 (trecho T4) - apresentaram maiores reflectâncias para as Bandas TM2 (comprimento de onda de 0,45 a 0,52 μm) e TM4 (comprimento de onda de 0,76 a 0,90 μm). Os demais pontos, apesar de apresentarem valores de turbidez mais baixos, também obtiveram as melhores respostas espectrais para pelo menos uma dessas bandas, com exceção do P7 (trecho T2) e P8 (trecho T3).

Trechos	Pontos	----- Ano 2008 -----				----- Ano 2011 -----				Parâmetros medidos em 2011		
		TM1	TM2	TM3	TM4	TM1	TM2	TM3	TM4	Turbidez	Sólidos suspensos totais	Clorofila "a"
T1	P1	0,31%	8,04%	6,38%	6,85%	4,40%	13,16%	6,81%	7,80%	1,40	17,00	10,68
	P10	9,19%	17,53%	14,29%	48,63%	4,47%	20,58%	10,39%	38,69%	7,30	11,00	0,53
	P2	3,91%	11,00%	11,06%	17,26%	3,16%	13,11%	6,78%	69,62%	0,80	21,00	3,20
	P3	1,35%	17,31%	14,16%	6,83%	8,55%	13,01%	8,48%	6,81%	1,40	10,00	0,00
	P4	5,17%	17,42%	11,10%	34,02%	3,10%	9,36%	6,72%	15,75%	3,40	5,00	0,53
	P5	6,50%	20,48%	15,54%	53,30%	4,33%	20,37%	10,27%	82,37%	1,20	15,00	1,60
T2	P6	7,68%	23,65%	15,57%	34,02%	7,17%	20,36%	12,04%	15,71%	0,80	20,00	0,26
	P7	13,95%	33,15%	22,13%	41,37%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	2,00	14,00	0,53
T3	P8	6,11%	26,27%	23,19%	6,81%	6,75%	16,14%	18,80%	6,72%	1,10	9,00	0,00
	P9	13,63%	29,58%	20,18%	6,81%	6,79%	16,29%	11,80%	6,78%	2,90	9,00	1,60
T4	P11	12,62%	36,10%	29,86%	6,87%	13,58%	34,87%	29,77%	61,68%	9,50	13,00	0,00
	T12	5,02%	17,22%	15,46%	60,18%	5,46%	20,03%	13,62%	59,39%	3,90	10,00	0,80
Variância média		0,20%	0,73%	0,40%	4,27%	0,09%	0,50%	0,44%	8,39%	-	-	-

Tabela 05: Relação entre as reflectância de 2011 e de reflectância no ano 2008 e parâmetros medidos no ano 2011

Relacionando os valores dos sólidos suspensos totais com a reflectância, observou-se que os pontos P2 (trecho T1) e P6 (trecho T2) apresentaram as maiores concentrações do parâmetro e também obtiveram os maiores valores de reflectância para as bandas TM2 e TM4, no caso do ponto P2 e maior na banda TM2 para o ponto P6. Os demais pontos, apesar de apresentarem valores de SST mais baixos, também obtiveram as melhores respostas espectrais para pelo menos uma dessas bandas, com exceção do P7 e P8 (trechos T2 e T3), comportamento igualmente verificado para turbidez.

Uma vez que os dados de reflectância para os anos 2008 e 2011 para as bandas TM2 e TM4 não obtiveram diferenças estatísticas significativas como verificada pelo teste t, conforme Tabela 04, estima-se que os valores de turbidez e sólidos suspensos para o ano de 2008 foram próximos aos observados para o ano de 2011, não havendo modificações expressivas desses parâmetros entre os anos de 2008 e 2011, períodos estes antes e depois da construção da PCH.

Na Tabela 05 encontram-se dispostos ainda, os valores de clorofila "a" registrados em agosto de 2011. Segundo Kirk (1994 apud Ferreira e Pereira Filho, 2009) este pigmento fotossintetizante, atua como centro de reação fotossintética e possui dois picos de absorção um no azul, em 452 nm chamado "Soret" e outro no vermelho, em 686nm, chamado "alpha", ou seja, nas bandas TM1 e TM3 os valores de reflectância são menores. Por sua vez, conforme as observações de Hellweger *et al.* (2004), a clorofila "a" tem alta reflectância em verde (Banda TM2) e baixa reflectância em vermelho (Banda TM3).

Assim, observando os pontos que apresentaram concentrações de clorofila "a" e os valores de reflectância para as bandas TM1, TM2 e TM3, verificou-se na maioria dos pontos os valores de reflectância foram maiores em TM2 e menores em TM1 e TM3 como verificado por de Hellweger *et al.* (2004) e Kirk (1994 apud Ferreira e Pereira Filho, 2009).

Assim, ao comparar as respostas espectrais da turbidez, sólidos suspensos e clorofila "a" as observadas em alguns trabalhos de análise de comportamento espectral da água observa-se se as análises de reflectância realizadas para o Rio das Fêmeas obtiveram boas respostas para os

referidos parâmetros, do ponto de vista qualitativo, não descartando a necessidade de mais observações para resultados a nível quantitativo.

