Simpósio sobre as geotecnologias e geoinformação no Estado de Alagoas

GEO ALAGOAS

17 e 18 de setembro de 2015

Maceió, Alagoas

2015

Simpósio sobre as geotecnologias e geoinformação no Estado de Alagoas

17 e 18 de setembro de 2015

ANAIS

Editor
Lucas Barbosa Cavalcante

URL do documento original:
http://dados.al.gov.br/dataset/anais-do-geoalagoas

Maceió, Alagoas
2015

Organização:

GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS
Governador - José Renan Vasconcelos Calheiros Filho
Vice Governador - José Luciano Barbosa da Silva

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO GESTÃO E PATRIMÔNIO – Seplag
Secretário de Estado - Carlos Christian Reis Teixeira
Secretário de Estado Adjunto de Planejamento e Orçamento - Genildo José da Silva

SUPERINTENDÊNCIA DE PRODUÇÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO - Sinc
Superintendente - Thiago José Tavares Ávila

GERÊNCIA DE GEOPROCESSAMENTO
Gerente - Lucas Barbosa Cavalcante

SUPERVISÃO DE TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES
Supervisor - Bruno do Amaral Rocha

EQUIPE TÉCNICA
Flávia Matos Monteiro
Gilvandro Freitas
Klebson da Silva
Lucas Barbosa Cavalcante
Roberson Leite Silva Júnior
Teresa Márcia da Rocha Lima Emery
Wendell Santana Fagundes

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA
Ma. Denize dos Santos Pontes
Ma. Juciela Cristina dos Santos
Me. Lucas Barbosa Cavalcante
Dr. Heliofábio Gomes Barros
Dra. Regla Toujaguez la Rosa Massahud

EQUIPE APOIO
Maria Teônia Melo Amorim

EQUIPE DE REVISÃO
Bruno do Amaral Rocha
Flávia Matos Monteiro
Lucas Barbosa Cavalcante
Klebson da Silva
Wendell Santana Fagundes

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO
Coordenador – Adalberto de Souza

NORMALIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO
Biblioteca Luiz Sávio de Almeida
Gerente - Maria Gorileide P. de Oliveira

3º GEOALAGOAS - Simpósio sobre geotcnologias e geoinformação do Estado de Alagoas é uma publicação contendo anais da terceira edição do evento, realizado no ano de 2015. Disponível para consultas e download no site http://dados.al.gov.br/dataset/anais-do-geoalagoas.
É permitida a reprodução total ou parcial dos textos deste livro, desde que seja citada a fonte.

Bibliotecária Responsável: Maria Gorileide P. de Oliveira – CRB-4/1524

Simpósio sobre as Geotecnologias e Geoinformação no Estado de Alagoas (3. : 2015: Maceió, AL)

Anais do 3º Geoalagoas/ Simpósio sobre as Geotecnologias e Geoinformação no Estado de Alagoas, 17 a 18 de setembro de 2015, Maceió,AL,Brasil. – Maceió: Seplag, 2015.

290p.

ISBN 978-85-69709-00-8
Evento realizado pela Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (Seplag), Maceió, AL.

1. Geotecnologias. 2. Geoinformação. 3.Geoalagoas. I. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. II. Título.

CDU: 91(813.5)

PREFÁCIO

Como já diria Gilberto Câmara, ex-Presidente do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, *"Tudo que acontece, acontece em algum lugar"*. Esta citação resume a importância da informação geoespacial para a vida das pessoas e organizações, afinal, as ações que desenvolvemos em nosso dia-a-dia pessoal ou organizacional tem na dimensão territorial um fator determinante.

Com o avanço das geotecnologias, a informação geoespacial já está totalmente integrada ao nosso cotidiano. Especialmente com os smartphones e tablets, hoje qualquer pessoa já dispõe de softwares de geoinformação para planejar sua viagem de férias, a melhor rota a ser escolhida no trânsito, saber o horário do ônibus que deseja para ir ao trabalho, as melhores opções gastronômicas da cidade, dentre outras necessidades.

"Mas como se encontra o uso desta tecnologia tão poderosa para o aprimoramento das organizações, e em especial, das instituições do setor público?"

Para planejar a reforma, a ampliação e até a construção de novas escolas, de postos de saúde, precisamos saber se tais equipamentos estão de acordo com as demandas das pessoas que residem num determinado território. Para combater a violência, precisamos saber para onde o crime migra e onde ele se localiza no território.

O conhecimento do território permite nos anteciparmos a desastres, planejar para onde as cidades se desenvolveram e consequentemente, a oferta de serviços que será necessária.

O setor privado precisa conhecer o território para planejar a instalação de novos estabelecimentos, de novas empresas, de novas indústrias. A comunidade acadêmica, ao conhecer o território, pode contribuir com pesquisas que subsidiem o desenvolvimento do estado, seja no campo econômico, social, ou ambiental.

Dentre estes e muitos outros fatores, entendemos que o conhecimento do território e principalmente, planejar, executar e monitorar as ações precisa sempre levar em consideração a dinâmica do território e do espaço.

Com o propósito de reunir conhecimento técnico e científico sobre as geotecnologias, o GeoAlagoas é um evento que surgiu com a intenção de abordar assuntos pertinentes a esta temática e como a sua adoção está influenciando o planejamento e o desenvolvimento socioeconômico, ambiental e territorial, especialmente no Estado de Alagoas.

O evento teve sua primeira edição realizada no ano de 2013 no âmbito da programação do XIX Encontro da Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística (ANIPES), sendo organizado pela então Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento Econômico - SEPLANDE em parceria com o Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas (IGDEMA/UFAL) e reuniu apenas técnicos do setor público para uma discussão e apresentação inicial sobre este importante tema. Em 2014, com o tema "Do Dado ao Conhecimento" a 2ª edição do GeoAlagoas foi realizada no âmbito da programação do Congresso Acadêmico Integrado de Inovação e Tecnologia (CAIITE), visando desenvolver uma discussão conceitual sobre a temática.

Nesta 3ª edição, em 2015, o GeoAlagoas inova e torna-se um evento independente contando com palestras de nível nacional, minicursos e apresentação de trabalhos acadêmicos. O evento conta com a presença de representantes de instituições federais da mais alta relevância no campo da geoinformação, como o Exército Brasileiro, através de sua Diretoria de Serviço Geográfico, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e a Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS que compartilharão com o público do evento os seus conhecimentos e aplicações da informação geoespacial no desenvolvimento dos projetos e do cumprimento da missão destas instituições.

O 3º GeoAlagoas é um evento organizado pelo Governo de Alagoas, através da Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio - SEPLAG, em parceria com a Universidade Tiradentes - UNIT, através do curso de Engenharia de Petróleo e com a Universidade Federal de Alagoas, através do Centro de Ciências Agrárias - CECA.

Conta com o apoio institucional da Fundação de Amparo à Pesquisa de Alagoas - FAPEAL, Secretaria Municipal de Turismo de Maceió - SEMPTUR, Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL e a empresa "Casa do Agrimensor", a quem registramos nossos sinceros agradecimentos por acreditar na proposta e contribuir para que esta edição do evento se tornasse possível .

Como um grande diferencial desta 3ª edição, o GeoAlagoas contou com uma chamada de trabalhos técnico/científicos onde foram selecionados 37 artigos oriundos de 8 estados brasileiros compilando a produção acadêmica de 21 instituições. Com o objetivo de compilar este rico conhecimento, esta publicação foi produzida e será disseminada à sociedade gratuitamente visando ampliar o alcance destas pesquisas com o intuito de que possam vir a ser absorvidas e aprimoradas por organizações do setor público e privado bem como contribuam para o aprimoramento da pesquisa científica e tecnológica.

Desta maneira, a partir dos interessantes artigos contidos neste livro, convidamos os leitores a adentrar nesta Jornada de Atualização em Geotecnologias desfrutando de temáticas em vanguarda, exploradas em âmbito local, nacional e internacional. Desejamos uma ótima leitura e que os conhecimentos aqui apresentados contribuam para o aprimoramento do conhecimento científico e tecnológico no âmbito geoespacial e que este conhecimento seja subsídio diferenciado para o desenvolvimento de Alagoas e do Brasil.

Lucas Barbosa Cavalcante
Thiago José Tavares Ávila

SUMÁRIO

A Geoespacialização da área de abrangência dos postos de saúde da Região Leste da Cidade de Teresina – PI 7

A importância da geotecnologia no desenvolvimento da educação 13

Alagoas em mapas: o uso do atlas em sala de aula 19

Análise comparativa dos dados cartográficos da prefeitura de Maceió/AL e das imagens de satélite disponibilizadas pela Microsoft 26

Análise da rede referencial cadastral no município de Maceió/AL 34

Análise dos impactos socioambientais na zona costeira do município de Paripueira – AL 42

Análise dos processos de topografia na implantação das locações exploratória da Petrobras no estado de Alagoas 50

Análise Espacial da Evolução do IDHM do Município de Maceió 58

Análise têmporo-espacial do parcelamento de solo em Arapiraca utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) 66

Análise conceitual dos Índices de vegetação e sua relação com a natureza espectral dos vegetais 74

Análise temporal do crescimento urbano na Zona Sul de Teresina nos anos 2000 e 2010 82

Avaliação Espaço-Temporal de áreas de risco entre os anos de 1974 e 2013 a partir de produtos fotogramétricos no bairro da Macaxeira - Recife/PE 89

Avaliação multitemporal dos setores de risco inseridos nas microrregiões do Jordão e Ibura, Recife – PE 97

Clima e Impactos sócio ambientais urbanos: uma análise aplicada ao bairro Atalaia na cidade de Aracaju/SE 105

Criação de um Boletim para o Cadastro Territorial Multifinalitário de áreas de risco geológico no bairro do Mutange, Maceió – AL 113

Determinação da fragilidade potencial e emergente dos ambientes antropizados do Município de Maceió, Alagoas – Brasil 120

Diagnóstico e espacialização de eventos de movimentos de massa no município de Maceió – AL 128

Geoprocessamento aplicado ao estudo da poluição do Rio Poty com base na análise multiparamétrica da água no município de Teresina – PI 136

Geoprocessamento aplicado na análise e detecção de áreas alagáveis no “Loteamento Açoita Cavalo” do município de Restinga Sêca – RS 143

Geoprocessamento como ferramenta de auxílio à gestão de uma Unidade Básica de Saúde no município de Fortaleza-CE 152

Georreferenciamento dos atendimentos móveis do SAMU 192 da central regional de Maceió-AL 159

Impactos Ambientais sobre Áreas de Preservação Permanente. Estudo De Caso: Bacia do Riacho Silva -Maceió – AL 167

Índices de Vegetação e Suscetibilidade à Desertificação no Município de Poço Redondo – Sergipe 175

Mapeamento do IVDN e IVAS para o município de Coqueiro Seco-AL a partir de imagens geradas pelo Thematic Mapper do Landsat 5 181

Mapeamento e caracterização dos conflitos de uso do solo nas APPs da bacia hidrográfica do Córrego do Cavalo/MS 189

Métodos para obtenção e análise do albedo de superfície e IVDN, para o município de Triunfo – PE 197

O uso das novas tecnologias no processo de ensino aprendizagem com os alunos bolsista do geopibid- UNEAL/ CAMPUS III 205

Povoado Serrote Grande, Craíbas/AL: O espaço geográfico revelado pela Paisagem 213

Sistema de informação Geográfica (SIG) para apoiar Análises de Acidentes de Trânsito 221

Superfícies de Impendância e sua Implicações nos processo Geoestatísticos. Deturpação de Possíveis Cenários e Fenômenos Geoespaciais: poligonal urbana de Garanhuns-PE 229

Susceptibilidade erosiva como subsídio ao planejamento urbano na bacia hidrográfica do Pratagy, Alagoas 237

Uso de imagens do satélite Landsat 5, como ferramentas na determinação dos impactos geográficos causados com o rompimento da Barragem de Algodões no município de Cocal – PI 245

Uso de Sistemas de Informação Geográfica na Estimativa da Expansão Urbana e da Diminuição das Áreas de Recarga do Aquífero da Bacia Endorreica do Tabuleiro do Martins 253

Uso de software livre de geotecnologia para implantação de um cadastro territorial no município de União dos Palmare s/AL 260

Uso do Sensoriamento Remoto no estudo das ilhas de calor nos bairros da região Leste de Teresina – PI 268

Uso e cobertura do solo na bacia do rio Jacarecica (Maceió–AL) utilizando imagem Quickbird 274

Utilização do sistema de Informações Geográficas no Cadastro Territorial para o município de São Luiz do Quitunde/AL 282

A Geoespacialização da área de abrangência dos postos de saúde da Região Leste da Cidade de Teresina - PI.

Maria do Espírito Santo Abreu da Rocha [1]
Kátia Maria Ferreira Teixeira[1]
Raimundo da Silva Ramos[1]
Lineardo Ferreira de Sampaio Melo[1]

[1] Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Piauí - IFPI, Praça da Liberdade, 1597 – Centro, Teresina - PI, Brasil, CEP 64000 - 040
{maryasantorocha@hotmail.com, kmtferreira@gmail.com, raimundoramos89@hotmail.com, lineardo.melo@ifpi.edu.br}

Abstract. In Brazil, the Ministry of health is the responsible to coordinate actions aimed at improving basic health care across the country. Local managers of the unified health system (SUS) has the task of improving the standard of quality of care offered to users of SUS in basic health units (UBSs) being conducted through the teams of basic attention to health. To understand the inequalities in access to health care, it is essential to consider the heterogeneity of the population about their needs and the uneven spatial distribution of goods and services, taking on equity the spindle for prioritization of actions. With the present paper were used GIS to spatialize the scope of health care units in the region of Eastern Zone of Teresina, the capital of the state Piauí, and identify areas that have not been assisted.

Palavras-chave: geoespacialização, posto de saúde, SIG.

1. Introdução

Com o avanço das tecnologias de geoinformações os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) vêm ganhando cada vez mais espaço e popularização na comunidade civil e acadêmica, tanto no âmbito de pesquisa como nas tomadas de decisões em gerenciamentos de informações espaciais de diversas formas e fontes. A capacidade dos SIGs em produzir informações a partir de um banco de dados geográfico é de fundamental importância para aplicações em estudos socioeconômicos e nos casos das áreas de influências de determinadas doenças que podem ocorrer no meio urbano.

Segundo PINA (2000) o uso de SIGs é uma das maneiras mais eficientes de se conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população, através de mapas que permitam observar a distribuição espacial. Como exemplo e marco histórico temos o estudo feito pelo Dr. John Snow em 1854 na cidade de Londres, onde ele espacializou os casos de cólera, usando o mapa da cidade, ele localizou os óbitos por cólera e os poços de água.

Para compreender as desigualdades no acesso a saúde, é fundamental se considerar a heterogeneidade da população quanto a suas necessidades e a distribuição espacial desigual de bens e serviços, tendo na equidade o eixo para priorização das ações. O objetivo do trabalho é espacializar a abrangência das unidades de atendimento de saúde na região da zona Leste da capital Piauiense.

A Constituição Federal assegura o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos. Segundo seu segundo capítulo, Seção II e Artigo 196°:

> A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doenças e de outros agraves e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação.

E cabe a União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios aplicarem, anualmente, em ações e serviços de saúde recursos derivados dos impostos arrecadados.

Compete ao Ministério da Saúde coordenar ações voltadas ao aprimoramento da atenção básica em todo o país. O objetivo é incentivar os gestores locais do Sistema Único de Saúde (SUS) a melhorar o padrão de qualidade da assistência oferecida aos usuários do SUS nas Unidades Básicas de Saúde (UBSs) e por meio das equipes de Atenção Básica de Saúde. O novo modelo para a atenção básica no SUS é focado na melhoria da qualidade e do acesso aos serviços públicos de saúde.

As UBSs tem o objetivo de atender até 80% dos problemas de saúde da população, sem que ocorra a necessidade de encaminha o paciente a um hospital. Essa estratégia é para descentralizar o atendimento, deixar a população mais próxima do serviço de saúde e desafogar os hospitais. Nelas, os pacientes realizam consultas médicas com clinico geral, fazer curativos, tratamento odontológico, tomam vacinas, e também são encaminhados para médicos especialistas dependendo da enfermidade que o paciente apresentar.

A portaria n° 2.488, de 21 de Outubro de 2001 aprovou a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes e normas para a organização da atenção básica, para a Estratégia Saúde da Família (ESF) e o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS).

A Estratégia Saúde da Família visa à reorganização da atenção básica no País, de acordo com os preceitos do Sistema Único de Saúde, e é tida pelo Ministério da Saúde e gestores estaduais e municipais como estratégia de expansão, qualificação e consolidação da atenção básica por favorecer uma reorientação do processo de trabalho com maior potencial de aprofundar os princípios, diretrizes e fundamentos da atenção básica, de ampliar a resolutividade e impacto na situação de saúde das pessoas e coletividades.

Um ponto importante é o estabelecimento de uma equipe multiprofissional (Equipe de Saúde da Família - eSF) composta de no mínimo:

- Médico generalista, ou especialista em Saúde da Família, ou médico de Família e Comunidade;
- Enfermeiro generalista ou especialista em Saúde da Família;
- Auxiliar ou técnico de enfermagem;
- Cirurgião Dentista generalista ou especialista em Saúde da Família;
- Auxiliar ou técnico em Saúde Bucal;
- Agentes Comunitários de Saúde;

Cada eSF é responsável por no máximo 4.000 pessoas, sendo a média recomendada de 3.000 pessoas, respeitando critérios de equidade para essa definição. É considerado o grau de vulnerabilidade das famílias para determinar o número de pessoas por equipe, quanto maior o grau de vulnerabilidade, menor a quantidade de pessoas por equipe. Por meio do SIG foi possível se ter uma analise geoespacial, que pode auxiliar na tomada de decisão e favorecer o planejamento para implantação de novas unidades de UBS, pois a analise mostrou as áreas onde a população está mais desassistida.

2. Metodologia

A região Leste de criada através da Lei n° 2.960, de 26 de Dezembro de 2000, é composta por 29 bairros, possui uma área de 63,45 Km^2 e uma população de 167.168 habitantes segundo o último CENSO do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A região é composta pelos bairros: Pedra Mole, Cidade Jardim, Tabajaras, Socopo, Zoobotânico, Morros, Vale do Gavião, Porto Centro, Verde Lar, Árvores Verdes, Satélite, Vale Quem Tem, Samapi, Novo Uruguai, Uruguai, Santa Lia, Campestre, Santa Isabel,

Recanto das Palmeiras, São João, Noivos, São Cristovão, Morada do Sol, Piçarreira, Horto, Planalto, Ininga, Fátima, (Imagem 01).

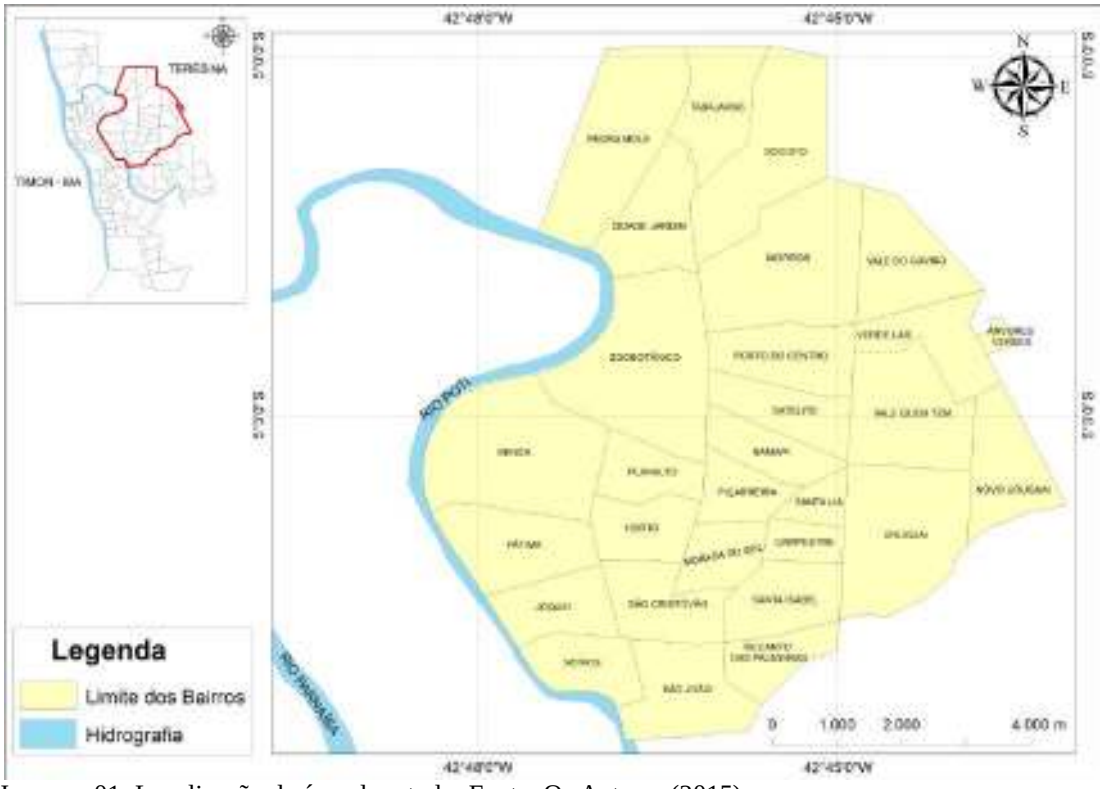


Imagem 01: Localização da área de estudo. Fonte: Os Autores (2015).

Para a realização do mesmo, foram utilizados os softwares ArcGis, Qgis e GPS de mapeamento. Com o GPS foram coletados todos os pontos identificados como Unidades Básicas de Saúde e seus respectivos atributos, e em laboratório esses dados foram descarregados e trabalhados para a confecção dos mapas de localização e espacialização.

Os atributos usados para especificar a camada dos postos de saúde foram ID, nome, quantidade de equipe, quantidade de agentes de saúde, dentistas generalistas, imunização e farmácia. Foram mapeados 10 pontos de UBS e um ponto que corresponde a Regional responsável por todos os UBS da região Leste.

Na tabela a seguir, podem-se conferir os endereços que serviram de base para localizar as unidades.

Tabela 01: Endereços das Unidades de Saúde da Família

Setor	Endereço	Telefone
01- Coordenadoria Regional de Saúde Leste/Sudeste	Av. Presidente Kennedy, 570, São Cristovão	3215-7900 3215-7901
02- UBS Bom Samaritano (NOVAFAPI)	Rua Vitorino Ortigett Fernandes, n°6123, Planalto Uruguai	3215-9218
03- UBS Piçarreira	Av. João Antônio Leitão, n° 4661, Piçarreira	3215-9216
04- UBS Planalto Ininga	Rua Esperantina, n° 2312, Planalto Ininga	3215-9217
05- UBS Planalto Uruguai	Rua 1, n° 6955, Planalto Uruguai	3215-9202
06- UBS Satélite	Rua Talma Iran Leal, n° 4064 e n° 4676	3215-9220
07- UBS Vila Bandeirante	Rua Dom Bosco, n° 4141, Vila	3215-9201

		Bandeirante	
08-	UBS Santa Bárbara	Rua São Paulo, n° 7655, Bairro Santa Bárbara	3234-2069
09-	UBS Taquari	Quadra A, Casa 07, Conjunto Taquari	3231-4879
10-	UBS São João	Rua Cel. Belisário da Cunha, n° 478, São João	3234-7843
11-	UBS Damas Satélite	Rua Telegrafista Sebastião Portela, S/N, São João	3234-9207
12-	UBS Picarreira II	Rua Tio Bentes, S/N, Piçarreira II	3234-5362

Utilizou o SIG QuantuGis para importar os dados do GPS, o usado no estudo foi um de mapeamento, em seguida os dados foram exportados para o software ArcGis 10.1, onde foram realizada as analises e confeccionado os mapas.

3. Resultados e Discursão

Foram coletadas algumas informações referentes aos atributos criados para especificar cada uma das Unidades de Saúde da Família. Na figura 01, observa-se que em todas as Unidades Básicas de Saúde existem os serviços de Farmácia, Imunização (vacinação), e atendimento odontológico. Além de equipes multidisciplinares formadas por médico generalista, enfermeiro, técnico em enfermagem, cirurgião dentista generalista, técnico em saúde bucal e agentes de saúde.

Table

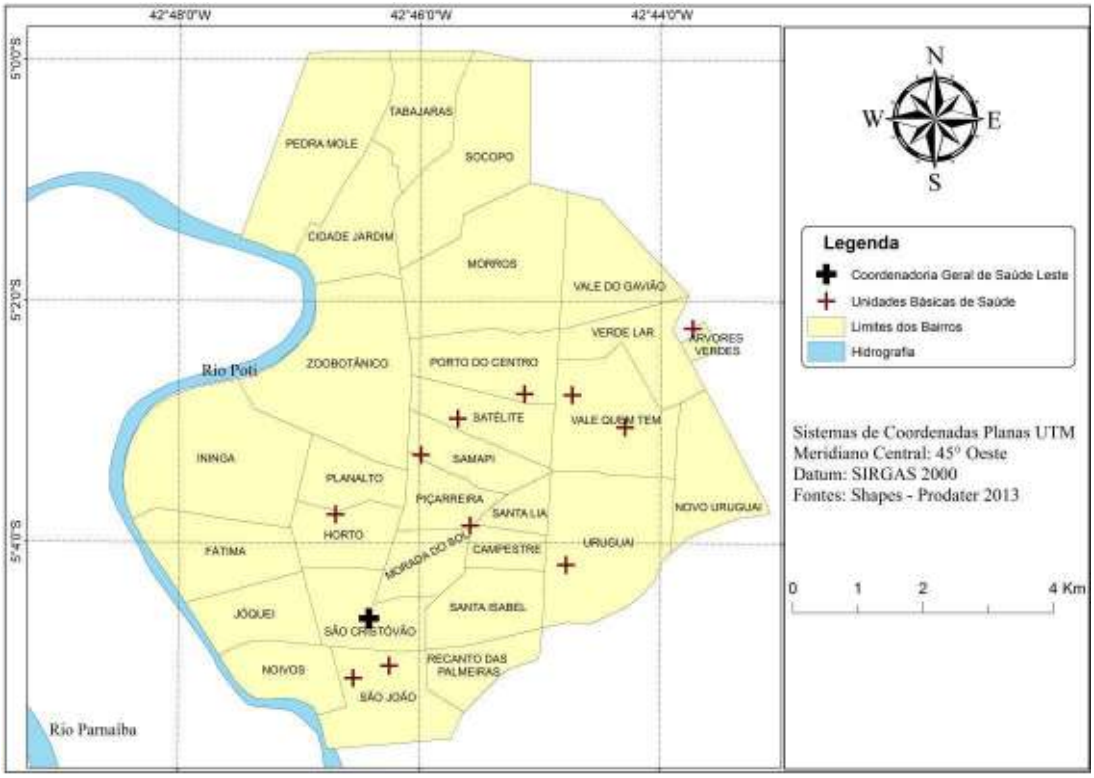
Unidades Básicas de Saúde

ID	Equipe	NOME	Agentes	ATENDE	Farmacia	Vacinacao	Dentista
1	2	USF SÃO JOÃO	15	SÃO JOÃO, NOIVOS	sim	sim	sim
2	4	DAMAS SATÉLITE	9	RECANTO DAS PALMEIRAS E SÃO CRISTOVÃO	sim	sim	sim
3	2	BOM SAMARITANO	14	SANTA ISABEL, URUGUAI, NOVO URUGUAI	sim	sim	sim
4	8	PLANALTO URUGUAI	40	VALE QUEM TEM	sim	sim	sim
5	3	PIÇARREIRA	10	SANTA LIA, PIÇARREIRA,CAMPESTRE	sim	sim	sim
6	4	ÁRVORES VERDE	19	ARVORES VERDE,VALE DO GAVIÃO E ZONA RURAL	sim	sim	sim
7	3	TAQUARI	17	VILA MARIA, CIDADE LESTE E PORTO CENTRO	sim	sim	sim
8	4	V. BANDEIRANTE	27	VILA BANDEIRANTE I,II,III, MORROS E SATELITE	sim	sim	sim
9	4	SATELITE	10	SATELITE, CIDADE JARDIM	sim	sim	sim
10	4	ININGA	10	ININGA, HORTO, PLANALTO,JÓQUEI	sim	sim	sim
11	4	PIÇARREIRA II	10	SAMAPI, ZOOBOTÂNICO	sim	sim	sim

Figura 01: Tabela de atributos.

No mapa 02, é possível identificar a localização dos UBS e a coordenadoria regional na zona Leste de Teresina. Pode se observar uma concentração dessas unidades na região central da zona. Isso se deve a baixa renda nessas regiões e um vácuo habitacional na área norte dessa região.

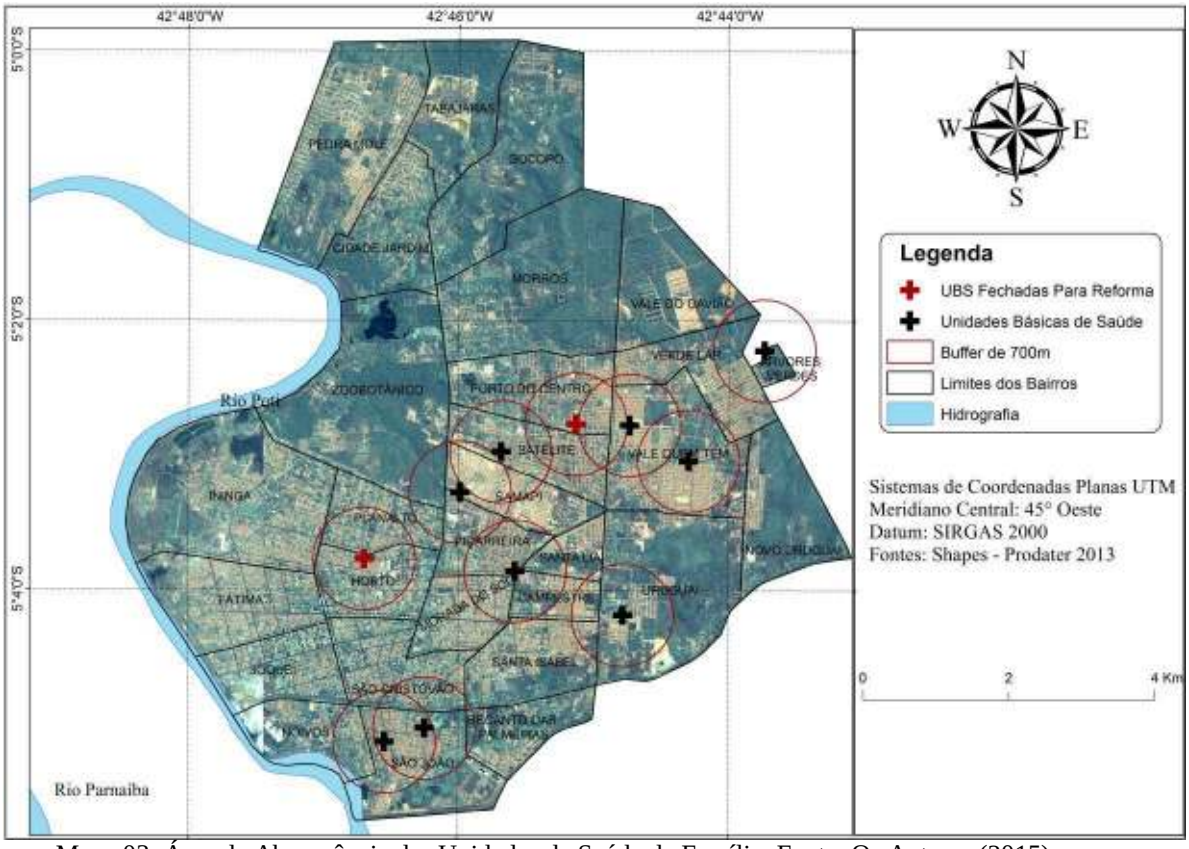
Observa-se que alguns bairros como o Vale Quem Tem e o São João possuem mais de uma UBS, enquanto outros bairros a população precisa se deslocar para bairros vizinhos para receberem atendimento médico.



Mapa 02: Espacialização das Unidades de Saúde da Família. Fonte: Os Autores (2015).

Com mapa 03, confirma-se a má distribuição das Unidades Básicas de Saúde, para analisar a abrangência de atendimento de cada unidade foi utilizada a ferramenta de Buffer, do Software, com o raio de 700 m, essa distância foi definida considerando a área média dos bairros. Diante deste pode se observar vários pontos de intersecção entre a maioria das unidades, enquanto algumas áreas localizadas ao norte da região ficaram sem assistência.

Mais um agravante é o fato de que duas unidades estão fechadas para reformas. A Unidade da Vila Bandeirante migrou seus pacientes para as Unidades Taquari e Satélite, e a Unidade da Ininga migrou seus pacientes para a Unidade do Satélite e para a Unidade Piçarreira, gerando uma superlotação nas unidades vizinhas.



Mapa 03: Área de Abrangência das Unidades de Saúde da Família. Fonte: Os Autores (2015).

4. Conclusão

O uso do SIG possibilitou uma analise geoespacial, a informação gerada tornou-se um instrumento de auxílio á tomada de decisão e favorecerá no planejamento para implantação de novas unidades de UBS, pois a analise mostrou as áreas onde a população está mais desassistida. Com isso o SIG torna-se indispensável para modernização e monitoramento das UBS localizado na área de estudo, podendo ser usado por órgãos públicos e municipais para criar estratégias que suprirá as carências da população.

Referências Bibliográficas

Brasil. Ministério da Saúde, **A Implantação da Unidade de Saúde da Família.** Organização: Milton Menezes da Costa Neto. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2000.

Brasil. Ministério da Saúde, **Abordagens Espaciais na Saúde Pública**. Simone M. Santos, Christovam Barcellos, Organizadores. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

Pina, Maria de Fátima de e Santos, Simone M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicada á Saúde**. Brasília. OPAS, 2000.

Fundação Municipal de Saúde de Teresina. **Coordenadoria Regional Leste/Sudeste.** Disponível em: < http://saude.teresina.pi.gov.br > (Acesso em 04 de Maio de 2015).

Brasil. Ministério da Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br > (Acesso em 05 de Maio de 2015).

A importância da geotecnologia no desenvolvimento da educação

Tamires Aparecida Batista de Oliveira[1]
José Anselmo Nascimento Silva[1]
Edilsa Oliveira dos Santos[2]
James Rafael Ulisses dos Santos[3]
Kleber Firpo Prado Valença[4]

[1]Graduados em Geografia
Faculdade José Augusto Vieira – FJAV
Praça Nossa Senhora da Piedade, 40 - Cidade Nova, Lagarto – SE, Brasil, CEP 49400-000
tamires_ufs@yahoo.com.br; anselmo.geo@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Sergipe – UFS Programa de
Pós-Graduação em Geografia – PPGEO
Av. Marechal Rondon, S/n – Jardim Rosa Elze, São Cristóvão – SE, Brasil, CEP 49100-000
edilsa.geo@hotmail.com

[3]Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG
Avenida Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras, Vitória – ES, CEP 29075-910
jamesrulisses@gmail.com

[4]Graduando em Geografia – DGE
Universidade Federal de Sergipe - UFS
Av. Marechal Rondon, S/n – Jardim Rosa Elze, São Cristóvão – SE, Brasil, CEP 49100-000
kleberfirpo@gmail.com

Abstract. This article aim to diagnose the importance of Geotechnology in the development of education, being provided from a mystical society with different directions and opposite cultures. To establish this line of thinking, it will require the formulation of questioning the importance of Geotechnology and their grounds for the construction of a critical education and developer, from the technological means. In this sense, this article aims to show that the Geotechnology is one of the pillars for the construction of an efficient and advanced education, but which requires appropriate methodologies for no cause in a decline in public education. Detecting application of Geotechnology in the classroom, we realize what are your efficiencies and deficiencies for teaching in General. Thus, to achieve this objective, it was necessary to a bibliographic survey, having as the books, articles and journals on the topic proposed in education, detecting its importance for the development of education in the classroom. The Organization of the article was divided among four parties, being the introduction where will report a brief context the importance of the Geotechnology for education. The development with two paragraphs: the Geotechnology education verses, will expound upon the subject by placing bibliography of authors consisting of studies through the proposed theme, Geotechnology in the classroom that centered as this subject is treated in the classroom and the problems encountered and the final considerations in conclusion and exposing what the amounts of GeoTechnologies to the development of education.

Palavras-chave: education, innovation, classroom, technology, ensino, inovação, sala de aula, tecnologia.

1. Introdução

A tecnologia é um dos instrumentos principais para o desenvolvimento de qualquer espaço ou indivíduo, seja ela da mais simples a mais complexa, pois, ainda no século XXI não se pode dizer que não se vive sem os meios tecnológicos. A educação define como conceito principal para o desenvolvimento dos humanos racionais, no qual é primordial para o crescimento profissional e intelectual, que estabelece a sociedade, por isso, a necessidade da conjunção da tecnologia em seu meio para facilitar o seu desenvolvimento.

A formação do espaço sempre foi estudada por vários geógrafos desde antiguidade até os dias atuais, e é nele que sobrevive o ser humano aonde desenvolve todas as técnicas de sobrevivência e existência para a sua habitação.

Visando estabelecer essa intelecção entre os dois temas no proposto de compreender a real importância entre eles, principalmente prevendo uma visão etimológica sobre os atuais conceitos na lógica para detectar a importância das tecnologias nas metodologias didática da educação, serão estabelecidos as principais noções conceituais, para que possa compreender os principais elementos que detecte a importância no amplo educacional.

O artigo divide-se na tecnologia versus educação, mostrando os dois no dilema social, sendo o individuo o elo de demonstração para a efetivação na conjuntura educacional, e o segundo ponto o debate entre teóricos que mostrará como é o desenvolvimento da tecnologia na sala de aula.

2. Metodologia de trabalho

Para a construção do presente trabalho, foi de suma importância o uso da pesquisa qualitativa e descritiva. Sendo assim, para a efetivação do embasamento teórico foi utilizado fontes bibliográficas extraídas de livros e artigos científicos, com o objetivo de compreender melhor o universo do uso das geotecnologias na educação.

3. Geotecnologia x Educação

> A geotecnologia não determina a sociedade, nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica, uma vez que muitos fatores, inclusive a criatividade e iniciativa empreendedora, intervém no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão interativo (CASTELLS, 1999, p. 43)

Segundo Castells a tecnologia não determina nenhuma sociedade, porém, ocorre à complexidade que faz ela se tornar um padrão diversificado e atuante no meio social. Esse dilema relatado constrói a seguinte argumentação: A geotecnologia padroniza a modernização da sociedade ou centralizar o conhecimento de forma mais aplicada? Essa questão Castells (1999) cita:

> não é a centralidade de conhecimentos e informações, mas, a aplicação desses conhecimentos e dessa informação para a geração de conhecimentos e de

> dispositivos de processamento/ comunicação da informação, em um ciclo de realimentação cumulativo entre a inovação e seu uso (p.69).

A inovação trazida para a sociedade gerou uma grande explosão de conhecimento facilitador e complexo, trazendo controversas entre o padrão de vida humana e sua cultura, porque a informação acumulativa ficou completamente despesa trazendo desconcentração entre o público, dificultando o direcionamento do objetivo principal.

Segundo Prusak & Meu (1994, p. 93).

> Numa economia de informação, a concorrência entre as organizações baseia-se em sua capacidade de adquirir, tratar, interpretar e utilizar a informação de forma eficaz. As organizações que lideram essas competições serão as grandes vencedoras do futuro, enquanto as que não o fizerem serão facilmente vencidas por suas concorrentes.

A educação sempre será o pilar mais importante para o desenvolvimento de uma sociedade, hoje ela traz consigo a geotecnologia, às vezes como sua aliada ou desaliada, argumentação essa que se refere aos problemas encontrados na sala de aula diante as tecnologias, mas, na qual podem colaborar no desenvolvimento do aluno.

> O uso criativo das tecnologias pode auxiliar os professores a transformar o isolamento, a indiferença e a alienação com que costumeiramente os alunos frequentam as salas de aula, em interesse e colaboração, por meio dos quais eles aprendam a aprender, a respeitar, a aceitar, a serem pessoas melhores e cidadãos participativos. Kenski (2011, p. 103)

A geotecnologia é de real importância para educação, porém, necessita ocorrer um elo para favorecer no desenvolvimento dos discentes para se tornarem melhores cidadãos participativos no meio social. O mercado de trabalho, atualmente encontra-se com profissionais que não constituiu uma postura adequada e consciente no mérito da necessidade, e isso se formalizou através de uma educação irregular, com barreiras não superadas. Hoje a geotecnologia está fazendo mais profissionais nesse patamar, porque envolve os meios tecnológicos em sua educação. Dessa forma:

> Existe, portanto, a necessidade de transformações do papel do professor e do seu modo de atuar no processo educativo. Cada vez mais ele deve levar em conta o ritmo acelerado e a grande quantidade de informações que circulam no mundo hoje, trabalhando de maneira crítica com a tecnologia presente no nosso cotidiano Isso faz com que a formação do educador deva voltar-se para análise e compreensão dessa realidade, bem como para a busca de maneiras de agir pedagogicamente diante dela. É necessário que professores e alunos conheçam, interpretem, utilizem reflitam e dominem criticamente a tecnologia para não serem por ela dominados. SAMPAIO E LEITE (2008, p. 19)

Sampaio e Leite descreve o ponto chave da intercessão da geotecnologia e educação, o professor, instrumento de equilíbrio para estabelecer uma qualidade na educação, mediante ao sistema tecnológico, embora seja difícil ter o domínio de algumas situações, eles ainda podem descrever uma metodologia que engloba esse sistema atuante na sociedade.

Dessa maneira, a internet como uma geotecnologia presente em 70% da sociedade, traz consigo um espaço de informação diversificado e abrangente, facilitar a educação e o desenvolvimento, por isso, mediante ao avanço de seu espaço, faz com que a educação se entrelace a essa ferramenta, para garantir uma educação qualificativa e divulgada para todos os públicos.

Sendo assim:

> Embora o número de escolas com computadores e, consequentemente, o número de crianças com acesso a eles na escola permaneça baixo, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) desempenha papel importante nos planos para melhora da educação brasileira. Há alguns anos, o governo federal anunciava planos para instalar em todas as escolas conexões de Internet em banda larga, mas os fundos direcionados para esses fins, como parte de um programa para universalizar o acesso às telecomunicações (FUST), não foram disponibilizados (SORJ, p.2 2003).

Segundo SORJ (2003) a geotecnologia ainda necessita ser abrangente nas unidades de ensino, para colaborar no desenvolvimento educativo, no qual enaltece que as escolas sem acesso a essa rede, deixa o público assistido sem conter educação adequada nesse espaço, dificultando ainda mais o equilíbrio educativo das tecnologias e educação.

4. Geotecnologia na sala de aula

A sala de aula é o espaço que constrói conhecimento, ensinar as diferenças da sociedade e as sua divergência, por isso, a necessidade de desenvolver uma geotecnologia no ensino das salas de aulas, sejam elas no Primário, no Ensino Fundamental, no Ensino Médio ou mesmo nas Graduações, sempre será necessário que esse espaço seja repleto de ensino tecnológico para colaborar no senso crítico dos discentes, melhorando a atuação da população, mediante as ferramentas geotecnológicas.

A geotecnologia é responsável pela diversificação das metodologias em sala de aula, colaborando para a curiosidade repleta de conhecimento e aprendizagem (CAZETTA, 2011). Diante dos programas, softwares, a salas de aulas são formada de um espaço completamente tecnológico, porque dificilmente não encontra uma criança, jovem, com a geotecnologia em suas mãos, os celulares são compostos por ferramentas de aprendizagem repleta de ensinos e conhecimento, por isso, a necessidade de um contínuo aprendizado para direcionar essa ferramenta a ser utilizadas no momento correto e em algo concreto.

Pesquisa feita na cidade de São Paulo, 70% dos colégios não aceitam a utilização dessa tecnologia dentro da sala de aula, segundo os diretores e coordenadores, em vez de colaborar para o ensino, faz dificultar (FOLHA SP, 2013). Para os responsáveis das instituições de ensino, a revolução tecnológica dificultou o ensino, pois, diante da dispersão sofrida no ensino, a juventude acabou fazendo o uso das tecnologias para fins de distração, como exemplificando, o uso das redes sociais dentro das salas de aulas, fazendo-se assim, o esquecimento do real uso dessa ferramenta de ensino.

> (...) a revolução informática e do controle torna possível à realização da previsão quanto à mobilidade generalizada (dos homens, energia, dos usos, dos produtos, no tempo e no espaço), uma mobilidade medida, controlada, prevista, que assegura aos centros de decisão um real poder sobre os outros pontos do espaço (SANTOS, 2006, p. 184).

De acordo com SANTOS, a revolução colabora para o desenvolvimento do espaço, tornando-o controlados por pontos e centros de informação. Porém, as dificuldades sofridas diante dessa questão em sala de aula, é prevista pela metodologia tradicional, no qual não aceita as tecnologias como meio de informação.

Uma das ferramentas mais utilizadas no cotidiano atual é o uso do aplicativo WhatsApp, rede essa que ocorre na troca de comunicação, via mensagens e ligações. Para muitos, essa rede de informação, traz na educação um retrocesso, uma vez que muitos no momento das aulas, acabam por não prestarem atenção no docente, ou melhor dizendo, no conteúdo ministrado na aula favorecendo assim a dispersão em sala de aula.

Porém, em todos os meios tecnológicos existem seus anseios, mas, para muitos profissionais na área da educação, as redes e programas facilitam a passagem de comunicação, uma ferramenta que pode ser utilizada para discussão sobre um determinado assunto ou debate educacional mediante a um assunto.

> As geotecnologias constituem um elemento da prática social do presente momento histórico, influenciando a forma como se percebe, analisa e representa o espaço geográfico. Somente na dimensão da práxis é que se pode estabelecer sua real significação, como instrumento de controle, servindo à classe dominante, ou como instrumento de libertação, a favor das classes menos favorecidas e das causas socialmente mais justa (MATIAS, 2004, p. 10).

A prática social, sempre será necessária para a aprendizagem geotecnológica, por sua vez, as salas de aulas necessitam ser preenchida por argumentos críticos envolvendo as tecnologias e mostrando ao público a necessidade para o controle de práticas e atuação no momento certo, seja ela por uma rede de software ou mesmo uma simples tecnologia como uma TV (MATIAS, 2004).

Sempre será necessário o envolvimento geotecnológico nas salas de aulas, porque facilitará o desempenho dos alunos e além de favorecer um conteúdo diversificado e sintetizado, os alunos terão o hábito da leitura, que muitas das vezes deixará o uso do livro didático em outras fontes, e será a partir desse momento que vem a necessidade de anexar a geotecnologia dentro da metodologia de ensino, fazendo com que o aluno aprenda mediante o uso dessas novas tecnologias.

Segundo, SANTOS (2006):

> (...) nos dias atuais, a técnica e a ciência presenteiam o homem com a capacidade de acompanhar o movimento da natureza, graças aos progressos da teledetecção e de outras técnicas de apreensão dos fenômenos que ocorrem na superfície da Terra (p. 162).

Essa capacidade de envolvimento com as técnicas, faz que o homem fique mais capacitado mediante ao processo tecnológico. Não necessitar que uma criança vá há um curso de informática aprender a manuseia um computador, aprendizagem está acontecendo mediante o progresso da teledetecção de conhecimento, por isso vem à necessidade do professor de orientar esse processo em sala de aula.

A geotecnologia na sala de aula é fundamentada a partir da orientação do aluno, não pode ser diversificada ou deixada de um lado, por motivos de problematização, mas ser orientada e colocada no processo de ensino.

5. Considerações finais

A geotecnologia pode ser utilizada de várias formas no cenário educacional, é necessário ocorre uma orientação através de ensino para que possa colaborar no desenvolvimento dos educandos e melhorar aprendizagem através de metodologia e matérias didáticas facilitador de conhecimento,

Existe vários problemas encontrados na geotecnologia mais mesmo sendo uma deficiência no ensino, ela colaborar para o crescimento e a desenvoltura do público assistido, através de uma mudança no espaço aprendizado ela se torna uma direcionadora na sala de aula, mais sempre sendo orientado pelo professor.

A sua importância para educação é muito significativa, porque concretizar os passos para ocorrer uma aprendizagem de sucesso, sempre será necessário que o professor tenha em mãos

metodologias diferenciadas que apoie as iniciativas dos discentes, somente nessa forma que irá formalizar opiniões e trazes métodos para colaborar o ensino em sala de aula.

O ideal é sempre buscar uma educação emancipadora, no propósito de tornar claro para os indivíduos as mudanças relacionadas com as geotecnologias para compreendê-las como instrumentos de descortinação dos problemas sociais existentes nas salas de aula e nos grupo social aonde eles vivem. Sempre será necessário que não dificulte os acessos dos alunos com as geotecnologias, porque irá dificultar o desenvolvimento mediante as suas necessidades diante a sociedade.

Por fim, não existe educação sem uma geotecnologia, sua importância é de extrema importância, para torna futuramente uma sociedade critica e objetiva diante aos manuseios e as divergências encontradas no mundo globalizado.

Referências

CASTELLS, Manuel. **Fim de milênio: economia, sociedade e cultura.** Trad. Roneide Venâncio Major. 6. ed. v. 1. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTELLS, Manuel. **Sociedade em rede**. Trad. Roneide Venâncio Major. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CAZETTA, V. **Educação visual do espaço e o Google Earth**. In: ALMEIDA, R.D. org. Novos rumos da cartografia escolar: currículo, linguagem e tecnologias. São Paulo: Contexto, 2011. p. 177-186.

KENSKI, V.M. **Educação e Tecnologias o Novo Ritmo Da Informação**. Editora Papirus. Campinas, SP, 8º edição, 2011.

MATIAS, L.F. **Por uma economia política das geotecnologias**. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografia y Ciencias Sociales. VII(170) (52), 1 de agosto de 2004. Disponível em: http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-52.htm. Acesso em: 22 de julho de 2015.

SAMPAIO, Marisa Narcizo, LEITE, Lígia Silva. **Alfabetização Tecnológica do Professor**. Petrópolis- RJ: Vozes. 2008.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** 4ª Ed. São Paulo: EDUSP. 2006.

SORJ, Bernardo, **Exclusão digital e educação no Brasil: dentro e fora da escola**. Disponível: centroedelstein.org.br/pdf/exclusaodigital_e_educacao_no_brasil.pdf

ALAGOAS EM MAPAS: O USO DO ATLAS EM SALA DE AULA

Mabely Carlos da Silva Curvelo[1]
Valdiene Pereira da Silva[1]
Denize dos Santos Pontes[2]
Maria Betânia Porfírio Monteiro de Oliveira[3]

[1]Bolsista Institucional de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES) , Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL/ Laboratório de Estudos Ambientais e Cartográficos – LEAC
AL 115, Km 02, Palmeira dos Índios/ AL
mabely.curvelo@hotmail.com; valdiene90@hotmail.com

[2] Professora Assistente da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL/ Laboratório de Estudos Ambientais e Cartográficos – LEAC
AL 115, Km 02, Palmeira dos Índios/AL
denize_ambiente@hotmail.com

[3] Professora da Escola Estadual Manoel Passos de Lima
Rua Genésio Moreira, 01 – São Francisco Palmeira dos Índios/AL CEP: 57600-000
betaniaporfirio@yahoo.com.br

Abstract. The questions related to the teaching of Geography have gained more and more space in current discussions in Schools and Academic. It is a subject that has been constantly renewed, thus proposing new ways of promoting the teaching of Geography, either through languages that can improve their practice or concerned about the formation of teachers that will act in classrooms. In this perspective, the subproject "Cartography as a language in the teaching of Geography" of PIBID/Geography of UNEAL demands to promote the interaction between Geography and Cartography, giving support to students from state schools and teachers that are both in the training process as those who are already working in classrooms. Therefore, this article is the result of activities developed in PIBID, and relates the experiences of working with Cartography, especially in Alagoas Geography classrooms. With the help of geographic atlas, specifically Alagoas atlas on data and information of SEPALNDE (Secretary of State for Planning and Economic Development of Alagoas), as well as the difficulty of students in developing practical as maps. Emphasizes the importance of Cartography for the understanding and interpretation of concepts, and geographic contents, deducing that the process of cartography literacy is done, because of the difficulty that students have to understand the maps and developing them is still very large.

Palavra-chave: teaching of Geography, cartography, atlas, Alagoas, ensino de Geografia, cartografia, atlas, Alagoas.

1. Introdução

O ensino de Geografia em tempos atuais vivencia as mudanças sociais tecnológicas que por muitos não são absorvidos, e por vezes são mal utilizadas, como as múltiplas faces da mídia, destarte algumas reflexões estão sendo ponderadas pertinentes as mudanças ocorridas no ensino onde devem ocorrer continuamente para concretizar a Geografia escolar. Sendo a Geografia uma ciência responsável pela compreensão do espaço e das mudanças que nele ocorre, considerar o fluxo de informação é de suma importância no ensino da mesma, tornando-o significativo e viável, porquanto é preciso transformar informação em conhecimento (SELBACH, 2010)

A cartografia pode contribuir muito no processo de ensino e aprendizagem da Geografia, visto que pensar em espaço geográfico é submeter às interações sociedade e natureza, indagar

acerca das multiplicidades existente no mundo, e assim tornando cada lugar único e que precisa de uma análise aprofundada. Uma analise e uma compreensão do meio de vivência, não podendo simplificar um mero comparativo do geral por isso mesmo a Cartografia escolar torna-se importante, na medida que auxilia na percepção do meio possibilitando a interação da teoria com a realidade vivenciada e mesmos nos apontamentos visto em sala de aula.

Assim trabalhar com mapas, cartas e atlas geográficos como ferramenta de subsidio nas aulas de geografia, entendendo o atlas como um conjunto de mapas que remetem-se aos mais diversos temas, é aferir com propriedades espacial determinado espaço geográfico e suas afins divisões.

Aproximar a realidade vivenciada dos alunos com os conteúdos é de suma importância, assim como o tornar um mapa significativo para os mesmo. Os mapas do Atlas Alagoas em dados e informações da SEPLANDE (Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico de Alagoas) instigam os alunos a interpretar e mesmo estudar o território e suas configurações, no caso o estado de Alagoas.

O uso e confecção de mapas do território de Alagoas, especificamente as mesorregiões, possibilitam compreender melhor o espaço vivenciado e a atividade prática é na verdade um arcabouço para a construção de uma noção espacial dos alunos do seu estado, ou seja, como bem nos diz Simielli (2007) um processo no qual o aluno realmente participa.

2. Metodologia

Este trabalho se configura como um relato de uma atividade prática, realizada na Escola Estadual Manoel Passos localizada em Palmeira dos Índios/AL, escola parceira do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à docência - PIBID, especificamente pelos alunos bolsistas da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL. O qual objetiva desenvolver intervenções pratica nas aulas de Geografia, corroboradas pela linguagem cartográfica. Para tanto nos validamos das intervenções realizadas com alunos do 7º ano do ensino fundamental II subsidiados pelo atlas Geográfico Alagoas Informação e dados.

A proposta de atividades dinamicamente endossada pelos atlas da SEPLANDE que com a interpretação feitas pelo educandos, logo foi remetidos ao conteúdo curricular bem como afere à realidade contextualmente vivenciada pelos próprios alunos.

A Cartografia escolar entra como uma linguagem abrangente diante a uma ótica nem sempre apurada do alunado que não necessariamente precisará de fundamentos teóricos metodológicos para compreender o contexto inserido-o no seu âmbito escolar. Assim corroboramos com Simielli quando enfatiza:

> Todo procedimento para se trabalhar a cartografia, ou suas noções básicas nas séries iniciais, enfatiza o trabalho da criança em um processo no qual ela realmente participa, para assim melhor compreender a representação do espaço. Desmistifica-se assim a cartografia-desenho e passa-se a considerar a linguagem gráfica como um meio de transmissão de informação. (SIMIELLI, p. 90, 2007)

Não estamos falando de ilustrar determinado conteúdo com desenho, uma vez que a Cartografia perpassa tais finalidades, elencamos a utilização da linguagem cartografia com meio norteador e sistematizador de percepção do espaço geográfico, aperfeiçoando e instigando a compreensão do mesmo.

Vale salientar que a proposta de atividades dinamicamente apoiada pelo atlas remete-se ao conteúdo curricular “Localização geográfica de Alagoas” onde foram utilizados atlas, na mesma oportunidade foram discutidos alguns dos elementos cartográficos como título, legenda e orientação. Sempre subsidiado pelos os atlas da SEPLANDE.

Inicialmente a aula foi expositiva, com roda de conversa sobre os assuntos que norteiam o tema, que neste caso especifico foi à localização geográfica de Alagoas, e sua divisão territorial. Na sequência a atividade pratica, com a pretensão de despertar o interesse dos

alunos em construir e analisar os mapas e seus elementos, endossando as regiões, para isso buscou-se como base a Cartografia correlacionando a teoria (os enunciados) com dos mapas, ou seja, cada aluno munido de atlas geográficos atribuiu simbologia a um mapa mudo, para tanto fizeram uso de elementos cartográficos e dos apontamentos vistos em aulas sobre o tema.

Rematando com uma reflexão, aferindo acerca da importância de transformar as informações em conhecimento, todas as indagações que surgiram a partir da atividade foram discutidas pela turma, que se mostrou bastante entrosadas com o conteúdo trabalhado além do manuseio do atlas que tornou estimulante a atividade.

Vale explicitar que foram utilizados materiais de apoio como mapas digitalizados, lápis coloridos para a construção da simbologia, atlas gerais e atlas de Alagoas, bem como o acesso a internet para a pesquisa de mapas e dados de Alagoas, novamente fizemos uso de informações do site Alagoas em dados e informações. A participação da turma foi um ponto positivo a se destacar, os discentes se sentiram motivados pelo método utilizado, ou seja, a linguagem cartografia, aproximou indiscutivelmente o conteúdo curricular aos alunos, além do acesso os mapas de qualidade do atlas.

3. Resultados e Discussões

As pesquisas relacionadas tanto ao ensino de Geografia como a utilização de recursos cartográficos, vem ganhando espaço nas discussões acadêmicas. Isso apresenta-se como um fator de grande importância uma vez que proporciona um crescimento nas metodologias e constantes renovações dos conceitos.

Incorporar nas aulas de geografia novas formas de entender a relação homem- natureza deve ser algo constante e sempre fazer parte das praticas do professor. Tomar a cartografia como uma dessas formas é formidável. Castellar (2011) diz que a cartografia como linguagem inovadora contribui para a construção da cidadania do aluno bem como traduzirá as observações abstratas das representações da realidade mais concreta.

A cartografia permite ao professor trabalhar os mais diferenciados conteúdos geográficos, através dos mapas, uma vez que “os mapas nos permitem ter domínio espacial e fazer síntese dos fenômenos que ocorrem num determinado espaço” Simielli (2013, p. 94). Para tanto trabalhar com a cartografia e consequentemente com mapas exige conhecimentos de alguns elementos da representação gráfica “interpretar os símbolos de um mapa por meio de uma legenda, fazendo a adequada associação com os fenômenos geográficos representados [...] trata-se de construir conhecimentos a partir do domínio da leitura dos mapas” (AGUIAR, 2014, p.83)

Compreendendo a importância da cartografia escolar para o ensino de Geografia e a necessidade de formar professores capazes de promover a alfabetização cartográfica (PASSINI, 2012) proporcionado ao estudante uma compreensão melhor do espaço utilizando para tal, conhecimentos cartográficos. Daí a importância do sob projeto do PIBID/Geografia “A cartografia como linguagem no ensino de geografia”, desenvolvido no campus III da UNEAL, que objetiva trabalhar a cartografia de várias maneiras no ensino de geografia.

Um projeto como este contribui tanto para a formação dos professores que estão no processo de graduação mais também para os professores que atuam nas salas de aulas das escolas parceiras e principalmente para o desenvolvimento dos estudantes que são assistidos pelas ações do projeto.

Para as atividades desenvolvidas na Escola Manoel Passos de Lima foi proposto um trabalho com Atlas Escolares, Atlas de Alagoas mais especificamente, para compreensão da regionalização do estado quanto mesorregiões. Neste caso trabalhamos tanto com os mapas

analógicos com os digitais, o que é muito interessante, em uma era em que a tecnologia predomina é fundamental usá-la a favor.

O trabalho a partir dos mapas atrai e prender a atenção dos estudantes, os alunos podem manuseá-los, observar cada detalhe atentamente, identificar pontos, descobrir, em fim os mapas possibilitam uma verdadeira viagem para os mais diversos lugares uma vez que eles o representa. Para Fonseca:

> Os mapas são representações que obedecem a um princípio de transposição analógico, do referente para a representação. Isto é (re) apresentam os objetos segundo as mesmas disposições, relações e dimensões pelas quais elas são percebidas na realidade. Trata-se de construção de uma imagem analógica de um espaço. (FONSECA, 2007, p.98)

Sendo assim ter um mapa nas mãos é ter o espaço nas mãos, ler o mapa é entender as relações que existem no espaço. Como Fonseca ressalta acima o mapa é a construção de uma imagem analógica do espaço e manipulá-lo representa a construção do conhecimento.

O trabalho desenvolvido na escola foi fruto das atividades do PIBID, a partir dos conteúdos apresentados pela professora referentes as mesorregiões do estado de Alagoas, apresentamos aos estudantes os Atlas produzidos pela Secretaria de Planejamento do Estado. E estes despertam um interesse considerável aos estudantes, uma vez que os conhecimentos trazidos por eles são os mais diversos (Figura 1).

Figura 1: Socialização do conteúdo subsidiado pelo Atlas do Estado de Alagoas, momento de construção coletiva.
Fonte: SILVA, 2015

> "O uso dos atlas geográficos escolares em sala de aula pressupõe uma reflexão de relevância pedagógica de desenvolvimento de estratégias cognitivas que poderão permitir à criança e ao adolescente formarem-se como usuários independentes, aptos a operarem conscientemente no processo de produção de compreensão e da organização do espaço geográfico." (AGUIAR, 2011, p. 54)

O interesse dos alunos pela as atividades com os atlas pôde ser percebido durante o desenvolvimento das atividades. Pelas características da turma pensávamos que trabalhar

dessa forma apresentaria algumas dificuldades o que não ocorreu. A turma desenvolveu a atividade de forma satisfatória o que superou as expectativas e de certa forma facilitou o desenvolvimento da atividade.

Através de análises feitas a partir dos resultados das produções dos mapas, alguns pontos puderam ser observados como, por exemplo, a dificuldade dos estudantes em confeccionar a legenda do mapa, existindo diferença entre a cor indicada pela legenda e cor representada no mapa. Dificuldade esse que pode está ligada ao fato dos estudantes não terem passado pelo processo de alfabetização cartográfica.

A dificuldade dos alunos em trabalhar com as atividades desenvolvidas pode ser aos poucos curada com o trabalho continuo utilizando essa proposta, como também sugere Aguiar (2011, p. 53) "para tanto, os alunos devem passar pela experiência de construir símbolos, elaborando, inicialmente, seus próprios mapas, ou seja, codificando-se antes de decodificarem os mapas elaborados por adultos". Os estudantes conseguem desenvolver atividades com mapas de forma regular, chegando bem próximo do esperado (Figura 2).

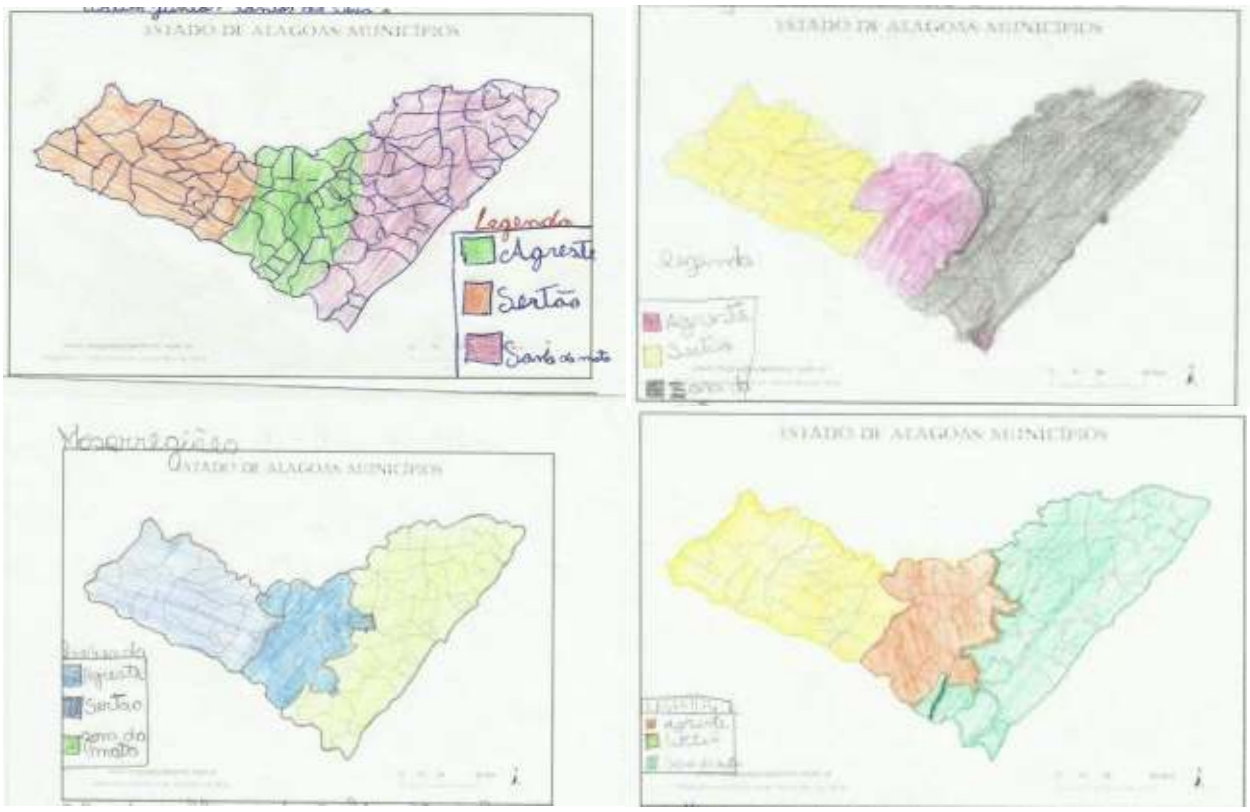


Figura 2: Mapas confeccionados pelos alunos - nos dois primeiros os limites municipais que não respeita a divisão político-administrativa das mesorregiões, mas os últimos mostram um cuidado com os detalhes.
Fonte: SILVA, 2015.

Outro ponto muito interessante observado diz respeito ao fato de alguns alunos não obedecerem à divisão político-administrativa existente no mapa das mesorregiões trazido pelo atlas. Mesmo com as explicações dadas antes e durante a realização da atividade e com o auxilio do atlas e estava ao lado deles, esse limite não foi obedecido, estipulando assim uma nova divisão. Como no decorrer da atividade alguns dos estudantes recorreram aos conceitos dados pela professora e consequentemente podem ter lembrado que comentários feitos pela professora, que os levou a determinar um "outro limite", conforme (Figura 2).

Por tanto trabalhar com a cartografia em sala de aula é como diz Castellar (2011) é assumir outras formas de ensinar e desenvolver ações educativas ir além. Utilizar mapas, atlas

geográficos e buscar cada vez mais aproveitar o interesse dos alunos e manter o interesse como nos diz Simielli (2013, p. 97) “Em primeiro lugar, aproveitando o interesse natural da criança pelas imagens desde das séries iniciais, que é uma atitude fundamental para a cartografia”.

4. Conclusão

As dificuldades existentes no ensino de geografia ainda são muitas, utilizar a cartografia para esse fim ainda representa uma alternativa pouco utilizada, ainda mais presumindo que foi “esquecida” por muito tempo. Contudo é necessário que tais acontecimentos sejam mudados afim de contribuir para uma formação que seja capaz de fazer os estudantes compreenderem melhor o espaço e nele atuar.

Por meio de atividades como a que foi desenvolvida é possível promover uma interação entre a cartografia e os conceitos geográficos, atraindo os alunos para o mundo encantador dos mapas. Os estudantes precisam ser capazes tanto de compreender as informações contidas nos mapas como também de produzi-los.

Existe um interesse considerável dos estudantes por mapas, e esse interesse deve ser aproveitado e intensificado, de forma a unir a geografia e cartografia, praticas como essa colaboram até mesmo para manter a ordem no ambiente escolar e o bom desenvolvimento da aula, uma vez que, os estudantes estão trabalhando com algo que os interessa. E é assim que aulas de geografia devem ser, um momento de prazer para as apreciações em ralação ao espaço que nos cerca e nada melhor do que compreendê-lo e neste caso os mapas desenvolvem um papel surpreendente.

Agradecimentos

Coadunamos da concepção de que nossa formação acadêmica bem como pessoal se constituiu através da interação com o nosso ambiente, e em concomitância as pessoas inseridas nele. Desta forma, agradecemos a instituição a qual fazemos nossa licenciatura, a Universidade Estadual de Alagoas/Campus III; A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), nas configurações do PIBID, programa que possibilita a vivência no âmbito escolar. Ademais, aproveitamos o ensejo e agradecemos a escola Estadual Manoel Passos Lima campo de pesquisa, assim como ao Laboratório de Estudos Ambientais e Cartográficos (LEAC) e à SEPLANDE na pessoa do Diretor de Geoprocessamento Lucas Barbosa Cavalcante pelo insigne material subsidiado (atlas da SEPLANDE) alicerçando por conseguinte nossas atividades de sala de aula e pesquisa.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, Valéria Trevizani. Navegar, com mapas, é bem mais preciso. In: ALMEIDA Rosangela Doin de, (org).**Novos Rumos da Cartografia Escolar: currículo, linguagem e tecnologia.** São Paulo: Contexto, 2011.

AGUIAR, W. G. Ensino do mapa e desenvolvimento do raciocínio espacial: A construção do mapa dos três lugares por professores das séries iniciais. In: **VII FÓRUM NEPEG DE FORMAÇÃO DE PPROFESSORES DE GEOGRAFIA,** 2014, Caldas Novas – GO. **Anais.** Caldas Novas – GO: VII Fórum NEPEG, 2014. Disponível em: http://epeg.com/newnepeg/wp-content/anais/2014/index.html. Aceesso em 29 de Julho de 2015.

CASTELLAR Sônia Vanzella. A cartografia e a construção do conhecimento em contexto escolar. In: ALMEIDA Rosangela Doin de, (org).**Novos Rumos da Cartografia Escolar: currículo, linguagem e tecnologia.** São Paulo: Contexto, 2011.

Estado de Alagoas. **Alagoas em mapas: Acervo de Mapas sobre o Estado de Alagoas**. 1 ed. Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico de Alagoas- SEPLANDE. 2012.

FONSECA, Fernanda Padovesi. O potencial analógico da cartografia. In: **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo, nº 87, p. 85-110, 2007.

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Atlas geográfico escolar**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Rio de Janeiro. 2002.

PASSINI, Elza Yasuko. **Alfabetização Cartográfica e a Aprendizagem de Geografia.** São Paulo: Cortez, 2012.

SIMIELLI, Maria Elena Ramos. Cartografia no ensino fundamental e médio. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri, (org). **A Geografia em sala de aula.** 9ª Ed. São Paulo: Contexto, 2013.

_____ Novos Rumos da Cartografia Escolar: currículo, linguagem e tecnologia. In: ALMEIDA, Rosângela Doin de (Org.). **Cartografia Escolar**. São Paulo: Contexto, 2011.

PEREIRA, Guilherme. **Alagoas: Geografia**, 3º ano, 1. Ed. São Paulo. FTD, 2005.

SELBACH, Simone (supervisora geral). **Geografia e didática**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2010. Como bem ensinar

Análise comparativa dos dados cartográficos da prefeitura de Maceió/AL e das imagens de satélite disponibilizadas pela Microsoft

Alison Luiz da Costa [1]
Arthur Costa Falcão Tavares [2]
Bruna Rodrigues Souza [1,3]
Luciana Lima Araújo [2]
Pedro Augusto Miranda Pereira [1, 2]
Robertson Augusto da Silva Matos [1]

[1] Setor de Geoprocessamento, Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA
Praça Visconde de Sinimbú, 141, Centro, Maceió – AL, Brasil, CEP 57020-670
alnick@hotmail.com
pedro.augusto.7@hotmail.com
robertsonmatos@hotmail.com

[2] Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL
BR 104, Km 85, s/n, Rio Largo - AL, Brasil, CEP 57.100-000
acftavar@gmail.com
lucianalimaaraujo@hotmail.com

[3] Centro Universitário CESMAC
Rua Cônego Machado, 918 - Farol, Maceió - AL, 57051-160
brunarodriguesouza@gmail.com

Abstract The Brazilian cities resources became common to use the free access to satellite images like the Bing Maps. The cartographic base from Maceió-AL created in 2000, has been update through topographic surveys on site, but unsupported of flights current images. The method used for comparative analyses of city hall Maceió cartographic dates and satellites images achieved by Bing Maps considered four types of rates: Accurate Assessment; Distances Accuracy evaluation from lines; Areas Assessment; and positional evaluation. All the assessments showed average of reasonable values, however, the standard deviation values were high showing the data calculated variation. The punctual evaluation enabled to obtain the average value (-1,128 m) and the value of the standard deviation (6.989 m). The evaluation of the accuracy of distances from lines enabled to obtain the average value (0.144 m) and the value of the standard deviation (0.596 m). The area evaluation enabled to obtain the average value of the difference of area (2.094 m²) and the perimeter (0.601 m²). The evaluation has enabled us to obtain the average value of the vector resulting from (5.56 m) and the standard deviation (3.161 m). These data showed a relatively high discrepancy of the points. Thus, without a previous analysis of Bings satellite images at study site, or a comparison with other data considered as a reference, will not be possible obtain data accurately and reliable accuracy.

Palavras-chave: georreferenciamento, bing maps, base cartográfica, Maceió, georreferencing, bing maps, cartographic databae, Maceió

1. Introdução

A criação ou atualização cartográfica é atualmente uns dos principais desafios dos municípios brasileiros. A falta de dados cartográficos em grandes escalas inviabiliza seu uso para fins cadastrais de áreas urbanas. A ausência de recursos dos municípios brasileiros para produção destes dados tornou comum o uso de imagens de satélite de livre acesso como Bing Maps (Microsoft), Google Earth (Google) ou Wikimapia (Google) para fins cartográficos (CRAGLIA et al., 2008; FONSECA FILHO, 2013; GOMES, 2014).

A base de dados cartográficos da Prefeitura de Maceió/AL, por exemplo, foi entregue em 2000, com imagens oriundas de levantamento aerofotogramétrico de 1997 pela empresa Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A.. Apesar da base ser atualizada através de

levantamentos topográficos “in loco”, as imagens não foram renovadas proporcionando uma defasagem de mais de uma década (ARAÚJO, 2005).

As imagens disponibilizadas pelo Bing Maps, dentro da plataforma AUTOCAD 2015 MAP e CIVIL 3D podem ser utilizadas como uma solução paliativa de baixo custo, levando em consideração que antes de ser utilizada é necessário analisar o nível de distorção entre os dados da base cartográfica quando sobrepostos a estas imagens (LOPES, 2019).

Os problemas quanto à utilização de imagens do Bing são os seguintes: nem sempre estão disponíveis imagens atualizadas da área de interesse; os parâmetros de distorção das imagens não são disponibilizados; pode haver incidência de nuvens em alguns pontos das imagens; e o principal é que os direitos autorais das imagens não são bem claros quanto à permissão de uso de órgãos públicos, como as prefeituras (GOMES, 2014).

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Avaliação pontual

Na avaliação pontual foram comparados pontos levantados em 45 bairros localizados na área de estudo. Os pontos escolhidos foram reconhecidos tanto na base cartográfica Prefeitura de Maceió utilizada como referência, quanto na imagem contida no AutoCAD 2015, fornecida pelo Bing Maps.

Para cada base de dados foram calculados vetores que partiram de todos para todos, totalizando 990 vetores da Base Cartográfica e 990 vetores para a imagem interpretada no Bing Maps. A figura 1 em escala 1/300.000 ilustra os vetores irradiados do primeiro ponto do bairro Antares para os demais.

Figura 1. Irradiação de vetores partindo do primeiro ponto no bairro Antares para os demais 44 pontos, Maceió/AL.

A princípio utilizou-se a fórmula de distância entre dois pontos (Equação 1):

$$D = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2} \tag{1}$$

Sendo que:

D é a distância entre os pontos;
ΔX é a diferença entre as coordenadas este;
ΔY é a diferença entre as coordenadas norte.

2.2 Avaliação da precisão de distâncias a partir de linhas

A escolha das linhas foi feita de acordo com os pontos da avaliação pontual. Foram avaliadas 45 linhas da base cartográfica de Maceió e suas linhas correspondentes interpretadas sobre a imagem do Bing Maps.

A figura 2 em escala 1/1.500 mostra uma linha da Base Cartográfica (azul) e uma linha interpretada na imagem do Bing Maps (vermelho), visualizadas dentro da plataforma Autocad 2015 CIVIL 3D.

Figura 2. Exemplo de avaliação da precisão de distâncias a partir de linhas no bairro Santa Amélia, Maceió/AL.

As linhas da base cartográfica e do Bing Maps deveriam ter distâncias iguais. Tendo como princípio essa relação de igualdade a equação 2 avaliou a similaridade vetorial entre o banco de dados da Base Cartográfica e da interpretação das imagens do Bing Maps do município de Maceió.

$$DN = DL_{BC} - DL_{BM} \tag{2}$$

Sendo que:

D Diferença entre os vetores analisados;
DL_{BC} Distância do vetor na Base Cartográfica;
DL_{BM} Distância do vetor interpretado do Bing Maps.

Em seguida calculou-se a média aritmética (Equação 3) e o desvio padrão (Equação 4).

$$X = \frac{X1 + X2 + X3 + Xn}{n} \tag{3}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Xi - X)^2}{(n-1)}} \tag{4}$$

2.3 Avaliação de áreas

A avaliação de áreas foi realizada através da comparação entre polígonos da base cartográfica e os respectivos polígonos interpretados na imagem do Bing Maps.

Os polígonos foram selecionados por bairros do município de Maceió, totalizando 45 polígonos. Verificou-se as áreas e perímetros dos polígonos da base cartográfica (azul) e dos seus correspondentes interpretados na imagem do Bing Maps (vermelho), obtendo-se uma porcentagem média de distorção em relação ao valor total de área e perímetro dos polígonos da base cartográfica (Figura 3).

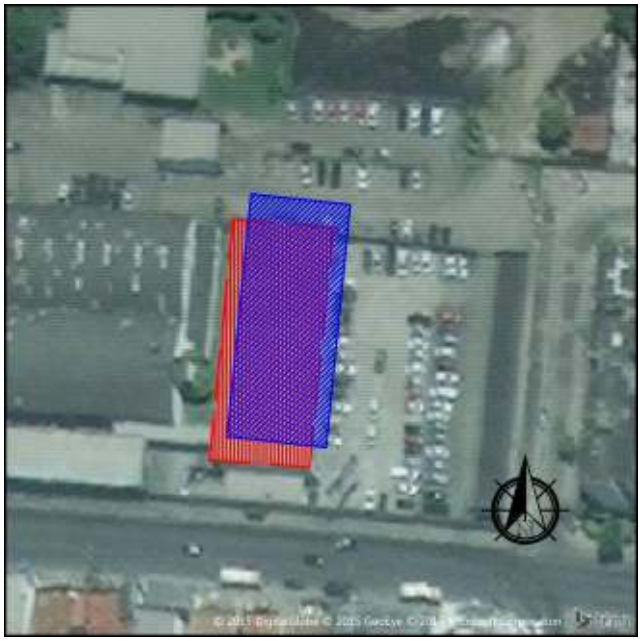


Figura 3. Exemplo em escala 1/1.500 de avaliação de áreas no bairro Feitosa, Maceió/AL.

2.4 Avaliação posicional

A avaliação posicional foi realizada através da comparação entre os pontos selecionados na base cartográfica do município de Maceió com os pontos interpretados no Bing Maps. Foi calculado o valor de deslocamento dos pontos, visando analisar a qualidade do georreferenciamento desses dados.

O deslocamento é calculado em função da diferença entre coordenadas dos pontos obtidos na Base Cartográfica e no Bing Maps, gerando valores de deslocamento chamados de e ΔY demonstrados nas equações 5 e 6.

$$\Delta Xn = Xn_{BC} - Xn_{BM} \quad (5)$$

Sendo que:

X_{BC} Coordenada do eixo X obtida da Base Cartográfica;
X_{BM} Coordenada do eixo X obtida do Bing Maps;
ΔX Diferença calculada entre as coordenadas do eixo X.

$$\Delta Yn = Yn_{BC} - Yn_{BM} \quad (6)$$

Sendo que:

Y_{BC} Coordenada do eixo Y obtida da Base Cartográfica;
Y_{BM} Coordenada do eixo Y obtida do Bing Maps;
ΔY Diferença calculada entre as coordenadas do eixo Y.

O valor obtido de deslocamento entre o eixo X e Y possibilita então o cálculo do desvio padrão, da média aritmética do deslocamento, como também do próprio vetor resultante (Equações 7 e 8).

$$X = \frac{X1 + X2 + X3 + Xn}{n} \tag{7}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Xi - X)^2}{(n-1)}} \tag{8}$$

A figura 4 em escala 1/3.000 mostra dois pontos localizados no bairro Feitosa, que a princípio deveriam estar na mesma posição geográfica, e estão identificados como "P_13/_BM" (Bing Maps, vermelho), "P_13_BC" (Base Cartográfica, azul).

Figura 4. Exemplo de avaliação posicional no bairro do Feitosa, Maceió/AL.

3. Resultados e Discussão

3.1 Avaliação pontual

A partir da avaliação pontual foi possível calcular 990 vetores utilizando 45 pontos de coordenadas selecionados da base cartográfica e do seu correspondente interpretados na imagem do Bing, partindo do ponto de origem para os demais. Desses 990 vetores foram apresentados na Tabela 1 apenas quatro vetores.

Tabela 1. Avaliação pontual de 4 vetores dos 990 calculados.

Vetor	Distância entre Vetores	Vetor	Distância entre Vetores	Diferença entre Vetores
P08_P14_BASE	4422,779	P08_14_BING	4400,322	22,457
P04_P08_BASE	4422,661	P04_08_BING	4451,444	-28,783
P02_P03_BASE	7119,973	P02_03_BING	7121,009	-1,037
P36_P40_BASE	9998,200	P36_40_BING	9998,199	0,001

A tabela 2 apresenta o valor da média de -1,128 metros e o valor do desvio padrão de 6,989 metros, calculados utilizando-se os valores dos 990 vetores. O alto valor do desvio padrão demonstra uma grande variação nos valores de diferença entre os vetores.

Tabela 2. Valores da média e do desvio padrão dos 990 Vetores.

Média	Desvio Padrão
-1,128	6,989

3.2 Avaliação da precisão de distâncias a partir de linhas

A partir da avaliação da precisão de distâncias a partir de linhas foi possível calcular 45 linhas selecionadas da base cartográfica e das suas correspondentes interpretadas na imagem do Bing. Dessas 45 linhas analisadas foram apresentados somente três na tabela 3, o de melhor precisão, um próximo da média e o de maior discrepância.

Tabela 3. Avaliação da precisão de distâncias a partir de linhas.

Ponto	ΔX_BC	ΔY_BC	Dist. Linha (m)
9	194711,130	8942581,450	108,091
	194660,180	8942676,780	
43	200908,27	8936826,44	24,977
	200912,92	8936850,98	
37	208750,28	8940914,91	40,394
	208772,43	8940948,69	

Ponto	Dif. Linha (m)
9	2,189
43	0,124
37	0,007

Ponto	ΔX_BM	ΔY_BM	Dist. Linha (m)
9	194709,966	8942578,577	105,902
	194658,975	8942671,395	
43	200905,66	8936821,41	24,852
	200909,46	8936845,97	
37	208750,88	8940904,13	40,388
	208772,73	8940938,1	

Na tabela 4 estão apresentados os valores da média (0,144 m) e o valor de desvio padrão (0,596 m). Os dados mostram um pequeno valor da média, se comparada com a avaliação pontual, porém o desvio padrão mostra um alto grau de variância dentro dos dados escolhidos.

Tabela 4. Valores da média e do desvio padrão dos 45 Vetores.

Média	Desvio Padrão (m)
0,144	0,596

3.3 Avaliação de áreas

A partir da avaliação de área foi possível calcular 45 polígonos selecionados na base cartográfica e dos seus correspondentes interpretados na imagem do Bing. Desses 45 polígonos são apresentados na tabela 5 apenas três.

Tabela 5. Avaliação da precisão de distâncias a partir de linhas.

Áreas	Área_BC (m²)	Área_BM (m²)	Área_BC_BM (m²)	Área (%)*
2	346,483	314,276	32,207	9,295%
1	872,080	891,936	-19,856	2,277%
25	953,827	954,007	-0,180	0,019%

Áreas	Perímetro_BC (m)	Perímetro_BM (m)	Perímetro_BC_BM (m²)	Perímetro (%)*
2	88,777	84,727	4,050	4,562%
1	128,182	128,055	0,127	0,099%
25	136,171	135,627	0,544	0,399%

Na tabela 6 é apresentado o valor médio da diferença de área e perímetro dos 45 polígonos da base cartográfica e seus correspondentes interpretados na imagem do bing (2,094m^2 e 0,601m^2 respectivamente); Os valores apresentados parecem ser altos, mas em relação a média das áreas e perímetros escolhidos na base cartográfica representam apenas 0,14% e 0,38%.

Tabela 6. Valores da média e do desvio padrão dos 45 polígonos.

Média Área (m²)	Média Área (%)	Média Perímetro (m²)	Média Perímetro (%)
2,094	0,14%	0,601	0,38%

3.4 Avaliação posicional

A partir da avaliação posicional foi possível calcular a no eixo X e Y individualmente e o vetor resultante dos 45pontos selecionadas da base cartográfica e das suas correspondentes interpretadas na imagem do Bing. Desses 45 pontos avaliados foram apresentados na Tabela 7 apenas três, o de melhor precisão, um próximo da média e o de maior discrepância.

Tabela 7. Avaliação posicional.

Ponto	X_BC	X_BM	ΔX (m)
42	202820,753	202806,158	14,595
18	215637,49	215632,307	5,183
15	208080,948	208084,010	-3,062

Ponto	Vetor Resultante (m)
42	14,401
18	5,291
15	2,004

Ponto	Y_BC	Y_BM	ΔY (m)
42	8935469,738	8935475,351	-5,613
18	8947094,64	8947093,508	1,132
15	8939615,639	8939621,000	-5,361

A tabela 8 apresenta o valor médio do vetor resultante dos 45 pontos (5,56 metros) e o desvio padrão de (3,161), esses dados mostram uma discrepância relativamente alta entre os pontos, tornando essa imagem utilizável somente sobre avaliação e cuidados de um profissional qualificado.

Tabela 8. Valores da média e o desvio padrão da avaliação posicional dos 45 pontos analisados.

Média (m)	Desvio Padrão (m)
5,56	3,161

4. Conclusões

A análise comparativa dos dados cartográficos da base geográfica utilizando a imagem de satélite disponibilizada pelo Bing Maps mostrou valores altos de distorção em relação a localização dos pontos escolhidos, entretanto, em relação a geometria das áreas os resultados foram satisfatórios.

Para fins de cálculo o fato da base cartográfica de Maceió está no sistema de referência SAD69 não houve dificuldades, entretanto, espera-se que haja a conversão para o sistema de referência Sirgas2000 que desde 25 fevereiro de 2015 é o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil.

Em Maceió esse tipo de imagem não pode ser utilizado como ferramenta para atualização cadastral, já que o resultado não foi satisfatório em relação ao georreferenciamento e porque há equipe e setores dentro do município para coletar esses dados em campo, porém em municípios de menor porte que não possuem recursos suficientes para adquirir imagens de alta resolução ou não possuam uma base cartográfica é possível utilizar com os devidos cuidados.

Conclui-se finalmente que caso não seja feita uma análise prévia desta imagem no local de estudo, ou uma comparação com outros dados considerados como referência, não será possível obter dados com precisão e acurácia confiáveis.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, L. L. **Avaliação da dinâmica de áreas urbanas ocupadas por assentamentos irregulares utilizando visão estereoscópica por imagens anaglifo**, 2005. 127p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Informação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2005.

CRAGLIA, M.; GOODCHILD, M.F.; ANNONI, A.; CAMARA, G.; GOULD, M.; KUHN, W.; MARK, D.; MASSER, I.; MAGUIRE, D.; LIANG, S.; PARSONS, E. Next-Generation Digital Earth: A position paper from the Vespucci Initiative for the Advancement of Geographic Information Science. In: International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, vol. 3, p. 146-167. 2008. Disponível em: <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/viewFile/119/99> Acesso em: 8 ago. 2015.

FONSECA FILHO, H.; LEITE, B. P.; POMPERMAYER, G. A.; WERNECK, M. G. Uso de imagens de satélite e do sistema Openstreetmap no ensino universitário para produção e atualização de mapas digitais livres e abertos na Internet. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 04, 2013. Foz do Iguaçu. **Anais...** 2013. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1695.pdf>. Acesso em 9 ago. 2015.

GOMES, D. A. M.; DA SILVA, D. C.; CARNEIRO, A. F. T. Processamento de imagens de satélites disponíveis na internet com o QuantumGIS para bases cartográficas de pequenos municípios. In: V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (V SIMGEO), 11, 2014, Recife. **Anais**... Recife: ITEP, 2014. On-line. Disponível em: <https://www.ufpe.br/geodesia/images/simgeo/papers/8-573-1-PB.pdf>. Acesso em 1 ago. 2015.