4. Conclusões

Com este estudo, utilizando geotecnologia foi possível estimar a qualidade dos parâmetros turbidez, sólidos suspensos e clorofila "a" utilizando imagens do satélite Landsat 5. As análises de reflectância da água indicaram que não houve uma diferença significativa entre os valores de reflectância para os anos de 2008 e 2011, o que pode ser devido a pouca diferença dos materiais em suspensão na água entre os anos avaliados, ou a rápida capacidade que o rio possa ter para a decantação do material suspenso. Por estimativa, os parâmetros turbidez, sólidos suspensos e clorofila "a", para o ano de 2008 foram próximos aos observados para o ano de 2011, não havendo assim grandes alterações no período avaliado.

Embora na Literatura esteja indicado que no intervalo que vai da banda TM1 a TM4 se obtém boas respostas espectrais para sólidos suspensos e turbidez, nesse estudo, o cálculo da variância entre os valores de reflectância para as 6 (seis) bandas, mostrou que a banda TM4 foi a banda que apresentou uma maior variabilidade entre os dados, o que mostrou seu maior potencial em discriminar sedimentos em água, seguida da banda TM2.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Sistema Hidrosat. **Documentação Técnica referente ao Projeto de Cooperação Técnica Monitoramento Espacial Hidrológico de Grandes Bacias (Quantidade e Qualidade) - Projeto "MEG-HIBA"**, 2009. Disponível em: < <http://hidrosat.ana.gov.br/DocTecnica.aspx>>. Acesso em: 17 jan. 2014.
- AKBAR, T. A.; HASSAN, Q. K.; ACHARI, G. Development of Remote Sensing Based Models for Surface Water Quality. **CLEAN–Soil, Air, Water**, v. 42, n. 8, p. 1044-1051, 2014.
- ANDRADE, A. C. D. et al. **Estudos dos processos erosivos na bacia do Rio Grande (BA) como subsídio ao planejamento agroecológico**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 26p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/Embrapa Cerrados).
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (APHA /AWWA/WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Eaton, A. D.; L. S. Clesceri; A. E. Greenberg (Ed.), 20th ed. Washington, D.C.: [s.n.], 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 17 jan 2014.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote sensing of environment**, v. 113, n. 5, p. 893-903, 2009.
- FERREIRA, A. B.; PEREIRA FILHO, W. Avaliação da reflectância espectral de corpos d'água em Santa Maria-RS por meio de espectrorradiometria de campo. **Geoambiente On-line**, n. 13,

p. 01-14 pág., 2009. Disponível em: < <http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/25996/14965>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

HELLWEGER, F. L. et al. Use of satellite imagery for water quality studies in New York Harbor. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 61, n. 3, p. 437-448, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Os satélites LANDSAT 5 e 7**. Divisão de Geração de Imagens. Disponível em: < http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php>. Acesso em: 07 jun. 2014.

LOURENÇO, B. V. et al. Análise das alterações geoambientais causadas pela construção de empreendimentos energéticos - estudo de caso da PCH Sítio Grande – BA. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n. 4, p. 530-542, 2012.

LOPES, F. B. et al. Modelagem da qualidade das águas a partir de sensoriamento remoto hiperespectral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, 2014.

VILCHES, T. T. B. **Relação entre reflectâncias de imagens Orbitais e transporte de sedimentos em suspensão no Rio Doce**. 2013. 75p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2013.

WATANABE, F. S. Y. et al. Avaliação do comportamento espectral da água: Estudo de caso do Alto Curso do Rio Paraná (Presidente Epitácio – SP). In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 27-30 julho, 2010, p. 001-008, Recife, **Anais...** 2010.

USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO AMBIENTAL DO LITORAL DO CEARÁ: UMA RELAÇÃO ENTRE O PATRIMÔNIO EDIFICADO E A LINHA DE COSTA

RENAN LIMA GONDIM
ANTÔNIO WELLINGTON ARRUJA MOUTA JÚNIOR
JOSÉ WELLINGTON SEVERIANO DE LIMA
DAVIS PEREIRA DE PAULA

Resumo

O litoral cearense possui características naturais que são favoráveis para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas, dentre elas, a portuária, a industrial, o turismo de sol, praia e o veraneio. Essas atividades são responsáveis pela amplificação da ocupação do litoral e, conseqüentemente, pela degradação dos sistemas naturais (dunas, falésias e estuários). Por esses motivos, a linha de costa de alguns trechos do litoral cearense está parcial ou totalmente artificializada por estruturas urbanas (casas, resorts, pousadas, hotéis, restaurantes e barracas de praia). Essa situação favorece diretamente o desequilíbrio ambiental das praias, contribuindo, em alguns casos, para o agravamento da erosão costeira. Desse modo, este estudo tem por objetivo avaliar o processo de ocupação da linha de costa do litoral cearense em relação ao nível máximo de alcance das marés, permitindo quantificar os estágios de aproximação das construções em relação à faixa litorânea e o nível de urbanização do litoral. O estudo está baseado em três fases principais: a primeira, foi um levantamento do estado da arte do tema; a segunda, foi aplicação de técnicas de geoprocessamento para quantificação das taxas de urbanização e ocupação da linha de costa em relação ao nível máximo da maré; e a terceira, contemplou visitas de campo para validar as informações obtidas nas fases anteriores. As distâncias entre a linha de costa e as edificações foram quantificadas a cada 100 m ao longo dos 573 km de linha de costa do estado do Ceará. A distância média observada, entre a linha de costa e a primeira estrutura urbana, foi de 69,4 metros. No município de Acaraú foi calculada a maior distância, aproximadamente 1193 metros, enquanto que, em Paracuru, foi observada a menor, aproximadamente 1 metro.

Palavras-chave: Ocupação do litoral; Estruturas urbanas; Desequilíbrio ambiental; Erosão costeira; Faixa litorânea.

Abstract

The Ceará coast has natural characteristics that are favorable for the development of socio-economic activities; among them, port, industrial, sun and beach tourism, and vacation. These activities are responsible for the amplification of the occupation of the coast and, consequently, the degradation of natural systems (dunes, cliffs and estuaries). For these reasons, the coast line of some stretches of Ceará is partially or totally artificialized by urban structures (houses, resorts, inns, hotels, restaurants, and beach huts). This situation directly promotes environmental imbalance of the beaches, contributing, in some cases, to the worsening of coastal erosion. Thus, this study aims to evaluate the process of occupation of the Ceará coast line regarding the maximum range of the tides, allowing to quantify the stages of approximation of buildings in relation to the coastline and coastal urbanization level. The study is based on three main phases: the first was a survey of the state of the subject of art; the second, was the application of GIS techniques to quantify the rates of urbanization and occupation of the shoreline relative to the maximum tide level; and the third included field visits to validate the information obtained in the earlier stages. The distances between the shoreline and the buildings were quantified every 100 meters along the 573 kilometers line of the Ceará state coast. The average distance observed between the coastline and the first urban structure was 69.4 meters. The greatest distance, approximately 1193 meters, was calculated in the municipality of Acaraú, while the smallest, approximately 1 meter, and was observed in Paracuru.

Keywords: Occupation of the coast; Urban structures; Environmental imbalance; Coastal erosion; Coastal Range.

1. Introdução

Diferentemente de outros estados do Nordeste, o Ceará demorou a ser explorado pela Coroa Portuguesa. Paula (2012) destacou que as terras áridas do Ceará, bem como a falta de recursos naturais em abundância, como a água, o ouro e a prata, foram determinantes para ocupação tardia do Ceará. Segundo Farias (2015, p. 23), esta demora também se deu devido às correntes aéreas e marítimas, que dificultavam a portagem das embarcações próxima à costa, bem como à agressividade dos índios.

Paula *et al.* (2015) destaca que o litoral do Ceará teve seu processo de ocupação, especialmente, regido pelas relações porto-cidade até finais do século XX. Atualmente, a relação é de cidade com aeroporto e porto fora da cidade. O veraneio e o turismo foram atividades importantes para descentralização da ocupação ao longo do litoral cearense, criando núcleos urbanos de desenvolvimento de atividades marítimas (E.G. Aracati, Beberibe, Pecém e Jijoca de Jericoacoara). A localização estratégica do Ceará e suas belezas naturais contribuem fortemente para o desenvolvimento das atividades socioeconômicas ligadas a sua maritimidade.

Atualmente o litoral cearense encontra-se bastante urbanizado nos trechos citadinos. Moraes (1999) acredita que a expansão urbana do litoral propicia a descaracterização da faixa litorânea, tendo repercussões negativas na dinâmica natural do ambiente, colocando a população e seus patrimônios em risco. Deste modo, este estudo tem por objetivo avaliar a ocupação do litoral através da determinação das distâncias entre a linha de costa e as estruturas urbanas da frente marítima dos municípios costeiros do Ceará.

A zona costeira do Ceará possui cerca de 573 km de extensão, compreendendo os municípios costeiros de Acaraú, Amontada, Barroquinha, Aquiraz, Aracati, Beberibe, Camocim, Cascavel, Caucaia, Cruz, Fortaleza, Fortim, Icapui, Itapipoca, Itarema, Jijoca de Jericoacoara, Paracuru, Parai-paba, São Gonçalo do Amarante e Trairi. (Figura 01). Com base no Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), a população total de todos os municípios costeiros do Ceará ultrapassa os 3,5 milhões de habitantes, sendo que Fortaleza (capital do Ceará) concentra mais de 70% de toda população litorânea.