LOPES, E. E. **Proposta metodológica para validação de Imagens de alta resolução do Google Earth para a produção de mapas**, 2009. 115p. Dissertação (Mestrado em Cadastro Técnico Multifinalitário) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

Análise da rede referencial cadastral no município de Maceió/AL

Lívia Pilar Melo de Oliveira [1]
Dr. Arthur Costa Falcão Tavares [1]
M.Sc. Juciela Cristina dos Santos [1]
M.Sc. Luciana Lima Araujo [1]
M.Sc. Almair Camargos [1]

[1] Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL
BR 104, Km 85, s/n, Rio Largo - AL, Brasil, CEP 57100-000
liviapilar@live.com
{acftavar, jucielasantos} @gmail.com
almairalmair@ibest.com.br
lucianalimaaraujo@hotmail.com

Abstract. The implementation of a cadastral reference network is essential for planning the expansion of the municipalities. The city of Maceió has its outdated cartographic base, and this update an important process to keep organized and reliable data. The Brazilian Geodetic System (SGB) provides a network of official geodesic marks which allows georeferencing registration data, but with a still insufficient amount does not meet the needs of carrying out this work. The lack of benchmarks and the increased need for its use make it essential to implementation of a cadastral reference network which would help planialtimetric surveys and lease of engineering works in general, sustainable urban growth, land registers for public records and multipurpose, but also upgrading territorial data in the city of Maceió / AL. The NBR-14.166 standard governs all technical activities required for the implementation and maintenance of the Municipal Cadastral Reference Network (RRCM), thus guiding all mandatory procedures and required for this procedure. The cadastral network consists of geodesic marks immediate support and should necessarily be supported by geodesic marks the IBGE, near the area. In the case of absence of benchmarks, geodesic marks of accuracy should be deployed from the coordinate transportation from the nearest vertex to the area, with precision required by the specifications of the IBGE under SGB. This work involves the study and evaluation of a possible existing network in the city and its effectiveness conditions, maintenance and other parameters

Palavras-chave: cadastro territorial multifinalitário, rede de referência cadastral municipal, base cartográfica, territorial multipurpose cadastre, municipal cadastral reference network, cartographic base.

1. Introdução

A base cartográfica é de suma importância para o gerenciamento de um município, de acordo com Oliveira (2007), uma base cartográfica é um documento cartográfico que representa uma determinada superfície terrestre. Deve conter escala de sistema de referência apoiado em sistema de projeção e representação cartográfica. Deve, ainda, estar em meio digital padronizada, organizada em arquivos e diretórios, dividida em categorias e feições. Esta caracterização leva em conta a definição do mapeamento cadastral; entretanto, percebe-se que as municipalidades pouco se preocupam com a implantação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM).

A situação do município de Maceió/AL não é muito diferente da maioria dos municípios brasileiros, já que sua base cartográfica foi adquirida em 2002 e portanto se encontra desatualizada. O município tem experimentado grande expansão de sua população e um crescimento habitacional desordenado. Esta realidade dificulta ainda mais a atualização dos dados territoriais. Cabe ainda ressaltar o fato de que Maceió não possui redes de marcos geodésicos padronizados e nem um decreto municipal que torne obrigatório e regulamente o uso destes marcos, inviabilizando uma atualização topográfica.

A implantação de uma RRCM é imprescindível para viabilizar a implantação e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), o qual se trata de uma ferramenta de fundamental importância para o planejamento e expansão dos municípios. O Sistema

Geodésico Brasileiro (SGB) disponibiliza uma rede de marcos geodésicos oficiais que permite georreferenciar dados cadastrais, porém com uma quantidade ainda insuficiente e que não supre as necessidades para realização desses trabalhos. A escassez de marcos geodésicos e o aumento da necessidade de seu uso tornam essencial a implantação de uma RRCM que auxilie os levantamentos planialtimétricos e atualização de dados territoriais do Município.

Segundo Idoeta (1996), uma RRCM proporciona ao município uma infraestrutura de apoio geodésico e topográfico que normaliza e sistematiza todos os levantamentos topográficos, independentemente do método que se vá utilizar. Assim, estes levantamentos podem ser executados em qualquer escala e para qualquer finalidade no âmbito municipal, por agentes públicos ou privados, no escopo da sua inclusão num mesmo sistema, visando a atualização e complementação de dados.

Este trabalho tem como principal objetivo principal avaliar as condições da RRCM no município de Maceió/AL, a fim de propor sua implantação devidamente regulamentada e padronizada para uma melhor gestão territorial do município. Para chegar ao objetivo principal, os objetivos específicos foram avaliar a existência de uma RRCM em Maceió/AL; pontuar a importância de uma RRCM; e realizar levantamento de marcos existentes no município.

2 Rede de referência cadastral municipal (RRCM)

De acordo com a NBR-14.166, RRCM é uma rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinem a projetos, cadastro ou implantação e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem (SGB) e a um mesmo sistema de representação cartográfica.

A rede deve permitir a amarração e consequente incorporação de todos os trabalhos de topografia e cartografia na construção e manutenção da planta cadastral municipal e planta geral do município. Sendo os pontos de coordenadas planialtimétricas desta rede amarrados ao SGB, fica garantida a posição dos pontos de representação e a correlação entre vários sistemas de projeção ou representação (ABNT, 1988).

Uma RRCM ideal deve se apoiar em uma legislação municipal específica que torne obrigatória sua utilização e que tenha uma boa publicidade para facilitar o acesso dos dados aos diferentes usuários. Neste sentido, é fundamental verificar a existência de uma RRCM no município, assim como a sua devida utilização na construção de um sistema de gestão.

Para municípios que não possuem uma RRCM implantada, deve-se identificar e catalogar os marcos materializados existentes a fim de verificar sua situação física atual. Esta verificação preliminar é fundamental para se analisar um possível reaproveitamento dos marcos para a composição de uma RRMC, a ser projetada e implantada (IDOETA 1996).

Os locais escolhidos para a implantação dos marcos de apoio devem proporcionar boa visibilidade do horizonte, tanto para a aplicação da tecnologia de satélites quanto para o emprego da geodésia clássica. Os marcos geodésicos, sem intervisibilidade, devem ser acompanhados de um ou dois marcos de azimute determinados por GPS, instalados a uma distância mínima. A precisão máxima de um azimute, determinado a partir do posicionamento relativo GPS, baseia-se no espaçamento mínimo entre os pares de estações intervisíveis. O valor do azimute entre um par de estações é determinado após os vetores estarem ajustados e transformados para o sistema de referência local. A Tabela 2 mostra o espaçamento mínimo entre as estações considerando as precisões relativas do posicionamento e do azimute a ser obtido com 95% de confiabilidade. (AMORIM, 2004)

A base cartográfica do município deve estar referenciada a essa rede e os marcos da rede devem estar representados na carta do município.

Após a criação da rede, é necessário realizar a monografia dos marcos que a compõe, tornando público seu conhecimento, garantindo dessa forma a utilização da mesma. A Figura 3 mostra uma monografia de marco implantado, seguindo as exigências da NBR-14.166.

A escassez de marcos geodésicos oficiais e o aumento da necessidade de seu uso tornam essencial a implantação de uma RRCM que auxilie os levantamentos planialtimétricos e locação de obras de engenharia em geral, expansão urbana sustentável, cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários, como também a atualização de dados territoriais do Município (OLIVEIRA et al., 2013).

CARNEIRO E LOCH (2000), estudaram a situação de 11 cidades brasileiras com realidades sociais, culturais e econômicas distintas, procurando definir o panorama atual do Cadastro Imobiliário Urbano. Foram pesquisadas as seguintes cidades: Belém/PA, Carangola/MG, Caruaru/PE, Florianópolis/SC, Franca/SP, Jaboatão dos Guararapes/PE, Maringá/PR, Mogi das Cruzes/SP, Recife/PE, Salvador/BA e Santo André/SP. Alguns problemas foram encontrados, como o principal objetivo atendido pelo cadastro tem finalidade fiscal. A importância do cadastro como base de dados cartográficos não se reflete no momento de especificar levantamentos que atendam a outras necessidades da administração municipal. Com a junção de vários levantamentos em uma base cadastral sem nenhum controle geodésico resultou em distorções na parte cartográfica do cadastro. Até o final do estudo, somente a cidade de Franca/SP possui uma RRCM e exige em legislação municipal o referenciamento dos novos levantamentos a essa rede. E constatou-se que a atualização é um dos pontos críticos dos sistemas cadastrais na quase totalidade das cidades. Não se consegue identificar critérios para a determinação da periodicidade para atualização.

Segundo Cerqueira (2006), no município de Maceió, quando contratada pela Prefeitura Municipal de Maceió, a empresa Maplan Aerolevantamentos S. A., implantou um conjunto de marcos geodésicos planialtimétricos na área urbana do município. Para um usuário ter acesso às informações desses marcos, deverá entrar em contato com a prefeitura municipal, tendo este que verificar a condição atual dos marcos que serão utilizados em seu trabalho, pois desde sua implantação não houve manutenção.

3. Metodologia de Trabalho

3.1 Aquisição de material cartográfico

Após a conclusão da pesquisa bibliográfica de textos, normas e legislações, foram consultados quais materiais cartográficos existiam na área de estudo para que fosse possível a localização dos possíveis marcos existentes na base Municipal.

Assim, foi obtida a Base Cartográfica do Município de Maceió/AL, fornecida pela Secretaria Municipal de Finanças.

3.2 Levantamento dos marcos geodésicos

Nessa etapa foi pesquisada a existência de marcos geodésicos implantados na cidade de Maceió, levando em consideração que alguns tiveram que ser levantado para a ortorretificação das fotografias aéreas que compuseram a Base Cartográfica do Município.

A localização e coordenadas desses vértices foram encontrados na dissertação de mestrado “Definição de uma Superfície Geoidal Local Através de Posicionamento por GPS”, do autor José Antônio Cavalcante Cerqueira no ano de 2006.

Em paralelo, consultou-se o site do IBGE para a obtenção de dados dos marcos de apoio oficiais implantados em Maceió/AL. Foram levantados os marcos existentes no município, tanto os marcos homologados e disponíveis no site do IBGE, quanto os marcos que foram implantados na elaboração da base cartográfica do município.

Os marcos existentes no município de Maceió compuseram uma tabela de pontos, com coordenadas em UTM e datum SIRGAS2000.

3.3 Conversão das coordenadas dos marcos geodésicos

Para a conversão de coordenadas dos marcos geodésicos encontrados ao Plano Topográfico Local (PTL), incialmente comparou–se as exigências da NBR–14.166 para implantação de uma RRCM, com a estrutura atual da RRCM de Maceió/AL. Foram estudadas as normas que tangem os parâmetros para uma futura elaboração e densificação de uma RRCM

A tabela de pontos dos marcos encontrados foi exportada para o software Topograph para que na função de cálculos, fossem transformadas do sistema UTM para o sistema Topográfico Local, configurada com seus devidos parâmetros, gerando assim uma nova tabela de pontos dos marcos existentes no município. Após esta etapa os dados foram exportados para o Software AutoCad, para que ficassem dispostos em uma visão gráfica.

4. Resultados e Discussão

Após o levantamento dos marcos no município de Maceió, marcos esses das redes SAT GPS, Gravimétrica, Poligonação, Referência de nível, Triangulação, todas homologadas e disponíveis através do IBGE, e também os marcos implantados pela empresa contratada para apoio na elaboração da base cartográfica do município, foi gerada uma tabela de coordenadas dos pontos, em formato UTM. As coordenadas dos marcos do IBGE se encontram referenciadas no Datum SIRGAS 2000, enquanto os marcos implantados para suporte a base cartográfica, estão referenciados no Datum SAD-69.

Foram encontradas também as coordenadas da Rede de Apoio a Ortorretificação das fotografias aéreas, encontradas na dissertação já mencionada anteriormente que fizeram parte da construção da Base Cartográfica do Município de Maceió (CERQUEIRA, 2006).

Após geração da planilha, a mesma foi convertida para o PTL. Conversão essa realizada pelo Sotware Topograph, Os marcos do IBGE foram transformados em momentos distintos dos marcos da rede de apoio devido ao seu Datum correspondente.

Os pontos do IBGE estão em SIRGAS 2000 e os pontos da rede de apoio estão em SAD-69. A transformação das coordenadas de ambos os pontos do IBGE e da rede de apoio para o PTL apresentou como resultado as coordenadas presentes nas tabelas 1 e 2. (NBR 14.144)

Tabela 1. Coordenadas PTL para os marcos da rede de apoio.

Coordenadas PTL – Marcos da rede de apoio					
NOME (*)	NORTE	ESTE	NOME (*)	NORTE	ESTE
PR	234.290,42	150.170,80	PR	242.289,07	157.535,86
PR	234.687,26	150.532,21	PR	242.322,35	156.941,12
PR	235.046,50	150.901,42	PR	242.352,16	156.674,00
PR	235.503,70	151.372,59	PR	242.412,68	155.222,14
PR	235.977,15	151.865,93	PR	242.288,20	154.968,50
PR	236.745,45	152.800,54	PR	242.149,97	154.216,20
PR	236.451,14	156.555,46	PR	242.059,00	153.990,48
PR	236.815,93	156.748,05	PR	240.962,50	153.742,56
PR	238.226,67	159.287,57	PR	240.538,13	154.427,70
PR	238.264,92	159.173,63	PR	240.631,95	154.618,02
PR	243.424,95	159.691,38	PR	240.886,38	154.943,86
PR	243.626,02	159.835,42	PR	240.951,61	155.153,02
PR	251.136,61	157.125,12	PR	240.693,85	156.844,16
PR	251.338,94	157.129,84	PR	240.457,88	156.714,98
PR	252.016,70	156.287,16	PR	239.549,64	156.801,87
PR	254.831,17	148.107,97	PR	238.348,57	155.587,75
PR	254.867,52	147.888,80	PR	239.398,65	155.119,77

(CONTINUAÇÃO)

Coordenadas PTL – Marcos da rede de apoio					
NOME (*)	**NORTE**	**ESTE**	**NOME (*)**	**NORTE**	**ESTE**
PR	255.009,04	147.393,29	PR	239.660,11	155.115,37
PR	254.845,70	147.351,78	PR	243.816,46	150.984,16
PR	248.848,55	146.794,09	PR	243.161,16	152.063,29
PR	247.550,30	146.635,13	PR	243.437,58	155.036,91
PR	234.290,42	150.170,80	PR	244.785,05	156.317,99
PR	237.134,20	151.670,38	PR	244.806,23	155.082,45
PR	237.362,93	151.722,25	PR	246.971,06	155.136,85
PR	238.778,80	151.574,13	PR	246.373,87	153.768,76
PR	239.104,41	151.634,11	PR	245.215,86	153.411,66
PR	238.944,56	152.735,96	PR	244.968,27	151.227,52
PR	237.830,77	152.488,13	PR	244.852,43	152.403,42
PR	237.192,58	152.657,74	PR	243.903,37	153.550,59
PR	237.706,49	153.908,18	PR	247.599,82	147.009,66
PR	237.518,47	154.526,73	PR	247.645,49	147.590,16
PR	237.897,02	155.609,69	PR	247.449,61	147.521,39
PR	237.525,60	155.755,36	PR	247.135,20	147.788,99
PR	237.881,30	156.678,46	PR	246.958,57	147.911,79
PR	237.645,78	156.677,06	PR	246.344,24	149.532,38
PR	238.266,31	158.121,39	PR	246.776,99	150.852,41
PR	238.374,60	158.091,91	PR	246.727,24	151.186,45
PR	239.069,19	157.958,20	PR	248.074,24	153.308,73
PR	239.057,44	158.291,16	PR	249.690,40	156.035,06
PR	240.768,92	158.187,04	PR	249.980,23	155.823,03
PR	240.778,32	158.537,69	PR	250.988,32	156.465,07
PR	240.958,63	158.993,61	PR	251.227,21	156.240,41
PR	241.231,40	159.022,36	PR	250.748,28	155.439,36
PR	241.763,16	159.178,44	PR	250.952,35	155.227,34
PR	242.038,89	159.273,72	PR	251.068,90	153.509,80
PR	243.343,49	158.164,46	PR	251.055,52	153.467,52
PR	243.487,95	158.116,66	PR	253.560,42	148.740,43
PR	242.523,29	157.543,28	PR	253.535,30	147.925,11
PR	251.289,76	149.249,70	PR	249.593,48	153.154,32
PR	251.201,61	149.116,32	PR	249.552,95	153.445,48
PR	248.881,66	147.231,27	PR	249.619,01	154.563,40
PR	249.469,47	149.489,41	PR	249.428,49	154.751,36
PR	249.108,88	149.348,44	PR	249.440,40	153.739,58
PR	248.030,52	149.519,47	PR	248.275,71	151.988,91
PR	249.041,77	150.281,06	PR	247.779,90	151.095,77
PR	249.147,68	150.487,21	PR	247.934,30	150.960,27
PR	249.706,84	151.732,99	PR	250.000,00	150.000,00
PR	249.362,12	152.010,82			

(*) PR: Ponto da Rede

Tabela 2. Coordenadas PTL para os marcos do IBGE em Maceió/AL.

Coordenadas PTL - Marcos do IBGE					
NOME (*)	**NORTE**	**ESTE**	**NOME (*)**	**NORTE**	**ESTE**
SAT GPS	250.000,00	150.000,00	RN	253.273,05	169.449,99
Poligonação	240.405,24	154.587,05	RN	255.650,70	171.078,95
Poligonação	238.250,39	159.160,23	RN	258.310,28	173.285,54
RN	243.392,81	151.442,79	RN	258.460,17	172.826,79
RN	239.735,20	155.130,92	RN	256.482,22	171.285,79
RN	243.392,81	151.442,79	RN	254.382,40	169.868,71
RN	247.065,18	149.583,29	RN	252.892,24	167.866,95
RN	243.617,59	152.690,90	RN	250.883,45	166.265,97
RN	244.123,15	154.333,75	RN	248.992,64	164.175,28
RN	240.592,63	154.697,29	RN	236.706,16	156.709,56
RN	239.273,53	155.042,95	RN	235.994,72	156.105,90
RN	239.735,20	155.130,92	RN	236.395,42	156.284,82
RN	237.397,86	154.813,95	RN	236.176,62	155.799,14
RN	237.985,41	155.296,66	RN	238.818,78	155.808,38
RN	238.267,15	155.965,22	RN	236.397,39	156.559,63
RN	239.412,27	156.992,61	RN	236.459,34	156.589,62
RN	241.393,79	158.898,45	RN	236.243,51	156.469,68
RN	244.198,85	160.095,80	RN	236.119,60	156.409,71
RN	246.178,49	161.788,76	RN	235.964,72	156.257,79
RN	250.291,82	165.294,57	RN	236.118,61	156.287,79
RN	241.943,68	154.655,41	RN	236.053,70	155.830,10
RN	239.390,51	154.218,54	RN	236.114,66	155.799,13
RN	237.110,20	153.382,93	RN	236.114,66	155.799,13
RN	238.013,42	154.900,94	RN	236.055,68	156.074,93
RN	247.881,35	163.482,70	RN	236.055,68	156.074,93
RN	251.415,14	167.512,19	RN	236.334,46	156.315,79

(*) RN: Referência de Nível

Para a conversão citada como exemplo neste trabalho, foram utilizados como pontos de partida o marco SAT 93206 em ambos os casos, por se tratar de um marco homologado pelo IBGE, devendo ter um maior nível de confiabilidade.

Após a transformação dos pontos para o PTL, foi realizada uma triangulação de forma a verificar a maior distância entre os marcos e se os mesmos são capazes de atender a totalidade da área estudada. Para realizar essa triangulação, a tabela de coordenadas foi carregada no Software Topograph e logo em seguida gerado o desenho dos pontos e interpolado, dando origem a malha triangular. A figura 1 apresenta o desenho com o resultado dessa triangulação que compõe a rede de apoio de Maceió.

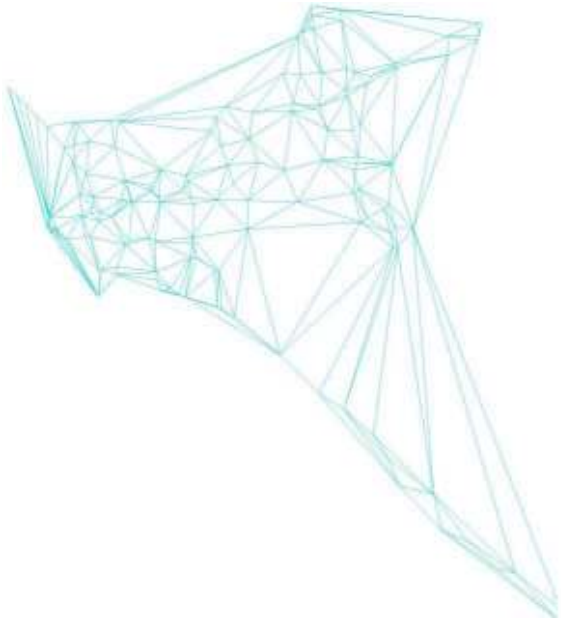


Figura 1. Desenho da triangulação entre os marcos geodésicos da rede de apoio.

O desenho com o resultado da triangulação dos pontos de coordenadas pesquisadas foi exportado para plataforma CAD e assim sobreposta a base cartográfica do município.

A figura 2 apresenta um exemplo de monografia para marcos geodésicos, que pode servir para uma futura implantação, homologação e legalização de marcos em Maceió/AL.

RRCM- Maceió	MONOGRAFIA DE MARCOS	
Nome da Estação: 93206		Obra / Ano:
DADOS GERAIS	**SISTEMA DE PROJEÇÃO – UTM**	**COORDENADAS**
Município: Maceió – AL Localidade: Cidade Universitária Linha: Folha: Foto/Faixa: Data: 10/2005	Meridiano Central = Origem N (Equador) = m Origem E (MC 33º W) = 0 m K0 = DATUM H SIRGAS 2000 DATUM V	LAT. = 09° 33' 24.5855 " S LONG. = 35° 46' 45.5688 " W N = 8942356,000 m E = 194880,984 m H (ORTO.) = 79,985 m
Descrição: Cilindro de concreto, medindo 0,30 m de diâmetro com altura de 1,20m a partir de uma base de concreto, em formato retangular, medindo 1,00m x 1,00m e a 0,30m do solo, no seu topo base metálica com pino de centragem forcada, padrão UFPR, com rosca universal; a 0,20m do seu topo e no lado norte, chapa cravada na lateral, estampada: SAT 93206.		
CROQUIS	**ITINERÁRIO**	
	Partir da rotatória da Polícia Federal com cruzamento da Av. Menino Marcelo com a Av. Durval de Góes Monteiro seguir por essa avenida em direção UFAL, seguir em frente e com 0,3 km local da estação.	
	FOTO	
MARCOS INTERVISÍVEIS		
AZ- 93206		

Figura 2. Monografia de marco

4. Conclusões

Podemos observar que alguns municípios já estão se dando conta da importância da implantação de uma RRCM, da base cartográfica fiel e atualizada, da implantação e manutenção do CTM. Gestores que percebem que mesmo com o alto investimento para a realização dessas atividades, os resultados são valiosos, a gestão é mais controlada, as respostas são efetivas. Percebem que deve ser feita a capacitação dos profissionais envolvidos nesse processo, na aquisição de programas que possam facilitar os serviços.

Ao analisar a existência ou não, de uma RRCM, verificou-se que no município de Maceió existem apenas marcos da época em que foi executado o aerolevantamento e marcos do IBGE, redes Navstar, altimétricas, gravimétricas, poligonação. Sendo os mesmos insuficientes para formar uma rede densa para suprir as necessidades do município.

Vale ressaltar que o município de Maceió possui uma RCM criada para a implantação da base cartográfica em 1998. Porém, não foram disponibilizados Relatórios dos Marcos, o que dificulta o acesso às informações, havendo necessidade de rastreio de coordenadas para que os marcos sejam localizados e utilizados para apoio.

Sendo assim, para que as atividades topográficas no município mantenham um padrão técnico e de qualidade, há necessidade de densificação dessa rede, manutenção de marcos já existentes, padronização dos mesmos e a elaboração dos relatórios, inclusive com modelos citados neste trabalho. Há também a necessidade de um decreto de oficialização da rede, tornando-a obrigatória e legal, tornando assim viável a fiscalização dos serviços topográficos no município. Há de se destacar também a necessidade da disponibilidade e divulgação dessas ações, de facilitar o acesso às informações pertinentes à rede e seus marcos pelos profissionais que utilizam esses dados.

Referências Bibliográficas

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-14.166, Rede de Referência Cadastral – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1998.

AMORIM, G. P. **Confiabilidade de rede GPS de referência cadastral municipal - estudo de caso: rede do município de Vitória (ES)**. 2004. 174 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

CARNEIRO, A. F. T.; LOCH, C. Análise do cadastro imobiliário de algumas cidades brasileiras. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC), 4., Florianópolis, 2000. Anais (CD ROM). Florianópolis. 2000.

CERQUEIRA, J.A.C. **Definição de uma Superfície Geoidal Local Através de Posicionamento por GPS**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação). Escola de Engenharia de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2015.

IDOETA, I. Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimentos Projeto de Norma da ABNT. In: Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura (CONEA), Salvador, Anais, 1996.

OLIVEIRA, F.H. Considerações sobre as necessidades municipais em relação à Cartografia cadastral urbana In: Cunha, P,M,E ; De Cesare, C. M. Financiamento das Cidades: Instrumentos Fiscais e de Política Urbana – SEMINÁRIOS NACIONAIS – Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

OLIVEIRA, L. P. M.; et al. Implantação de rede referencial cadastral para um cadastro territorial multifinalitário: estudo de caso município de Maceió/AL. In: Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas (CD-ROM), Curitiba, PR. 2013.

Análise dos impactos socioambientais na zona costeira do município de Paripueira – AL.

Edilsa Oliveira dos Santos [1]
James Rafael Ulisses dos Santos [2]
Tamires Aparecida Batista de Oliveira [3]
Sheylla Patrícia Gomes do Nascimento [1]

[1] Universidade Federal de Sergipe – UFS
Av. Marechal Rondon, S/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, Brasil, CEP 49100-000
edilsa.geo@hotmail.com, sheyllapatricianascimento@gmail.com

[2] Universidade Federal do Espírito Santos - UFES
Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória - ES, Brasil, CEP 29075-910
james.ulisses@hotmail.com

[3]Faculdade José Augusto Vieira – FJAV
Praça Nossa Senhora Aparecida, 40 - Cidade Nova, Lagarto - SE, Brasil, CEP 49400-000
tamires_ufs@yahoo.com.br

Abstract. The study was conducted in Paripueira municipality north coast of the state of Alagoas, with the objective analyze the different forms of use and occupation of this litoranea portion, taking into consideration the natural and social dynamics existing in the coastal zone of this site, besides trying to understand the causative factors of impacts socioenvironmental arising in this coastal environment. As methodological procedures, we had as a basis by literature, documentary, cartographic and legislation existing related to the subject matter, and recognizing the area for verification in situ the form of use and occupation along the coast and environmental degradation processes coming from anthropic action. In cabinet held the treatment of data, generating results as the location mapping and the organization of iconographic material acquired in field investigations. On the analysis of social and environmental aspects found the different forms of use and occupation, and existing effects such as erosion problems example, the accumulation of garbage and construction in tide lands were observed in the study area. Therefore, it's needed that these locations adopt a integrated management and participatory, sensitizing the local community, concerning the protection and maintenance of natural resources of the coastal zone, focusing on rational and conscious use of the coastland.

Palavras - chave: coast, anthropic action, use and occupation, environmental management, litoral, ação antrópica, uso e ocupação, gestão ambiental.

1. Introdução

O litoral brasileiro possui uma extensão territorial aproximadamente de 8.500 km, compreendendo 17 estados e mais de quatrocentos municípios, onde podem ser observados os diferentes tipos de uso e ocupação, de forma muitos vezes antagônicas devido principalmente ao grande contingente populacional, que se apropriaram desse ambiente. Atualmente o litoral brasileiro passa por um acelerado crescimento urbano, apresentando múltiplos usos, com as mais variadas formas de ocupação e atividades antrópicas.

O processo de ocupação costeira tem acarretado diferentes conflitos devido aos novos empreendimentos, contribuindo para o aumento dos impactos socioambientais na zona costeira, como no caso do avanço populacional sobre os ecossistemas de manguezais, estes que apresentam uma grande relevância como anteparo de proteção do litoral, por se tratar de ambiente de transição e interação na interface continente-oceano-atmosfera, onde os processos físicos, químicos, biológicos e sociais interagem e atuam de forma dinâmica.

Segundo Moraes (2007, p.100) "a zona costeira abriga um mosaico de ecossistema de alta relevância ambiental", e devido a isso é visto como um ambiente frágil e vulnerável, [...]. Visto que, os espaços litorâneos possuem uma riqueza significativa em termos de recursos naturais e ambientais que a intensidade de um processo de ocupação desordenado vem colocando em risco.

Nos últimos anos é perceptível essa intensa ocupação na zona costeira, pois, atualmente metade da população brasileira reside até duzentos quilômetros da costa, devido à beleza cênica privilegiada encontrada no local, e da grande diversidade de recursos naturais existentes. De certa forma, esses ambientes tem favorecido ao longo dos anos a ocupação, muitas vezes sem uma infraestrutura adequada, que resultam na vulnerabilidade do ambiente litorâneo.

Em muitas regiões costeiras, que permitem o estabelecimento de construções ao longo da linha de costa, tem se intensificado alterações de maneira direta ou indiretamente na morfodinâmica praial modificando o balanço de sedimentos e consequentemente tendendo a descaracterização desses ambientes, resultando em impactos naturais acelerados por fatores sociais.

Portanto, esse estudo tem como objetivo principal analisar o processo de expansão urbana sem planejamento e os impactos socioambientais ao longo da porção litorânea que compreende o município de Paripueira, litoral norte de Alagoas.

1.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Paripueira, Alagoas - Brasil, com uma distância de 27 km da capital Maceió. Inserido na região leste do Estado, e limitando-se ao norte com o município de Barra de Santo Antônio, ao sul e oeste com Maceió e a leste com o Oceano Atlântico. Sua área territorial é de 92,70 km², estando numa altitude de aproximadamente 5 m em relação ao nível no mar, na sede do município. Está inserido entre as coordenadas geográficas de 09°27'54,0'' de latitude sul e 35°33'07,2'' de longitude oeste. (CPRM, 2005). (Figura 1).

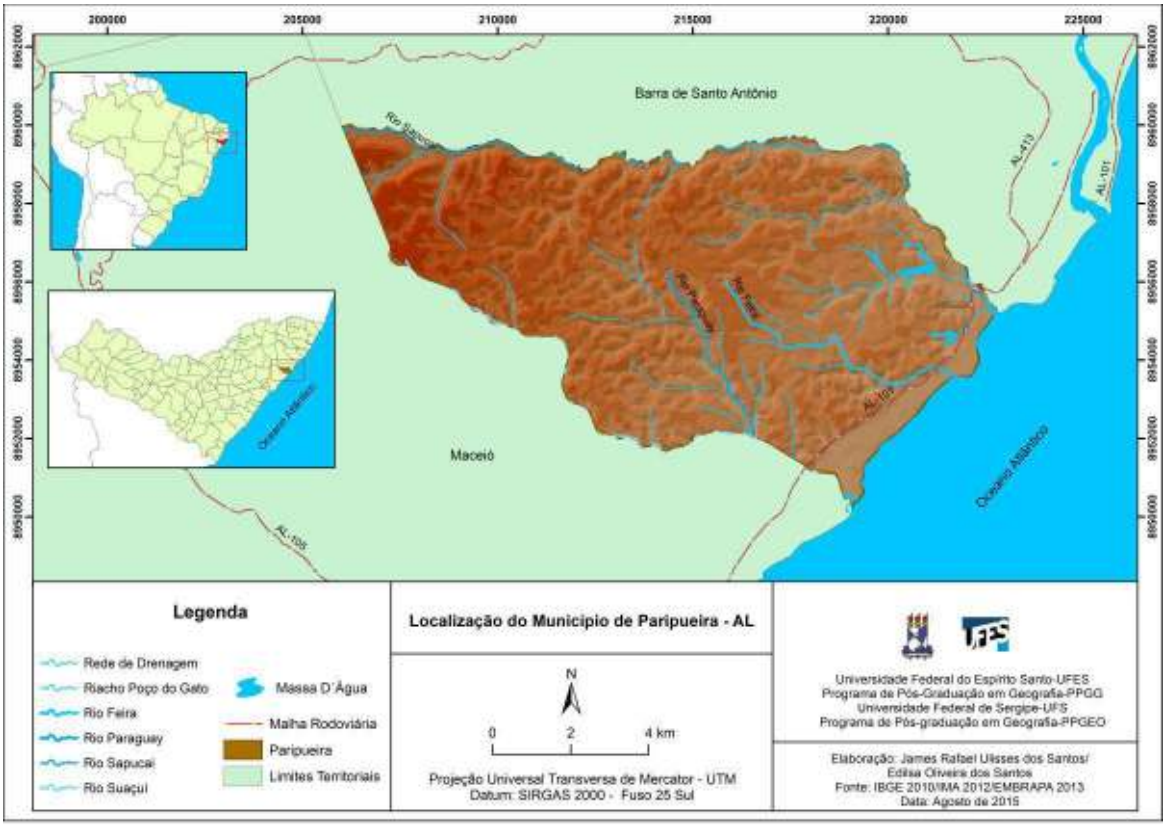


Figura 1. Mapa de localização do município de Paripueira - Alagoas.
Fonte: IBGE 2010.

O município de Paripueira é banhado pelos rios que compõem as bacias do Sapucaí, ao norte, e a bacia do Sauacuí ao sul, sendo drenado também pelo riacho da Feira que deságua próximo ao acampamento Batista. O litoral desse município tem uma extensão de aproximadamente 6 km, apresentando aspectos morfológicos costeiros marcantes, com praias constituídas de sedimentos arenosos (Neossolos Quatzarênicos), e de águas calmas. “Encontra-se inserido em duas unidades de conservação: Área de Proteção Ambiental Federal Costa dos Corais (PE e AL) e Parque Municipal Marinho de Paripueira, sendo assim classificado como de interesse especial”. (PROJETO ORLA, 2012).

O processo de formação da localidade deu-se a partir de uma colônia de pescadores que cresceu próximo a capital do estado (atualmente Paripueira faz parte da região metropolitana de Maceió). O turismo, devido aos atributos naturais existentes como suas piscinas naturais, é o ponto forte da região, fato que atrai turistas de todos os recantos do Estado e do País. Outra questão marcante na área é o crescimento urbano na orla litorânea, com construções sem planejamento, principalmente, de segunda moradia, ou seja, casas de veraneio.

Metodologia

Para a elaboração deste trabalho adotou-se como metodologia, em sua fase exploratória, a pesquisa de aspectos qualitativos, equiparando-se de levantamentos bibliográficos levantamentos em livros, artigos científicos, jornais e boletins, no intuito de adquirir dados relacionados a temática do estudo. Os planos de informações para a elaboração do material cartográfico foram adquiridos em orgãos como a Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Alagoas - SEPLAG, Instituto do Meio Ambiente – IMA/ AL, Institudo Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Na análise dos aspectos físicos, buscou-se no Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, e no que conserne ao enfoque dado as Unidades de Conservação, teve-se como base o Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC, já as questões voltadas a legislação dos ambientes costeiros foram tratadas com base no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro-PNGC, tais leituras subsidiaram o desenvolvimento do estudo, servindo para o embasamento acerca da temática em questão, sendo de fundamental importância, pois permitui um maior aprofundamento e consolidação do referencial teórico.

A pesquisa é de cunho descritiva e estabelece o contato direto do pesquisador com sua área de estudo, através da aproximação com seu objeto de estudo. Nessa fase da pesquisa as visitas de campo foram essenciais e imprescindíveis para conhecer melhor a área de estudo, para a verificação das transformações e dinâmicas paisagísticas, além de fornecer coleta de materiais de dados, que serviram de subsídios para os resultados desse estudo.

Essa etapa consistiu no trabalho de campo, com a coleta de material iconográfico obtidas em quatro visitas de campo, fazendo-se uma observação da parte urbanizada e não urbanizada da orla marítima do município supracitado, registrando através de fotografias os pontos que apresentam formas de uso e ocupação da linha de costa, caracterizando-se assim, como uma área com conflitos sociais e ambientais, desse modo, os levantamentos de campo, contribuíram para uma melhor compreensão dessas diferentes formas de uso e ocupação e os respectivos problemas gerados pelos agentes sociais.

E por fim em gabinete realizou-se o mapeamento de localização e a organização do material iconográfico adquirido nas investigações de campo. E diante das análises dos aspectos socioambientais verificou-se as diferentes formas de uso e ocupação, e os impactos existentes, como exemplo dos problemas de erosão, acúmulo de lixo e construção em terrenos de marinha. Portanto, é preciso que nessas localidades se adote uma gestão integrada e participativa, sensibilizando a comunidade local, no que concerne a proteção e manutenção dos recursos naturais da zona costeira, focando no uso racional e consciente do litoral.

2. Resultados e Discussão

Grande parte da zona costeira brasileira tem passado por processos de ocupação desordenada devido às condições sem planejamento, fato que acarreta transformações nesses ambientes costeiros. Isso deve-se ao fato que os atributos paisagísticos litorâneos favorecem essa ocupação, e qualificando-a como uma situação geográfica ímpar". (MORAES, 2007).

No que tange ao uso e ocupação, tem sido observado os diferentes tipos de ocupações, os chamados vetores de ocupação como denomina Moraes (2007), observa-se ao longo da extensão territorial da zona costeira os múltiplos usos assim como: as habitações comerciais, bares, casas de pescadores, pousadas, hotéis, casas de veraneios dentre outros empreendimentos instalados no litoral para os mais variados usos.

No caso do município de Paripueira nas últimas décadas pode-se verificar que esses vetores de ocupação, como as casas de veraneio, a presença do comércio que se instalou de forma desordenada como as construções de bares e restaurantes, e os vendedores ambulantes vêm ganhando proporções bastante significativas. (Figura 2).

Ao longo da orla supracitada, observa-se que em diferentes pontos esses tipos de empreendimentos para serem construídos houve a supressão da vegetação nativa, resultando em mudanças na dinâmica praial.

Figura 2. Bares, restaurantes e comércio ambulante em área de uso comum, na zona costeira do município de Paripueira, Alagoas.
Fonte: SANTOS, 2015.

Outro problema bastante corriqueiro na região é o lançamento inadequadamente de lixo doméstico, poluindo alguns trechos da praia, e com isso modificando a paisagem local e afetando o cenário natural, além de acarretar impactos ambientais nos recursos marinhos. A deposição de resíduos no solo contribui para uma série de problemas, sendo que, dessa forma se faz necessário conscientizar a população residente e aos banhistas sobre a responsabilidade e necessidade da boa manutenção desses ambientes costeiros. (Figura 3).

Figura 3. Lixo e degradação ambiental.
Fonte: SANTOS, 2015.

Alguns trechos da orla apresentam avançados processos erosivos, que tiveram sua ação intensificada, devido à acelerada expansão urbana em direção à costa, e também por consequência de mudança na desembocadura do rio Sauacuí. Essa mudança antes natural, devido ao dinamismo do ambiente, vem passando por alterações antrópicas com as construções muito próximas a linha de costa, sem obedecer aos limites legais. E como soluções paliativas, para se evitar o avanço da erosão, construíram-se estruturas de contenção verticais para dissipar a energia das ondas. (Figura 4).

Figura 4. Trecho com processo de erosão, medida de contenção.
Fonte: SANTOS 2015.

Esse processo desordenado de ocupação está relacionado com o potencial turístico do lugar, que induz a essa prática, por se tratar de uma praia balneária de águas calmas, além disso, o município possui terrenos vazios situados à beira mar, que dessa forma, tem aumentado à especulação imobiliária no local, contribuindo para uma forte valorização dos terrenos próximos a orla marítima.

3. Conclusões

Os estudos na zona costeira são muito recentes, principalmente as pesquisas voltadas para gestão ambiental, onde se busca o ordenamento territorial, visto que, a presença do homem tem intensificado a degradação, devido a práticas inadequadas de uso e ocupação ao longo do litoral.

Constata-se que o principal agente motivador do processo de ocupação da orla marítima do município de Paripueira, tem sido seu potencial para as atividades turísticas, através das construções que são direcionadas à prática de veraneio (segunda residências), resultando no crescimento habitacional desordenado no local, devido a falta de investimentos do poder publico aos serviços básicos de infraestrutura urbana (saneamento e rede de esgotos, água e coleta de lixo e sinalização nas praias).

Contudo, todo esse processo na área estudada é resultante da ação humana que de maneira direta e/ou indiretamente tem influenciado as mudanças e desequilíbrios ambientais. No

entanto, é preciso que se pense em medidas que visem à conservação e a proteção desses ambientes costeiros, como por exemplo, proteger a costa da erosão marinha, conservando as praias no intuito de mantê-las naturais, e permitindo a exploração, porém do ponto de vista cênico e recreativo, sem modificar a paisagem natural.

Portanto, analisou-se durante o desenvolvimento do estudo que o município vem passando por um ordenamento territorial, com ações previstas no projeto de intervenção: Projeto Orla, esperando-se, dessa forma que com a implantação desse projeto, a urbanização da orla desse município passe por um ordenamento adequado com um gerenciamento integrado, de forma coletiva que envolva a participação da população através da conscientização para uso racional e consciente dos recursos naturais costeiros.

Referências

FIGUEIREDO, Nébia. **Método e Metodologia na pesquisa científica**. 2ª ed. São Paulo. Yendis, 2007.

FREITAS, Mariana Almeida Passos de. **Zona costeira e meio ambiente.** / Mariana Almeida Passos de Freitas. / 1ªed. 2005, 5ª reimpressão. /Curitiba: Juruá, 2011.232p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia Ambiental /** Antônio José Teixeira Guerra, Mônica dos Santos Marçal. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 190.

LIMA, R.C.A., ARAÚJO, T.C.M., FARIAS, F.S. – 2000 – **Vulnerabilidade das praias dos municípios de Paripueira e Barra de Santo Antônio – AL.** Anais do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas, Itajaí-SC, 371-372.

MACEDO, Silvio Soares. Paisagem, litoral e formas de urbanização In: Projeto Orla: Subsídios para um projeto de gestão / Brasília: MMA e MPO, 2004.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia Pequena História Crítica.** São Paulo: Hucitec, 2002. 18ªed.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Contribuições para gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro.** / Antônio Carlos Robert Moraes. São Paulo: Annablume, 2007.

MUEHE, Dieter. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, Antônio José Teixeira e Sandra Baptista da Cunha (Org.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, Cap. 6, 2007, p.472.

PARDO, Maria Benedita Lima. **A arte de realizar pesquisa:** um exercício da imaginação e criatividade. São Cristóvão: Editora UFS, 2006.

PNGC**. PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO.** Lei Federal nº 7.661, Art. 5º de 16 de maio de 1988, Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providencias. Acessado em 15 de outubro de 2014 -

http://www.mpba.mp.br/atuacao/ceama/material/legislacoes/gerenciamento/lei_7661_1988.pdf

PROJETO ORLA**: Fundamentos para gestão integrada**. Brasília: MMA/SQA; Brasília: MP/SPU, 2002. 78p.

PROJETO ORLA: **Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima do município de Paripueira.** Brasília: MMA/2012.77p.

Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Paripueira, estado de Alagoas**/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

SOUZA, Célia Regina de Gouveia (ed.). **Quaternário do Brasil** / editores, Celia Regina de Gouveia, Kenitiro Suguio, Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Paulo Eduardo de Oliveira. —Ribeirão Preto Holos, Editora, 2005. 382p.

Análise dos processos de topografia na implantação das locações exploratória da Petrobras no estado de Alagoas

Daniela Vieira de Sena Reis [1,2]
Paulus Igor Lima Xavier [3]

[1] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
daniela_sena@hotmail.com

[2] CM Construções e Serviços Ltda – Terceirizada Petrobras
Fazenda Lamarão – Pilar – AL.
daniela.cmconstrucoes@outlook.com

[3] Unidade de Operações de Explorações e Produção de Sergipe – Alagoas
(UO SEAL Petrobras) Avenida Antônio Sales, 3410 – Dionísio Torres, Pilar – AL, Brasil, CEP 60135-102
paulusigor@petrobras.com.br

Abstract

This work shows the importance of the activities of topography in deployments of exploratory leases of Petrobras in the state of Alagoas, in respect of earthmoving, also shows the processes of their development, from the location to the deployment.However, the work guides the importance of adopting procedures and adequate materials during the execution of the services in order to ensure the stability of the soil at the base, in the accesses, and the term determined by contractor of services. In order to show the determining factors and the dynamics of the executive process, it was used as a sample the last exploratory lease located in the West of Sao Miguel dos Campos (OSMC 01) in the state of Alagoas in the period from June to July. He software for processing of data used resulted in the development of geometric design, model digital terrain, calculating all volumetry involved in activities of earthmoving equipment, since the survey, georreferencing of support points deployed in geodetic surveys, through the techniques of GPS to deployment of constructive steps of the lease. Being earthworks or even civil works. With this it could be concluded that the lease was for the first time a dynamic to be drawn, but because some factors the process was changed, thus showing the flexibility with the planing of the work activities of probe.

Word Key : Exploratory Lease, topography, earthworks, OSMC 01.

1. Introdução

A Petrobras possui na região do nordeste brasileiro sua zona mais antiga de exploração e produção de petróleo, tendo suas atividades sendo desenvolvidas em terra e mar, correspondendo *onshore* e *offshore*, respectivamente. Nas atividades terrestres são utilizadas as técnicas geodésicas diferenciais de GPS, e vem sendo realizadas, de forma a garantir maior precisão nas coordenadas dos poços das locações exploratórias. E ao mesmo tempo estabelecendo um controle nos pontos de apoio geodésico aos serviços de prospecção sejam elas, sísmicas e ou gravimétricas.

No banco de dados da Petrobras a bacia de Sergipe-Alagoas possui uma base cartográfica na escala de 1: 25000 e um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que através deste são monitorados as atividades ambientais e operacionais de cada locação.

Segundo Aquino & Costa (2011) em uma atividade de sonda exploratória as rochas inicialmente são perfuradas pela ação de rotação e peso aplicado a uma broca existente na extremidade de uma coluna de perfuração, ou seja, a perfuração de um poço é um conjunto de atividades operacionais desenvolvidas para projetar e realizar aberturas no solo, perfurando, testando e equipando as áreas das locações, de forma a atender aos padrões de exploração de produção.

Por tanto a terraplanagem executada nas áreas de sonda devem ter garantias suficientes para sustentação e movimentação de cargas no local.

No campo de Alagoas a execução das bases de perfuração de poços, são coordenadas pelo setor de Construção e Montagem, sobe gerência atual do Geólogo Paulus Igor Xavier, que são trabalhadas em conjunto com a contratada especializada em serviços de terraplanagem, no momento sendo desenvolvidas pela empresa CM Construções e Serviços Ltda, com a orientação técnica da engenheira agrimensora Daniela Vieira de Sena Reis.

Quando se fala em locações de perfuração exploratória na Petrobras, é evidenciado o serviço de terraplanagem, já que este, além de ter grande influência no custo das locações e acessos, compreende alterações nos processos naturais de movimentação de terra, geração e disposição de materiais excedentes, no caso da existência de bota-fora, bem como da necessidade de empréstimos.

Inouy & Souza (2004) faz uma abordagem sobre a estimativa preliminar da demanda pelos serviços de terraplanagem, que podem ser aplicados nos serviços das locações, onde normalmente, se dá através de visita técnica à gleba e depende muito da sensibilidade da equipe técnica da Construção e Montagem de Alagoas, o qual julga se a terraplenagem será simples ou complexa, tal método incorre margens de erro, o que exige o uso de um alto coeficiente de segurança sobre a estimativa e um estudo sobre a topografia do local.

O preparo da base terrestre para perfuração exploratória de petróleo faz uso primordial das ferramentas de topografia, sendo de fundamental importância para iniciar as atividades cadastrais e posteriormente a implantação da mesma.

Segundo a NBR 13133, as condições exigíveis para a execução de um levantamento topográfico devem compatibilizar medidas angulares, lineares, de desníveis e as respectivas tolerâncias em função dos erros, selecionando métodos, processos e instrumentos para a obtenção de resultados compatíveis com a destinação do levantamento, assegurando que a propagação de erros não exceda os limites de segurança inerentes a esta destinação.

Sendo assim, a análise dos processos que influenciam o projeto geométrico de terraplanagem nas locações exploratórias, esta respaldada nos seguintes pontos: custo e impacto ambiental, visto que esses serviços geram grandes problemas de degradação dos assentamentos humanos, disponibilidades de equipamentos de terraplanagem e fator climático. Por isso a importância de conhecer a topografia e geologia da área.

A fim de apresentar os fatores determinantes da topografia numa terraplanagem para locações exploratórias, este trabalho tem como principal objetivo mostrar as influências que resulta numa obra de alto ou baixo custo.

Os objetivos específicos que permitirão atingir o objetivo principal são:

Avaliar as condições topográficas da área de implantação de uma locação exploratória no Oeste de São Miguel dos Campos (OSMC 01) no estado de Alagoas.

Mostrar o desenvolvimento das atividades de terraplanagem na execução de locações exploratórias.

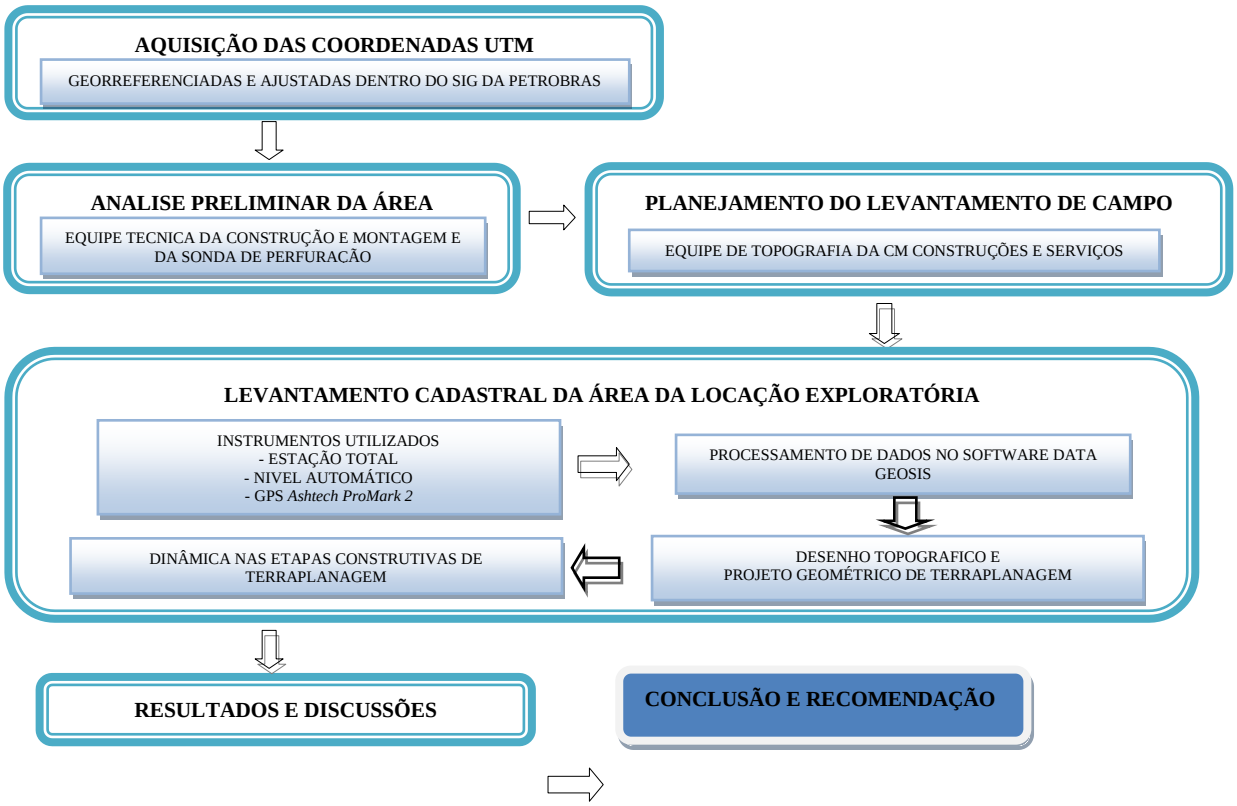
Propor melhorias técnicas nos trabalhos realizados nas locações exploratórias.

2. Materiais e Métodos

Como descrito no início do trabalho o objetivo desse artigo é mostrar a análise dos processos de topografia e terraplanagem na implantação das locações exploratória da Petrobras evidenciando todas as etapas utilizadas na empresa terceirizada CM Contruções e Serviços.

Segue abaixo as etapas realizadas no trabalho:

1- Aquisição das coordenadas UTM dos poços, georreferenciadas no sistema SIG da Petrobras e implantadas *In loco*, junto aos pontos de controle.
2- Analise Preliminar da área pela equipe técnica da Construção e Montagem
3- Planejamento do levantamento de campo
4- Levantamento cadastral da área de perfuração, amarrados as coordenadas originais.
5- Processamento, desenho topográfico e projeto geométrico de terraplanagem.
6- Etapas construtivas de terraplanagem na locação
7- Resultados e Discussão
8- Conclusão e recomendação



3. Resultados e Discussão

3.1 Identificação da locação exploratória OSMC 01

A locação exploratória OSMC 01 foi definida pelo Datum Sirgas 2000, MC -39° no fuso 24, enquadrada nas seguintes coordenadas UTM, 9.022345 **N**, 582406 **E** (canto superior esquerdo) e MC -33° no fuso 25, com as coordenadas UTM 8.836865 **N**, 266789 **E** (canto inferior direito), em relação ao estado de Alagoas. E em relação ao município de São Miguel dos Campos enquadra-se nas coordenadas UTM 8.931773 **N**, 800076 **E** (canto superior

esquerdo) e 8.903392 **N**, 172833 **E** (canto inferior direito) contornada pelos municípios do leste e agreste alagoano: Jequiá da Praia e Campo Alegre, respectivamente.

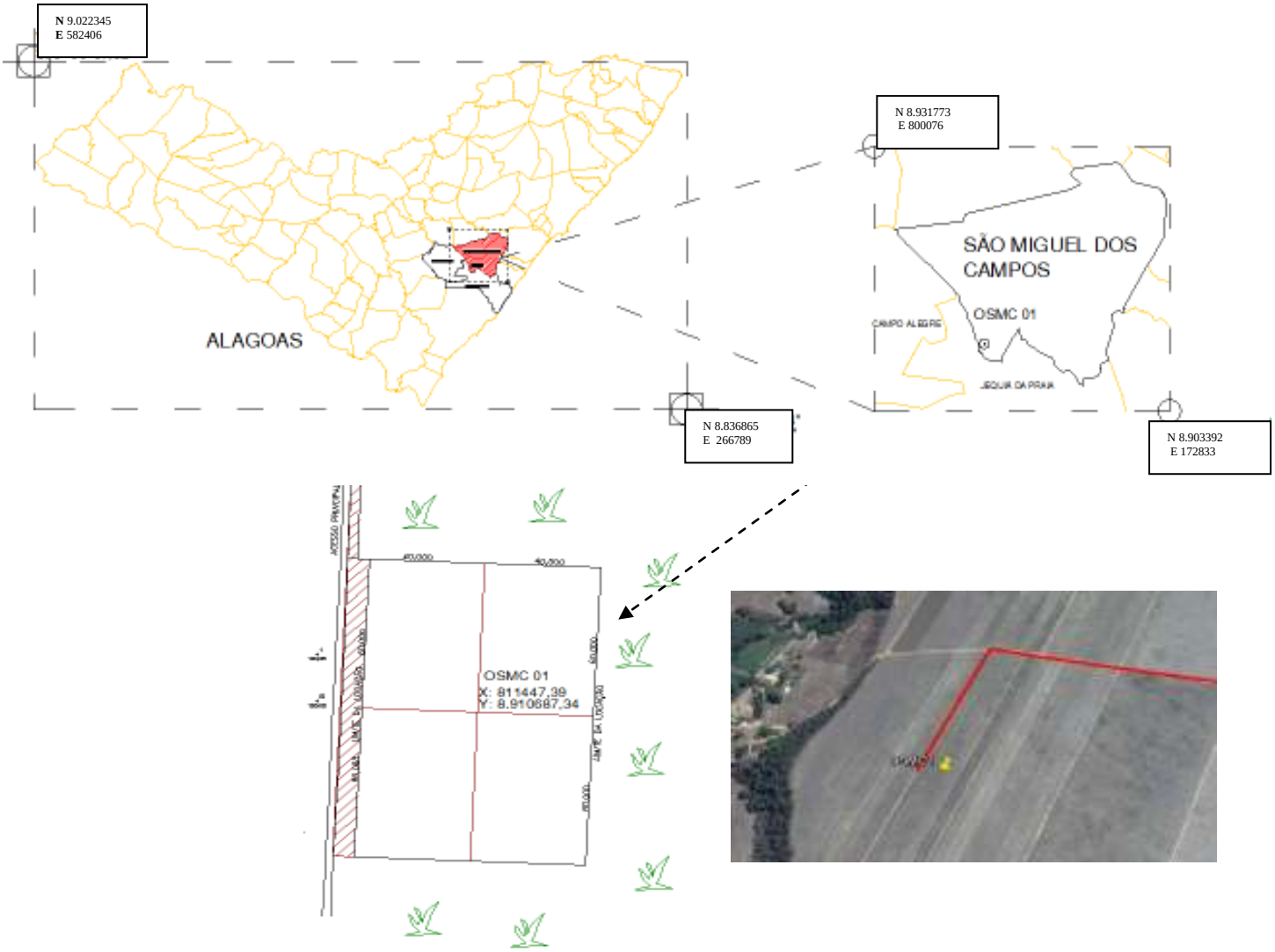


Figura 01 – Localização da área em estudo

O eixo da locação OSMC 01 foi definido pela Petrobras através do Datum Sirgas 2000, MC 39° e no fuso 24, nas seguintes coordenadas UTM 8910687,34 **N**, 811447,39 **E**.

3.2 Análise Preliminar da área

Nessa etapa a equipe da fiscalização Petrobras pôde verificar *in loco*, as condições do acesso ao novo poço exploratório, e sua área ao entorno, destacou-se de imediato à extensão do acesso de aproximadamente 3,5km, sendo que 1km desse total apresentou largura insuficiente aos padrões dos acesso da Petrobras, além da melhoria aos demais trechos, o que remete num tempo maior para o desenvolvimento das atividades de implantação.

Segundo Malouf (2013) esta fase é crucial para garantir a segurança e a eficiência ao longo de toda a perfuração do poço, sendo importante ter em vista que o transporte é todo feito por meio de grandes caminhões especiais, e, por esse motivo é preciso que se abram

estradas, de modo a permitir a passagem segura. Vale destacar que dependendo da locação, os custos logísticos podem ser muito representativos diante dos custos totais da locação exploratória.

De acordo com os procedimentos internos da Petrobras foi determinada para esse local uma sonda nas seguintes dimensões: 80,00 x 120,00m, sendo que o maior lado estenderá paralelo ao acesso e o seu menor lado perpendicular ao mesmo. Foi visto também o posicionamento do mastro em relação ao vento, pois são fatores contribuintes para o desenvolvimento das atividades topográficas e de terraplanagem.

3.3 Atividades Preliminares de Topografia

Após a emissão da LP – Licença Prévia emitida pelo órgão ambiental, a Autorização para Execução de Serviços (AES) e o recebimento da coordenada da implantação, a engenheira agrimensora com sua equipe, localizam o eixo da locação, através das coordenadas UTM fornecidas, analisa previamente as condições de segurança, e posteriormente cadastrar a área a ser implantada a locação exploratória.

Os equipamentos e instrumentos utilizados nas atividades de campo foram GPS – *Ashtech ProMark* 2, estação total Ruide, nível automático Ruide e acessórios de topografia em geral.

No cadastro realizado são adquiridos todos os pontos necessários, para o desenvolvimento do projeto geométrico de terraplanagem, e são arquivados na estação total durante o processo, ou seja, gerando uma caderneta com as coordenadas X, Y, Z e descrição. No entanto, é a partir desta que o desenho é elaborado.

Para a elaboração do projeto geométrico de terraplanagem levam-se em consideração os pontos tomados no levantamento planialtimétrico cadastral. Esta planta deve conter, no mínimo: perímetro do acesso até a nova locação, limite da área exigido pela sonda de perfuração, limite das áreas de apoio, cotas do terreno natural (TN) dentro e fora do limite da locação (curvas de nível) e nuvem de pontos (20m em 20m).

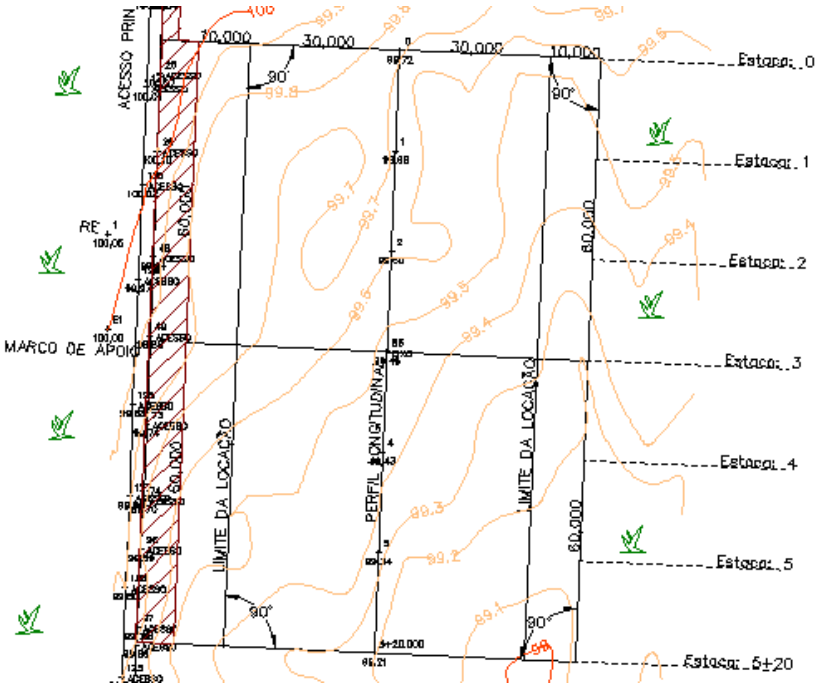


Figura 02 – Levantamento planialtimétrico do OSMC 01.

3.4. Utilização do Software aplicado à topografia

Nas atividades relacionadas ao processamento de dados, é realizado a transferência de dados da estação total, compatibilizados nos formatos que são aceitos no programa específico *DataGeosis*, as coordenadas dos marcos de apoio são georreferenciadas e ajustadas conforme coordenadas fornecidas pela Petrobras.

Para iniciar o desenvolvimento do projeto dentro da interface *DataGeosis*, faz se necessário realizar a retirada de 20 a 30 cm do valor da cota primitiva, referente ao material orgânico que é eliminado na limpeza e destocamento da primeira atividade de terraplanagem. Com isso têm-se as cotas dentro do limite da locação rebaixadas e por tanto, preparada a partir desta, para desenvolver outros processos das camadas no desenho.

Cria-se então um modelo digital do terreno, com os parâmetros de cotas mínimas e máximas dentro da área determinada pela sonda, a partir daí é analisado o melhor destino para drenagem e projetado o greide do projeto, perfil longitudinal, e seções transversais.

Com isso é calculado o volume de movimentação de terra para os serviços iniciais de terraplanagem, que no caso da locação OSMC 01 a movimentação se deu por meio de aterro. E de acordo com os equipamentos de terraplanagem disponíveis, a previsão do tempo e prazo de entrega do produto, fez se necessário à adoção de alguns métodos, visto que a sonda de perfuração possui uma forma de trabalho contínuo, e um dia paralisado da mesma, tem-se um impacto de aproximadamente R$ 250.000,00 a 300000,00 no seu custo.

Tabela 01 – Volume do OSMC 01 por seções, calculado pelo método da semi- distância.

Estaca	m2 Corte	m2 Aterro	Acc m2 Corte	Acc m2 Aterro	m Semi-Dist	m3 Corte	m3 Aterro	Acc m3 Corte	Acc m3 Aterro
0	4,07	5,13	4,07	5,13					
					10,00	45,80	158,58	45,80	158,58
1	0,51	10,73	4,58	15,86					
					10,00	9,55	228,79	55,35	387,37
2	0,45	12,15	5,03	28,01					
					10,00	9,11	326,09	64,46	713,46
3	0,46	20,46	5,49	48,47					
					10,00	4,64	475,84	69,10	1189,30
4	0,00	27,13	5,49	75,60					
					10,00	0,00	611,16	69,10	1800,46
5	0,00	33,99	5,49	109,58					
					10,00	0,00	773,06	69,10	2573,52
5+20.000	0,00	43,32	5,49	152,90					

Conforme apresentado na tabela 01 o material de aterro bruto para a área da locação OSMC 01, calculado através do *software DataGeosis*, foi equivalente a 2.573,52m³, e será acrescido uma camada de 20 cm de brita corrida em toda sua superfície. Vale ressaltar que para cada volume calculado é empregado uma taxa de empolamento específico.

Figura 03 - Cenário de uma locação exploratória no verão.

Na figura 03, pôde-se ver uma implantação economicamente viável, pois a topografia local e as condições climáticas contribuíram para um desenvolvimento mais sustentável.

De acordo com os estudos de viabilidade para a construção desta locação, foi adotada junto à fiscalização Petrobras e os estudos geotécnicos, a utilização de agregado graúdo macadame hidráulico aplicados no subleito e sub-base, popularmente conhecida como pedra rachinha, onde sua execução consistiu no espalhamento de uma camada de brita de graduação aberta que é compactada para a redução dos espaços vazios. Em seguida espalhou-se uma camada de pó de pedra sobre esta promovendo o preenchimento dos espaços vazios deixados pela brita. Para facilitar a penetração do material de preenchimento, molhou-se o pó de pedra e promoveu-se outra compactação. Esta operação foi repetida até todos os vazios serem preenchidos pelo pó de pedra. Por tanto, essa operação do subleito é destinada a conformar o leito da plataforma, longitudinal e transversal, dando à superfície as características geométricas da locação acabada. Mas devido às condições climáticas no decorrer da implantação, não foi possível realiza-las. Geralmente nessa camada são adotados outros tipos de materiais economicamente mais viáveis, conforme visto na figura 03. A camada da base e do revestimento foram realizadas com brita corrida, numa variação de 20cm, podendo chegar até 50cm nos pontos mais baixos. Após a finalização da terraplanagem, implantou-se o *layout* das canaletas sobre a locação através da estação total, junto às coordenadas cartesianas inseridas e adaptadas no projeto.

Figura 04 – Locação OSMC 01 na fase de revestimento brita corrida (a); e no reforço do subleito e sub-base (b); canaletas de contenção (c);

Nas operações destinadas a execução das locações, objetivando o impacto ambiental, deve ser devidamente adotada as soluções e os respectivos procedimentos voltados ao meio ambiente, hoje a Agencia Nacional do Petróleo, exige a adoção de canaletas no entorno do mobiliário das sondas conforme mostrado na figura 4(c), pois caso haja algum tipo de vazamento de material poluente não venham contaminar de forma direta a área ao entorno da sonda de exploração. Para isso a topografia faz a locação topográfica das canaletas, liberando frente de serviço para as equipes civis da obra. No entanto, as atividades relacionadas à topografia são destinadas no inicio da implantação, durante e pós-implantação.

4- Conclusões

O presente artigo esteve focado em mostrar a importância da topografia nos processos de implantação de uma sonda exploratória na Petrobras, citando e mostrando procedimentos adotados na execução da base OSMC 01. Foram abordadas as situações relevantes que contribuíram para o desenvolvimento da atividade, de forma a atender a demanda. O que pôde ser concluído é que dependendo das condições climáticas durante o processo, da disponibilidade de equipamentos, tudo pode ser modificado, é um cenário dinâmico, pois de acordo com as constantes mudanças de clima o tipo de material sofre influencia, impactando,

por tanto, o custo final da obra. Visto que independente dos fatores citados acima, as locações devem obedecer a datas continuas. Outro fator importante é a presença da equipe de topografia que começa nos primeiros discursos sobre a localização da área, cadastro, projeto, implantação, *as bilt* e finaliza com o relatório técnico.

Aproveito para deixar indicações de melhorias para futuros trabalhos técnicas relacionadas à área.

5 – Agradecimentos

Agradeço ao meu Deus, primeiramente por ter concedido a oportunidade de estar adquirindo conhecimentos na área, e ter colocado pessoas maravilhosas na minha trajetória.

A minha família que sempre me apoia independente dos momentos;

A equipe Construção e Montagem da Petrobras, em especial, Paulus Igor Lima Xavier, onde juntos desenvolvemos as atividades relacionadas à área.

A Equipe CM Construções e Serviços, em especial a minha equipe de trabalho, junto à terraplanagem.

Enfim a todos que direta e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste.

6 – Referências Bibliográficas

COSTA, Lucia de Fátima Lucio Gomes da; AQUINO, Francisco Nixon Pereira de Macedo. **RISCOS AMBIENTAIS EM UMA SONDA DE PERFURAÇÃO DE PETROLEO ONSHORE NA UNIDADE DE NEGÓCIOS-RN/CE- MOSSORÓ/RN**. **HOLOS**, [S.I.], v. 3, p. 64-83, jun. 2011. ISSN 1807-1600. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/587/445. Acesso em 4 ago. 2015.doi: http://dx.doi.org/10.15628/holos.2011.587.

INOUYE, K.P; SOUZA, U.E.L. **ESTUDO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A VARIAÇÃO DO VOLUME DE TERRAPLENAGEM EM EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS HORIZONTAIS**. I conferência latino-americana de construção sustentável x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído -18-21 julho 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.

Norma ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR13133 – **EXECUÇÃO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.

MALOUF L.R; **ANÁLISE DAS OPERAÇÕES DE PERFURAÇÃO DE POÇOS TERRESTRES E MARÍTIMOS**, 2013. 120p.Graduação (UFRJ – Graduado em Engenharia de Petróleo) Escola Politécnica, 2013.

Analise Espacial da Evolução do IDHM do Município de Maceió

Alisson Luiz da Costa [1]
Bruna Rodrigues Souza[1,3]
Gilsilene Sampaio Saraiva [1]
Pedro Algusto Miranda Pereira [1, 2]
Tácio Rodrigues Batista de Oliveira, M.Sc. [1]

[1] Setor de Geoprocessamento, Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA
Praça Visconde de Sinimbú, 141, Centro, Maceió - AL, Brasil, CEP 57020-670
semplageoprocessmento@gmail.com

[2] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Cidade Universitária, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900

[3] Centro Universitário CESMAC
Rua Cônego Machado, 918 - Farol, Maceió - AL, 57051-160

Abstract. This work is the application of obtaining the UNDP study data (United Nations Development Program), to feed a GIS database and produce thematic maps of IDHM by Human Development Units of Area (UDH). It aims to enable analyzes to identify the population dynamics at the local level and in comparison to all Brazilian territory. The elaborate thematic maps provided visualization of the distribution of the Municipal Human Development Index (IDHM) as well as its evolution between the censuses in 2000 and 2010. The methodology for the comparison of growth forecasts had results consistent with the objectives of the work.

Palavras-chave: thematic mapping, geoprocessing, IDH, mapa temático, geoprocessamento, geoestatística.

1. Introdução

O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito do setor de Geoprocessamento, na Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento de Maceió (SEMPLA), com o intuito de aproveitar as informações publicadas pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), FJP e IPEA.

PNUD é um programa que objetiva a contribuição para o combate à pobreza, a desigualdade, o fortalecimento da governança democrática, o crescimento econômico e o desenvolvimento humano e sustentável, por meio de projetos em diversas áreas do desenvolvimento.

Com isso, visou-se obter análises dentro do município de Maceió em relação à variação do IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) entre 2000 e 2010, anos de origem dos dados desta pesquisa para obter essas informações de fácil visualização, e planejou-se a mapas temáticos de modo que pudesse haver uma situação temporal do quadro de mudanças em cada local analisado.

2 Metodologia de Trabalho

Várias ferramentas foram utilizadas para a manipulação de dados geográficos e alfanuméricos, conforme a sequência abaixo:

- Obtenção dos dados alfanuméricos e espaciais no *site* do Atlas Brasil;
- Manipulação dos dados alfanuméricos em planilhas, identificando os campos e registros e obtenção de novas informações cruzando as que já tinham nos arquivos;

- Adequação dos dados espaciais aos estudos do Setor de Geoprocessamento da SEMPLA, isolando o território do município de Maceió.
- Produção de mapas temáticos para cada informação obtida.

No IBGE, os dados estão disponíveis por os setores censitários (áreas contíguas, delimitadas para atender aos parâmetros da coleta e para controle cadastral), para evitar a exposição de informações personalizadas. Já no caso do questionário da amostra, do qual o Atlas retira a maior parte de seus indicadores, os dados estão disponíveis apenas para as áreas de ponderação (agrupamento de setores censitários contíguos, para a aplicação dos procedimentos de calibração das estimativas obtidas com a amostra com as informações conhecidas para a população como um todo). Para obter o acesso aos dados com a proposta da nova agregação para avaliação do IBGE, deve submetê-la ao órgão onde serão observadas as exigências de confiabilidade estatística e obedecidos critérios rigorosamente avaliados por um comitê técnico. Entre os parâmetros avaliados pelo comitê, destaca-se, em especial, a exigência de que as áreas criadas devem ter, pelo menos, 400 domicílios particulares permanentes amostrados. Esses recortes espaciais adotados no Atlas Brasil são chamados de Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH).

As UDHs foram delineadas buscando gerar áreas mais homogêneas com o objetivo de melhor captar a diversidade de situações relacionadas com o desenvolvimento humano que ocorre nos espaços intrametropolitanos para desvendar o que é escondido pelas médias municipais agregadas.

O IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade (ou expectativa de vida), educação (ou acesso ao conhecimento) e renda (ou padrão de vida), adequando a metodologia de obtenção do IDH a nível global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais.

Trata-se de uma medida de 0 a 1 em que, quanto mais próximo do máximo, significa maior desenvolvimento humano daquela unidade territorial. Este índice populariza o conceito de desenvolvimento centrado nas pessoas, e não a visão de que desenvolvimento se limita a crescimento econômico e viabiliza a comparação entre os municípios brasileiros ao longo do tempo. O *ranking* do IDHM estimula a implementação de políticas públicas no nível municipal a priorizar a melhoria da vida das pessoas em suas ações e decisões.

Abaixo a escala do IDHM utilizada no Atlas Brasil, respeitada neste trabalho.

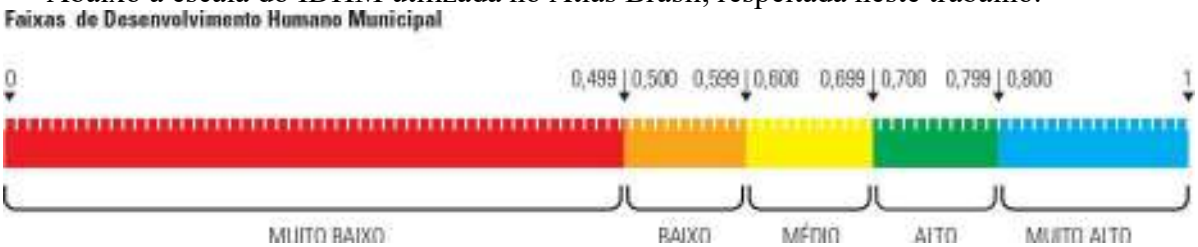


Figura 1: Gráfico da escala de desenvolvimento humano.
Fonte: Atlas Brasil (2013).

2.1 Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho é o município de Maceió, localizada na região Nordeste do Brasil, entre as latitudes 9º e 10º Sul e longitudes 35° e 36º Oeste no Datum SAD69. Essa escolha se deve a um estudo feito na Secretaria Municipal de Planejamento de Maceió (SEMPLA), com a finalidade de reconhecimento da realidade do município em comparação com estudos anteriores. A figura 3 ilustra a área de estudo e sua contextualização regional.

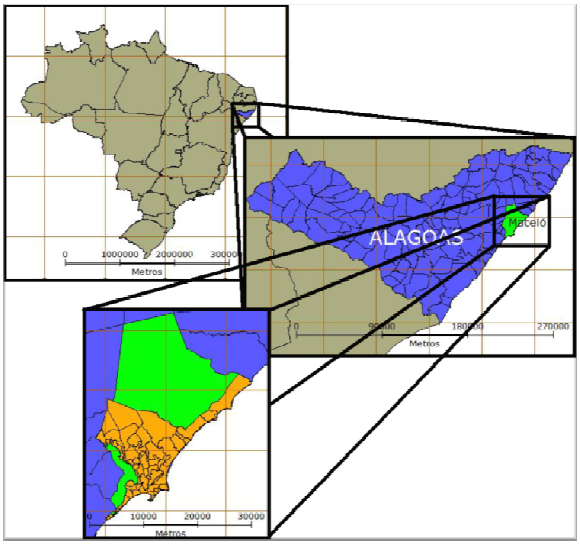


Figura 3: Mapa de Situação.
Fonte: acervo autoral

De acordo com o IBGE (2012), a estimativa da população do município de Maceió divulgado em 1º de julho de 2012 foi de 1.005.319 habitantes. Os bairros de Maceió, de acordo com a Lei municipal 4952/2000, desde janeiro do ano 2000, tem subdivisão oficialmente definida em 50 bairros.

3 Resultados e discussões

Maceió se encontra na posição 1266° de 5565 municípios brasileiros com a média do IDHM de 0,721, que na faixa do IDH é considerado alto. É município com o maior IDHM e o único nessa faixa do Estado de Alagoas. No entanto ainda está um pouco abaixo da média do Brasil que é de 0,727. Entre 2000 e 2010, IDHM de Maceió passou de 0,584 para 0,721, crescendo, em números absolutos, de 0,137 (um percentual de crescimento de 23,46%). O hiato de desenvolvimento humano (distância entre o IDHM do município e o limite máximo do índice, que é 1,000) foi reduzido em 67,07% nesse mesmo período. Em comparação com o 1° colocado no *ranking* de IDHM dos municípios brasileiros, São Caetano do Sul (SP), que cresceu apenas 0,042 em números absolutos (percentual de 5,12%), mostra o quão considerável foi o crescimento do desenvolvimento humano de Maceió.

À nível do país como um todo, o IDHM subiu de 0,612 para 0,727 de 2000 a 2010; aumento de 0,115 em números absolutos (em percentual de 18,79%). Ou seja, embora o IDHM da capital alagoana ainda esteja abaixo do índice nacional, cresceu acima da média. A principal componente responsável por esse considerável incremento foi o índice de Educação, com crescimento de 0,202, em termos absolutos. Em seguida foi a Longevidade e depois por Renda, incrementados respectivamente em 0,132 e 0,050. Outro aspecto a ser analisado é o incremento do IDHM de 1991 a 2010 do município de Maceió passou de 0,507, em 1991, para 0,721, em 2010, uma taxa de crescimento de 42,21% para o município (em valores absolutos, 0,214 de incremento), já o país passou de 0,493 para 0,727, ou seja, 47% (0,234, em números absolutos). Ou seja, Maceió, nas duas últimas décadas teve uma evolução mais lenta de desenvolvimento humano que o país como um todo. Neste intervalo também foi observado que o principal incremento foi no da Educação, crescendo em 0,296, em números absolutos, seguida por Longevidade (0,205) e por Renda (0,09).

Observa-se também, que mesmo havendo uma grande evolução na componente de educação, esta continua sendo o principal problema em Maceió que é o índice que provoca a queda do IDHM. Se fosse analisado isoladamente, estaria na faixa do IDH Médio.

Ano	*Posição*	*IDHM*	*IDHM Renda*	*IDHM Longevidade*	*IDHM Educação*
1991	682 º	0.507	0.649	0.594	0.339
2000	1879 º	0.584	0.689	0.667	0.433
2010	1266 º	0.721	0.739	0.799	0.635

Tabela 1: Quadro de evolução do IDHM do município de Maceió.

Em relação as UDHs do município de Maceió, foi constatado um aumento de IDHM em todas as unidades de área. Em 2000, a maioria das UDHs estavam na faixa de IDHM muito baixo. Visivelmente, em 2010, se tem uma melhora, onde a maioria está na faixa de IDHM médio, sem sequer ter uma área na faixa muito baixa. Como mostra nas tabelas a seguir.

Colocação	*Nome da UDH*	*Bairro*	*IDHM*	*IDHM-E*	*IDHM-L*	*IDHM-R*
139°	Vales do Benedito	Benedito Bentes	0,522	0,381	0,706	0,528
138°	Rural	Zona Rural	0,573	0,453	0,726	0,573
137°	Alto da Boa Vista	Ipioca	0,573	0,453	0,726	0,573
136°	Vila Emater	Jacarecica	0,573	0,453	0,726	0,573
135°	Alto de Bela Vista	Guaxuma	0,573	0,453	0,726	0,573

Tabela 2: Quadro dos IDHMs mais baixos por UDHs do município de Maceió.

Os IDHMs mostrados na tabela acima podem ser comparados com os IDHs globais de países como Gana (0,573), na África e Mianmar (0,524), no sul da Ásia continental, respectivamente 138° e 150° colocados no *ranking* mundial, de 187 países analisados.

Colocação	*Nome da UDH*	*Bairro*	*IDHM*	*IDHM-E*	*IDHM-L*	*IDHM-R*
1°	Ponta Verde	Ponta Verde	0,956	0,925	0,946	1,000
2°	Aldebaran	Jardim Petrópolis	0,956	0,925	0,946	1,000
3°	Pajucara	Pajuçara	0,939	0,918	0,935	0,965
4°	Jatiúca	Jatiúca	0,939	0,918	0,935	0,965
5°	Farol	Farol	0,939	0,918	0,935	0,965

Tabela 3: Quadro dos IDHMs mais altos por UDHs do município de Maceió.

Já nessa segunda tabela, mostra os IDHMs do Aldebaran e Ponta Verde maiores que o melhor colocado à nível mundial, Noruega (0,944), seguido de Austrália (0,933). São IDHs considerados de "primeiro mundo". Mostram as diferenças principalmente nas componentes de IDHMs de educação e de renda, que reforça a desigualdade social que existem entre essas localidades.

No mapa do IDHM baseado no Censo de 2000 (Figura 4) são demonstrados muito baixos índices de desenvolvimento humano na maior parte do território, principalmente nas áreas que na época eram recém-ocupadas, como nas áreas do bairro da Cidade Universitárias, Benedito Bentes e litoral norte da cidade. Essas áreas evoluíram de tal forma que nenhuma mais se encontra na faixa de IDHM muito baixo, passando para a faixa de índice baixo a médio, como é demonstrado no mapa temático de IDHM baseado no censo de 2010 (figura 5).

O mapa da evolução do IDHM de 2000 a 2010 (figura 6) demonstra crescimentos nas ordens de: crescimento de até 0,100, como baixo crescimento, pois resulta em subir no máximo uma faixa de IDHM, quando é inicialmente médio; de 0,100 a 0,200, como médio crescimento, pois resulta na subida de pelo menos 1 faixa de IDHM, até no máximo 2 faixas,

quando é inicialmente médio maiores que 0,200, como alto crescimento, pois possibilita subir duas faixas ou mais de IDHM, quando é inicialmente médio.

Todo o município de Maceió teve um acréscimo no IDHM médio. Na maior parte do território teve um crescimento médio, seguido de baixo crescimento e poucas UDHs que tiveram crescimento alto, com destaque para a UDH do Novo Jardim que em 2000 não tinha nada, mas em 2010 já está com o IDHM de 0,573.

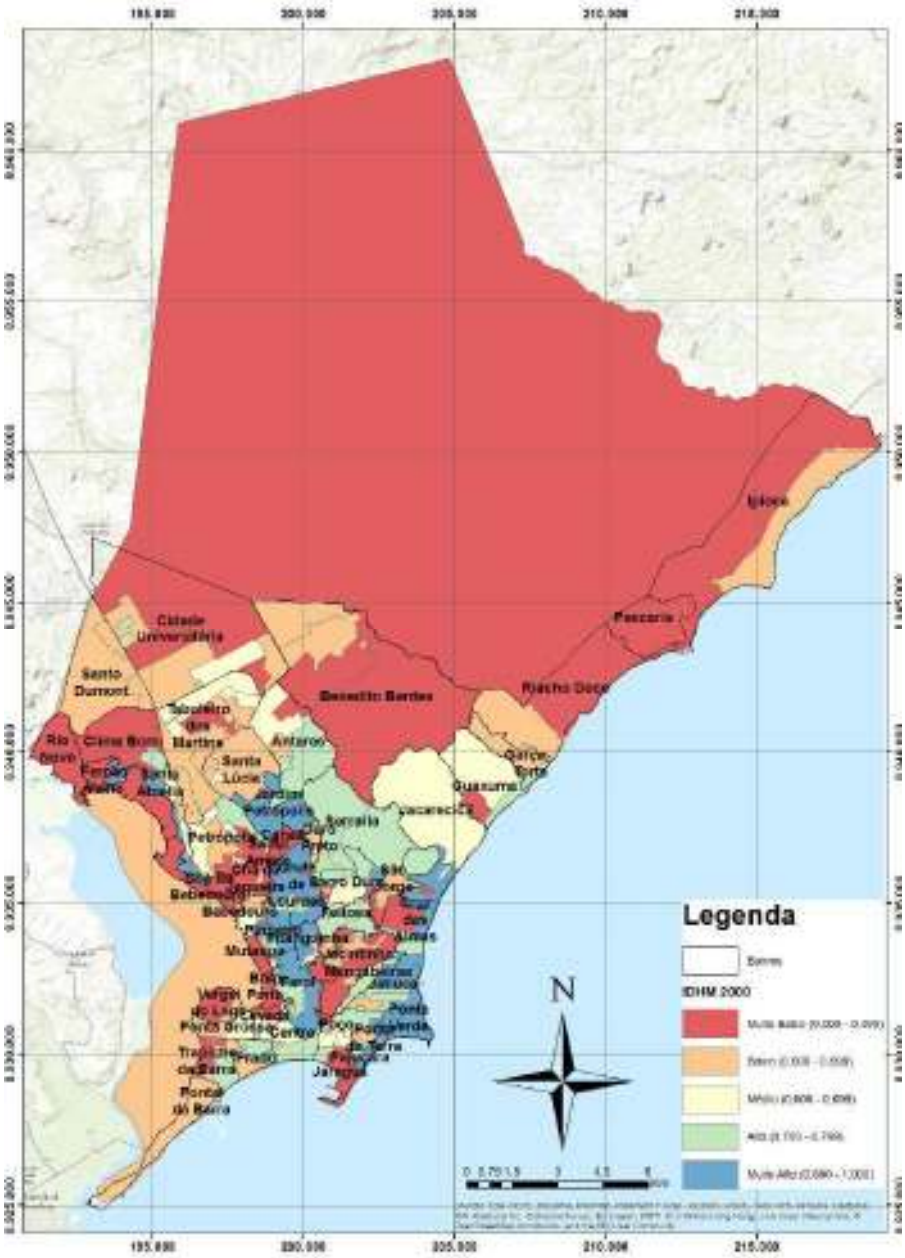


Figura 4: Mapa de IDHM por UDHs do Censo 2000, na Escala de 1:500.000.
Fonte: Adaptado de ATLAS BRASIL (2015)

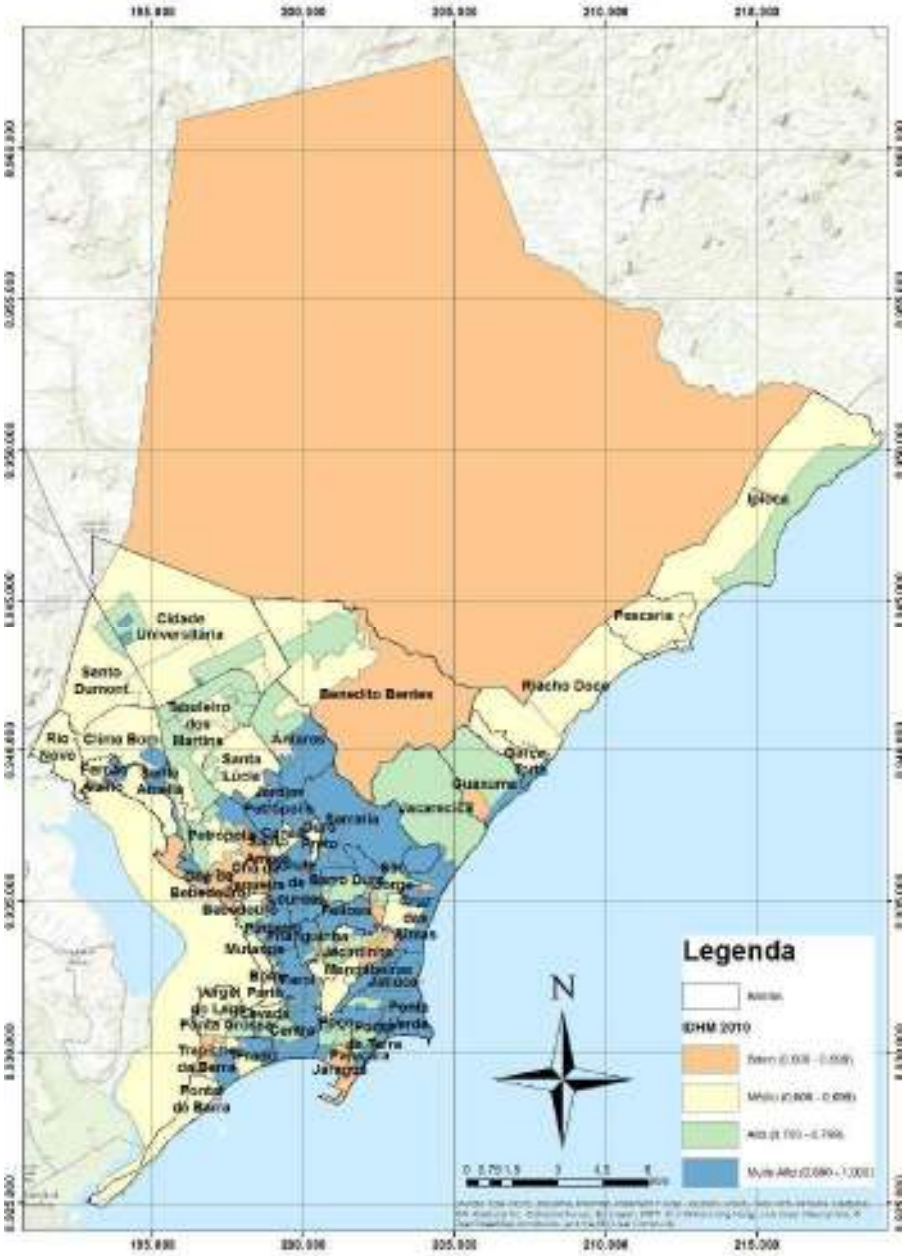


Figura 5: Mapa de IDHM por UDHs baseado no Censo 2010, na Escala de 1:500.000.
Fonte: Adaptado de ATLAS BRASIL (2015)

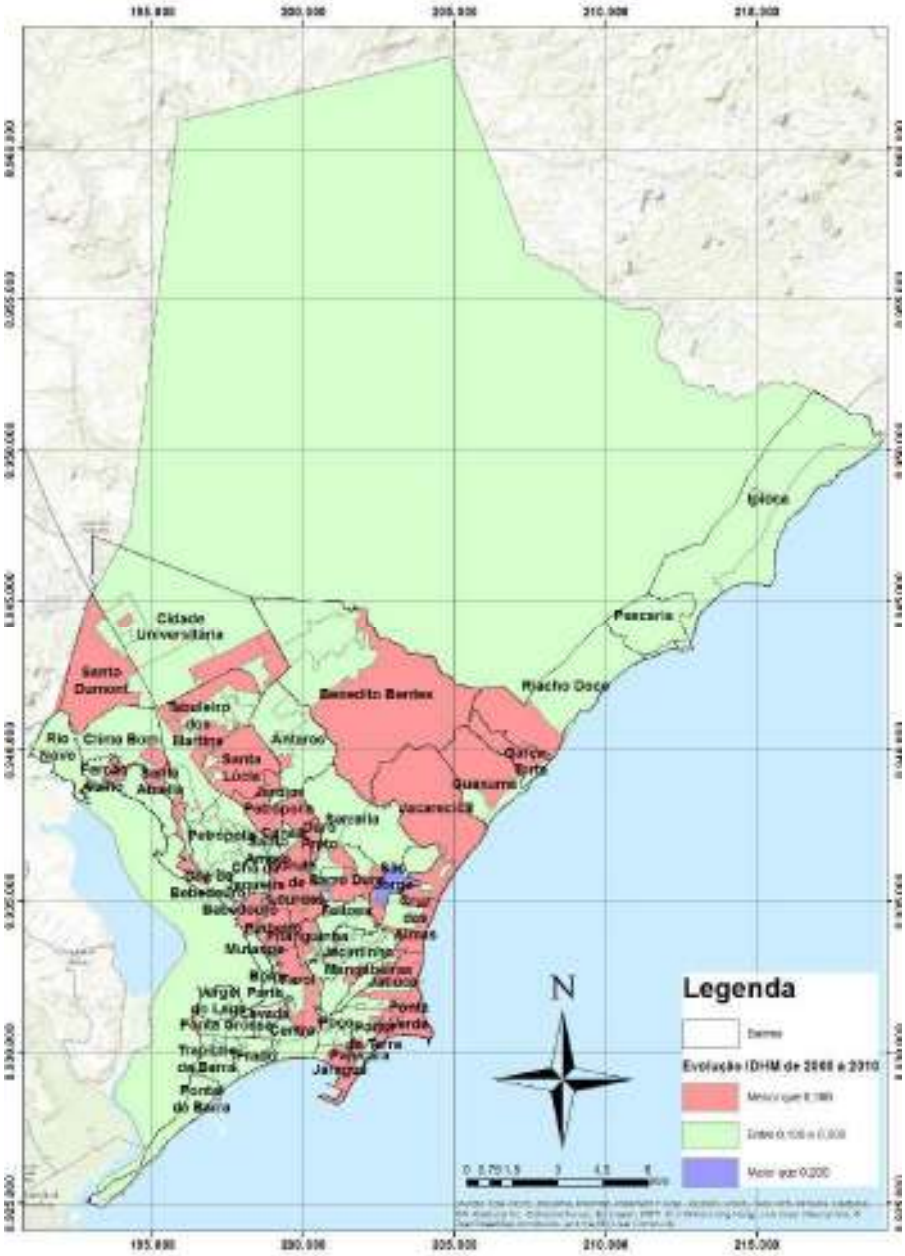


Figura 6: Mapa da evolução temporal do IDHM por UDHs entre 2000 e 2010, na Escala de 1:500.000.
Fonte: Adaptado de ATLAS BRASIL (2015).