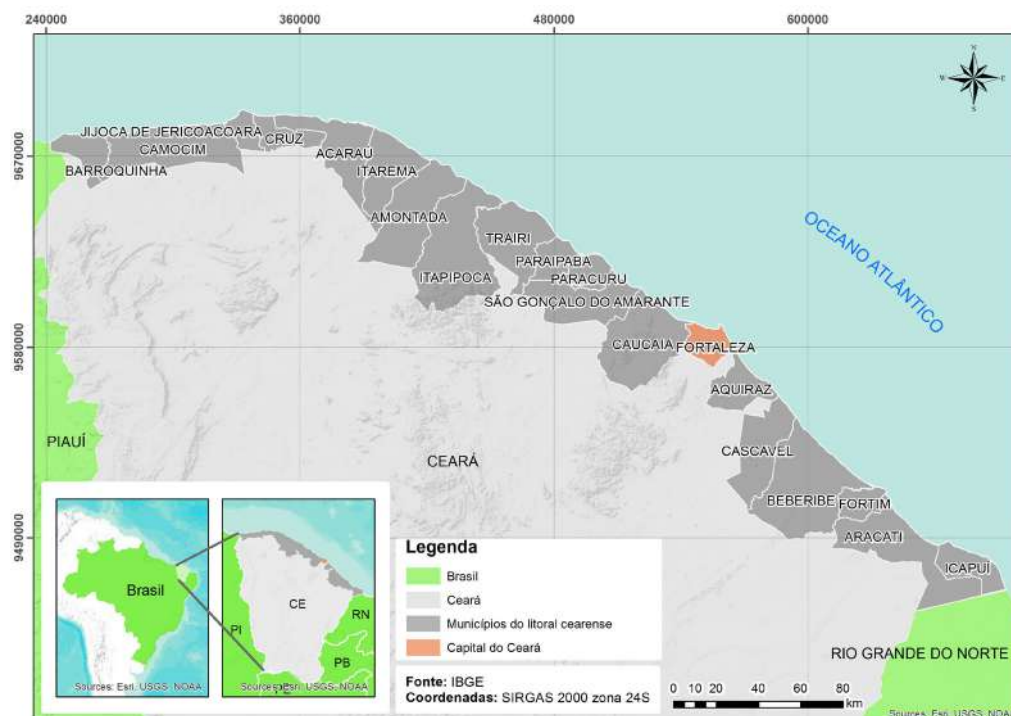


Figura 01 – Identificação dos municípios litorâneos do estado do Ceará.

A descaracterização da linha de costa pela intensificação da urbanização de alguns trechos da costa pode agravar o processo de erosão costeira. Paula (2015) destaca que o litoral da Região Metropolitana de Fortaleza - LRMF é um exemplo clássico de erosão costeira agravada por estruturas urbanas no Ceará, em que o recuo da linha de costa propicia um estado conflituoso com os equipamentos urbanos construídos, muitas vezes, na adjacência da alta praia.

A situação aludida anteriormente pode ser observada no caso da Praia do Icaraí, localizada no LRMF, em que a urbanização intensa chegou próximo à linha de costa, vulnerabilizando o frágil balanço sedimentar da região e potencializando os efeitos da erosão costeira nesse local (Figura 02). Casos parecidos estão ocorrendo em diversos municípios do litoral cearense (E.G. Icapuí, Cascavel e Paracuru). Para proteger o litoral, diversas obras com níveis diferentes de tecnologia estão sendo erguidas para estabilizar a linha de costa. Logo, a eficácia, na maioria das vezes, não alcança o seu objetivo precípuo.



Figura 02 - Edificação atingida pela erosão costeira na Praia do Icarai.

2. Delimitação da área de estudo

Para melhor interpretação, o litoral do estado do Ceará foi dividido em três regiões: o litoral leste, o litoral oeste e o litoral da RMF (Figura 03). Todos os três trechos costeiros são turísticos em maior ou menor proporção. O LRMF se diferencia dos demais pelo potencial industrial instalado e pelos dois portos marítimos que dinamizam a economia local. Ainda na Figura 03 é possível visualizar os municípios do LRMF, conforme estabelecido pelo Diário Oficial do Estado do Ceará N° 144 (DOECE, 2014). Deste modo, é fácil entender porque esse litoral é o que possui maior ocupação.