4 Conclusões

Ainda existe muita desigualdade no país e em Maceió não é diferente. No entanto, os números desta pesquisa demonstram evolução considerável em comparação com as outras capitais do país. Em contrapartida ainda se encontra nas últimas colocações no IDHM, portanto ainda há muito a melhorar. A desigualdade interna também é alta. A diferença entre o maior e o menor IDHM é de 0,434, sendo que a componente de educação (maior destaque) tem diferença de 0,544. Isso indica a necessidade de investimentos com enfoque nessas localidades para melhorar a qualidade de vida da população residente.

É preciso investigar mais de perto os motivos reais dessa desigualdade. Como o caso da UDH dos Vales do Benedito, que são áreas de difícil acesso. Estudar o que está dando certo nas áreas cujo IDHM é alto e a viabilidade de ser aplicada nas áreas de baixo índice.

Partindo dos resultados deste trabalho, recomenda-se mais aplicações de mapeamento temático com outras variáveis do estudo do PNUD, a fim de se determinar um perfil mais próximo do representado na realidade de cada divisão territorial. Utilizar para finalidades, tais como planejamento estratégico municipal e reforçar a evolução do desenvolvimento humano da capital alagoana.

Referências Bibliográficas

WOLF, P. R. DEWITT, B. A., 1988. Elements of Photogrammetry. McGraw-Hill Book Company, 628 p.

IBGE. Metodologia das Estimativas da População Residente nos Municípios Brasileiros para 1º De Julho De 2011. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/espanhol/estatistica/populacao/estimativa2011/metodologia.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2015.

ATLAS BRASIL. Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras: Baixada Santista, Campinas, Maceió e Vale do Paraíba. – Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2015. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/download/. Acesso em: 17 jul. 2015.

Análise têmporo-espacial do parcelamento de solo em Arapiraca utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Júlio Cesar dos Santos [1,3]
Juciela Cristina dos Santos [2]
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa [3]

[1] Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação de Arapiraca - SEDUH
Rua Samaritana, s/n – Santa Edwirges, Arapiraca - AL, Brasil, CEP 57000-300
julios@outlook.com.br

[2]Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
jucielasantos@gmail.com

[3] Universidade Federal de Alagoas – UFAL / Campus Arapiraca
Curso de Arquitetura e Urbanismo
Av. Manoel Severino Barbosa, s/n – Bom Sucesso, Arapiraca – AL, Brasil, CEP 57309-005
rvictor@arapiraca.ufal.br

Abstract. Geotechnologies emerge as a new paradigm in support of space studies. Among the possibilities of geotechnology, the Geographic Information Systems (GIS) are leaders in technical and operational field. However, the use of technical and operational improvements depends on the acquisition, processing, analysis and archiving of spatial information in the agencies and municipalities small and medium-sized cities in Brazil. This article presents the results of a first approach - initial studies - the organization of information relating to division of urban land in Arapiraca, Alagoas, combined with the treatment, analysis and archiving of spatial information in a database of reliable and updated data. Thus, the study aimed to analyze the division of urban land with temporal-spatial approach, using Geographic Information Systems (GIS) open source. It was used as data records of the Municipal Housing and Urban Development (SEDUH), Department of Geoprocessament. Thus, it analyzed 225 urban settlements, which totaled 41,766 lots, deployed in the city in the period 1962-2015. The results showed that geotechnologies are an important tool in the process of reading, analysis and understanding of urban and spatial development of the city's expansion process, provided they are available the necessary information and there is concern for cataloging and archiving such information. Finally, it is emphasized that the results of this study point to a tool that has great potential for urban planning, showing the mistakes and successes of the decisions taken by past administrations, thus providing subsidies for urban planning.

Palavras-chave: crescimento urbano, loteamentos, cadastro multifinalitário, urban settlements, urban planning, open source.

1. Introdução

Buzai (2003) destacou que as geotecnologias não se limitam a um conjunto de ferramentas computacionais, mas aparecem como um novo paradigma de suporte aos estudos espaciais, ao concatenar as ações de inventário, diferenciação, interação, significância e temporalidade. Dentre as possibilidades das geotecnologias, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) se destacam no campo técnico e operacional, facilitando a aquisição, o tratamento, as análises e o arquivamento das informações espaciais (Câmara, 2001 *apud* Peres e Polidori, 2011).

Nesse sentido, Peres e Polidori (2011) destacaram que os recursos de SIG têm sido cada vez mais usados nos mais diversos campos da ciência. No contexto dos estudos urbanos, sua aplicação tem sido usada desde a simples base de dados para consulta (GISystems) e

aplicações na ciência espacial (GIScience) até o desenvolvimento de sistemas de suporte à tomada de decisões (GIService) (*Op. cit.*, p. 76).

Os horizontes da Cartografia foram ampliados desde o surgimento dos Sistemas de Informações Cartográficas (SIG) e das ferramentas de cartografia automática, cujas potencialidades vêm sendo usadas em estudos sobre a expansão urbana a partir de uma abordagem multitemporal. Silva et. al. (2009), destacou que, mais do que sucessivos retratos estáticos, a cartografia multitemporal se destaca por possibilitar a construção de imagens dinâmicas do processo, fornecendo subsídios para subsequentes estudos explicativos.

Contudo, o cenário de avanços técnicos e operacionais das geotecnologias esbarra na aquisição, no tratamento, nas análises e no arquivamento das informações espaciais nos órgãos e prefeituras de municípios de pequeno e médio porte no Brasil.

Nesses municípios, a obtenção de informações municipais de registros antigos apresenta-se como um grande desafio, especialmente pela deficiente (às vezes inexistente) catalogação dessas informações. Essa problemática dá-se de maneira ainda mais evidente quando o campo pesquisado são informações espacializadas, como processo de expansão da malha urbana, implantação de novos loteamentos na malha urbana, localização de áreas verdes etc. No município de Arapiraca, localizado na porção central do Estado de Alagoas, não era exceção.

Em Arapiraca, as informações acerca da ocupação do solo da cidade estavam pulverizadas entre antigos servidores municipais alocados nos mais diferentes departamentos da prefeitura municipal ou com atores externos à prefeitura que, de forma direta ou indiretamente, haviam atuado no parcelamento do solo urbano, a exemplo de antigas construtoras que atuam há tempos na cidade. Dessa forma, as informações quando eram obtidas, dava-se por meio de conversas informais com informações fragmentadas em documentos não catalogados, as quais se apresentavam insuficientes para gerar material confiável para estudos precisos.

Nesse sentido, a partir do Departamento de Geoprocessamento da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH), deu-se início a ações que visaram concentrar e catalogar informações acerca do parcelamento do solo em Arapiraca. As ações foram iniciadas pelo Departamento de Cadastro Imobiliário da referida Secretaria Municipal, onde foram encontrados registros do parcelamento de solo que datam de setembro de 1962, ou seja, 23 anos após a emancipação de Arapiraca.

Após a catalogação de todos os registros levantados, as informações foram lançadas em um SIG utilizando como aplicativo de manipulação *open source* a plataforma QGIS. Esse trabalho demorou cerca de 3 anos para ser concluído.

O presente artigo traz os resultados de uma primeira aproximação – estudos iniciais – das pesquisas que serão desdobradas a partir da organização das informações relativas ao parcelamento do solo urbano na cidade de Arapiraca, aliadas ao tratamento, análises e arquivamento das informações espaciais em um banco de dados confiável e em constante atualização.

Nesse sentido, o presente trabalho surgiu da necessidade de uma ferramenta que possibilitasse disponibilizar informações espaciais do processo de parcelamento do solo por meio de cartografia multitemporal da cidade de Arapiraca-AL e teve por objetivo fazer análise têmporo-espacial do parcelamento de solo na cidade, a partir do ano de aprovação de loteamentos urbanos, utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

2. Materiais e métodos

2.1 Arapiraca e sua expansão urbana

Arapiraca urbanizou-se junto com o Brasil, seguindo os mesmos passos de tantas outras cidades, cometendo os mesmos erros e por vezes os mesmos acertos. A política pública de

criar grandes loteamentos para famílias de baixa renda é um exemplo claro. A especulação imobiliária também gerou vazios urbanos na cidade, tema esse que não será abordado nesse trabalho, porém é correlato à temática de parcelamento do solo urbano e que será oportunamente abordada em trabalhos futuros.

Hoje a especulação imobiliária atinge níveis inescrupulosos. Vale destacar que dos 225 loteamentos analisados, 115 apareceram nos últimos 15 anos. Essa realidade vem se espalhando para a zona rural do município e criando problemas que só serão avaliados possivelmente nas próximas décadas.

2.2 O registro do parcelamento do solo urbano e as geotecnologias

Em 1984, o Cadastro Imobiliário foi instituído pela Prefeitura Municipal de Arapiraca. Desde então, toda proposta de parcelamento de solo, para ser aprovada e regulamentada pelo município, requer a apresentação de uma planta física impressa e assinada por um profissional habilitado. As plantas são apresentadas com a representação fidedigna do parcelamento do solo dentro de critérios técnicos precisos. Após a tramitação pelos órgãos competentes da prefeitura, as plantas são arquivadas e/ou enviadas ao Cadastro Imobiliário para inclusão do imóvel no cadastro de Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU). Contudo, esse procedimento era feito de forma analógica, quase que rudimentar, e suas informações estavam defasadas devido a diversos motivos.

Em 2006, com o intuito de modernizar a tributação e o planejamento urbano, a gestão municipal contratou uma empresa para elaborar uma cartografia cadastral totalmente digital. No mesmo ano foram realizados voos Aerofotogrametricos que resultaram em cartas cadastrais na escala de 1:1000, as quais posteriormente foram restituídas e georreferenciadas no Datum SAD69/UTM. A cartografia cadastral vem sendo atualizada diariamente através dos procedimentos internos da municipalidade, quer através do surgimento de novos loteamentos, desmembramento ou implantação de qualquer porte, como equipamentos institucionais, de serviços etc., com vistas a manter a base cartográfica atualizada.

Para inserção dos novos loteamentos na base cartográfica, primeiramente é localizado no carta digital a área onde o loteamento foi executado. Em seguida é feita a vetorização do loteamento por meio de um programa CAD e, por fim, o loteamento é georreferenciado e inserido na base cartográfica da cidade. Esse procedimento traz duas vantagens: (a) permanente atualização da base cartográfica; e (b) identificação dos novos loteamentos implantados na cidade. Entretanto, observou-se que os loteamentos anteriores a 2006 estavam na base cartográfica, mas não estavam identificados.

Nesse sentido, deu-se início ao processo de digitalização dos loteamentos anteriores a 2006. A digitalização dos antigos loteamentos se deu a partir do levantamento das plantas arquivadas no Cadastro Imobiliário. A digitalização das plantas foi feita com *software* CAD. A partir das plantas digitalizadas, foi possível identificar os loteamentos na base cartográfica. Entretanto, na maioria dos casos, a proposta do loteamento em planta não correspondia ao parcelamento do solo existente. Assim, optou-se por manter os dois registros: (a) proposta aprovada em planta, em camada separada; e (b) polígono limítrofe de cada loteamento localizado.

Assim, a base cartográfica foi atualizada com a indicação de todos os loteamentos implantados na cidade. Ao todo, foram vetorizados e georreferenciados 225 loteamentos que surgiram no decorrer de 53 anos (1962-2015), ocupando uma área de 14.375 km² e que originaram 41.766 lotes – número bastante expressivo comparado ao número de matrículas registradas no Cartório de Registro de Imóveis de Arapiraca: cerca de 90.000 matrículas.

Ainda assim, a base cartográfica trazia apenas o “retrato” atual e estático da cidade, sem a possibilidade de acesso a informações multitemporais. Nesse sentido, foi criada uma planilha contendo o nome de cada loteamento, ano de aprovação, data de aprovação, bairro, número de

lotes e área total do loteamento (em m²). Os dados foram tabulados em uma planilha da plataforma Libre Office de maneira a ter uma chave de ligação (*mapkey*) com os polígonos dos loteamentos georreferenciados, conforme Tabela 1. Posteriormente, a planilha foi exportada para o formato *database*.

Tabela 1. Modelo de tabulação dos dados

MAPKEY	NOME_COD	ANO_APROV	DATA_APROV	BAIRRO	NUM_LOTES	AREA_LOTEA
1	SAO SEBASTIAO	1984	17/02/1984	BOA VISTA	73	22899,75
2	ELOISIO LOPES	2011	14/01/2011	GUARIBAS	84	23533,08
3	SAN LORENZO	2015	12/02/2015	CANAFISTULA	314	159352,74
4	NOSSA SENHORA DO SOCORRO	2014	17/07/2014	BOA VISTA	50	10416,92

Por fim, uniu-se o banco de dados e a base vetorial por meio do *software* livre QGIS, exportando as informações no formato *shapefile*. Dessa forma, tornou-se possível fazer consulta a partir de inúmeros filtros, gráficos, histogramas etc.

O presente trabalho mostra o uso das informações filtradas a partir do ano de aprovação dos loteamentos, permitindo a análise decenal do parcelamento do solo urbano, cujos resultados são apresentados e discutidos a seguir.

3. Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta mapa geral com a evolução do parcelamento de solo em Arapiraca a partir dos loteamentos aprovados entre 1962 a 2015. A figura permite mostrar os loteamentos, em sua grande maioria, estão localizados fora a porção central da cidade e que os loteamentos mais recentes (indicados na cor vermelho) estão em área periféricas e apresentam perímetros maiores ao serem comparados com os loteamentos mais antigos.

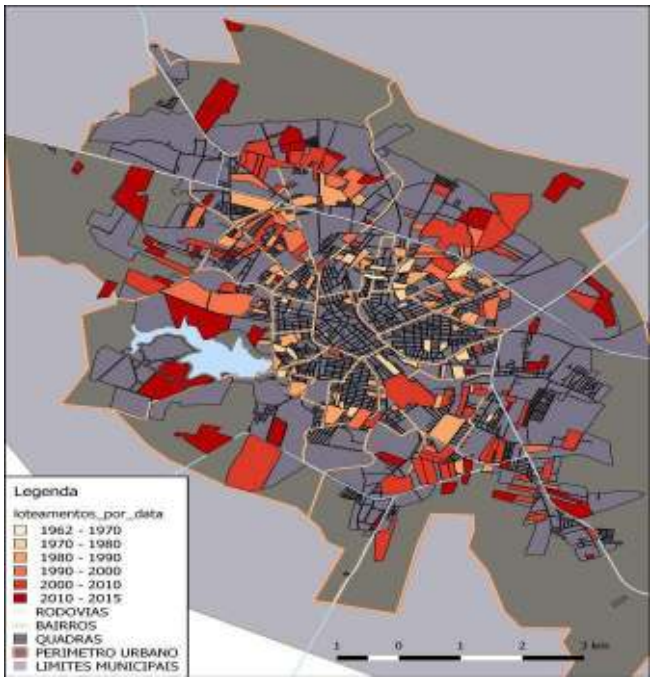


Figura 1. Base geral de ocupação de loteamentos por década

A seguir será feita análise têmporo-espacial do parcelamento do solo urbano em escala decenal.

3.1 Década de 1960

Na década de 1960, existe apenas o registro de um único loteamento: Loteamento Santa Cecilia, aprovado em 01/09/1962, possuindo 138 lotes. O fato curioso é que a aprovação e a execução desse loteamento deram-se antes da Lei Federal de Parcelamento do Solo (6.766/79) e antes mesmo da própria lei de registros Públicos (Lei 6.015/64); ou seja, não havia qualquer obrigação para realização do registro do loteamento.

O Loteamento Santa Cecilia está localizado atualmente na área central da cidade, na divisa entre os bairros Caititus e Senador Teotônio Vilela. Contudo, contemporâneo ao seu registro, o loteamento encontra-se próximo ao local conhecido como "Lagoa da Olaria".

3.2 Década de 1970

A década de 1970 apresenta-se com os primeiros momentos da expansão imobiliária na cidade, sobretudo a partir de 1976. Nesta década foram implantados 28 loteamentos, porém apenas um deles foi implantado antes de 1976: o Loteamento São Gabriel, aprovado em 1972.

Quanto à localização espacial, observou-se que os loteamentos surgiram ao redor do marco zero da cidade, ocupando áreas periféricas ao atual bairro do Centro. As glebas dos loteamentos implantados nesse período têm área média de 24.624m² e resultaram no número total de 2.057 novos lotes.

Quanto à essa década, vale destacar ainda que foi neste período, no ano de 1979, que ocorreu o primeiro mapeamento da região, a partir de cartografia elaborada pelas Forças Armadas Brasileiras (FAB), destacando a importância de Arapiraca no contexto sócio-político do Estado a partir desse período.

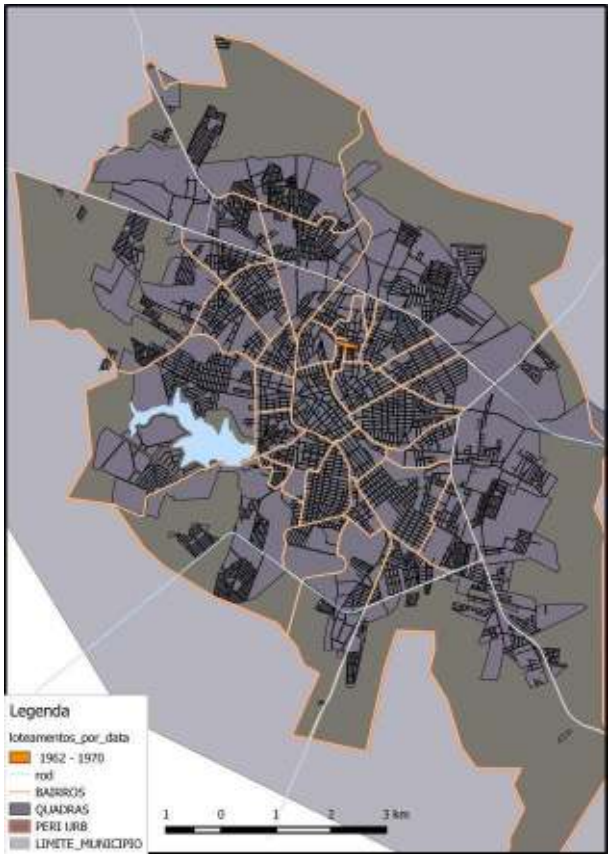


Figura 2. Loteamentos na década de 1960.

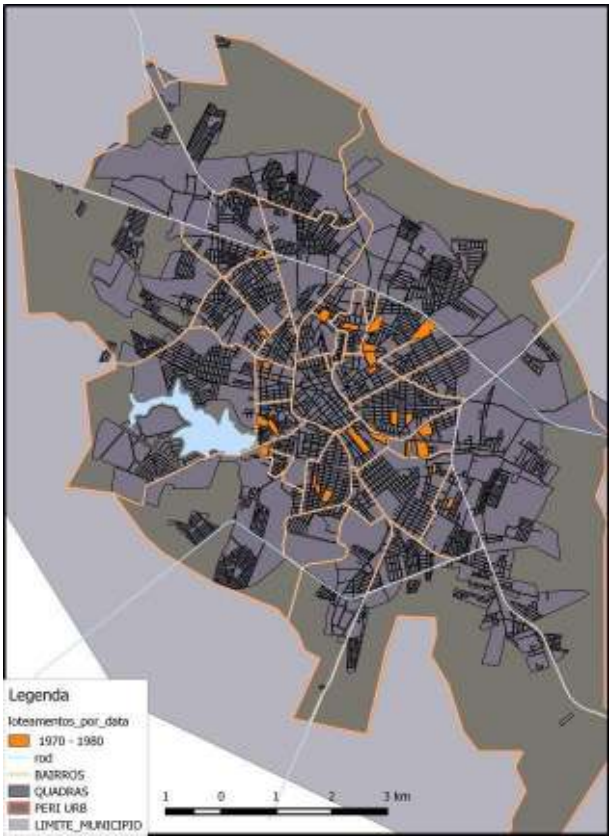


Figura 3. Loteamentos na década de 1970.

3.3 Década de 1980

Arapiraca viveu na década 1980 uma expansão imobiliária massiva. Nesse período foram implantados 48 loteamentos com uma média de área loteada de 41.089 m², criando 5.865 novos lotes. Pode-se afirmar que foi um primeiro de grande crescimento do mercado imobiliário na cidade.

A análise espacial dos loteamentos permite afirmar que o crescimento da cidade nesse período se deu sem de qualquer planejamento urbano, haja vista a implantação dispersa dos empreendimentos no território municipal.

Foi também nessa década que surgiram os primeiros loteamentos localizados no lado norte da Rodovia AL 220 (figura 4). Também foi nessa década que surgiram grandes loteamentos, com área superior a 150.000 m³. São eles: Loteamento José Marque da Silva, com 168.708m² de área e 685 lotes; Loteamento São Francisco, com 223.096m² de área e 517 lotes; e Loteamento Jardim São Paulo, com 142 lotes. Dentre eles, apenas o Loteamento José Marque da Silva está do lado norte da Rodovia AL 220.

3.4 Década de 1990

Na década de 1990, o mercado imobiliário de Arapiraca aparenta acompanhar a recessão. Nesse período foram implantados 33 loteamentos, quantidade inferior à década de 1980, quando foram implantados 48 loteamentos. Entretanto, ao analisar os dados percebe-se que a média de área loteada elevou-se para 65.955 m² e a quantidade de novos lotes criados subiu para 6.120 lotes. O crescimento na média de área loteada e número de novos lotes devem-se à implantação de dois grandes empreendimentos lançados no final da década: Loteamento Vale das Aguas, em 1997; e o Loteamento Porto Seguro, em 1999. Os dois somam 1403 lotes.

Vale ressaltar que nesse período apenas 5 loteamentos estão localizados na parte Sul da cidade. Entretanto, será necessário estudo aprofundado para compreender as razões que determinaram a implantação desses loteamentos nessa porção da cidade.

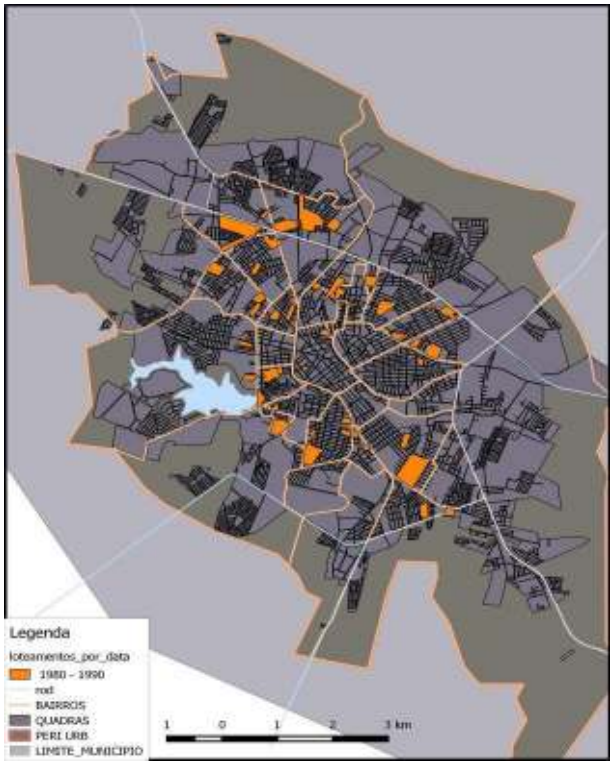


Figura 4. Loteamentos na década de 1980.

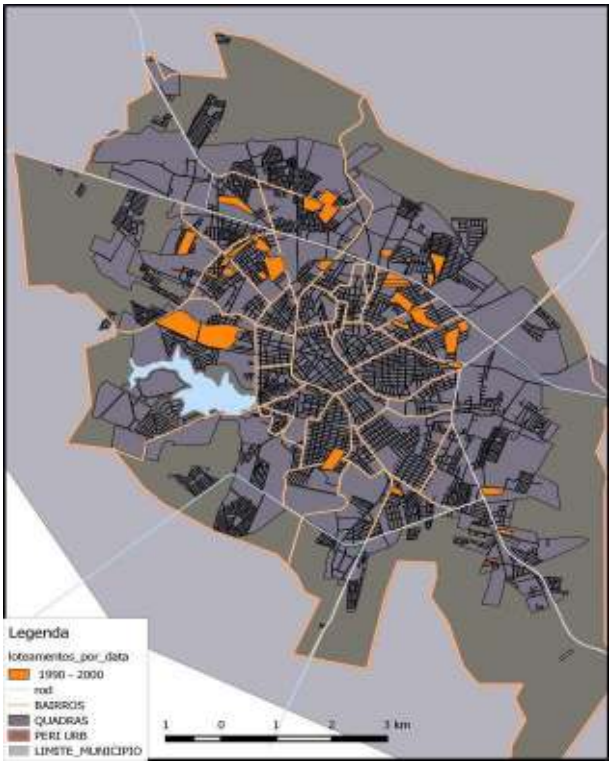


Figura 5. Loteamentos na década de 1990.

3.5 Década de 2000

Nos anos 2000 o mercado imobiliário tomou novo fôlego e foi abastecido pelos programas de habitação social. Com o aumento do crédito e a tendência da cidade para expansão imobiliária foi criada a formula que explica os incríveis 68 loteamentos, com a área mediana de 77.739 m², e 16.038 novos lotes, um aumento de 262% em relação à década passada.

Vale ressaltar ainda que, desse montante, os loteamentos de interesse público Brisa do Lago (2009) e Jardim das Paineiras (2002) somam o equivalente a 2.557 unidades habitacionais – número expressivo já que se trata de reunir famílias de baixa renda em apenas dois pontos da cidade.

Nesse período surgem os primeiros loteamentos de luxo e dois novos bairros são criados: Verdes Campos e Massaranduba, sem haver um plano de uso e ocupação do solo.

3.6 Anos 2010 até 2015

A primeira metade dos anos 2010 segue a tendência de crescimento observado na década anterior. Em 5 anos foram implantados 47 loteamentos com área média de 87.983m² e com 11.548 novos lotes criados.

Nesse período houve grande valorização da área entorno do Lago da Perucaba, onde uma série de empreendimentos de luxo começou a se instalar, e por suas características de lotes mais espaços, elevou a média de área loteada. Nesse período também houve a implantação de mais dois grandes loteamentos para famílias de baixa renda na cidade, os quais somam 2842 unidades habitacionais.

Um ponto a ser destacado quanto à implantação dos loteamentos nesse período é que as áreas escolhidas para a implantação dos mesmos correspondem as áreas sem infraestrutura urbana pública, o que demanda (e demandará) grande investimento do poder público nesse sentido.

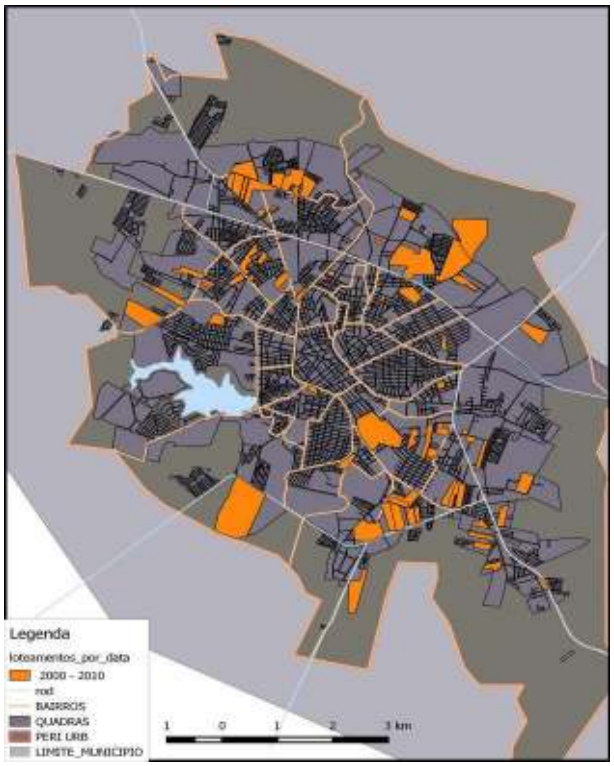


Figura 6. Loteamentos na década de 2000.

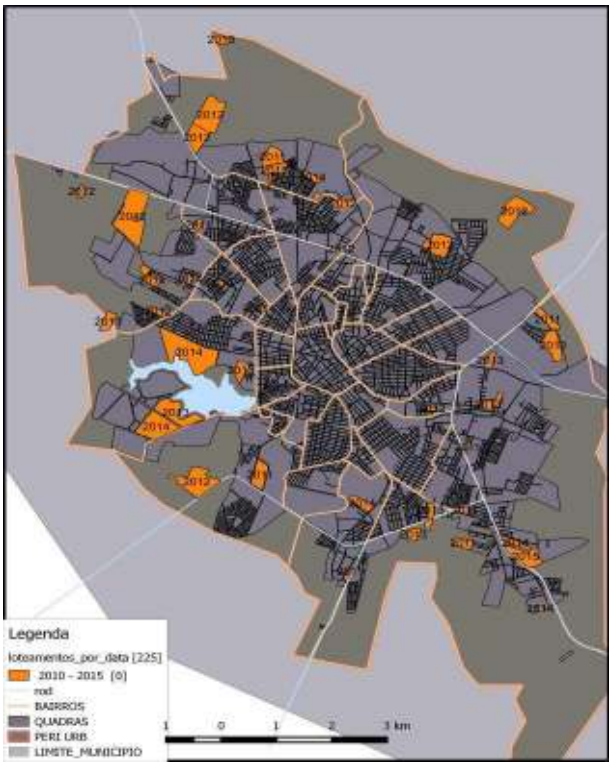


Figura **7.** Loteamentos entre os anos 2010 a 2010.

4. Considerações Finais

O trabalho ora apresentado apresenta-se como uma primeira aproximação acerca do estudo do crescimento da malha urbana a partir da implantação de loteamentos. Assim, não teve a pretensão de esgotar o tema abordado, haja vista que a análise do crescimento urbano envolve outras variáveis como os fatores socioeconômicos, a exemplo da decadência da cultura do fumo, pedra motriz da cidade, que deve ser considerado em estudo mais aprofundado.

Os resultados mostraram que as geotecnologias são uma ferramenta importante para o processo de leitura, análises e compreensão da evolução urbana e espacialização do processo de expansão da cidade, desde que estejam disponíveis as informações necessárias e que haja preocupação com a catalogação e arquivamento dessas informações.

Por fim, destaca-se que os resultados obtidos neste trabalho apontam para uma ferramenta que tem um grande potencial para o planejamento urbano, evidenciando os erros e os acertos das decisões tomadas pelas gestões passadas, fornecendo, assim, subsídios para o planejamento urbano.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação da Prefeitura Municipal de Arapiraca pela disponibilização das informações usadas neste trabalho, e em especial ao departamento de Geoprocessamento e seus colaboradores pelo empenho e prestatividade.

Referências

Buzai, G. D. **Mapas Sociales Urbanos.** Buenos Aires: Lugar Editorial, 2003.

Câmara, G. **Análise espacial de dados geográficos:** uma visão introdutória. São José dos Campos: INPE, 2001.

Peres, O. M.; Polidori, M. C. Geocomputação e o ambiente urbano digital: contemporaneidades e convergências. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)**, ano 3, n. 3, p. 71-85, 2011. ISSN 1852-8031.

Silva, F. B.; Marques, T. S.; Silva, C.; Azevedo, H.; Delgado, C. Cartografia da expansão urbana: 1950-2000. In: Congresso da Geografia Portuguesa, 7., 2009. Coimbra. **Anais...** Coimbra: Associação Portuguesa de Geógrafos, 2009. Artigos. P. 1-24. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/19858/2/Cartografiaexpansaourbanapaper000082896.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2015.

Análise conceitual dos Índices de vegetação e sua relação com a natureza espectral dos vegetais

Wendell Santana Fagundes [1]
Maxuel de Luna Torres [1]

[1] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
{wendell-16, maxueltorres}@hotmail.com

Abstract. Remote sensing is a science that provides information on targets of study through the interactions between electromagnetic radiation and these targets. Through this information it is possible to carry out various studies related to ground targets, and thus assist in environmental management, monitoring of vegetative crops, urban planning, etc. The vegetation, one of the most common targets, is of great importance to human life, and its study in remote sensing is aided by vegetation indexes. These indexes, according to Rodrigues *et al.* (2010) are important digital image processing techniques to decrease the amount of spectral data and enhance the spectral component of the vegetation, as well as reduce soil contribution, solar angle, plant senescence and the atmosphere. Therefore, this work listed some of the most important vegetation indexes, showing their characteristics and applications, and provides the foundation and the prerequisites to calculate them.

Palavras-chave: remote sensing, vegetation index, sensoriamento remoto, índice de vegetação.

1. Introdução

Os objetos na superfície da terra como água, solo, vegetação entre outros, absorvem, refletem e emitem radiação eletromagnética em diferentes proporções, dentro do espectro eletromagnético, de acordo com suas características bio-físico-químicas (Florenzano, 2011). Baseado nisso, em sensoriamento remoto a aquisição de dados é feita em função da variação de energia refletida por esses objetos, cuja principal fonte é o sol, sem a necessidade de um contato físico com os mesmos.

A vegetação, um alvo importante no sensoriamento remoto, assenta-se sobre um substrato constituído de solo e matéria orgânica, os quais possuem propriedades de reflexão próprias. Este fato, aliado a geometria da coleta de dados e influências atmosféricas, interferem na identificação do dossel vegetativo em imagens de sensoriamento remoto (Florenzano, 2011). Diante disso, com o objetivo de realçar a vegetação numa imagem de satélite, são realizadas operações aritméticas com as bandas que compõem esta imagem, tendo como referência para os equacionamentos a assinatura espectral das plantas, a este processo é dado o nome de índice de vegetação.

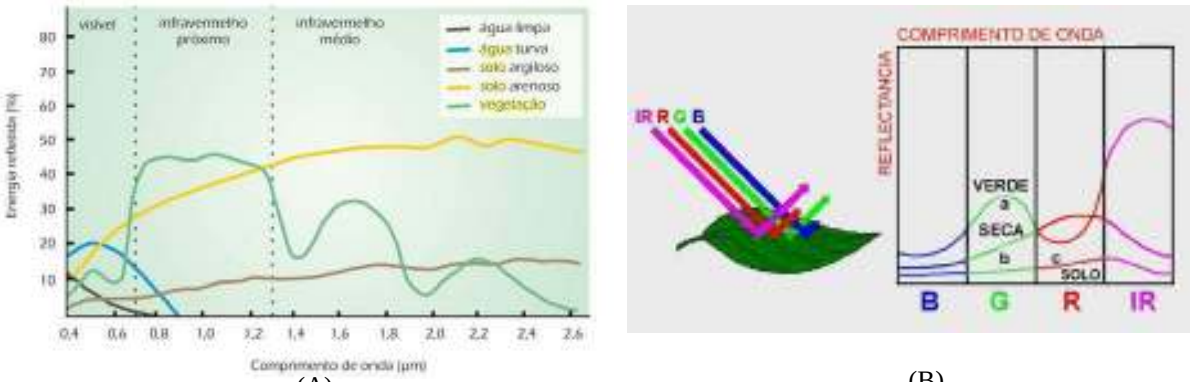
De acordo com Epiphanio *et al.* (1996) vários tipos de agrupamento entre bandas como as razões simples de normalizações e distâncias no espaço cartesiano e suas variantes, vêm sendo desenvolvidos para realçarem o componente espectral da vegetação pois se correlacionam com parâmetros biofísicos dos vegetais. Cabe ressaltar que muitos destes índices minimizam os efeitos indesejáveis do solo ou da atmosfera, também, por meio de fatores de correção.

Assim, o objetivo do presente trabalho será expor alguns dos índices de vegetação mais conhecidos, mostrando sua obtenção, características e aplicações efetuadas por alguns autores, bem como sua relação com o comportamento espectral dos vegetais. Para tal, foram realizados levantamentos bibliográficos em livros e artigos científicos da área de sensoriamento remoto.

2. A vegetação em natureza espectral

A vegetação, assim como qualquer outro objeto na superfície terrestre reflete, absorve e emite radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda, de acordo com suas características biofísicas e químicas. Esta interação particular de cada objeto é conhecida como assinatura espectral, que, na prática, é o gráfico da função cujas variáveis são o comprimento de onda e a quantidade de energia refletida pelo objeto nesse comprimento. Abaixo, a Figura 1A mostra o gráfico do

comportamento espectral ou assinatura espectral da vegetação, da água e do solo, e a figura 1B as assinaturas da folha verde, folha seca e do solo:



(A) (B)

Figura 1: A) Curva Espectral da vegetação, da água e do solo. Fonte: Florenzano (2011);
B) A assinatura espectral da folha verde (a), na faixa do visível (BGR) e infravermelho (IR), junto das assinaturas da folha seca (b) e do solo (c). Fonte: Steffen (2008).

Na curva espectral dos vegetais, de acordo com as figuras 1a e 1b, podem ser observados alguns pontos de inflexão. Na faixa do visível eles ocorrem pela significante absorção de radiação, como energia para o processo da fotossíntese (FIGUEIREDO, 2005); já no infravermelho médio, as inflexões estão associadas á absorções de água (NOVO, 1992).

Diante da dualidade no comportamento da radiação eletromagnética, cuja propagação se dá sob a forma ondulatória e corpuscular ao mesmo tempo, Meneses *et al* (2012) explicam que a textura dos objetos tem maior interação com o modelo ondulatório da energia incidida, enquanto que as propriedades composicionais destes objetos interagem com o modelo corpuscular. Steffen (2008) indica outras duas grandes características da assinatura espectral das plantas, sendo elas:

1- A maior reflectância na banda do infravermelho se dá por causa dos aspectos fisiológicos da folha e varia com o seu conteúdo de água na estrutura celular superficial, interferindo diretamente na textura do dossel vegetativo;

2- A aparência verde dos vegetais, está pautada no fato de que os mesmos possuem elevada reflectância na faixa da luz verde do espectro, efeito produzido pela clorofila, ou seja, está ligado às propriedades composicionais das folhas.

3. Reflectância

Para se calcular os índices de vegetação de forma apropriada faz-se necessário converter os números digitais das imagens em valores de radiância e reflectância (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007). Segundo Steffen (2008) a reflectância é o fator que mede a capacidade de um objeto refletir a energia radiante. Desse modo, percebe-se que o cálculo da reflectância é dado em função da energia radiante, que por sua vez é expressa matematicamente como radiância. A radiância, de acordo com Meneses *et al.*, (p.22, 2012) "é a medida feita pelo sensor da densidade de fluxo radiante que deixa um elemento de área da superfície do terreno, e que se propaga em uma direção definida por um cone elementar de um ângulo sólido contendo aquela direção".

3.1. Cálculo da Radiância (Calibração radiométrica)

Na prática, a obtenção dos valores de radiância é possibilitada pela calibração absoluta de um sensor, a qual relaciona os números digitais (ND) dos pixels das imagens com medidas de radiâncias originárias de alvos no solo, que por sua vez têm caracterização espectral bem definida (SILVA e ANDRADE, 2013). Sabendo que tal calibração fornece parâmetros da relação linear entre número digital e radiância, e que os responsáveis pelo satélite fornecem os valores de radiância mínimo e máximo que o sensor é capaz de

registrar, a conversão de número digital em radiância é resolvida a partir de uma interpolação linear, conforme mostra a Equação 1:

$$L = \left(\frac{Lmax - Lmin}{NDmax - NDmin}\right) \cdot (ND - NDmin) \cdot Lmin \quad (1)$$

Onde L é a radiação espectral aparente (radiância); Lmax e Lmin representam radiância máxima e mínima que o satélite registra; NDmax é o número digital correspondente a Lmax, NDmin é o número digital correspondente a Lmin e ND número digital que é função de L.

Outro fato importante é que a radiância calculada na equação 1, referente a sensores orbitais, não é exclusiva dos alvos observados, mas sim da mistura de sinal de vários objetos na superfície terrestre, devido a travessia desses sinais pela atmosfera até o sensor. Desse modo, a reflectância obtida em função da radiância aparente é também denominada aparente, por ser calculada a partir do topo da atmosfera (SILVA e ANDRADE, 2013).

3.2. Cálculo da reflectância aparente (ρ)

Com os valores de radiância em mãos, o próximo passo é calcular a reflectância. Segundo Meneses *et al.(2013)* reflectância é a razão entre a quantidade de energia radiante que deixa uma unidade de área no terreno (Radiância), pela quantidade de energia incidente naquela área, calculadas no mesmo momento. Os fatores citados (energia radiante e incidente) podem ser bidirecionais, pois, frequentemente existem duas geometrias envolvidas: geometria de iluminação ou incidência, formada pelos ângulos zenital e azimutal da fonte de iluminação e a geometria de visada, formada pelos ângulos zenital e azimutal do sensor (SILVA e ANDRADE, 2013). Para calcular a reflectância pode ser utilizada a Equação 2, a seguir:

$$\rho = \frac{\pi \cdot L \cdot d^2}{ESUN \cdot cos\theta} \quad (2)$$

Sendo, ρ a reflectância aparente; L é a radiância bidirecional aparente (W/(m².sr.µm)); d é à distância Sol-Terra em unidades astronômicas; ESUN é a irradiância solar exoatmosférica média no topo da atmosfera (W/(m². µm)); e θ é o ângulo zenital solar (°).

3.3. Cálculo do ângulo zenital solar (θ)

Observando a equação 2, percebe-se a necessidade de se calcular o ângulo zenital solar, obtido pela equação 3:

$$\cos(\theta) = \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(h) \quad (3)$$

Onde φ é a latitude, h o ângulo horário e δ a declinação solar calculada a partir da Equação 4 a seguir:

$$\delta = 23{,}45 \cdot \sin\left[\frac{360}{365}\right] \cdot (284 + n) \quad (4)$$

Sendo *n* o dia do ano para a data da aquisição dos dados.

4. Índices de Vegetação

Nota-se que o sensoriamento remoto é de grande valia para o estudo da vegetação, e para um maior aprimoramento desse estudo, criou-se os índices de vegetação. Esses índices consistem em combinações matemáticas das reflectâncias em várias faixas espectrais da radiação eletromagnética. Segundo Silva *et al.* (2009, p. 3081, *Apud* FONTANA *et al.* ,1998), os índices de vegetação representam uma técnica muito usada em sensoriamento remoto, pois indicam a presença e as condições da vegetação em monitoramento, e o sucesso de sua aplicação se deve ao fato de que a produção primária de uma comunidade vegetal tem uma relação muito próxima com a energia solar absorvida. Numa perspectiva de Figueiredo (2005), o índice de vegetação reflete o estado de desenvolvimento de uma cultura vegetal e, consequentemente na expectativa de rendimento da mesma, porém o uso dos índices é recomendado para monitoramento de grandes áreas, pois em regiões de pequenas dimensões há muita mistura de sinal de outros alvos num só pixel, dificultando e até mesmo inviabilizando esta prática. A seguir, serão apresentados alguns dos mais importantes índices de vegetação:

4.1. Índice de vegetação por razão simples (*Ratio Vegetation Index* – RVI)

Também tratado por alguns autores como *Simple Ratio* – SR, é o mais primitivo índice, o qual consiste na razão entre a banda do infravermelho próximo (IVP), na qual a vegetação apresenta maior reflectância, e a banda do vermelho (V), "onde a vegetação possui a mais alta absorção da luz solar visível devido à presença em sua constituição do pigmento verde clorofila, indicativo de uma vegetação sadia" (MENESES *et al.*, p. 148, 2012), a Equação 5 descreve o cálculo do RVI:

$$RVI = \frac{IVP}{V} \tag{5}$$

A divisão da banda na faixa de maior reflectância pela banda com menor reflectância, traz sempre valores maiores que 1, os quais, quanto maior forem, mais indicam a presença de vegetação.

4.2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Diference Vegetation Index* – NDVI)

Proposto por Rouse *et al.* (1973), "é um indicador da densidade de biomassa verde e está relacionado com parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas" (CANÃ *et al.*, p. 2803, 2013). Com resultados que variam de -1 a 1, o NDVI é calculado a partir da diferença de reflectância entres as bandas do infravermelho próximo (IVP) e vermelho (V), dividido pela soma destas mesmas reflectâncias, como pode ser observado na Equação 6:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \tag{6}$$

Os maiores valores de NDVI são encontrados quando a vegetação apresenta baixa reflectância na banda espectral do vermelho e maior reflectância na banda do infravermelho próximo. Porém, quando o pico de reflectância é deslocado para a banda do vermelho, em função da degradação da clorofila e, a reflectância no infravermelho próximo diminui devido à degeneração das membranas celulares do mesófilo durante a senescência, ocorre uma diminuição nos valores de NDVI (FONSECA *et al.*, 2007).

Canã *et al.* (2013) demonstraram a relação entre a biomassa verde e o NDVI no estudo de caso do bioma Pampa. Utilizando imagens do sensor MODIS, concluíram que há queda nos valores de NDVI nos meses de inverno, e crescimento nos meses de verão, acompanhando o verdor da vegetação, como pode ser observado na Figura 2:

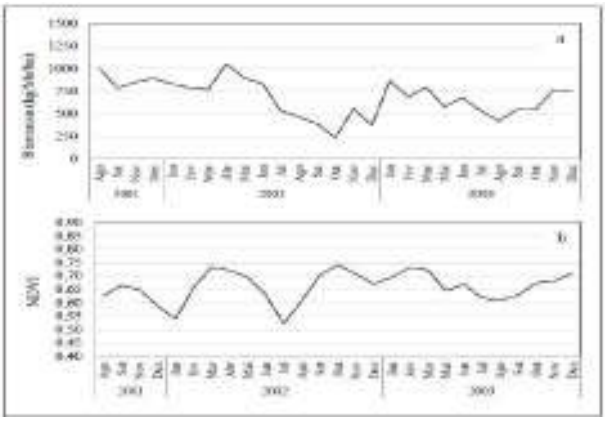


Figura 2 - Variação mensal da biomassa aérea da vegetação (a) e do NDVI (b) no bioma Pampa no período de estudo. Fonte: Canã *et al.*(2013).

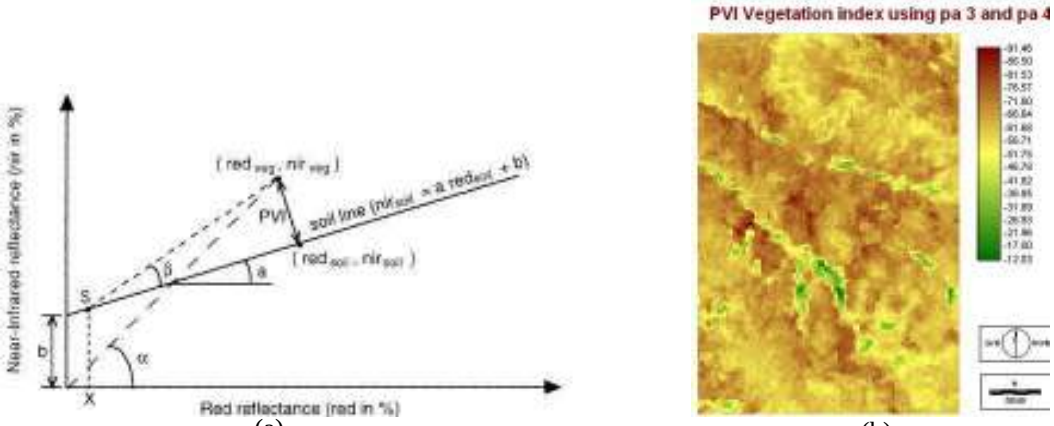
4.3. Índice de Vegetação Perpendicular (*Perpendicular Vegetation Index* – PVI)

Richardson e Weigand (1977) propuseram o PVI que representa a distância perpendicular entre a reflectância de um dossel vegetativo e a linha espectral de solos, num plano cartesiano de origem do par ordenado reflectância do vermelho *vs* reflectância do infravermelho próximo (V *vs* IVP). A Equação 7 representa o cálculo do PVI:

$$\mathrm{PVI} = \frac{\mathrm{IVP} - \mathrm{a.V} - \mathrm{b}}{\sqrt{\mathrm{a}^2 + 1}} \tag{7}$$

Sendo **a** e **b** coeficientes da linha de Solo.

O PVI tem como maior vantagem a diminuição dos efeitos do solo nos valores de reflectância da vegetação (LEBLON, 1997). A Figura 3 esquematiza o PVI no gráfico V *vs* IVP:



(a) (b)

Figura 3 – (a) Representação geométrica do PVI. Fonte: Leblon (1997). (b) PVI na Região de Varvarco e Invernada Vieja. Fonte: Bertani (2011).

A Figura 3b mostra o PVI aplicado nas regiões de Varvarco e Invernada Vieja, Nauquén-Argentina, realizado por Bertani (2011).

4.4. Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI)

O SAVI foi proposto por Huete (1988) para minimizar os efeitos de reflectância do solo existentes no NDVI. Desse modo, foi adicionado, na equação do NDVI, um coeficiente L que desloca a origem do par ordenado V vs IVP, para o ponto de encontro da linha do solo com a linha de vegetação (EPIPHANIO *et al*., 1996). A Equação 8 que descreve o SAVI pode ser observada a seguir:

$$\mathrm{SAVI} = \left(\frac{\mathrm{IVP} - \mathrm{V}}{\mathrm{IVP} + \mathrm{V} + \mathrm{L}}\right) \cdot (1 + \mathrm{L}) \qquad (8)$$

Os valores ótimos de L são: L = 1 (para densidades baixas de vegetação); L = 0,5 (densidades médias); L = 0,25 (densidades altas), tais valores foram estimados de acordo com considerações feitas por Huete (1988) (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007).

Dentre as muitas utilizações do SAVI, a Figura 5 traz uma aplicação realizada por Silva *et al*. (2009), para a microrregião de Itamaracá – PE:

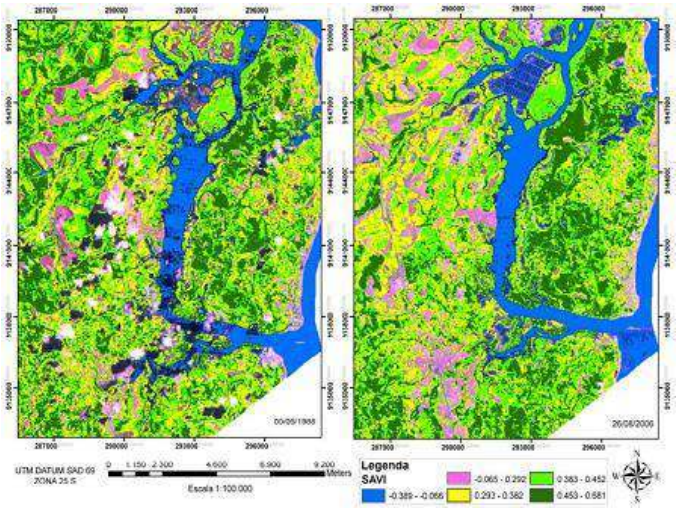


Figura 5 – SAVI da microrregião de Itamaracá – PE. Fonte: Silva *et al.* (2009).

4.5. Índice de Vegetação Resistente a Atmosfera (*Atmospherically Resistant Vegetation Index* – ARVI)

Como o próprio nome sugere, o ARVI foi desenvolvido para reduzir as interferências atmosféricas enfrentadas pelo NDVI. Segundo Ponzoni e Shimabukuro (2007) o ARVI foi criado por Kaufman e Tanré (1992) no intuito de aplicá-lo no sensoriamento remoto da vegetação no sensor "*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*" (MODIS - EOS), e a novidade, em relação ao NDVI, fica por conta da adição da reflectância da banda do azul na formulação do ARVI, como pode ser observado na Equação 9:

$$\mathrm{ARVI} = \frac{\mathrm{IVP} + \gamma(\mathrm{A} - \mathrm{V}) - \mathrm{V}}{\mathrm{IVP} - \gamma(\mathrm{A} - \mathrm{V}) + \mathrm{V}} \qquad (9)$$

Onde γ é o parâmetro que depende do tipo de aerossol, cujo objetivo é reduzir o efeito atmosférico; A é a reflectância na faixa Azul da radiação eletromagnética.

Em aplicações de sensoriamento remoto o valor ótimo para γ é 1, segundo estudos empíricos realizados pelos desenvolvedores do ARVI (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007). Cabe salientar que a inovação do ARVI em relação ao NDVI está na substituição da reflectância do vermelho (V), pela reflectância normalizada vermelho-azul [V- γ (A-V)], a qual sofre menos interferências dos efeitos atmosféricos.

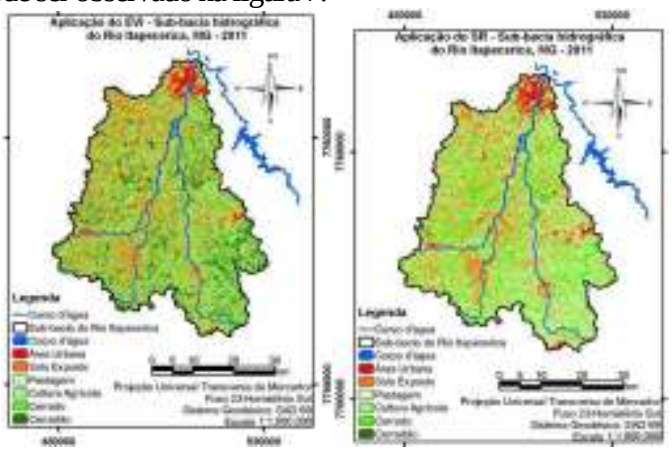
4.6. Índice de Vegetação Melhorado (*Enhanced Vegetation Index* – EVI)

O EVI é resultado da combinação de outros dois índices, o SAVI e o ARVI. Sugerido por Justice *et al.* (1998), o EVI tem como principal vantagem promover a redução das influências atmosféricas e do solo sobre a resposta do dossel vegetativo (RISSO *et al.*, 2009, *Apud* JUSTICE *et al.*, 1998), dessa forma otimiza o sinal de vegetação, principalmente em áreas de biomassa mais densa. Na sua fórmula há fatores de correção do solo e dos aerossóis da atmosfera, como visto na Equação 10:

$$\mathrm{EVI} = \frac{\mathrm{G}(\mathrm{IVP} - \mathrm{V})}{\mathrm{IVP} + \mathrm{C1} \times \mathrm{V} - \mathrm{C2} \times \mathrm{A} + \mathrm{L}} \qquad (10)$$

Onde: A é a reflectância no Azul, L é fator de ajuste para o solo; G é o fator de ganho; C1 e C2 são coeficientes de ajuste para efeito de aerossóis da atmosfera. Os valores dos coeficientes adotados pelo algoritmo do EVI são: L=1, C1=6, C2=7,5 e G= 2,5 (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007).

Os coeficientes C1 e C2 são fatores de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do vermelho e azul, respectivamente, e podem ser alterados a depender das condições regionais, sendo que os produtos do MODIS disponibilizados pelo EOS (*Earth Observing System*) utilizam os valores já citados (RISSO, 2009). Rodrigues *et al.* (2013), dentre o seus estudos aplicaram o EVI e o RVI para região da sub-bacia do rio Itapecerica, como pode ser observado na figura 7:



(a) (b)

Figura 7 – Aplicação do EVI (a) e RVI (b) na sub-bacia do rio Itapecerica, MG, no ano de 2011. Fonte: Rodrigues *et al.*., 2013.

4.7. Índice de Umidade por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Water Index* – NDWI)

NDWI foi proposto por GAO (1996), e é obtido através da razão entre a diferença das reflectância do infravermelho próximo (IVP) e do infravermelho médio (IVM) e a soma das mesmas, em que os valores

negativos representam áreas com vegetação seca e valores positivos para vegetação verde. A Equação 11 apresenta o cálculo do NDWI:

$$NDWI = \frac{IVP - IVM}{IVP + IVM} \quad (11)$$

Cabe ressalva o fato de alguns autores, como Meneses *et al.* (2013), tratarem o NDWI como índice de água, não é atoa que Cardozo *et al.* (2009) afirmam que o NDWI se relaciona com o conteúdo de água presente nas folhas, mostrando-se relevante na avaliação do vigor vegetativo.

5. Conclusão

Os índices de vegetação, como ferramentas de realce da vegetação em imagens de sensoriamento remoto, têm aplicações diversas. Há uma quantidade razoável destes índices que podem ser utilizados de acordo com as particularidades do estudo, não é atoa que muitos trabalhos fazem comparações entre índices de vegetação, comprovando a maior eficácia de alguns em detrimento das condições do ambiente e de coleta dos dados.

O principal objetivo dos índices de vegetação é transformar os valores de reflectância de várias bandas espectrais em números normalizados, cujo valor tem a capacidade de informar particularidades relacionadas a biomassa, saúde, umidade e outras características dos vegetais.

O sensoriamento remoto como ciência, facilita o estudo de grandes áreas, pois além de agilizar o processo, reduz os custos. A análise da variação da biomassa de uma grande floresta, por exemplo, se feita em campo, a nível de solo, seria muito mais cara e demorada, mas com o auxílio do sensoriamento remoto aliado aos índices de vegetação, que nos dão informações ainda mais precisas de áreas vegetadas, esse estudo torna-se bem mais rápido e menos oneroso.

6. Referências Bibliográficas

BERTANI, L. A. *Evaluación geoecológica de los paisajes del Departamento Minas (Provincia de Nauquê), para el estúdio de la degradación de la tierra [em Línea*]. 2011. 246p. Tese (Doutorado) La Plata: *Universidad Nacional de La Plata*., 2011.

CAÑA, B. B.; TRENTIN, C. B.; FONSECA, E. L. Relação entre biomassa aérea vegetal e NDVI no bioma Pampa. *In*: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu-PR. *Anais*. Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p 2802-2808.

CARDOZO, F., PEREIRA, G., SILVA, G. B. S., SILVA, F. B., SHIMABUKURO, Y. E.; MORAES, E. C. Discriminação de áreas alagadas no Pantanal sul-matogrossense a partir de imagens orbitais. *In*: 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá-MS. *Anais*, Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009, p.99-106.

EPIPHANIO, J.C.N.; GLERIAN,J.;FORMAGIO,A.R.;RUDORFF,B.F.T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.31, n.6, p.445-454, 1996.

FIGUEIREDO, D. Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília – DF, 2005. 30p.

FONSECA, E. L.; FORMAGGIO, A.R.; PONZONI, F. J. Estimativa da disponibilidade de forragem do bioma Campos Sulinos a partir de dados radiométricos orbitais: parametrização do submodelo espectral. *Ciência Rural*, v. 37, p. 1668-1674, 2007.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto - 3ª Ed. Ampl. e atul. – São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, A. Relação entre índice de vegetação global e condições hídricas no Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, n.8, p. 1399-1405, 1988. *In*: SILVA, C.A.V.; SILVA, H.A.; OLIVEIRA, T.H.; GALVINCIO, J.D. Uso do Sensoriamento Remoto através de Índices de Vegetação NDVI, SAVI e IAF na microrregião de Itamaracá – PE. *In:* XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Natal-RN. *Anais*, Natal: INPE, 2009, p. 3079 – 3085.

JUSTICE, C. O.; et *al.*. *The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,* v. 36, n. 4, p.1228-1247, 1998. *In*: RISSO, J.;RIZZI, J.R.R.; EPIPHANIO, R.D.V.; RUDORFF, B.F.T.; FORMAGGIO, A.R.; SHIMABUKURO, Y.E.; FERNANDES, S.L. Potencialidade dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Natal, RN, *Anais.* Natal: INPE, 2009, p. 379-386

LEBLON, B. *Soil and vegetation optical properties. Faculty of Forestry and Environmental Management University of New Brunswick, Fredericton* (NB), Canadá, 1997. 6p. Disponível em: <http://www.r-s-c-c.org/rscc/Volume4/Leblon/leblon.htm >. Acessado em: 07 Jul. 2015.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; SANTA ROSA, A. N. C.; SANO, E. E.; SOUZA, E. B.; BAPTISTA, G. M. M.; BRITES, R. S. Introdução ao processamento de imagens digitais de satélites e sensoriamento remoto. Brasília, DF: Universidade de Brasília. 2012. 266 p.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações. – 2ªEd. (1992), 6ª Reimpressão (2006) - São Paulo: *Edgard Blucher*, 1992.

PONZONI, F. J. & SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São Jose dos Campos: *Editora Parêntese*, 2007. 127p.

RISSO, J.;RIZZI, J.R.R.; EPIPHANIO, R.D.V.; RUDORFF, B.F.T.; FORMAGGIO, A.R.; SHIMABUKURO, Y.E.; FERNANDES, S.L. Potencialidade dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Natal, RN, *Anais.* Natal: INPE, 2009, p. 379-386.

SILVA, C.A.V.; SILVA, H.A.; OLIVEIRA, T.H.; GALVINCIO, J.D. Uso do Sensoriamento Remoto através de Índices de Vegetação NDVI, SAVI e IAF na microrregião de Itamaracá – PE. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Natal, RN, *Anais*. Natal: INPE, 2009, p. 3079 – 3085.

SILVA, M. A. O.; ANDRADE, A. C. Geração de Imagens de Reflectância no Topo da Atmosfera e na Superfície de um Ponto de Vista Geométrico. *In*: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, *Anais*. Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 8238 – 8245.

STEFFEN, C. A.. Introdução ao sensoriamento remoto, 2008. 11p. Disponível em: <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm> Acesso em: 06 Jul. 2015.

RODRIGUES, E. L.; FERNANDES, D. H. F.; ELMIRO, M. A. T.; FARIA, S. D. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos índices de vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na sub-bacia do Vale do Rio Itapecerica, Alto São Francisco, em Minas Gerais. *In*: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, *Anais*. Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 1472-1479.

Analise temporal do crescimento urbano na Zona Sul de Teresina nos anos 2000 e 2010

Amanda Beatriz Da Silva Santos [1]
Mariana Rodrigues Oliveira Dos Santos [2]

[1] Instituto Federal do Piauí
Rua Quintino Bocaiúva, 94 – Centro, Teresina - PI, Brasil, CEP 64002-370
Curso de Tecnologia em Geoprocessamento
amanda_esc1@hotmail.com

[2] Instituto Federal do Piauí
Rua Quintino Bocaiúva, 94 – Centro, Teresina - PI, Brasil, CEP 64002-370
Curso de Tecnologia em Geoprocessamento
Marianarodrigues31@hotmail.com

Abstract.
This article refers to a temporal analysis of population growth in the South Zone of Teresina in the State of Piauí. Therefore, it becomes necessary to use census data of IBGE from 2000 and 2010 to analyze and check the population growth in this region of the city. The use of geo-technologies such as Remote Sensing, is an indispensable tool for urban planning, because it allows, based on the use of satellite imagery, mapping and identification of urban growth of Brazilian cities. The images used in this article are from Landsat 5 and from 2000 and 2010, allowing the identification of existing green areas in both periods to realize the growth of urban areas and consequently the reduction of green areas in ten years. The combination of the IBGE data with satellite images facilitated the perception of increased population group in the region that these ten years much of the population growth was due to the improvements made in the south, such as paving the streets, easier access to city center via the public transport improvement, growth of various commercial establishments, improved sanitation, schools and recreational areas for the families who live in the region.
Palavras-chave: remote sensing, temporal analysis, satellite imagery, urbanization, sensoriamento remoto, analise temporal, imagem de satélite, urbanização.

1. Introdução

Embora as áreas urbanas ocupem uma porção relativamente pequena da superfície terrestre, sua extensão, distribuição e evolução têm grande impacto no meio ambiente e na dinâmica socioeconômica mundial (SMALL, 2005 apud ALVES et al., 2009), por isso o crescimento urbano tem sido fonte de estudos para uma melhor compreensão de como funciona essa dinâmica, visto que as cidades estão em permanente mudança (POLIDORI,2004).
A Zona Sul de Teresina foi principalmente ocupada ao longo das vias de comunicação, seguindo as áreas mais elevadas do planalto, como a “estrada do gado” (atual Av. Miguel Rosa). O primeiro bairro que se formou nessa região mais próxima do rio Poti recebeu e permanece até hoje com o nome de Piçarra, por ter sido essa estrada aterrada com o material assim chamado pela população. O traçado do prolongamento dessa avenida para o Sul acompanhou os divisores de água dos afluentes dos rios Poti e Parnaíba, nos topos dos baixos planaltos, até ligar-se à BR-343 que segue para o Ceará e Pernambuco.
A partir da Revolução Industrial, as cidades adotaram uma sistemática diferente (SANTOS, 2008). O homem deixa o campo e vai para a cidade em busca de melhores condições de vida, esse fluxo positivo campo-cidade resultou na formação dos grandes centros urbanos que desencadeou sérios problemas, tanto sociais como ambientais (LODDER, 1977). Nesse caso o crescimento acelerado que vem ocorrendo na Zona Sul de Teresina deve-se ao crescimento natural, associado aos elevados contingentes de imigrantes provenientes tanto da Zona rural, como de outras cidades piauienses, além dos estados do Maranhão, Ceará e outros. Estes

imigrantes formam atraídos pelo desenvolvimento, pelas inovações tecnológicas e pelo fato da cidade oferecer os setores da educação, saúde e outros serviços disponíveis na capital piauiense.

Fatores como loteamentos clandestinos, expansão imobiliária e falta de planejamento urbano comprometem de várias formas a qualidade de vida nas cidades, pois, entre outros problemas, causam a destruição dos recursos naturais disponíveis, por meio de violentas e constantes agressões ao meio ambiente (KOK, 2004).

Com este trabalho, pretende-se analisar o crescimento populacional da Zona Sul de Teresina nos últimos dez anos e as possíveis consequências da rápida urbanização dessa área da cidade, tendo como base os dados dos últimos dois censos do IBGE(2000 e 2010) e imagens de satélite desses anos.

2. Metodologia de Trabalho

A primeira etapa de desenvolvimento desta pesquisa constituiu-se de utilização de bibliografias elaborados relacionados ao tema desta dissertação, bem como de conhecimentos pessoais de planejamento urbano, que demanda um olhar interdisciplinar.

Na escolha da área de estudo – trecho correspondente a um perímetro de 69.270 km², localizada na cidade de Teresina, Estado do Piauí (Figura 2). Levando-se em consideração o critério de acessibilidade da área de expansão urbana e experiência pessoal.

Na segunda etapa, foi utilizada a malha digital da cidade de Teresina fornecida pela empresa Águas e Esgotos do Piauí – AGESPISA e imagens de satélite referentes ao ano de 2000 e 2010. As imagens foram coletadas através do website do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) . O satélite utilizado foi o Landsat 5, e foram coletadas três bandas para cada imagem, as bandas 3,4 e 5. Para a imagem representativa do ano de 2000, a data escolhida foi 12 de agosto pelo baixo numero de nuvens na foto e para a imagem do ano de 2010 a data escolhida foi 7 de julho pelo mesmo motivo da anterior.

A partir da malha digital, foram criados os mapas de situação da cidade de Teresina e da Zona Sul no software QGis. A partir das imagens coletadas do INPE, três bandas de cada ano, que foram combinadas para formar a imagem final ilustrativa para os anos de 2000 e 2010, para mostrar o crescimento urbano na região.

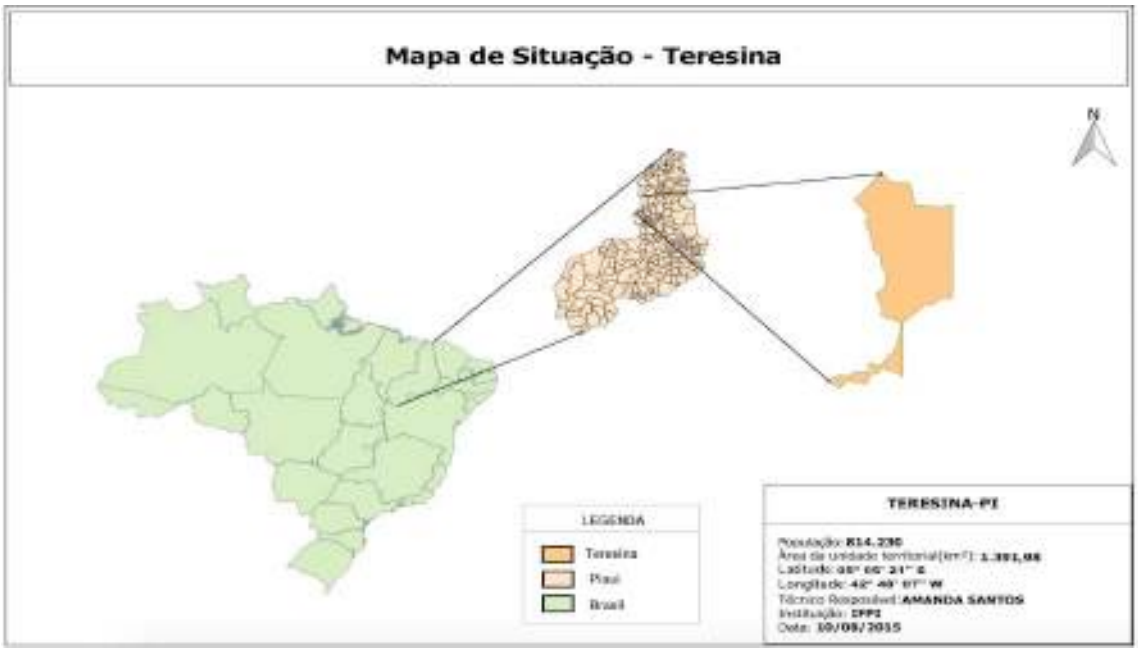


Figura 1: Mapa de situação geográfica da cidade de Teresina- Piauí

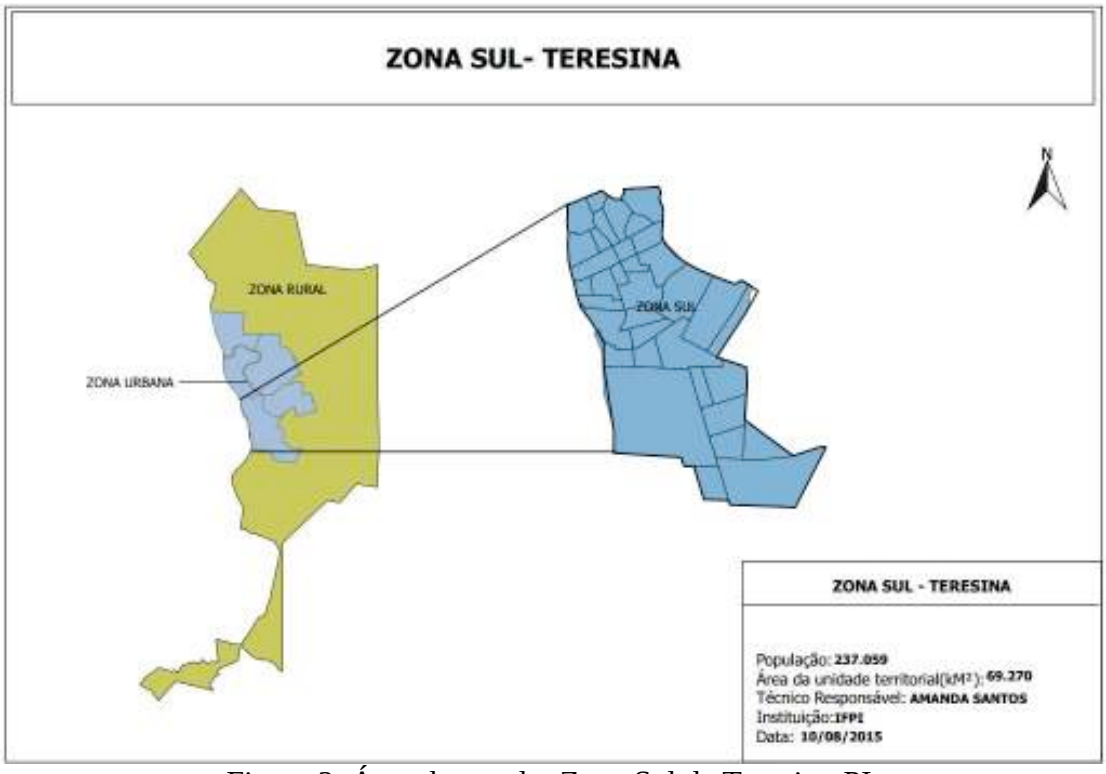


Figura 2: Área de estudo: Zona Sul de Teresina-PI.

3. Resultados e Discussão

A cidade de Teresina, localizada no centro-norte do estado, possui uma população de 814.439 habitantes distribuídos por uma superfície de 1.391,97 km² (IBGE, 2010). A expressiva presença dos setores do comércio e serviços, principalmente na área de saúde, confere-lhe a principal característica de sua estrutura econômica. O setor industrial instalado na cidade é pouco expressivo e se concentra principalmente na zona estudada: Zona Sul da cidade. Veem se notando um crescente número de pessoas que se mudam das cidades do interior para a capital do Estado. Essa migração tem se dado para todas as Zonas da cidade, em especial para a zona Sul.
Na Zona sul de Teresina segundo os últimos dois censos do IBGE houve um crescimento considerável da população (Tabela 1) . Essa zona tornou-se uma verdadeira área de segregação residencial, pois abriga os conjuntos habitacionais de baixa renda familiar atraindo pessoas .

Tabela 1: Teresina - Evolução da população residente por bairros na Zona Sul - 2000 e 2010.

Bairros	Ano 2000	Ano 2010
Angelim	14.395	27.743
Areias	2.066	3.024
Bela Vista	12.470	12.999
Brasilar	1.629	2.742
Catarina	1.557	1.771
Cidade Nova	2.767	3.336
Cristo Rei	8.120	8.474
Distrito Industrial	2.963	4.780
Esplanada	12.439	18.393
Lourival Parente	14.090	14.753
Macaúba	6.446	5.925

Monte Castelo	12.033	10.981
Morada Nova	5.947	6.104
Nossa Senhora das Graças	4.604	3.964
Parque Jacinta	613	1.122
Parque Juliana	0	89
Parque Piauí	12.950	11.307
Parque São João	2.061	2.765
Pio XII	2.612	2.395
Promorar	20.823	18.988
Redenção	2.894	3.248
Saci	9.183	8.190
Santa Cruz	8.765	10.181
Santa Luzia	720	734
Santo Antônio	13.911	21.879
São Lourenço	23	474
São Pedro	9.240	8.780
Tabuleta	3.384	3.271
Três Andares	13.570	12.739
Triunfo	296	249
Vermelha	6.729	5.659
Total	**209.300**	**237.059**

Continuação-Tabela 1 Fonte: Prefeitura Municipal de Teresina / IBGE

Com o rápido crescimento da cidade, as encostas e os vales dos riachos, bem como das lagoas ciliares que existiam entre o centro e os novos bairros, passaram a ser indiscriminadamente ocupados, trazendo problemas de inadequação da drenagem, de erosão do solo, de acentuação do assoreamento dos rios e da disseminação do lixo no solo e na água. Destaque-se que é na área do interflúvio (Km 5, 6 e 7 ao Sul e ao longo da margem do rio Poti) que se concentra a extração desordenada de materiais minerais para construção, e que, sem a devida recuperação das áreas, vem provocando altos índices de degradação do ambiente.
Pode-se notar a diferença de áreas verdes presentes na região sul da cidade entre os anos 2000 e 2010 através das imagens de satélites dos respectivos anos(Figura 3 e Figura 4)

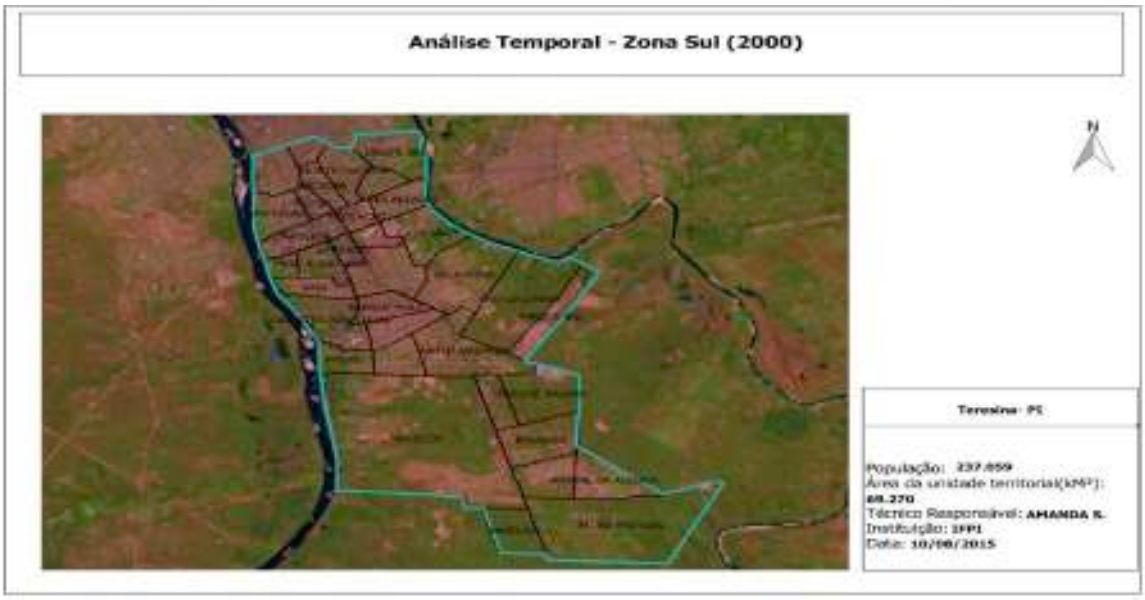


Figura 3: Análise temporal da urbanização na Zona Sul de Teresina no ano 2000

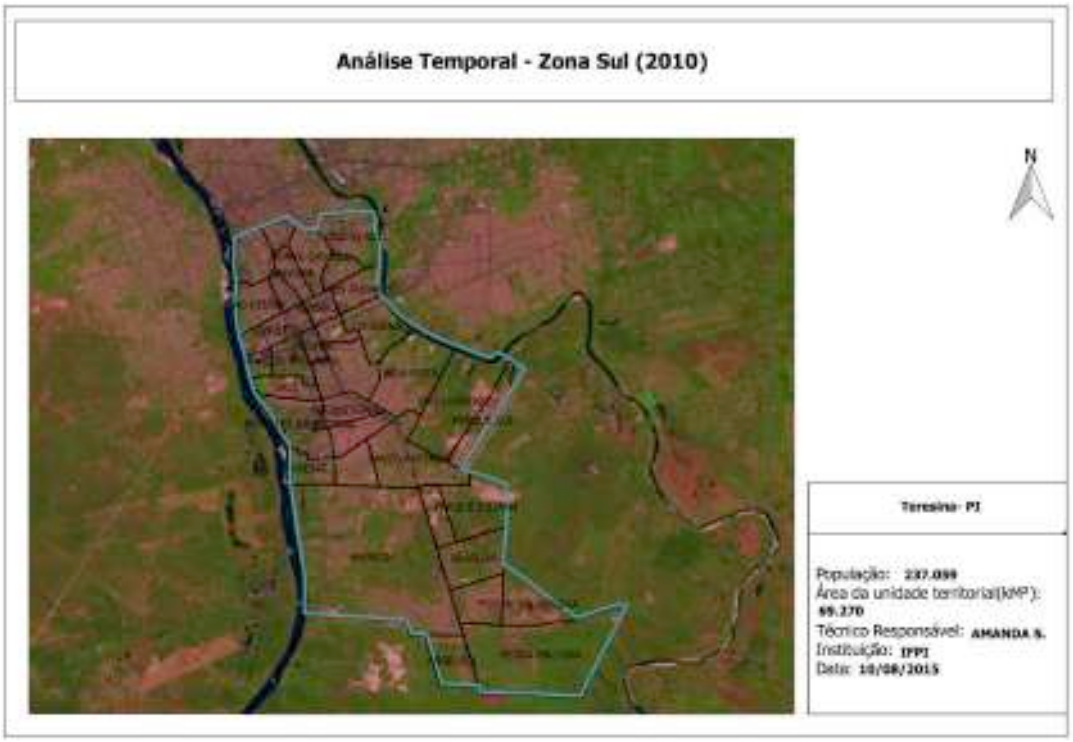


Figura 4: Análise temporal da urbanização na Zona Sul de Teresina no ano 2010

Comparando as duas figuras acima, é fácil perceber que houve um significativo desmatamento nessa região, ou seja, áreas verdes que existiam em 2000, não existem mais no ano de 2010, logo o fator desmatamento, contribuiu para o aumento populacional que ocorreu nesse período de dez anos na Zona Sul de Teresina.

Para uma melhor compreensão, a Figura 5 mostra como era a ocupação do solo em 2000 e em destaque em vermelho como que estão as áreas urbanizadas nessa região da cidade. Percebe-se claramente que em 2000 alguns bairros como Angelim, Pedra Mole e Brasilar tinha uma área habitada bem menor do que a destacada em vermelho no ano de 2010. Isso ocorreu por conta de que dez anos atrás o acesso a esses bairros eram mais dificultoso, devido a distancia do centro e eram bairros tidos como periferias. Hoje em dia o numero de pessoas morando nesses bairros cresceu por conta que o transporte publico e o saneamento básico dessa região melhorou muito se comparado a dez anos atrás. Outro fator que justifica esse crescimento é o numero de pontos comerciais e de empreendimentos que surgiram na Zona sul de Teresina, atraindo cada vez mais famílias que procuravam imóveis mais baratos se comparados com outras áreas e com um bom número de estabelecimentos comerciais, para eles não precisarem se deslocar obrigatoriamente para o centro.

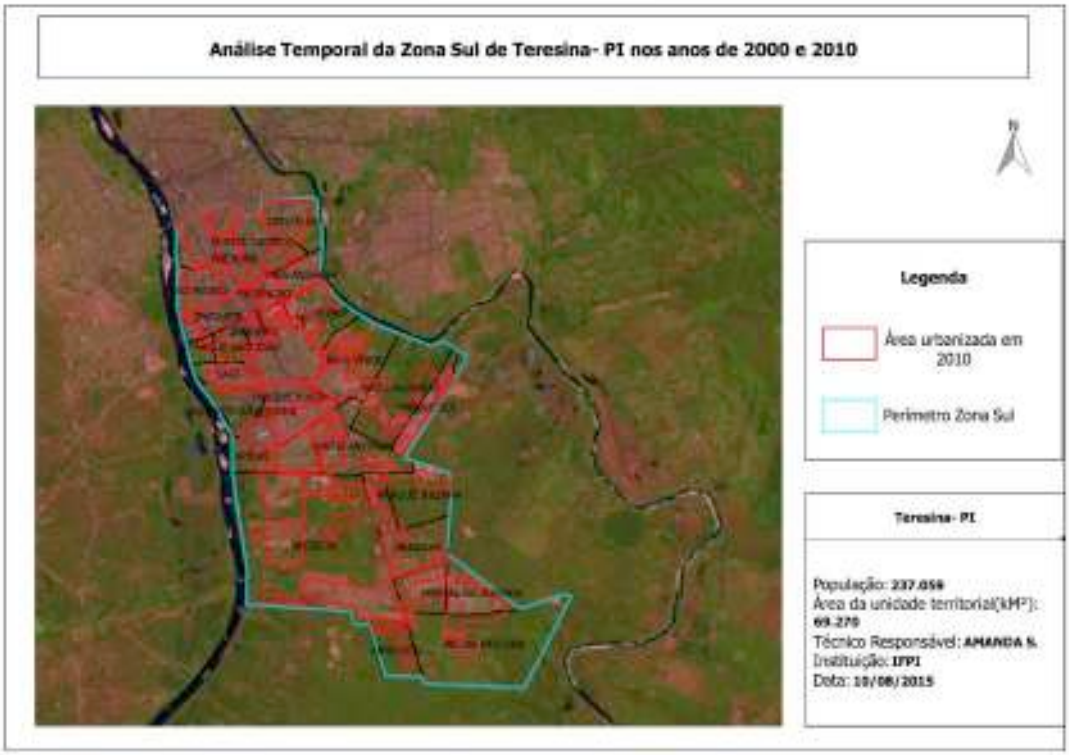


Figura 5: Análise temporal da diferença da área urbana na Zona Sul de Teresina dos anos 2000 e 2010.

5. Conclusão

Com este trabalho, pretendeu-se analisar o crescimento populacional na Zona Sul do município de Teresina com a ajuda do sensoriamento remoto e com base nos dados dos últimos dois censos fornecidos pelo IBGE.

Em relação aos anos 2000, com base no censo e na imagem de satélite a população era menor do que em 2010, isso por conta do baixo desenvolvimento da região, como por exemplo, o escasso sistema de transporte publico, o precário saneamento básico, os poucos e pequenos pontos comercias se comparados aos do centro da cidade.

Com a analise das imagens de satélite percebe-se que houve um aumento do desmatamento das áreas verdes da Zona Sul para a construção de moradias, escolas e pontos comerciais. Esse aumento populacional também trouxe problemas ambientais para a região, assim como todo crescimento populacional desordenado e não planejado.

Os pontos positivos desse aumento populacional na região, nesses dez anos, foi que com uma mais demanda de pessoas nessa região, a prefeitura da cidade investiu nessa área e trouxe melhorias para a população, tais como a pavimentação das ruas, que fez com que o sistema de transporte publico melhorasse, facilitando o deslocamento das pessoas até outras regiões da cidade, a criação de mais escolas publicas, atraindo mais famílias para os bairros da região e consequentemente atraindo mais empreendedores investindo em novos pontos comerciais, e também gerando mais oportunidades de empregos na região.

Referências Bibliográficas

LODDER, Celsius A.
O processo de crescimento urbano no Brasil.
Pesquisa e PlanejamentoEconômico, Rio de Janeiro, n. , p.459-476, 01 ago. 1977. Quadrimestral.

POLIDORI, Maurício Couto.
Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratóriosobre as transformações e o futuro da cidade. 2004. 328 f. Tese (Doutorado) - UniversidadeFederal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SANTOS, Milton.
Manual de Geografia Urbana.3. ed. São Paulo: Edusp, 2008. 9 v.

Secretaria municipal de Planejamento(SEMPLAM)
http://semplan.teresina.pi.gov.br/

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
www.ibge.gov.br/

Avaliação Espaço-Temporal de áreas de risco entre os anos de 1974 e 2013 a partir de produtos fotogramétricos no bairro da Macaxeira - Recife/PE

Henrique Lacet Silva Souza [1]
Keith Tatiene Silva Carvalho [1]
Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler [1]

[1] Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CTG
Caixa Postal 7800 – 50711-970 - Recife - PE, Brasil.
henrique.lacet@hotmail.com; keith1carvalho@gmail.com; cschuler@ufpe.br

Abstract. Nowadays, the increase number of people living at landslides and floods risk area has been one of the negatives features of urbanization and growth process of brazilians cities. The appropriation by real estate market of best areas of city and absence of urbanized areas to popular live forces poor people to live at improper and risk areas. So, this work features the expansion of wrong town occupation in Macaxeira-PE neighborhood starting by soil use and occupation maps prepared trough photogrammetrics data since 1974 to 2013, sorting by irregular buildings, slope and no occupation areas remaining, according predefined kinds. The work result is to set importance of activities realization to management of risk areas, providing right and safe occupation and plans formalization to accidents avoid.

Palavras-chave: Risk area to slip, orthophotos , orthophotoletters, soil use and occupation maps, Área de risco a deslizamento, Ortofotos, Ortofotocartas, Mapa de uso e ocupação do solo.

1. Introdução

O processo de urbanização no Brasil vigora a partir de 1930, passando por uma expansão urbana acelerada e desigual, ocasionado em boa parte pelo êxodo rural, no qual famílias que moravam na zona rural se deslocavam para a zona urbana visando obter condições de vida melhor. Os principais motivos dessa migração em massa eram as oportunidades de emprego que atraiam os morados do campo e a estratégica de modernização da agricultura no qual, se utilizava cada vez menos mão-de-obra braçal, fazendo com que os trabalhadores excedentes procurassem outra forma de sustento.

Com isso as cidades receberam uma grande quantidade de pessoas, não proporcionando condições sociais para todos, fazendo com que a maioria fosse para o mercado de trabalho informal, habitando áreas impróprias e de risco tais como encostas de morros e áreas alagadiças, como única forma de habitar nas grandes metrópoles. Assim, houve um aumento do número de habitações irregulares, suscetíveis a inundações e deslizamentos de terra, caracterizadas pela concentração de uma população mal remunerada, sem infraestrutura básica para o seu crescimento e por condições precárias de habitabilidade e salubridade. Com a falta de apoio dos sistemas financeiros formais, os assentamentos irregulares foram aumentando em terrenos inadequados, conhecidas como áreas de risco e passíveis de tragédias, principalmente em períodos chuvosos (ARAUJO, 2005).

O Estatuto das Cidades (Lei 10.257/2001) definiu diretrizes gerais para a política urbana, apresentando uma série de ferramentas que visam assegurar o direito às “cidades sustentáveis”. Este estatuto determina que a política pública urbana seja norteada com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana (ALMEIDA, CÂMARA e MONTEIRO, 2007). Desta forma, torna-se clara a importância da aquisição de informações acerca da evolução espaço-temporal de áreas urbanas, tendo como finalidade a geração de informações precisas para auxiliar na tomada de decisão relativa à gestão urbana. A partir de uma gestão urbana eficiente é possível implantar melhorias socioambientais e evitar ou minimizar os desastres em áreas de risco.

Foram constatados nos últimos anos pela Coordenadoria de Defesa Civil do Recife, órgão responsável pela fiscalização e controle de desastres por deslizamentos de encosta, problemas

relacionados a gestão de dados para gerenciamento do risco e de medidas preventivas. No entanto, para melhoria das ações de prevenções de deslizamentos em encostas da Prefeitura da Cidade do Recife, foram realizados, em 2013, levantamentos aerofotogramétricos e Perfilamento a Laser Aerotransportado na aquisição de dados da superfície do terreno e de elementos que se encontram acima deste, de tal forma a obter informações tridimensionais das edificações nas áreas de morro com uma precisão proporcional à do processamento de dados GPS (Global Position System), produtos esses que não tinham sido contemplados na cobertura aerofotogramétrica anterior, em 2007 (SOUZA et al., 2015).

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo quantificar as áreas degradadas, as passiveis de degradação e de possíveis desastres, avaliando a dinâmica da expansão de áreas de risco devido à expansão da ocupação urbana irregular no bairro da Macaxeira-PE, no qual serão utilizados dados fotogramétricos de 1974 a 2013 adquiridos junto ao CONDEPE/FIDEM e a Prefeitura do Recife/PE.

2. Caracterização da área de estudo

De acordo com SILVA (2014), baseado no relatório de ocorrências do período de 2013 da Defesa Civil do Recife foram registradas 192 ocorrências de processos de instabilidade de encostas; dessas (31,2%) ocorreram na região norte, (28,3%) na região sul, (17,3%) na região noroeste, (13%) na região nordeste e (10,1%) na regional oeste. As regiões norte e sul totalizaram aproximadamente 60% dos registros das ocorrências, mostrando áreas com alta susceptibilidade aos fenômenos de instabilidade em encostas. A Figura 1 mostra o gráfico do número de ocorrências registradas pela Defesa Civil.

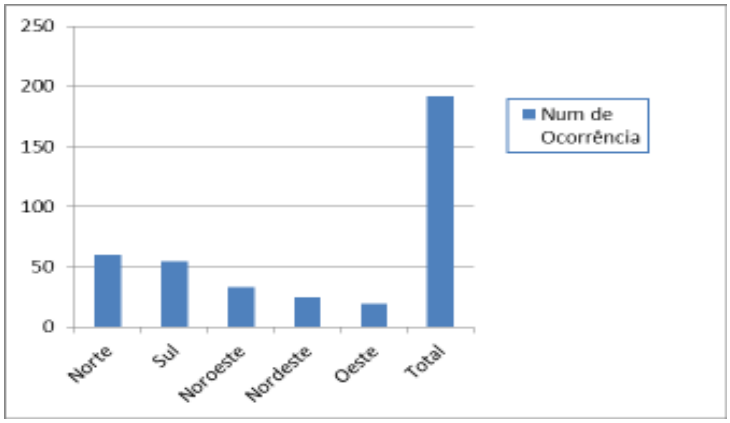


Figura 1: Número de ocorrências em Recife registrada em 2013 pela Defesa Civil

A área de estudo, parte do bairro da Macaxeira-PE, está localizada ao norte de Recife/PE. Indicada na figura 2 compreende uma área que contempla setores com topografia bastante acidentada, no qual predomina uma geologia de formação de barreiras e por ser uma área considerada pobre pela prefeitura da Cidade do Recife, sendo ocupada de forma desordenada pela maioria da sua população.

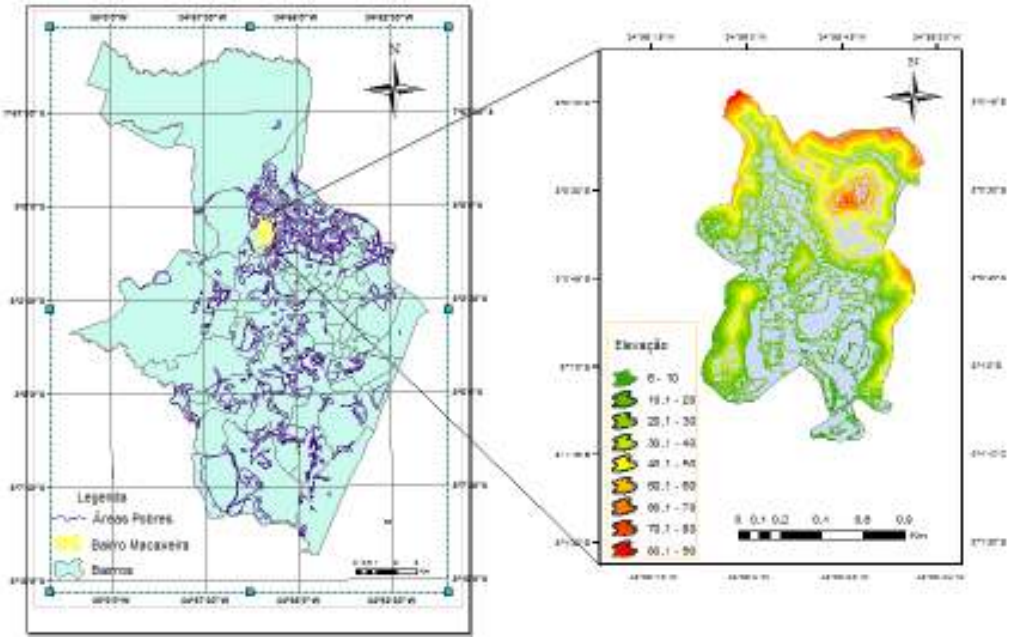


Figura 2. Mapa de localização da área de estudo

O bairro da Macaxeira-PE limita-se com os bairros: Córrego do Jenipapo, Nova Descoberta e Apipucos, possuindo uma área territorial de 125 há, com uma população residente em torno de 19.282 habitantes e densidade demográfica de 154,27 hab/ha. A geologia predominante é a formação barreiras, com grande extensão de encostas.

3. Metodologia

O processo metodológico ficou dividido em: (1) reconhecimento da área de estudo; (2) levantamento e aquisição dos dados disponíveis para o período de 1974 a 2013, intervalo esse predefinido pela disponibilidade de dados e que possuía qualidade posicional, geométrica e visual; (3) consolidação dos dados primários e secundários em relação às áreas de risco. Esses dados primários foram todos os dados fotogramétricos e cartográficos para o período de 1974 a 2013, adquiridos para realização do trabalho. Já os dados secundários são dados vetoriais no formato *shapefile* da RMR para o ano de 2005: formação geológica, hidrografia, relevo e mapeamento de áreas de risco a deslizamentos agrupadas nas classes R1, R2, R3 e R4 fornecidos pela Prefeitura do Recife; dados vetoriais no formato *shapefile* da RMR para o ano de 2013: curvas de nível com equidistância de 5 metros, sistema viário, pontos cotados e hidrografia fornecidos pela Prefeitura do Recife; e dados da defesa civil de ocorrências de algum tipo de deslizamento de terra nos anos de 2005 e 2013; (4) interpretação dos registros da área de estudo nas ortofotos e ortofotocartas.

Segue abaixo as etapas desenvolvidas no trabalho:

I. Reconhecimento da área de estudo

Área de estudo: Foram estabelecidas áreas de encostas, localizadas no bairro da Macaxeira no município do Recife/PE, identificadas nos produtos fotogramétricos**,** passíveis de risco ou desastres em função, principalmente, das características de declividades acentuadas, qualificando-as entre os tipos de baixo risco (R1) até risco muito alto (R4), conforme preconizado pelo Ministério das Cidades.

II. Levantamento dos dados

Aquisição dos dados primários: Foram adquiridos ortofotocartas digitais e cartas temáticas dos anos de 1975 e 1986 na escala 1:10.000, ortofotos georreferenciadas de 2007 e 2013 na escala 1:1.000. Esses dados foram utilizados para obtenção das informações básicas da pesquisa onde foram homogeneizados, empregando o Sistema de Referência Datum SIRGAS 2000, Sistema de projeção UTM e fuso 25 Sul. Para homogeneização dos produtos cartográficos foi necessário georreferenciar as ortofotocartas da série temporal de 1975 e 1986 para o Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000. Para realizar este georreferenciamento foi utilizado o software ArcGis, onde foram relacionadas as coordenadas da imagem (linhas e colunas) com as coordenadas geográficas (latitude e longitude), produzindo um plano de coordenadas geográficas a imagem raster. Foi utilizado como modelo matemático, o polinômio de primeiro grau por se tratar de ortofotocartas representadas em um sistema plano, no qual foram utilizados como pontos de controle os quatro pontos extremos da ortofotocarta de modo a minimizar as distorções para a etapa da mosaicagem.

Como parâmetro de qualidade da etapa de georreferenciamento dos produtos cartográficos foi utilizado o indicador do Erro Médio Quadrático (Root Mean Square - RMS). Esse indicador é uma forma de avaliar a diferença entre um estimador e o verdadeiro valor da quantidade estimada, onde quanto menor a diferença (o valor do RMS) melhor será o georreferenciamento, tendo como limite máximo de erro permitido, para a escala de 1/10.000**,** o valor de 5 metros. Os resultados obtidos do RMS foram: ortofotocarta 81-55 de 1986, 0,65918, ortofotocarta 81-50 de 1986, 0,43948, ortofotocarta 81-55 de 1975, 0,16893 e a ortofotocarta 81-50 de 1975, 0,20132.

Para as ortofotos obtidas da série temporal de 2007 e 2013 não foi necessário georreferenciar, pois já foram adquiridas georreferenciadas ao Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000.

Após o georreferenciamento das ortofotocartas foi necessário realizar um recorte na imagem utilizando a ferramenta CLIP do software ArcGIS para obter apenas a área de interesse de cada produto cartográfico, pois essas ortofotocartas são constituídas por legendas, carimbos, margens, áreas gráficas que foram retiradas para posteriormente mosaicar.

Para unificar imagens digitais separadas em uma única imagem recobrindo toda a área de estudo, foi realizado a operação mosaicagem (Figura 3) utilizando a ferramenta *Create Mosaic Dataset* no software ArcGIS, obtendo desta forma os mosaicos para cada serie temporal: 1975, 1986, 2007 e 2013.

Após a obtenção dos mosaicos foi realizado mais um recorte utilizando, como referência, um *shapefile* da área de estudo utilizando a mesma ferramenta *CLIP* do software ArcGIS. Esse recorte foi feito para cada serie temporal: 1975, 1986, 2007 e 2013.

III. Consolidação dos dados primários e secundários em relação às áreas de risco

Validação dos produtos fotogramétricos (dados primários) em relação à propriedade espaço-temporal em áreas de risco de encostas, ou seja, verificação da viabilidade da aplicação dos dados primários e secundários na identificação de ocorrências de áreas de risco em encostas nas áreas de estudo.

IV. Interpretação das áreas de estudo e elaboração de mapa temático na escala de 1:1000

Etapa da definição dos aspectos quantitativos e qualitativos, obtidos através da interpretação das ortofotocartas, onde foram realizada a mensuração e classificação das edificações irregulares, declividade e áreas remanescentes sem ocupação, de acordo com classes pré-definidas (Área construída, vegetação arbórea, vegetação rasteira, sistema viário,

solo exposto) e tabuladas para comparação entre os produtos fotogramétricos obtidos no período de 1974 a 2013.

A definição do mapeamento de uso e ocupação do solo dependeu essencialmente de imagem digital das ortofotocartas para classificação dos dados, levando-se em consideração elementos de fotointerpretação como: cor, textura, forma, grupamento, tamanho, sombreamento, tonalidade, entre outros. Desta forma foram definidas áreas de uso e designados atributos numéricos para cada classe de acordo com o período analisado nos produtos fotogramétricos, determinando áreas da expansão urbana em áreas de risco e passíveis de desastres.

V. Análise dos resultados

Foram analisados todos os produtos obtidos nas etapas anteriores

4.Resultados e Discursões

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo da série temporal de 1975 a 2013, foi elaborado um banco de dados espaciais e através da interpretação de imagens foi possível identificar as feições geográficas, vetorizando a partir das classes pré-definidas. A delimitação das classes nas imagens foi feita por meio digital, pela vetorização em tela de polígonos irregulares, utilizando o software ArcGIS.

Segundo Pina e Santos (2000), existem três formas para realizar o processo de vetorização: a manual, semiautomática ou automática. Nessa pesquisa foi utilizado o processo de vetorização manual, representando as feições.

Na figura abaixo foi sobreposta às áreas de riscos classificadas em R1 a R4 junto com a classificação de uso e ocupação do solo, onde foi possível observar que nas áreas de risco R1, R2 e R3 concentram-se uma grande extensão de área construída e pouca presença de vegetação. Já as áreas de riscos classificadas em R4 predomina uma área com vegetação rasteira, com presença também de vegetação arbórea.

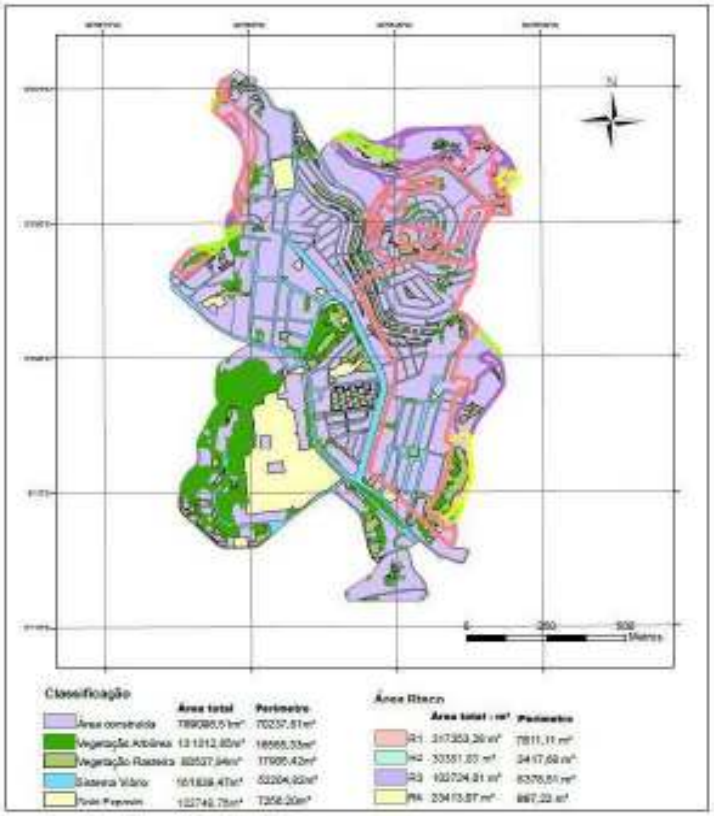


Figura 3: Sobreposição das áreas de risco no bairro da Macaxeira-PE,2013

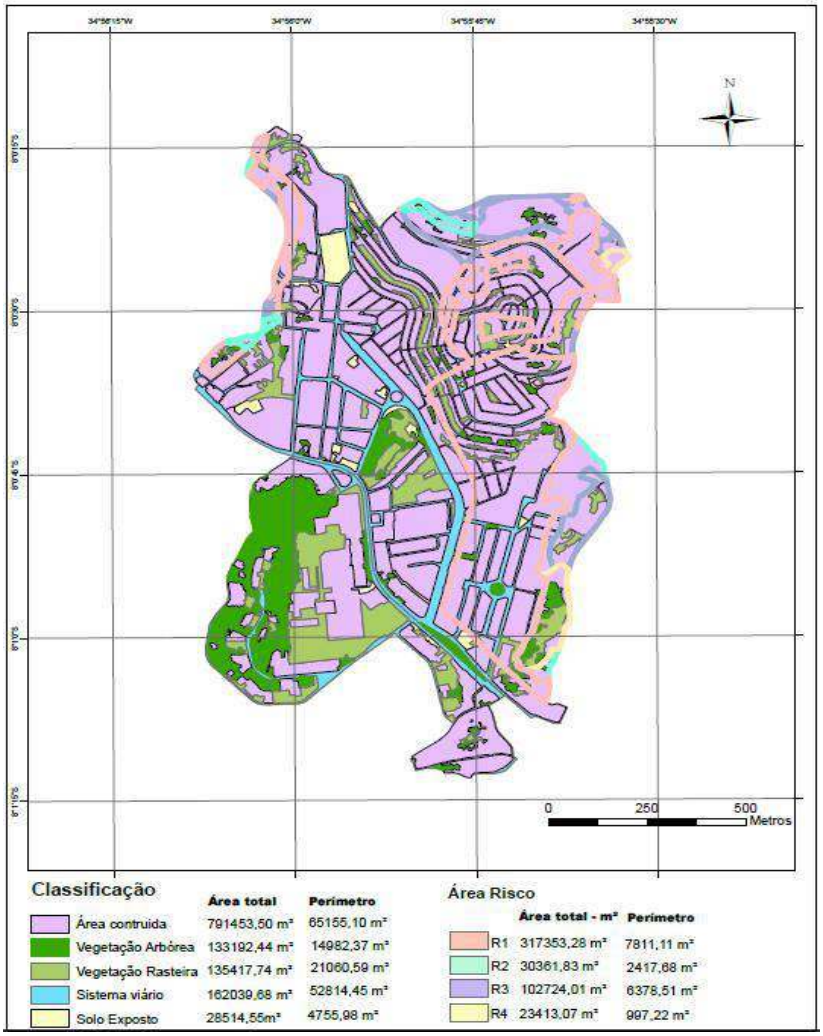


Figura 4: Sobreposição das áreas de risco no bairro da Macaxeira-PE,2007

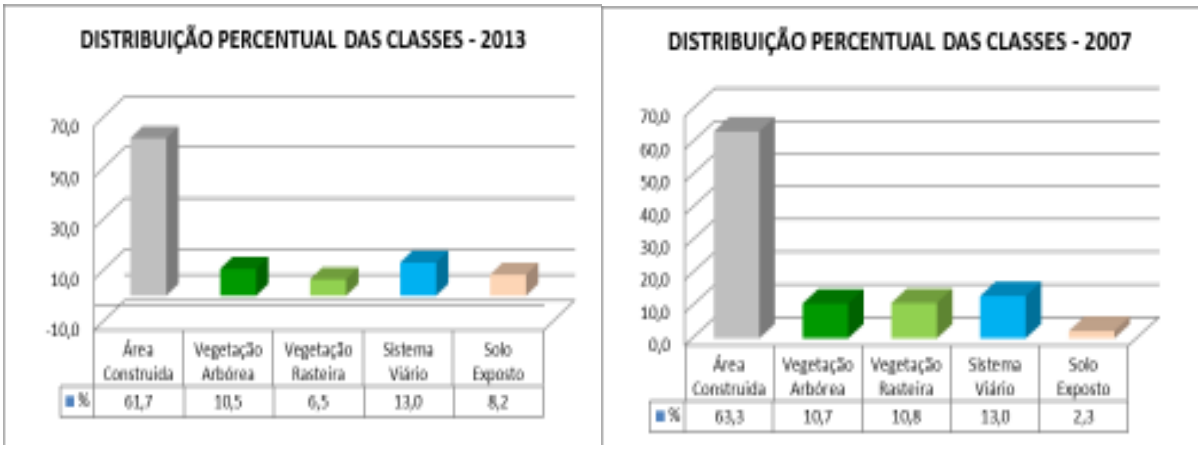


Figura 5: Percentual das classes de uso e ocupação do solo, 2013 e 2007

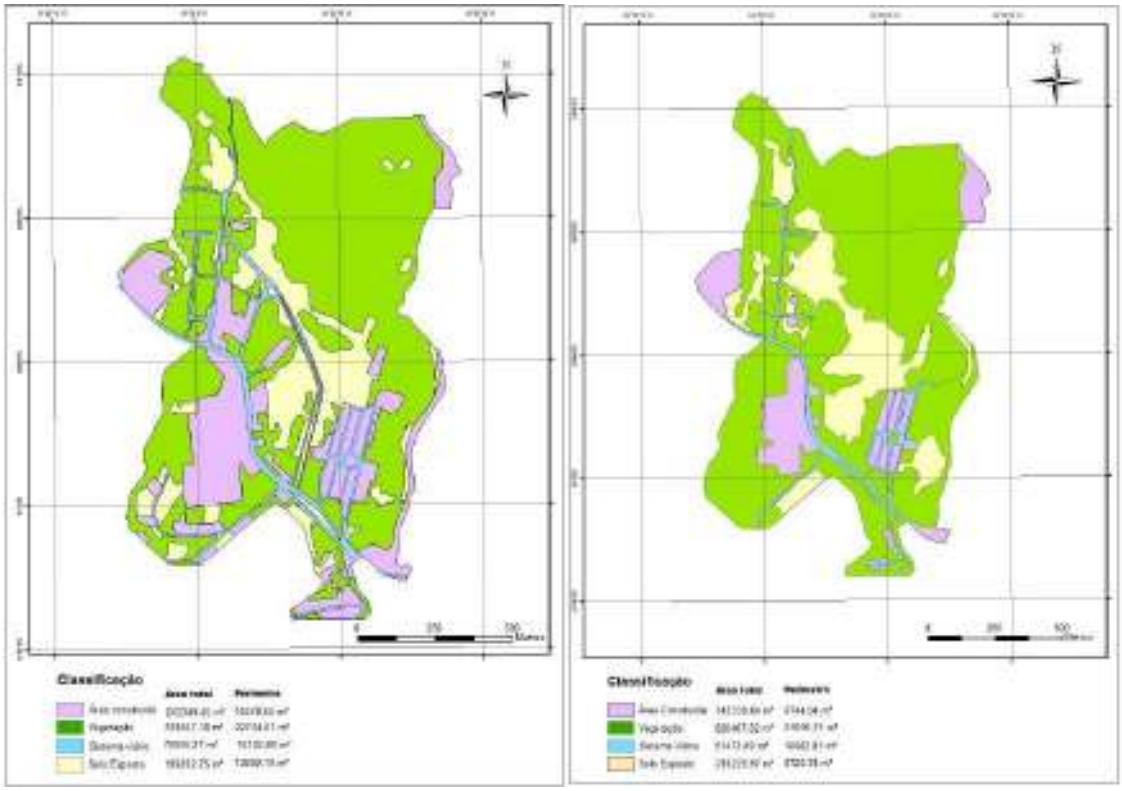


Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo do bairro da Macaxeira, 1986 e 1975

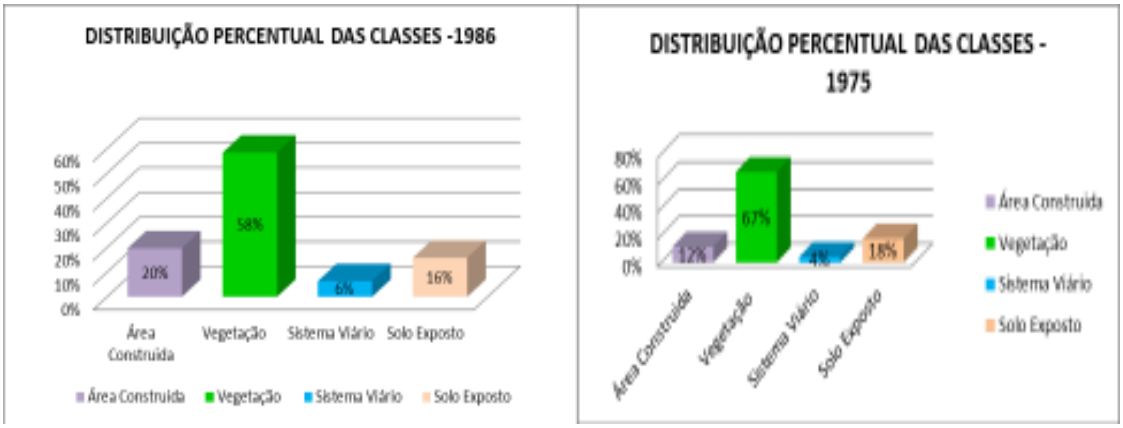


Figura 7 Percentual das classes de uso e ocupação do solo, 1986 e 1975.

Tanto os mapas quanto os gráficos serviram como base para análise comparativa do uso e ocupação do solo no bairro da Macaxeira-PE ao longo dos anos entre 1975 a 2013. A seguir a tabela mostra as classes de uso e ocupação do solo do bairro Macaxeira-PE para série temporal de 1975 a 2013.

Tabela 1: Classes de uso e cobertura do solo da área para os anos de 1975, 1986,2007 e 2013.

	2013		2007		1986		1975	
CLASSES	Área Total (m²)	%	Área Total (m²)	%	Área Total (m²)	%	Área Total (m²)	%
Área Construída	769098,51	61,7	791453,5	63,3	243349,45	20	143339,64	12
Vegetação	211850,69	17,0	268610,18	21,5	723067,18	58	826467,52	67
Sistema Viário	161839,47	13,0	162039,68	13,0	78006,27	6	51473,49	4
Solo Exposto	102748,76	8,2	28514,55	2,3	195892,75	16	218226,97	18

Após análise da tabela acima, dos mapas e os gráficos elaborados, observa-se um aumento da área urbana e do sistema viário, e uma diminuição da vegetação, principalmente entre os anos de 1986 e 2007. Conclui-se, que nessa época houve uma grande expansão urbana caracterizada principalmente pelo êxodo rural no qual famílias que moravam na zona rural deslocavam para a zona urbana visando obter condições de vida melhor.

Foi possível analisar também que o passar dos anos essas áreas de risco vêm sendo ocupadas, sem nenhum critério técnico diferenciado, tornando assim áreas de risco para a população. Nas regiões norte e nordeste do bairro da Macaxeira-PE localizam-se, hoje a maior área de risco. Essa região em sua maior parte da sua superfície predomina áreas urbanas apresentando uma declividade alta. Por concentrar em sua maior parte algum tipo de edificação precisam de um controle e fiscalização por parte do Município de Recife-PE, especialmente do órgão Municipal da Defesa Civil que necessita ser bem estruturado para atuar diretamente nessas áreas, minimizando desastres maiores

As ocorrências como os deslizamentos de encostas são fenômenos naturais, que podem ocorrer em qualquer área de alta declividade, por ocasião de chuvas intensas e prolongadas. Ao decorrer do tempo é certo que algum deslizamento vai ocorrer em todas as encostas, no entanto a remoção da vegetação original e a ocupação urbana tendem a tornar mais frágil o equilíbrio naturalmente precário, fazendo com que os deslizamentos passem a ocorrer cada vez com mais frequência. .

5. Conclusões

Esses resultados obtidos após a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo ao longo dos anos mostram a importância de utilizar alternativas para eliminar ou reduzir o risco a população como, por exemplo, a remoção dos moradores das áreas de perigo, aplicando um controle efetivo da forma de uso e ocupação do solo, por meio de fiscalização e diretrizes técnicas que proporcionem uma ocupação adequada e segura de áreas suscetíveis a riscos geológicos e/ou hidrológico.

Através desta pesquisa foi possível constatar a importância dos mapas de uso e ocupação do solo com o uso de tecnologias, especialmente a fotogrametria e o geoprocessamento, mostrando o crescimento populacional nessas áreas de risco, principalmente entre 1986 e 2007. É de extrema importância para que medidas sejam adotadas, de curta e longa duração, planejadas para salvar vidas e limitar os danos que podem ser causados.

6. Referências Bibliográficas

Araujo, L. L. **Avaliação da dinâmica de áreas urbanas ocupadas por assentamentos irregulares utilizando visão estereoscópica por imagens anaglífo**. 2005. 106p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2005.

Almeida, C. M.; Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 368p.

Silva, M. V. **Avaliação da qualidade planimétrica de dados Lidar em duas áreas urbanas no município do Recife/PE**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2014.

Souza, H. L. S.; Candeias, A. L. B.; Schuler, C. A. B. **Análise das áreas de risco a partir de produtos fotogramétricos e dados da Defesa Civil no bairro da Macaxeira – Recife/PE.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). João Pessoa –PB, 2015. Anais Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, INPE, João Pessoa, p.2141 – 2148. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0432.pdf>. Acesso em: 24 de julho de 2015.

Avaliação multitemporal dos setores de risco inseridos nas microrregiões do Jordão e Ibura, Recife - PE

André Pinto Rocha [1,2]
Carlos Alberto Borba Schuler [1]

[1] Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil, CEP 50670-901
andre_pinto29@hotmail.com; abschuler2000@yahoo.com.br

[2] Instituto Federal de Alagoas - IFAL (Campi Coruripe)
Rua Profª. Maria Petrúcia dos Santo, s/n – Zequinha Azevedo, Coruripe – AL, Brasil, CEP 57230-000
andre.pinto@ifal.edu.br

Abstract. For the application of efficient public policies oriented to urban planning it is necessary to understand the use and occupation of land, in this context, the evaluation space-time becomes an important tool, because it allows the monitoring of the transitions and identifying trends of classes use and land cover. This article presents results of multitemporal assessment, developed from digital orthophotos at scale 1:2.000 of the period of 2007 and 2013 to evaluate the use dynamics and land use in the microregions of Jordão and Ibura, Recife-PE.

Palavras-chave: aerophotogrammetric coverage, use and occupation of land, multitemporal monitoring, risk areas, cobertura aerofotogramétrica, uso e ocupação do solo, monitoramento multitemporal, áreas de risco.

1. Introdução

A expansão da mancha urbana sem controle produz distorções intensas na composição da paisagem, gerando diversos passivos, como a degradação dos recursos naturais, o agravamento e elevação dos setores de áreas de risco, entre outros. O censo do IBGE (2010), aponta a Região Metropolitana do Recife como o maior aglomerado urbano norte-nordeste, tendo Recife como município núcleo com maior percentual e densidade de setores com aglomerados subnormais.

De acordo com o censo do IBGE (2010), a microrregião do Ibura possui uma população de 50.617 habitantes, correspondendo a 3,29% da população do Recife, com uma superfície territorial de 10,19 Km². Além disso, possui uma densidade demográfica de 4.972,20 hab/Km², com uma taxa média geométrica de crescimento anual da população (2000/2010) de 1,48%. A microrregião do Jordão possui uma população de 20.777 habitantes, correspondendo a 1,35% da população do Recife, com uma superfície territorial de 1,56 Km². A mesma possui uma densidade demográfica de 13.150 hab/Km², com uma taxa média geométrica de crescimento anual da população (2000/2010) de -0,49%.

Segundo o relatório PMRR (2006), Recife possui uma composição territorial dividida em 67,43% de morros, 23,26% de planícies, 9,31% de aquáticas e 5,58% de Zonas Especiais de Preservação Ambiental (ZEPA), tendo a classe de morros a predominância de média e alta declividade. Este trabalho visa a utilização de geotecnologias para o monitoramento multitemporal da área urbana nos setores de risco inseridos nas microrregiões de Ibura e Jordão no Recife-PE.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Áreas de risco - Recife

O mapeamento de áreas sujeitas a acidentes de deslizamentos, erosão, inundações e apresentação de soluções técnicas para a sua mitigação, focando na redução do risco ambiental, foi obtida do Plano municipal de redução de riscos em assentamentos precários do

município do Recife (PMRR - Recife) (Tab. 1), elaborado em 2006, através do programa de "Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários" vinculados ao Ministério das Cidades, oferecido como ferramenta de apoio aos estados, Distrito Federal e municípios no desenvolvimento e implantação de programas de prevenção e erradicação de riscos em assentamentos precários (favelas, loteamentos irregulares, alagados, etc.).

Tabela 1. Setor de risco - Recife.

Grau de Risco	Probabilidade de ocorrência
R1 Baixo a inexistência	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não se observa(m) evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ano.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

2.2 Área de estudo

A área de estudo é formada pelos setores de risco inseridos nas microrregiões Jordão e Ibura, situados no município do Recife (Tab. 2), localizadas entre as coordenadas UTM 9.102.483,792 mN e 285.266,040 mE e, 9.099.711,3369 mN e 287.797,983 mE com uma área de 1.346.732,21 m² correspondendo a 0,62% do município do Recife (Fig. 1).

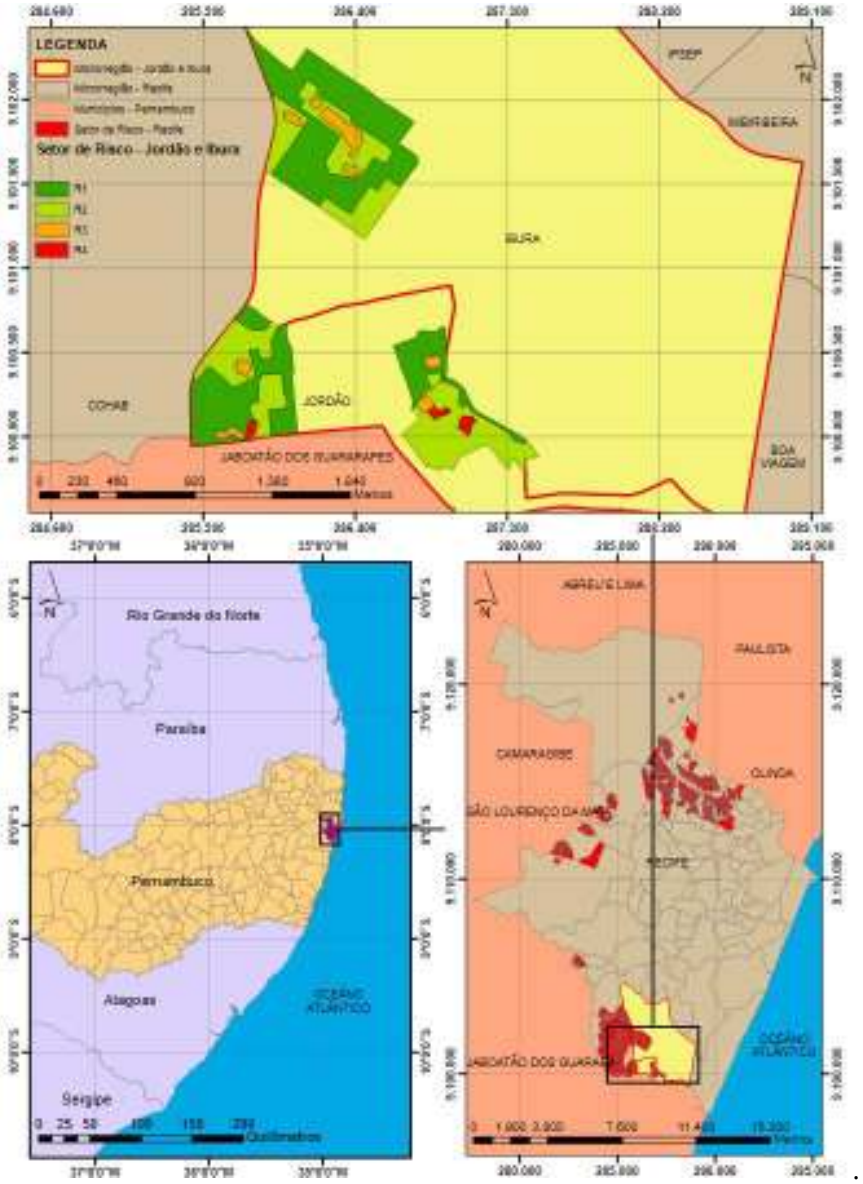


Figura 1. Setor de risco, inseridos nas microrregiões do Jordão e Ibura, Recife-PE.

Tabela 2. Setor de risco - características geométricas e quantitativas.

Risco	Edificações	Área		Perímetro
		(m²)	(ha)	(m)
R1	2420	729.322,06	72,32	13.949,89
R2	2204	534.343,67	53,43	13.556,85
R3	359	64.813,92	6,48	3.546,03
R4	134	18.252,55	1,82	1.089,81
Total	5117	1.346.732,21	134,67	32.142,58

2.3 Materiais cartográficos

Foram adquiridas informações da base cartográfica digital relativa a área de estudo junto a Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano do Recife:

- Ortofotos georreferenciadas: 80-50-00, 80-50-05, 80-51-00, 80-51-05, 80-52-00, 80-60-00, 80-60-05, 80-61-00, 80-61-05, 80-62-00, 80-70-00, 89-59-05, 89-69-05, 89-79-05, dos anos de 2007 (resolução espacial: 8,9 cm) e 2013 (resolução espacial: 8,0 cm) na escala 1:2.000, em formato digital ECW, apresentada em composição colorida

(RGB), com Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000, Projeção Cartográfica UTM, fornecida pela Prefeitura do Recife;

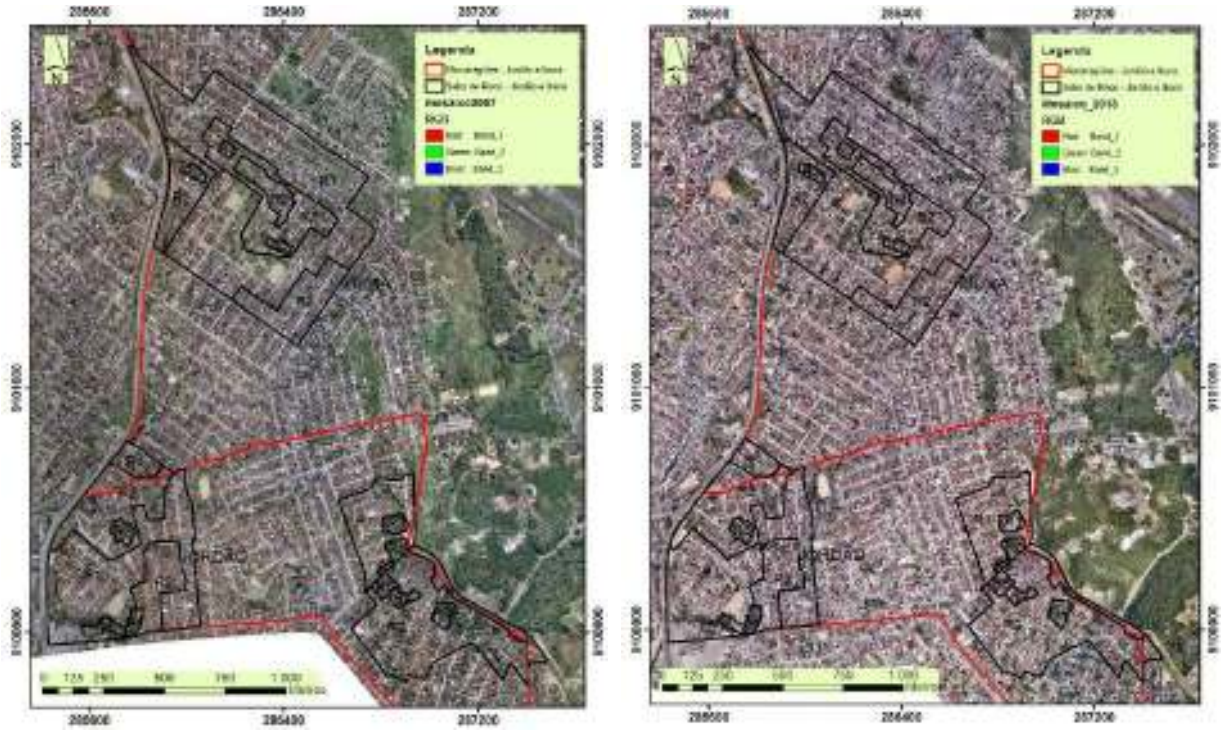
- Dados vetoriais no formato shapefile da RMR: unidade geológica, relevo, unidade de relevo e mapeamento de setores de risco agrupadas nas classes R1, R2, R3 e R4 fornecidos pela Prefeitura do Recife através da URB, obtido pelo documento técnico Plano Municipal de Redução de Riscos em assentamentos precários do município do Recife;
- Dados vetoriais no formato *shapefile* do município do Recife para o ano de 2007 e 2013: microrregiões, sistema viário e hidrografia.

2.4 Etapas de execução do projeto

Para o seu desenvolvimento, nesta etapa, foi empregado o *software ArcGis* 10, como ambiente para extração das feições geográficas contidas nas ortofotos de 2007 e 2013.

2.4.1 Mosaicagem de imagens

Para realizar a união das ortofotos em uma única imagem com recobrimento de toda a área de estudo foi utilizada a operação de mosaicagem, a partir da ferramenta *Create Mosaic Data Set*, obtendo desta forma os mosaicos para série temporal de 2007 e 2013 (Fig. 2).



(a) 2007 (b) 2013

Figura 2. Mosaico das ortofotos inseridos nos setores de risco das microrregiões do Jordão e Ibura de 2007 e 2013.

2.3.3 Classificação de uso e ocupação do solo

Para a classificação das feições geográficas inseridas nas ortofotos que definem o uso e ocupação do solo da série multitemporal de 2007 e 2013, foi elaborado um banco de dados espaciais, definido por camadas, através da fotointerpretação de imagens e vetorização das feições geográficas dos dados em formato de arquivos *shapefile*. Foram consideradas oito classes de uso e ocupação do solo:

- Cobertura vegetal: abrange as vegetações rasteira e arbórea, tais como formações florestais de proteção, como, mata de galeria, mata de encosta, cerradão, formações

florestais savânicas densa, com extrato predominantemente de caráter natural ou antropizado;

- Corpos d'água: correspondem aos rios, córregos ou lagoas;
- Edificações: correspondem pelas áreas urbanas consolidadas;
- Escadaria: definida pelas vias de acesso para pedestres;
- Obras de contenção: definida pelas estruturas de engenharia de contenção do risco a escorregamentos;
- Solo exposto (desmatamento): compreende o solo exposto desprovido de cobertura vegetal, com exposição direta do solo às intempéries;
- Vias não pavimentas: definidas pelos sistemas viários, que não são constituídas por estruturas de asfaltos, concretos e paralelepípedo;
- Vias pavimentadas: equivalem aos sistemas viários, constituídas por estruturas de asfaltos, concretos e paralelepípedo.

Posteriormente, foi realizada a conversão das feições em formato vetorial para o formato *raster*, empregando a ferramenta *Conversion Tools/To Raster/Polygon to Raster*, obtendo imagens *raster* de 20.577 colunas por 26.198 linhas e resolução do pixel de 10 x 10 cm, agrupando as classes de edificações, escadaria, obras de contenção, vias pavimentadas e não pavimentadas na classe de área urbana.

Para obter a dinâmica das ocupações urbanas nos setores de risco para série temporal de 2007 e 2013, foi empregadas técnicas de álgebra de mapas, através dos cruzamentos das classes de uso e ocupação do solo em combinação com os setores de risco, através da ferramenta *Map Algebra/Raster Calculator*.

3. Resultados e Discussão

As microrregiões do Jordão e Ibura caracterizam-se como uma área predominantemente urbana. Através da análise da cobertura aerofotogramétrica, pode-se identificar que a maior parte de sua superfície encontra-se sob uso e ocupação de solo urbano (Fig. 3), tendo sua paisagem nitidamente definida entre o urbano e o não urbano, apresentando algumas superfícies com cobertura vegetal.

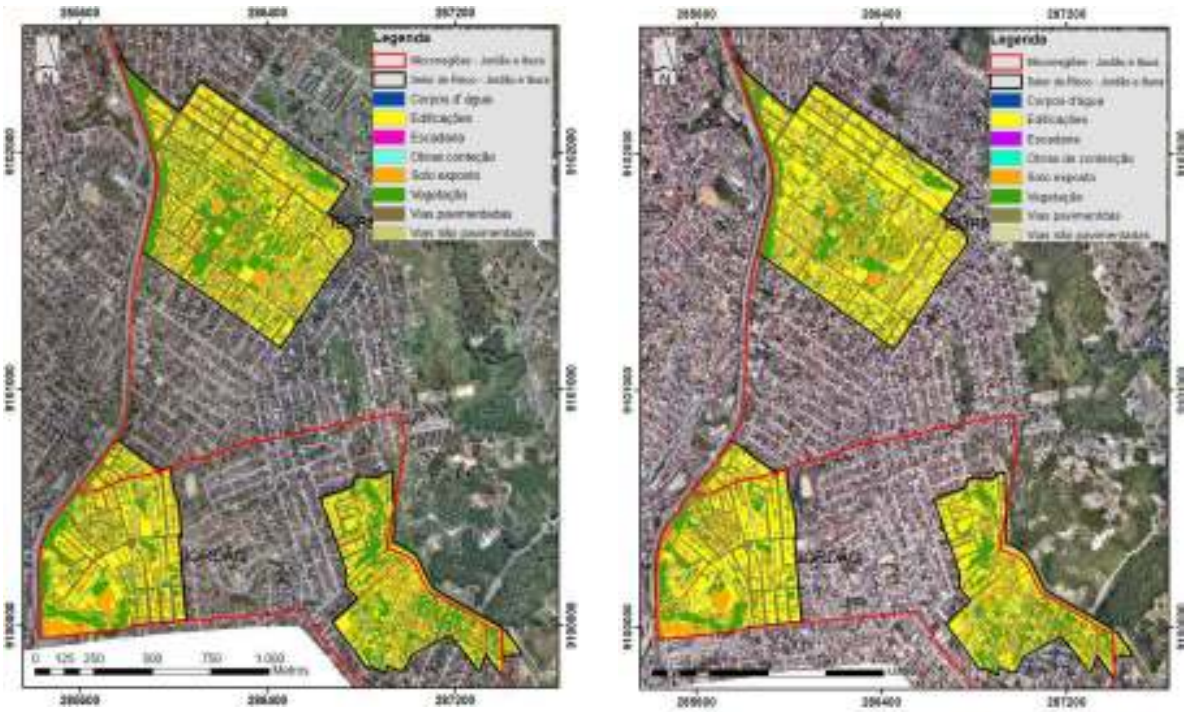


Figura 3. Classificação do uso e cobertura do solo (2007 e 2013).

A partir da análise do banco de dados geográfico foi possível determinar as transições das classes de uso e ocupação do solo ocorrido no período de 2007 e 2013 (Tab. 3). A classe das áreas urbanas caracteriza-se por ocupações de edificações de um ou vários pavimentos, tendo o uso comercial e residencial. Esta classe apresentou forte pressão nas demais classes, caracterizada por processo de expansão de forma desordenada sem planejamento urbano, tendo destaque o aumento das áreas urbanas formadas por aglomerados subnormais.

Tabela 3. Classes de uso e cobertura do solo (2007 e 2013).

Classe de uso e ocupação do solo	2007	2013
	Área (m²)	Área (m²)
Corpos d'água	188,59	378,98
Edificações	529.645,07	634.139,86
Escadaria	2.040,83	2.757,22
Obras de contenção	473,86	1.864,91
Solo exposto	281.894,01	248.254,76
Vegetação	307.103,78	221.698,82
Vias não pavimentadas	81.002,10	66.598,30
Vias pavimentadas	144.383,98	171.039,37
Total	1.346.732,21	1.346.732,21

A cobertura vegetal dividida em vegetação rasteira e arbórea é mais frequentes nas encostas próximas a BR-101, nas margens do rio do Óleo porção nordeste e na periferia dos aglomerados subnormais.

O gráfico da Figura 4 apresenta o percentual do mapeamento de uso e ocupação do solo referente ao período de 2007, tendo maior superfície referente às áreas edificadas (39,33%), seguida da cobertura vegetal (22,80%) e solo exposto (20,93%).

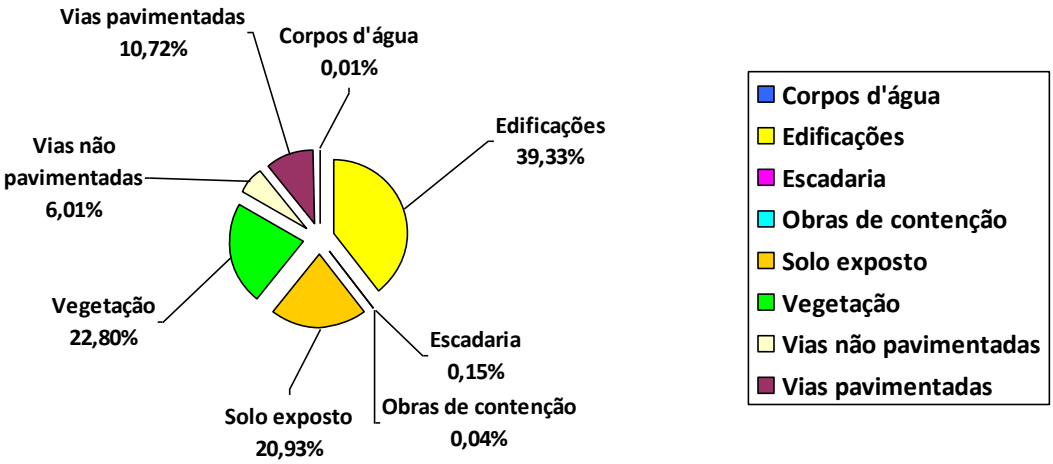


Figura 4. Percentual das áreas de uso e ocupação do solo (2007).

O gráfico da Figura 5 apresenta o percentual do mapeamento de uso e ocupação do solo referente ao período de 2013, verificou-se uma maior ocupação vinculada à classe de áreas edificadas (47,09%), acompanhada pela classe de solo exposto (18,43%) e cobertura vegetal (16,46%).

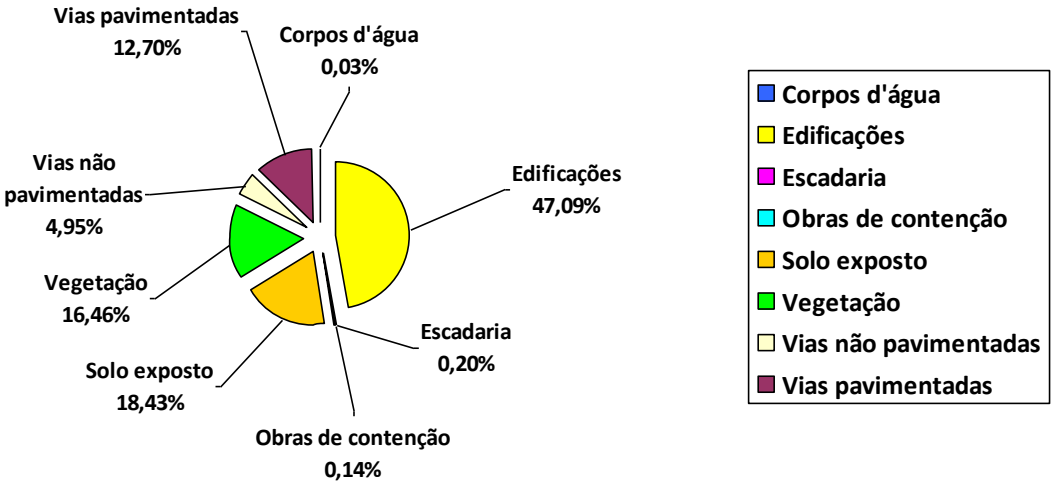
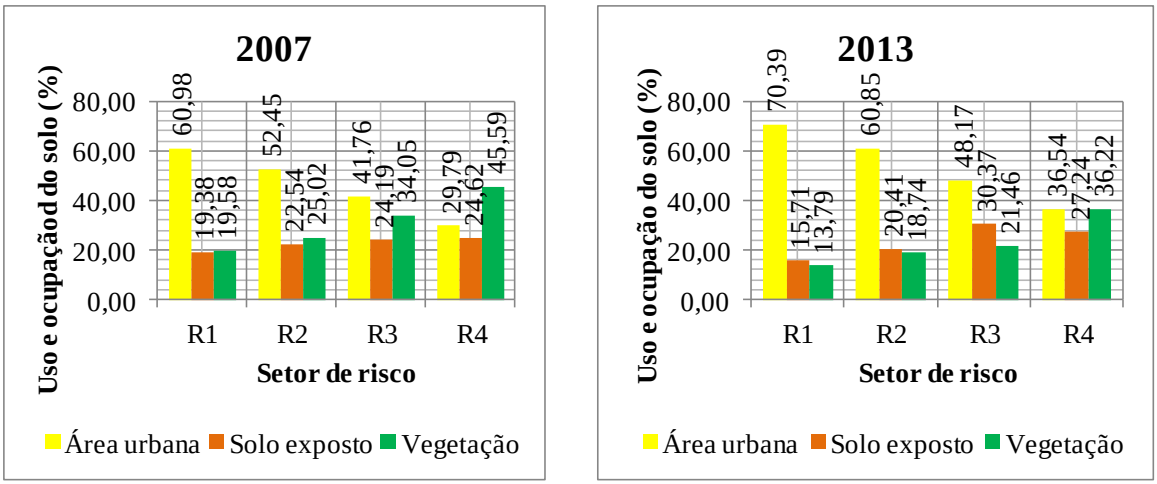


Figura 5. Percentual das áreas de uso e ocupação do solo (2013).

A comparação multitemporal entre 2007 e 2013 do mapeamento de uso e ocupação do solo, apontou um crescimento da área edificada em 104.494,79 m² (+7,76%), uma diminuição da cobertura vegetal de 85.404,96 m² (-6,34%) e uma elevação do solo exposto às intempéries de 33.639,25 m² (+2,50%).

A dinâmica da expansão urbana relacionado aos setores de risco das microrregiões de Jordão e Ibura apontou: (a) área urbana, aumento nos quatro setores R1 (+9,41%), R2 (+8,40%), R3 (+6,41%) e R4 (+6,75); (b) solo exposto, redução nos setores R1 (-3,67%) e R2 (-2,31%), aumento nos setores R3 (+6,18%) e R4 (+2,62%); (c) cobertura vegetal, redução nos quatro setores de risco R1 (-5,79%), R2 (-6,31%), R3 (-12,59%) e R4 (-9,37%) (Fig. 6). A combinação do aumento da expansão urbana e solo exposto com redução da cobertura vegetal são fatores que potencializam os condicionantes que fazem parte dos setores de risco, situação verificada nos setores de risco R3 e R4, onde ocorreram as maiores reduções da cobertura vegetal e aumento da área urbana e solo exposto.

Figura 6. Uso e cobertura do solo (%) nos setores de risco (2007 e 2013).



4. Conclusões

Os setores de risco localizados nas microrregiões do Jordão e Ibura apresentou uma área predominantemente urbana e periférica, limitando-se com o município de Jaboatão dos Guararapes-PE, ou seja, inseridas na Região Metropolitana do Recife, fator que determina o adensamento populacional, desempenhando uma influência nas demais porções.

A evolução da antropização da área de estudo de 2007 - 2013, caracterizada pela expansão da mancha urbana em áreas incompatíveis à ocupação urbana, produz efeitos negativos, tais como: aumento da população exposta aos riscos de movimentos de massa, redução de 6,34% da cobertura vegetal inicial, restando apenas 16,46% de áreas com proteção vegetal, mantendo este ritmo acelerado de degradação ambiental em poucos anos, sobrarão escassíssimas áreas protegidas pela proteção da cobertura vegetal.

O monitoramento espaço-temporal é uma ferramenta de apreciável importância, pois permite ao gestor urbano tomar decisões mais precisas, tendo em vista que é possível visualizar as transições das classes de uso e ocupações do solo, desta forma, aplicar ações mitigadoras adequadas ao planejamento urbano, focando nas áreas de interesse ambiental.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Cartógrafo Aurélio L. de Melo e S. Júnior, Analista de Desenvolvimento Urbano da Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano do Recife e à Engenheira Civil Flaviana Gomes, Gerente Geral de Planejamento e Projetos da Secretaria de Urbanização do município do Recife, pela atenção e presteza na disponibilização de dados imprescindíveis na elaboração desta.

Referências Bibliográficas

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Aglomerados subnormais: Informações territoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais/agsn2010.pdf>. Acesso em: dez. 2013.

CENSO DE DEMOGRÁFICO 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php? dados=6&uf=00>. Acesso em: fev. 2014.

Prefeitura do Recife. **Plano municipal de redução de riscos em assentamentos precários do município de Recife-PE (PMRR)**. Recife, PE: 2006, Relatório.

Clima e Impactos sócio ambientais urbanos: uma análise aplicada ao bairro Atalaia na cidade de Aracaju/SE

Bruna Fortes Santos [1]
Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto[2]

[1] Universidade Federal de Sergipe - UFS
Avenida Marechal Rondon, S/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, CEP 49100-000
brunafortessantos@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Sergipe - UFS
Avenida Marechal Rondon, S/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, CEP 49100-000
josefaeliane@ufs.br

Abstract. Such research aims to study the thermal comfort in the Watchtower neighborhood in the city of Aracaju / SE, through a process of vertical integration, producing impacts on climate and urban internal structure, confined to the vertical area, influence the population's quality of life. The procedures adopted were Quickbird satellite images, marking areas of urban growth (waterproof), permeabilized area, but no vegetation, and vegetation cover to show the evolution of the urban fabric; Satellite images provided by INPE, for obtaining the thermal images of the area. The criterion of choice for Landsat was the percentage of clouds. As the work craves analyze the likely thermal contrasts in the Watchtower neighborhood in the city of Aracaju / SE, was intended to work with the hottest month of the year, March and the coldest month, August. The temporal scale will occur in the year 2008. The analysis method is the UCB Monteiro. Preliminary results point to rising temperatures due to increased urban fabric, decrease of green areas and growth of vertical buildings. At some points, ha occurrence of freshness islands in densely populated areas considered and the presence of mangrove and elsewhere, a lot of vegetation and water bodies.

Palavras-chave: Urban climate, vertical, vegetation cover, environmental impacts, thermal comfort.

1. Introdução

O grande desafio das cidades, dentro do processo de urbanização, é o crescimento e o desenvolvimento urbano que proporcionem qualidade de vida e ambiental para os seus presentes e futuros habitantes. Acompanhando este processo, a expansão vertical foi colocada como um marco revolucionário na paisagem urbana. E a verticalização surge nas cidades como uma nova concepção de morar, onde ter boa localização, infraestrutura e segurança passam a ser sinônimo de *status* para os segmentos nele inseridos.

Com o crescimento urbano, a verticalização se torna um fato irreversível e inerente aos padrões de ocupação das orlas e avenidas privilegiadas de algumas cidades em todo o país, e Aracaju não será excluída desta modelação e nem das causas que irão provocar as alterações ou mudanças do clima urbano. Entre as questões de natureza ambiental, tratadas nas áreas urbanas, o clima torna-se um elemento derivado tão significativo quanto sua geomorfologia.

A preocupação com o clima urbano nas cidades de pequeno e médio porte tem gerado estudos que contribuíram para o equacionamento da questão ambiental das cidades. Essas questões são provenientes das alterações do clima dessas áreas que são modificadas devido à substituição da paisagem natural por um ambiente construído, palco de intensas trocas de energia, provenientes das atividades humanas (MENDONÇA, 2000).

De acordo com Monteiro (1976, p. 134);

> A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

O processo de verticalização em Aracaju, não foi diferente das demais cidades brasileiras, inicializada pelo Poder Público com o objetivo de alcançar o progresso e a modernidade. Hoje o bairro Atalaia, em Aracaju, possui uma ocupação considerável, mas ainda apresenta vazios urbanos. Em alguns desses vazios encontram-se em andamento edificações verticais, o que, a princípio preocupa por adensar concentração de pessoas por metro quadrado que consequentemente traz problemas futuros com relação à mobilidade urbana, principalmente ao tráfego de veículos.

A escolha da área em estudo, bairro Atalaia na cidade de Aracaju, se deu pelo processo de verticalização está se intensificando na área desde 2007, se tornando um bairro vertical devido à localização privilegiada como já ocorrido em outros bairros da referida capital. Como não constam estudos específicos na área, referentes a clima urbano local desde o início desse processo, justifica-se o interesse na realização desta pesquisa.

No estudo, é analisado o ano de 2008, verificando a contribuição das alterações na paisagem natural no conforto térmico, abrindo espaço no decorrer dos anos para o crescimento urbano. Assim, o desenho urbano e suas influências no clima local é o objeto central da investigação.

Inicialmente tem-se por objetivo analisar o processo de urbanização do bairro Atalaia e suas implicações no comportamento do clima urbano. Para tanto, pretende-se avaliar a expansão da malha urbana da área e analisar a retração ou expansão da cobertura vegetal. Será fundamental também uma avaliação da influência do desenho urbano no conforto térmico local.

2. Metodologia de Trabalho

2.1- Localização da área em estudo

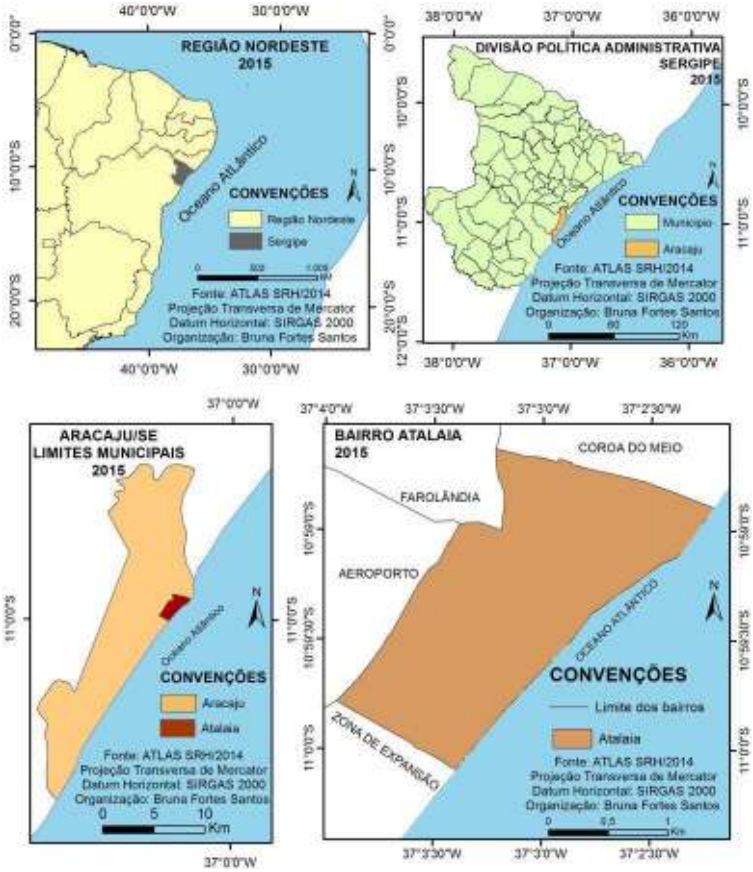


Figura 1 – Mapa de localização do bairro Atalaia.
Fonte: Atlas SRH 2014. Elaboração: Bruna Fortes.

2.2- Procedimentos Metodológicos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica procurando abordar aspectos teóricos sobre a problemática urbana, alterações da paisagem e suas relações com o clima local, a concepção de clima urbano e sua análise a partir da percepção de Monteiro (2001), utilizando como método de pesquisa o canal de percepção I, denominado Conforto Térmico.

Para a espacialização dos dados, foi realizado um levantamento das imagens satélites para a realização do mapeamento de uso do solo da área de estudo. Em paralelo, foram feitos download das imagens satélites do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, nos mesmos anos em que se referem os mapas de uso do solo, para a obtenção das imagens termais da área.

Para a obtenção das imagens termais, foram utilizadas a banda 06 dos LANDSAT´s 5 do INPE. Essa banda apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água. Sua resolução é de 120 m (cada "pixel"representa 1,4 ha). O critério de escolha para as LANDSAT´s do INPE foi à porcentagem de nuvens. Em que o local onde está situado o bairro em estudo possuía pouca ou nenhuma nuvem. Portanto, imagens com 90% de nuvens no quadrante em que se localiza o bairro Atalaia, não significa dizer que a área do bairro esteja com 90%.

Como o trabalho anseia analisar os prováveis contrastes térmicos no bairro Atalaia, pretendeu-se trabalhar com o mês mais quente do ano, março e o mês mais frios, agosto.

Em seguida, foi realizado o georeferenciamento das imagens satélites e das LANDSAT´s, através do software, Spring 5.2.6., convertendo os dados de WGS84 para a Projeção Transversa de Mercator, Datum Horizontal: SIRGAS 2000. Em seguida, as LANDSAT´s foram para o programa IDRISE Selva para transformar cana nível de cinza gerado pelo software em temperatura. Esses níveis foram agrupados em classes para não gerar uma imagem bruta e em seguida transformada em imagem termal. Após essa transformação, trabalhamos a imagem no ARCMAP versão 10. Como a mesma vem do programa IDRISE com temperaturas que variam de -68º a 68º devido ao background da figura, no ARCMAP aumentamos o numero de classe para que pudéssemos excluir os dados corrompidos pelo plano de fundo da imagem. Em seguida adicionamos o shp do bairro Atalaia para trabalharmos apenas na área pesquisada.

Ainda no mesmo software foram marcados pontos que representassem as supostas estações meteorológicas. Todas as imagens tiveram os mesmos pontos nos mesmos lugares. Esses pontos representam as médias termais da área e em seguida as imagens sofreram interpolação dos dados.

Para melhorar a qualidade visual das imagens termais, foi utilizados o método de interpolação Krigagem presentes no módulo Spatial Analyst do ArcGis. É um dos mais complexos e poderosos interpoladores. Ele aplica sofisticados métodos estatísticos que consideram as características únicas de seu conjunto de dados. A Krigagem faz os cálculos dos dados, analisando todos os pontos para descobrir o grau de autocorrelação.

Após a interpolação, as classes termais das imagens foram reduzidas para 6 e aumentado os tons das cores para melhor visualização da imagens. Deixando claro que a opção de diminuição da quantidade de classes poderia corromper dados.

Para as imagens satélites dos mapas de uso do solo, após o georreferenciamento, foi marcada as áreas de crescimento urbano (área impermeabilizada), área permeabilizada, porém sem vegetação, e cobertura vegetal de todos os anos em que a pesquisa se refere e fizemos um calculo dessas áreas.

Por fim, foi analisador o método S.C.U de Monteiro, canal de percepção I, na integração e interpretação dos dados obtidos com os mapas termais e as imagens satélites mostrando a evolução da urbanização do bairro e a diminuição da cobertura vegetal, verificando o quando a verticalização está influenciando no conforto térmico do bairro.

3. Resultados e Discursões

Para a análise termodinâmica foram elaborados mapas termais referentes ao mês quente e frio de 2008.

Os dados referentes às temperaturas médias e umidade relativa do ar no período da pesquisa, referentes à cidade de Aracaju foram obtidos atrás do site da REDMET (Rede de meteorologia da aeronáutica). A estação está localizada no bairro Santa Maria (latitude: 1059S / Longitude: 3704W), o critério superfície e o parâmetro temperatura e umidade do ar – Média mensal em um intervalo de messes. Essas informações terão o objetivo comparativo entre os dados do bairro em estudo e a capital em que ele está inserido.

De acordo com o mapa de uso do solo do bairro em 2008, a área impermeável corresponde a um pouco mais da metade da área do bairro, sendo o restante, 45% da área do bairro, solo propício para o controle da temperatura, como mostra a Tabela 01 e a Figura 2 referente ao mapa de uso do solo.

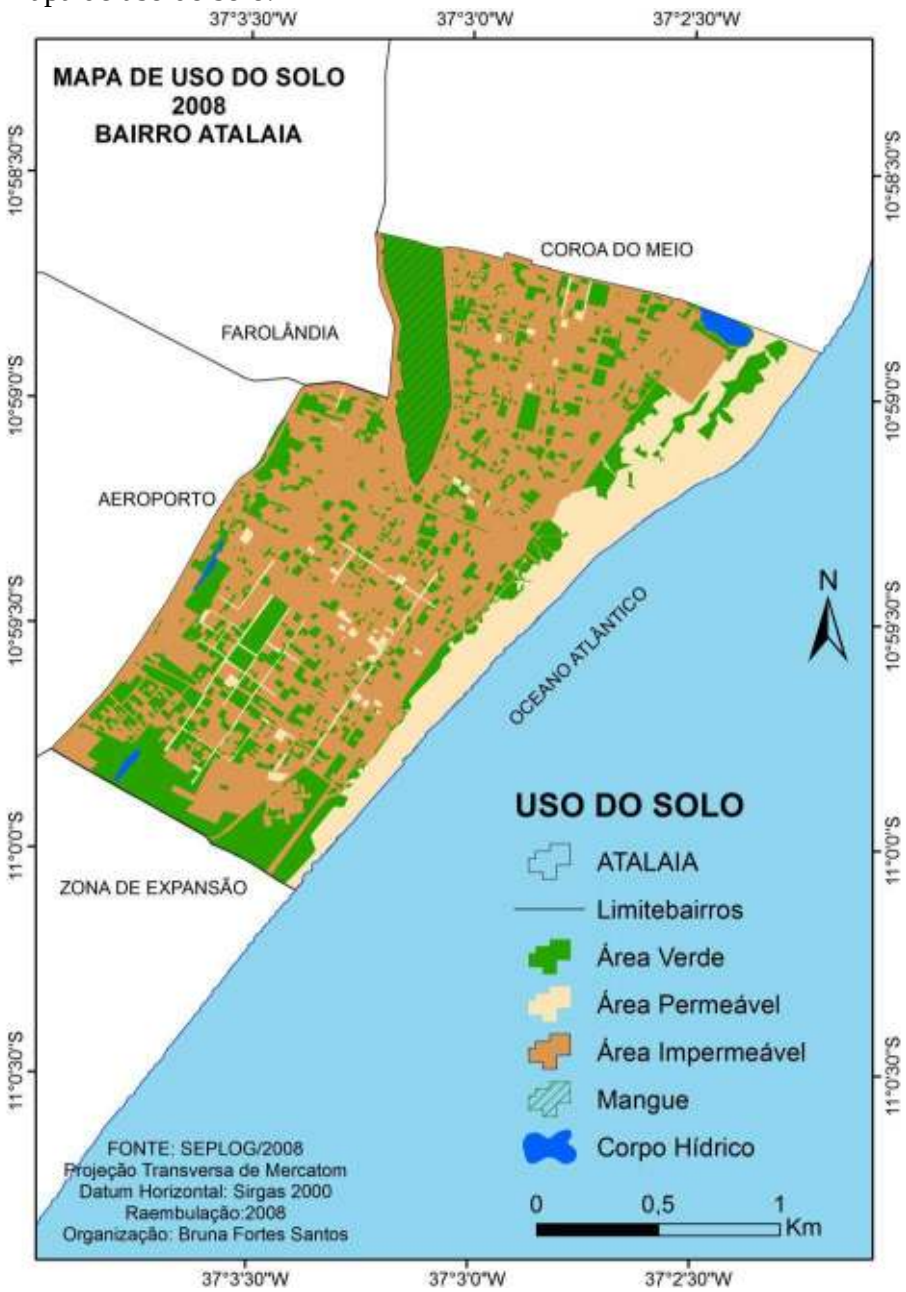


Figura 01- Mapa de uso do solo do bairro Atalaia.
Fonte: INPE 2014. Organização: BRUNA FORTES

TABELA 01 – Valor em hectares das áreas correspondentes ao mapa de uso do solo do bairro Atalaia.

Descrição	***Área em hectares***	***Porcentagens***
Bairro Atalaia	369,02	100
Área Verde	104,97	28
Área Permeável	60,17	16
Corpos d' água	1,74	1
Área Impermeável	202,14	55

Organização: Bruna Fortes.

3.1- Mapa Termodinâmico MARÇO/2008

Segundo a REDMET , a média mensal da temperatura do ar em Aracaju referente ao mês de março no ano de 2008 é de 27,22% e a umidade relativa do ar neste mês era de 81,8%.

De acordo com as informações termais obtidas pelo mapa termodinâmico do bairro Atalaia, detectou temperaturas médias que variam de 17 a 29ºC. Percebesse a diferença de 2ºC em relação à temperatura da capital sergipana, como mostra da Figura 2.

Verificando o mapa de uso do solo, nota-se que a maior concentração das áreas verdes encontra-se em pontos específicos do bairro, na parte da área de manguezal e próximo a Zona de Expansão. Continuando com a análise do Mapa Termodinâmico da área em estudo, percebesse que a temperatura da superfície está mais amena próximo a essas áreas, gerando ilhas de frescor de 17°C. Isso ocorre não só pela presença de vegetação, como também de corpos d'água. Na parte mais central do bairro, onde a área impermeável é maior e a existência de barreiras arquitetônicas verticais que mudam ou dificultam a passagem do vento, a temperatura é mais alta, variando de 24 a 29°C em distâncias curtas.

Ocorre uma variação de temperatura de 6°C em localidades próximas, provavelmente, porque a vegetação dessas áreas não esteja suprindo a demanda de emissão de calor produzido pelos materiais das edificações, o grande número de veículos nos horário de pico, barreiras arquitetônicas impedindo a entrada do vento para outros pontos do bairro. O contraste térmico nesse período é de 12º.

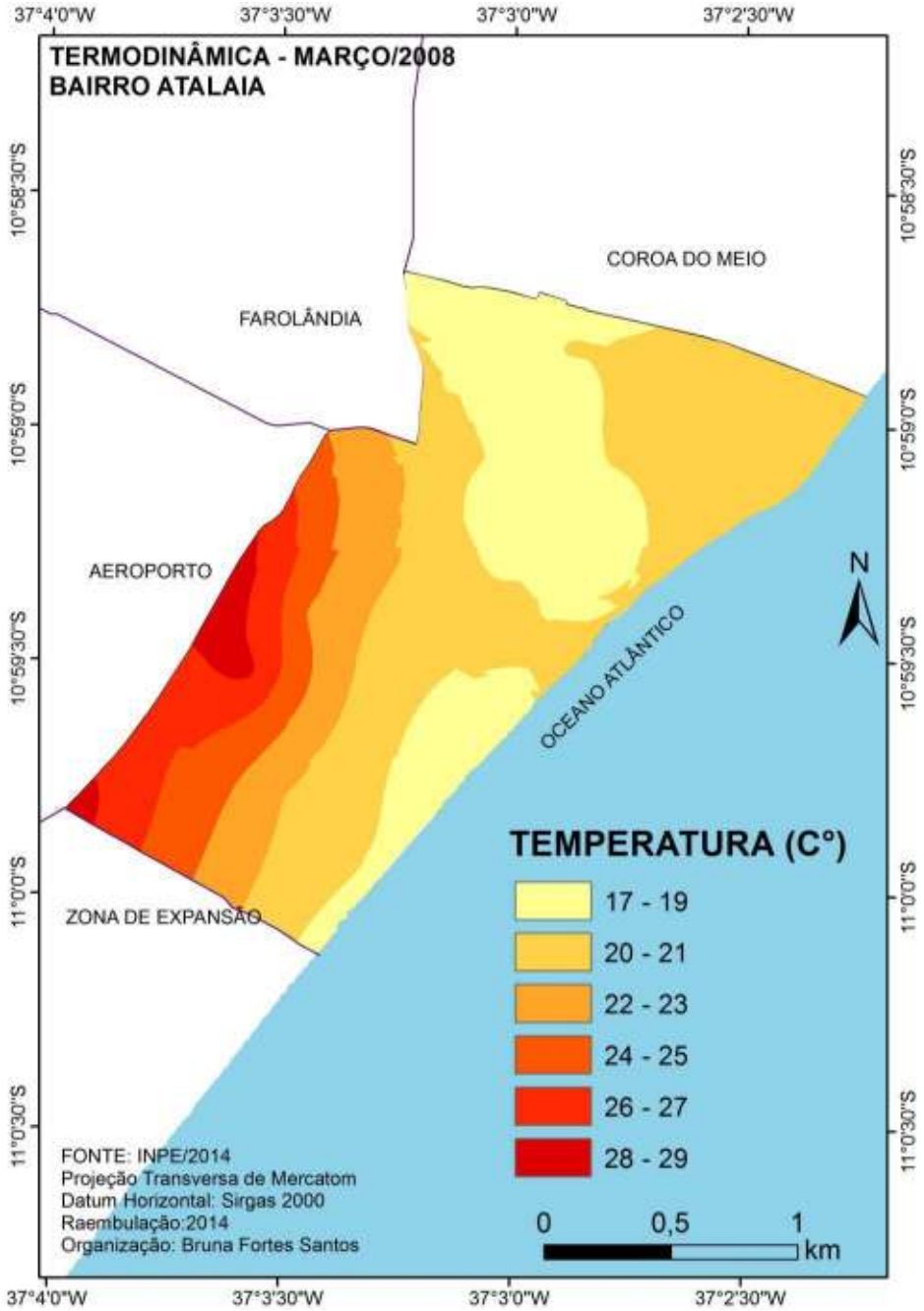


Figura 02- Mapa Termodinâmico Março/2008 do bairro Atalaia
Fonte: INPE 2014. Organização: BRUNA FORTES

3.2- Mapa Termodinâmico AGOSTO/2003

Neste mês, a REDMET captou media termal de 24,52ºC e umidade relativa do ar neste mês era de 78,2%. A maior temperatura media do bairro nesse mesmo período é de 20ºC, verificando uma diferença de 4ºC em relação a media da capital, como mostra a Figura 3.

O mapa termal do bairro desse período demostra uma ilha de frescor em uma localidade com pouca cobertura vegetal e muita área impermeável. Tal fato pode ocorrer devido à canalização dos ventos que amenizam a temperatura emitida pelos materiais da construção dos edifícios e o asfalto das ruas, pois o mês de agosto é caracterizado por ser um período ventoso. Na localidade do manguezal a temperatura continua amena, porém 5º C a mais da temperatura da ilha de frescor. As demais áreas do bairro permanecem na mesma temperatura 20º. O contraste térmico nesse período é de 9º.

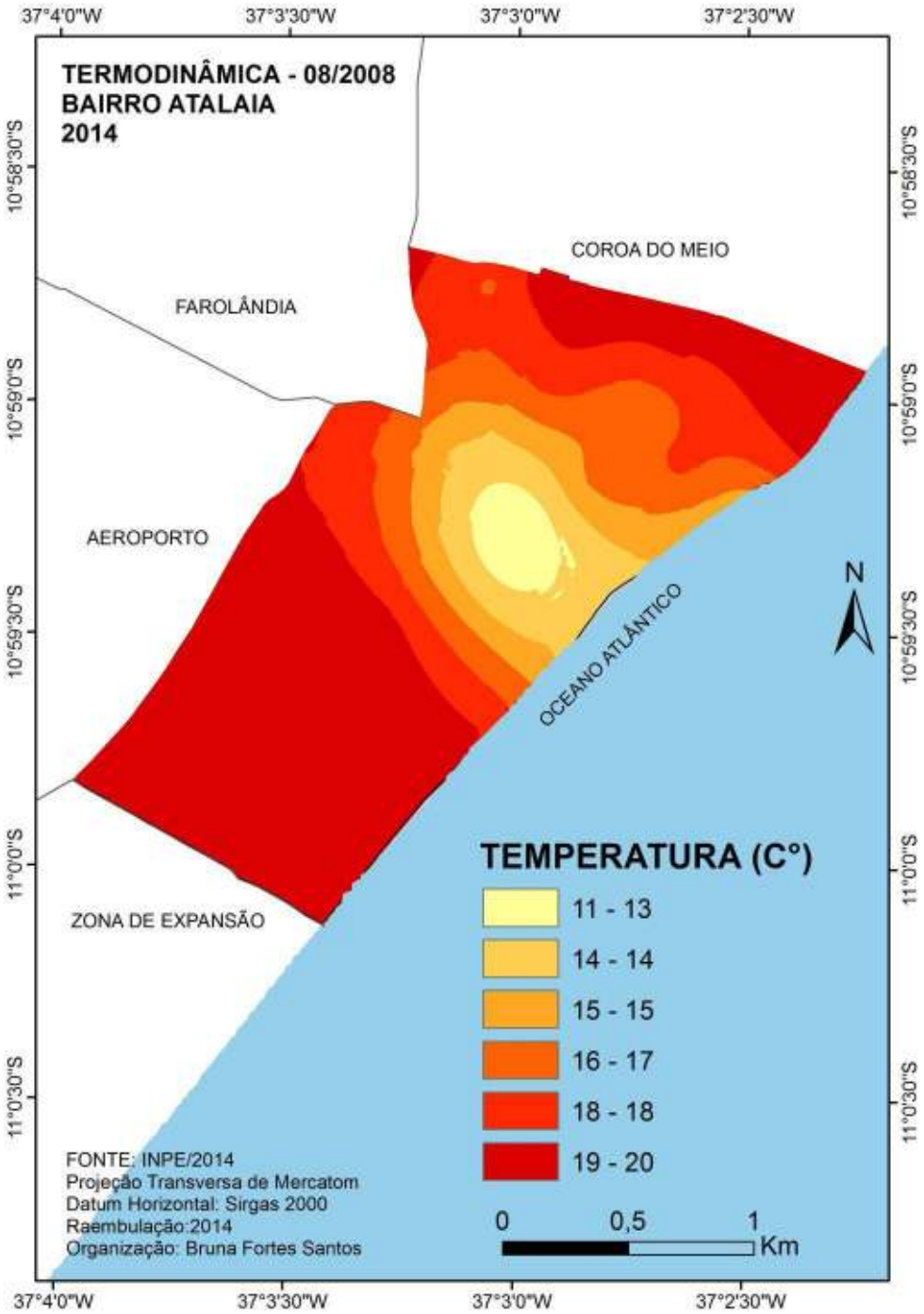


Figura 02- Mapa Termodinâmico Agosto/2008 do bairro Atalaia
Fonte: INPE 2014. Organização: BRUNA FORTES

4- Conclusões

Percebeu-se que tanto no mês de março como agosto do ano de 2008, ocorreram ilhas de frescor, que é um efeito que ocorre em determinadas áreas, em que a temperatura se encontra abaixo do "normal", sendo assim mais frescas. O contraste térmico entre os meses verificados foi de 9ºC. Analisando os dados termais independentes, não ocorre desconforto térmico no mês de agosto, porém não podemos analisar temperatura sem relacionar com a umidade, pois quanto maior a umidade relativa do ar, maior será a temperatura. Portanto, para o mês de agosto a temperatura que organismo humano sentiu foi de 22,5°C.

Amorim (2003) relata que vários trabalhos apresentaram a influência da vegetação no ambiente da cidade, sendo responsáveis por amenizar as temperaturas mais elevadas que provocam desconforto térmico, além de diminuir a velocidade do vento e os impactos provocados pela precipitação, podem ocorrer o fenômeno ilha de frescor.

No mês de março, a sensação térmica é de 35°C, gerando um pouco de desconforto térmico em regiões onde a maior concentração de edificação vertical. Porém nas áreas com mais vegetação e próximas da beira mar, onde o vento não encontra obstáculos, a temperatura é mais amena, de 17°C, com sensação térmica de menos de 20C°.

Observou-se também que as maiores temperaturas encontradas, no mês de março, foram verificadas em pontos de maior urbanização e maior fluxo de pessoas e veículos o que denota o menor albedo e maior capacidade de armazenamento de calor dos materiais que constituem os equipamentos urbanos dessas áreas e o próprio aquecimento promovido pela presença constante de pessoas e veículos. Já no mês de agosto a maior temperaturas se deu nas áreas mais adensadas, não são tão significativa, devido a canalização do vento na região. Esse mês é característico na capital, por ser muito ventoso.

Lombardo (1985) afirma que entre as alterações climáticas mais significativas decorrentes da urbanização, está o fenômeno Ilha de calor. Sendo este, resultado direto das modificações causadas pelo homem na criação do urbano, que interfere no balanço de energia provocando alterações na temperatura, umidade do ar e comportamento dos ventos, incidindo diretamente no conforto térmico dos habitantes.

As observações e reflexões dos dados coletados possibilitaram a dedução de que existem climas intra-urbanos, influenciados pela presença de materiais construtivos, supressão das coberturas naturais, barreiras que impossibilitam a passagem do vento para outras localidades do bairro. Outro fator importante que contribuiu para as observações foi a presença de vegetação, que se apresenta como importante elemento de frescor na amenização dos valores de temperatura dos pontos mais arborizados, o que leva a crer que a vegetação na constituição da paisagem urbana, é de importância impar já que a mesma realiza a função reguladora do campo térmico urbano, qualidade do ar e qualidade ambiental da paisagem da urbe. Assim, os gestores urbanos devem sempre atentar para a ampliação das áreas verdes, afim de que a cidade possa ter condições térmicas mais amenas em seus espaços intra-urbanos.

5- Referências Bibliográficas

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; GOMES, Marcos Antônio Silvestre. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP)**. Caminhos de Geografia 7(10)94-106, set/2003. ISSN 1678-6343.

_____ **Atlas digital SRH 2014.** Banco de Dados Geoespacial de Sergipe – Estudos sobre Recursos Hídricos. Superintendência de recursos hídricos do Estado de Sergipe. 2014.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: http://www.inpe.br/> acesso em: 05,março. 2014.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilhas de Calor nas metrópoles. O exemplo de São Paulo.** Ed. Hucitec, São Paulo, 1985

MENDONÇA, Francisco. **O clima urbano de cidades de pequeno e médio porte: aspectos teóricos-metodológicos e estudo de caso.** In NETO, João L. Sant'Anna; ZAVATINI, João Afonso. org(s) **Variabilidades e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas.** Maringá: Eduem, Pag. 167-192. 2000.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. 1976. 181f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Sistema de referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000). disponível em: www.ibge.com.br.

Criação de um Boletim para o Cadastro Territorial Multifinalitário de áreas de risco geológico no bairro do Mutange, Maceió - AL

Gabriela Dayse da Silva Monteiro[1]
Brian Falcão Farias[1]
Camila Ribeiro Miranda[1]
João Paulo da Hora Nascimento[1]
Nicolli Albuquerque de Carvalho[1]
Juciela Cristina dos Santos[1]

[1] Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Ciências Agrárias – CECA
Departamento de Engenharia de Agrimensura
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
{gabrielladayse, jucielasantos}@gmail.com
{geografojoao}@outlook.com
{briannoe1997, caamilarm, albuquerquenicolli}@hotmail.com

Abstract. This study is linked to the technological extension Project " Registration and Identification of Sustainable Alternatives for the recovery of High Geological Risk Areas and Too High in Maceió, AL" , which has an agreement with the Civil Defense Maceió (COMDEC), and it is coordinated by Prof. Dr. Regla Toujaguez La Rosa Massahud, Prof. MSc. Jhonathan Gomes dos Santos and Prof. MSc. Juciela Cristina dos Santos. The city of Maceió in caracterizes by a pattern of disordered urban occupation, in its perimeter are found: settlements in areas of geological risk, such as: steep slopes, with historical soil landslides; shortage in drainage systems and sanitary sewage, causing major material damages and losses of lives as recorded by the Civil Defense. It was created na informative report for information acquisition on the area using the guidelines for Territorial Multipurpose Cadastre, to better manage and enhance the interventions made in the Mutange district. This report analyzes sócio economic aspects, aspects of hillsides and residential structures. The objective of this pape ris presenting the construction of a specific report to collect information of the study area (Mutange Distric), and clarifications regarding the Technical Mulpurpose Cadastre and its importance in geological risk management areas.

Palavras-chave: Territorial Multipurpose Cadastre, Cadastral Report, Geological Risk, Recovery of Areas, Slopes, Cadastro Territorial Multifinalitário, Boletim Cadastral, Risco Geológico, Recuperação de Áreas, Encostas.

1. Introdução

Para se compreender a importância do uso do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) se faz necessário saber sua definição. De acordo com FIG (1995) o " Cadastro é um inventário público de dados metodicamente organizados, baseado no levantamento dos limites das parcelas existentes em um determinado território" .

Em 2009 o Ministério das Cidades publicou a Portaria 511 a qual traz diretrizes para a Criação, Instituição e Atualização dos Cadastros no Brasil. Este pode ser considerado um primeiro passo com o fim de normatizar os levantamentos cadastrais urbanos no país.

O Cadastro foi originariamente estruturado com fins tributários no Brasil, através do registro de dados que permitiam determinar o valor do imóvel e consequentemente, o valor do imposto. Ainda hoje, a maioria dos Cadastros tem esse objetivo e suas bases de dados constituem o denominado Cadastro Econômico ou Cadastro Fiscal.

Com objetivo apenas tributário, os municípios habitualmente só possuíam informações de

áreas em que a tributação era viável, sendo excluídas as áreas periféricas e de ocupação irregular e assim, omitindo o cadastro territorial como um todo. Neste sentido, o cadastro tributário não possuía utilidade para fins de planejamento e gerenciamento do solo e sua implantação para o aspecto multifinalitário apresenta-se como um desafio a ser superado pelos municípios (Santos, 2013).

Uma das características comuns às cidades brasileiras é a presença da informalidade, a qual se manifesta de diferentes formas, entre as quais uma das mais visíveis e impactantes é a ocupação ilegal de terras. O CTM, como suporte às ações de planejamento e gestão da administração pública, proporciona, por exemplo, a identificação das áreas com a ocupação racional desejável do solo urbano, bem como as áreas que apresentam ocupação irregular (Cunha & Erba, 2010).

Atualmente, o Cadastro Técnico, está sendo aplicado como base para o planejamento urbano e regional, contemplando além dos aspectos econômicos, físicos e jurídicos, dados ambientais e sociais da parcela e das pessoas que nelas habitam (Águila & Erba, 2007 apud Paz, 2011, p.61, 62).

Desta forma, o Cadastro Territorial Multifinalitário se mostra como uma importante ferramenta na gestão territorial, possibilitando um melhor conhecimento do solo urbano e auxiliando na gestão do espaço territorial, já que descreve os imóveis no espaço e abriga informações a respeito de cada um destes.

Entende-se diante das exposições apresentadas que a utilização das diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário pode ser empregada para o auxiliar na gestão de áreas de risco geológico.