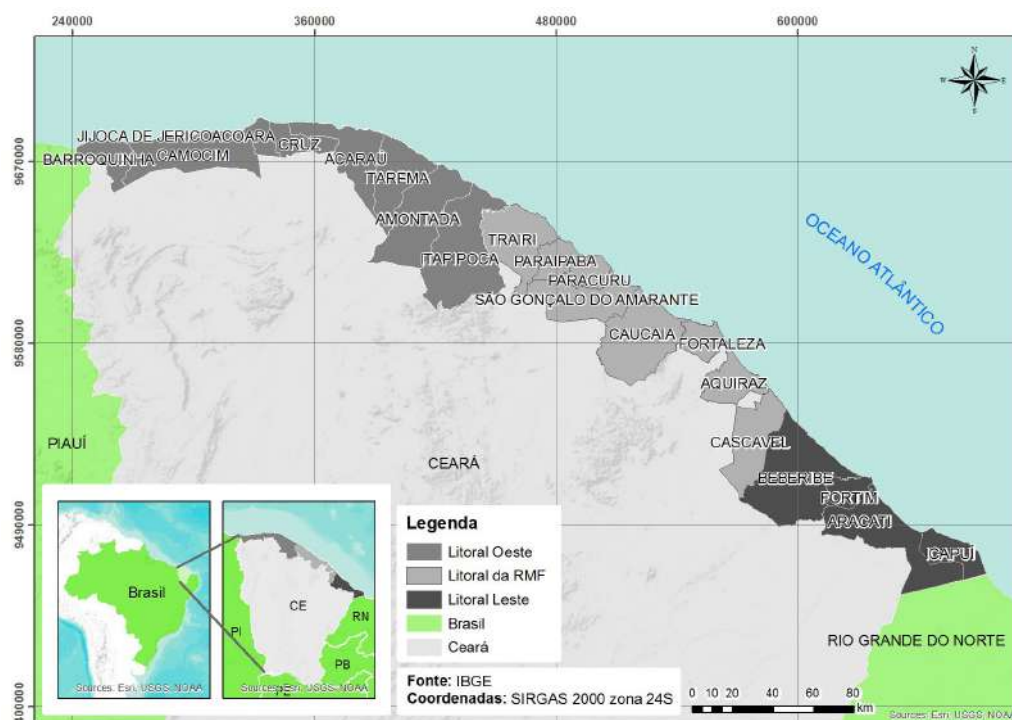


Figura 03 – Setorialização do litoral do estado do Ceará.

As economias dos litorais leste e oeste são baseadas, sobretudo, no turismo, nos serviços e na pesca (E.G. Acaraú e Icapuí). O veraneio também ainda é uma atividade de destaque em ambos os trechos costeiros. Nos trechos citadinos, a ocupação da frente marinha urbana é intensa, principalmente por equipamentos turísticos (E.G. resorts, pousadas e hotéis).

Para melhor entendimento do objetivo do trabalho, fez-se necessário a classificação da linha de costa e dos prováveis impactos ambientais que podem ocorrer no processo de encurtamento entre a linha de costa e as estruturas urbanas. A linha de costa pode ser entendida como o contato entre a terra e o mar, ao nível atingido pela maré mais alta, em período de marés de sizígia. Martins, Tabajara e Ferreira (2004) comentam que a linha de costa representa uma área do litoral onde há variação do ambiente por motivos naturais e atividades antrópicas. Estas atividades podem causar alterações na morfodinâmica costeira, como a movimentação dos sedimentos da praia.

3. Metodologia

Para a produção deste artigo foi tomado como base o litoral do estado do Ceará, onde há um grande adensamento da população nos trechos citadinos litorâneos. Para melhor compreensão do estudo, o litoral foi compartimentado em três trechos como já descrito.

A quantificação da distância entre a linha de costa e a linha edificada por estruturas urbanas foi calculada utilizando programas de análise do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Desta forma, torna-se possível, também, demarcar a extensão urbanizada de cada setor e delimitar a linha de costa.

O processo metodológico iniciou delimitando os extremos de cada trecho urbanizado, através de imagens datadas entre 2009 e 2015. Foram utilizadas imagens da *Digital Globe* no *software Google Earth*. Após a demarcação e o georreferenciamento dos extremos, procedeu-se a exportação das informações para um banco de dados em ambiente SIG. Com auxílio do *software ArcGis*

10, foram geradas linhas perpendiculares à linha de costa, com espaçamento de cem metros ao longo de todo o litoral, tornando possível determinar toda extensão urbanizada de cada região. Em seguida, os vetores gerados foram exportados para o *Google Earth* e, sobre eles, foram feitas marcações delimitando o espaço existente entre a linha de costa e a primeira estrutura urbana. A Figura 04 representa as marcações que relacionam as distâncias pretendidas.



Figura 04 - Marcações geradas a cada cem metros para determinar a distância entre a linha de costa e as edificações.

Ao realizar as demarcações de extensão, foi possível aplicar métodos estatísticos para determinar resultados relevantes, como é o caso da: extensão litorânea, área construída e área não ocupada. Já para as distâncias delimitadas, foram observadas as cidades com urbanização mais próxima da linha de costa.

4. Resultados e discussão

O litoral cearense possui mais de 175m de extensão totalmente urbanizados, correspondendo a mais de 30% do total da linha de costa do Ceará. No total foram realizadas 1.751 medições de distância entre a linha de costa e as edificações, em média, os equipamentos urbanos estão a quase 70 m. No município de Acaraú (litoral oeste) foi observada a maior distância, mais de 1.100 m, enquanto que no município de Paracuru foi observada a menor distância, 0,72 m. Em alguns municípios, a linha de costa se confunde com a própria linha edificada, caso de Fortaleza e de alguns trechos do litoral de Icapuí (Praia de Redonda), Cascavel (Praia da Caponga) e Caucaia (Praia de Icaraí).