A população urbana em Maceió no último censo de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estática (IBGE), aponta que 99,93% da população maceioense concentram-se em área urbana, e apenas 0,07 em área rural.

Cerri & Amaral (1998) (*apud* Reckziegel & Robaina 2005) definem risco geológico como " uma situação de perigo, perda ou dano ao homem e às suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não." O mesmo autor afirma que processos da dinâmica externa, como os deslizamentos de massa, são naturais, não dependendo do homem, porém, a ação antrópica em área ambientalmente frágil acaba por produzir um cenário diferenciado, dito de risco, especialmente àquelas densamente povoadas, situação aplicável ao bairro do Mutange, sendo este um complexo de alto risco geológico em Maceió, atualmente com população total de 2632 pessoas segundo IBGE, dados de 2010.

As áreas de potencial risco descritas por Reckziegel e Robaina (2005) " estão comumente localizadas em encostas" , descritas, por Stochalak (1974) (*apud* Lopes 2005) como, " toda superfície natural inclinada unindo outras duas caracterizadas por diferentes energias gravitacionais." No Mutange, os taludes, áreas mais restritas, são predominados por cortes, escavações feitas pelo homem, no caso, para tornar o terreno inclinado, próprio à construção. Porém, este tipo de ação acaba acelerando os processos naturais de erosão do talude, que segundo Lopes (2007) " é um processo natural de degradação, decomposição, transporte e deposição de materiais de rochas e solo" , passando a sua forma acelerada, que associada a elevada pluviosidade, característica da zona tropical, ver Conti (2001), proporcionam áreas instáveis e susceptíveis a acidentes.

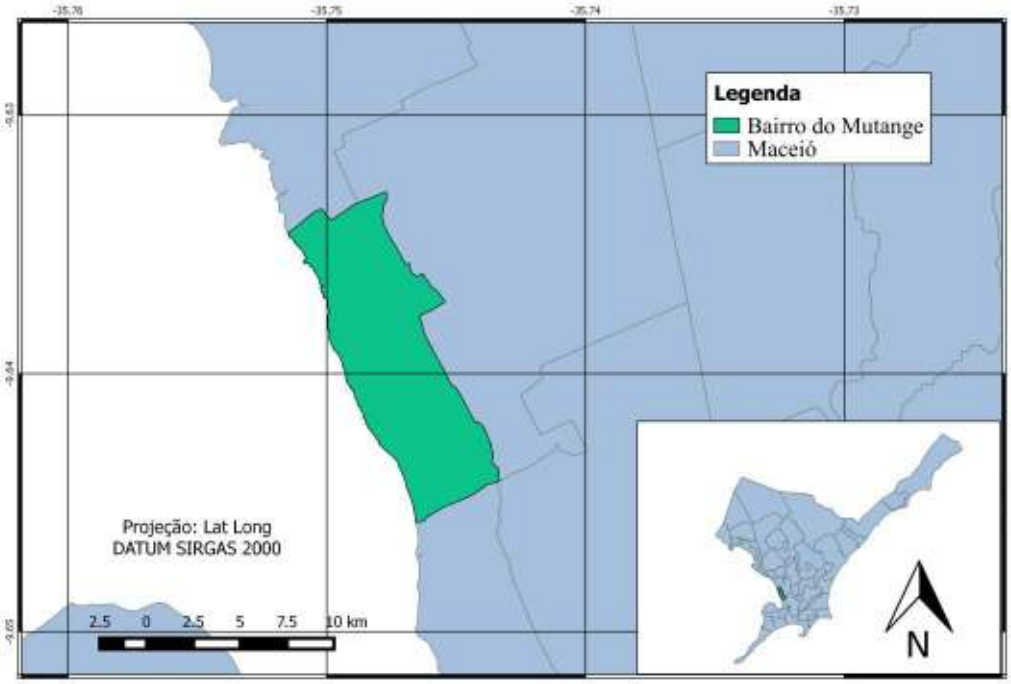
Assim, o bairro do Mutange está localizado em uma área de risco geológico, resultado do processo de ocupação desordenada em área ambientalmente frágil, alteração profunda da paisagem pela ação antrópica, associados aos condicionantes físicos da área.

Com esse entendimento, este trabalho traz como objetivo de análise a criação de um boletim para coleta de informações alfanuméricas para as áreas de risco geológico do Bairro Mutange, Maceió/ AL.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

O Bairro do Mutange está situado no sudoeste do município de Maceió no Estado de Alagoas e foi criado através da Lei Municipal 4.953 em 06 de Janeiro de 2000. Alterando a Lei N° 4687/98, que dispõe sobre o perímetro urbano de Maceió, a divisão de município em regiões administrativas e inclui o abairramento da zona urbana e dá outras providências.



MAPA 01: Localização do Bairro do Mutange, Maceió- AL
Fonte: Autores

A área do Mutange ocupa uma superfície de 0,54km^2 e população de 2.632 habitantes de acordo com o CENSO IBGE de 2010. O bairro tem como ponto inicial e final o encontro da Rua General Hermes com a Rua Ulisses Bandeira (Gruta do padre). À oeste temos o limite com bairro da Chã de Bebedouro, ao norte com bairro Pinheiro, já ao leste temos o limite com Bom Parto e finalmente ao sul o bairro do Mutange é limitado pela Lagoa Mundaú.

O Mutange encontra-se em área de formação barreiras, o que em conjunto com os altos índices pluviométricos do município de Maceió acentua o processo erosivo.

O Município de Maceió tem por característica um padrão de ocupação desordenada, portanto alberga 570 setores de risco distribuídos em 72 assentamentos precários e 7 complexos de risco, dentre os complexos de mais alto risco está o alvo do presente estudo, bairro do Mutange (PMRR, 2007).

Figura 01
Fonte: Autores

Figura 02
Fonte: Autores

Apesar das importantes ações executadas pela Defesa Civil de Maceió-AL (COMDEC) o Mutange ainda encontra-se densamente povoado nas chamadas "grotas" onde encontram-se: assentamentos em áreas de risco geológico como encostas íngremes, histórico de escorregamentos de solo, escassez em sistema de drenagem e esgotamento sanitário, causando grandes prejuízos materiais registrados pela Defesa Civil. Diante dessa realidade o registro das informações no Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) através do preenchimento dos boletins de campo por regiões pré-definidas fornecerá suporte aos órgãos de gerenciamento na tomada de decisões, por meio da Integração de informação territorial, social, econômica, jurídica, ambiental entre outros.

2.2 Elaboração do Boletim Cadastral

A construção de um boletim cadastral para a área de estudo baseou-se na necessidade de informações imediatas sobre as áreas de risco a qual se encontram as residências. Para essa construção foi realizada uma pesquisa de boletins utilizados para o mesmo fim e já consolidados em outras regiões do país, além de utilizar as orientações da Portaria 511/09 como base para a metodologia de levantamentos de informações cadastrais.

Foram consultados o boletim para Mapeamento de Risco de Escorregamento utilizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2007) e os Boletins utilizados no Cadastro Territorial do Município de Arapiraca, que utilizou as diretrizes ministerial em sua concepção. Todas essas informações foram adequadas às necessidades da COMDEC (Coordenadoria Municipal de defesa Civil) e aspectos sociais e ambientais da região, não se destinando a ser completo para a utilização multifinalitária como um todo, mas atendendo aos preceitos normativos expostos pela portaria mediante aos fins a que se destina.

3. Resultados e Discussões

O Boletim criado apresenta informações de aspecto socioeconômico dos moradores, aspectos referentes às encostas e informações estruturais das habitações e infraestrutura da via. Esses aspectos foram considerados relevantes tendo em vista que a possibilidade de intervenções na área é iminente e dessa forma, dados referentes à atual estrutura das moradias e de seus habitantes são de fundamental relevância.

Figura 03
Fonte: Autores

Nas informações socioeconômicas foram inseridos dados referentes à pessoa entrevistada, como nome, idade, estado civil e grau de escolaridade, além de informações sobre a família, número de moradores e suas respectivas faixas etárias, renda familiar, tempo de moradia, etc.

Para as informações de encostas, o boletim foi separado em cinco itens a serem observados, definidos a seguir:

- Quanto ao tipo de encosta: encosta natural ou talude de corte e aterro, altura máxima da encosta, grau de inclinação, distancia da encosta para a moradia, presença de lixo e/ou entulho;
- Quanto à água: concentração de água da chuva em superfície, vazamento de tubulação, lançamento de água servida em superfície, surgência de água;
- Quanto à vegetação: presença de árvores, de vegetação rasteira, de área de cultivo e/ou área desmatada;
- Quanto a evidencia de movimentação: trincas na moradia; trincas no terreno; árvores, postes e/ou muros inclinados; muros e/ou paredes embarrigadas; cicatriz de escorregamento; etc;
- Quanto aos processos de instabilização esperados ou já ocorridos: escorregamento em encosta natural, escorregamento em talude de corte, erosão, etc.

Uma figura (Figura xx) foi inserida no boletim com o fim de auxiliar o cadastrador quanto à inclinação da encosta observada, a mesma sendo importada do boletim do IPT.

Figura 04
Fonte: Instituto de Pesquisa Tecnológica- ITP

Para a coleta dos dados referentes à estrutura das moradias foram analisados o tipo de ocupação (casa, comercio, serviço); instalações físicas (alvenaria, taipa, outra); forma de ocupação (própria, alugada, cedida, financiada), tipologia da coberta (telha cerâmica, telha fibrocimento, laje), número de cômodos, destino do esgoto (fossa, rede pública), importados do boletim de edificações do município de Arapiraca, além de dados referentes a existência de risco (desabamento ou desmoronamento), e a necessidade de remoção da casa.

Referente à infraestrutura da via serão obtidos dados sobre a existência de abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário, de iluminação pública, coleta de lixo, erosão, pavimentação da via, drenagem e se a rua está localizada próxima a uma encosta.

O Boletim ainda apresenta campo especifico para inserção de um código de localização da residência e a inserção de coordenadas geográficas do imóvel cadastrado. Isso, pois os dados serão inseridos em plataforma SIG para que as análises espaciais sejam possíveis, com a preocupação de compatibilidade entre as chaves primárias do banco de dados da COMDEC e o banco de dados a ser criado, possibilitando interoperabilidade entre os mesmos.

4. Conclusões

No presente trabalho utilizamos o CTM de forma não convencional, adequando os boletins cadastrais aos estudos de risco geológico do Bairro Mutange, buscando potencializar as intervenções feitas pela COMDEC, e demais órgãos públicos nas áreas. A criação do banco de dados que será lançado em plataforma computacional SIG facilitará o monitoramento da dinâmica socioambiental da área, o que dará suporte aos trabalhos lá realizados, além de identificar novas medidas corretivas e preventivas que venham minimizar os danos causados pelos movimentos de massas à paisagem naturalmente frágil.

Agradecimentos

À professora Juciela Cristina dos Santos pela orientação e apoio, aos professores Regla Toujaguez e Jhonathan Santos pelas sugestões e incentivo. Ao GeoAlagoas por contribuir para que com este espaço pudéssemos expor nosso trabalho e conhecimento, e à COMDEC por nos conceder informações que permitiram a construção desse boletim, além do suporte para que o processo de cadastro venha sendo realizado.

Referências Bibliográficas

BRASIL. MINISTERIO DAS CIDADES / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Apresentação do roteiro metodológico para análise de risco e mapeamento de áreas de risco em setores de encosta e baixada, com enfoque em deslizamentos de solo. In: **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** CARVALHO, Celso S., MACEDO, Eduardo. S. de, OGURA, Agostinho T. (Orgs.). Brasília: 2007. cap.4, p. 49-86. Disponível em:<http://bibspi.planejamento.gov.br/handle/iditem/185>. Acesso em: 06 agosto de 2015.

CONTI, J. B. Resgatando a " fisiologia da paisagem" **Revista do departamento de geografia,** São Paulo (SP), 59-68, 2001. Disponível em: < http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_14/RDG14_Conti.pdf> Acesso em: 26 de Julho de 2015

CUNHA & ERBA. **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitarionos municipios brasileiros**. Organizaçadores: Eglaisa Micheline Pontes e Diego Alfonso Erba – Brasilia: Ministério das Cidades, 2010.

FIG. **The FIG statement on the cadastre**, FIG Publication nº 11. 1995. 0-644-4533-1

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, IBGE, 2011. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/bairros-de-alagoas/resource/86a10827-fd51-46ec-aca7-9f65583dfa80> Acesso em: 27 de Julho de 2015

LOPES, A. P. R. **Mapeamento do potencial de instabilização de taludes rodoviários usando SIG e seções geológico-geotécnicas de campo com aplicação na rodovia SP-310**. Dissertação. (Mestrado em geotecnia)- Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2007. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-04032008-213923/pt-br.php> Acesso em: 26 de Julho de 2015

PAZ, R. M. **Integração do Sistema de Informações Geográficas e do Cadastro Técnico Multifinalitário para zoneamento de áreas de risco com base na pedologia**. Dissertação (Mestrado em engenharia civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/CongressoDUR/dissertacoes/INTEGRA%C3%87%C3%83O%20DO%20SI

TEMA%20DE%20INFORMA%C3%87%C3%95ES.pdf> Acesso em: 24 de Julho de 2015

PMRR. Plano Municipal de Redução de Risco. **Ministério das Cidades**. Maceió, AL. vol. 1-5. 2007.

PORTARIA N - 511, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2009: **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros**. Ministério das Cidades, 2009.

RECKZIEGEL, B.W.; ROBAINA, L. E. S. Riscos geológico-geomorfológicos: revisão conceitual. **Ciência e natureza**, UFSM, 65-83, 2005. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaenatura/article/view/9679>
Acesso em: 27 de Julho de 2015

SANTOS, J.C. **Desafios para a Implementação de um Cadastro Territorial Multifinalitário: questões técnicas, administrativas e políticas do cadastro de Arapiraca-AL**. Recife, PE, 2013.

Determinação da fragilidade potencial e emergente dos ambientes antropizados do Município de Maceió, Alagoas - Brasil.

Edilsa Oliveira dos Santos [1]
James Rafael Ulisses dos Santos [2]
Tamires Aparecida Batista de Oliveira [3]

[1] Universidade Federal de Sergipe - UFS
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO
Av. Marechal Rondon, S/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, Brasil, CEP 49100-000
edilsa.geo@hotmail.com

[2] Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias.
Av. Fernando Ferrari, 514 - 29075-973 - Vitória - ES, Brasil.
Jamesrulisses@gmail.com

[3] Faculdade José Augusto Vieira – FJAV
Praça Nossa Senhora Aparecida, 40 - Cidade Nova, Lagarto - SE, Brasil, CEP 49400-000
tamires_ufs@yahoo.com.br

Abstract. The study deals with the analysis of fragility potential and emerging of environments that have a high susceptibility for the occurrence of mass moves (slides) and flooding in the municipality of Maceió, Alagoas, Brazil. These natural processes are triggered due to the form of use and occupation spatial of the region, as in the case of irregular constructions going up the steep slopes, fact that contributes to the triggering landslides. At the back of the valleys also occur constant landslides and floods (flooding) and the tidal lagoon plains highlights the association of the two processes mentioned above. The methodology was carried out survey of the material literature in scientific articles and books related to the theme of this study, as well as field visits to validate the mapping produced in cabinet with the help of Geographic Information Systems - SIG. And it adopted the method of the fragility of anthropogenic environments developed by Ross (1994), for mapping the stable ecodynamics units and unstable ecodynamics units, supported ecodynamics the concept Tricart (1977). This type of analysis is of great relevance study aimed at the management, order and planning of the territory in an integrated perspective of natural and human elements that make up a particular spatial area, the level of environmental analysis, as in the above study area.

Palavras-Chave: vulnerability, anthropogenic action, territorial planning, SIG, vulnerabilidade, ação antropogênica, planejamento territorial, SIG.

1. Introdução

A fragilidade ambiental é estudada sobre a ótica da integração dos atributos que constituem os elementos naturais e antrópicos da porção estudada. Dessa maneira, o estudo da vulnerabilidade dos ambientes, busca analisar de forma integrada para compreender o espaço estudado, os seguintes componentes: substrato rochoso, classes de solos, formas de relevo, vegetação, grau de uso da terra por intermédio da ação antrópica. (CRUZ., *et al* 2010).

O estudo da integração dos elementos de um dado território parte do pressuposto que é necessário a percepção do arranjo dinâmico dos ambientes naturais, sem ou com as práticas intervencionistas do ser humano. Todavia, é de sumária importância o mapeamento de unidades de paisagens analisadas levando em conta suas fragilidades, ante aos processos condicionantes de cunho materiais, bem como prováveis intervenções antrópicas. (CRUZ., *et al* 2010.).

O mapeamento da fragilidade ambiental se tornou uma ferramenta essencial e das mais utilizadas pelo poder público na gestão dos ambientes naturais e antropizados, visando o planejamento territorial. Os mapas ou cartas da fragilidade ambiental determinam uma análise integrada dos componentes físicos, bióticos e antrógênicos, possibilitando avaliar as potencialidades do meio ambiente, e que dessa forma resulta na compartimentação dos elementos, conforme seus aspectos naturais e restrições socioambientais (CARMO., *et al,* 2011).

Este trabalho tem como objetivo analisar a fragilidade potencial e emergente do município de Maceió – AL, este que devido aos seus aspectos físicos e formas de ocupação espacial humana, proporciona o surgimento de deslizamentos e inundações, caracterizando-se como áreas de risco.

2. Metodologia do Trabalho

2.1 Localização da Área de Estudo

O município de Maceió tem uma área é de 503,65 Km², e encontra-se na mesorregião do leste do Estado e na microrregião geográfica de Maceió, tem como municípios limítrofes, ao norte Flexeiras, São Luís do Quitunde, Barra de Santo Antônio e Paripueira; ao sul faz limite com Coqueiro Seco, Marechal Deodoro e o Oceano Atlântico; a oeste com Messias, Rio Largo, Satuba e Santa Luzia do Norte. (IBGE, 2010). (Figura 1).

O clima caracteriza-se como sub-úmido seco, com uma deficiência hídrica moderada, megatérmico, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite-Mather (Ferreira Neto *et al.*, 2004). Apresentando uma evapotranspiração potencial anual média correspondente a 1193 mm, com maior concentração nos meses de outubro e janeiro, sendo considerados os meses mais quentes do solstício de verão.

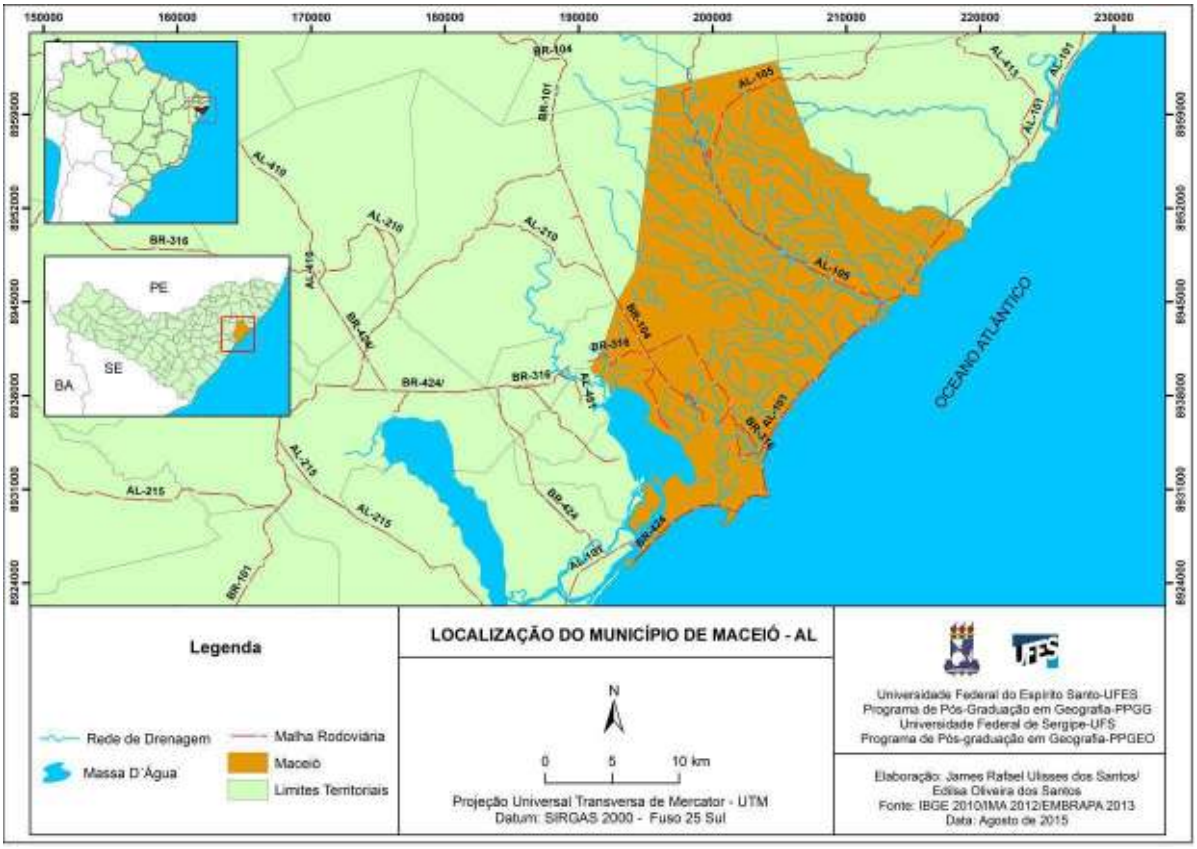


Figura 1. Localização do município de Maceió (AL)
(Elaboração: SANTOS, J. R. U; SANTOS, E . O, 2015).

2.2 Materiais e Método

Para atender aos objetivos propostos nesse trabalho teve-se como materiais e métodos os seguintes: levantamento do material bibliográfico (artigos científicos e livros), investigação de campo para validar o mapeamento realizado com auxilio dos Sistemas de Informações Geográficas - SIGs e cartográfico nos sites de órgãos como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), sendo realizado o download dos planos de informações em escala 1:250.000 dos limites territoriais (no formato vetorial); Instituto do Meio Ambiente/ IMA – AL (2012); Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA adquiriu-se as imagens SRTM em formato raster com pixel de 90 m. Essas informações foram necessárias para a produção dos mapas síntese da fragilidade dos ambientes atropizados de Maceió.

A metodológica adotada nesse estudo teve-se por base o método de mapeamento da Fragilidade dos ambientes Antropizados desenvolvido por Ross (1994).

Para o autor a análise da fragilidade dos ambientes naturais se faz necessárias ao passo que se deseja aplicá-la a nível de planejamento ambiental, apoiado-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas estabelecidas por Tricart (1977), levando-se em consideração o conceito de Pedogênese (formação dos solos) e Morfogênese (erosão dos solos).

Sendo um conceito ecológico que trata o ambiente sobre a perspectiva da Teoria dos Sistemas, partindo-se da conjectura que no meio natural os intercâmbios de energia e matéria realiza-se por intermédio do equilíbrio dinâmico.

O equilíbrio altera-se com certa frequência, todavia, devido às ações antrópicas na natureza, e dessa maneira contribuindo para o estado de desequilíbrio, quer seja temporário, quer seja permanente. De acordo com Tricart (1977), quando os ambientes encontram-se em equilíbrio dinâmico são estáveis, e quando encontram-se em desequilíbrio são instáveis. Entretanto, Ross (1990), se apropriou desse conceito acrescentou outros novos critérios que

denominou de Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis (ROSS, 1994).

Essas Unidades Ecodinâmicas são definidas por Ross (1994) tendo por base Tricart (1977), da seguinte forma:

- Unidades Ecodinâmicas Estáveis - são aqueles que encontram-se em equilíbrio dinâmico, e de certa forma, não foram dizimadas pelas práticas humanas, ou seja, apresentando-se em seus aspectos naturais.

- Unidades Ecodinâmicas Instáveis - são aquelas que sofrem modificações antrópicas alterando significativamente os ambientes naturais por intermédio dos desmatamentos e variadas práticas para fins de atividades econômicas.

Com a finalidade de utilizar esses conceitos para fins de planejamento ambiental, o autor foi muito mais além na sua proposta, estipulando para as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente, uma hierarquia de graus (classes) de fragilidade, iniciando na Instabilidade Muita Fraca a Muito Forte. E seguindo-se o mesmo padrão de classificação para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de instabilidade Potencial de Muito Fraca a Muito Forte (ROSS, 1994). (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias hierárquicas da fragilidade ambiental e as classes de declividade (adaptado de Ross, 1994).

Categorias Hierárquicas de Fragilidade	**Classes de Declividade (%)**
Muito Fraca (1)	ate 6%
Fraca (2)	de 6 a 12%
Média (3)	de 12 a 20%
Forte (4)	de 20 a 30%
Muito Forte (5)	acima de 30%

Para a confecção dos mapas síntese da fragilidade dos ambientes antropizados, seguem-se o método adotado por Ross (1994) no cruzamento dos planos de informações necessários para a modelagem através da fórmula (Equação): PId + PIs = PIfp/2. Sendo: Classe de declividade + Classes de Solos = Fragilidade Potencial/2. Após o cruzamento dos planos de informações das classes de declividade com o de classes de solos, faz-se uma média ponderada, dividindo a soma dos planos por dois, e gerando a Fragilidade Potencial.

Após essa etapa, por meio da fórmula: PIfp + PIuct/2 = Pife, (Plano de Informação da Fragilidade Potencial mais o Plano de Informação do Uso e Cobertura da Terra) gera-se o mapa síntese da Fragilidade Emergente. Essa operacionalização está descrita no fluxograma abaixo (Figura 2):

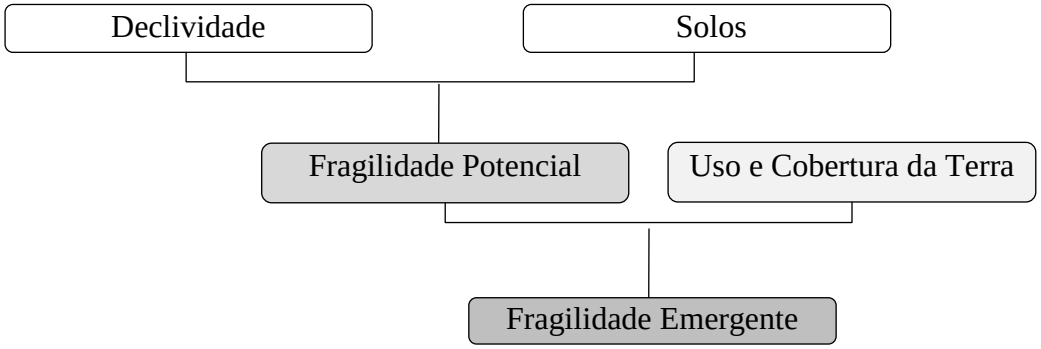


Figura 2 - Fluxograma das etapas de elaboração do mapa síntese de Fragilidade Potencial e Emergente de acordo com a metodologia de Ross (1994).

3. Resultados e Discussões

A cidade de Maceió, assim como muitas cidades brasileiras, tem populações residindo em encostas urbanas, sujeitas a constantes movimentos de massa e alagamentos, por isso sendo consideradas áreas de riscos naturais. Devendo-se isso a ausência dos serviços essenciais como: saneamento básico, ordenamento e planejamento urbano (Figuras 3 e 4). Nessa perspectiva, Anjos (2004), destaca que:

> "A cidade de Maceió, a exemplo de outros grandes centros, possui vazios urbanos, constituídos de encostas, frequentemente ocupadas por populações de baixa renda que, pela falta de opções, normalmente financeiras, invadem e, de forma indisciplinada, ocupam espaços que no mínimo necessitariam ser preservados. O poder público, por outro lado, por questões diversas, convive com as invasões, absorvendo para si a responsabilidade social do fato apenas pela ocasião de tragédias iminentes, caracterizando um processo velado de assistencialismo" (ANJOS, 2004, p. 208).

Figuras 3. Ocupação desordenada na encosta da comunidade Flechal de Cima, no bairro de Bebedouro em Maceió. 4. E Cicatriz de um deslizamento na encosta, que destruiu parte uma casa na mesma comunidade em 2013. (Fonte: SANTOS, J. R. U, 2013).

Para Oliveira (2004), o processo de ocupação do sítio urbano de Maceió se deu de uma forma tão rápida e sem planejamento que tem sido complexo explicar o atual quadro da infraestrutura urbana da cidade, particularmente com relação aos constantes alagamentos e deslizamentos nas encostas, afetando as ruas de comunidades carentes, esses fatos tem se

tornado característicos, e muitas vezes deixados de lado pelos gestores públicos, e como consequência tem levado à modificações nas paisagens das encostas em Maceió.

O mapa síntese da fragilidade potencial foi confeccionado por meio do cruzamento dos planos de informações das classes de declividade sendo-as: < 6%, 6% a 12%, 12% a 20% e >30%, e as classes de solos, sendo encontradas as seguintes: argissolo acinzentado, argissolo amarelo, argissolo vermelho-amarelo, Espodossolo Humilúvico, Gleissolo, Latossolo Amarelo, Neossolo Flúvico, Neossolo Quartzarênico e Solos de Mangue.

Esses parâmetros foram determinantes para o estabelecimento da fragilidade potencial da área de estudo.

O mapa abaixo apresenta quatro classes, descritas como unidades ecodinâmica estável ou fragilidade potencial da área de estudo, podendo ser verificado que os tabuleiros costeiros estão inseridos nas Classes Muito Baixa e Média, os rebordos dissecados dos tabuleiros enquadram na Classe Alta e as encostas e os fundos dos vales fluviais entalhados nas litologias da Formação Barreiras insere-se na Classe Muito Alta. (Figura 5).

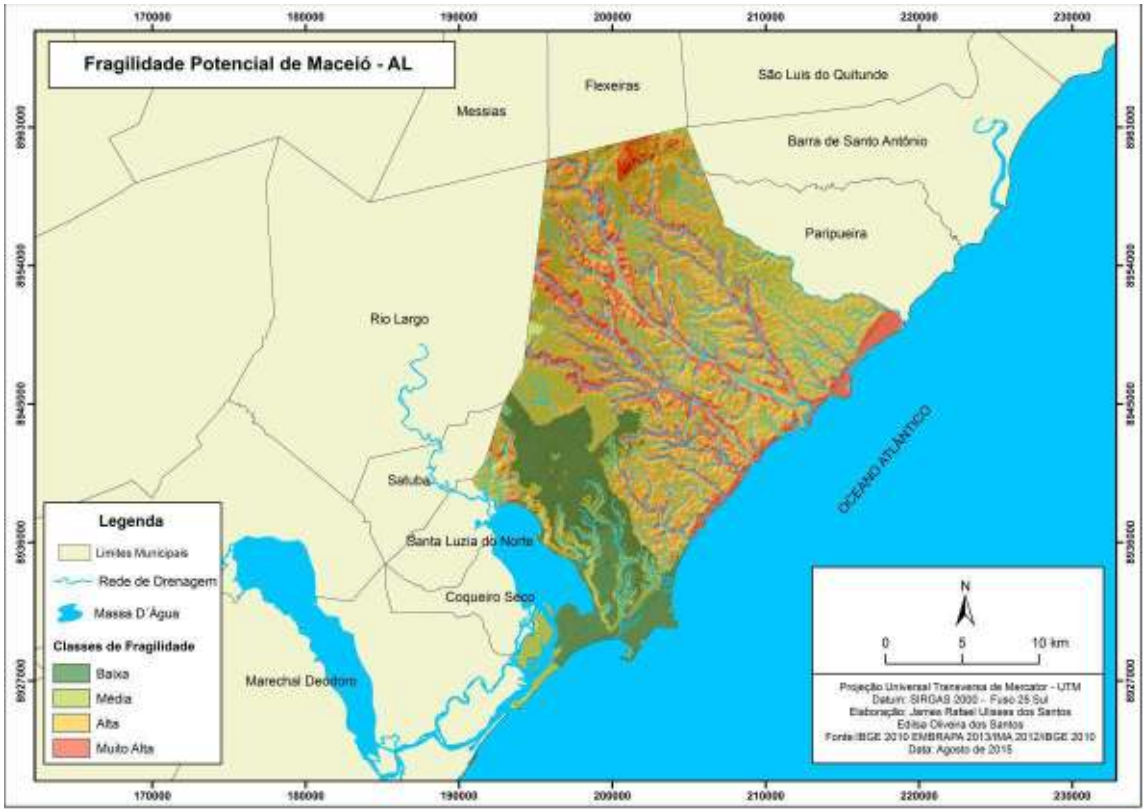


Figura 5. Mapa das classes de fragilidade potencial do município de Maceió (Elaboração: SANTOS, J. R. U; SANTOS, E. O, 2015).

As classes de uso e cobertura da terra do município de Maceió estão representadas na tabela 2, onde podem ser destacadas a porcentagem dos principais usos, como a monocultura da cana de açúcar com 54,8%, solo exposto com 10,45%, à área urbana com 10,7 e a vegetação remanescente de mata atlântica com 13,09%. Essas quatro classes juntas correspondem a 89,09% da área total, e os 10,91% representam as demais classes de uso.

Tabela 2. Classes de uso e cobertura da terra, da área em km^2, m e ha e a porcentagem da área de estudo. (Fonte: adaptado de IMA-AL, 2010).

Classes de Uso e Cobertura da terra	Área km^2	Área m	Área ha	Porcentagem %
Sombra de Nuvens*	3,3	3298420,50	329,84	0,65
Cana de Açúcar	275,98	275981252,07	27598,13	54,8
Remanescente de mata atlântica	65,95	65952375,04	6595,24	13,09
Pastagem em área úmida	18,07	18067805,34	1806,78	3,59
Sombra de Nuvens	5,84	5842297,83	584,23	1,16
Solo exposto*	52,65	52653989,74	5265,4	10,45
Área urbana	53,9	53901336,01	5390,13	10,7
Massa D´Água	18,49	18485275,30	1848,53	3,67
Mangue	5,84	5835621,64	583,56	1,16
Plantio de Coco	3,63	3627306,68	362,73	0,72
Total	**503,65**	**503645680,2**	**50364,57**	**100**

*As sombras de nuvens foram levadas em consideração para o cálculo, devido a base de dados contem estas informação, caso fossem suprimidas a porcentagem não daria 100%.

A unidade ecodinâmica instável ou fragilidade emergente foi determinada a partir do cruzamento da fragilidade potencial com as classes de uso e cobertura da terra, que leva em consideração as alterações desencadeadas pela ação antropogênica sobre o meio ambiente. Para o município de Maceió foram determinadas quatro classes de fragilidade: as classes baixa e média representam os topos de tabuleiros costeiros e as classes alta e muito alta estão destacando as encostas, que caracterizam-se como áreas de risco devida a elevada suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos, e os fundos dos vales fluviais onde também acontecem deslizamentos e inundações. (Figura 6).

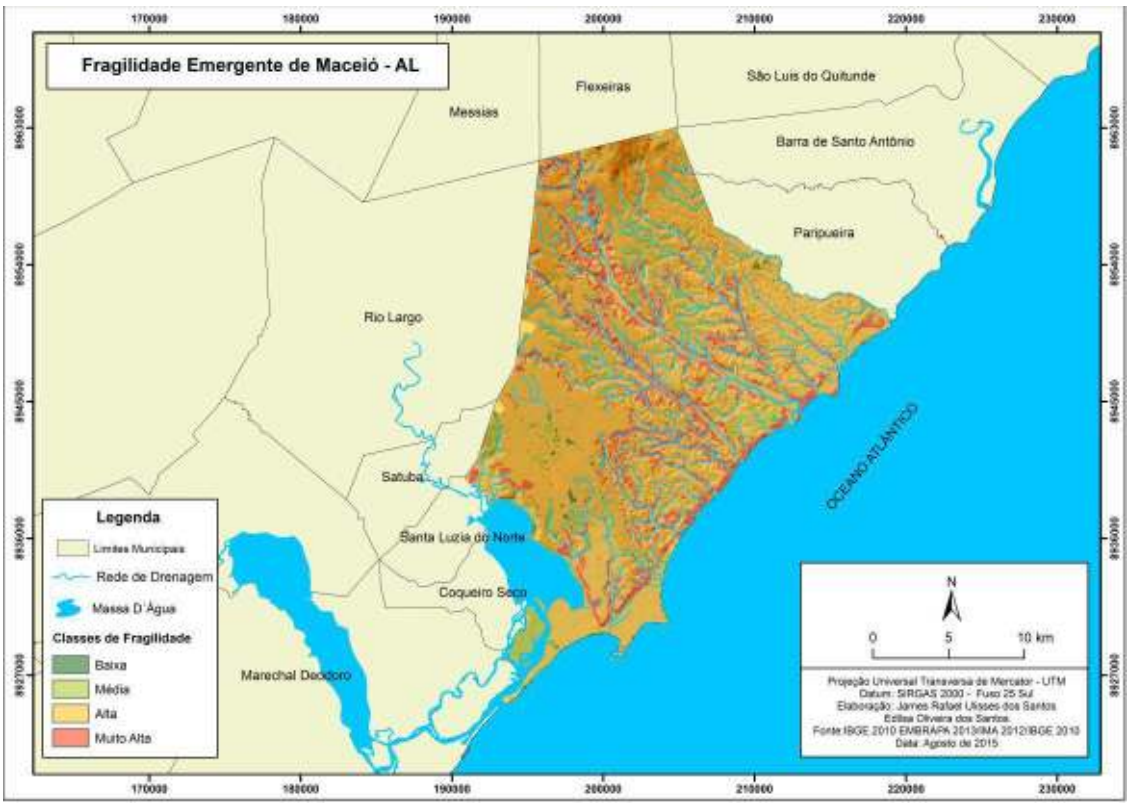


Figura 6. Mapa síntese da fragilidade emergente do município de Maceió (Elaboração: SANTOS, J. R. U; SANTOS, E. O, 2015).

4. Conclusões

Os estudos da fragilidade ambiental tem uma grande importância para auxiliar na gestão, ordenamento e planejamento das áreas que apresentam alto grau de vulnerabilidade à ocorrência de eventos naturais como os movimentos de massa, erosão dos solos e inundações, isso associado com as ações antopogênicas, que dinamizam as mudanças e como consequências alteram o equilíbrio dinâmico do meio ambiente.

A aplicação desse estudo para o município de Maceió apresentou resultados satisfatórios, pois determinou as unidades ecodinômicas estáveis ou potenciais e as unidades ecodinâmicas instáveis ou emergentes com um certo grau de confiabilidade na integração dos elementos da paisagem no recorte espacial analisado.

Referências

ANJOS, C. A. M. Ocupação de encostas urbanas: uma dicotomia socioambiental. In: Geografia**: espaço, tempo e planejamento**. ARAÚJO, L. M (Org.) – Maceió: Ed. Edufal, 2004, p. 320.

CARMO, J. P. A; Souza, G. F; POLIDORO, M; LOLLO, J. A . **Análise da fragilidade ambiental em áreas urbanas. O caso do município de Londrina – PR.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.0855.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL – COMDEC. **Plano Municipal de Redução de Riscos – Produto 2**. **Relatório de Mapeamento de Risco**. Maceió, Julho de 2007.

CRUZ, L. M; JÚNIOR, J. F. P; RODRIGUES, S. C. **Abordagem Cartografica da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Glória – MG.** Revista Brasileira de Cartografia Nº 62/03, (ISSN 0560-4613), 2010.

FERREIRA NETO, J. V.; SANTOS, R. J. Q.; LIMA, R. C. A. Os recursos hídricos da área do Tabuleiro do Martins – Maceió –AL. In: Geografia**: espaço, tempo e planejamento**. ARAÚJO, L. M (Org.) – Maceió: Ed. Edufal, 2004, 320p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em < http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm> Acessado em Novembro de 2014.

Instituto do Meio Ambiente – IMA/AL. Diretoria de Unidades de Conservação – DIRUC. Setor de Geoprocessamento. Disponível em < http://www.ima.al.gov.br/diretorias/diruc> Acessado em Dezembro de 2013.

OLIVEIRA, M. R. Itinerário geo-histórico das paísagens e dos lugares de Maceió. In: Geografia**: espaço, tempo e planejamento**. ARAÚJO, L. M (Org.) – Maceió: Ed. Edufal, 2004, 320 p.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

TRICART, J. – **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.

Diagnóstico e espacialização de eventos de movimentos de massa no município de Maceió - AL

Carlos de Oliveira Bispo [1]
Ferdnando Mariano Brito Silva [1]
Rogério Ewerton Ferreira da Silva Nascimento [1]
Patrícia dos Santos [1]
Joanna Borba [2]
Regla Toujaguez[1]

[1] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil,
CEP 57072-900
bispocarlos93@gmail.com; fednando.mbs@gmail.com; rogerioewertonufal@gmail.com;
patricya.santos@hotmail.com; toujague@yahoo.com

[2] Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Maceió - COMDEC
Avenida Governador Afrânio Lages, 297. Farol. Maceió-AL, Brasil,
CEP 57050-015
borbajoanna@gmail.com

Abstract.

The number of people living in risk areas of erosion, landslides, and floods has increased substantially over the last 20 years. In Brazil, this is no different. The main damages associated with this practice are severe loss of soil and loss of life. Therefore, knowing the spatial distribution of human occupation in these areas is critical for better spatial identification of associated processes and the recovery of the affected areas. In such cases, the use of geotechnology has proven to be a viable tool for mapping and environmental assessment of geological and geomorphological risk areas. After heavy rains in July 2015 in the city of Maceio, we attended the request of the municipal authorities of civil defense to realize a diagnose and to propose spatialize two accelerated soil loss events occurring in high geological risk sectors of the city. For gathering information in the field were used field notes, previous and georeferenced vector files available on Agro-Ecological Zoning of the State of Alagoas for data processing. Soil loss processes in the areas identified were: rain erosion followed by landslides. The spatial distribution of data recorded in the field with the use of vectors, provided to the Maceio Civil Defense new tools with capability to view, store, manage and prevent, effectively, the occurrence of subsequent soil loss events in the geological and geomorphological risk areas of the city.

Palavras-chave: geological risk, landslides, erosion, geotechnologies, risco geológico, escorregamentos, erosão, geotecnologias.

1. Introdução

Nos últimos 20 anos a ocupação desordenada de encostas urbanas tem se tornado um problema recorrente na maioria das cidades brasileiras. Tragédias relacionadas a processos destrutivos do solo: erosão acelerada, escorregamentos e enchentes tem afetado e afetam várias regiões do Brasil (BRASIL, 2007). Principalmente a região Nordeste detém, depois do Centro Oeste, o maior número de desastres (27%) devido à diversas formas de erosão. Diferente dos movimentos de massa os quais afetaram o nordeste do país em menor proporção (4,23%). Embora, as vezes, com resultados catastróficos (CENAD, 2012).

A maioria desses desastres poderiam ter sido evitados, ou ao menos minimizados, com um planejamento territorial eficaz. Aliado a campanhas de conscientização permanentes sobre os benefícios de uma ocupação adequada (Parizzi, 2014). Porém, ante a carência dessas ações

prévias, o resultado é a ocorrência frequente de desastres devido ao mal uso e ocupação do solo em áreas que, pelas suas limitações geológico- geomorfológicas são consideradas impróprias para habitação (Jorge e Guerra, 2013; Correia, 2010). Essas limitações são verificadas em campo a partir de parâmetros condicionantes de: susceptibilidade e vulnerabilidade indicando o grau de risco geológico da área.

Área de risco geológico é um local passível de ser atingido por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. Vulnerabilidade entende-se como o grau de perda que uma comunidade pode sofrer ao ser afetada por um fenômeno ou processo. Já suscetibilidade se refere à potencialidade da área para a ocorrência de processos como os movimentos de massa. Sejam estes de origem natural ou induzidos pela ação antrópica (Brasil, 2007).

Os movimentos de massa, e dentro destes os mais comuns, os escorregamentos, resultam da ruptura de solo/rocha sob ação direta da gravidade, devido à redução da resistência dos materiais de vertente. Trata-se de movimentos coletivos de material sem ação direta da água. A qual, quando presente, pode ocasionar verdadeiros desastres (Tominaga, 2009). Porém, para que esses movimentos aconteçam diversos condicionantes do ambiente agem em conjunto. São eles, condicionantes geológicos (tipo de rocha e suas características físico-químicas e mecânicas), geomorfológicos (declividade), pedológicos (textura do solo/ presença de planta de cobertura e espécie), climáticos (regime de chuvas) e antrópicos (uso do solo) (Tominaga, 2009; Bigarella, 2003).

Maceió, município do estado de Alagoas-Brasil se encontra no contexto geológico da bacia sedimentar Alagoas-Sergipe, de idade Cenozoica. Composta, principalmente, de sedimentos pouco ou mal consolidados (areia fina a grossa, pouco argilosa) da Formação Barreiras (CPRM,2012). A qual é considerada condicionante geológico importante no território para a ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa (Rodrigues, et al, 2013). Junto à Geologia, os condicionantes geomorfológicos: alta declividade e ambiente de tabuleiros costeiros podem ser agravados pelos condicionantes climáticos (chuvas de inverno) e, pela ação antrópica (ocupação desordenada) (PMRR, 2007; CENAD, 2014).

A pesar da importância desses condicionantes na análise dos movimentos de massa, segundo Pinto, et al (2013) a litologia (condicionantes geológicos) é às vezes substituída, erroneamente, por informações pedológicas. A cobertura vegetal e o tipo de solo são parâmetros ainda parcialmente utilizados em estudos de risco. Mesmo com auxílio de Geotecnologias as quais permitem tratar um volume considerável de dados em gabinete poupando tempo e recursos. E permitindo o diagnostico rápido dos movimentos de massa (Leal *et. al*, 2012).

Falta as vezes conhecimento por parte dos tomadores de decisões (como a Defesa Civil) sobre ferramentas Geotecnológicas como Sensoriamento Remoto e Sistema de Posicionamento Global (GPS) (INPE, 2008). E sobre o papel dos distintos condicionantes do meio na ocorrência de desastres.

Portanto, atendendo à solicitação da Defesa Civil de Maceió de analisar os movimentos de massa ocorridos no município em Julho de 2015 e, no intuito de contribuir com esse órgão na troca de conhecimentos sobre uso de Geotecnologias para a gestão de risco, o presente trabalho objetiva: diagnosticar e espacializar dois movimentos de massa ocorridos no município de Maceió – AL. Através da integração de geotecnologias e a análise dos condicionantes que aceleram esses processos em campo. Espera se com este estudo, subsidiar a tomada de decisões da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil no município de Maceió – COMDEC.

2. Metodologia de Trabalho

Localização da área de estudo.

Os escorregamentos alvo deste estudo localizam se no município de Maceió (IBGE, 2010). Situado na parte leste do Estado de Alagoas com coordenadas geográficas: 9°39´57¨ S e 35°44´07’’ W (**Figura 1**).

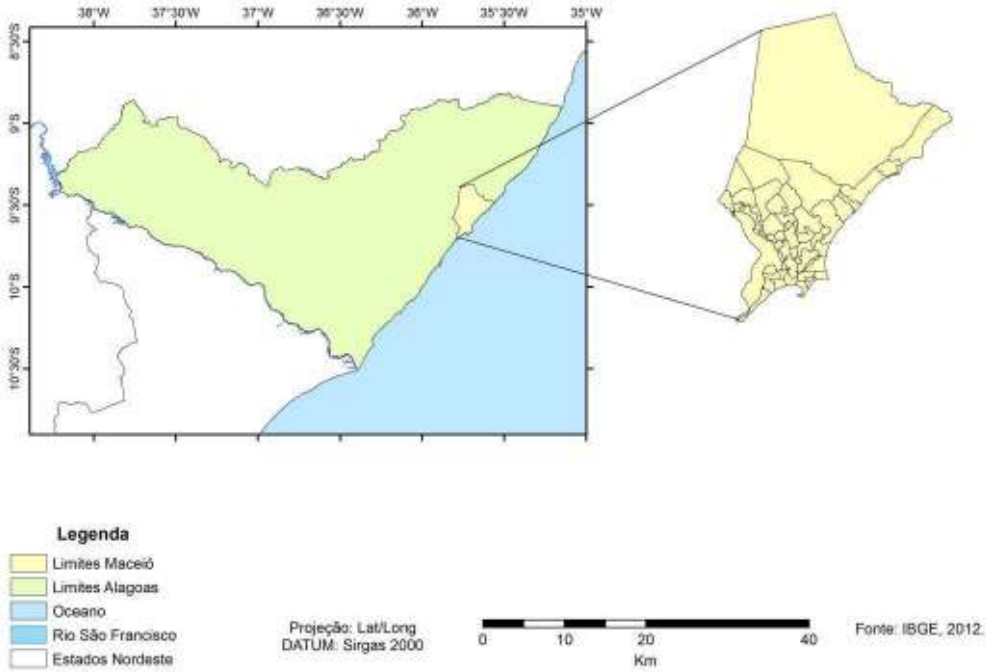


Figura 1: Mapa de Localização do Município de Maceió.
Adaptado de: http://geo.seplande.al.gov.br/geoweb/src/php/app.php

Procedimento metodológico

Para atingir o objetivo proposto seguiram-se os procedimentos: visita aos locais estudados (encosta no bairro Centro e encosta do Bolão) com preenchimento de ficha de campo considerando os parâmetros condicionantes de suscetibilidade da área e vulnerabilidade da população exposta para a ocorrência de movimentos de massa (BRASIL, 2007). Foi feita a coleta de pontos (coordenadas geográficas) através de aparelho GPS e registros fotográficos.

Depois, em gabinete, a partir dos pontos coletados fez-se a espacialização dos locais de escorregamentos analisados. Para isso utilizaram-se arquivos vetoriais georreferenciados disponibilizados no Zoneamento Agroecológico do estado de Alagoas (BRASIL, 2008) e imagens de alta resolução espacial disponibilizadas através do software Google Earth Pro. Esses arquivos foram geoprocessados através do software QGis 2.6.1, para a geração dos mapas.

3. Resultados e Discussão

Diagnostico dos processos de perda do solo

Diante da análise dos parâmetros de suscetibilidade e vulnerabilidade através das fichas descritivas constatou-se similaridade entre as duas áreas.

No que se refere à Geologia como parâmetro da suscetibilidade, ambas as áreas de ocorrência dos movimentos de massa encontram-se na mesma estrutura geológica, a Formação Barreiras (**Tabelas 1 e 2**). Isto corrobora estudos prévios na área que indicam esta formação como principal condicionante geológica para a ocorrência desses eventos (Rodrigues, et al, 2013; PMRR, 2007; CENAD, 2014).

Tabela 1: Ficha Descritiva, (área 1) escorregamento no Bairro Centro.

Parâmetros da suscetibilidade	**Descrição**
Localização	Rua Gazeta de Alagoas, nº 160
Coordenada UTM	Zona 25L, Lat. 8931175.36 m S, Long.199452.20 m E
Geologia	Sedimentos da Formação Barreiras
Relevo – inclinação média do	Talude de inclinação 70º em média, (negativo no topo),
Tipo de solo	Latossolo vermelho-amarelo
Águas (chuva, escoamento,	Período chuvoso
Presença de vegetação (tipo)	Sim, gramíneas e árvores no topo e margens
Tipo de processo	Escorregamento Planar
Parâmetros da vulnerabilidade	**Descrição**
Tipo de ocupação	Fileira de casas associadas no fundo do mesmo talude de corte. Casas de bom padrão construtivo
Presença de cortes e aterros, distância da(s) casa (s) com	Sim, corte a 4 metros. Hoje 2 metros aproximadamente
Exposição de águas servidas	Não
Vegetação acumulada na encosta	Não
Lixo	Não

Sobre sedimentos argilo-arenosos e argilosos desta formação observou se a predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo. Isto indica a suscetibilidade alta desta classe de solo (condicionante pedológico) para a ocorrência de movimentos de massa (CPRM, 2012). Neste caso, a limitante de material mais argiloso (menos poroso) foi potencializada pelas chuvas intensas (condicionante climático) propiciando o encharcamento do solo e a perda de coesão entre as partículas. Consequentemente, a queda na resistência dos materiais da vertente trouxe como resultado a ocorrência do escorregamento. Identificado em ambos os casos (área 1 e área 2) como translacional ou planar (Tominaga, 2009) **(Fig.1**).

Na área 1 a inclinação do talude é de aproximadamente 80º na base (**Fig. 2**) e negativo no topo com aproximadamente 15 metros de altura, já na área 2 o talude apresentou inclinação variando entre 60º e 90º na lateral da encosta com altura estimada de 35 metros. É importante salientar que, segundo a Lei Lehmann, de parcelamento urbano (Lei Nº 6.766) nenhum dos casos acima cumprem a mesma devido à elevada declividade (condicionante geomorfológico) dos locais (>30º) (**Fig.3**). Proibidos para a construção de residências. Em ambos os casos, observa se como a ação antrópica pode acelerar a ocorrência de deslizamentos devido ao mau uso do solo e desconhecimento da Geologia local e seus materiais de alteração, os solos. Os quais se encontram também, sem vegetação (Bigarella, 2003; Jorge e Guerra, 2013).

Analisando o condicionante climático das chuvas, incluindo neste caso também, o escoamento; nas duas áreas foi identificada erosão pluvial em sulcos. No entanto na área 2 **(Tab.2)** tem-se como agravante o lançamento de águas servidas (**Fig. 3**).

Tabela 2: Ficha Descritiva, (área 2) escorregamento no bairro Farol (encosta do Bolão).

Parâmetros da suscetibilidade	**Descrição**
Localização	Encosta do Bolão
Coordenada UTM	Zona 25 L, Lat. 8931659.97 m S, Long. 199399.76 m E
Geologia	Formação Barreiras
Relevo – inclinação média do local de ocorrência	Inclinação variável. Na porção central da encosta em torno de 60º, a direita 90º. Altura 30-35 metros
Tipo de solo	Latossolo Vermelho-Amarelo.
Águas (chuva, escoamento, surgências).	Sulcos de erosão, acompanhando as drenagens caídas.
Presença de vegetação (tipo)	Sim, gramíneas e árvores no topo e margens
Tipo de processo	Escorregamento Planar ou translacional. (material ao centro)
Parâmetros da vulnerabilidade	**Descrição**
Tipo de ocupação	Irregular
Presença de cortes e aterros, distância da(s) casa (s) com relação ao talude	Sim, corte a 4 metros. Hoje 2 metros aproximadamente
Exposição de águas servidas	Sim
Vegetação acumulada na encosta	Não
Lixo	Sim
Observação	
Presença de planta indicadora de boa fertilidade do solo na base da encosta (Jurubeba). Indício de perda constante da camada 0-20 cm do solo, camada fértil de locais mais altos da encostas e acúmulo na base.	

Em relação a vegetação, na área 1 a vegetação (condicionante pedológico) encontrasse em estágio mais avançado de regeneração, apresentando no topo da encosta arbóreas com características de vegetação de restinga e a predominância de gramíneas nas áreas de maior inclinação. Lembrando que arbóreas não são recomendadas para áreas de encosta pelo peso que podem significar para o solo (Brasil,2007). Já na área 2, a vegetação parece não ter conseguido desenvolver-se ao ponto de conseguir estabelecer-se na área, portanto encontramos uma faixa de plantas pioneiras variando entre gramíneas e outras leguminosas. Esse tipo de cobertura vegetal, caso se estabeleça pode ser um elemento importante para estabilizar a encosta e frear o processo de perda de solo.

Figura 2: Registro fotográfico da área 1, destacando (A) medida de contenção da encosta realizada pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC, (B) Solo carreado pela ação do escorregamento, (C) Vegetação predominante de restinga, (D) Imóveis na base do talude. Fonte: Autores, 2015.

Figura 3: Registro fotográfico da área 2, destacando (A) região do escorregamento com acúmulo de solo carreado, (B) sulco erosivo causado por água servida, (C) Vegetação em estágio primário de regeneração, com predominância em gramíneas, (D) Ocupação Irregular no topo da encosta. Fonte: Autores, 2015.

Quanto ao processo de ocupação as áreas diferem totalmente, pois na área 1 **(Fig.2)** as moradias são de bom padrão construtivo e se encontram na base da encosta, além de possuir no topo uma faixa de aproximadamente 15 metros de vegetação. Na área 2 (**Fig.3**) o tipo de ocupação é irregular com casas de baixo padrão construtivo localizadas no topo da encosta. Uma vez mais, a ação antrópica modificando a declividade natural da encosta com cortes e aterros para a ocupação, deixando em desequilíbrio o meio e potencializando a ocorrência de movimentos de massa (Pinto, 2013).

Ao analisarmos o solo carreado pelo escorregamento na base das encostas analisadas verificou se a presença de grande quantidade matéria orgânica em decomposição (condicionante pedológico), além da presença de resíduos sólidos provenientes de lixo doméstico. Ambos, fatores deflagradores dos escorregamentos (Tominaga, 2009; Bigarella, 2003).

Diante dos parâmetros analisados compreende-se que as características das áreas estão sujeitas aos mesmos processos erosivos, com destaque para a erosão pluvial e seu processo de drenagem. Logo se encontram suscetíveis aos posteriores movimentos de massa. Estes identificados em ambas as áreas como escorregamento, essencialmente na sua forma planar.

Apesar da proximidade dos dois pontos estudados, não é possível definir um padrão de condicionantes geológicos de interferência externa causadores de tal processo. É necessário uma ampliação nos estudos em outras áreas para que se possa futuramente tentar definir as medidas de planejamento necessárias para minimizar os prejuízos a população e ao poder público.

Um produto de grande auxílio para alcançar esse objetivo seria a construção de um banco de dados num sistema de informações geográficas (SIG) dos escorregamentos e das características das cicatrizes ocasionadas pelos movimentos de massa no município de Maceió. A **Figura 4** mostra o mapa gerado após essa análise e traz a localização dos escorregamentos analisados. Com ele, é possível fazer a distinção de forma visual da

espacialização desses fenômenos no território do município que poderá servir como ferramenta a ser utilizada para auxiliar nas futuras ocorrências atendidas pela COMDEC.

Dessa maneira a integração das duas técnicas de diagnósticos mostrasse totalmente útil do ponto de vista técnico operacional, devendo ser ampliada e aprimorada para que possa atender as diferentes demandas (Leal et. al, 2012).

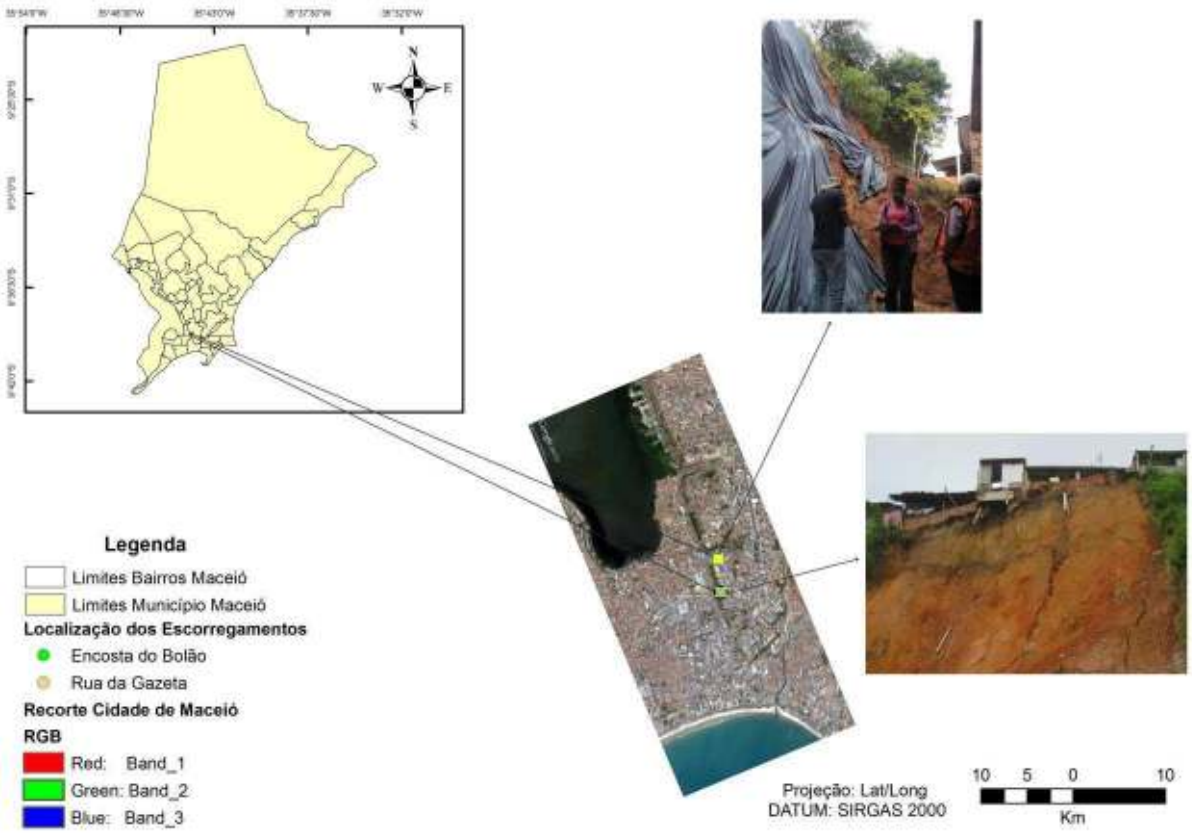


Figura 2: Localização dos escorregamentos (movimentos de massas) analisados.

4. Conclusões

O diagnóstico dos locais avaliados em campo e gabinete permitiu classificar os processos de perda do solo nas áreas como: erosão pluvial seguida de escorregamentos planares. Permitindo também evidenciar a ação conjunta dos condicionantes que afetam a suscetibilidade e a vulnerabilidade da população exposta. Embora a geologia e a classe de solo associada à formação Barreiras, a declividade, a ação das chuvas e do homem sejam parâmetros constantes em ambas as áreas diagnosticadas se fazem necessários estudos mais detalhados que indiquem um padrão espacial desses processos nas áreas de estudo.

A espacialização dos dados registrados em campo com uso de vetores georreferenciados fornecerão à Defesa Civil de Maceió novas ferramentas com potencialidade para visualizar, armazenar, gerir e prevenir de forma eficaz a ocorrência de eventos posteriores de perda do solo em menor tempo. Podendo melhor atender à população que permanece nessas áreas de risco geológico-geomorfológico.

Recomenda se verificar a possibilidade de uso de gramíneas como Vetiver (Chrysopogon zizanioides (L.) Roberty) para a recuperação das encostas estudadas com solo exposto.

Referências Bibliográficas

Brasil. MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 175 p.

Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (ZAAL)**. 2008. Disponível em http://www.uep.cnps.embrapa.br/publico/download/ZAAL_install.zip. Acesso em 20/03/2014.

Bigarella, J. J.; Passos, E. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003 v. 3 (p.877-1436). In: Pinto, R. C.; Passos, E.; Caneparo, S. C. Considerações a respeito dos condicionantes utilizados em pesquisas envolvendo movimentos de massa. **Geoingá**, v. 5, n. 1 , p. 102-124, 2013.

CENAD. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2011**. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012. 80 p.

CENAD. **Levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres naturais para elaboração de mapas de risco e apresentação de proposta de intervenções para prevenção de desastres no município de Maceió-AL.** Módulo II. Fatores físicos e ambientais de vulnerabilidade a inundações e deslizamentos do município de Maceió-AL. Brasília: Ministério da Integração/ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD, 2014. 101 p.

Correia, L. F. **Ocupação desordenada e irregular do solo em áreas de risco no município de Niterói – RJ: Uma análise histórico-espacial dos deslizamentos no município**. In Encontro Nacional dos Geógrafos, 16, 2010, Porto Alegre. Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Porto Alegre: AGB, 2010.

CPRM. **Mapa da Geodiversidade do estado de Alagoas**. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, 2012.

Jorge, M. C. O; Guerra, A. J. T. Erosão dos solos e movimentos de massa-recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Org. Guerra, A. J. T.& Jorge, M. C. O. SP- Oficina de Textos. 2013, p. 7-30.

Leal, J. V.; Todt, V.; Thum, A. B. **O uso de SIG para monitoramento de Áreas Degradadas - Estudo de Caso: APP do Arroio Gil, Triunfo-RS**. Revista Brasileira de Cartografia (2013) Nº 65/5: 967-983.

Marcelino, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: conceitos básicos. São José dos Campos: 2008, 38 p. (INPE-15208-PUD/193).

Parizzi, M.G. Desastres naturais e induzidos e o risco urbano. **Geonomos**, 22(1), p.1-9, 2014.

Pinto, R. C.; Passos, E.; Caneparo, S. C. Considerações a respeito dos condicionantes utilizados em pesquisas envolvendo movimentos de massa. **Geoingá**, v. 5, n. 1 , p. 102-124, 2013.

PMRR. **Plano Municipal de Redução de Risco**. Ministério das Cidades. Maceió, AL. vol. 1-5. 2007.

Rodrigues, B. T.; Calheiros, S. Q. C.; DE MELO, N. A. Potencial de movimento de massa no município de Maceió-Alagoas**. Geo UERJ**, v. 1, n. 24, p. 207-227, 2013.

Tominaga, L. K. Escorregamentos. In: Tominaga, L. K.; Santoro, J.; Amaral, R. (Org.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, pg. 27-38.

Geoprocessamento aplicado ao estudo da poluição do Rio Poty com base na análise multiparamétrica da água no município de Teresina – Pi

Mariana Rodrigues Oliveira dos Santos [1]
Amanda Beatriz da Silva Santos [1]

[1] Instituto Federal do Piauí - IFPI
Rua Quintino Bocaiúva, 94 - Centro, Teresina, PI, Brasil, CEP 64002-370
Curso de Tecnologia em Geoprocessamento
{marianarodrigues31, amanda_esc1}@hotmail.com

Abstract
This article refers to a multiparametric analysis of points of Rio Poty located in the city of Teresina, Piauí, Brazil, analyzing their pollutant levels. For this, it is necessary to use tools that enable an analysis and verification of the human impact in the areas to be studied. In this case, the use of GIS technologies such as Remote Sensing and Spatial Analysis become primary tools for successful research because they can help in several functions. The GIS has been important in projects where is necessary a specific analyze of water, earth, or pollution, for example. To analyze the images, it was used data from Landsat 8 of the year 2015, provided by the Institute for Space Research – INPE. Quantum GIS is a software that is extremely necessary for the creation of the maps, and for the most of spatial analyze of the data, thus allowing the realization of a diagnosis of the urban expansion and their influence on environmental impacts, especially in the case of hydrography and native vegetation on the banks of river studied. In short, it is proposed to this study an analysis for future implementations of prevention and solution to the question, and a knowledge or perception of a situation to the population.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, GIS, hidrology, sensoriamento remoto, processamento de imagens, SIG, hidrologia.

Introdução

Com o passar dos anos, a urbanização tem se tornado um dos principais causadores de impactos negativos no meio ambiente, sendo capaz de modificar condições naturais de uma região para sempre.

O crescimento urbano brasileiro, na expressiva maioria dos casos, foi concretizado de forma rápida e desordenada. Isso acabou por resultar numa alta concentração de pessoas em um espaço limitado que, por sua vez, trouxe sérios problemas para o espaço urbano, principalmente no que se refere aos impactos ambientais causados pela urbanização, como os loteamentos, impermeabilização de terrenos, contaminação de recursos hídricos, entre outros. Com o aumento do grau de urbanização, aumenta também a degradação ambiental decorrente da concentração da população nas áreas urbanas (Carrijo e Baccaro, 2000).

Levando em consideração as alterações que as margens do Rio Poty vêm sofrendo ao longo dos anos pelo rápido desenvolvimento, o presente estudo analisa, de acordo com parâmetros químicos e geográficos, três distintos pontos do rio, esse, de extrema importância para a região, pois se configura como fonte de sobrevivência para grande parte da população teresinense.

O Rio Poty é um dos maiores afluentes do rio Parnaíba. Sua bacia possui uma extensão total de 52.370 km2, sendo 38.797 km2 localizados no Estado do Piauí. Ela é formada, sobretudo, pelo rio Poty, que possui como principais afluentes, pela margem esquerda, os rios Berlengas e Sambito e, pela margem direita, os rios Canudos e Capivara (ANA, 2004).

Segundo Soares et al. (2009b), os problemas ambientais urbanos dizem respeito tanto aos processos de construção da cidade, quanto às condições de vida da população que vive em áreas urbanas. Sendo assim, os processos de expansão e transformação urbana podem proporcionar baixa qualidade de vida a parcelas significativas da população, bem como impactos negativos ao meio ambiente em que estão inseridas.

Este trabalho apresenta uma análise realizada na área urbana do Rio Poty na cidade de Teresina, com o papel de elaborar um comparativo entre a poluição das áreas estudadas e sua presente urbanização, e, diante disso, definir a situação atual da mesma. O Rio Poty encontra-se numa área de forte expansão, e, portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que facilitem o reconhecimento dos problemas, e, soluções para os mesmos de forma ágil e coerente.

1. Metodologia de Trabalho

Para a caracterização da análise multiparamétrica do Rio Poty, foi utilizada uma sonda multiparamétrica, na qual é possível verificar os parâmetros físico-químicos da água, tendo por base o potencial hidrogênico (ph), amônia (amon.), nitrito (nitri.) e nitrato (nitra.). Como referência espacial, foi utilizada a malha digital da cidade de Teresina, fornecida pelo Departamento de Geoprocessamento da Empresa Águas e Esgotos do Piauí - AGESPISA. Foram utilizadas também imagens do satélite LANDSAT 8, do ano de 2015, disponibilizadas pelo INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais).

Para o processamento digital das imagens utilizou-se o *software Quantum Gis 2.6.1*, disponibilizado gratuitamente pelo Qgis Project no seguinte endereço: http://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html.

Primeiramente, foram coletados os dados em três áreas distintas do Rio Poty: O primeiro ponto foi na Curva São Paulo, na região Sudeste. O segundo local a coleta de dados

foi em frente ao Shopping Riverside, localizado na zona leste. E, por último, o terceiro ponto foi no Parque Ambiental Encontro dos Rios, na zona norte de Teresina.

Para a análise da água, foram levados em consideração cinco parâmetros nos quais se torna possível a verificação do nível de poluição do rio. O primeiro parâmetro, Ph, é utilizado para indicar a acidez, neutralidade *ou* alcalinidade de uma solução aquosa, ou seja, quanto menor o PH de uma solução, maior será sua acidez. A quantidade de amônia também foi considerada, pois a presença do mesmo na água indica que há elementos tóxicos. O penúltimo parâmetro para análise foi nitrito, outro elemento muito tóxico. E por último, o nitrato também foi analisado, que comparado a amônia e ao nitrito, não possui níveis altos de toxinas, mas se encontrado em altas concentrações na água, pode trazer problemas. Após ter todos os dados coletados em campo, estes foram levados ao laboratório e foi criada a tabela 1.

Foram criados mapas de estudo em laboratório no Qgis. A figura 1 mostra o mapa que foi elaborado com o intuito de situar geograficamente a cidade de Teresina e sua hidrologia em âmbito nacional e a figura 2 mostra o mapa que foi criado para representar a localização de cada ponto de estudo ao longo do Rio Poty. No mapa de localização dos pontos também foi criado um *buffer* (área ou borda) de 1 km em cada ponto, pois o estudo pode ser aplicado nas áreas comuns a esse limite.

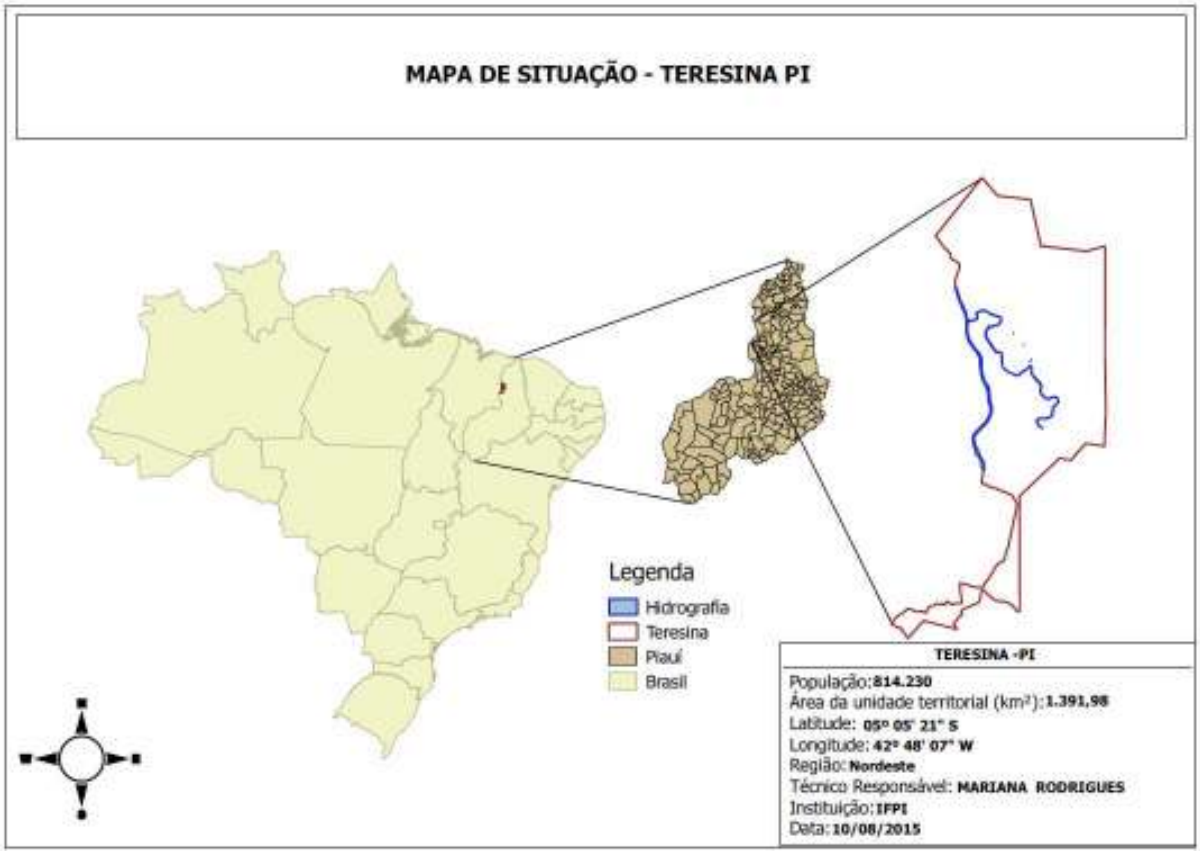


Figura 1. Mapa de situação geográfica da cidade de Teresina e sua hidrologia.

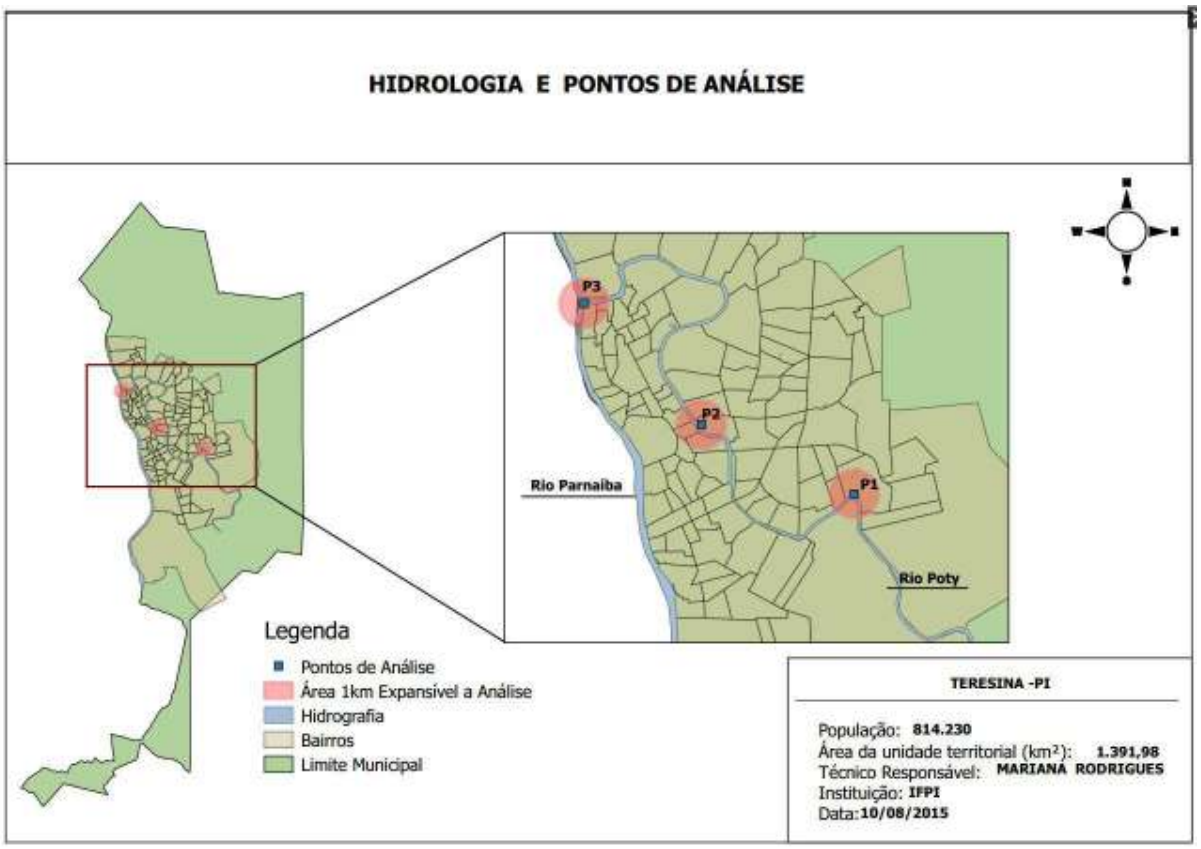


Figura 2. Mapa de situação dos pontos de análise.

2. Resultados e discussões

Como resultados dos trabalhos conduzidos em laboratório e em campo, foram elaborados uma tabela com os dados coletados e um mapa com a cobertura vegetal ao longo do Rio Poty, utilizando imagens do Landsat 8.

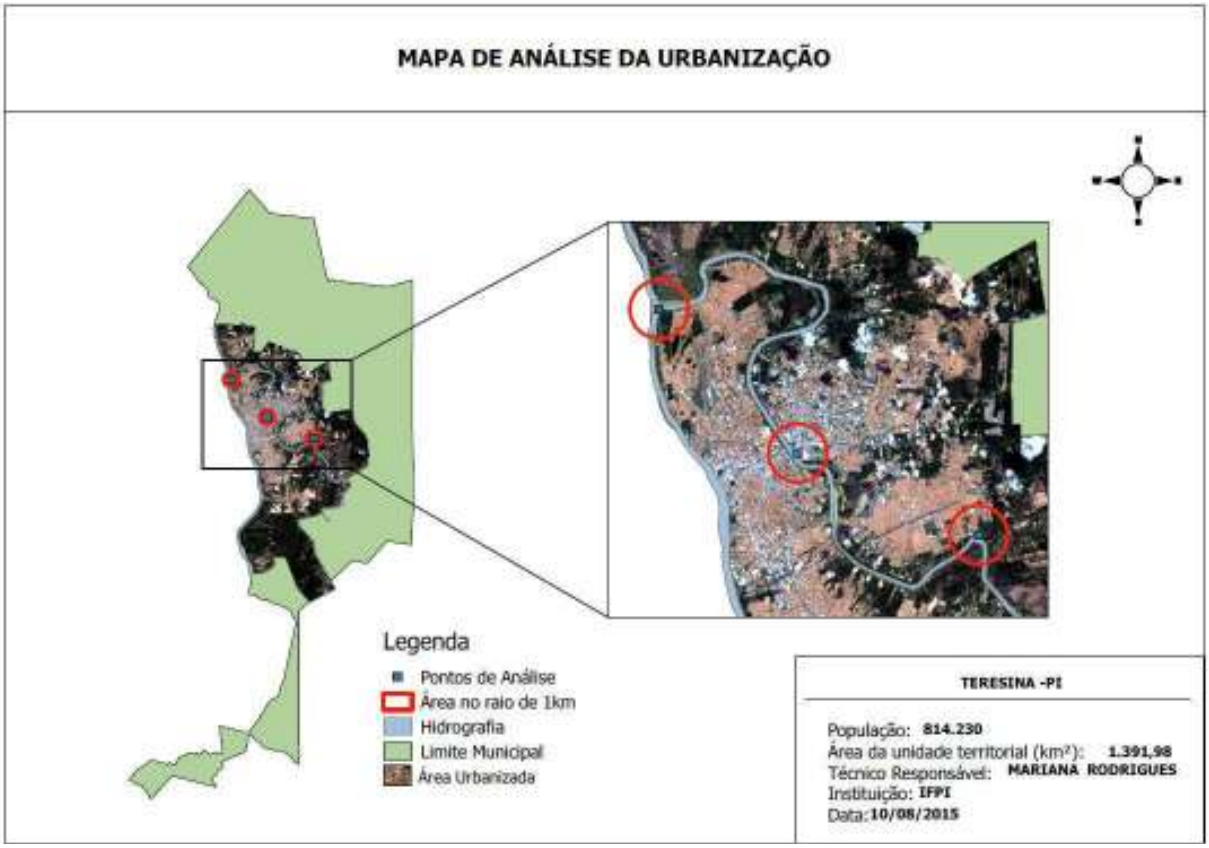


Figura 3. Mapa de urbanização da cidade de Teresina.

Tabela 1. Relação dos dados coletados no Rio Poty

	PH	AMON.	NITRI.	NITRA.
Ponto 1	7,5	13g/l	3,4g/l	9,4g/l
Ponto 2	6,8	15g/l	3g/l	57g/l
Ponto 3	6,8	49g/l	2,3g/l	1,4g/l

Observou-se em campo e na análise das imagens via satélite que a região onde se localiza a Curva São Paulo (ponto 1) encontra-se com vegetação original remanescente. Isso se explica ao fato das suas margens estarem dentro da APP (Áreas de Preservação Permanentes), mas em 2008, a Prefeitura Municipal de Teresina construiu no local uma área de lazer para os moradores, mas por ser uma área de alagação, durante o inverno de 2009, a área de lazer foi inundada, destruindo boa parte do que se tinha feito na época. Ao comparar o PH do ponto 1 com os demais, percebe-se uma diferença acentuada entre os mesmos.

Ao analisar o ponto 2 no mapa, onde encontra-se o Riverside Shopping, percebe-se ser uma área que não possui uma vasta cobertura vegetal, isso se explica à zona em que ele está localizado. A zona Leste de Teresina é conhecida por seu vasto fluxo de pessoas e comércio diariamente. Analisando a concentração de nitrito presente no ponto 2, uma grande diferença é nitidamente encontrada. Isso se dá a grande industrialização que existe na área, já que

muitas empresas depositam detritos industriais no rio. Esse fato acarreta a intoxicação na área e ao aparecimento exacerbado de algumas espécies vegetais, como os aguapés, que, se encontrados em grande quantidade na água, contribuem para a desoxigenação no meio aquático, causando problemas tanto na flora quanto na fauna.

O ponto 3, que fica na zona Norte de Teresina, mais precisamente dentro do Parque Ambiental Encontro dos Rios, se encontra numa área de APP, ao qual pode-se perceber uma extensa área verde no mapa. Mas ao analisar a tabela 1, percebe-se uma grande concentração de amônia na água. Esse fato por ser explicado pelo turismo e a pesca que existe no local e pela poluição no rio causada pela falta de conscientização da população em jogar matéria orgânica e inorgânica no mesmo.

Realisando um estudo comparativo com base nos dados retratados, percebe-se uma ligação direta no que se diz respeito à área urbanizada e aos índices de poluição checados. No geral, o ponto 1, onde se encontra a Curva São Paulo, na zona sudeste de Teresina, possui os dados mais positivos da pesquisa, já que sua área verde é visivelmente extensa e seus níveis poluentes da água são menores do que nos demais pontos. Com base no ponto 2, onde localiza-se um Shopping Center e várias lojas, é possível perceber a grande quantidade de toxinas e o baixo PH da água, fazendo com que ele seja o ponto mais preocupante, já que a tendência local é negativa quando se refere a questão socioambiental, pois a área verde local é escassa e a industrialização é crescente. Surpreendentemente, o Parque Ambiental, localizado no ponto 2, mesmo estando dentro de uma área de preservação e de baixa urbanização, possui os maiores índices de amônia, mas têm-se que levar em conta que o ponto 3 é uma área turística e de baixa conscientização, tanto por parte governamental quanto populacional, explicando assim o alto nível da substância.

Conclusão

Para a execução e consolidação do trabalho, a utilização de recursos digitais como as imagens, do software e da sonda multiparamétrica foram de grande valia. Contudo, é importante ressaltar que esses estudos não se devem basear apenas em dados metodológicos, pois a análise do campo e coletas *in loco* são primordiais para que haja o pleno conhecimento da área, e, consequentemente da realidade a ser estudada, possibilitando assim, melhores medidas de conscientização socioambiental.

No caso da região estudada, verificou-se maior índice de poluição justamente nas áreas onde há uma maior intervenção humana, acentuando-se mais ao centro comercial da cidade. O menor índice foi encontrado onde localizam-se áreas de proteção ambiental, ressalvando que, mesmo em áreas com proteção ambiental, a falta de conscientização da população vem alarmando alguns dados, como a alta taxa de amônia no Parque Ambiental Encontro dos Rios, onde teoricamente, teria de ser uma das menores.

Nessa perspectiva, o estudo buscou identificar a expansão urbana mal planejada e a falta de conscientização da população em relação a hidrologia da cidade. Esse estudo só ressalvou a necessidade de futuros estudos mais precisos sobre o descuido do Rio Poty por parte da população e industrias. Dessa forma, com o intuito de ajudar a preservar um dos bens mais preciosos que Teresina possui, espera-se contribuir positivamente para um adequado planejamento e manejo do solo ao longo do rio, sempre colocando a importância do mesmo para a qualidade de vida não apenas da local população, mas do município como um todo.

Referências

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de abastecimento de água do Estado do Piauí**. Brasília: ANA/SAS, 2004. CD-ROM.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. **Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG).** *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, n. 1, v. 2, p. 70-83, dez. 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/232DI>. Acesso em: agost. 2015.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**. Catálogo de Imagens**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: agost. 2015.

PRODATER – EMPRESA TERESINENSE DE PROCESSAMENTO DE DADOS. **Mapas de Teresina impressos**. Zoneamentos. Disponível em: <http://www.teresina.pi.gov.br/sistemas/sitioprodater/download/e8b80558c5.pdf>. Acesso em agost. 2015.

SOARES, A. M.; CUNHA, D. A. D.; DANTAS, G. D.; OLIVEIRA, H. L. P. **Bacia hidrográfica do Córrego Lagoinha**. Uberlândia (MG): desafios do planejamento urbano. *Revista da Católica*, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 103-115, 2009b. disponível em: <www.catolicaonline.com.br/revistadacatolica>. acesso em: agost. 2015.

Geoprocessamento aplicado na análise e detecção de áreas alagáveis no "Loteamento Açoita Cavalo" do município de Restinga Sêca - RS

Juliano de Oliveira Paz [1,]
Rafael Zini Ouriques [2,]
Francisco Monte Alverne de Sales Sampaio [3]

[1] Acadêmico do Curso de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Av. Roraima, Nº 1000 – Bairro Camobi, Santa Maria - RS, Brasil, CEP: 97105-900
juliano.opaz@live.com

[2] Engenheiro Ambiental e em Segurança do Trabalho; M.Sc em Engenharia de Processos.
ENGEAMBIH - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente
Av. Rio Branco, Nº 391. Sala: 201 – Centro, Santa Maria - RS, Brasil, CEP: 97010-421
rafael_zini@yahoo.com.br

[3] Engenheiro Civil e em Segurança do Trabalho; Doutorando em Geografia.
ENGEAMBIH - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente
Av. Rio Branco, Nº 391. Sala: 201 – Centro, Santa Maria - RS, Brasil, CEP: 97010-421
montealvernesampaio@yahoo.com.br

Abstract. This study aimed to measure in detail the "Allotment whips Horse" - centered on rural area, yet the ground was carried out for urban without registration and licensing of the project with a risk of flooding, located in the city of Restinga Sêca - RS (29°55'12,30"S and 53°24'58,89"W). The planialtimetric survey was conducted in 27.4 ha, using strategic points on the edge of Vacacaí River, to the extent the general allotment and other GIS procedures, interviews with residents and photographic records as documentary evidence were made on site. The GIS can be understood as a set of collection techniques, processing, handling and presentation of spatial data. The problem of flooding has beginning from the occupation, by the population of the river bed (because some are not receiving floods for many years) which may have as a sequel, loss of life and property losses. Floods are natural, repetitive phenomena in certain periods of time, going thus with variable frequency. In the study area it was found that residents showed that water reaches the lots when they fall heavy rains that imply flooding throughout the country. In the event of heavy rainfall event, where the river suffers leakage of its main channel, the allotment becomes susceptible to flooding.

Palavras-chave: Geotechnology, planialtimetric survey, floods, geotecnologia, levantamento planialtimétrico, inundações.

1. Introdução

O Geoprocessamento, como conceito, é uma ferramenta que evolui com o desenvolvimento da utilização de seus métodos e técnicas.

No Geoprocessamento são ajustados enormes volumes de dados, demandando "técnicas computacionais" e disponibilizados atributos geotopológicos, para fins de análises, sínteses e emprego imediata no planejamento ambiental e na gestão territorial. Pode ser definido como um conjunto de tecnologias que compreendem a coleta e posterior tratamento das informações espaciais. Essas informações são executadas por Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que se destinam ao processamento dos dados georreferenciados e originam produtos como: mapas, relatórios e arquivos digitais (SILVA, 2007).

Por meio do levantamento topográfico, pode se localizar estes impactos ambientais, pois o mesmo é um conjunto de operações que tem por finalidade a determinação da posição relativa de pontos na superfície da Terra ou a pouca altura da mesma. Complementando essas operações se tem o cálculo das observações permitindo determinar distâncias, ângulos, orientações, posições, alturas, áreas e volumes. Com os dados de campo, depois de calculados, se pode representar graficamente, na forma de mapas, perfis longitudinais e transversais, diagramas entre outros (JELINEK, 1999, p. 2).

Segundo o MMA (Ministério do Meio Ambiente, 2014) as enchentes são fenômenos naturais, recorrentes em certos períodos de tempo, ocorrendo, portanto, com frequência variável.

Conforme a população impermeabiliza o solo, o escoamento da água é acelerado através da canalização do fluxo da água por condutos e canais. As somatórias das vazões que chegam ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumentam produzindo inundações. O mesmo não aconteceria se as mesmas áreas fossem permeáveis, pois assim a água percolaria no solo naturalmente. (Tucci e Bertoni, 2003). Percebe-se, portanto, a necessidade de se analisar a elevação do solo em permitir a percolação da água através dele.

Hoje tornou-se possível armazenar (criar mapas mais detalhados) e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento. É uma tecnologia interdisciplinar, que admite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos.

2. Metodologia de Trabalho

Foi realizado primeiramente uma pesquisa de gabinete, com a finalidade de conhecer o material bibliográfico referente à temática. Após, foram realizadas investigações a partir de uma visita técnica no local de estudo ("Loteamento Açoita Cavalo"). Realizando o levantamento planialtimétrico, com o auxílio de uma Estação Total, onde também foi utilizado um GPS de precisão, para se obter uma mais perfeita acurácia da área, com o propósito de determinar a configuração do terreno, como declividade e alguns detalhes importantes da superfície. Para tal levantamento foi utilizado a Estação Total Leyca modelo TC-407 e o GPS de Precisão Geosystems GS-20 com o método posicionamento por ponto, conforme orientação das NBRs 13.133/ 1994 e 14.166/98. A partir dos dados obtidos a campo, foi possível elaborar mapas que confrontados aos mapas e cartas da região, por meio de softwares adequados, como o ArcGIS 10.1 que serviu para a confecção do mapa de localização da área de estudo, o AutoCAD (2014) na execução exclusiva dos mapas, Sistema Posição como plug-in - originou-se as curvas de nível, as delimitações do local, o alagamento. Topcom Tools 7.5.1 para pós-processamento das coordenadas e uma acurácia maior e demais ferramentas necessárias todas disponíveis no Curso de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Maria.

Também foram levantadas informações de moradores antigos com relação às cotas máximas das enchentes do rio Vacacaí, entre outros arroios por acaso existentes no entorno e registros fotográficos como provas documentais. Alcançando assim os requerimentos exigidos pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental).

3. Resultado e Discussão

3.1 Descrições da área de estudo

O município de Restinga Sêca (Figura 1) está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, e faz parte da região da Quarta Colônia de Imigração Italiana. Localiza-se a uma latitude 29°55'12,30" Sul e a uma longitude 53°24'58,89" Oeste, estando

a uma altitude de 49 metros. Sua população estimada em 2014 era de 16.345 habitantes, segundo o IBGE.

O rio Vacacaí é um rio brasileiro do estado do Rio Grande do Sul (RS). Tem perto de 330 km de extensão. Sua vazão média de longo período no Balneário das Tunas em Restinga Sêca, a 51 km da foz, é de 110 m³/s.

A bacia hidrográfica do Rio Vacacaí está localizada entre as províncias geomorfológicas da Depressão Central e do Escudo Sul-riograndense, estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2010). Sua área é de, aproximadamente, 10.000 km^2 (SEMA, 2010), constituindo-se numa das mais extensas bacias hidrográficas da região Central do estado.

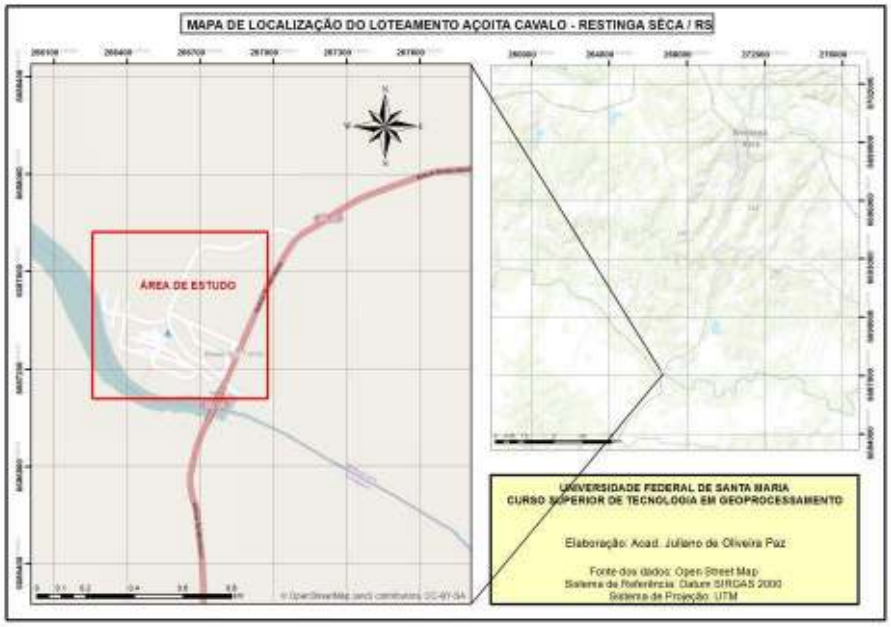


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.
Fonte: Autor 2015.

3.2 Depoimentos dos moradores e pesquisas na mídia

Os moradores relataram que a água atinge os lotes quando ocorrem chuvas intensas que provocam inundações. Desde a ocupação dos lotes (há mais de 17 anos), o maior nível d'água foi atingido na inundação de janeiro de 2010. Esses pontos foram tomados como base para a realização do levantamento planialtimétrico e a confecção dos mapas do loteamento.

Buscaram-se registros de precipitação durante o período de janeiro de 2008 a abril de 2015, no banco de dados do Instituto Nacional de Metereologia (Inmet). Apresenta-se uma série de precipitação mensal acumulada para o período, onde destaca-se o mês de janeiro de 2010, com precipitação mensal superior a 400 milímetros.

O processo de extravasamento das águas do leito normal de um rio é um fenômeno natural. Porém, com a ocupação urbana na planície de inundação e nas margens dos rios, este processo tem intensificado causando danos à população.

As enchentes são fenômenos que ocorrem quando o volume da água que atinge simultaneamente o leito de um rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal. Quando essa capacidade de escoamento é superada acontece a inundação das áreas ribeirinhas do rio (MINISTÉRIO DAS CIDADES/ IPT, 2007).

Pode ser observado, os maiores índices pluviométricos foram verificados em novembro de 2009 e janeiro de 2010, superando os 400 milímetros, gerando assim alagamentos. Quando ocorre uma inundação, a ocupação inadequada das áreas ribeirinhas pode ter como efeito, grandes prejuízos materiais e perdas humanas consideráveis.

Ao se viabilizar um loteamento em área de risco de inundação, o município será responsável pelas consequências geradas, como abrigo aos moradores, deslocamento de resgate e segurança, e demais custos que possivelmente serão arcados ou pelo estado no decreto de calamidade pública.

3.3 Situação do Loteamento Açoita Cavalo

O loteamento está localizado em área rural, porém o solo foi efetuado para fins urbanos sem registro e licenciamento do empreendimento.

Com base nas legislações pertinentes, o parcelamento para fins urbanos é o que se destina à urbanização, edificação e ocupação, com a finalidade de habitação, indústria ou comércio, enquanto parcelamento para fins rurais é o que se destina à exploração econômica da terra - agrícola, pecuária, extrativa ou agroindustrial.

Conforme os resultados obtidos no levantamento planialtimétrico, foi possível elaborar um mapa com precisão do Loteamento (Figura 2), um mapa na cota 37 m (Figura 3), um mapa da cota máxima de alague (em 2010 onde ocorreu a maior inundação da área) do Loteamento Açoita Cavalo (Figura 4) e um com os perfis topográficos alagados (Figura 5).

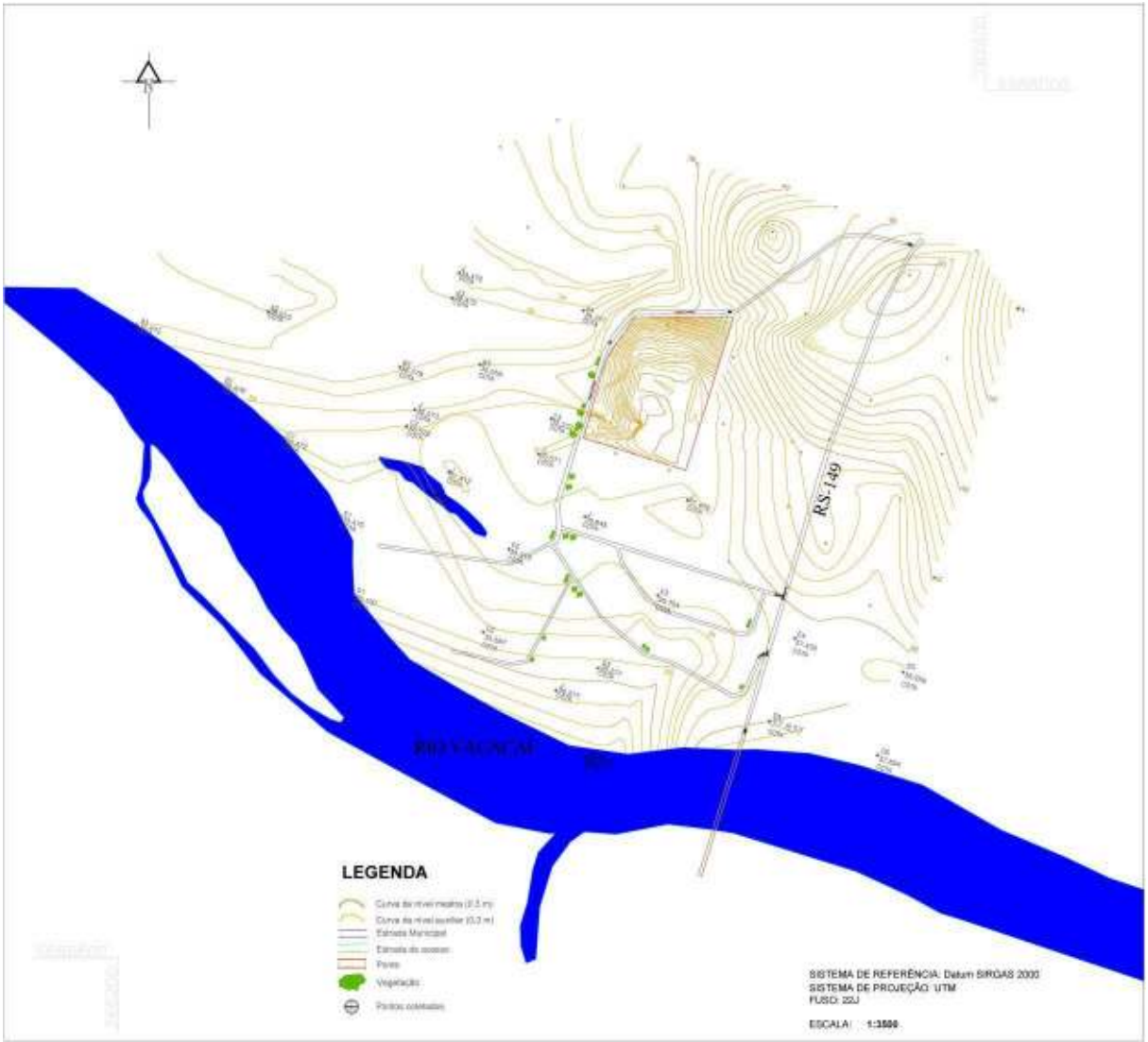


Figura 2. Mapa planialtimétrico do “Loteamento Açoita Cavalo”.
Fonte: Autor 2015.

O mapa do Loteamento (Figura 2) nos oferece a situação atual da área de estudo, nos colocando a par de seus detalhes e cotas espalhadas pelo terreno. No mapa planialtimétrico do Loteamento é possível verificar e analisar as cotas dos terrenos. Observa-se que as cotas variam de 30.7 metros, começando da margem do rio à 37,3 metros chegando a Entrada de acesso. Foi coletado pontos estrategicamente em toda a área para um melhor resultado e estudo do problema, resultando numa preocupação com o alagamento quase total de todo a área de estudo.

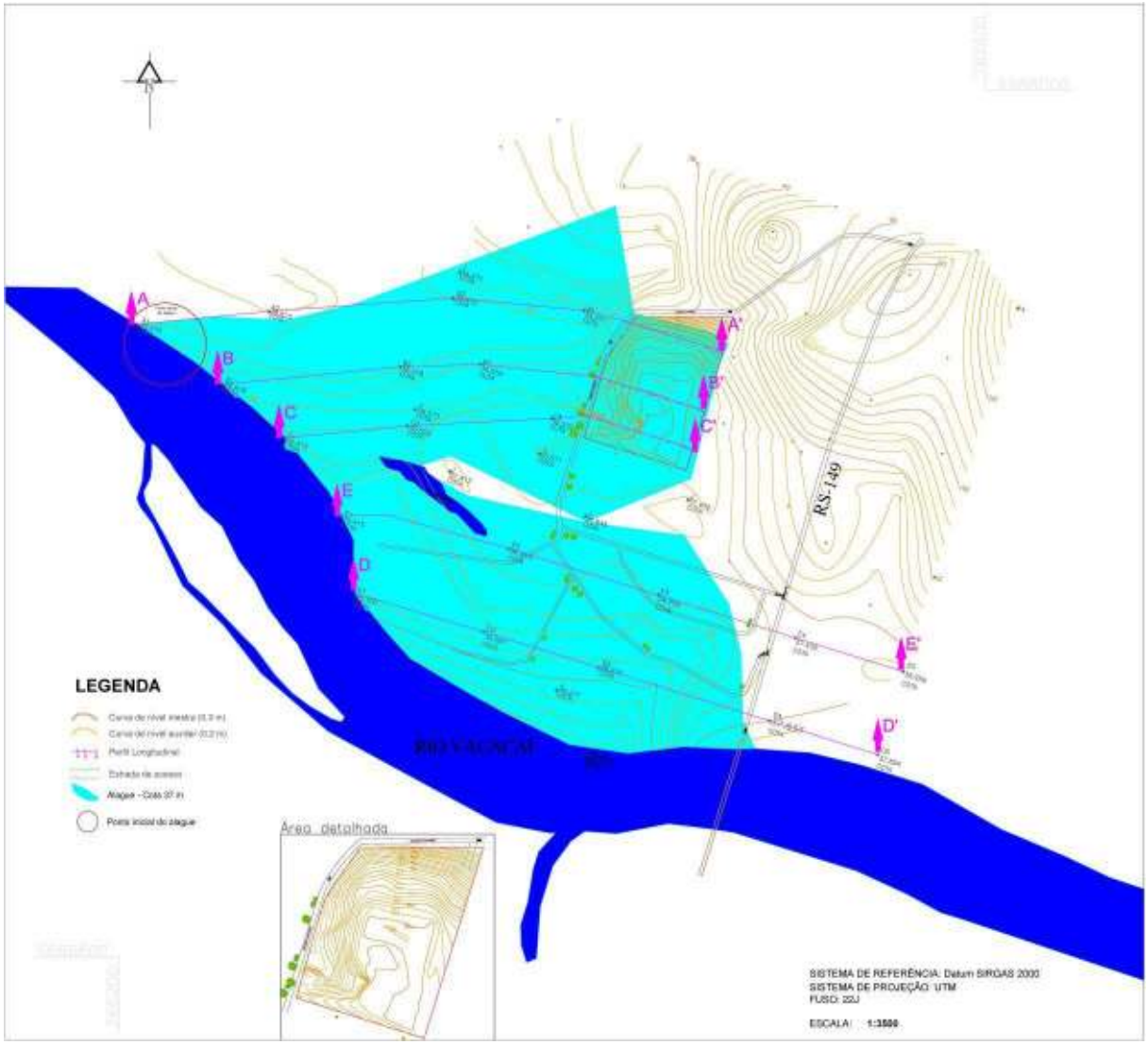


Figura 3. Mapa de alague com a cota 37 m.
Fonte: Autor 2015.

Na elaboração do mapa da cota 37 metros (Figura 3) e na máxima de alague (Figura 4), tomou-se informações com os moradores dos lotes sobre a maior inundação registrada no local. Os registros apontam que maior inundação ocorreu em 04 de janeiro de 2010. Imagens registradas no dia da perícia apontam marcas d'água dessa inundação, e com isso foi possível obter a cota máxima atingida no loteamento.

Com o rio atingindo sua cota em 37 metros a situação fica mais critica, muitos moradores que tem casas até aproximadamente uns 307 metros à frente correm o risco de alagamento total ou parcial de suas casas se não possuírem estrutura para dois pisos. Outro problema é a possível inundação vindo da parte oeste do Loteamento denominado pelo estudo de "ponto inicial de alague" (representado por um círculo em vermelho).

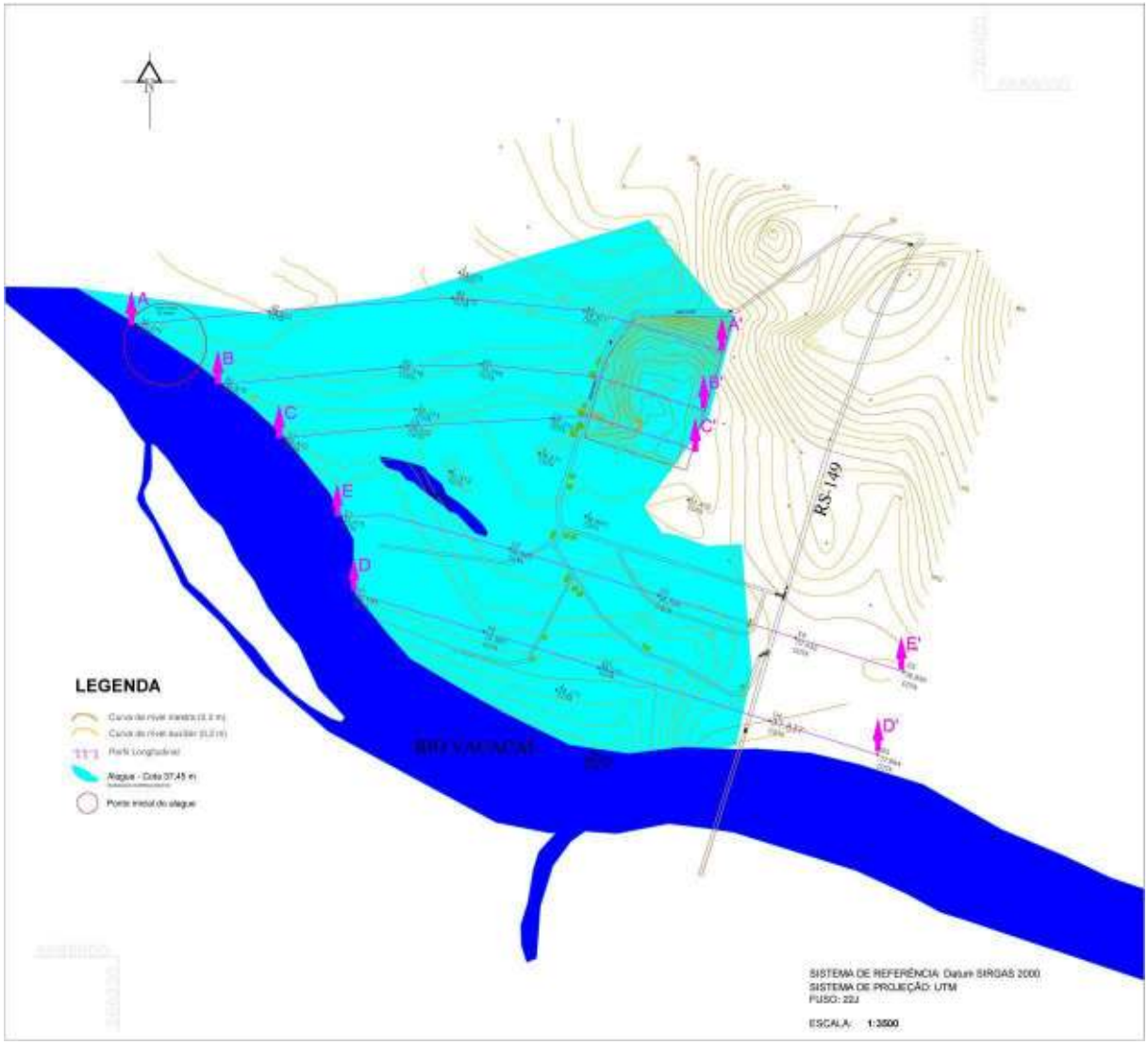


Figura 4. Mapa de alague com a cota máxima.
Fonte: Autor 2015.

Ainda é possível observar no mapa acima que o rio Vacacaí atingiu a cota de 37,45 metros, e com isso, toda a área do loteamento ficou alagada, comprovando então que esse loteamento é suscetível a inundação.

Pode-se afirmar ainda, que, assim que o rio atingir a cota de 35,1 metros, e qualquer cota superior a isso, o loteamento sofrerá com alagamentos.

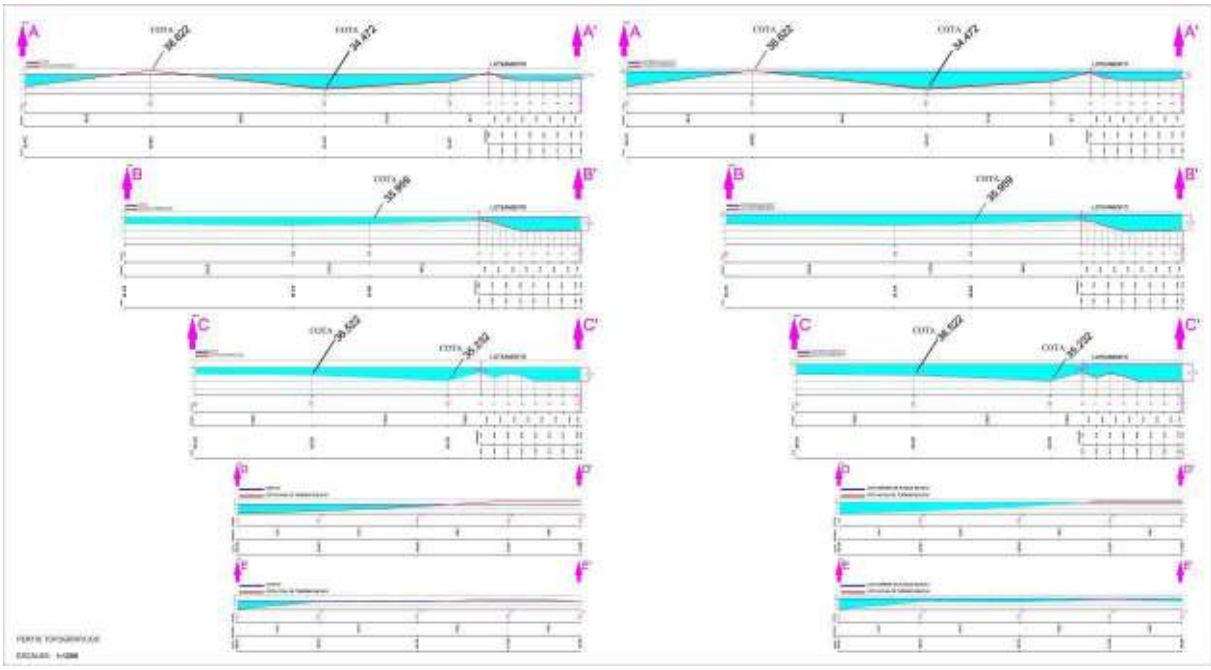


Figura 5. Perfis topográficos dos alagamentos.
Fonte: Autor 2015.

Junto com os perfis topográficos (Figura 5) se tem um controle maior das cotas, do nível do terreno em 2015 e da altura que chegou o alagamento. Com a cota 37 m a altura da inundação pode chegar a 1,9 m. Já com a cota 37,45 m a altura da inundação atingiria 2,3 m causando em ambos maiores estragos para os moradores.

4. Conclusões

Os dados obtidos no levantamento planialtimétrico e pesquisas sobre a área permitem concluir que a realização do estudo no "Loteamento Açoita Cavalo", foi possível chegar as seguintes conclusões:

- ➤ As cotas do Loteamento variam de 30,7 metros à 37,3 metros;
- ➤ A cota do rio Vacacaí, em sua calha principal, varia de 30 a 31 metros;
- ➤ O rio Vacacaí já atingiu a cota de 37,45 metros, na inundação de janeiro de 2010;
- ➤ A altura máxima do rio atingida em 2010 do alagamento foi de 2,3 m;
- ➤ Moradores afirmam que a água alcança as casas quando acontecem chuvas intensas.

Com isso, é possível afirmar que em condições normais, ou seja, quando o rio corre em seu leito normal, e quando não há ocorrência de intensos eventos de precipitação, o loteamento em questão não corre riscos de ser alagado.

Logo, com a ocorrência de eventos de precipitações intensas, em que o rio sofre extravasamento da sua calha principal, o loteamento se torna suscetível a alagamentos. Assim que o rio chegar a cota de 36 metros, ou qualquer cota superior a isso, o loteamento sofrerá com alagamentos. Para isso ocorrer, o rio precisará elevar sua cota em no mínimo 6 metros, passando da cota da calha principal (30 metros) à cota mínima da barreira do loteamento (36 metros).

Portanto, com está constatação sugere-se a adoção de novas medidas de infraestrutura para minimizar o impacto de chuvas de grande intensidade. Salienta-se também, a relevância da interligação entre as pesquisas formadas no meio acadêmico com

instituições públicas e privadas, de modo que a ciência produzida chegue até a sociedade sob a maneira de conhecimento técnico-científico aplicado, convertendo-se em projetos e obras de engenharias para o bem da comunidade.

Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Planta Cadastral Municipal e Planta Genérica de Valores**. NBR 14.166: 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Execução de Levantamentos Topográficos**. NBR 13.133: 1994.

Goerl, R. F.; Kobiyama, M. **Considerações sobre as Inundações no Brasil**. (Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inundacoes.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2015).

Instituro Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE. **Informações completas do município de Restinga Sêca**. (Disponível em: < http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 de junho de 2015).

Instituto Nacional de Metereologia - INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. (Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 13 de junho de 2015).

Jelinek, A. R. **Topografia**. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Material Didático). 1999.

Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT - **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Controle de Inundações**. (Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/controle-de-inunda%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 07 de junho de 2015).

Ponzetto, G. **Mapa de Riscos Ambientais - Manual Prático**. São Paulo: LTr, 118p. 2002.

Rui, J. **Manual de Perícias**. 3ª Ed. Rio Grande, 602p. 2007.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA. **Bacias Hidrográficas do RS**. (Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/>. Acesso em: 06 de junho de 2015).

Silveira, S. J. da. **Subsídios para Normativa de Loteamentos Sustentáveis Quanto ao Ciclo Hidrológico**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

Tucci, C. E. M.; Bertoni, J. C. (orgs). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. (Disponível em: <http://www.eclac.cl/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2015).

Geoprocessamento como ferramenta de auxílio à gestão de uma Unidade Básica de Saúde no município de Fortaleza-CE

Victor Gabriel Ferreira Lima [1,2]
Larissa Neris Barbosa [1, 2]
José Lidemberg de Sousa Lopes [3]

[1] Labocart – Laboratório de Geoprocessamento
Depto de Geografia - Universidade Federal do Ceará - UFC – Campus do Pici, Fortaleza - CE, Brasil, CEP 60440-554
victorg8@gmail.com

[2] LAGEPLAN – Laboratório de Geoecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental
Depto de Geografia - Universidade Federal do Ceará - UFC – Campus do Pici, Fortaleza - CE, Brasil, CEP 60440-554
larissaneris@live.com

[3] Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
Rua Governador Luiz Cavalcante, S/N - Alto Cruzeiro, Arapiraca - AL, Brasil, CEP 57312-000
jlidemberg@yahoo.com.br

Abstract. The geoprocessing techniques used to generate, collect and store geographic information are also used in data collections related to the monitoring of human health. Unlike other programs that use the Geographic Information System (GIS) from satellite data, analog letters and data interpolation in software, data in health area are obtained through surveys, population censuses or by surveillance systems and interviews. The data obtained through these methods are starting georeferenced digital cartographic databases, which is not common in other georreferencing processes. This work reports a health data georeferencing experience of a Basic Health Unit (UBS) in the city of Fortaleza, Ceara state capital, analyzed according to availability and updating of cartographic bases and treatment of address data in health information systems (SIS). Using the process of geocoding of addresses was possible spatialize the patients of a Family Health Team, contributing to better management of the activities developed by health professionals for the community. The diversity of data georeferencing strategies in Brazil, at the municipal level is the result of particular conditions of development of these projects in the municipalities, which influences the efficiency and accuracy of the location of health events. A method of georeferencing SIS data is shown, as well as their importance for the development of public health.

Palavras-chave: GIS, geocoding, public health, SIG, geocodificação, saúde pública.

1. Introdução

O termo “geoprocessamento” denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano, etc., e na área de saúde não poderia ser diferente.

As ferramentas computacionais de geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornando ainda possível a automatização da produção de documentos cartográficos.

Num país de grande dimensão como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas de saúde pública, como o mapeamento de morbimortalidade[1], agravos, frequência de ocorrências no tempo e no espaço, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em

[1] Morbimortalidade: De acordo com o Ministério da Saúde, refere-se à incidência das doenças e/ou dos óbitos numa população

tecnologias de custo relativamente baixo, ou seja, fazendo uso de tecnologias de softwares livres e que o conhecimento seja adquirido localmente.

O trabalho tem como objetivo estudar a relação entre saúde e espaço, utilizando como suporte o geoprocessamento. Ele pretende contribuir com a ciência da geoinformação através de um exemplo de estudo de caso na área de Geografia da Saúde. O trabalho também tem como objetivo relatar como se dá o uso dessas tecnologias na atualidade e os principais desafios a serem enfrentados.

A sistematização de informações em saúde é de extrema importância para que o Sistema Único de Saúde - SUS atenda aos seus preceitos básicos (universalidade, integralidade e equidade das assistências), pois ela permite a melhor gestão de políticas e o aperfeiçoamento do planejamento ao evidenciar vantagens e problemas de priorização de recursos. São nesses preceitos que se baseiam a Sala de Situação, que através da sua implantação, é capaz de gerar um diagnóstico dinâmico da saúde da população adscrita por uma Equipe de Saúde da Família. Nesse contexto essas salas contribuem diretamente em ações para melhoria da saúde populacional, seja na parte socioeconômica, onde se analisa os aspectos sociais, econômicos e demográficos nas esferas estaduais e municipais, onde esses atores públicos definirão as ações, situação e gestão da saúde para os habitantes.

O uso de mapas e a preocupação com a distribuição geográfica de doenças remontam a um passado distante. Embora a abordagem espacial já fosse utilizada nos estudos da Epidemiologia (ciência que estuda os padrões da ocorrência de doenças em populações humanas e os fatores determinantes destes padrões) e da Geografia, o espaço era compreendido de forma limitada.

Os Sistemas de Informações Geográficas são sistemas computacionais, usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. A sua capacidade de reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas.

A utilização do SIG possibilita realizar análises espaciais complexas, pois permite integração de dados de diversas fontes, manipulação de grande volume de dados e recuperação rápida de informações armazenadas. Na rápida difusão do SIG, alguns conceitos são muitas vezes trocados e acabam por confundir os usuários. A principal confusão se dá com o conceito de CAD (*Computer Aided Design*, ou Desenho Auxiliado por Computador) que são programas utilizados na automação de tarefas cartográficas, principalmente a transformação de mapas em papel para mapas digitais. Os CAD são basicamente desenhos de mapas com ligação rudimentar a um banco de dados. A diferença básica entre esses dois sistemas é a capacidade que os SIG têm de representar relacionamentos espaciais entre os elementos geográficos.

A história da aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na saúde nos remete ao ano de 1854, quando, em Londres, o médico John Snow, considerado atualmente o pai da epidemiologia, identificou espacialmente o veículo de transmissão da cólera e os focos de ocorrência da doença, através dos recursos de geoprocessamento. Durante uma terrível epidemia de cólera, esse médico mapeou as residências de mortos pela doença e as bombas d'água que abasteciam as residências em Londres, mostrando o papel da contaminação da água na ocorrência do cólera. Está implícito, na construção do mapa, que o autor tinha a hipótese de que a água poderia transmitir o cólera. Atualmente, análise de dados distribuídos pelo espaço geográfico vem sendo cada vez mais valorizada na gestão de saúde, por apontar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial das doenças, a localização dos serviços de saúde e dos riscos ambientais, entre outros (Barcellos e Bastos, 1996). A produção de mapas, que permitam visualizar

situações de risco à saúde resultantes da interseção e da complementaridade de eventos, é coerente com um conceito de vigilância em saúde de base territorial (Souza et al., 2005).

Para gerar dados georreferenciados, deve-se, primeiramente, fazer um reconhecimento do estágio em que se encontram os documentos cartográficos urbanos existentes nas cidades a serem pesquisadas; e em seguida os sistemas de informação de saúde devem coletar e armazenar dados compatíveis com estas cartas cartográficas, padronizando os dados de endereço e suas buscas em cadastros municipais.

Neste contexto, é importante destacar, segundo Barcellos et al. (2006, p. 60), que:

> Na área da Saúde, os sistemas de informações geográficas (SIG) têm se tornado ferramentas de grande utilidade. Sua capacidade de integrar diversas operações, como captura, armazenamento, manipulação, seleção e busca de informação, análise e apresentação de dados, auxilia o processo de entendimento da ocorrência de eventos, predição, tendência, simulação de situações, planejamento e definição de estratégias no campo da Vigilância em Saúde.

As análises realizadas com base em dados espaciais possibilitam ao técnico avaliar não só quantitativamente os dados, como também relacionar as informações de saúde com dados ambientais, socioeconômicos e com a posição que o evento ocupa na superfície terrestre, a fim de acompanhar as permanentes mudanças do espaço geográfico e detectar áreas e populações sujeitas a agravos de saúde.

O SIG vem sendo cada vez mais utilizado na área da medicina, tendo em vista que ele aperfeiçoa a análise da situação de saúde e das condições de vida da população e do ambiente, possibilitando trabalhar com informações de diferentes origens e formatos. O crescente acesso aos computadores e aumento na disponibilidade de dados são fatores que estão impulsionando a sua incorporação na saúde pública.

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho iniciou-se em abril de 2015. Ele surgiu a partir da aprovação do projeto de extensão “Fortalecendo as Ações de Vigilância em Saúde em Unidades de Atenção Primária no município de Fortaleza” pela Pró-reitora de Extensão da Universidade Federal do Ceará. A partir de então foi formada um equipe multidisciplinar, formada por professores e estudantes de Geografia e Medicina, que decidiu que o trabalho seria feito no Centro de Saúde da Família (CSF) Guiomar Arruda, uma Unidade Básica de Saúde (UBS) municipal do Programa Saúde da Família, localizada no bairro Pirambu, no litoral oeste da cidade de Fortaleza. O atendimento da unidade de saúde é dividido por cinco equipes de saúde da família, sendo cada uma responsável por uma porção da área atendida pela unidade. Tivemos contato com a equipe azul, na qual integramos nossas atividades a fim de melhorar a situação precária do posto, e consequentemente, da população que necessita dos seus serviços, os moradores do Pirambu, um dos maiores aglomerados subnormais (favelas) do Brasil (IBGE, 2010).

Para abordarmos o tema geoprocessamento aplicado à saúde, utilizamos um breve levantamento bibliográfico sobre o assunto com consequente discussão. É importante ressaltar que o tema é bastante amplo e repleto de possibilidades de análise. Analisamos um estudo mais voltado à vigilância epidemiológica, relacionando-as ao geoprocessamento e a possível contribuição da Geografia para a análise da situação da saúde pública. Já os estudos levantados se valem das mais diversas metodologias: uso de SIGs, entrevistas, imagens de satélite, etc. Salientamos também, que o simples levantamento desses dados não nos levam a conclusões eficazes, sendo necessário, sempre que possível, cruzá-los.

A estratégia para realização do estudo no Centro de Saúde da Família Guiomar Arruda consistiu de várias etapas: estudos teóricos em sala de aula; visita de reconhecimento as seis

microáreas, guiadas pelos agentes comunitários de saúde (ACS) da equipe azul responsáveis por cada uma, visando conhecer os limites de cada território; Análise descritivo-exploratória, mediante um levantamento de dados socioambientais realizado através da atividade de observação do local, interação com a população no período de maio a julho de 2015; Visita ao posto de saúde para interação com o médico, enfermeira e agentes de saúde da equipe, para coleta de informações sobre o território e sua população e fatores de risco; Realização de pesquisa bibliográfica em livros, periódicos e internet, buscando fundamentos para a compreensão dos conceitos e subsídios científicos e metodológicos para a consecução do trabalho escrito.

A construção da Sala de Situação se iniciou a partir de uma reunião com o grupo de ACS equipe azul. Neste âmbito, foi exposta a importância dessa ferramenta para um serviço de saúde de qualidade na atenção básica e contribuímos para a conscientização dos agentes sobre a importância deles para a elaboração e manutenção desse local de apoio comunitário. Em seguida, foram pactuados indicadores de saúde para o monitoramento da sala de apoio a saúde, sendo eles: acamados, crianças de até dois anos de idade, gestantes e pessoas com tuberculose. A partir disso, foi utilizado o geoprocessamento para a espacialização desses dados no território, a fim de se compreender melhor distribuição espacial dos agravos da população adscrita.

Para a confecção do mapa de localização dos pacientes da equipe azul do CSF Guiomar Arruda, foram organizados os dados coletados pelos agentes de saúde através do preenchimento das fichas de acompanhamento, instrumento do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), que faz parte do Programa Saúde da Família, contendo os dados de cada paciente em acompanhamento que reside na área de abrangência da equipe azul, fragmentada pelas seis microáreas em que os ACS estão responsáveis. Foram utilizados nesse trabalho os programas computacionais Microsoft Excel e QGIS 2.8. O Excel foi utilizado na tabulação dos dados obtidos de cada paciente, sendo o endereço indispensável para a espacialização desses dados. O Sistema de Informações Geográficas QGIS foi utilizado para elaboração e composição do mapa, com o auxílio do seu complemento MMQGIS, que é responsável por realizar o processo conhecido como geocodificação de endereços, que converte dados de endereço em coordenadas geográficas, através da interface de programação de geocodificação do Google. Além do MMQGIS, foi utilizado outro complemento chamado OpenLayers, empregado para obtenção de mapas base via internet, no qual utilizamos o mapa disponibilizado pelo OpenStreetMap, para melhor visualização da malha viária da extensão em que os pacientes estão insertos, como pode ser observado na Figura 1.

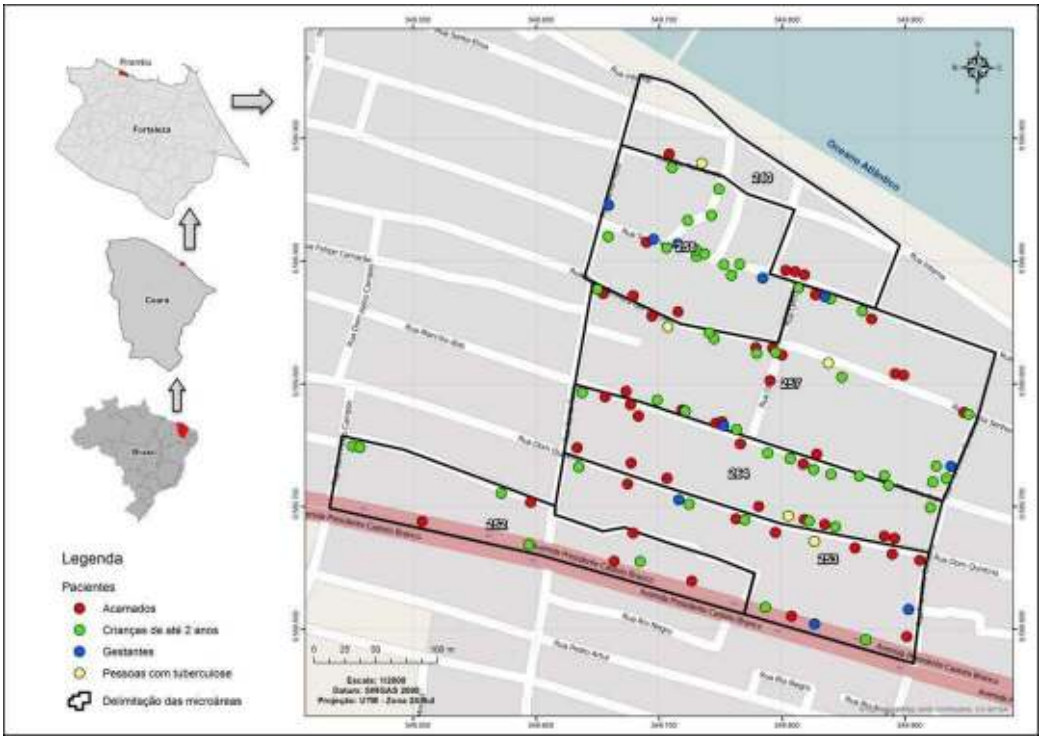


Figura 1 – Localização dos pacientes da Equipe Azul do CSF Guiomar Arruda. (Julho/2015)

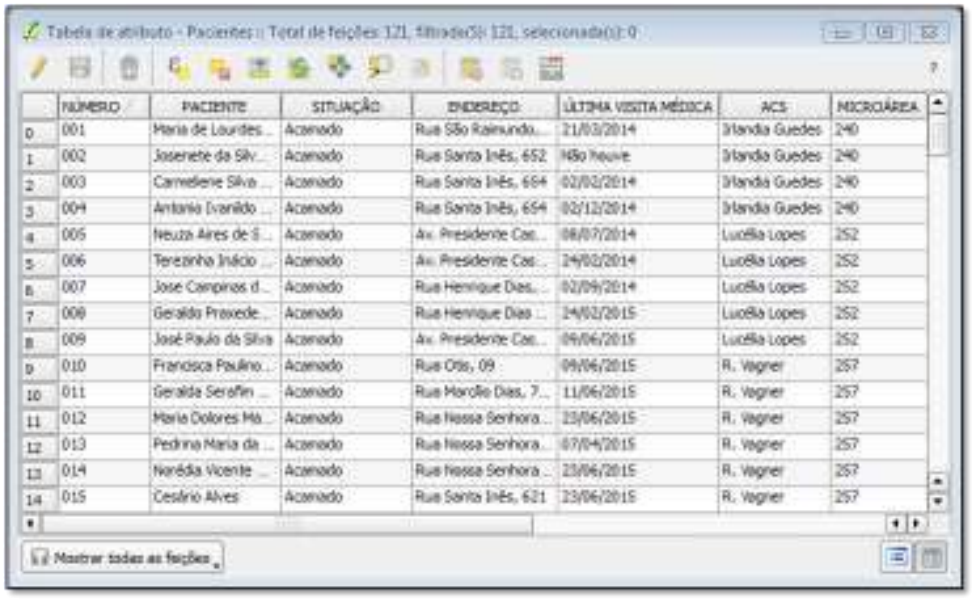
3. Resultados e Discussão

A realidade da saúde pública em Fortaleza, atualmente, apesar da inclusão de novos espaços de atendimento para desafogar os principais hospitais da capital cearense, foram implantados pelo governos do estado, juntamente com recursos federais as Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) e Centro de Especialidades Odontológicas (CEOs), pois tais equipamentos de saúde, vieram para minimizar problemas como a superlotação e a falta de atendimento especializado, que facilitaria o diagnóstico e o tratamento, onde os maiores hospitais de grande porte não tem especialistas, visto que o maior hospital de Fortaleza, Instituto Doutor José Frota - IJF, a especialização é traumatologia.

Falar de atendimento especializado é uma questão que suscita dois pontos, a primeira relacionada à especialidade médica e a segunda relacionada ao acompanhamento feito por uma equipe multidisciplinar (médicos, enfermeiros, agentes de saúde, etc.) que possibilite a compressão holística dos problemas e vulnerabilidades de determinada comunidade.

Pensando, mas profundamente neste segundo ponto, podemos depreender a necessidade inicial de espacialização de dados, trazidos pelos agentes de saúde, para melhor estudo e interpretação dos mesmos. Assim, uma análise integrada dos dados individuais de saúde, associada a uma interpretação dos aspectos geográficos que podem condicionar fatores de disseminação de doenças, além de estudo das condições sociais, culturais e de estrutura da comunidade, podem fornecer aos atores que lidam diretamente com a população, dados atualizados e fiéis à realidade que atendem.

Assim o geoprocessamento, vem atuando cada vez mais para melhoria da saúde pública em diversos níveis. Nesse trabalho trazemos um exemplo, no qual pudemos coletar dados e espacializá-los utilizando dos artifícios de um SIG. Na Figura 2, observamos uma tabela de atributos gerada no QGIS, mostrando os dados trazidos pelos ACS de cada paciente em acompanhamento na área da equipe azul do Centro de Saúde da Família Guiomar Arruda.



	NÚMERO	PACIENTE	SITUAÇÃO	ENDEREÇO	ÚLTIMA VISITA MÉDICA	ACS	MICROÁREA
0	001	Maria de Lourdes ...	Acamado	Rua São Raimundo...	21/03/2014	Irlandia Guedes	240
1	002	Josenete da Silv...	Acamado	Rua Santa Inês, 652	Não houve	Irlandia Guedes	240
2	003	Carmelene Silva ...	Acamado	Rua Santa Inês, 654	02/02/2014	Irlandia Guedes	240
3	004	Antonio Ivanildo ...	Acamado	Rua Santa Inês, 654	02/12/2014	Irlandia Guedes	240
4	005	Neuza Aires de S...	Acamado	Av. Presidente Cas...	08/07/2014	Lucélia Lopes	252
5	006	Terezinha Inácio ...	Acamado	Av. Presidente Cas...	24/02/2014	Lucélia Lopes	252
6	007	Jose Campinos d...	Acamado	Rua Henrique Dias...	02/09/2014	Lucélia Lopes	252
7	008	Geraldo Praxede...	Acamado	Rua Henrique Dias ...	24/02/2015	Lucélia Lopes	252
8	009	José Paulo da Silva	Acamado	Av. Presidente Cas...	09/06/2015	Lucélia Lopes	252
9	010	Francisca Paulino...	Acamado	Rua Otis, 09	09/06/2015	R. Vagner	257
10	011	Geralda Serafim ...	Acamado	Rua Marcilio Dias, 7...	11/06/2015	R. Vagner	257
11	012	Maria Dolores Ma...	Acamado	Rua Nossa Senhora...	23/06/2015	R. Vagner	257
12	013	Pedrina Maria da ...	Acamado	Rua Nossa Senhora...	07/04/2015	R. Vagner	257
13	014	Norêda Vicente ...	Acamado	Rua Nossa Senhora ...	23/06/2015	R. Vagner	257
14	015	Cesário Alves	Acamado	Rua Santa Inês, 621	23/06/2015	R. Vagner	257

Figura 2 – Tabela de atributos contendo os dados dos pacientes.

Com a iniciativa da construção da Sala de Situação visando uma melhoria no trabalho dos profissionais da saúde do CSF Guiomar Arruda, é possível ter uma melhor noção de organização dos dados contidos apenas nas fichas de acompanhamento dos ACS até então, assim como espacialização desses dados através de ferramentas de geoprocessamento. Um dado importante que foi observado, que em total de 121 pacientes, 52 são acamados, e que boa parte não teve uma visita médica há mais de um ano.

Os principais problemas verificados no processo de geocodificação são: nomes de logradouros não encontrados ou encontrados com grafias diferentes; numeração do endereço fora da faixa existente no cadastro de logradouros; endereço insuficiente; endereço com mais de um correspondente no cadastro de logradouros; e pequenos erros de grafia, como troca ou inversão de letras. Entretanto, o complemento MMQGIS conta com um campo para caracterizar o tipo de falha encontrada no processo de georreferenciamento de dados, o que permite a geração das listas de erros a serem corrigidos posteriormente, pelo pessoal de campo ou do posto de saúde.

No campo preditivo e preventivo, as ferramentas do geoprocessamento permitem ainda planejar medidas de intervenção junto a fontes de propagação de determinado tipo de doença, e as populações expostas a risco.

A demanda do setor da Saúde por ferramentas de geoprocessamento é crescente. A plena utilização dessas técnicas depende, todavia, da disponibilidade e qualidade de dados georreferenciados. A análise desses dados pelo nível local, de sua parte, é o que tem incentivado a melhoria da qualidade dos sistemas de informações em saúde (SIS) e das bases cartográficas, gerando um mecanismo de retroalimentação que garante o aperfeiçoamento de projetos de geoprocessamento de dados de saúde.

4. Conclusões

A utilização das técnicas de geoprocessamento contribuiu para a atuação da Equipe de Saúde da Família em sua comunidade territorial. O trabalho realizado, sobretudo aliado as atividade dos agentes comunitários de saúde, possibilitou o fortalecimento da utilização desse instrumento como forma orientadora, galgando subsídios norteadores para a agenda de trabalho da equipe de saúde e ainda possibilitando a atualização e sumarização cotidiana, com ativa participação dos ACS, do perfil epidemiológico de sua comunidade adstrita. Os dados

gerados podem ser utilizados para apoiar tomadas de decisões pelos gestores da saúde pública.

Podemos concluir que há uma enorme gama de aplicação do geoprocessamento a serviço da saúde. O levantamento de mapeamentos é de extrema importância no sentido de implantar politicas públicas para a prevenção e tratamento mais eficientes quando espacializados através das técnicas de geoprocessamento, prevendo índices de resultados muito mais eficientes nos casos de acamados e crianças com até dois anos de idade em acompanhamento. Entretanto, a atuação do poder público, efetivando a construção de centros de tratamento especializado em áreas de maior incidência de determinadas doenças, entre outras atitudes, é imprescindível.

É importante ressaltar, também, que de nada adianta se levantar dados e mapear ocorrências se não se têm profissionais adequados e habilitados, como um geógrafo, para realizar a função de análise e correlação de fatos cartografados e sistematizados com a dinâmica socioespacial.

Os dados especializados em produtos cartográficos favorecem a rápida visualização das necessidades específicas dos municípios, bem como, as suas diferenças ou padrão de igualdade, avaliando de forma quantitativa, os relacionamentos entre os diferentes fatores determinante. Como vantagem, estes produtos cartográficos podem ser usados com eficiência em qualquer programa de melhoria à saúde pública.

Referências

Barcellos, C. et al. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. Brasília: **Epidemiol. Serv. Saúde**: v. 17, n. 1, p. 59-70, 2008.

Barcellos, C.; Bastos F.I. Geoprocessamento, ambiente e saúde, uma união possível?. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12 n. 3, p. 389-397, 1996.

Bonfim, C. Medeiros, Z. Epidemiologia e Geografia: dos primórdios ao geoprocessamento. **Revista Espaço para a Saúde**. Londrina, v. 10, n. 1, p. 53-62, 2008.

Bossle, R.C. **QGIS e geoprocessamento na prática**. São José dos Pinhais: Edição do Autor, 2015. 232p.

Carvalho, M. S.; Pina, M. F.; Santos, S. M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à Saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Saúde, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 16.jul.2015.

Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde. **SIAB: manual do sistema de Informação de Atenção Básica**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 1. ed., 4.ª reimpr. – Brasília: Ministério da Saúde, 2003.

Organização Pan-Americana da Saúde. **Sala de Situação em Saúde: compartilhando as experiências do Brasil**. Org: Moya, J. et al. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Saúde, 2010.

Snow, J. **Sobre a maneira da transmissão da cólera**. São Paulo: Ed. Hucitec-ABRASCO, 1990.

Souza W.V. et al. A Tuberculose no Brasil: Construção de um sistema de vigilância de base territorial. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 1, p. 82-89, 2005.

Georreferenciamento dos atendimentos móveis do SAMU 192 da central regional de Maceió-AL

Marcílio Ferreira de Souza Júnior [1]
Jéssica Cristina Matos Medeiros [1]
Michael Cabral Melville de Souza Tenório [1]
Celyrio Adamastor Barreto Accyoli [2]
Leopoldo Marcílio Gonçalves Souza [1]
Thiago Araújo Silva de Oliveira [1]

[1] Instituto Federal de Alagoas - IFAL
Rua Odilon Vasconcelos, 103 – Jatiúca, Maceió - AL, Brasil, CEP 57035-660
{marcilio, leopoldo.souza, thiago.oliveira}@ifal.edu.br, {jetmedeiros, michaelmelville34}@gmail.com

[2] Secretaria de Estado da Saúde de Alagoas - SESAU
Avenida da Paz, 978 - Jaraguá, Maceió – AL, Brasil
celyrio@saude.al.gov.br

ABSTRACT

In the public health sector, more specifically in the context of prehospital mobile emergency care (SAMU 192), there is a large amount of data available with enormous potential for information to be extracted and displayed and can be applied for improvement in quality of care. Furthermore, health data could store geographic information that can serve to the strategic planning on ambulance operation, assisting in the choice of decentralized operation bases on regions more exposed to accidents. Indeed, georeferencing techniques have been widely used for data visualization and thus improve decision making. In this way, the present work proposes to implement a data visualization from the legacy base of the Regional Center of SAMU 192 in Maceió, comprising a period from 2006 to 2014, through the adoption of BI techniques, complemented with the use of geolocalization tools, to produce a dashboard with visualization of a map with the emergency events, as well as information about victim care. In the research's methodological design were adopted quality data analysis, geocoding e data warehouse building softwares. As a result, the research reached a 28% success rate on geocoding from a sample of 69.875 valid registries from 800 thousand available, being visually available on the dashboard.

Palavras-chave: Georeferencing, Business Intelligence, Mobile Medical Emergency Services Georreferenciamento, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência,.

1. INTRODUÇÃO

O atendimento pré-hospitalar de urgência e emergência é um desafio para os governos. Este serviço se fundamenta na ideia de que as lesões e traumas provocados por vários tipos de ocorrências, como em acidentes de transporte, têm condições de serem revertidos em sua totalidade ou parcialmente a depender do suporte oferecido à vítima antes da chegada a uma unidade hospitalar (CABRAL, 2009).

No cenário brasileiro de atendimento de urgência e emergência, destaca-se o programa governamental do Ministério da Saúde, denominado Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU). Neste serviço, uma contribuição ao seu planejamento estratégico seria a adoção da geolocalização para a visualização dos atendimentos das ocorrências, minimizando o tempo de deslocamento ao local do chamado e reduzindo riscos da urgência e os gastos nos percursos (CABRAL, 2009). Desta forma, o posicionamento geográfico adequado das

ambulâncias do SAMU através do uso de técnicas de geolocalização viria a contribuir para aumentar a eficiência dos atendimentos e racionalizar os custos (OLIVEIRA, 2008).

Alguns governos estaduais e municipais brasileiros já se utilizam das técnicas de geolocalização para visualização das ocorrências, que facilitam a detecção de importantes padrões a partir de análises por regiões e logradouros da cidade. Já há exemplos do uso dessas técnicas em algumas centrais regionais do SAMU, como na cidade de Olinda-PE, onde existe um sistema alternativo com informações já georreferenciadas (CABRAL, 2007). No estado de Santa Catarina também existe uma proposta para a geolocalização das ocorrências e das ambulâncias pelo próprio sistema (JUNIOR; VALENTE , 2005), assim como em Belo Horizonte-MG onde o geoprocessamento auxiliou na otimização da localização das bases de operação (OLIVEIRA, 2008). Contudo, estas tecnologias ainda não foram aplicadas no SAMU do estado de Alagoas e em comparação aos trabalhos citados, esta pesquisa avançou ao implementar um método de visualização interativa a partir de um *dashboard* que integrou dados legados e o rastreamento das ambulâncias em tempo real.

Para a obtenção do banco legado do SAMU foi feita uma parceria através de um projeto de pesquisa[1] financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa de Alagoas (FAPEAL), que está em andamento no IFAL. Foram assinados termos de confidencialidade, pois existem informações sensíveis sobre identidades de vítimas, atendentes e ligações feitas para o serviço. O trabalho também utilizou dados governamentais abertos extraídos do Portal de Dados Abertos do Governo de Alagoas[2], instanciando uma contribuição pública ao estado através dos próprios serviços de transparência do governo.

O ambiente da pesquisa foi delimitado no SAMU da Central Regional de Maceió devido a esse possuir uma base de dados com maior potencial de geocodificação em relação às demais unidades do estado. Aliando técnicas e ferramentas de geoprocessamento e de *Business Intelligence*, esse trabalho construiu visões interativas integradas a mapas temáticos que possibilitam análises objetivas sobre diversas dimensões da ocorrência como motivo, veículos envolvidos, tempo de atendimento e sua localização. Com um melhor poder de análise dos dados, vislumbrou-se a possibilidade de um planejamento estratégico da operação das ambulâncias, auxiliando na escolha de instalação de bases descentralizadas do SAMU nas regiões mais expostas a acidentes.

A próxima seção apresenta uma revisão da literatura com alguns conceitos de *Business Intelligence* e georreferenciamento que deram sustentação a esse estudo. A seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos e técnicos realizados no trabalho. Por fim, as seções 4 e 5, trazem, respectivamente, os resultados e as conclusões obtidas no estudo de caso abordado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção apresenta os principais conceitos utilizados no artigo, pois a definição da base teórica e conceitual proporciona a sustentação da pesquisa científica. Sendo assim, os conceitos de *Business Intelligence* e Sistema de Informações Geográficas são apresentados nas subseções seguintes.

---

[1] Projeto "Mapeamento dos Atendimentos Móveis de Urgência do SAMU-AL a partir de um Sistema de Informações Georreferenciadas", fomentado pelo PROGRAMA PESQUISA PARA O SUS (PPSUS), CHAMADA PÚBLICA 02/2013 – MS /CNPq/ FAPEAL/ SESAU-AL, sob processo num. 20110720-006-0018-0006, de 2013 a 2015.

[2] http://dados.al.gov.br/dataset/bairros-de-alagoas

2.1 *Business Intelligence*

Para Duan (2012), BI é o processo de transformar dados brutos em informações úteis para *insights* estratégicos mais eficazes e operacionais à tomada de decisões gerando benefícios reais aos processos de negócios. No nível gerencial, Petrini, Freitas e Pozzebon (2006) definem BI como um processo sistemático de aquisição, tratamento e análise de informações, visando a facilitar a tomada de decisão.

Comumente adotados em projetos de BI, os *Data Warehouses são* bancos de dados orientados por assunto, integrados, não voláteis e históricos, criados para suportar o processo de tomada de decisão (INMON, 1999). Essa solução integra os dados dos mais diversos repositórios da organização ou até mesmo dados externos. Esse novo repositório organiza seus dados aplicando técnicas de modelagem dimensional[3], buscando melhor performance em consultas analíticas, promovidas especialmente por ferramentas OLAP que permitem a criação de consultas dinâmicas sobre grandes volumes de dados.

Ações de Extração/Transformação e Carga (E*xtract-Transform-Load - ETL*) são necessárias para criação e manutenção dos *Data Warehouse* (DW). Os projetos BI/DW consolidam dados de diferentes fontes e nos mais diversos formatos, assim ações de transformação são necessárias à carga de dados no novo repositório. Para assistir esse processo é fundamental o uso de ferramentas especializadas nesse propósito.

O propósito da construção do DW é tornar as informações facilmente acessíveis, consistentes e apresentadas de forma dinâmica por meio de artefatos como relatórios, visões OLAP, paineis interativos (*dashboards*), mapas e ferramentas de mineração de dados. Nesse contexto, o trabalho desenvolvido utilizou a plataforma de BI *open-source* Pentaho, em sua versão *comnunity*. A solução do Pentaho assiste a todas as fases de um projeto de BI com sua *suite* de ferramentas. Além das atividades de ETL, úteis na construção do DW e no tratamento dos dados, foram desenvolvidos no projeto um cubo OLAP e diversos *dashboards*, todos através das ferramentas da *suite* Pentaho.

Por sua vez, os *Dashboards ou* painéis interativos *são* mecanismos de visualização utilizados para se dispor diferenciadas informações em um só painel de forma concisa, clara e com mecanismos intuitivos. Normalmente essas informações estão dispostas em gráficos dos mais diferentes formatos que permitem uma fácil visualização de métricas (FEW, 2006). Os dashboards desenvolvidos são compostos também por mapas, que assim como os gráficos, são muito importantes porque fornecem informações visuais, úteis e muito eficientes nas comparações estatísticas enriquecendo assim o uso do geoprocessamento e consequentemente do *Business Intelligence*. Essa combinação vem sendo chamada de GeoBI (ANGELACCIO, 2012)

2.2 Sistema de Informações Geográficas

Davis e Câmara (2001) definem Sistemas de informação geográficos (SIG) como sistemas que utilizam e recuperam informações a partir de sua localização espacial, oferecendo assim uma visão inédita desses componentes em uma distribuição geográfica.

No contexto de SIG, geoprocessamento é a área que engloba as técnicas que se utilizam de bases de dados geolocalizadas, transformando-os em informações relevantes (SILVA, 2009). O georreferenciamento é compreendido como o meio de associação entre informações

---

[3] Modelagem Dimensional: técnica de projeto lógico aplicada aos DW que contrasta com os modelos convencionais, tal como o Entidade e Relacionamento(ER). Enquanto o tradicional é mais adequado ao registro de transações, o segundo é destinado a responder consultas.

geográficas e locais físicos, aplicável em vários tipos de estrutura, sendo assim parte da área geral de geoprocessamento (BARCELLOS et al., 2008). Já a geocodificação é o processo de transformar endereços escritos em linguagem direta, como por exemplo, "Av. Maceió", para um sistema de coordenadas geográficas (GOOGLE, 2015). A combinação desses conceitos supracitados é fundamental para o entendimento de diversos trabalhos que lidam com a aquisição ou transformação de dados geográficos para a análise de diferentes situações (SKABA, 2009), tal como o presente estudo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi dividida em quatro etapas, conforme apresentada na figura 1. Apesar do fluxo ilustrado, as etapas não foram necessariamente sequenciais. Inicialmente, a exploração e a extração dos dados foi realizada a partir da base de dados do SAMU de Maceió obtida com a autorização da Secretaria de Estado da Saúde de Alagoas (SESAU). O banco de dados adotado pelo sistema e-SUS implantado na unidade era o MS SQL Server© 2008. Em paralelo a exploração, entrevistas com os usuários e técnicos do SAMU guiaram uma melhor interpretação dos processos de negócio e da estrutura do banco de dados de registro das ocorrências.

Após uma melhor compreensão das informações, a identificação das dimensões envolvidas na ocorrência passou a ser realizada. A modelagem dimensional seguiu as técnicas propostas em (Kimball, 2002) e atentou as restrições causadas pelas inconsistências e ausências de dados no repositório. Para auxiliar a análise da qualidade dos dados, a ferramenta *Data Cleaner* foi utilizada através de um *plugin* (extensão) no Pentaho *Data Integration* (PDI), ferramenta ETL da *suite* Pentaho.

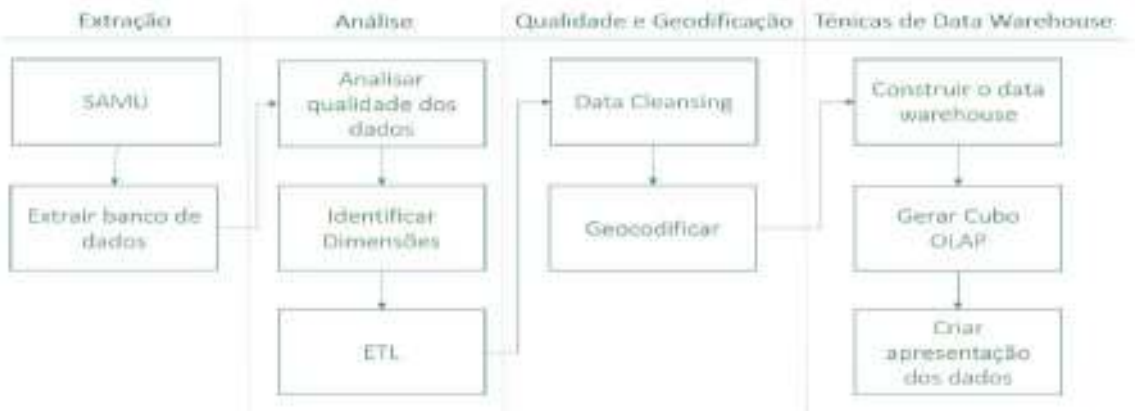


Figura 1. Desenho metodológico da pesquisa.

As operações de ETL foram realizadas juntamente com a geocodificação dos endereços das ocorrências na carga do *data warehouse*. Cabe ressaltar que geocodificação é o processo de transformar endereços escritos em linguagem direta, como por exemplo, "Av. Maceió", para um sistema de coordenadas geográficas. O processo utilizou a solução REST fornecida pelo Google, denominada *The Google Geocoding* API, que nos testes apresentou uma maior taxa de sucesso na geocodificação dos logradouros dos atendimentos. A geocodificação via API foi realizada com apoio da ferramenta PDI que automatizou as requisições ao serviço da Google a partir dos endereços encontrados na base do SAMU.

Já com o *data warehouse* construído, um cubo OLAP foi definido através da ferramenta *Pentaho Workbench*. Esse cubo permitiu a navegação dos dados por meio de consultas dinâmicas realizadas conforme as necessidades do usuário sobre quaisquer dimensões do DW.

A última etapa do projeto foi a construção dos *dashboards*, no qual informações das ocorrências eram apresentadas sobre diversas dimensões através de gráficos e mapas interativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal objetivo do trabalho foi complementar o *dashboard* desenvolvido com informações do logradouro das ocorrências de urgência e emergência da base do SAMU. Para a escolha das ocorrências do banco que deveriam ser geocodificadas o estudo se limitou aos registros somente da capital Maceió, cujos campos de logradouro não estivessem vazios e somente as ocorrências com algum tempo de deslocamento das ambulâncias atribuído. Com esses critérios alcançou-se o número de 132.444 ocorrências a serem geocodificadas. Na figura 2 é apresentado o resultado da geocodificação em um mapa online.

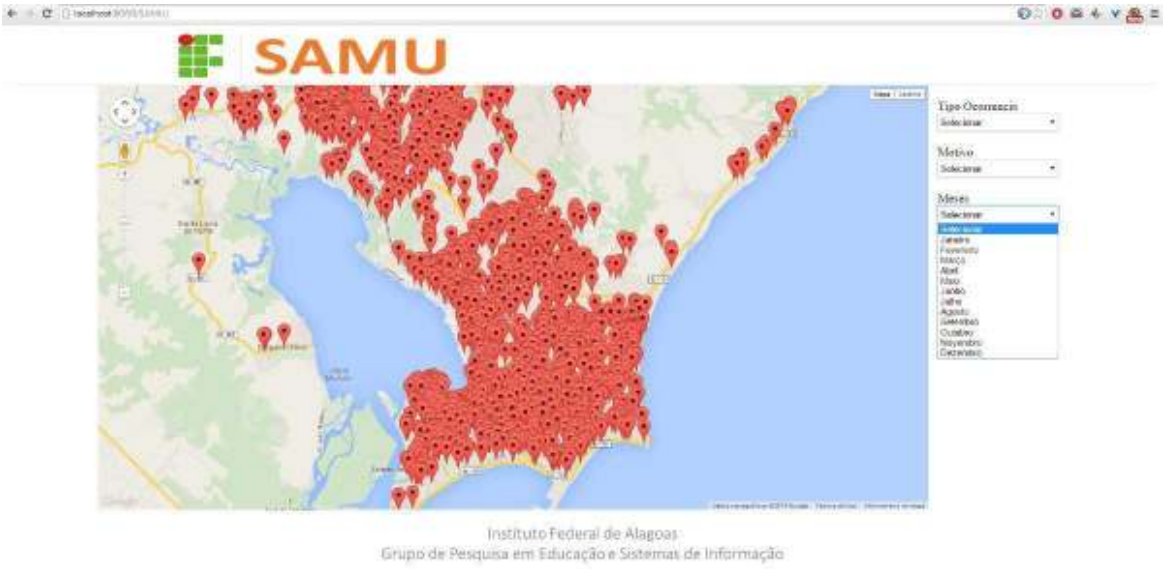


Figura 2. *Dashboard* com as ocorrências atendidas geocodificadas.

Tendo em vista o aprimoramento dessa visualização e também visando facilitar o reconhecimento de regiões com maior incidência de acidentes foi utilizado o *plugin Marker Cluster* do Pentaho onde obteve-se uma visualização por bairro ou região, como ilustrado na figura 3. Nesta mesma tela, foi utilizado além do plugin *Leaflet* os dados extraídos do Portal de Dados Abertos do Governo de Alagoas para a delimitação dos bairros dentro do *dashboard*. Esses dados foram conseguidos em formato *geojson* e contêm além dos mapas para bairros de Maceió, informações sobre sua população. Ademais, para os bairros foi adotada uma escala de cores, que quanto mais vermelho a área se encontra, mais ocorrências existem na mesma.

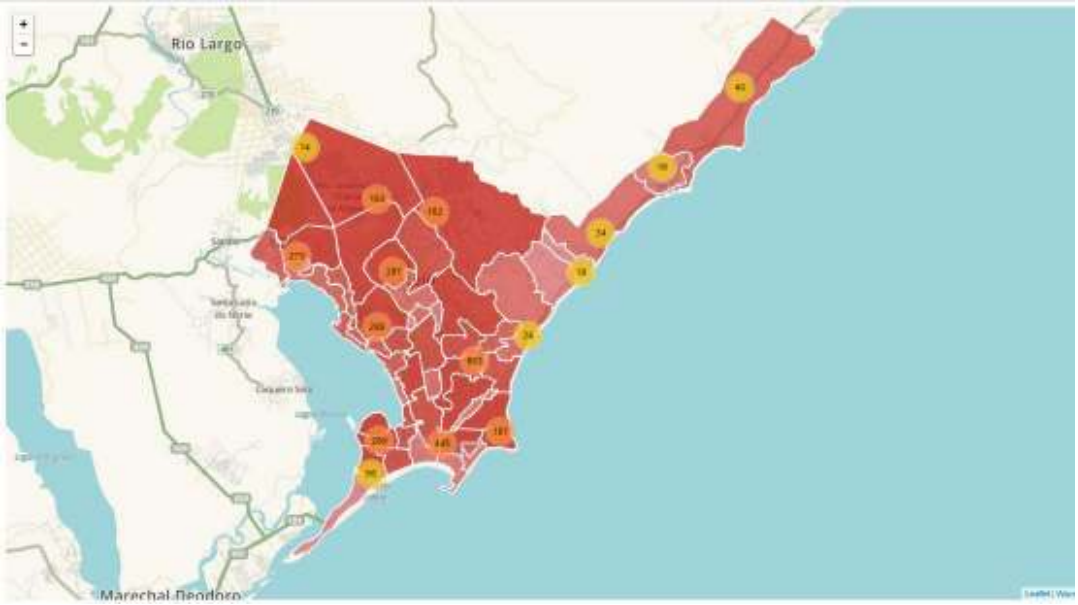


Figura 3. *Dashboard* com as ocorrências atendidas por região.

Numa versão mais elaborada do *dashboard* implementado pela pesquisa foi possível visualizar a integração entre os gráficos gerados pelo perfil das vítimas e ocorrências com os mapas geocodificados a partir da API do *Google Maps*, conforme ilustrado na figura 4.

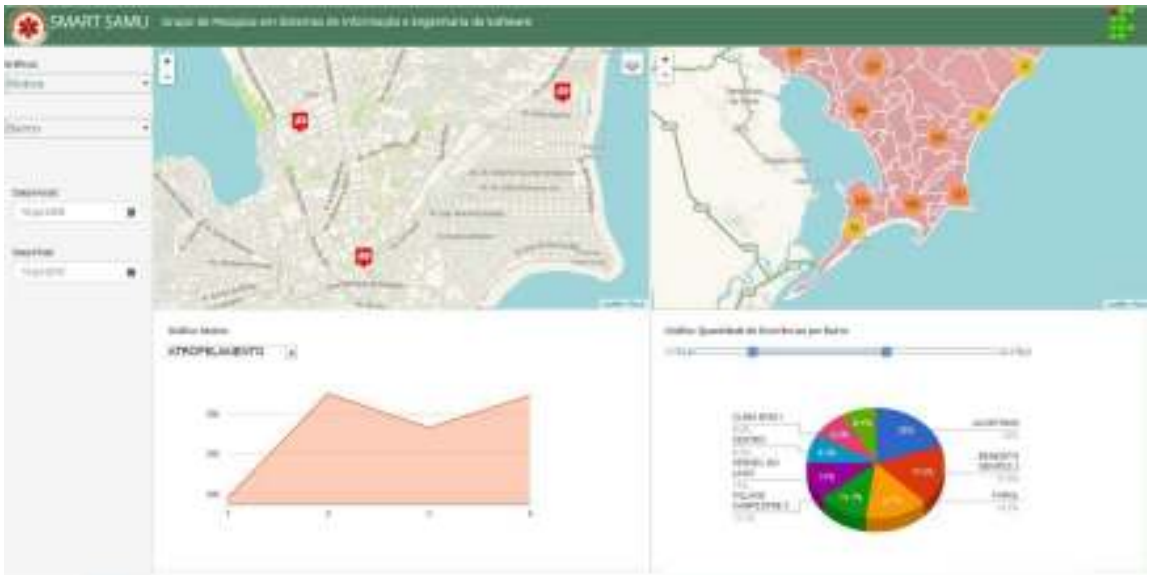


Figura 4. *Dashboard* integrando a geocodificação e os relatórios analíticos.

O mapa final englobou todos os pontos georreferenciados com coordenadas geográficas para determinadas áreas ou ruas e nas partes onde não se conseguiu um ponto específico na geolocalização sua informação ficou limitada pelo campo “Bairro”. Na figura 4 acima é possível visualizar dois gráficos que resumem os motivos das ocorrências e os tempos de atendimento das ambulâncias do SAMU desde a saída até a volta à base. Ainda, no mapa com a geolocalização das ocorrências pode ser aplicado uma filtragem por sexo, ano e classificação da vítima, de acordo com os critérios do usuário.

5. CONCLUSÕES

Ao analisar a base de dados do SAMU de Maceió ficou nítida a necessidade de melhoria na qualidade de entrada de dados do sistema. Não apenas em questão do banco de dados em si, mas também no treinamento dos atendentes do SAMU para operar o Sistema, pois existem diversos endereços inválidos que impossibilitaram a geocodificação.

Algumas ferramentas poderiam auxiliar na geração das informações geográficas pós-atendimento. Já no planejamento, o rastreio das unidades de atendimento informando rota traçada e localização geográfica da ocorrência através do Sistema de Posicionamento Global (GPS) acrescentarão informações valiosas para a análise espacial das ocorrências e deslocamentos.

Foi possível alcançar com a geolocalização dos dados uma taxa de sucesso de 28% a partir de uma amostra de 69.875 registros. Como resultado da baixa qualificação dos dados, houve uma redução significativa no número de ocorrências geocodificadas porque existiam muitos registros que não continham valor algum e que tiveram que ser descartados do projeto do *data warehouse*. De um total de 796.326, apenas 69.875 registros foram considerados no período de 2006 a 2014.

Com a implantação dessa solução de BI espera-se que o gerenciamento do SAMU consiga alcançar outro grau na utilização da informação. A visualização geográfica dos dados agrega valor imensurável para o processo de tomada de decisão e controle dos processos relacionados ao de atendimento das ocorrências. Essa ferramenta apresenta um instrumento de aplicação que deve ser incrementado com a integração de dados geográficos dos diversos ramos do serviço público, como por exemplo, informações sobre o trânsito, sobre obras de infraestrutura e sobre as demais atividades que se sobrepõem e que, no objeto desse trabalho, influenciariam diretamente na gestão dos deslocamentos e auxiliariam no planejamento de rotas de fuga das unidades de atendimento.

As ferramentas de geoprocessamento são contundentes no auxílio da tomada de decisão. O planejamento e alocação de recursos públicos fundamentados em sistema de informações geográficas trazem um grande incremento na qualidade do serviço prestado. Especificamente nos casos de ocorrências de urgência e emergência, a implantação de bases descentralizadas planejadas a partir de uma análise espacial da localização de ocorrências e tipos característicos, reduziriam significativamente o tempo resposta dos atendimentos e esse planejamento representaria um acréscimo considerável no tempo de sobrevida das vítimas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angelaccio, M.; Basili, A.; Buttarazzi, B.; Liguori, W., "Using Geo-Business Intelligence to improve Quality of Life," Satellite Telecommunications (ESTEL), 2012 IEEE First AESS European Conference on , vol., no., pp.1,6, 2-5 Oct. 2012.

Barcellos, C. et al. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências. Epidemiol. Serv. Saúde, 59-70, Brasília, 2008.

Cabral, A.P.S. Um Termômetro do Sistema Único de Saúde – O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU-192): Análise do Modelo em uma Cidade do Nordeste Brasileiro, Recife, 2007.

Cabral, A.P.S. serviço de atendimento móvel de urgência: um observatório dos acidentes de transporte terrestre, Recife, 2009.

Davis, C; Camara, G. Arquitetura de sitemas de informacao geográfica. INPE, São José dos Campos, 2001.

Duan, D. X. Business Intelligence for Enterprise Systems: A Survey. Industrial Informatics, IEEE Transactions. v.8. 2012.

Eckerson, W. Performance Dashboards: Measuring, Monitoring and Managing Your Business, John Wiley & Sons, 2011.

Few, S. Information Dashboard Design, O'Reilly, 2006.

Freire, M. S.; Ramos, R. R. D.; Lopes, H. L.; Melo Júnior, J. C. F.; Accioly, L. J. de O.; Batos, E. C. G.. Capacitação de gestores municipais em geotecnologias e implantação de Sistemas De Geoinformação Municipal visando um planejamento urbano sustentável. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, II, 2008, Recife. **Anais**... Recife, PE: SBCGTG, 2008. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/>. Acesso em: 15 ago. 2015.

GOOGLE. The Google Geocoding API. Disponível em: https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/. Acesso em: 02 de jul. de 2015.

Howson, C. Successful Business Intelligence. Mc Graw Hill Education. ed. 2. 2014.

Inmon, W.H. welch, J. D. Glassey, K. L. Gerenciando Data Warehouse. São Paulo: Makron Books, 1999.

Junior, J.; valente, A. A logística no serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU). XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, p. 4526-4532, 2005.

Kimball, R. Ross, M. The Data Warehouse Toolkit. Editora Campus, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2002.

Loshin, D. Business Intelligence: The Savvy Manager's Guide. 2. ed. Newnes, 2013.

Oliveira, E. A. de. Otimização da localização das bases de operação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência: SAMU/BH através do uso de técnicas de Geoprocessamento. Caminhos de Geografia, v. 9, n. 26, 2008.

Parmenter, D. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs, John Wiley & Sons, 2007.

Pettrini, M. Freitas, M. T. Pozzebon, M. (2006). Inteligência de negócios ou inteligência competitiva: noivo neurótico, noiva nervosa. Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (EnANPAD).

Skaba, D. A. Metodologias de Geocodificação dos Dados da Saúde, Rio de Janeiro – RJ, 2009.

Silva, J.X. da. O que é geoprocessamento, Revista do Crea-RJ, 2009.

Impactos Ambientais sobre Áreas de Preservação Permanente. Estudo De Caso: Bacia do Riacho Silva -Maceió - AL

Klebson da Silva[1,2]
Elisabete Camilo Fernandez [2]

[1] Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas - SEPLAG
Rua Doutor Cincinato Pinto, 503 – Centro, Maceió - AL, Brasil, CEP 57020-050
klebson86@gmail.com
[2] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
fernandezelisabete@gmail.com

Abstract: The article analyzes the territorial planning and environmental impacts arising from urban settlement in protected areas in Permanent Preservation Areas mode - APP, along watercourses Silva of the creek, Maceió - AL. Its watershed is located at 100% urban area of the city. The method considered the steps of: support, with a urban setting clipping study, regarding the characterization of the major social and environmental problems in the basin coverage area. The survey found that urban sprawl according to the IBGE, that neighborhoods do depart from its territory had a population increase of 18 754 inhabitants in 10 years following the Maceió it was the northeastern city that had the highest population growth in the last decade, simultaneously days in high rainfall in this region the occurrence of floods, adding these phenomena generating negative environmental impacts in the region, the most noticeable being the social and environmental in a highly urbanized area.

Palavras-chave: planning, watershed, urban, planejamento, riacho, urbano .

1.Introdução

O artigo 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988, da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal 6.938/81) diz: "*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 às presentes e futuras gerações".*

Contudo o desenvolvimento urbano nos países emergentes tem sido realizado de forma precária com deterioração da qualidade de vida e do meio ambiente. Este processo é ainda mais significativo na América Latina onde 77% da população é urbana (48% a nível mundial). (TUCCI, 2004).

Neste cenário, é possível perceber que o crescimento da população nas cidades brasileiras ajuda ampliar esses dados. Isso porque, a grande maioria dos centros urbanos não apresenta uma infraestrutura adequada. Tucci (2003) destaca que nas periferias essa questão ocorre de forma mais evidente: com crescimento acelerado e infraestrutura precária, ocasionando maiores dificuldades de ação por parte do poder público.

O acelerado crescimento demográfico dos grandes centros urbanos brasileiros durante o século XX, dentre os quais, encontra-se a cidade de Maceió, pressionou os recursos hídricos com contaminação, ocupações domiciliares e impermeabilização do solo. Além disso, a

crescente população urbana passou a exigir demandas maiores por água e aumentou a produção de esgotos e resíduos sólidos.

De acordo com Tucci (2004) a inundação urbana é uma ocorrência tão antiga quanto às próprias cidades ou qualquer aglomerado urbano. Porém, com o acelerado desenvolvimento das cidades na segunda metade do século passado, os rios urbanos passaram a inundar com maior frequência.

Segundo o Código Florestal (Lei Federal no 4.771, de 1965) as áreas no entorno de nascentes e as margens de riachos, rios e lagoas ou lagos – naturais ou artificiais consiste em Áreas de Preservação Permanente (APPs) esses espaços territoriais são protegidos de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal e nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal.

Nas margens, é proibido fazer construções ou edificações – com exceção das obras públicas de infraestrutura, tais como: estradas, pontes e rede elétrica, quando não há alternativa locacional. Ainda de acordo com a lei, é necessário manter as construções de casas ou edificações afastadas das margens de nascentes, riachos, rios, lagos ou lagoas, conservando a vegetação nativa nestes locais. Isso evita prejuízos econômicos e perdas de vidas humanas no caso de enchentes e enxurradas, além de tornar as cidades mais agradáveis, mantendo corredores ecológicos para plantas e animais nativos e espaços de lazer e recreação para as pessoas, aumentando a qualidade de vida. (BRASIL, 1965).

A gestão territorial a partir de bacias hidrográficas passa a ser realidade no Brasil com a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei n. 9.433, de janeiro de 1997, que cria o Conselho Nacional dos Recursos Hídricos e institui a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Os recursos hídricos passam a ser geridos no contexto de suas bacias pela constatação de que a problemática de disponibilidade e qualidade desses recursos está vinculada a processos naturais sistêmicos que estão diretamente relacionados ao clima, à vegetação, à fauna, ao substrato de solo, etc.

A Bacia Hidrográfica do riacho do Silva constitui um afluente da margem esquerda da lagoa Mundaú, tendo o seu território totalmente situado na área urbana da cidade, formando um sistema rico em recursos hídricos. A expansão urbana tem aumentado na bacia, principalmente, em áreas de encostas com declividade acentuada e margens dos cursos d'água. Aliam-se a esses fatos, o baixo nível de conscientização ambiental da população e o descaso do poder público em relação ao entendimento das relações entre os recursos hídricos superficiais e o processo de urbanização, em área urbana.

Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de promover uma reflexão sobre os impactos ambientais causados pela urbanização na bacia do riacho da Silva – Maceió- AL.

2. Metodologia de trabalho

A pesquisa adotou uma metodologia que fosse capaz de compreender a caracterização física da Bacia do Riacho do Silva, com base em trabalhos científicos e análise de dados da região em estudo. O processo foi iniciado com um estudo de delimitação da região, após esse procedimento, foram identificados os impactos ambientais que vêm ocorrendo na bacia de drenagem do riacho do Silva nos últimos 10 anos. Foi realizada uma pesquisa e revisão bibliográfica sobre a expansão urbana e os problemas ocorridos das inundações, buscando ater-se às categorias e conceitos, entendendo às causas e consequências que acarretam os problemas da expansão das áreas urbanas.

3. Resultados e Discussão

A Bacia hidrográfica do riacho do Silva (Fig. 1), com sua área total de 10,13km², com 6 km de extensão, está localizada na zona urbana de Maceió, inserida entre as coordenadas geográficas 9 º34' 54,2" a 9º 37' 43,8" de latitude sul e de 35º44'17,5" a 35º46'30,8" de longitude oeste de Greenwich. Constituindo um afluente da margem esquerda da laguna Mundaú. A bacia do Silva tem o seu território totalmente situado na área urbana da cidade de Maceió com sua rede de drenagem localizada em cinco bairros: Tabuleiro do Martins, Petrópolis, Chã da Jaqueira e Gruta de Lourdes, atravessando o Parque Municipal de Maceió e a Reserva Florestal do IBAMA-AL, desembocando na laguna Mundaú (bairro Bebedouro).

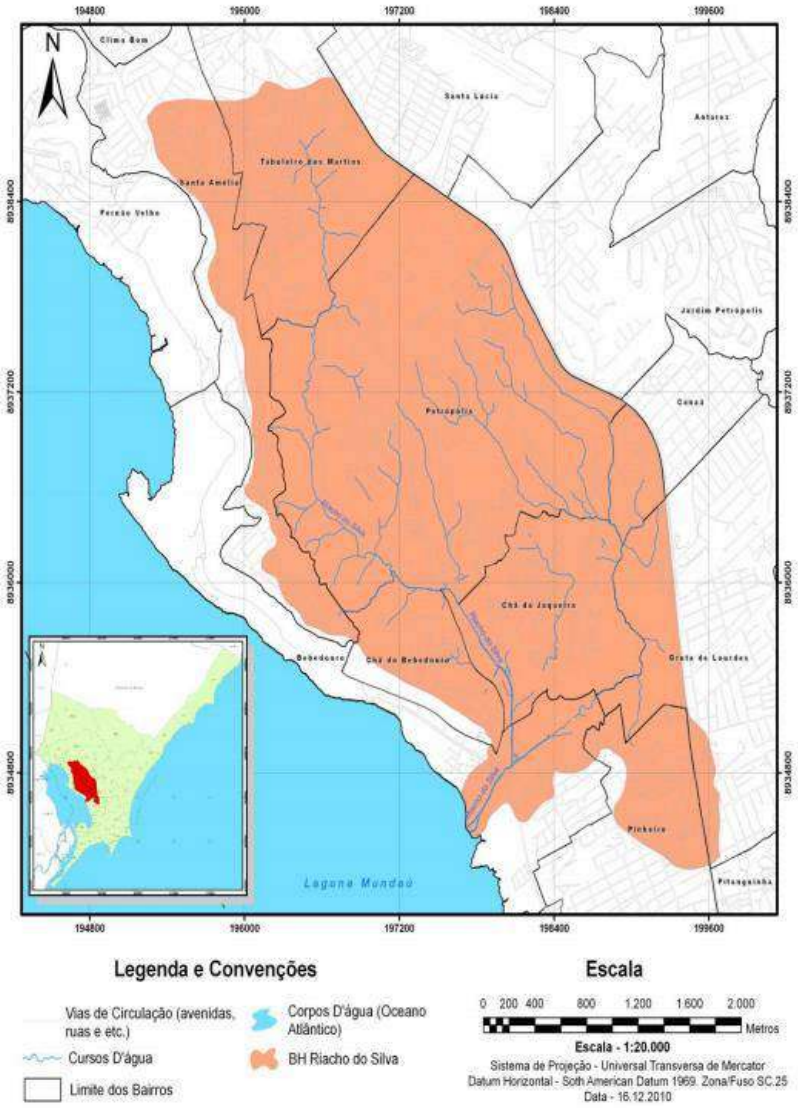


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do riacho do Silva Fonte: SILVA, 2011.

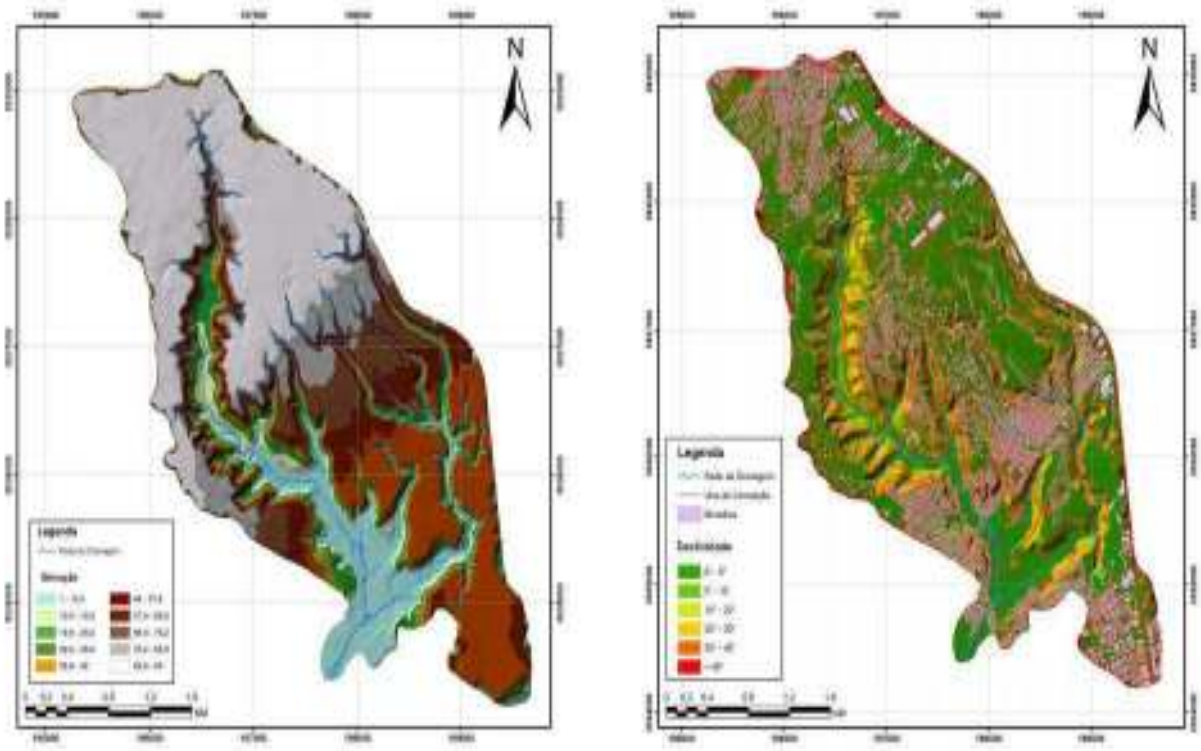


Figura 2. (a) - Modelo digital de elevação e Figura 2(b) Mapa de declividade com área urbana na Bacia Hidrográfica do riacho do Silva. Fonte: GAMA, 2011.