Ao realizar o estudo por setor, a RMF obteve maior média (79,13 m), enquanto o litoral oeste alcançou à média de 73,60 m e o leste, 52,29 m. Na Figura 05 estão indicadas as variações médias entre a linha de costa e a linha edificada urbana por municípios litorâneos. A Figura 06 representa a localização de cada uma delas, com suas respectivas variações médias em toda sua extensão, destacando a distância máxima e mínima entre as construções e a linha de costa para cada município costeiro do Ceará.

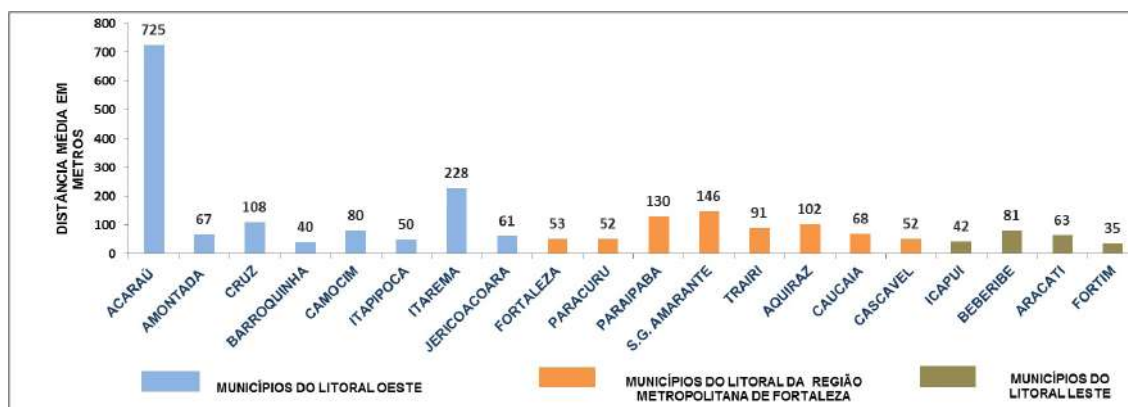


Figura 05 - Destaca a variação média, em metros, das distâncias entre linha de costa e edificada das cidades do litoral cearense.

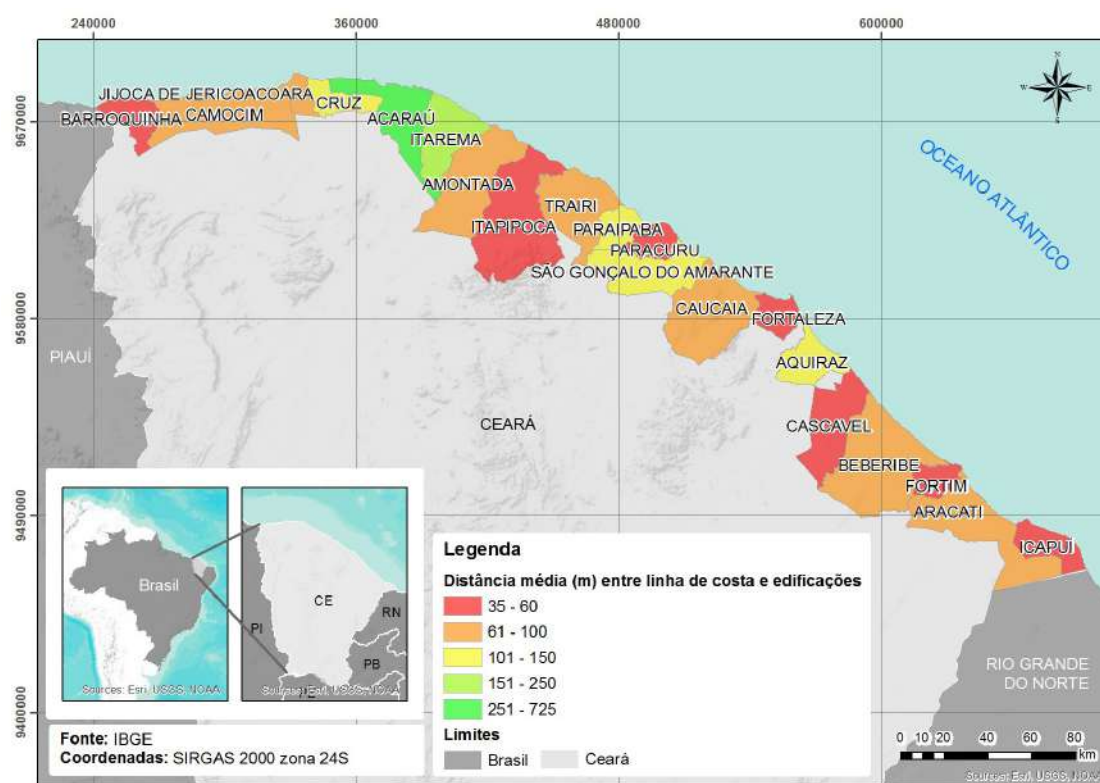


Figura 06 - Localização geográfica e a distância média entre as edificações e a linha de costa de cada município costeiro do estado do Ceará.

Na Figura 07 estão destacados os municípios costeiros do Ceará e suas três maiores distâncias das edificações para a linha de costa. Deste modo, pode-se observar que o município de Acaraú possui as três maiores distâncias em relação ao restante dos municípios. Na Figura 08 foram destacadas as menores distâncias, das quais os municípios de Paracuru, Amontada e Cascavel foram os que se destacaram.



Figura 07 - Gráfico com as maiores distâncias entre a linha de costa e a linha edificada por equipamentos urbanos entre os municípios litorâneos do Ceará.



Figura 08 - Gráfico com as menores distâncias entre a linha de costa e a linha edificada por equipamentos urbanos entre os municípios litorâneos do Ceará.

No litoral da RMF foram realizadas 953 medições em um trecho urbanizado de 95 km, sendo Fortaleza o município de maior extensão (26,6 km) e Paraipaba o de menor (2,6 km). No município de São Gonçalo do Amarante foi observada a maior distância média entre as edificações e costa litorânea (146 m). Já os municípios que obtiveram a menor média foram as cidades de Paracuru (51,52 m), Cascavel (51,7 m) e Fortaleza (52,62 m) (Tabela 01).

Municípios da RMF	Maiores Distâncias (m)			Menores Distâncias (m)			Média (m) de todo litoral da RMF
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	
Aquiraz	609,20	539,21	514,07	14,98	19,84	20,61	102,06
Cascavel	425,72	391,19	378,94	2,03	2,43	3,86	51,70
Caucaia	484,08	460,38	426,22	5,39	5,45	6,29	67,63
Fortaleza	403,20	370,00	304,93	2,10	3,47	3,62	52,62
Paracuru	506,28	312,54	293,69	0,72	7,80	9,91	51,52
Paraipaba	610,05	490,78	455,33	10,52	32,30	40,32	130,38
São G. Amarante	700,62	672,83	671,82	9,69	12,09	15,48	146,11
Trairi	405,11	346,32	284,38	4,45	8,03	8,99	90,63

Tabela 01: Variação das maiores e menores distâncias entre as edificações e a linha de costa dos municípios do litoral da Região Metropolitana de Fortaleza

O litoral oeste apresentou 32,7 km de litoral urbanizado. As municipalidades de maior extensão de trechos litorâneos ocupados são Itapipoca e Camocim, ambas possuem cerca de 5,8 km. Os menores trechos urbanizados estão concentrados em Jijoca de Jericoacoara (0,5 km), Barroquinha (3 km) e Cruz (3,4 km).

Ainda sobre o setor oeste, os municípios de Amontada (1,3m), Barroquinha (5,72m) e Itapipoca (5,73 m) são as que apresentam edificações com maior proximidade do litoral. Contudo, é importante ressaltar que os dados fornecidos são informações apenas do trecho de menor distância de cada cidade. Para poder obter uma melhor visão da urbanização frente ao litoral das cidades deste setor, é preciso observar a média de todas as distâncias dos trechos estudados. Deste modo, foi possível identificar que Barroquinha (39,94m), Itapipoca (49,91 m) e Jijoca de Jericoacoara (61,2 m) possuem, em sequência, as menores médias, e que Amontada (67,06 m) representa apenas a quarta média (Tabela 02).

Ao analisar as distâncias máximas, Acaraú (725,13 m), Itarema (227,67 m) e Cruz (107,93 m) apresentam as maiores médias, enquanto os trechos com maiores diferenças de extensão entre os equipamentos urbanos e a linha de costa deste litoral, foram observados na cidade de Acaraú (1192,4 m; 1089,69 m e 1032,83 m) (Tabela 02).

Municípios do litoral oeste	Maiores Distâncias (m)			Menores Distâncias (m)			Média (m) de todo litoral oeste
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	
Acaraú	1192,4	1089,69	1032,83	6,68	8,38	18,95	725,13
Amontada	878,56	454,24	396,98	1,3	8,03	11,09	67,06
Barroquinha	184,94	130,46	124,36	5,72	7,15	12,27	39,94
Camocim	646,4	601,95	425,83	6,4	8,16	9,13	80,14
Cruz	567,61	553,92	552,26	7,45	26,4	34,85	107,93
Itapipoca	372,58	213,48	176,03	5,73	5,98	6,62	49,91
Itarema	641,47	623,57	620,79	35,3	40,98	54,41	227,67
Jericoacoara	167,67	101,13	61,2	14,28	15,21	61,2	61,20

Tabela 02: Variação das maiores e menores distâncias entre as edificações e a linha de costa dos municípios do litoral oeste

Por fim, o litoral leste possui 47,1 km da sua extensão totalmente urbanizada. As municipali-

dades de Icapui e Beberibe possuem os maiores trechos urbanos dessa região, respectivamente, 20 km e 16,5 km, enquanto que o município de Fortim possui o menor trecho urbanizado, de aproximadamente 1,7 km. Com relação às distâncias entre a linha de costa e a linha edificada, foi observado que as menores distâncias, em média, foram em Fortim (34,88 m) e Icapui (41,54 m), e as maiores foram em Beberibe (81,43 m) e Aracati (63,05 m). Porém, ao analisar as distâncias por trecho, pode-se observar que os maiores trechos estão localizados nas cidades de Icapui (721,01 m) e Beberibe (557,11 m; 518,78 m e 510,33 m). Já as que possuíram os menores trechos foram Beberibe (2,71 m) e Fortim (3,54 m) (Tabela 03).