A planície do riacho do Silva é caracterizada por um baixo gradiente topográfico, entre 1 e 95 m de altitude com nível do mar (Fig. 2a). Segundo Almeida et al (2010) o uso do solo da bacia é dividido como segue: 63 % dedicado à urbanização, 17 % a fragmentos tropicais e 20 % correspondem à área campestre. A maior aglomeração urbana está localizada na margem direita do riacho. Sua ocupação não considera as condições naturais as casas construídas nessa localidade são implantadas desordenadamente, nas proximidades da nascente da bacia.

Os censos demográficos produzem informações que permitem conhecer a distribuição territorial e as principais características das pessoas (IBGE, 2010). Entre os anos 2000 e 2010 a população dos bairros que compõem a bacia do riacho do Silva passou de 122.667 para 141.421 habitantes mostrando um aumento de 15,29 % (IBGE, 2010).

A pressão demográfica sobre a bacia do riacho do Silva acarretou a destruição da mata ciliar (Fig.4) que servia como uma importante barreira de contenção das enchentes. A mata ciliar tem, entre outras funções importantes, fixar o solo através das suas raízes. Isto, evita que o mesmo seja perdido na forma de sedimentos que assoream as margens do rio. Ou seja, estreitam a calha do rio. E, portanto, favorecem a rápida cheia do mesmo ante volumes de chuva cada vez menores. A ocupação das margens do rio não levou em consideração o limite que o volume de água alcança em período de enchentes, o que coloca em risco constante a população que reside nas proximidades desse curso fluvial.

De acordo com Primavesi e Primavesi (2003) é notória a importância da cobertura vegetal para a proteção dos cursos hídricos, controlando, entre outras funções, a erosão das margens, sendo que quanto maior e mais diversificada a mata ciliar, maior a capacidade do sistema em termos de reserva hídrica.

Como afirma Silveira (2001), trabalhando com uma bacia com 50% de impermeabilização em Porto Alegre - RS, descobriu um aumento entre 4 e 5 vezes do escoamento devido ao aumento da urbanização. Tucci e Genz (1995) afirmam que este

aumento pode ser da ordem de 6 vezes em relação à vazão natural, dependendo das condições locais.

Figura 4. Mata Cilar. Fonte: Comunicação e Cidadania

Pelas determinações do Código Florestal, em todos os riachos e rios com até 10 metros de largura (que é o caso do riacho do Silva) deve ser preservada uma faixa de 30 metros em cada margem a título de Área de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 1965). Nessas faixas, deve ser preservada ou recuperada (quando houver sido retirada no passado) a vegetação nativa. A área em estudo apresenta como principal característica a presença de resíduos sólidos dispostos de maneira irregular (Fig.4). Quanto à origem dos resíduos dispostos no local pressupõe-se que tenham sido gerados em ambientes domiciliares, públicos, comercias. Nota-se claramente que a integralidade das APPs e a margem do riacho Silva estão comprometida.

Segundo Gloagen et al (2007) a falta de políticas públicas é um agravante por culminar na falta de planejamento do uso dos recursos hídricos, do solo e das matas ciliares. Contudo, o riacho do Silva foi o primeiro manancial de água potável que abasteceu Maceió, ocorrendo o sério risco de se transformar em esgoto a céu aberto (Fig. 5). Conforme Silva (2011) a água do riacho do Silva apresenta condição sanitária (avaliada pela concentração de coliformes fecais) bastante comprometida em toda a bacia, em ambos os períodos de observação (seco e chuvoso), com quase 100% dos valores enquadrando-se apenas na classe IV de água doce.

Figura 5. Moradores pescando sobre o riacho do Silva bastante degradado

A (Fig. 5) demonstrar é que a disposição de resíduos sólidos inadequadamente é constante, sem qualquer tipo de controle ou fiscalização, assim comprometendo a vazão do riacho do Silva, causando diversos transtornos à população residente na bacia (Fig.6). De acordo com Silva (2011) os indicadores socioeconômicos, mostraram que nas APP da bacia do riacho do Silva reside uma população de baixo nível de renda e de escolaridade, desprovida de orientação e assistência do Poder Público.

Figura 6. Ponte sobre riacho do Silva no bairro de Bebedouro com quantidade expressiva de lixo

Próximo à foz do riacho Silva, o bairro Bebedouro apresenta alta suscetibilidade à ocorrência de enchentes e inundações. Principalmente no período chuvoso, entre maio e Setembro (p.ex.). Esses eventos geram grandes transtornos e prejuízos econômicos à população que reside nas partes baixas ao longo desse curso d'água e ao Poder Público.

Figura 7. Enchente no riacho do Silva, Fonte: Gazeta, 2014.

Sendo assim, ao contrário do que havia até a década de 1950, quando uma barragem foi construída próxima à nascente, do Parque Municipal de Maceió, garantia o abastecimento para boa parte da capital, hoje é lama e entulho o que corre pelo riacho do Silva (Fig. 7).

De acordo com Ricardo Pereira, morador local, em entrevista cedida ao jornal Primeira Edição (2012) a degradação do Silva não só envolve o despejo de lixo domiciliar e de esgoto nos trechos do curso d'água como também o assoreamento, o desmatamento e a urbanização irregular no local. "O Riacho do Silva está sumindo e ninguém está percebendo. A população está crescendo rapidamente e tomando conta do leito do rio. Ele está se estreitando e ficando raso. Os moradores de Bebedouro só se dão conta do Riacho quando a chuva provoca vazão no rio. O Riacho do Silva geme como paciente terminal. É como ele estivesse na UTI (Unidade de Terapia Intensiva) ", afirmou.

4. Conclusões

Analisar o processo de expansão nas áreas urbana é de fundamental importância para se entender como o homem ao longo dos anos vem modificando e remodelando o espaço geográfico. Em muitos casos sem medir as consequências, ocasiona diversos problemas ambientais, como: a impermeabilização dos solos, aumento do escoamento superficial, de áreas de erosão, poluição, assoreamento de rios e diminuição da cobertura vegetal.

A falta de um controle eficaz pelo poder público faz com que haja um crescente aumento de invasão de áreas de risco, provenientes da ocupação irregular em áreas de preservação permanente como encostas e área de inundação do riacho. São de risco porque comprometem a segurança dos moradores e não fornecem condições adequadas de vida.

A importância do riacho do Silva e da laguna Mundaú vai além das questões ambientais. Isso porque, em um recente passado o riacho serviu como fonte de água, sendo a priori na cidade de Maceió, e não podemos esquecer que ainda hoje uma pequena parcela de moradores da região utiliza suas aguas como fonte de renda. Entretanto, a urbanização inadequada nas margens do riacho Silva não permite o usufruto adequado. Nesse sentido, se torna necessário elaborar propostas de revitalização da área urbana e consequentemente recuperar as áreas degradadas para que tenhamos um ambiente equilibrado na área de entorno do riacho do Silva. Partindo de ações que tenha uma periodicidade e planejamento corriqueiros. De acordo com tudo que foi exposto, sugere-se uma forte campanha educacional e socioambiental que necessitará ser um meio de conscientização, ou mesmo, ações mais pontuais como a limpeza regular dos córregos e do terreno que receberá devida importância, posteriormente ao plantio de mudas, visando, à recomposição da mata ciliar desde das encostas e na área de várzea do riacho contendo a expansão urbana.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J. P. A. et al. **Avaliação da ocupação nas áreas de preservação permanente na bacia do Riacho do Silva**. In: SÍMPÓSIO SERGIPANO DE GEOGRAFIA CONTEMPORÂNEA, 1., Aracajú. Anais. Aracajú: UFS, 2010.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: Texto constitucional de 05 de outubro de 1988. Brasília, 05 de outubro 1988. Disponível em www.planalto.gov.br acesso em 18 de jul .2015.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. Disponível em: Acesso em 10 jun.2015.

GOMES, R. C. C.; SILVA, A. B.; SILVA, V. P**. Política habitacional e urbanização do Brasil.** Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, v. VII, n. 146 (083), 2003. Disponível em Acesso em: 18 Jan. 2015.

GLOAGEN, R. A. B. G.; MELO FILHO, J. F.; SILVA, P. S. O.; DOURADO, C. S.; SILVA JÚNIOR, J. J.; SOUZA, D. L. A. Diagnóstico preliminar de impactos ambientais na micro-bacia do ribeirão do Machado em Cruz das Almas – BA. Revista Brasileira de Agroecologia. v. 2, n. 2, p. 1645-1648, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000**. Disponível em Acesso em: 18 Jan. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em Acesso em: 18 Jan. 2015.

PRIMEIRA EDIÇÃO. Disponível em:< http://primeiraedicao.com.br/noticia/2012/04/27/silva-riacho-que-ja-foi-rio-agon> Acesso em 17 de Jan. 2015.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. **Fundamentos ecológicos para o manejo efetivo do ambiente rural nos trópicos: educação ambiental e produtividade com qualidade**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003.

SILVA, V. M. F. **Diagnóstico ambiental da área de preservação permanente (APP) das margens do Riacho do Silva.** Maceió - AL. 2014.

SILVEIRA, A. L. L. Impactos hidrológicos da urbanização em Porto Alegre. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13., 2001, Belo Horizonte. Anais...Porto Alegre: ABRH. 1 CD.

TUCCI, C.E.M, 2004. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. REGA – Vol. 1, no. 1, p. 59-73, jan./jun. 2004.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (org**). Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003, 471 p.

TUCCI, C. E. M. Modelos hidrológicos. Porto Alegre: Ed.UFRGS, 2000

_____. **Inundação Urbana**. Disponível em: http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/drenagem1.PDF Acesso em: 21 de Jan. 2013.

_____. **Controle do impacto da urbanização**. In: TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L. L. e BARROS, M. T. (Org.) Drenagem Urbana. 1 ed. Porto Alegre: ABRH, Editora da universidade UFRGS. pp. 277 - 347. 1995.

Índices de Vegetação e Suscetibilidade à Desertificação no Município de Poço Redondo – Sergipe

Douglas Vieira Gois [1]
Felippe Pessoa de Melo[1]
Wandison Silva Araújo[1]
Rosemeri Melo e Souza [1]

[1]Universidade Federal de Sergipe - UFS
Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE, Brasil
{ douglasgeograf, felippemelo}@hotmail.com, {wandison.silva}@gmail.com, {rome}@ufs.br

Abstract. The semi-arid northeast presented historically hum Framework excessive exploitation of natural resources. In this context, um increased environmental degradation process called desertification. The desertification process is the degradation of land in arid IN AREAS, semi-arid and dry sub-humid, coming from several factors, including how climate variations and anthropogenic lead. Of the Agreement with the State Action Program to Combat Desertification (PAE-SERGIPE), no state of Sergipe, the Territory of the High Wilderness Sergipe and a affected area By desertification processes. In this sense, present objectively analyze search between the vegetation to ea Susceptibility desertification any city of Poço Redondo, located no northwestern state of Sergipe. To achieve this purpose, Were Generated vegetation indexes, a saber Difference Vegetation Index Normalized In (NDVI) in order to correlate so the results to soil degradation process. In addition, can-que stand out in the study area as the main causes of desertification are deforestation, overgrazing, process que made as areas susceptible once this environmental degradation mode.

Keywords: Desertification, Phytogeography, Susceptibility, Poço Redondo-SE, Desertificação, Fitogeografia, Suscetibilidade, Poço Redondo-SE.

1. Introdução

O processo de apropriação da natureza pelo homem tem causado diversos problemas no contexto da biosfera. Dentre tais problemas tem-se a degradação dos solos no semiárido brasileiro, processo esse denominado como desertificação.

A desertificação é definida oficialmente como, “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas.” (CCD, 1995, p. 13).

Nascimento (2006) assevera que, em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro (NEB), estes problemas são agravados por conta do seu quadro geoambiental vulnerável, onde, principalmente os cursos de água, solo e geobotânico, são consumidos e exauridos vorazmente, aumentando assim a susceptibilidade às contingências climáticas, sobretudo termopluviométricas, como a desertificação.

Segundo Roxo (2006) a desertificação ocorre, ou é passível de ocorrer nas diversas regiões de clima seco do mundo, principalmente em virtude de determinadas formas de

manejo a que são submetidos os recursos naturais existentes, em particular a vegetação e os solos.

Para Souza (2008), a retirada da vegetação é a ação mais comum que pode desencadear o processo de desertificação, e uma das consequências mais sérias está relacionada aos solos das regiões afetadas, em decorrência do aumento da erosão e os seus efeitos na fertilidade do solo.

Portanto, a cobertura vegetal apresenta elevada importância para a diminuição do desenvolvimento da desertificação, uma vez que protege o solo da ação inicial dos processos erosivos. No mesmo sentido, a ausência da cobertura vegetal pode anunciar a susceptibilidade dos solos ao ataque dos agentes desencadeadores da desertificação.

De acordo com Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca, o PAN – BRASIL, as áreas susceptíveis a desertificação cobrem uma superfície de 1.340.862 km^2 abrangendo um total de 1.488 municípios nos noves Estados do Nordeste (entre eles Sergipe), além do norte de Minas Gerais e do norte do Espírito Santo (BRASIL, 2004).

Quanto à classificação das áreas susceptíveis ao processo de desertificação, a Convenção Mundial de Combate à Desertificação (CCD) baseando-se no Índice de Aridez da classificação climática de Thorntwaite, que tem como base a razão entre os valores de Precipitação e Evapotranspiração Potencial, classifica-as três níveis: muito alta 0,05 a 0,20 - áreas áridas, alta 0,21 e 0,50 - áreas semiáridas, e moderada 0,51 e 0,65 - áreas subúmidas secas.

O Estado de Sergipe segundo a UNCCD (1997) *apud* SEMARH (2010) é considerado área frágil com três zonas: **1)** Uma estreita faixa litorânea sem riscos de desertificação; **2)** Uma faixa central abrangendo todo o Estado de Norte a Sul, com riscos de ocorrência do processo de desertificação; **3)** Uma faixa do sertão semiárida, com riscos elevados de desertificação (envolve o território sergipano denominado Alto Sertão).

Em Sergipe a desertificação vem se intensificando em decorrência de alguns fatores como sobrepastoreio, desmatamento indiscriminado e uso intenso dos recursos naturais da caatinga (PAE-SE, 2011).

De acordo com o PAE-SE (2011), o território do Alto Sertão Sergipano, correspondente à Microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco, que perfaz a uma área geográfica de 490.068,6 ha. Formada pelos municípios de Canindé de São Francisco, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora de Lourdes e Porto da Folha. Região que de acordo com o PAN – BRASIL, é área do estado mais afetada pelo processo de desertificação, sendo classificada de acordo com os indicadores adotados como Muito Grave.

Portanto, tendo em vista a importância que possui a vegetação no combate à desertificação, e o nível avançado deste processo no Alto Sertão de Sergipe, o presente estudo visa, a partir da avaliação da dinâmica da cobertura vegetal (NDVI), analisar as paisagens susceptíveis a desertificação na caatinga do município de Poço Redondo.

2. Metodologia de Trabalho

Para a realização do presente estudo foram utilizados múltiplos procedimentos metodológicos, a saber: revisão bibliográfica; pesquisa documental; elaboração e análise de documentos cartográficos, a partir de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento; além de trabalhos de campo para análise *in loco* dos indicadores de desertificação propostos.

No que concerne ao geoprocessamento, foram realizados diversos procedimentos para a geração do índice de vegetação (NDVI), como aquisição de imagens de satélite, Correção do Datum, Retificação do Georreferenciamento, conversão de números digitais em grandezas físicas (radiância e reflectância), tais procedimentos foram realizados em ambiente de ARCGIS 10.2.

Segundo Rouse *et al.* (1974), o NDVI é obtido a partir da razão entre a subtração e a soma das refletâncias das bandas da região do infravermelho próximo e do vermelho do espectro eletromagnético.

NDVI= P *nir* - P *red*/P *nir* +P *red*

Ademais, foram usadas imagens oriundas do satélite Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper), com cena nas dimensões de 185/185Km, com resolução espacial de 30m, referentes aos intervalos temporais de 01/11/1987, 07/12/2006. bandas: 3, 0,63 a 0,69µm, vermelho; 4, 0,76 a 0,90µm, infravermelho próximo, as quais são utilizadas para calculo do NDVI.

As imagens de satélite dos sistemas LANDSAT 5 TM foram solicitados junto ao Instiuto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, referentes ao período de 1987 e 2006, orbita 215, ponto 67.

3. Resultados e Discussão

No que diz respeito à dinâmica interanual do NDVI, os resultados obtidos mostraram que houve diferença entre os índices de vegetação (Figura 1), no período de 1987 e 2006. Pode-se observar que os percentuais de solo exposto diminuíram entre os anos analisados, passando de 58,69% em 1987, para 53,6% no ano de 2006 (Ver figura 08 e tabela 02).

Tabela 02- Porcentagens de Classes do NDVI entre 1987 e 2006.

CLASSES	1987	2006
Corpos D'água	2,38%	0,56%
Solo Exposto	58,69%	53,6%
Vegetação Arbustiva	26,91%	33,2%
Vegetação Arbórea	11,99%	12,61%

As mudanças na classe do solo exposto podem estar relacionadas à dinâmica dos perímetros irrigados localizados na área de estudo. A presença de cobertura vegetal, sobretudo de vegetação arbustiva de áreas de agricultura irrigada não necessariamente proporcionam a proteção dos solos frete aos processos relacionados com a desertificação, haja visto que tais culturas em sua maioria são temporárias, portanto deixam os solos descobertos durante considerável período do ano.

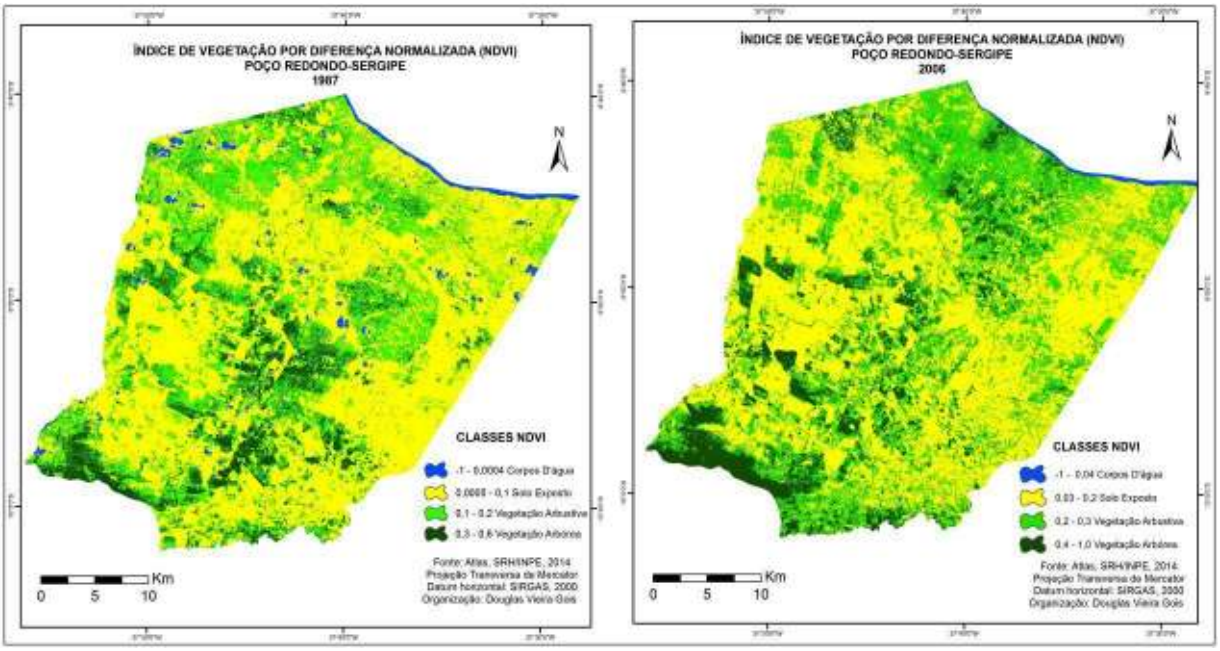


Figura 1. Dinâmica interanual do NDVI no município de Poço Redondo, nos anos de 1987 e 2006.

Ainda no que diz respeito às maiores classes de cobertura da vegetação arbustiva (26,91% em 1987 e, 33,2% em 2006), concorrendo com a queda dos solos expostos, vale ressaltar que a vegetação arbustiva da caatinga sergipana, quando associadas a áreas com forte pressão antrópica (Ver figura 09), sobretudo pela pecuária, apresentam diminuta resistencia á erosão, embora possa proteger o solo, dependendo de suas características, como a capacidade de regeneração.

Os percentuais da classe de vegetação arbórea também apresentaram aumento entre o período analisado. No ano de 1987, 11,99% da área do município apresentava vegetação de porte arbóreo, já no ano de 2006, 12,61% da área apresentou-se nessa classe de NDVI. Tal mudança de menos de 1% pode estar relacionado à mudanças fenológicas da vegetação na data de imageamento dos satélites.

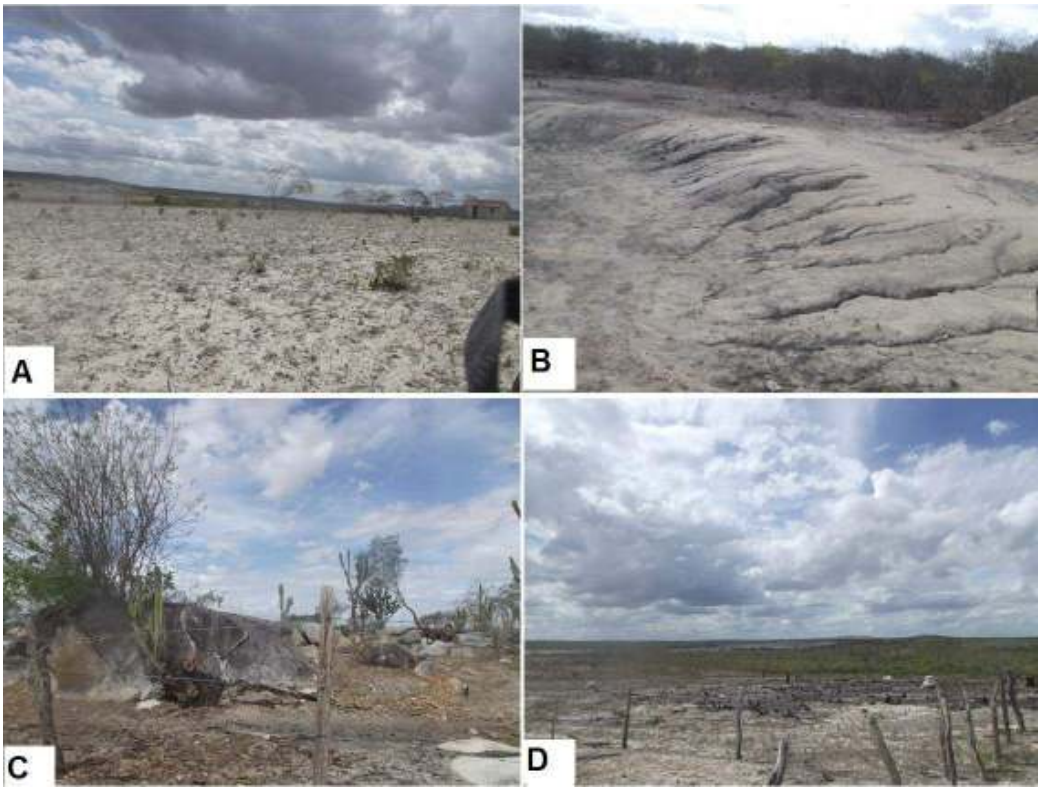


Figura 2. Mosaico representativo da relação entre os aspectos litológicos e fitogeográficos do Município de Poço Redondo-SE, (foto A- Relevo do Pediplano com solo exposto; fotoB- feições erosivas em forma de sulcos; foto C- área com presença de afloramentos rochosos, em forma de matacões; foto D- área de caatinga queimada).
Fonte: Trabalho de Campo, 2014.

Ademais, pode-se destacar que apesar dos índices de NDVI apresentarem aumento em classes de proteção do solo, como a vegetação arbustiva, a simples presença da mesma não denota menos susceptibilidade ao desencadeamento dos processos de desertificação, pois a periodicidade e dinâmica das áreas de cultivo temporário podem acelerar o processo de degradação, quando manejadas de forma incorreta. Deve-se salientar que os fácies da vegetação da caatinga sergipana tem relação direta com a litologia e, por conseguinte, a classe dos solos e o clima, sendo a importante a análise conjuntiva de todos esses sistemas, a fim de avaliar os níveis de suscetibilidade à degradação/desertificação na área de estudo.

4. Conclusões

Portanto, sendo o desmatamento o processo inicial que propicia o desencadeamento dos agentes da desertificação, pode-se destacar a susceptibilidade existente no município de Poço Redondo, devido à severidade climática, onde predominam de 7 a 8 meses secos, aliada as diversas praticas potencialmente impactantes, aceleram a suscetibilidade à desertificação,

onde se destaca o desmatamento da caatinga, deixando o solo descoberto, abrindo assim caminho para a ação dos processos erosivos, com o surgimento de sulcos e ravinas.

A retirada da vegetação da caatinga, e sua consequente queimada faz parte dos impactos ambientais registrados na área de estudo. Tal pratica prejudica os solos da área, tendo em vista a eliminação de microfauna do solo, e elementos químicos necessários para a plena fertilidade do mesmo. Além de retirar a matéria orgânica do solo, o desmatamento favorece a atividade dos processos erosivos, e a consequente perda de solo[1], podendo tornar tais área improdutivas em poucos anos de uso, haja vista os horizontes de solo pouco desenvolvidos na região semiárida.

Na área de estudo as principais causas da desertificação são o desmatamento, o sobre-pastoreio, o sobre-cultivo e a salinização de áreas irrigadas, processos que tornaram a área mais suscetíveis à essa modalidade de degradação ambiental.

Portanto, destaca-se a utilização de índices de vegetação como o NDVI para o monitoramento do avanço/recuo do processo de desertificação, haja vista a importância da cobertura vegetal para diminuição desse processo degradacional.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, A. W.; NETO, F. L.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 6, n. 1, p. 136-141, 2002.

CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental. 1995.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú – CE**. (Tese de doutoramento em Geografia). UFF: RJ, 2006. 370p.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation of natural vegetation**. Greenbelt: National Aeronautics and Space Administration, 1974, 371 p.

ROXO, M. J. **O panorama mundial da desertificação**. MOREIRA, E. (Org.). Agricultura familiar e Desertificação. João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 2006.p. 11-32.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia – Doutorado, UFRGS, Porto Alegre (RS).

[1] As perdas de solo medidas em caatinga não perturbada são quase todas inferiores a 0,1 Mg ha-1 ano-1. O desmatamento pode aumentar estas perdas para valores até 30 Mg ha-1 ano -1 (Albuquerque et al. 2001).

Mapeamento do IVDN e IVAS para o município de Coqueiro Seco-AL a partir de imagens geradas pelo Thematic Mapper do Landsat 5

Laurizio Emanuel Ribeiro Alves[1]
Heliofábio Barros Gomes[1]
Eric Fernando Santos Silva[1]
Maurílio Neemias dos Santos[1]
José Marcos Alves dos Santos[1]
Samuellson Lopes Cabral[2]

[1] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus A.C. Simões, Avenida Lourival Melo Mota,
s/n, Cidade Universitária – Maceió, AL, Brasil, CEP 57072-900
{laurizio.r, heliofab, maurilioneemias2010}@gmail.com;
{ericzig, marcosalves_ufal}@hotmail.com,
[2]Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)
Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Coqueiro, São José dos Campos - SP, Brasil, CEP 12247-016.
{samuellsoncabral}@gmail.com

Abstract: Through remote sensing methods that analyzes information obtained from elements in the Earth's surface to act without direct contact with them, all through sensors that are in orbit, following study aims to evaluate the change of the vegetation period on a timeline through NDVI and SAVI, using image data from LANDSAT 5 TM system in the period of 11/06/1990 and 27/01/2005 at Municio of Coqueiro Seco - AL. The choice of this region to study due to lack of studies in the locality of its forest cover since some areas is agricultural production and other native vegetation has bathed in the lagoon Mundaú. The values obtained for the NDVI images of 1990 middle wire of 0,299 and a maximum of 0,810 and 0,166 in 2005 and average maximum of 0,753. SAVI image for the 1990 average of 0,186 and 0,586 maximum and average of 2005 of 0,094 and a maximum of 0,540. The results are satisfactory in the evaluation of the vegetation of the region, pointing modifications and variations within the period of 13 years, another highlight is the presence of areas for farming, identifying distinct periods in the soil cover as the images are in different months of . The information obtained from this temporal variation of vegetation and their distribution and occupancy in the region may come in future work to help planning for the preservation of its vegetation or improvement of agricultural production.

Palavras-chaves: remote sensing, landsat 5, vegetation index, sensoriamento remoto, landsat5, indices de vegetação.

1. INTRODUÇÃO

Na demanda crescente por informações geográficas, estudos em diversas áreas são realizados para suprir essa necessidade, as principais regiões com carências são cidades da região nordeste sendo essas metropolitanas de suas capitais. Informações necessárias para gerenciamento e planejamento urbano, que servirão para compor um sistema de informação em geral. O levantamento do uso da terra em determinada região tornou-se um item fundamental na compreensão de padrões de organização urbano e do meio ambiente. Assim, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo para análise de tendências.

Um dos meios possíveis para realização desses estudos são os métodos utilizados em sensoriamento remoto que é uma técnica bastante útil. Permitindo obter, em curto prazo, grande quantidade de informação sobre registros de uso da terra, podendo ser vinculando a resultados já existentes da região como os de cadastro urbano que obtém dados de rede viária urbana, planialtimétrico urbano, áreas verdes, áreas de plantio, etc. Esses recursos gráficos são utilizados para representar a realidade através de informações espaciais de uma forma organizada e padronizada incluindo acuracidade, precisão, datum para determinação de coordenadas, tem suas aplicações estendidas à todas as atividades que de alguma forma necessitam conhecer parte da superfície terrestre no planejamento e monitoramento regional

de meio ambiente. Um dos estudos que visa obter informações através de recursos espaciais é o trabalho "Geração de Carta Imagem Com Extração Direta de Informações Vetoriais" GIS BRASIL 98. Este trabalho se propõe a elaborar carta-imagem a partir do sistema LANDSAT com informações vetoriais obtidas de vetorização sobre a imagem. Técnicas de processamento de imagens são utilizadas para realce das feições, apresentando resultados compatíveis com a precisão esperada, (Lazzarotto, 2007). As técnicas de sensoriamento remoto juntamente com as análises de informações espaciais em ambientes de sistemas de informações geográficas tornaram possíveis a análise e o monitoramento multi-temporal e espacial das mudanças ocorridas na superfície terrestre.

O município de Coqueiro Seco foi escolhido para realização desse estudo, por fazer parte da região metropolitana de Maceió-AL a fim de avaliar as tendências ocupacionais em escala temporal com uso de três imagens de satélites de 1998, 2006 e 2011 a partir de métodos de sensoriamento remoto, gerando um mapa comparativo dos índices de vegetação IVDN e IVAS, a fim de analisar a variação da cobertura vegetal e solo exposto na região, que se apresenta às margens de um dos principais complexos sistema estuário de Alagoas (lagoa Mundaú), assim como sua espacialidade, diagnostico do dinamismo no espaço agrário entre outras finalidades.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A região selecionada está situada às margens da Lagoa Mundaú, o município de Coqueiro Seco tem seu nome originário dos encontros frequentes de mercadores e viajantes à sombra de um coqueiro de palhas queimadas diferenciado dos demais, onde eram realizados grandes negócios, tendo como as principais fontes de economia a monocultura da cana-de-açúcar, o coco e a pesca. Coqueiro Seco é um município da microrregião de Maceió, está localizado no leste de Alagoas, a uma distância de 5 km de Maceió em linha reta por via lacustre; 35,6 Km por via terrestre, passando pelo o município de Santa Luzia do Norte e alcançando as rodovias AL 401 e BR 316 e 18 km pela rodovia BR 424 e AL 101 Sul, margeando a lagoa Mundaú e estando a oeste e sul com o município de Marechal Deodoro. A cidade possui uma área de 40,4 km^2 (0,14% de AL), com sua topografia variando em altitudes de 5 a 125 metros tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 09° 38' 18'' e Longitude 35° 48' 11''.

Figura 1. Identificação do Estado de Alagoas, com destaque o munícipio de Coqueiro Seco IBGE (2010).

Para realização deste trabalho foram utilizadas três imagens do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat 5, obtidas através da Divisão de Geração de Imagens (DGI), correspondentes as datas 21/09/1998, 26/08/2006 e 17/03/2011. As datas foram escolhidas pro apresentar um período espaço temporal aceitável para a comparação nas mudanças da vegetação na região de estudo, durante a passagem do Landsat 5. Dentre as informações das

imagens estão, horário de passagem do satélite às 9h e 30min (tempo solar), no ponto 67 e órbita 214, Datum WGS84, projeção cartográfica em Sistema Universal Transverso Mercator. O tratamento de imagens foi realizado por meio do *software* Erdas 9.2, através da ferramenta Model Maker onde foi aplicado o algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*) para determinação da variável em questão. Para as classificação das feições dos resultados comparativos dos índices e geração dos mapas temáticos foi utilizado um *software* QGIS 2.8.

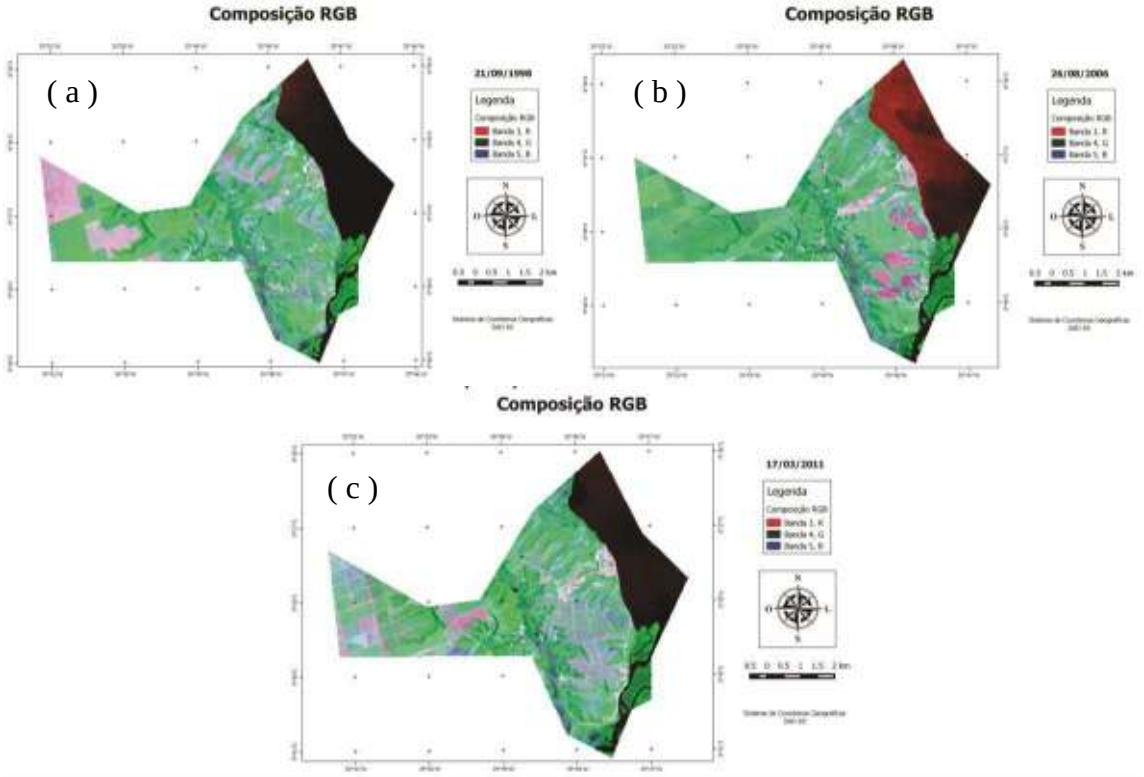


Figura 2. Recorte da imagem LANDSAT 5 da área em estudo com combinação RGB das bandas espectrais 3, 4, 5 em composição Falsa cor para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

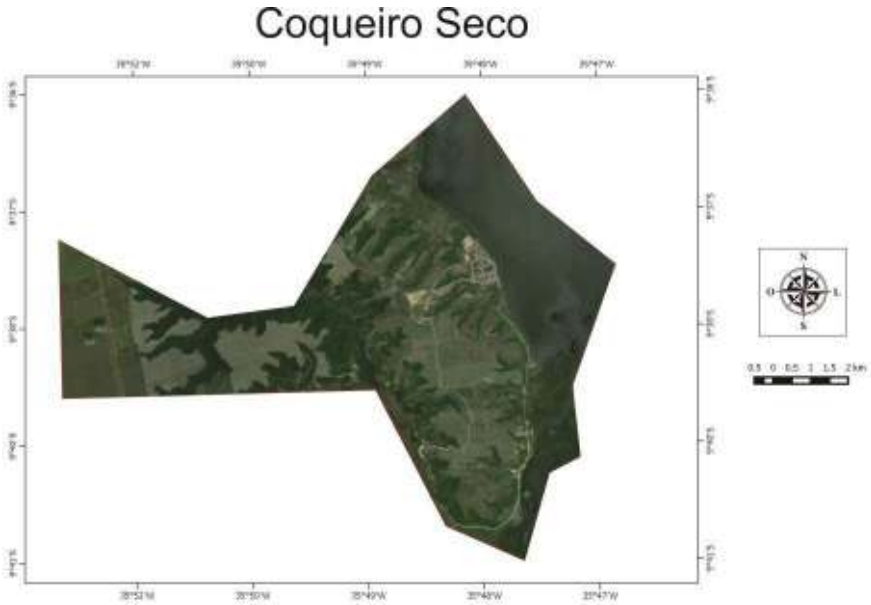


Figura 3. Recorte da imagem do Google Earth Pro, para a região de Coqueiro Seco para o ano de 2013.

2.1. ALGORITMO UTILIZADO

2.1.2. CÁLCULO DA RADIÂNCIA ESPECTRAL (L_Λ)

A primeira etapa computacional são os cálculos dos índices de vegetação que são divididas em três fases (Allen, 2002). Primeiro é obtido a Radiância espectral,equação 2.1, que consiste na conversão numérica digital (ND), em que o (x,y) é calculo em todos os pixel da imagem empilhada do LANDSAT 5 TM, a Radiância espectral $L_{\lambda,(x,y)}$ calculada em cada pixel da imagem é obtida pela seguinte expressão:

$$L_{\lambda(x,y)} = L\min + \frac{L\max - L\min}{255} ND_{\lambda(x,y)} \tag{2.1}$$

em que $L_{min,}$ e $L_{min,}$ são as radiâncias mínima e máxima obtidas mediante processo de calibração do LANDSAT 5 TM, cujos valores, válidos para imagens geradas após 5 de maio de 2003, de acordo com (Chander e Markhan, 2003), estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Constantes de calibração do LANDSAT 5 – TM. Os coeficientes de calibração utilizados são os propostos por Chander et al. (2007)

Tabela 1. Descrição das bandas e faixas espectrais correspondentes ao TM - LANDSAT 5, coeficientes de calibração mínimo (a) e máximo (b), irradiância solar espectral no topo da atmosfera ($ESUN_\lambda$) e coeficientes das diferentes bandas usadas no cômputo do albedo.

		Coeficiente de calibração (W m^{-2} µm^{-1})							
		De 01/03/1984 até 04/05/2003		De 05/05/2003 até 01/04/2007		Após 02/04/2007		**$ESUN_\lambda$**	
Bandas	Faixa Espectral (µm)	a	b	a	b	a	b	(W m^{-2} µm^{-1})	w_λ
1	0,45 - 0,52	-1.52	152.1	-1.52	193	-1.52	169	1957	0.293
2	0,52 - 0,60	-2.84	296.81	-2.84	365	-2.84	333	1826	0.274
3	0,63 - 0,69	-1.17	204.3	-1.17	264	-1.17	264	1554	0.233
4	0,76 - 0,90	-1.51	206.2	-1.51	221	-1.51	221	1036	0.155
5	1,55 - 1,75	-0.37	27.19	-0.37	30.2	-0.37	30.2	215	0.032
6	10,4 - 12,5	12.378	15.303	12.378	15.303	12.378	15.303	-	-
7	2,08 - 2,35	-0.15	14.38	-0.15	16.5	-0.15	16.5	80.67	0.012

2.1.3. REFLECTÂCIA ESPECTRAL (P_λ)

Após a obtenção Radiância espectral, o próximo passo foi o cálculo da refletividade espectral, equação 2.2, que pode ser definida como a razão entre radiação solar refletida pela radiação solar incidente em cada pixel. Que representa a porção da radiação solar de cada banda que é refletida por cada pixel da imagem e o seu cômputo é efetivado pela equação Allen (2002):

$$\rho_{\lambda(x,y)} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda(x,y)}}{ESUN_\lambda \cdot \cos\theta \cdot dr} \tag{2.2}$$

em que $L_{\lambda(x,y)}$ é a radiância espectral da banda b; d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol; $ESUN_{\lambda,}$ é a constante solar monocromática associada as bandas do LANDSAT 5 TM (Tabela 1); e θ é o ângulo de incidência da radiação solar, que é obtido em cada pixel. Esse ângulo foi obtido a partir do ângulo de elevação solar (β), disponível no cabeçalho disponibilizado juntamente com as imagens LANDSAT 5, e conforme a equação 2.3 :

$$\cos\theta = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) \tag{2.3}$$

em que *dr* é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol, calculado conforme a equação (2.4), (Iqbal, 1983). O valor do argumento ($2 \cdot \pi \cdot d_n / 365$) está em radianos, sendo d_n o número do dia do ano.

$$dr = 1 + 0{,}033\cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot d_n}{365}\right) \tag{2.4}$$

2.1.4. ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

O valor do IVDN, equação 2.5, foi obtido por meio da razão entre a diferença da reflectância do infravermelho próximo (*ρ4*) e a do vermelho (*ρ3*), normalizada pela soma de ambas (Allen et al., 2002), ou seja:

$$IVDN = \frac{(\rho_4 - \rho_3)}{(\rho_4 + \rho_3)} \tag{2.5}$$

Onde: ρ4, ρ3 correspondem, respectivamente, às reflectâncias das bandas 4 e 3 do sensor TM Landsat 5. O IVDN é um indicador da quantidade e da condição da vegetação verde da área e seus valores variam de -1 a 1.

O IVAS é um índice de vegetação que visa amenizar os efeitos da superfície do solo, sendo obtido através da equação 2.6 (Huete, 1988):

$$IVAS = \frac{(1+L) * (\rho_4 - \rho_3)}{(L + \rho_4 + \rho_3)} \tag{2.6}$$

onde L é o fator de ajuste do solo, sendo considerado igual a 0,5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O seguinte estudo teve como objetivo evidenciar as mudanças ocorridas na região durante o período de estudo, calculando operações aritméticas a parti das imagens e os resultados dos índices de vegetação IVDN e IVAS. O resultado foi a identificações de feições como solo exposto, áreas de plantio e vegetação, proporcionando a visualização da evolução e comparação do espaço temporal no município. Na obtenção dos resultados do IVDN e IVAS foram identificados pontos críticos, áreas degradadas na região de estudo.

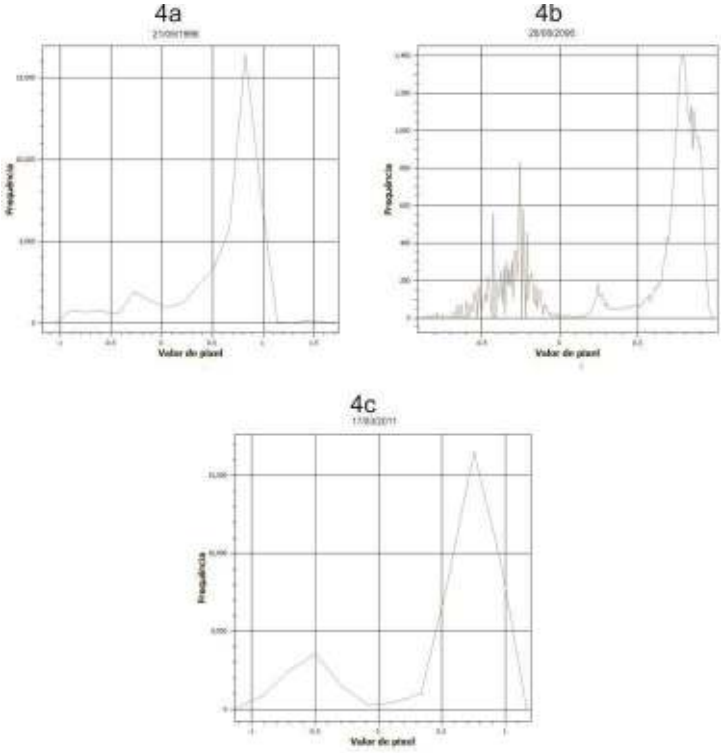
3.1. MAPA TEMÁTICO DO IVDN

A Tabela 2 apresenta valores estatísticos do IVDN: máximo, mínimo, médio, desvio padrão e da variância para os dias 21/09/1998, 26/08/2006 e 17/03/2011, da área total de estudo. Os valores negativos para os dados correspondem a regiões com água (riachos, rios).

Nas Figuras 6a, 6b e 6c estão representados os histogramas do IVDN na região de estudo, no dia 21/09/1998 os valores do IVDN variaram no intervalo (-0.97 – 0.90), com valores médios de 0,64; em 26/08/2006 apresentou intervalo (-0,52 – 0,92), com valores médios de 0,74 e em 17/03/2011 apresenta intervalos (-1,0 – 0,85), com valores médios de 0,46. Nos intervalos < 0, foram identificados corpos hídricos, apresentado valores negativos no IVDN.

Tabela 2. Valores estatísticos do IVDN para os dias 21/09/1998, 26/08/2006 e 17/03/2011.

IVDN	*Mínimo*	*Máximo*	*Média*	*Desvio padrão*	*Variância*
21/09/1998	-0,97	0,90	0,64	± 0,313	0,319
26/08/2006	-0,52	0,92	0,74	± 0,485	0,509
17/03/2011	-1,0	0,85	0,46	± 0,213	0,265



A Figura 4. 4a, 4b e 4c representam o histograma do IVDN para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

Na figura 5, são representados os mapas temáticos de IVDN, para a área de estudo. Onde valores menores que 0,0 são encontrados corpos d'água (lagos e riachos), valores entre 0,0 e 15% apresenta solo exposto, entre 15 e 30% vegetação baixa, apresentando solo nu com alguma vegetação, 30 e 45% vegetação esparsa, plantas de pequeno porte (mato e arbustos); entre 45 e 60% áreas de agricultura em fase de desenvolvimento, 60 e 75% vegetação de porte médio e mata e acima de 75% vegetação densa e áreas de agricultura em fase de colheita.

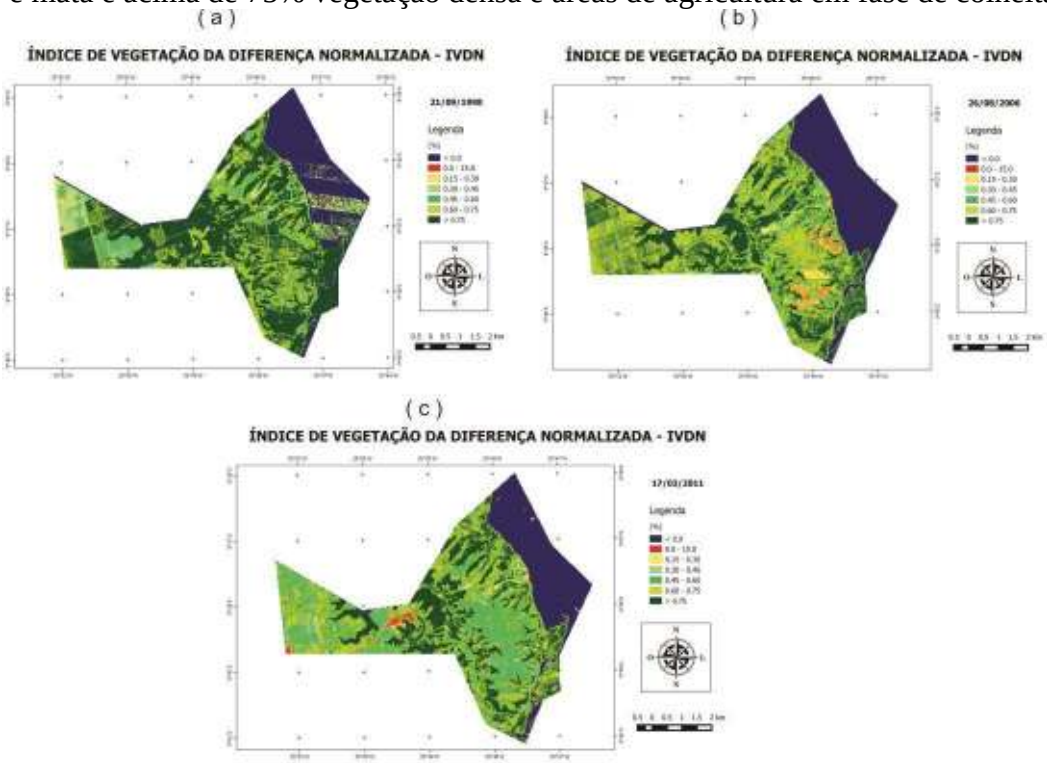


Figura 5. Valores instantâneos do IVDN obtidos para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

3.2. MAPA TEMÁTICO DO IVAS

Nas Figuras 6a, 6b e 6c, os resultados do IVAS encontrados foram entre os intervalos (-0,0 – 50,0%), com médios de (20 – 30%) nos anos de estudo (21/09/1998; 26/08/2006 e 17/03/2011). Dentre as feições encontradas, foi observado valores entre as faixas de 0 – 10% e 0,10 – 0,30%, onde, descreve a presença de solo exposto, podendo ser vegetação mais rala ou de agricultura em estagio de desenvolvimento, nesse período ficando evidente a evolução dessa feição. Nos valores de IVAS no intervalo de 30 à 40% apresentam a maior concentração de vegetação nativa e de agricultura em seu estágio de maturação pronta para colheita. Comparando as imagens propostas da região de estudo, fica clara a mudança brusca nos valores do IVAS que descreve o sistema dinâmico da relação solo-vegetação entre os anos de 1998, 2006 e 2011.

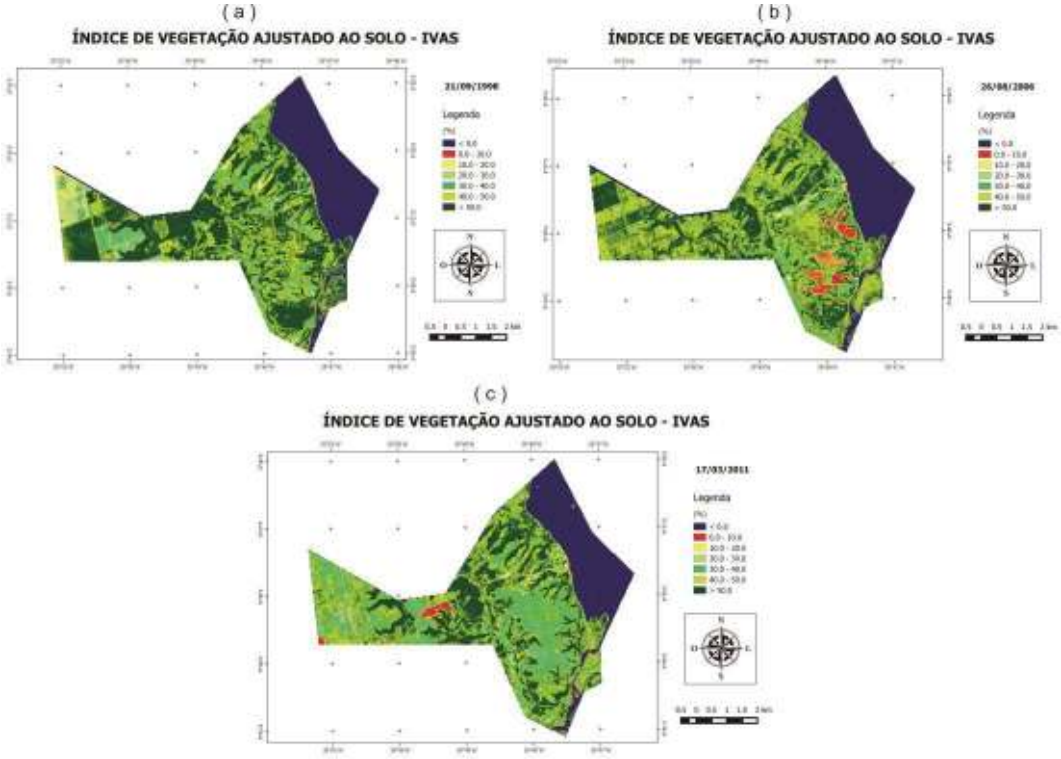


Figura 6. Valores instantâneos do IVAS obtidos para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

4. CONCLUSÕES

Em busca de informações sobre a cobertura vegetal do Município de Coqueiro Seco podemos dizer que as imagens TM do satélite LANDSAT 5 utilizadas para os resultados dos índices de vegetação IVDN e IVAS são satisfatórios como ferramentas para aquisição de resultados de áreas verdes entre regiões de agricultura e urbana.

Na identificação das feições fica clara entre as imagens a mudança das áreas em relação a vegetação, destacando uma presente concentração de áreas para agricultura mais também uma área bem conservada de vegetação nativa do município nas três imagens, onde apresenta os maiores valores. Com relação ao solo exposto é possível identificar nos três índices tais áreas e com uma grande evolução. Como o município é um produtor de cana-de-açucar essa atividade fica explícita nos cálculos, na região oeste do município os índices encontrados na imagem de 21/09/1998 mostram valores elevados e áreas definidas podendo ser identificadas com um região de plantio, na imagem de 26/08/2006 encontramos índices menores indicando que área existe vegetação (cana de açúcar), porém em sua fase de maturação, já na imagem de 17/03/2011 onde na mesma área apresenta valores mais baixos caracterizando como área de

preparação para plantio, mostrado a mudança de cobertura vegetal em períodos distinto das imagens e em sua evolução temporal.

Apesar do trabalho ser realizado no período mais recente que as imagens em estudo, analisando as imagems de 1998, 2006 e 2011, fica clara e satisfatório o método realizado, que é identificar e comparar a evolução da vegetação num espaço temporal, utilizando métodos de sensoriamento remoto, vendo que a área em questão é um município de região metropolitana de uma capital estadual.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a o Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados (SENSORGEO), pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) – Advanced training and users Manual. Idaho, 98p. 2002.

CHANDER, G., MARKHAM, B. L., & BARSI, J. A. Revised Landsat 5 Thematic Mapper radiometric calibration.IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,44, 490−494, (2007).

CHANDER, G. AND MARKHAM, B., Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 41, no. 11, november 2003.

Huete, A. “A soil adjusted vegetation index (SAVI)”. Remote Sensing of Environment, v. 25, n. 3, p. 295–309, 1988.

IBGE fote: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1 Acessado no dia 08/04/2010.

IQBAL M. An introduction to solar radiation. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Canada: Academic Press, 408p. 1983.

LAZZAROTTO, D.R. O que é Geoprocessamento?...E o Que Isto Tem a Ver com Você? Texto de fonte: http://ideias1000.files.wordpress.com/2007/05/o-que-e-geoprocessamento.doc

Mapeamento e caracterização dos conflitos de uso do solo nas APPs da bacia hidrográfica do Córrego do Cavalo/MS

Adalto Moreira Braz [1]
Cesar Cardoso Ferreira [1]
Amanda Moreira Braz [1]
Arnaldo Yoso Sakamoto [1]
Patricia Helena Mirandola Garcia [1]

[1] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Avenida Ranulpho Marques Leal, S/N – Distrito Industrial, Três Lagoas - MS, Brasil, CEP 79610-100
{adaltobraz.geografia, cesar.ufms, amandabraz.geo, arnaldosakamoto, patriciaufmsgeografia}@gmail.com

Abstract. The question addressed in this paper refers to the mapping and characterization of land use conflicts in Permanent Preservation Areas (APP) having as object of study the Basin Horse Creek. Identification of land use conflicts was conducted from a multi-temporal mapping to identify areas of occupation in disagreement APPs, mapping them and then feature these areas. The choice of the conflict analysis, is justified by the need for preservation and conservation of PPAs. Among the duties and hedging instruments in these areas, we have as a guide, the current Forest Code (Law No. 12,651/2012), for which we have to identify areas of conflict. Currently, the application of geotechnology in river basin studies allows us to develop and/or obtain various important information for environmental planning Watershed. The SIGs give us a great support planning, monitoring and environmental conservation. Moreover, these mainly technological tools can add speed, accuracy and ease of development studies, evaluations and simulations. All methodological processes and the possibility of execution of this work was based on the application of geo-technologies, especially remote sensing and GIS. We hold these important tools and analytical information also for planning of various elements and a watershed. In this work, specifically we proved its importance in targeting areas in conflict (that invade the limits established by law) with the APPs.
Palavras-chave: geotechnology, environmental monitoring, conservation, environmental legislation, geotecnologias, monitoramento ambiental, conservação, legislação ambiental.

1. Introdução

O manejo e a recuperação de matas ciliares foram inclusos como uma das prioridades no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), sobretudo pela importância que estas formações vegetais representam na conservação da biodiversidade e manutenção do equilíbrio dos ecossistemas (BARBOSA *In* RODRIGUES e LEITÃO-FILHO, 2001).

> É importante destacar que na década de 1980 houve uma ampliação das faixas de APPs, trazida pela Lei nº 7.803. A proposta de ampliação das faixas foi apresentada ao Congresso Nacional pelo então Deputado Artenir Werner, um empresário do setor madeireiro, natural de Rio do Sul, uma das cidades do Vale do Itajaí em Santa Catarina, atingidas pelas grandes enchentes de 1983 e 1984. Naquela época levantamentos realizados na região mostraram que as pessoas e infraestruturas mais atingidas pelas cheias e deslizamentos de terra foram aquelas que ocupavam as áreas muito próximas aos rios, riachos e encostas com grande declividade. Cálculos da época apontaram que os prejuízos econômicos e perda de vidas humanas terial sido significativamente menores se as faixas de APPs fossem maiores. Tais argumentos, entre outros, sensibilizaram o Congresso Nacional (numa época que não havia ainda comissões de meio ambiente) a ponto de a Comissão de Agricultura ter aprovado por unanimidade a ampliação da faixa de 5 para 30 metros, da APP nos rios com largura inferior a 10 metros, assim como a ampliação de outros parâmetros. Ou seja, a ampliação das faixas das APPs de cursos d'água na década de 80 do século passado, considerou, além dos aspectos ambientais, a garantia do bem-estar das populações (SCHÄFFER *et al.*, 2011).

O tema abordado neste trabalho se refere ao mapeamento e a caracterização dos conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP), tendo como objeto de estudo a Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo. Foi realizado um mapeamento multitemporal com o propósito de identificar áreas de ocupação em desacordo nas APPs. O atual conceito de APP está contido no art. 3º, § 2º, inciso II da lei 12.651, de 2012 (Código Florestal):

> Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

As APPs também merecem atenção especial em razão de sua importância ecológica, na prestação de serviços ambientais, tais como: proteção dos recursos hídricos e do solo, regulação do clima, garantia de qualidade do ar e manutenção da biodiversidade (GOULART, 2011). Complementando, Souza (2007) ainda ressalta sobre suas funções biológicas (controle biológico, manutenção da biodiversidade, formação de corredores de fauna, conservação de nutrientes e banco de sementes); funções para informações científicas (produção de recursos genéticos e medicinais) e funções sociais (estética, enriquecimento espiritual, recreação e turismo).[1]

Sendo nosso principal objetivo mapear as áreas de conflito de uso do solo nas APPs da Bacia em questão, a partir do mapeamento de uso do solo de toda a extensão da Bacia Hidrográfica nos permite ter uma noção mais ampla dos pontos de possíveis degradações, também das APPs em função do uso do solo. A degradação das formações ciliares não pode ser discutida sem considerar a sua inserção no contexto do uso e da ocupação do solo de uma Bacia Hidrográfica (RODRIGUES e GANDOLFI *In* RODRIGUES e LEITÃO-FILHO, 2001).

A escolha da análise para os conflitos, justifica-se pela necessidade de preservação e conservação das APPs. Estas áreas que servem de proteção à ambientes frágeis que compõem e são essenciais ao longo de Bacias Hidrográficas, como as áreas úmidas (banhado, varjão, campo úmido, veredas), em especial as veredas, nascentes de cursos d'água e vegetações ciliares.

> O Código Florestal prevê faixas e parâmetros diferenciados para as distintas tipologias de APPs, de acordo com a característica de cada área a ser protegida. No caso das faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente, vereda, lago ou lagoa), a norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água, independente da região de localização, em área rural ou urbana (SCHÄFFER, *et al.*, 2011)

Embora o Brasil possua uma legislação ambiental considerada como uma das mais bem elaboradas do mundo, esta mesma legislação apresenta deficiências em sua implementação, pelo fato da grande extensão territorial do país, falta de dados ou informações defasadas, falha no monitoramento contínuo destas áreas, falta de práticas de educação ambiental etc., o que torna a legislação lenta e pouco praticada. Atualmente, as APPs estão submetidas a grandes extensões de degradação, exercidas também pelas pressões antrópicas sobre o ambiente. Assim, observa-se um processo de substituição das paisagens naturais por outros tipos de uso e ocupação da terra, além da conversão das áreas com cobertura florestal em fragmentos

[1] Demais funções das APPs e apontamentos mais detalhados sobre estas funções, podem ser encontrados no capítulo intitulado **As funções ambientais das Áreas de Preservação Permanente,** apresentado na pesquisa de SCHÄFFER, *et al.*, 2011.

florestais, causando problemas ambientais e, em muitos casos, afetando a disponibilidade de recursos naturais (PELUZIO *et al.*, 2010).

Os SIGs são, essencialmente, suportes tecnológicos do planejamento ambiental e podem agregar agilidade, precisão e facilidade de visualização aos estudos, avaliações e simulações realizadas. O ganho em precisão e velocidade é de grande importância para o planejador, que pode, pela utilização dos SIGs, automatizar e aumentar a eficiência de tarefas rotineiras, monótonas e consumidoras de tempo (MARANDOLA-JUNIOR e MELLO, 2012).

> As metodologias que utilizam as geotecnologias vêm se destacando como uma alternativa bastante viável para se reduzir significativamente o tempo gasto com o mapeamento das áreas a serem protegidas e por consequência otimizar o período hábil de fiscalização do cumprimento das leis pertinentes à legislação (PELUZIO *et al.*, 2010).

1.1 Localização da Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo está localizada, em sua totalidade no município de Água Clara, situando-se mais precisamente na divisa deste município com o município de Brasilândia, Mato Grosso do Sul. É afluente da margem esquerda do Rio Verde, importante Bacia Hidrográfica para o Estado.

Sua localização é dada pela carta topográfica SF-22-V-A-VI (Pena Junior), entre as coordenadas 52° 36’ 34”; 52° 29’ 38” W e 20° 43’ 49”; 20° 36’ 43” S (Figura 01).

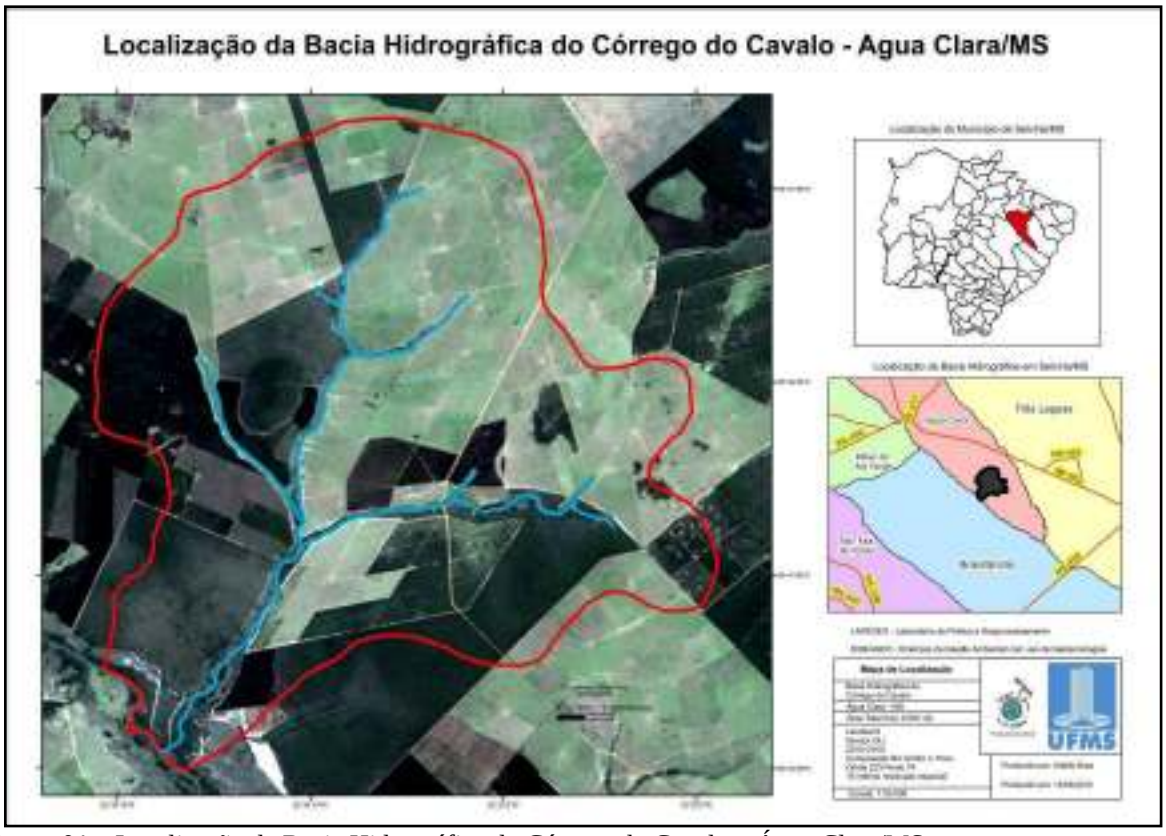


Figura 01 – Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo – Água Clara/MS

2. Metodologia de trabalho

O desenvolvimento deste trabalho se dá apoiado às Geotecnologias, através de sensoriamento remoto e geoprocessamento, principalmente.

Inicialmente a delimitação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo e sua rede de drenagem foi delimitada com auxílio de imagens de radar SRTM (resolução espacial de 30m

– USGS), curvas de nível, imagens de satélite Landsat 8, Google Earth Pro e pela carta topográfica de Pena Júnior (SF-22-V-A-VI).

O mapeamento de uso e ocupação da terra foi realizado a partir de classificação visual (fotointerpretação) em duas datas distintas. Para a situação mais recente, foram utilizadas imagens de satélite do ano de 2015, obtidas pelo satélite Landsat 8, sensor OLI, órbita 223 ponto 74 obtida na data de 22/01/2015 aplicando a composição de bandas R6G5B4. Para o ano 2005, foram usadas imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, também órbita 223 ponto 74 obtidas na data de 11/02/2005 com a composição de bandas R5G4B3.

O plano de informação representando as APPs foi gerado a partir de *buffer* na rede de drenagem, correspondendo a 30 metros e *buffer* também nas nascentes, correspondendo a 50 metros. Para as APPs do Rio Verde, foi gerado um buffer de 100 metros, obedecendo a legislação, já que este rio possui em média, 70 metros de largura de um lado a outro em sua calha principal. Estas características das APPs foram embasadas pela legislação vigente, correspondendo à lei 12.651/2012 e sua espacialização realizada pelo SIG ArcGIS.

O mapeamento referente aos conflitos de uso do solo em APP foi realizado confrontando as classes de uso do solo que invadem as áreas de APP da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo, obtendo as áreas de conflito de uso do solo nas APPs.

3. Resultados e discussão

3.1 Uso e Ocupação da Terra

Como uma das informações primordiais para ações de análise e planejamento ambiental em bacias hidrográficas, temos o mapeamento de uso do solo. O conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso do solo é fundamental para orientar a utilização racional do espaço. Para permitir a elaboração da melhor política de uso e ocupação da terra e em atividades de apoio à tomada de decisões. O diagnóstico do histórico das condições ambientais irá fornecer o mínimo conhecimento necessário para o entendimento da dinâmica espaço-temporal do ambiente em questão. Conhecer o ambiente implica estudar o espaço geográfico e os aspectos ambientais nele inseridos, o que pressupõe uma série de conhecimentos e informações que podem ser trabalhados de uma maneira mais ágil, fácil e rápida com algumas das novas tecnologias hoje disponíveis (ROSA e SANO, 2014; SOARES-FILHO, COMUNELLO e RIBEIRO, 2012). O mapeamento multitemporal proporcionou, para a Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo, o conhecimento do histórico das mudanças e dinâmica de ocupação do solo que ocorreram nos anos de 2000 e 2015 (tabelas 01 e 02, respectivamente).

Tabela 01 – Uso e Ocupação da Terra – 2005.

Uso e Ocupação da Terra - 2005		
Classes	Área (ha)	(%)
Água	4,65	0%
Área Úmida	443,95	5%
Infraestrutura	12,47	0%
Pastagem	4.255,78	44%
Silvicultura	2.504,04	26%
Solo Exposto	68,18	1%
Vegetação Natural Florestal	2.292,31	24%

Tabela 02 – Uso e Ocupação da Terra – 2015.

Uso e Ocupação da Terra - 2015		
Classes	Área (ha)	(%)
Água	10,94	0%
Área Úmida	447,59	5%
Pastagem	4.352,83	45%
Silvicultura	2.301,64	24%
Solo Exposto	315,68	3%

Vegetação Natural Florestal	2.152,70	22%

Mesmo num intervalo de 10 anos a classe de uso predominante ainda permaneceu a pastagem, sofrendo pouca variação de área. Um fato notável foi que mesmo com a pouca mudança nas classes de pastagem e silvicultura, estas tiveram uma mudança quanto suas espacializações no entorno da Bacia Hidrográfica. Parte das áreas onde antes eram silvicultura, na margem esquerda da Bacia foram suprimidas e deram lugar a pastagens e na margem direita, áreas que no ano de 2005 eram pastagens, passaram a dar lugar à silvicultura de eucaliptos. As áreas de solo exposto tiveram um aumento significativo de áreas, passando de 68 aos 315 hectares. Isso ocorreu em função de uma área de provável colheita de eucalipto, deixando estas áreas desprovidas de cobertura vegetal. Um fator positivo à Bacia Hidrográfica, foi que mesmo aumentando a área de solo exposto, antes tínhamos menos áreas, porém em locais mais sensíveis e ocasionadas pela degradação, como nas cabeceiras, ocasionadas pelo escoamento superficial e a falta de florestas ciliares. Já no ano de 2015, apenas uma das cabeceiras continuam degradadas e com solo exposto, o restante das áreas estão concentradas na área de provável extração da silvicultura.

3.3 Conflito de Uso do Solo

As classes de uso do solo mapeadas em conflito com as APPs no ano de 2005 foram Pastagem, Silvicultura e Solo Exposto (figura 02). Em maior proporção, a classe Silvicultura foi a mais conflituosa para este ano. Na tabela 03, apresentamos as classes e áreas de uso do solo em conflito com as APPs, estas que foram divididas em APP de Drenagem, para as APPs no entorno de toda a rede de drenagem (30 metros), excetuando as nascentes, estas que aparecem como APP de Nascente (50 metros). No mapeamento realizado no ano de 2015, as classes de uso do solo conflitantes continuam sendo Pastagem, Silvicultura e Solo Exposto (figura 03). Neste ano, a classe de maior conflito mapeada foi a Pastagem, isso acontece em função da mudança da dinâmica de uso do solo no entorno da Bacia Hidrográfica, conforme já mencionado, as áreas na margem esquerda da Bacia que em 2005 possuía em sua maior parte a silvicultura, no ano de 2015 estas áreas são convertidas em pastagem, o que praticamente alterna a situação dos conflitos nas APPs entre áreas de silvicultura e pastagem (tabela 04).

Tabela 03 – Conflito de Uso do Solo – 2005.

CONFLITO DE USO DO SOLO EM APP - 2005			
Tipo de APP	Classe	Situação	Área (ha)
APP Drenagem	Pastagem	Desacordo	7,9653
APP Drenagem	Silvicultura	Desacordo	15,6741
APP Drenagem	Solo Exposto	Desacordo	1,0808
APP Nascente	Pastagem	Desacordo	0,7833
APP Nascente	Pastagem	Desacordo	0,3761
APP Nascente	Silvicultura	Desacordo	0,1779
APP Nascente	Silvicultura	Desacordo	0,7833
APP Nascente	Solo Exposto	Desacordo	0,6055
APP Nascente	Solo Exposto	Desacordo	0,2073
APP Nascente	Solo Exposto	Desacordo	0,4423
APP Nascente	Solo Exposto	Desacordo	0,3353

Se levarmos em consideração o fato de que atualmente as áreas de maior conflito nas APPs são dominadas pela Pastagem, é preciso que se adeque práticas conservacionistas no entrono da Bacia Hidrográfica, específica para esta classe de ocupação, já que pastagens são comumente ocupações que mais transformam e degradam ambientes hidrográficos. A presença conflituosa de pastagem em APPs, em Bacias Hidrográficas, também foi

evidenciada no estudo desenvolvido por Santos (2006), que menciona o risco de compactação do solo por meio do pisoteamento do gado, dificultando assim a regeneração natural.

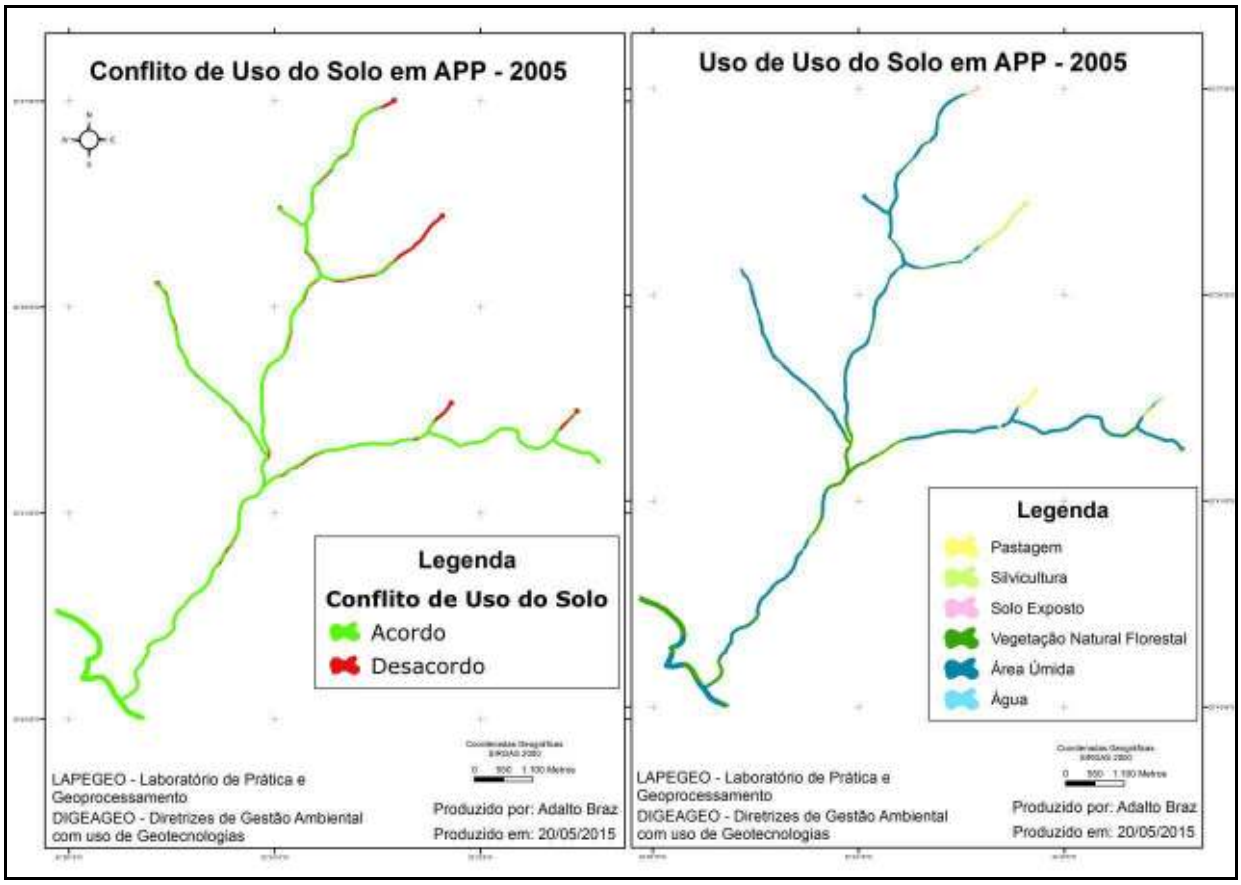


Figura 02 – Conflito e Uso do Solo em APP - 2005.

Tabela 04 – Conflito de Uso do Solo – 2015.

CONFLITO DE USO DO SOLO EM APP - 2015			
Tipo de APP	Classe	Situação	Área (ha)
APP Drenagem	Pastagem	Desacordo	13,6427
APP Drenagem	Silvicultura	Desacordo	4,0527
APP Drenagem	Solo Exposto	Desacordo	1,7018
APP Nascente	Pastagem	Desacordo	0,4107
APP Nascente	Pastagem	Desacordo	0,6142
APP Nascente	Pastagem	Desacordo	0,1652
APP Nascente	Pastagem	Desacordo	0,4038
APP Nascente	Silvicultura	Desacordo	0,2770
APP Nascente	Silvicultura	Desacordo	0,7833
APP Nascente	Solo Exposto	Desacordo	0,2073

Essa compactação diminui sensivelmente o poder de infiltração da água em regiões mais profundas, desencadeando processos erosivos e inundações mais intensas. Além disso, como foi visto por Soares (2008) em um estudo realizado na região da Bacia Hidrográfica do Rio Madeira (MA), a pecuária também pode desenvolver outras formas de degradação ambiental, como o assoreamento dos corpos de água e a perda de diversidade da flora e da fauna na região de expansão da atividade (*apud* SOUZA *et al.* 2012).

Em um estudo aprofundado em APPs, especificamente sobre a conservação e recuperação das matas ciliares, o Caderno de Mata Ciliar (2009), mais uma vez recomenda o afastamento

dos animais (gado em pastagem) ao máximo da nascente, pois, mesmo que os animais não tenham livre acesso à água, seus dejetos contaminam o terreno e, nos períodos de chuvas, acabam por contaminar a água. Por outro lado, permitindo-se o acesso dos animais, o pisoteio torna compactada a superfície do solo próximo às nascentes, diminui sua capacidade de infiltração, deixando-o sujeito à erosão laminar, e consequentemente provoca não só a contaminação da água por partículas do solo, como também a deixa turva – pode até mesmo provocar o soterramento da nascente (CADERNOS DA MATA CILIAR, 2009).

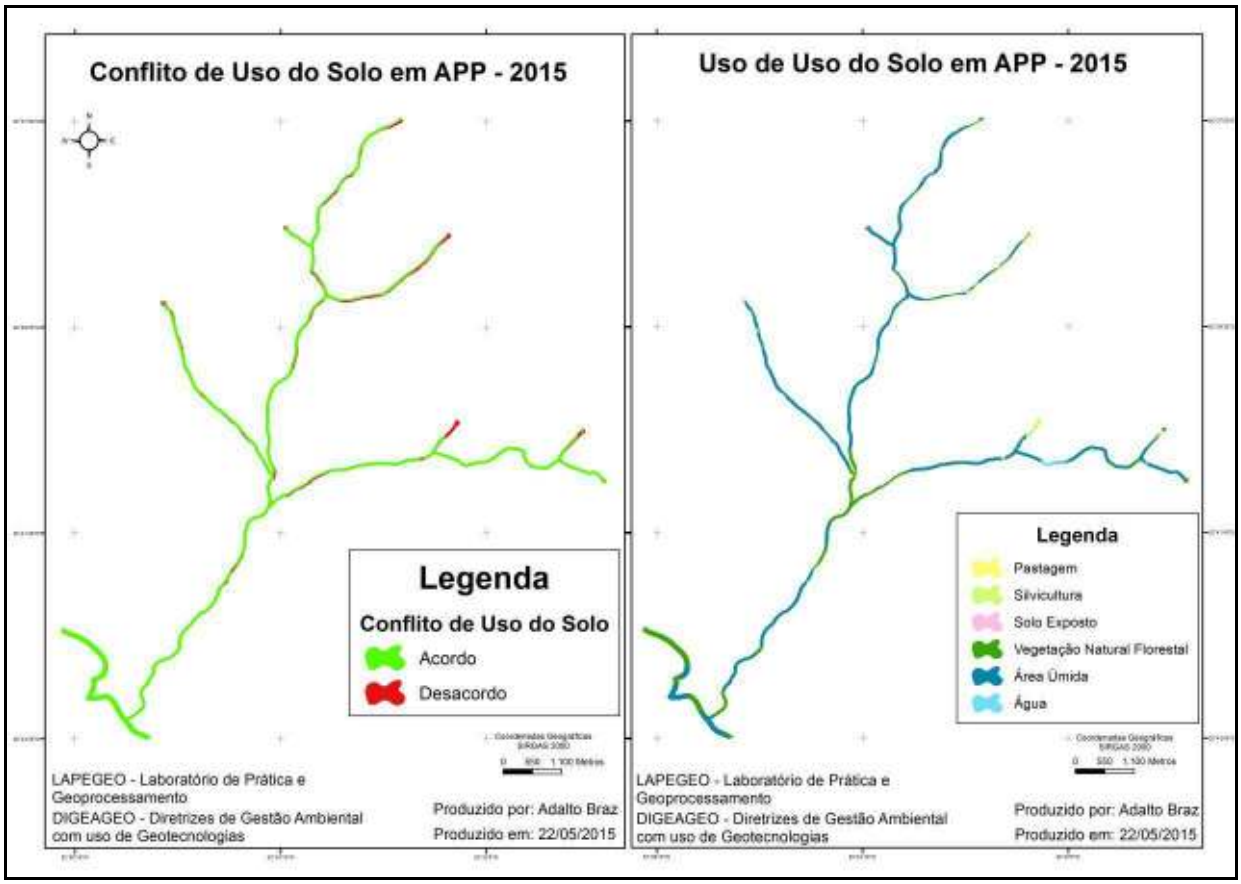


Figura 3 – Conflito e Uso do Solo em APP - 2015.

Calheiros, *et al.* (2004) aponta que as seguintes modificações e cuidados devem ser tomados caso se queira recuperar e manter a boa condição de uma nascente, podendo estender as proposições para todos os tipos de APP: 1) Isolamento da área de captação e distribuição adequada dos diferentes usos do solo; 2) Distribuição do uso do solo; 3) Eliminação das instalações rurais; 4) Redistribuição das estradas; 5) Conservação de toda a bacia de contribuição; e 6) Manter uma relação entre a área de contribuição e a de preservação permanente.

4. Conclusões

A garantia mínima da manutenção de funções ambientais parte da necessidade de se identificar e mapear as áreas de preservação permanente, importante desafio que necessita da formalização de metodologias ancoradas em geotecnologias. Considerando ainda a situação do panorama nacional quanto à dificuldade de obtenção de bases cartográficas em diferentes escalas, mais urgente se faz a adoção de metodologias que contemplem a realidade do país e possam, portanto, serem multiplicadas e mais facilmente adotadas.

Os conflitos de uso do solo mapeados tiveram uma diminuição muito sensível, sendo ainda, que as APPs da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cavalo sofrem com ocupações

indevidas e com o descumprimento da legislação, dificultando a preservação dos cursos d'água desta Bacia. Atualmente, a partir da metodologia e das variáveis empregadas, consideramos 22,25 ha de áreas conflituosas ao longo das APPs, representando 11% da extensão total das APPs desta Bacia (206,24 ha).

Neste trabalho, especificamente, comprovou-se a grande importância no uso das geotecnologias para o direcionamento de áreas em conflito (que invadem os limites estabelecidos por lei) com as APPs. É importante ainda, que o maior número de envolvidos com trabalhos e pesquisas de análise e planejamento de Bacias Hidrográficas conheçam a importância das matas ciliares, a legislação incidente sobre elas e como garantir sua conservação. Para isso, são necessárias a soma de esforços e a partilha de responsabilidades, processos nos quais o Estado toma a iniciativa, mas não é o único ator. É papel de todos conservar.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. DOU de 28 de maio de 2012. Brasília DF. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso 03 fev 2015.

CALHEIROS, R. de O. *et al.* **Preservação e Recuperação de Nascentes.** Piracicaba: Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004. 53 p.

CADERNOS DA MATA CILIAR. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. N 1 (2009). São Paulo: SMA, 2009. 36 p.

GOULART, A. M. R. **Análise dos aspectos legais e técnicos da evolução da proteção legal de áreas de preservação permanente – APP:** aplicação na APP do Rio do Mato em Jundiaí. São Paulo: CEETEPS, 2011. 88 p.

MARANDOLA-JUNIOR. E.; MELLO, L. F. Mapeamento Comunitário, Percepção e Representação do Espaço: metodologias para diagnóstico e gestão ambiental. *In:* SILVA, C. A. (Org.). **Geografia e Natureza:** experiências e abordagens de pesquisas. Dourados: Ed. UFGD, 2012. 256 p.

PELUZIO, T. M. O. *et al.* (Orgs.). **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ArcGIS 9.3.** Alegre: CAUFES, 2010. 58p.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas Ciliares:** conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001. 320p.

ROSA, R.; SANO, E. E. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Rio Paranaiba. **Campo - Territorio: Revista de Geografia Agrária**, v. 9, p. 32-56, 2014.

SCHÄFFER, W. B. *et al.* **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco.** O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011. 96 p.

SOARES-FILHO. A.; COMUNELLO, E.; RIBEIRO, A. F. do N. Geotecnologias na Caracterização Espaço-Temporal do Uso do Solo em Bacias Hidrográficas. *In:* SILVA, C. A. (Org.). **Geografia e Natureza:** experiências e abordagens de pesquisas. Dourados: Ed. UFGD, 2012. 256 p.

SOUZA, A. G. **Adequação legal dos processos administrativos autorizados para intervenção em áreas de preservação permanente.** 57 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras Lavras (UFLA), Lavras.

SOUZA, S. R. *et al.* Caracterização do Conflito de Uso e Ocupação do Solo nas Áreas de Preservação Permanente do Rio Apeú, Nordeste do Pará. **Floresta** (Online). Curitiba, v. 42, p. 701, 2012.

Métodos para obtenção e análise do albedo de superfície e IVDN, para o município de Triunfo - PE

Laurizio Emanuel Ribeiro Alves [1]
Heliofábio Barros Gomes [1]
Maurílio Neemias dos Santos[1]
Thaís Cristina Marques Ocrécio[1]
Giuliano Carlos do Nascimento[1]
Ivens Coelho Peixoto[1]
[1]Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
{heliofab, laurizio.r, maurilioneemias2010, thais.ocrecio, gcnufal}@gmail.com
{ivenspeixoto}@hotmail.com

Abstract: The following paper aims to obtain and analyze the calculation of Surface Albedo and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), acquired by the atmospheric correction model SEBAL/METRIC (Surface Energy Balance Algorithm for Land/ Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration) for the city of Triunfo-PE. The municipality of Triunfo is located in the Pernambuco backwoods, in the Borborema Plateau, and is inserted in the river basin Pajeú. Using TM (Thematic Mapper) sensor images that as aboard the American satellite LANDSAT-5, for the days 24/10/2005, 01/11/2008 and 06/10/2010. Where orbital images obtained were stacked, made the cut of the limits of the municipality, was subsequently made radiometric correction, obtaining the surface albedo, planetary albedo, where atmospheric correction is made for obtaining the albedo by Allen, Idaho and Metric methods, and made the calculation of NDVI, common procedure to all images. Using the Qgis 2.8 software, the images generated surface albedo by three different methods atmospheric correction, and NDVI will be classified and created the respective thematic maps of the different methods, values submitted albedo between 5 and 30% and variation between years study scenes. The NDVI maps created submitted intervals of 0.08 and 0.028, with low vegetation index, the large areas of exposed soil and or small vegetation.
Palavras-chaves: remote sensing, vegetation Index, Landsat 5, atmospheric correction, sensoriamento remoto, índice de vegetação, Landsat 5, correção atmosférica.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o sensoriamento remoto vem ganhando cada vez mais autonomia e importância no monitoramento de diversos fenômenos meteorológicos e ambientais. Como consequência, tem-se tornado uma ferramenta poderosa para obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais, como água, solo e vegetação (BATISTA&ALMEIDA, 1998). O albedo da superfície é definido como a razão entre todo o fluxo solar por ela refletido sobre o fluxo nela incidente, ou seja, a reflectância integrada em toda a faixa do espectro solar. O albedo da superfície está diretamente relacionado com as trocas de energia e afetam os regimes radiativos, ocasionando variações na temperatura, modificação no clima local e mudanças no calor latente e sensível, alterando significativamente o balanço energético da atmosfera (PEREIRA *et al.*, 2000). O *IVDN* (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) indicador adimensional da densidade da vegetação, resultante da combinação de duas bandas (correspondentes a reflectância do infravermelho próximo e do vermelho), encobrindo de forma parcial efeitos de presença dos constituintes atmosféricos e perturbações radiométricas e geométricas (HOLBEN,1986). Com

isso, a ideia central deste trabalho, será avaliar a variação do albedo de superfície para cidade de Triunfo - PE, identificando possíveis alterações no albedo, utilizando os métodos Idaho, Allen e Metric, além de avaliar a degradação do município tendo o índice de vegetação, NDVI como parâmetro.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O município de Triunfo está localizado no Sertão pernambucano, no Planalto da Borborema, possui altitude média de 1010m e o relevo é predominante montanhoso. Está inserido na bacia do Rio Pajeú, localizado na parte setentrional do Vale do Pajeú. A vegetação é composta por floresta subcaducifólia e pela caatinga hiperxerófila. Apresenta um clima mesotérmico, com média anual de 21ºC e precipitação média anual de 1400 milímetros (mm). A umidade relativa do ar é de 73% e o tempo de insolação de aproximadamente 2 800 horas anuais, e possui uma área de 191,5 Km^2, segundo dados de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010). A cidade de Triunfo foi escolhida por conta de seu destaque em relação ao seu clima, que é diferente dos demais municípios do sertão pernambucano. O município de Triunfo apresenta um clima subtropical e temperado com duas estações bem definidas, onde no inverno apresenta temperatura em torno de 8ºC e no verão temperaturas em torno de 28ºC, o que contradiz a aridez da região.