Municípios do litoral leste	Maiores Distâncias (m)			Menores Distâncias (m)			Média (m) de todo litoral leste
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	
Acaraú	358,87	221,97	176,61	4,56	5,83	6,27	63,05
Beberibe	557,11	518,76	510,33	2,71	6,73	10,24	81,43
Fortim	67,19	58,12	57,38	3,54	21,01	21,24	34,88
Icapui	721,01	295,91	294,32	6,24	8,57	8,7	41,54

Tabela 03: Variação das maiores e menores distâncias entre as edificações e a linha de costa dos municípios do litoral leste

5. Considerações finais

Portanto, com as informações e os resultados obtidos sobre o processo de urbanização e o avanço das edificações em direção à linha de costa, é possível inferir que o litoral da RMF possui o maior trecho costeiro urbanizado do estado do Ceará.

No litoral oeste, a cidade do Acaraú destacou-se por possuir as três maiores distâncias entre as construções e a linha de costa. Sendo assim, é importante que o poder público municipal elabore ou adote mecanismos gerenciais para evitar que haja uma ocupação desordenada no futuro. Desta forma, será possível controlar as construções de imóveis de maneira que não agridam o meio ambiente.

No litoral da Região Metropolitana de Fortaleza - LRMF, a capital cearense, Fortaleza, possui a terceira menor distância entre a linha de costa e o início de sua área urbanizada, isto é, a urbanização, em alguns trechos da cidade, avançou sobre as zonas de domínio das marés e ondas, alterando profundamente o frágil balanço sedimentar da região. Porém, Cascavel é a cidade que possui a menor distância média, onde está situada a praia da Caponga, que já vêm sofrendo com processos de erosão e em consequência, o avanço do mar. Com os resultados obtidos, conclui-se que em um cenário de subida do nível do mar induzido por mudanças climáticas, o patrimônio edificado ao longo do LRMF estará em risco.

No litoral leste, o município de Icapui tem a maior distância entre as construções urbanas e a linha de costa, porém em alguns trechos desse litoral já há fortes indícios de erosão costeira, como observado na Praia de Redonda. Em Beberibe, na Praia de Morro Branco, um dos destinos mais procurados para o turismo de sol e praia no Ceará, foi identificado a menor distância entre as construções e a linha de costa. Essa situação coloca em risco o patrimônio edificado nesse trecho costeiro, o que eleva o grau de vulnerabilidade do local.

A metodologia empregada nesse estudo permitiu, com grau satisfatório de resultados, identificar os trechos da costa em que as construções urbanas estão mais próximas da linha de costa, ou seja, das áreas de atuação dos agentes hidrodinâmicos, especialmente, ondas e marés. As informações coletadas são pertinentes ao planejamento e à gestão sustentável do litoral do estado do

Ceará. Para isso, estudos futuros devem contemplar cenários de subida do nível do mar, a fim de se identificar os trechos prioritários ao ordenamento e gestão territorial da zona costeira.

Referências

CEARÁ. **Decreto-lei complementar nº 144, de 4 de setembro de 2014**. Diário Oficial do Estado do Ceará, Poder Executivo, Fortaleza, CE, 8 set. 2014. p. 1.

FARIAS, A. **História do Ceará**. 7. ed. Fortaleza: Armazém da Cultura, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=23&search=ceara>>. Acesso em: 15 de março de 2016.

MARTINS, L. R.; TABAJARA, L. L.; FERREIRA, E. R. Linha de Costa: problemas e estudos. **Revista Gravel**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 40-56, out. 2004.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. 2. ed. São Paulo: Annablume, 2007.

PAULA, D. P. **Análise dos riscos de erosão costeira no litoral de Fortaleza em função da vulnerabilidade aos processos geogênicos e antropogênicos**. 2012. 364f. Tese (Mestrado), Universidade do Algarve, Portugal, 2012.

PAULA, D. P. Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do Litoral. **Rede – Revista Eletrônica do Prodeima**, Fortaleza, v.9, n. 1, p. 73-86, jan./jul. 2015.

PAULA, D. P.; MORAIS, J. O.; FERREIRA, O.; DIAS, J. A. De um Simples Porto a uma Cidade Convertida para o Turismo: Artificialização do Litoral de Fortaleza-Ce, Brasil. In: PEREIRA, S. D., RODRIGUES, M. A.C., BERGAMASCHI, S., FREITAS, J. G. (Org.). **O homem e as zonas costeiras**. Rio de Janeiro: Tomo IV da Rede BRASPOR, 2015, p. 202-214.