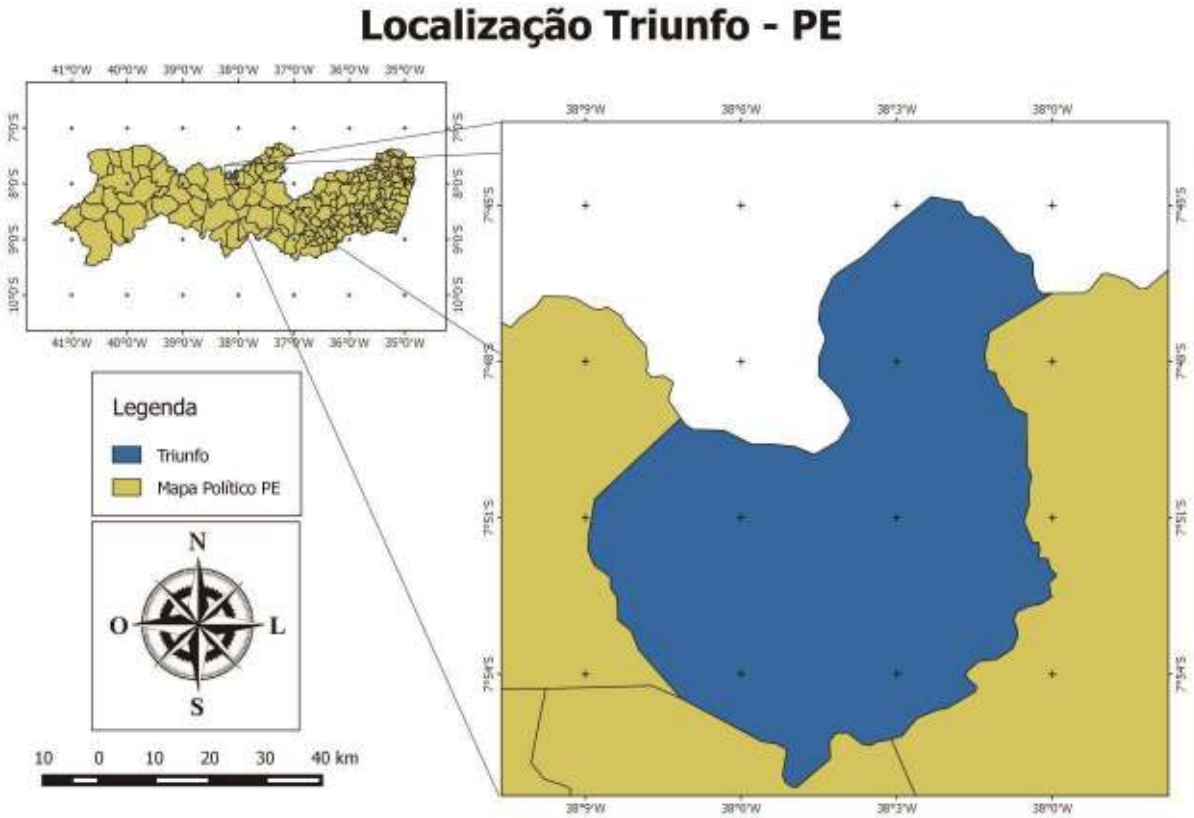


Figura 1. Localização do município de Triunfo, Pernambuco.

Foram utilizados para a estimativa do albedo da superfície e IVDN três imagens TM (*Thematic Mapper*) do Satélite LANDSAT-5, com órbita 216 e ponto 65, composta por sete bandas, obtido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Entre as latitudes

(07º50’17”S) e longitude (38º06’06”W) para os dias, 24 de Outubro de 2005, 01 de Novembro de 2008 e dia 06 de Outubro de 2010.

As imagens obtidas foram em dias de céu claro, com ausência de nuvens para maior precisão na medição do albedo da superfície, por métodos de sensoriamento remoto. Depois de obtidas as imagens, as mesmas foram georreferenciadas, redimensionadas, empilhadas e posteriormente foi feito a calibração radiométrica, reflectância monocromática, obtenção do albedo planetário, albedo da superfície (Allen, Idaho e Metric) e calculado o IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada); utilizando o software ERDAS IMAGINE 9.2, utilizando o algoritmo SEBAL/METRIC na ferramenta *Model Maker*, descritos em Bastiaanssen et al. (1998) e apresentadas em detalhe em Allen et al. (2005) e mais recentemente e Allen et al. (2007a). Os mapas foram criados no *Software* QGIS 2.8. Para validação das componentes meteorológicas foram adquiridos dados das estações automáticas, localizadas próximas à área de estudo, disponibilizada pelo BDMEP/INMET (http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A tabela 1 a seguir, apresenta os valores estatísticos do Albedo de superfície para os dias 24/10/2005, 01/11/2008 e 06/10/2010 para o município de Triunfo - PE. Onde os maiores valores de albedo são apresentados em áreas de solo exposto e corpos d’água, e os menores valores de albedo são apresentados em áreas com alta densidade de vegetação e áreas mais úmidas. Podemos observar na tabela que os valores médios entre os métodos utilizados está em torno de 0,088 e 0,248, onde os valores que mais se aproximam da média são atribuídos ao método de Allen, o método Idaho apresenta valores superiores aos da média e o método Metric valores inferiores, para as três cenas selecionadas.

Tabela 1 – Valores calculados de albedo para os dias 24/10/2005, 01/11/2008 e 06/10/2010.

	Métodos de obtenção do Albedo			**Média entre os métodos**	**Variação a média em (%)**			**Ano**
	Metric	Allen	Idaho		Metric	Allen	Idaho	
Máximo	0,200	0,238	0,276	0,234	-0,145	0,017	0,180	2005
Mínimo	0,080	0,111	0,125	0,102	-0,213	0,092	0,230	
Máximo	0,190	0,242	0,270	0,229	-0,170	0,057	0,179	2008
Mínimo	0,070	0,092	0,110	0,088	-0,201	0,050	0,256	
Máximo	0,210	0,257	0,290	0,248	-0,153	0,037	0,170	2010
Mínimo	0,090	0,119	0,130	0,110	-0,184	0,079	0,179	

Na figura 2, 3 e 4; são apresentados os mapas de albedo de superfície pelos métodos Metric, Allen e Idaho. Correia et al. (2002) citam que os valores elevados de albedo de superfície estão associados a superfícies suaves, secas e de coloração clara, enquanto que albedos menores são associados a superfícies rugosas, úmidas e de coloração escura. Silva et al. (2009) segundo os três diferentes procedimentos de correção atmosférica, o método de Idaho foi o que proporcionou as maiores diferenças com as medições de superfície. Já o método Metric apresentou maior precisão e, portanto, as menores diferenças com as medições

piranométricas. Quanto ao método Allen, ainda apresentou diferenças maiores que o Metric, mas chegam a ser expressivas.

A figura 2 apresenta o albedo de superfície com correção atmosférica proposta por Allen, onde podemos observar, o predomínio de valores de albedo em torno de 10 e 20%. Ao observar o mapa, vemos que na figura 2C, para o ano de 2010, observam-se as maiores áreas com valores de albedo elevado, acima de 25%, ocorrendo sobre áreas onde apresentam superfícies exposta, áreas urbanas e áreas com vegetação rasteira. Na figura 2B, para o ano de 2008, apresenta os menores valores de albedo de superfície, isso ocorre por conta que neste ano observa-se um aumento na área vegetada, cana-de-açúcar, e uma provável precipitação antecedente que ocorre durante um período máximo de 5 dias antes da passagem do satélite. O mesmo ocorre para as figuras 3 e 4, porém com variação de valores, onde na figura 3, que é apresentado o albedo de superfície proposta por Idaho, onde podemos observar valores de albedo superiores aos encontrado por a correção de Allen e Metric. Na figura 3, para os anos subsequentes de 2005(A), 2008(B), e 2010(C), todas as imagens apresentaram valores de albedo elevados acima de 25%. Já na figura 4, que apresenta correção atmosférica por Metric, apresenta os menores valores de albedo entre 8 e 21%, apenas no ano de 2010 podemos observar valores de albedo alto acima de 25%, apresentando principalmente valores de albedo menores entre 5 e 15%.

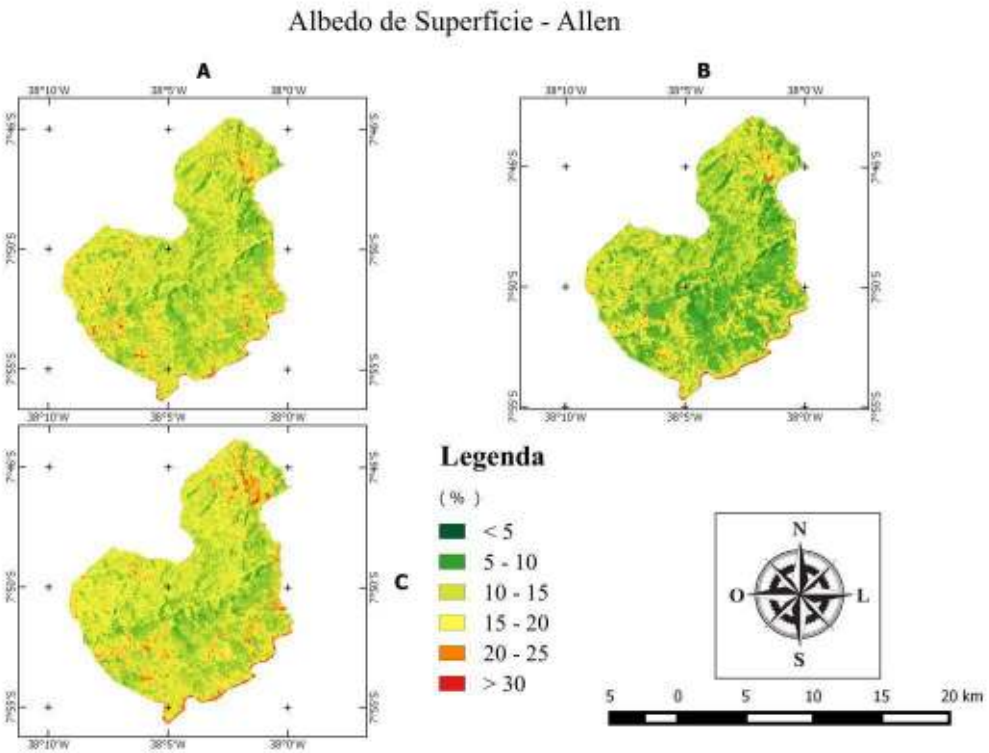


Figura 2 – Albedo de Superfície Allen, onde A(2005), B(2008) e C(2010).

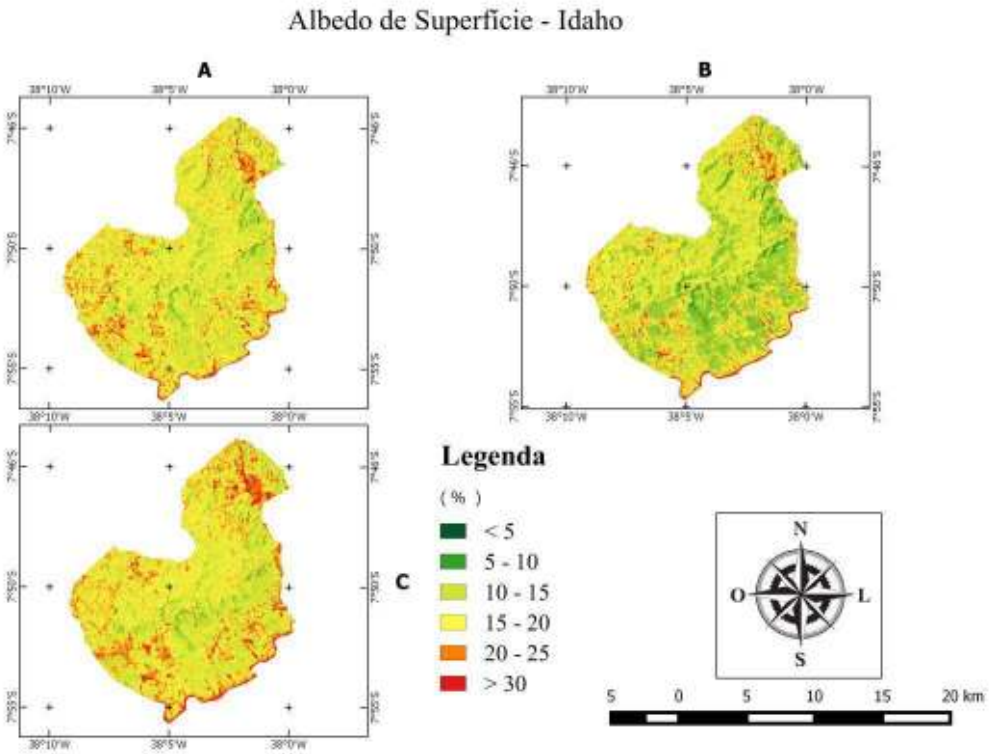


Figura 3 – Albedo de Superfície Idaho onde A(2005), B(2008) e C(2010).

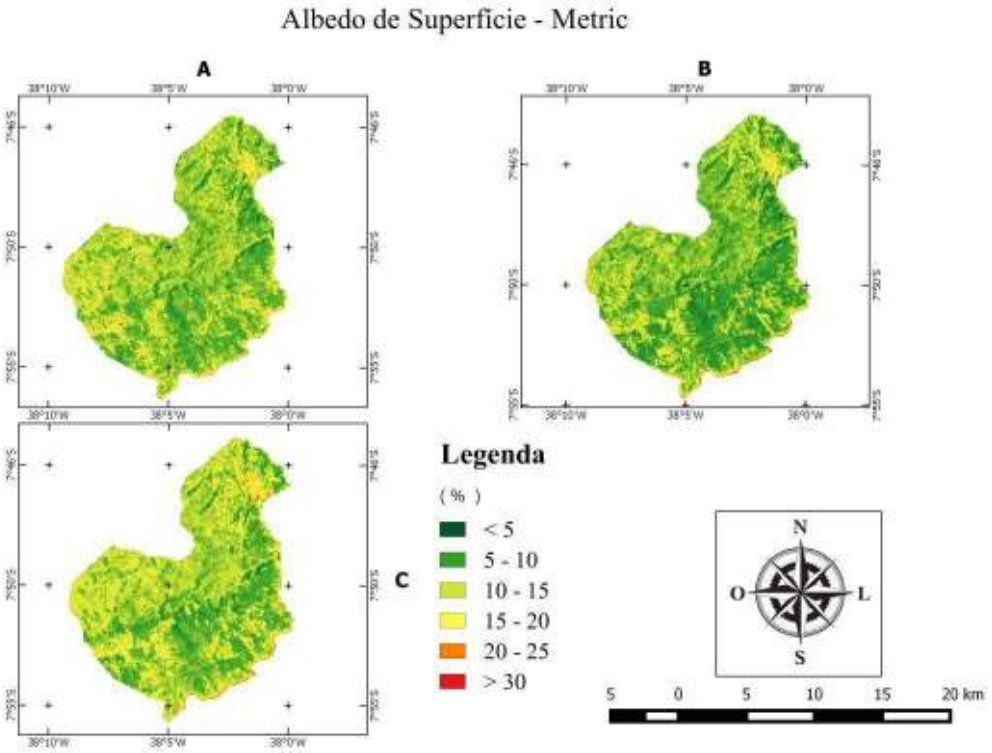


Figura 4 – Albedo de Superfície Metric onde A(2005), B(2008) e C(2010).

Tabela 2 - Relação entre os valores do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada e a degradação do solo.

IVDN	Classes de Vegetação	Classes de Degradação
< 0,10	Solo Exposto	Grave
0,10 - 0,25	Rala	Moderada Grave
0,25 - 0,30	Esparsa	Moderada
0,30 - 0,35	Transição	Baixa
> 0,35	Densa	Muito Baixa

Adaptado de Chagas et al. (2008)

Na figura 5, é apresentado os mapas temáticos de IVDN para a cidade de Triunfo - PE, onde observa-se a predominância de valores de IVDN na ordem de 0,30 a 0,35 ao longo dos 5 anos, onde a vegetação de transição predomina sobre a região, Caatinga e Cerrado, apresentando classe de degradação baixa. A área de estudo apresenta baixa degradação, porém com o um aumento de áreas degradadas comparando os anos de 2005 a 2010, com exceção de 2008 onde ouve um aumento da área de transição, e consequente diminuição de áreas com grau alto de degradação. Analisando as três imagens observa-se que no ano de 2005 apresenta uma áreas com valores de albedo entre 0,30 e 0,35, classificadas como área de baixa degradação, porém apresentando também valores baixos entre 0,10 e 0,25, onde se classificam como áreas de degradação moderada grave, onde podemos atribuir a vegetação rasteira e solo exposto. Para o ano de 2008, foi observado um aumento de áreas com baixa degradação, sendo o ano em analise com os maiores valores de IVDN e menor índice de degradação, apresentando melhora em relação ao ano de 2005. Porém no ano de 2010, áreas com IVDN entre 0,10 e 0,25, apresentou um aumento acentuado em relação a 2008, no ano de 2010 apresentou maiores áreas com degradação entre três imagens analisadas, apresentando um aumento em áreas com valores de IVDN entre 0,10 e 0,25, apresentando vegetação rala e classificação de degradação moderada grave. Além de pequenos pontos nas imagens, com IVDN menores que 0,10, que podem ser atribuídos a corpos d'água ou mesmo construção de pequenas áreas urbanas na região, que são áreas classificas com degradação grave.

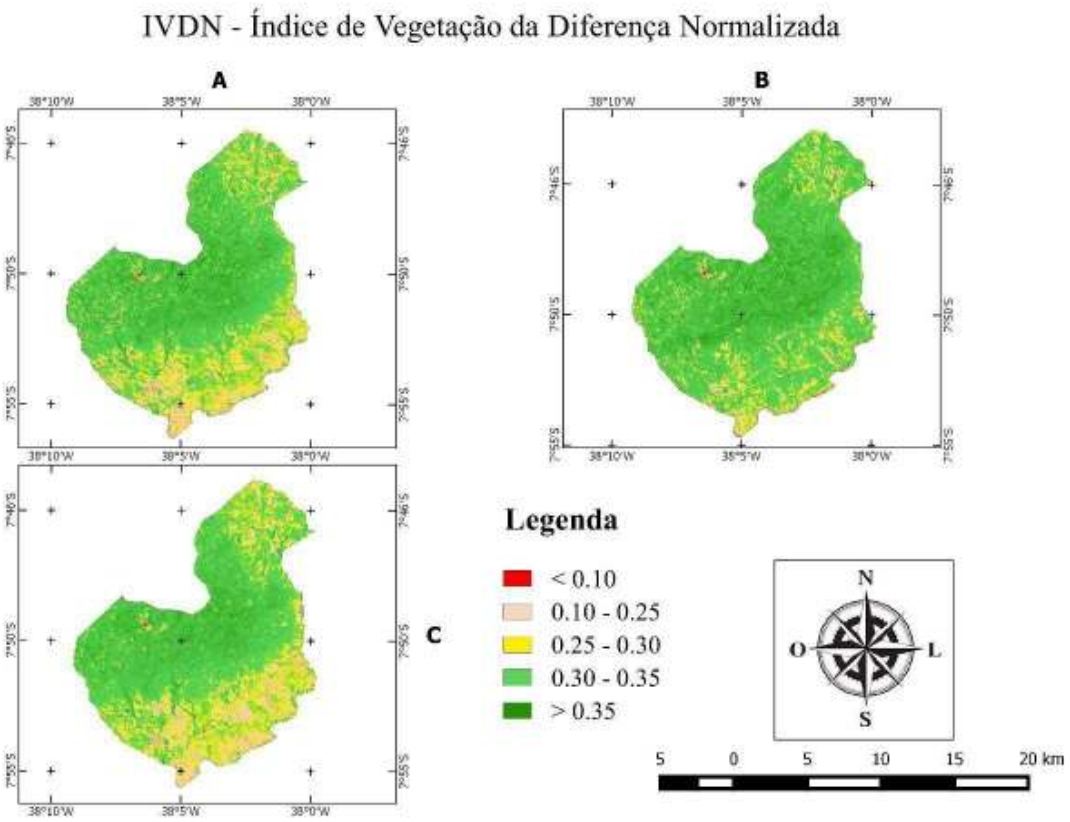


Figura 5 – IVDN, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, onde A(2005), B(2008) e C(2010).

4. CONCLUSÕES:

Os métodos utilizados para o computo de albedo de superfície para a região de estudo, mostraram-se satisfatório com os resultados encontrados, onde o método Metric apresentou os melhores resultados para o cômputo do mesmo. No computo dos valores de IVDN e a relação do mesmo com áreas de degradação mostrou-se também satisfatório, uma vez que depois das correções feitas banda a banda, obteve-se melhoras significativas na análise da área vegetada da região, mostrando bem o desenvolvimento temporal ao longo dos 5 anos de análise da vegetação e degradação para o município de Triunfo – PE.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a o Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados (SENSORGEO), pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; MORSE, A.; TREZZA, R. **A landsat-based energy balance and evapotranspiration model in Western US water rights regulation and planning**. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 19, 251-268 p., 2005.

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **Satellite-Based Energy Balance for Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration (METRIC) – Model**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 380-394 p., 2007a.

BASTIAANSSEN, W.G.M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate**. PhD. Dis., CIP Data Koninklijke Biblioteheek, Den Haag, the Netherlands, 272 p., 1998.

BATISTA, G. T; ALMEIDA, E. S. Índice de Vegetação versus precipitação na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., Santos, 1998. **Anais...** INPE, 1998. CD-ROM.

CHAGAS, C. S.; VIEIRA, C. A. O.; FILHO, E. I. F.; CARVALHO JUNIOR, W. **Comparação entre imagens Aster e Landsat 7 na classificação de níveis de degradação de pastagens utilizando rede neurais artificiais**. Revista Brasileira de Cartografia. Nº 60/03, 2008.

CORREIA, F. W. S.; ALVALA, R. C. S.; GIELOW, R. **Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001-2002**, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, Foz do Iguaçu. Anais... Rio de Janeiro: SBMET, 2002.

HOLBEN, B.N., 1986. **Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data**. Int. J. Remote Sensing, 7.(11): 1417-1434

PEREIRA, E.B.; MARTINS, F.R.; ABREU, S. L.; COUTO, P.; STUHLMANN, R.; COLLE, S. **Effects of burning of biomass on satellite estimations of solar irradiation in Brazil. Solar Energy**, V. 68 (1), p. 91-107, 2000.

Silva, B.B.; Mendonça, R.R.O.; Silca, S.T.A.; Bezerra, B.G. **Obtenção do albedo e IVDN em áreas heterogêneas do estado do Ceará com imagens TM - Landsat 5 e algoritmo SEBAL/METRIC**, XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Abril 2009.

O uso das novas tecnologias no processo de ensino aprendizagem com os alunos bolsista do geopibid- UNEAL/ CAMPUS III

Temática: **Educação e geotecnologias**

Eduina Bezerra França[1]
Arnaldo Rodrigues e Silva[2]
Wanderlan de Araújo Oliveira[3]
Denize dos Santos Pontes [4]
Maria Betânia Porfirio Monteiro de Oliveira[5]

[1]Bolsista Institucional de Iniciação à Docência , Universidade Estadual de Alagoas –UNEAL
Rodovia AL 115, Km², s/n – Centro,Palmeira dos índios - AL, Brasil, CEP57601-230
eduina.franca@hotmail.com

[2]Bolsista Institucional de Iniciação à Docência,
arnaldo2012@hotmail.com

[3]Bolsista Institucional de Iniciação à Docência ,
wanderlan.araujo@hotmail.com

[4]Coordenador de área do Programa de Iniciação à Docência , Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
Rodovia AL 115, Km², s/n – Centro, Palmeira dos índios - AL, Brasil, CEP 57601-230
denize_ambiente@hotmail.com

[5]Supervisordo Programa de Iniciação à Docência , Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
Rodovia AL 115, Km², s/n – Centro, Palmeira dos índios - AL, Brasil, CEP 57601-230
betaniaporfirio@yanhoo.com.br

Summarize: With technological innovations, the Cartography and Geography have joined particularities peculiar and renovators. The objective of this work is to study the Cartography as a practice of teaching in Geography, in which is analyzed through the process of teaching and learning, with the use of free software in which it can have an attractive performance with the limits of areas in the process of building maps. Students can use these maps with projects related with what they are working in, that show the real reason of the relation between Cartography and GIS that is geographic space. Nowadays, it can say that we are part of the "scientific – technological and informational environment" (SANTOS, 1998) where the Geography include the science, the technology and the information, and that, it is the base the technical social life. This revolution stimulated the globalization process that brought with it an arrangement of global data, information and programs, mainly by world network, The Internet. With the support of the Internet, and the easy use on the surfers livethat define themselves as any people that use computer and network, a group of scholarships denote the use of new technology, and how they can be used in classrooms. In Geography lessons, specifying the importance of free software, the Geography Information System – GIS which has the knowledge. However, a posteriori, in the preparation of maps constructed by the same free software from the "*QGIS*".

Palavras- chave: Geography, Cartography, Geotecnology, innovations, Education. Geografia, Cartografia, Geotecnologias, Inovações, Educação.

1. Introdução

Partindo da realidade de um mundo globalizado, onde as tecnologias de informação estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, faz-se necessário também, implantar e utilizar como recurso didático nas Escolas o que o mundo oferece de ferramentas que melhore e viabilize um processo educacional inclusivo, atrativo e eficaz. A Geografia é a ciência que

estuda e interpreta o mundo e suas complexidades, a Cartografia é a ciência que através da técnica e da Arte representa em diferentes formas a realidade do mundo ou parte dele.

É disponibilizado gratuitamente uma série de softwares que auxiliam o docente em sala de aula e proporciona aos alunos produzir seus próprios mapas, e tornarem-se aptos a processarem dados Geográficos. Para isso é necessário que o professor seja capaz de dominar e repassar para seus alunos o que de melhor oferece esses softwares, pois não poderá haver eficiência na transmissão do saber se o professor, principal sujeito neste processo, apresentar deficiência. Para uma melhor prática de docência, o PIBID proporcionando constantes formações para que seus bolsistas justo com os professores supervisores, e coordenador de área desenvolvam aulas de Geografia com qualidade e de acordo com os avanços tecnológicos, utilizando-se destes, para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Assim este trabalho busca mostrar os resultados de uma pesquisa feita com bolsistas do PIBID, de Geografia da UNEAL campus III, enfocando a importância da utilização de Softwares gratuitos, a exemplo do *SIG: QGIS* no tocante ao processamento de dados, bem como a elaboração de cartas, mapas, plantas, pelos alunos envolvidos no projeto e por aqueles que serão os receptores destas informações e praticas.

No entanto evidencia-se por isso, a valorização da Cartografia como linguagem nas aulas de Geografia, bem como os *softwares* que ajudarão o docente e o discente a transformarem a realidade em que estão inseridos, através de levantamentos de dados, mapeamentos dentre outra coisas. Com isso, busca-se inovar as aulas de Geografia, proporcionar para os alunos um pouco do que mundo oferece de inovação, e mostrar para os mesmo que a globalização traz consigo ferramentas que podem ser usadas para transformar positivamente nossa própria realidade.

2. Metodologia de Trabalho

No desenvolvimento das atividades foram realizadas leituras sobre o ensino, linguagem cartográfica, Sistemas de Sensoramento Remoto e Sistema de Informação Geográfica. Tendo como base autores como Castellar (2011), Fônseca (2004), Maio (2008), Matias (1996), Simielli (2013), Santos (2006 e 2008), e Trindade (2012), essas leituras foram fundamentais no processo de estudos e analises da prática em processo de aprendizagem com os bolsistas.

A mesma foi desenvolvida na Universidade Estadual de Alagoas, Palmeira dos índios, Alagoas, com alunos do 3, 5 e 7 período, bolsista do Programa Institucional de Iniciação à Docência- PIBID. A Turma é constituída por vinte e dois bolsistas, que na maioria apresentam dificuldades em falar e trabalhar a cartografia em aplicação de atividades em sala de aula assistidas.

O uso de software gratuito, sistema de informação geográfica- *SIG* é tido como elemento crucial na construção de mapas, o que facilitará as aulas atividades desses bolsistas. Para fazer está analise foi aplicado um questionário o qual abordavam a importância e a utilização do uso das novas tecnologias em sala de aula, tendo em vista que todos tem conhecimento de um de *software:* o *QGIS*, onde os mesmo fizeram os seus primeiros mapas.

3. Resultados e Discussão

O período atual em que a tecnologia e a informação dominam o mundo, no sentido de acessibilidade da maior parte da população mundial, Santos (2006) da a entender que vivemos a era da informação que, em sua forma atual, é a matéria prima da revolução tecnológica. E como os autores mostram este é apenas o inicio de um grande processo, pode-se dizer que praticamente todas as áreas de conhecimentos são e podem ser afetadas por essa onda tecnológica.

A esse período da revolução tecnológica, Milton Santos introduziu o conceito de meio técnico-científico-informacional, que é um meio geográfico onde o território inclui obrigatoriamente ciência, tecnologia e informação (SANTOS, 2008, p. 20). É, também, a informatização, ou, antes, a informacionalização do espaço (*ibidem*, p. 24). A aparição do computador e da internet é um fator fundamental e representante do momento, pois converge nele, informações que antes só circulavam necessariamente por vários veículos, como o radio a televisão, revistas e etc.

A Geografia inclusa também nessa tendência atual vem usando e tende a aprimorar o uso das novas tecnologias como recurso, nesse caso as denominadas geotecnologias, que dão referencia de dados globais, a serem representados pela cartografia geográfica, através de mapeamentos e outras representações.

> [...] nos dias atuais, a técnica e a ciência presentearam o homem com a capacidade de acompanhar o movimento da natureza, graças ao progresso da teledetecção e de outras técnicas de apreensão dos fenômenos que ocorrem na superfície da terra. As fotografias por satélite retraíam a face do planeta em intervalos regulares, permitindo apreciar, de modo ritmado, a evolução das situações e, em muitos casos, até mesmo imaginar a sucessão dos eventos em períodos futuros. (ibidem, p. 162).

Com relação ao uso de novos recursos tecnológicos pela Geografia, alguns autores mostraram suas advertências, conforme Santos (2006), a complexidade existente em realidade tem uma falsa simplificação, a exemplo do computador, que reduz as coisas para a lógica matemática, impondo um padrão e fugindo de especificidades particulares. O qual corrobora com Fonseca (2004) por sua vez, deixa ciente que apesar do avanço na acessibilidade e na redução de tempo na construção mapas, estes ainda não se aproximam de uma linguagem satisfatória na Geografia. No entanto, a autora frisa que,

> Não há oposição geral a fazer sobre o estoque de possibilidades que as novas tecnologias nos fornecem. Somente tecnofóbos não concordariam com ela. Entendemos também o quanto essas novas tecnologias valorizam e popularizam as linguagens visuais, o que a principio também é louvável. (ibidem, p. 107).

O uso da cartografia no ensino de Geografia é defendido por diversos autores brasileiros, como Simielli, que defende antes de qualquer coisa, a alfabetização cartográfica deste as serie iniciais e num processo continuo até o termino do ensino médio, e Castellar (2011) que defende a posição que a Cartografia deve fazer parte dos recursos metodológicos nas aulas de Geografia e o professor deve buscar constantemente dos recursos cartográficos.

Nesse sentido merecem destaque as possibilidades no ensino de Geografia, diante de tantos recursos a disposição, a atenção se volta para os softwares livres, pela facilidade de adquirir gratuitamente e de manusear, mediante cursos ou a prática com as ferramentas disponíveis.

A Geografia é a ciência que estuda o espaço geográfico em que através da Cartografia possibilita um leque de informações com grande propriedade no uso dos Geoprocessamentos, com isso as aulas de Geografia procuram-se inovar pra sair do método tradicional, o qual aproxima o aluno mais da realidade dos lugares por assim dizer o espaço. O qual tem sido discussão nos parâmetros curriculares Nacionais- PCNs.

> "Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) apontam para a necessidade e importância de se trabalhar com o conhecimento científico e tecnológico, introduzindo as chamadas geotecnologias no âmbito escolar. BRASIL et al (1998 apud, TRINDADE, 2012, p.17.)

Com isso, a Geografia constitui o campo do conhecimento científico voltado ao estudo do espaço geográfico, sua evolução como uma área do saber humano é fruto de contribuições as mais diversas e abrangentes, desde os gregos antigos até os dias atuais. Estudar e ensinar Geografa sucita de uma peculiar relação entre a cartografia e a Geografia de modo que:

> Conquanto seja de amplo conhecimento na comunidade geográfica a existência de uma íntima ligação, inclusive do ponto de vista histórico, entre a representação do espaço de natureza geográfica, realizada pela Cartografia, e o seu estudo por meio da Geografia, o caminho percorrido por ambas, enquanto áreas distintas do saber, vem sendo marcado, principalmente nos últimos tempos, por um afastamento crescente em direção à pólos eminentemente técnicos ou teóricos, respectivamente. (MATIAS, 1996, p.18 e 19)

Neste sentido, tentamos demonstrar a importância do uso das novas tecnologias em sala de aula, como elemento importante que auxilia e chama a atenção dos alunos nas aulas de Geografia. A pesquisa realizada com alunos do Programa Institucional de Iniciação a Docência – PIBID, onde de suas respostas subdisiam a compreensão do espaço com relação ao utilização das novas tecnologias, o qual vem sedo alvo importante para se trabalhar em sala de aula. Salienta-se a importância de softwares gratuitos, o qual possibilita captar informações cruciais não apenas de um localidade mais com uma vasta dimensão em dados e informações que alimenta o Sistema de Informação Geográfica, o qual são fontes de pesquisa cientifica e que podem ser trabalhadas em sala de aula.

> A tecnologia hoje se faz presente na vida do estudante, não só em casa mas principalmente na escola, o professor deve usar esse interesse pela tecnologia a seu favor, incorporando nas suas aulas ferramentas que possam facilitar seu trabalho. Podem ser softwares para produção de mapas, aplicativos disponíveis nos celulares entre outros. Assim o professor terá algo a mais pra atrair seus alunos. (Entrevistado “A”, 2015)1

Com isso, se houver a inserção das novas tecnologias na prática em sala de aula, ficará mais fácil para o professor trabalhar a geografia com os alunos que por muitas vezes encontram-se dispersos nas aulas. Como bem indaga a entrevistada “B”, 2015: “O uso de tecnologias nas aulas de geografia possibilita ao professor uma maior capacidade para explanação dos conteúdos, prendendo ainda mais a atenção de seus alunos se usadas de uma forma dinâmica e atrativa”[2] o uso destas tecnologias implica desde o que tem mais facilidade em acesso ao que ainda não dispõe na escola. Partido do uso do celular ao computador, com aplicativos gratuitos e de fácil acesso.

> Um dos principais objetos tecnológicos que deve ser utilizado na sala de aula é o celular, pois é ele que mais interessa aos alunos, ele pode ser utilizado para desenvolver atividades .hoje existe vários aplicativos que permitem verificar umidade do ar, temperatura entre outros dados o que ajuda em temas relacionados a climatologia por exemplo. Depois a internet que representa o mundo de informações e nesse mundo que o alunos pode navegar e fazer a mais diversas pesquisa, e a partir delas desenvolver vários trabalhos. Depois temos ainda os mapas digitais que são de grande interesse e são capazes de despertar o interesse de qualquer um que o observe. Em fim, o que não falta são formas que possam unir tecnologia e ensino, basta o professor estar disposto e apito a trabalhar-las e promover essa interação. (Entrevistada “A”, 2015)3

---

[1]Os participantes do questionário que contribuíram para este resultado serão reconhecidos por entrevistados em ordem alfabética. A entrevistada “A” é Alunado 7 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito na primeira alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

[2]Entrevistada “B”, Alunado 3 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma das alternativas do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

[3]Entrevistada “A”, Alunado 8 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

A Cartografia ao passar dos anos vem ganhando espaço e reconhecimento dentro da Geografia, é a ciência e a arte de representar graficamente o conhecimento do ser humano sobre a superfície terrestre, com as inovações tecnológicas e cientificas o seu conceito tradicional, vem acompanhando este processo de desenvolvimento e civilização, passando a ser vista como uma forma de organização, apresentação, informação e utilização de geoinformações seja de forma digital, gráfica, táctil

> Hoje, a cartografia contemporânea procura atender ao surto verificado em todos os ramos da atividade humana, tendo como objetivo uma produção em massa no menor tempo possível e com precisão cada vez maior. Para isso, conta com tecnologias modernas como o sensoriamento remoto, o GPS (Global Positioning System), e os SIGs (Sistemas de Informação Geográfica). (MAIO, 2008, p. 2)

Tendo em vista esta necessidade em se trabalhar a Cartografia em aulas práticas de Geografia o Projeto PIBID, disponibilizando a todos os bolsistas o curso de um *Software* gratuito, o *QGIS* na necessidade de trabalhar com o Sistema de Informação Geográfica, propiciando a estes bolsista a criatividade e a oportunidade de gerarem seus próprios mapas afim, dos mesmo serem utilizados e trabalhados em sala de aula. O qual foi de extrema e grande valia para todos que se propuseram a aprender e por em prática o uso do aplicativo. (Figura.1)

Figura 1. Imagem de Bolsista aprendendo a manusear o aplicativo QGis, para trabalhar com seus próprios mapas nas aulas o qual executam o projeto de cartografia nas escolas inseridas.

Com tudo, o resultado desses aplicativos é de suma importância pois, através do *GPS* o aluno consegue se localizar, viajar; com o *software: Terra View* ou *QGIS* se consegue plotar dados, criar polignos, estradas, gerar mapas. Com o aplicativo *Google earth* é possível navegar, se localizar, criar seguimentos, caminhos, fazer delimitações de áreas, se orientar no espaço, e esses podem ser trabalhado em qualquer disciplina envolvente, desde que o professor saiba lhe dar com o a importância e o uso da real função de tais aplicativos, seja o *GPS*, *QGIS*, *Terra View Google earth* ou qualquer outro *software* livre gratuito, mostrando que existe possibilidades de se trabalhar com aplicativos gratuitos e de fácil acesso no entanto, pouco utilizados devido a escassez de conhecimento sobre respectivos programas.

> Há em qualquer que seja a disciplina ou situação uma melhor aprendizagem com o conteúdo aplicado além da teoria a sua prática, com isso a produção dos mapas pelos próprios discentes ajuda-os que seu conhecimento seja auxiliado com tais situações, como também, endossam o fato que a Geografia, como muitos dizem, não é uma disciplina decorativa, enfadonha,

> cansativa, mas, sim, crítica e reflexiva da realidade em que vivemos. (Entrevistado "C", 2015)4

Porém, salienta-se ainda que para que estes aplicativos venham a ser trabalhados é preciso que o professor tenha conhecimento sobre o mesmo, e leve isso para o aluno para assim, "auxiliar como uma ferramenta de analise do espaço geográfico, em que na produção de mapas o uso dessas tecnologias, facilitam o processo de produção, bem como a analise dos dados produzidos. Sendo assim o uso de softwares nas aulas de geografia permitem que os alunos possam obter uma melhor visualização de dados e consequentemente uma melhor interpretação"[5] (Entrevistado "D", 2015) Dificuldades serão encontradas no entanto, é preciso tentar e adequar essas situações as mais variadas formas de possíveis melhorias para que o aluno venha a se empenhar e empolgar com as disciplinas, auxiliando para uma educação com qualidade.

O uso do "*QGIS, Google Earth,* são alguns de vários outros programas que podem ser usados para as aulas de Geografia e contribuem aos alunos na elaboração de mapas, portanto, para que estes sejam aplicados nas aulas de Geografia deve haver nas escolas ou instituições de ensino um laboratório de informática e que os docentes saibam manusear estas ferramentas" (Entrevistado "C", 2015)[6] neste sentido, corrabora com Entrevistado "D", 2015:

> Google Earth: um software muito interessante em que o professor pode levar seus alunos a conhecerem o planeta através de imagens de satélites de altíssima qualidade em que é possível ser feita a localização de vários objetos geográficos facilitando assim o aprendizado. QGIS- Um software que permite ao usuário a criação de seus próprios mapas,utilizando-se de bases de dados confiáveis, pois verifica-se que existem muitas produções que não atendem as necessidades do usuário. Neste sentido, o professor possui maior autonomia sobre o material a ser utilizado com seus alunos e passa a contribuir com o aprendizado dos alunos de forma mais expressiva.7

Com isso, averigou-se que o conhecimento ofertado sobre as tecnologias e suas respectivas funcionalidades foi crucial para o ensino aprendizagem dos bolsistas, onde, através deste vasto conhecimento conseguiram adequar o conteúdo a prática e com isso, gerar os seus próprios mapas (figura 2) "Quando usamos, por exemplo, Quantum Gis, ou do Terra View, estamos nos valendo de materiais confiáveis e de alta qualidade além de podermos construir nossos próprios mapas".(Entrevistado "E" 2015)[8]

---

[4] Entrevistado "C". Aluno do 7 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

[5] Entrevistado "D". Aluna do 5 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

[6]. Entrevistado "C". Aluno do 7 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

[7]. Entrevistado "D". Aluna do 5 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

[8] Entrevistado "E". Aluna do 7 período- licenciatura em Geografia, Bolsista do PIBID da Universidade Estadual de Alagoas, comentário feito em uma alternativa do questionário aplicado como requisito parcial de avaliação das novas tecnologias.

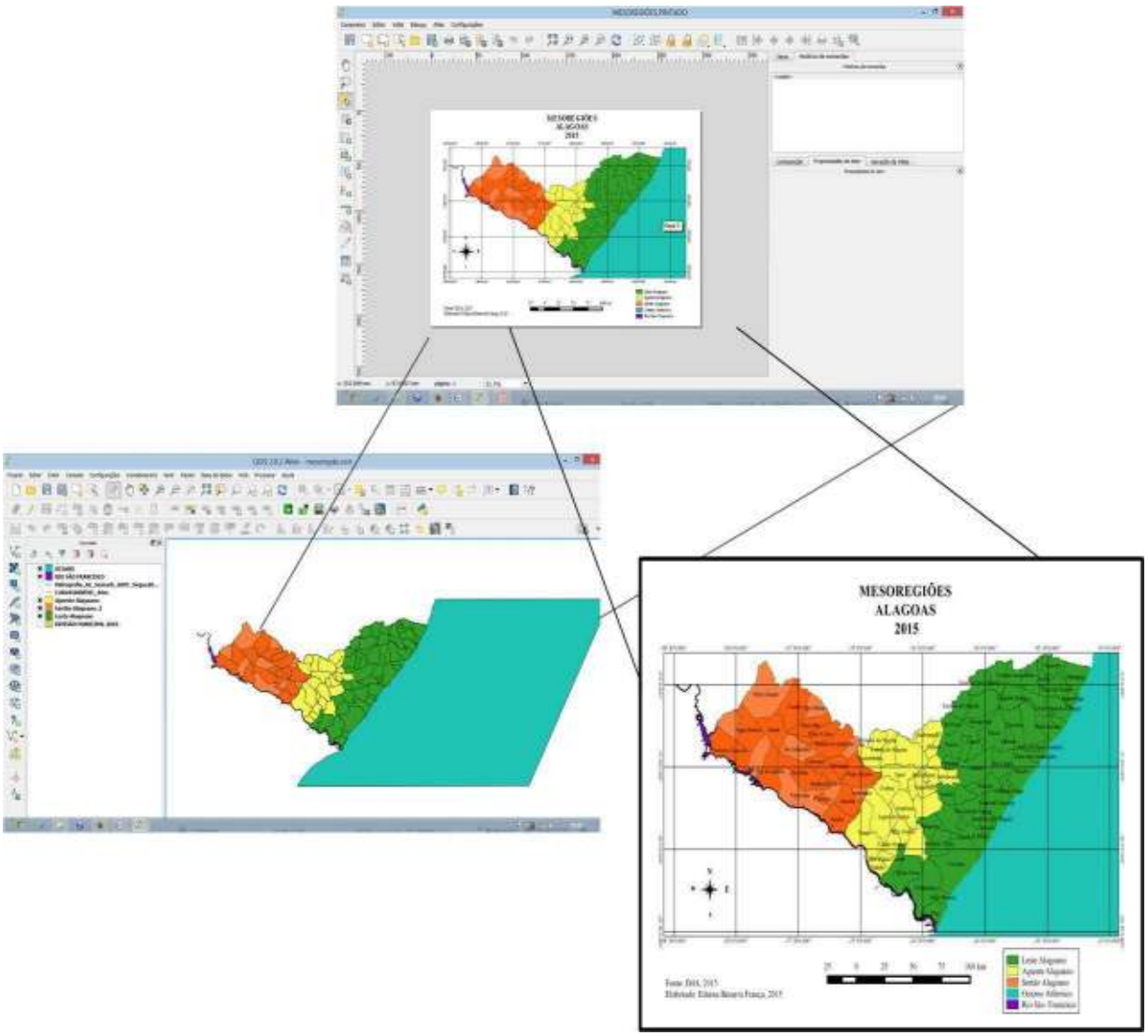


Figura 2- Geração de Mapa, elaborado por Bolsista do PIBID em Geografia, Partindo da Construção ao Resultado final, utilizando um dos Sistemas de Informação Geográfica e software gratuito: *QGIS*.

3. Conclusão

Portanto, nota-se a importância dos softwares, a exemplo do *QGIS* para proporcionar um leque de possibilidades de trabalhar a Cartografia como linguagem nas aulas de Geografia, e com isso inovar o processo de ensino-aprendizagem, viabilizando o acesso dos alunos, no que se refere as tecnologias de Geoprocessamento, disponível no mundo e tornando-os capazes de produzir seus próprios mapas, seja político ou físico. Os bolsistas citados neste trabalho, passaram por um curso de capacitação, para conhecerem e manusearem o *QGIS*, este curso foi de suma importância, pois, permitiu capacitar os bolsistas do Pibid, onde estes irão implantar nas escolas e na vida cotidiana, se necessário, os conhecimentos adquiridos, com isso, espera-se que as aulas de Geografia sejam cada vez mais atrativas e estejam de acordo com a realidade global, ou seja, cada vez mais inovadora.

Entretanto, é necessário estar aberto a estas inovações e buscar constantemente capacitar-se, para trabalhar com coerência e eficácia, para que os resultados sejam positivos e

gradativos, onde todos os envolvidos no processo de transmissão e assimilação destes conhecimentos, trabalhem juntos e motivados.

5. Agradecimentos

Nenhuma casa se sustenta sem estruturas sólidas, por tanto, agradecemos a Deus, pela força e determinação nos ofertada; as famílias pelo suporte, à Universidade Estadual de Alagoas- Campus III, pela assistência técnica, administrativa e institucional; à CAPES, pelo financiamento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência- PIBID, aos colegas bolsistas pela parceria e contribuição, e as professoras pela orientação, paciência e empenho, sem elas não haveria possibilidade alguma de elaboração deste artigo

6. Referências Bibliográficas

CASTELLAR, Sonia Vanzella. A cartografia e a construção do conhecimento em contexto escolar. In: ALMEIDA, Rosangela Doin de (Org.) Novos Rumos da Cartografia Escolar: currículo, linguagem e tecnologia. São Paulo: Contexto, 2011.

FÔNSECA, Fernanda Padovesi. A Inflexibilidade do espaço Cartográfico: análise das discussões sobre o papel da cartografia. 2004. 250f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MAIO, Angelica Carvalho Di.Conceitos de Geoprocessamento. 2008. 79 f. SIG Aplicado ao ordenamento Territorial Municipal. Programa Nacional de Capacitação das Cidades. Ministério das Cidades, Pro-reitoria de Extensão e Departamento de Análise Geoambiental. Universidade Federal Fluminense. Niterói- RJ, 2008

MATIAS, Lindon Fonseca. Por uma Cartografia Geográfica - Uma Análise da representação gráfica na Geografia. 1996.273 f. Dissertação (Mestre em Geografia) Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciencias Humanas, Departamento de Geografia. São Paulo- SP, 1996

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: EDUSP, 2006.

_____. Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

SIMIELLI, Maria Elena Ramos. Cartografia no Ensino Fundamental e Médio. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri (Org). A Geografia em sala de aula. 9ª ed. São Paulo: Contexto, 2013.

TRINDADE, Felipe Silva.O uso dos *softwares* livres de SIG como ferramenta de apoio ao ensino de Geografia no nível fundamental: Um estudo de caso a partir da elaboração de um mapa temático sobre Áreas de Risco através do *software* “TerraView”. 2012. 38 f. Monografia (Bacharel em Geografia) Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciencias Humanas, Letras e Artes, Departamento de Geografia. Viçosa- MG, 2012

Povoado Serrote Grande, Craíbas/AL: O espaço geográfico revelado pela Paisagem

Lívia Thaysa Santos de Albuquerque Gama[1]
Ronieri Gama da Silva[2]
Ricardo Santos de Almeida[3]
Cirlene Jeane Santos e Santos[4]

[1]Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Avenida Manoel Severino Barbosa - Bom Sucesso, Arapiraca – AL, Brasil. CEP 57309-005
liviathaysa@bol.com.br

[2]Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL
Rua Governador Luiz Cavalcante, s/n - Alto Cruzeiro Arapiraca - AL, Brasil, CEP 57312-000
ronierigama@gmail.com

[3]Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Rodovia AL 145, Km 3, n. 3849, Cidade Universitária, Delmiro Gouveia – AL, Brasil, CEP 57480-000
ricardosantosal@gmail.com

[4]Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Avenida Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
cirlene.ufal@gmail.com

Abstract. This study intends to examine the provision of physical space as represented by the countryside of Serrinha in Serrote Grande Town, Craíbas/AL. It emphasizes the singularities arising from the transformation of the local landscape, when dealing with the land and preservation of the environment, the agricultural sphere, the development of pastures, breeding of animals, and cultural diffusion as community-forming elements. In this sense, through the available landscape, this study will analyze people's actions towards the construction of the surrounding environment, examine the current form of social and economic organizations, and identify the cultural elements present and manifested in the landscape along with the dynamics of preserving customs while simultaneously promoting modernity. To obtain the necessary data, the following materials were collected during field research: photographic records from the community studied with the aid of a camera and dialogues and conversations with local residents. The computer program, Google Earth Pro, was also used to measure distances and altitudes. The obtained results led to the following perception: man has the ability to mesh with the environment in which he lives, thus transforming the space around him according to his needs; therefore, the landscape that can be visualized, whether mountainous or flat, can be changed along with the people who enjoy it together, rather than in isolation. However, it becomes evident when seeing on the horizon how representative it is for these residents to be inserted in the context of change experienced until the present day.

Palavras–chave: agriculture, rurality, livestock, agricultura, ruralidade, pecuária.

1. Introdução

Através da paisagem, objeto de estudo desta pesquisa, podemos perceber os elementos sociais, econômicos e espaciais que constituem o Povoado Serrote Grande em Craíbas/AL (ver figura 1) e os fizeram se transformar com o passar dos anos. Nesse sentido, serão discutidas algumas concepções da categoria geográfica Paisagem, sendo possível através delas, compreender como se dá o seu processo de transformação. Com isso, é preciso que ela seja percebida como algo mutável, ou seja, quase sempre suscetível a mudanças, sejam elas geológicas, culturais, econômicas ou sociais. "Certo, nós não mudaremos o mundo, mas podemos mudar o modo de vê-lo. Isto é importante por que só assim poderemos escapar do dogmatismo epistemológico e marcar um encontro com o futuro" (SANTOS, M., 2004, p. 40-41).

É diante dessa perspectiva que o autor acima citado reflete a respeito da importância da análise da paisagem e de como é significativo à forma como se observa esse espaço, pois é través dele que poderemos planejar o futuro. Quando Santos (2004, p. 41-42), coloca que através da análise paisagística, "Nós não podemos mudar o mundo, mas podemos mudar o modo como vê-lo", ele deixa claro que é possível visualizar o mundo de forma diferenciada e transformadora.

Uma análise de paisagem precisa ir além do visual, sendo,

> O ponto de partida é a observação objetiva, pois o conceito de paisagem é essencialmente visual, mas progressivamente a necessidade de explicação do conjunto obrigará ao recurso a 'dimensões ocultas' por que não visíveis do domínio da cultura, da economia, da organização politica. (GOMES, 1999. p. 121 *apud* SALGUEIRO, 2001. p. 41-42).

Percebe-se que há elementos dentro da análise da paisagem que não fica visível aos olhos, ou seja, vai além da subjetividade. Nesse sentido, têm-se a intenção de evidenciar as metamorfoses ocorridas ao longo do tempo, tanto se tratando dos processos naturais, quanto da produção do espaço realizado pelo homem. Sendo assim, para que possa se compreender de fato a paisagem, precisamos observar da aparência para além dela, perceber mediante os traços deixados durante o tempo, questões relacionadas à cultura, economia local e o processo politico de determinado espaço.

Figura 1. Chegada ao Povoado Serrote Grande com vista para a Serrinha.

Com efeito, este trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de campo na zona rural da cidade de Craíbas/AL, em um povoado chamado Serrote Grande, a busca pela compreensão do modo como é disposta a paisagem, de forma diferenciada, mostrando as transformações ocorridas no tempo-espaço, além de que se torna interessante mostrar a população que aquela região não apenas existe para visitação às sextas-feiras santas, mas que existe uma comunidade nas proximidades da Serrinha, que tem uma geografia própria, com costumes e valores bem singulares, contribuindo para a economia da cidade, visto que predominantemente se destaca pela agricultura de subsistência, e ainda da pecuária e caprinocultura (ver figura 2) que só enriquece ainda mais aquele espaço.

Figura 2. Área de pastagem bovina e criação de caprinos na encosta.

Identificam-se as nuances existentes no espaço que pode ser transformado atendendo interesses diversificados por meio de metamorfoses ocorridas, como por exemplo, o fato de cada vez mais eliminar os espaços de vegetação nativa em prol da expansão das áreas agrícolas, ou até mesmo para a criação de rebanhos. E nesse caso especificamente, o processo se dá de maneira nem sempre contestada ou percebida em curto prazo, onde normalmente é motivado por fundamentos bem idealizados pelo sistema capitalista, que busca tirar vantagem de qualquer coisa ou lugar que assim possa se apresentar em condições potenciais de exploração, seja no perímetro urbano, ou até mesmo na zona rural, impondo tendências, tentando modificar ou modernizar as técnicas adotadas e principalmente incentivando a produção daquilo que mais representa seus interesses, e que nem sempre, atende as necessidades do produtor rural. Afinal, “Tudo o que nós vemos é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. É formada não apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons, etc” (SANTOS, M., 2014, p. 67-68).

Nesse sentido, Santos (2014, p. 67-68) retrata as manifestações vistas do espaço estudado por quem as observa de forma bastante claras, pois ao pensar a paisagem como algo que não só se detêm somente a visão, logo se apresentam as singularidades existentes e que não podem ser ignoradas, sendo necessária uma análise muito mais complexa, o que se planta? O por quê? As projeções futuras? Enfim, se trata basicamente de ir buscando perceber a realidade exposta além das aparências, do visível, incorporando certa sensibilidade necessária para uma melhor percepção dos elementos presentes no espaço em destaque.

Durante a visita ao local, ficou evidenciada uma área consideravelmente pequena de vegetação nativa - caatinga, logo na subida, é possível visualizar uma vista de todo o povoado e até mesmo um pouco da cidade, e pelo fato da mesma obter um território semi plano, facilitando sua visualização quase que completa. Também, desperta a atenção de quem observa do alto, o verde dos pastos e das plantações, além da questão da religiosidade popular representada pela igreja no cume da serra sendo ela mesma o elemento de identificação da comunidade, e consequentemente veem-se os impactos do capitalismo no uso e a exploração

do território, ou seja, percebe-se a construção da representação da Paisagem e suas transformações no decorrer do tempo.

É diante dessa perspectiva que esse trabalho apresenta a paisagem estudada como algo relevante para a comunidade de Serrote Grande, e que as diferenças observadas podem ser sentidas e transformadas pelo homem, pois é través da sua força de trabalho que ele produz o espaço em que vive, transformando a Paisagem a sua volta, e adequando-se mediante a sua necessidade e sobrevivência.

2. Metodologia de Trabalho

No presente trabalho utilizou-se como recurso a pesquisa de campo realizada no povoado Serrote Grande, na cidade Craíbas/AL, uma câmera fotográfica para o registro das imagens que foram tiradas no momento da visita ao espaço estudado, dialogando no local com os moradores, que mostraram as plantações e falaram um pouco sobre o que viveram e vivem no povoado, o Google Earth Pro como ferramenta para mediar as distâncias e altitudes. O trajeto percorrido até o local onde foram realizadas as pesquisas de campo é de fácil acesso e liberado para todas as pessoas que quiserem conhecer, sendo possível a chegada tanto de automóvel, motocicleta, como a pé, pois existem várias estradas que dão acesso. Até a chegada, a vista que se pode ter é a vegetação predominante que é a caatinga, pasto decorrente da pecuária e a agricultura de subsistência.

Do alto da Serrinha, como é chamado o morro que está acerca 5 km de distancia do centro e de aproximadamente 70 metros de altitude em relação a cidade, pode-se constatar o quanto a vista panorâmica diz sobre os aspectos rurais cotidianos, uma produção agrícola diversificada (ver figura 3) e com mão de obra bem familiar. Inclusive essa localidade muito possivelmente deu nome ao povoado Serrote Grande, por ser o ponto mais alto da cidade e estar situado no referido povoado, ainda sobre a vista, percebe-se que o território da cidade de Craíbas é semi plano com inclinações pouco acentuadas, com exceção da Serrinha.

Figura 3. Vista de plantações, e vegetação nativa.

Em uma análise da Paisagem segundo Dollfus (1982, p. 12) “a descrição cabe realçar, classificar e ordenar os elementos da paisagem sobre os quais incide a análise”. Neste sentido, têm-se sistematizado para a descrição da paisagem de modo que a rotina vivenciada pela comunidade possa ser apresentada tal como ela é, o trabalho do homem no campo, o tipo de plantio adequado ao terreno, a presença de gerações diferentes no mesmo espaço familiar, ou seja, isso reflete um grau de importância muito grande no que tange a organização tanto física quanto visual da localidade como um todo.

Durante o tempo em que foi dedicado a observar a paisagem local, perceberam-se as transformações ocorridas no espaço com o passar do tempo, e que do alto da serra é visível o território em torno da mesma, a forma de divisão da terra entre os moradores, a construções de casas dentro de uma mesma propriedade, reforçando assim, os laços familiares inclusive na plantação, cultivo e colheita. Daí vale ressaltar a forma como esse espaço é ocupado, destacando os tipos de cultivo agrícola, onde o fumo é predominante, e a agricultura de subsistência representada pelo milho e o feijão são os maiores destaques, além disso, as imagens fotográficas colhidas no local torna evidente a vegetação antes predominante e originária que é a caatinga, onde uma área ainda preservada ressalta a beleza robusta que a natureza ainda impõe sobre o espaço estudado.

"Para analisar um espaço, é preciso levar em consideração alguns elementos, que seriam forma, estrutura, e função" (Lefebvre 1974, p. 172 *apud* Santos 2014, p. 60). Assim sendo, recomenda-se que a análise dessas categorias não deve acontecer de modo individualizado, pois a análise de um espaço ou de sua evolução só seria possível através de uma análise global, ou seja, que possa utilizar os três elementos a fim de complementar o significado real de determinado espaço/paisagem.

É importante salientar que sem a interação de um desses elementos: forma - aspecto visível, exterior de um conjunto de objetos: as formas espaciais; estrutura – social, econômica, política e espacial que são definidas historicamente: nela, formas e funções são criadas e instituídas; e função - a atividade desempenhada pelo objeto criado não é possível ter um análise bem feita, pois a mesma provém da interligação entre forma, estrutura e função, não sendo possível estudar separadamente esses respectivos elementos e obter bons resultados durante uma pesquisa.

3. Resultados e Discussão

Para uma melhor compreensão, faz-se necessário discutir as concepções de alguns autores sobre a categoria geográfica Paisagem. "A paisagem é o resultado de uma acumulação de tempos". É nesta perspectiva que a temos como resultante da análise da disposição do espaço geográfico validando a "Paisagem, assim como o espaço, altera-se continuamente para poder acompanhar as transformações da sociedade" (SANTOS, M., 2004, p. 54).

Pode-se perceber que a paisagem passa por transformações ao longo do tempo e que mediante as necessidades de sobrevivência ela modifica-se e é modificada pelo homem, isso faz com que ela seja resultado do tempo. E acrescenta que "Uma Paisagem é uma escrita sobre a outra é um conjunto de objetos que tem idades diferentes é uma herança de muitos diferentes momentos". (SANTOS, M., 2014, p. 73).

Dollfus, apresenta a paisagem muito bem, quando fala que "Uma Paisagem nunca é igual a outra" 1982, p. 9), pois o movimento histórico explicita muito bem esta afirmativa ao colocarmos em discussão que nem sempre a paisagem será a mesma analisada por pessoas diferentes, isso por que cada pessoa consegue ver coisas diferentes em uma mesma paisagem, cada uma com sua particularidade.

Ao parar para pensar em o quanto representa para uma comunidade rural a valorização das tradições perpassadas a gerações, logo se encontra subsídios bem concretos ao perceber o enorme vinculo que esses moradores têm com a terra, algo como essencial para suas vidas, e consequentemente, através da agricultura e pecuária conseguem construir suas relações tanto sociais quanto econômicas voltadas as suas necessidades, adequando-as dentro da realidade mutável ao qual estão expostos e voltados a manterem suas raízes bem profundas, no sentido de garantirem e marcarem seu espaço no decorrer do tempo. Daí esse fato pode ser mais bem interpretado, pois devemos considerar que "a paisagem não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança" (SANTOS, M. 2014, p. 74).

Compactua-se neste sentido que, “toda paisagem que reflete uma porção do espaço ostenta as marcas de um passado mais ou menos remoto, apagado ou modificado de maneira desigual, mas sempre presente”. (DOLLFUS, O. 1982, p. 11).

Nesse sentido, a observação paisagística no alto da Serrinha, (morro com 317 metros de elevação ao nível do mar) e a aproximadamente 5 quilômetros do centro da cidade, dando nome a comunidade de Serrote Grande, demonstra o modo de vida no campo, do cultivo do feijão e milho como principais produtos de subsistência, ao plantio do fumo, ainda prevalecente do conceito de negócio lucrativo remanescente do apogeu de Arapiraca, nas ultimas décadas do século XX (ver figura 4). Também vale salientar a presença da pecuária através dos rebanhos bovinos e caprinos bem representados pelo verde das pastagens, assim como nos resquícios de caatinga ainda presentes e preservadas nos terrenos íngremes em seu contorno.

Figura 4. Feijão, milho e plantação de fumo.

Diante dos fatos, a vida no campo e em especial, nesse espaço estudado, remete à necessidade de se observar as manifestações apresentadas pelas raízes populares, assim como seus fundamentos sejam eles culturais, religiosos ou ideológicos, mas que de fato estão bem presentes no processo de construção da forma em que a paisagem se apresenta do passado aos dias atuais. Com efeito, ainda dentro dessa temática, o cientista social e historiador alagoano Dirceu Lindoso evidencia com muita clareza a respeito da formação cultural de um povo e sua inclusão no processo transformador a sua volta, fenômeno gerado pela interação entre os mesmos e com o meio em que vivem. Sendo assim, ele diz que: “A cultura é produto de um difícil trabalho coletivo. Um trabalho consciente de um lado, inconsciente de outro. Constitui-se como uma herança social” (LINDOSO, D. 1981, p. 10).

Ao olhar para o horizonte a volta, percebe-se o quanto o espaço físico foi sendo modificado em detrimento dos diversos fatores em que seu povo estava sendo submetido, estabelecendo a diminuição gradativa da vegetação original, pratica utilizada para abrir espaço para a agricultura familiar e a criação de animais bovinos e caprinos. De fato, a cidade de Craíbas tem como atividade agrícola predominante o cultivo de: feijão, milho, mandioca, algodão, entre outros.

> A diversidade das paisagens rurais é fruto da forma de ocupação e exploração do território e em definitivo, do tratamento concebido aos recursos naturais. E que a diversidade espacial da paisagem rural se baseia igualmente nas diferentes formas de uso e exploração própria de cada cultura e nas características naturais climáticas e físicas das paisagens. (BOLÓS, 1992, p. 273 *apud* MANOSSO 2008/2009, p. 82).

Com a próspera realidade do fumo no agreste alagoano nas ultimas décadas do século XX, o negócio acendeu o desejo de mudança de vida através da injeção de melhorias trazidas pelo capital ofertado e acumulado com a produção fumageira. Vale salientar que mesmo diante do declínio dessa produção nos dias atuais, ainda se percebe na paisagem os traços deixados da força desse cultivo, e isso se deu basicamente em função da adaptação e preparação da terra, dos insumos agrícolas utilizados (a utilização e comercialização de esterco animal como adubo, e alternância com a de procedência química), a escolha dos lugares mais férteis, entre outros.

Um fato que não pode passar despercebido, é a presença da religiosidade popular na formação estruturante do Povoado Serrote Grande, sendo que no alto da Serrinha vê-se uma pequena igreja católica com um grande cruzeiro (ver figura 5), estampando a paisagem simples e de aspecto rural, fortalecendo assim, os laços familiares comunitários não permitindo que seus costumes se percam com o passar do tempo.

Figura 5. Vista da igreja no topo da Serrinha, local de encontro da comunidade.

Vale ressaltar que esse ponto detém para a cidade de Craíbas um significado cultural muito grande, sendo ponto de peregrinação anual em dias de sexta-feira santa, se destacando na história e geografia da cidade como um lugar especial, tendo uma vista única e privilegiada estando a cerca de 60 a 70 metros de elevação em relação ao espaço urbano craibense. Para os moradores locais, estar em suas casas, nas plantações, pastagens ou lá em cima no alto da serra, todos esses são espaços diferentes, mas com um significado aglutinador, ou seja, são áreas inseparáveis e que define muito aquilo que a paisagem apresenta para os visitantes, que por mais vezes que se desloquem até lá, não se cansam de aprender, sentir e presenciar a evolução da vida em sociedade.

Conclusões

Conclui-se que a realidade em torno daquilo que vemos, sofre no decorrer do tempo tanto com um processo de mutação assim como ao contrario disso, permanece em alguns segmentos preservando situações e setores bem peculiares para a comunidade. Nesse sentido, fez-se necessário a busca pela contextualização tanto histórica como geográfica do espaço analisado, buscando perceber o ritmo social e econômico local, suas evoluções e práticas conservadas de tudo aquilo que caracteriza o legado perpassado a gerações.

Com efeito, ao fazer a pesquisa de campo podemos perceber o quanto o homem tem a capacidade de moldar o espaço a sua volta, fazendo com que a paisagem não se detenha apenas ao visual, mas faça parte literalmente se apropriando da terra e construindo nela um lugar ao qual deseje viver e desenvolver-se. De fato, o olhar além do horizonte reflete as

metamorfoses sofridas assim como também, as marcas deixadas pela pressão cada vez maior da influencia do capital no campo, da pouca valorização da agricultura familiar, principalmente na produção de alimentos onde é menos rentável, degradação das poucas áreas de vegetação nativa, etc. Vale ressaltar que mesmo diante dos imensos desafios diários enfrentados pelo homem do campo, percebe-se o quanto é importante para as gerações que ali vivem esse contato direto com suas raízes, mesmo que passando e gerando transformações a sua volta.

Por fim, foi evidenciado que a construção da paisagem local além da generosa contribuição originária da natureza, foi sendo caracterizada por um enorme esforço coletivo, retratando e resguardando elementos culturais, sociais e econômicos típicos da nossa região nordestina, aperfeiçoando a sua própria realidade, e consequentemente se tornando parte integrante e inseparável da paisagem assim vivenciada e não somente vista.

Referências Bibliográficas

Dollfus, O. **O espaço geográfico**. 4. ed. São Paulo: Difusão Editora S. A, 1982. 121 p.

Lindoso, D. A. **Uma cultura em questão:** A Alagoana. Maceió: Edufal, 1981. 28 p.

Manosso, F. C. Estudo Integrado da Paisagem nas Regiões Norte, Oeste e Centro-Sul do Estado do Paraná: Relações entre a Estrutura Geoecológica e a Organização do Espaço. **Boletim de geografia**, v. 26/27, n. 1, p. 81-94, 2008/2009. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/7934/4741>. Acesso em: 10 jul. 2015.

Salgueiro, T. B. Paisagem e geografia. **Finisterra Revista Portuguesa de Geografia.** v. XXXVI, n. 72, 37-53, 2001. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2001-72/72_04.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.

Santos, M. **Metamorfoses do espaço habitado:** Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014. 132 p.

Santos, M. **Pensando o espaço do homem**. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 90 p.

Sistema de Informação Geográfica (SIG) para apoiar Análises de Acidentes de Trânsito

Hernandes Brito Costa [1]
Lucas Guimarães [2]

[1] Instituto Federal de Piauí - IFPI
Praça da Liberdade, 1597, Centro, Teresina - PI, Brasil, CEP 64000-040
hernandes.brito@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Piauí - UFPI
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga, Teresina - PI, Brasil, CEP 64049-550
lukas.gds@hotmail.com

ABSTRACT
One of the major problems related to the management of urban space is to provide administrative organs, basic information to enable an integrated understanding of the problems, and the use of planning, intervention and effective and efficient steps to improve the quality of life in urban centers. In this research, a tool that is exposed can be a great ally for the management of urban problems, being the Geographic Information System (GIS). In which was analyzed traffic accidents in the city of Teresina – PI in the yearbooks that are available DETRAN – PI. Because of the research, we obtained cartographic products, thematic maps, which show the possible influence of poles generated flows in traffic accidents and their intensity and dispersion. Products generated demonstrate the effectiveness of the methodology applied, since from the analysis of these maps, it is possible to trace transactions involving generators poles flow and accidents quickly and accurately. Thus contributing to the improvement of services provided to the population.

Palavras-chave: geoprocessing, spatial analysis, geoprocessamento, análise espacial.

1. Introdução

Sabe-se que os recursos tecnológicos, ultimamente, são utilizados como parte importante para diversos estudos nas áreas da ciência e da sociedade, que implicam distribuição geográfica. São tecnologias computacionais, que instrumentalizam os pesquisadores, o governo e as instituições visando à transformação dos dados em interpretações de informações que orientem ações cabíveis.

De acordo com Berbardino (2007), o advento dos computadores e seu emprego crescente no tratamento da informação, as áreas que tinham em comum o tratamento e a utilização de informações espaciais, como a Cartografia, a Geografia, o Planejamento Urbano e Regional, a Biogeografia, a Arqueologia, a Paleontologia, e as Engenharias, dentre outras, cada uma com as suas necessidades, foram induzidas a constituir a melhoria de suas técnicas informáticas e do modelamento matemático, estatístico e/ou lógico, por meio dos computadores. Por terem em comum o processamento de informação espacial (ou geográfica) e terem apoio em computador, esse conjunto de técnicas computacionais começou a ser nomeadas de geoprocessamento.

O presente trabalho foi realizado com base no estudo, através das técnicas do geoprocessamento, com os acidentes de transito que ocorreram nos anos de 2007, 2008 e 2009, nas principais vias de Teresina de acordo com os Anuários Estatísticos do Detran-PI.

No Brasil, segundo Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Transito (2013), em 2011 teve 43.250 óbitos e 179.000 feridos hospitalizados, em 2012 e, segundo o Seguro DPVAT (2013) em 2013, 54.800 indenizações por morte e 444.000 por invalidez.

Segundo Vasconcellos (2005), as suas causas são históricas, a maioria das cidades não está preparada para fazer a gestão adequada do seu trânsito. Em muitas não há órgãos públicos dedicados exclusivamente a estas áreas e faltam recursos materiais, humanos e

financeiros para desempenhar as tarefas. Nos países desenvolvidos, os problemas dos acidentes começaram a ser percebidos pela sociedade e se tornaram graves nas primeiras décadas do século XX. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, os acidentes começaram se apresentar como um problema para a sociedade, desde os anos 70, em decorrência do processo de dependência do transporte motorizado em especial dos automóveis para a mobilidade humana e de mercadorias.

Segundo Gwilliam (2002), um dos agravantes é o aumento rápido no número de automóveis e a falta de um planejamento e investimento adequados na manutenção da rede viária e na falta de incentivo fiscais por parte do governo para um melhor aparelhamento do órgão de trânsito.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Considerações Iniciais

A pesquisa tem como perspectiva metodológica a geoespacialização dos acidentes de trânsito e a análise dos mesmos com o apoio do sistema de informação geográfica, para desta forma, mostrar algumas funcionalidades do sistema de informação geográfica na tomada de decisões para sanar problemas urbanos.

Os dados envolvidos no projeto constam de informações referentes ao espaço urbano estudado. A base está em formato GeodatabaseFeatureClass (.gdb) do software ArcGIS 10.1, cedido pelo Instituto Federal do Piauí, um sistema de informações geográficas no qual são realizados os procedimentos de análise espacial. A seguir apresentam-se algumas informações cartográficas das bases, que caracterizam todos os mapas constantes neste texto:

- Projeção cartográfica – Universal Transversa de Mercator (UTM);
- Zona – 23 (Sul);
- Meridiano central – - 45 (45° oeste);
- Unidade de medida linear – metro.

Os acidentes de transito utilizados no estudo são oriundos dos Anuários Estatísticos do DETRAN-PI dos anos de 2007. Na qual, o órgão disponibiliza uma lista em PDF com os cruzamentos das vias em que mais ocorreram acidentes de transito no respectivo ano, com o nome da via e o número de ocorridos.

Para o mapeamento destes acidentes foi utilizado à base de logradouros da PRODATER, já que os acidentes ocorreram apenas nos cruzamentos. Na qual foi criada uma shape file de pontos para cada ano de acidentes.

Já para obter os polos geradores de tráfego, foram levados em consideração os locais que concentram grande fluxo de pessoas, sendo tomado como base o mapeamento de polos geradores do projeto de expansão do metrô de Teresina. Segundo o DENATRAN (2001), Os polos geradores de tráfego são empreendimentos de grande porte ou áreas que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres.

A coleta dos pontos foi feita in loco, com receptor GPS MagellaneXplorist 310. Em seguida a Tabela 1, com a sequência dos polos geradores e suas coordenadas em UTM.

Tabela 1 – Polos Geradores de Tráfego e suas coordenadas.

Polos Geradores	X	Y
Aeroporto	741594,815204	9439902,63524
Pré-Metrô	741816,323967	9436843,29438
Centro Comercial	742317,842679	9436800,43180
IFPI	742792,982379	9437173,86546

Estádio Verdão	741709,511462	9437682,19721
Riverside Shopping	744517,010827	9438271,42547
Teresina Shopping	745080,045287	9437585,62410
UFPI	744643,746497	9440382,50703
UESPI	741073,214834	9438387,68252
UESPI - DIRCEU	748573,920391	9436121,57465
Praça da Bandeira	742017,016339	9436924,15011
Rodoviária	745653,368751	9433770,57505
Ladeira do Uruguai	749700,102860	9438298,37223
NOVAFAPI	749815,964133	9439250,20606
CEUT	748223,974057	9436976,37235

Fonte: Hernandes Brito Costa, 2014.

2.2 Diagrama de Voronoi

Neste estudo aplicou-se a análise espacial pelo método do Diagrama de Voronoi para determinar a possível influência de polos geradores de fluxo nos acidentes de trânsito a partir do número de acidentes dentro dos polígonos gerados.

O Diagrama de Voronoi ou polígonos de *Thiessen* foi construído a partir do arquivo shapefile contendo os pontos dos polos geradores de fluxo. Como abordado anteriormente, são utilizados para resolver problemas que envolvem conceito de proximidade em um plano, aonde as arestas formadas são equidistantes umas das outras, tendendo ao infinito.

O diagrama foi criado no software *ArcGIS 10.1*. Acessando o conjunto de ferramentas do *ArcToolBox*, nas opções *Analysis Tools*, na aba *Proximity*, na função *Create Thiessen Polygons*.

Percebe-se que o diagrama determina qual a área de cobertura de cada polo gerador de tráfego, sendo assim, ele trabalha na subdivisão do plano em regiões formadas pelos lugares mais próximos a cada um dos polos.

2.3 Estimador de intensidade Kernel

Em inglês, a palavra Kernel significa “núcleo”. No contexto das Geotecnologias esse termo faz referência a um método estatístico de estimação de curvas de densidades. Neste método cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. O estimador de intensidade Kernel é um método de análise de padrões espaciais de processos pontuais. Tem como objetivo obter uma estimativa suavizada da intensidade pontual do processo em toda a região de estudo. A geração desses mapas de calor com os dados de acidentes de trânsito tem como finalidade visualizar as áreas com maior intensidade de ocorrências.

Para gerar os mapas de calor, utilizou-se o *ArcGIS 10.1*, tivemos acesso ao *ArcToolBox*, a opção *Spatial Analyst Tools*, aba *Density* e função *Kernel Density*.

O *Input point or polyline features* foi indicado o dado de entrada, neste caso o arquivo 2007.shp, *Populationfield* foi selecionado o atributo acidentes, que é aonde esta contido o número de acidentes por cruzamentos. *Output raster* é selecionado o arquivo de saída. Os demais parâmetros foram calculados automaticamente pelo software.

2.4 Distribuição Direcional

Neste trabalho, a elipse de desvio padrão foi utilizada para identificar a dispersão dos acidentes de trânsito, de acordo com o número dos mesmos. Para a utilização dessa ferramenta, foram selecionados os acidentes que estavam dos anuários do DETRAN-PI e geoespacializados no formato shapefile, como foi explicado anteriormente.

Foi feita através da ferramenta de Estatística Espacial, mensuração de distribuição geográfica especificamente Distribuição Direcional (elipse de desvio padrão), do software *ARCGIS 10.1*. Esta ferramenta fornece a medida de dispersão dos acidentes (eventos) com base nos desvios padrões e levando em consideração o agrupamento por categorias de acidentes.

Na caixa de ferramentas do *ArcToolBox*, na *Spatial Statistics Tools*, *Measuring Geographic Distributions*, na função de interesse *Directional Distribution* (*Standard Deviational Ellipse*). Para a entrada de dados, o procedimento é o mesmo de funções anteriores, a saída dos dados é igual. No campo *Ellipse Size* - 1 *Standard Deviation* (1 desvio-padrão), foi escolhido o desvio que mais evidenciou o direcionamento. No campo *Case Field* coloca a variável qualitativa dos tipos da tipologia, no caso os acidentes.

3. Resultados e Discussão

Como resultados da pesquisa foram gerados produtos resultantes da interação entre todos os processos metodológicos. Esses produtos estão apresentados na figura 1.

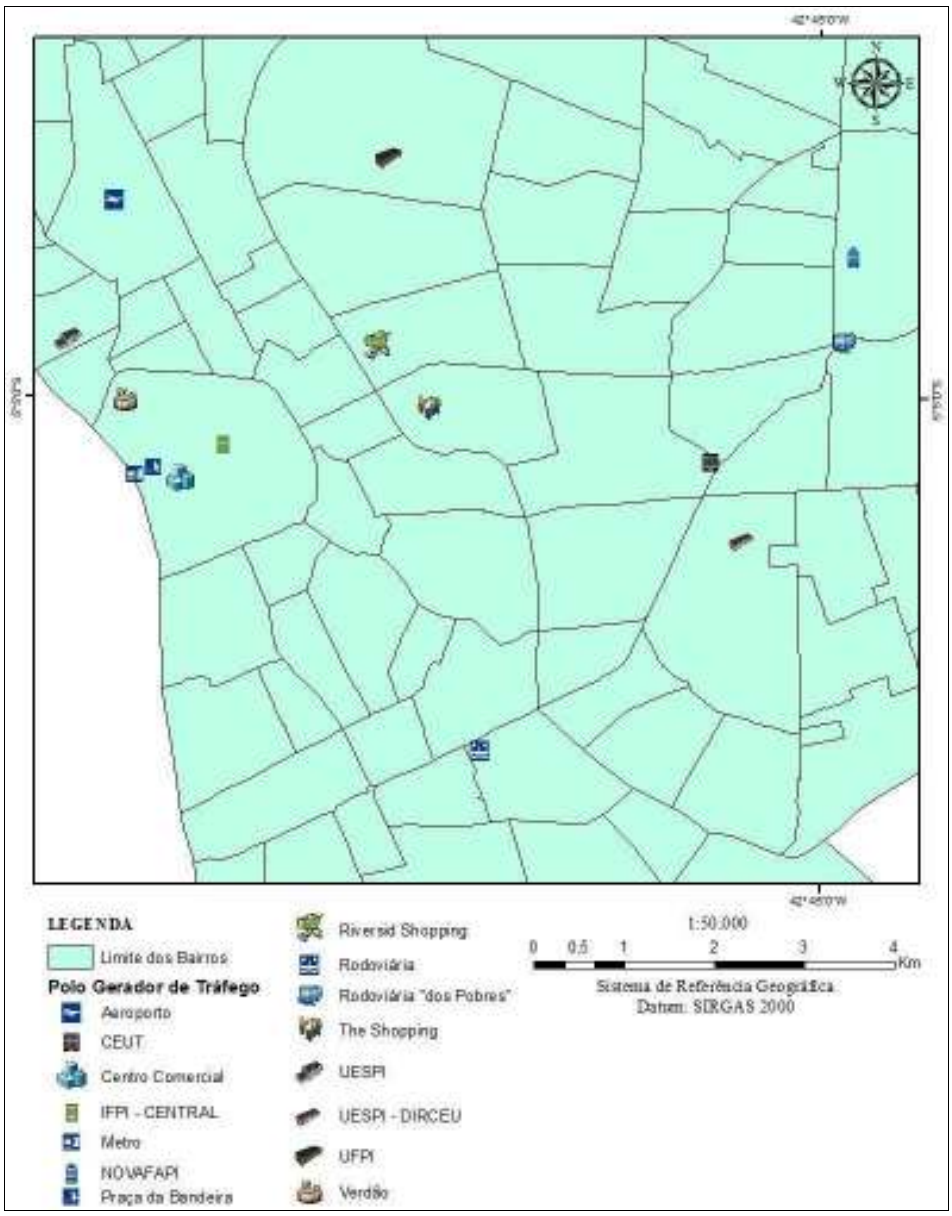


Figura 1 – Polos Geradores de Tráfego.
Fonte: Hernandes Brito Costa, 2014.

Cada etapa das análises nos forneceu um ou mais resultados. No diagrama de Voronoi, obtivemos 1 resultado, referente ao ano de 2007, como pode ser visto na figura 2.

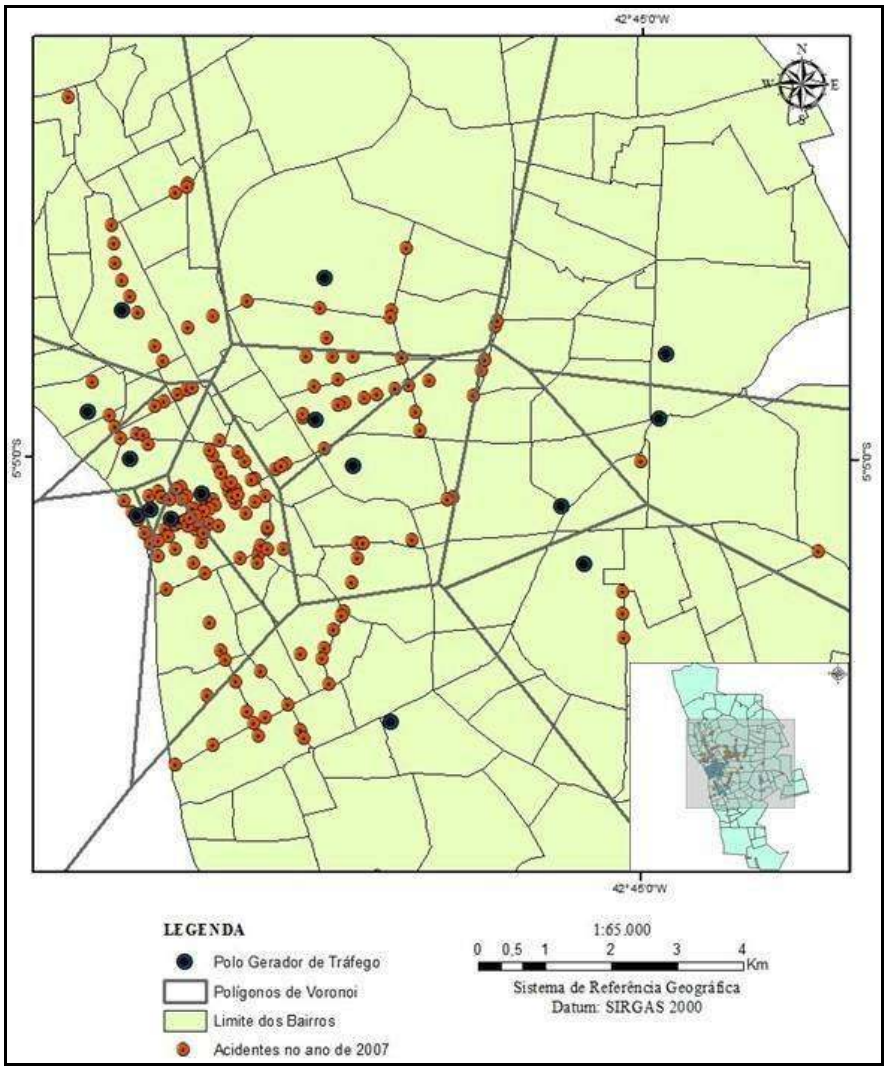


Figura 2 – Polígono de Voronoi dos Polos Geradores de Tráfego com os acidentes no ano de 2007.
Fonte: Hernandes Brito Costa, 2014.

No ano de 2007 tivemos uma intensa concentração de acidentes nos polígonos que representa os locais de influência da Estação do Pré-metrô, da Praça da Bandeira, do Centro Comercial e do Instituto Federal do Piauí.

No polígono de voronoi referente ao IFPI, existem 43 pontos de acidentes e 23 pontos de acidentes no Centro Comercial no ano de 2007.

Mas também se observou que o polígono que abrange a área de influência do Riverside Shopping apresentou muitos acidentes, principalmente na Av. Jockey Club com 48 acidentes. No polígono referente ao Aeroporto, especificamente na Avenida Centenária, figura 15, tem muitas ocorrências, 42 contabilizadas. Observa-se também que áreas referentes às avenidas Castelo Branco e Barão de Gurgueia, que apresentam 53 e 40 acidentes na sua extensão, respectivamente.

Para se ter um melhor entendimento do acontecimento foi elaborado o mapa de Kernel, figura 3. Pois quando existe uma concentração excessiva de pontos a análise visual pode

acabar sendo prejudicada. A representação não fica limitada a áreas pré-definidas, como foi feito nas análises anteriores.

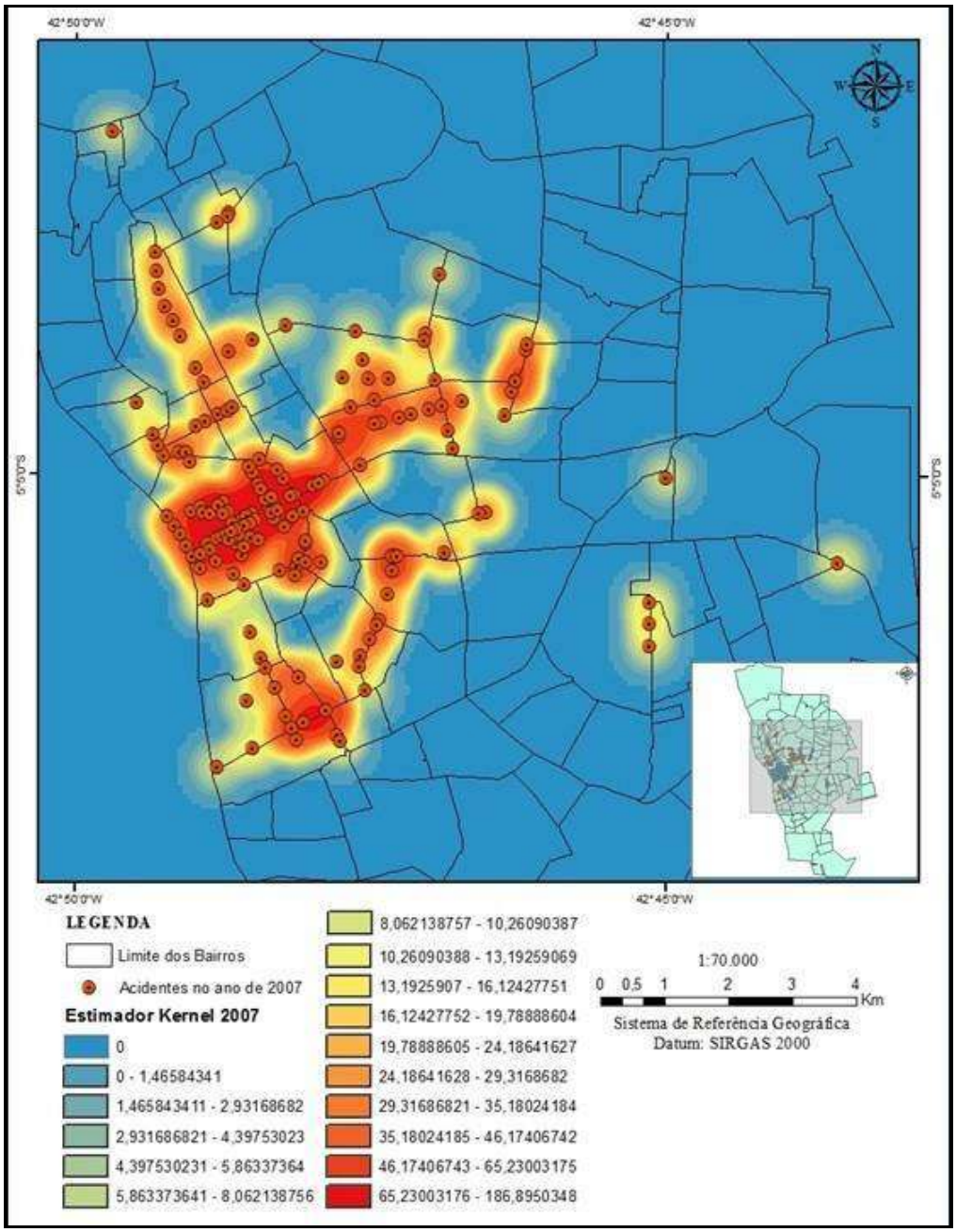


Figura 3 – Estimador de intensidade Kernel com os acidentes no ano de 2007.
Fonte: Hernandes Brito Costa, 2014.

Na figura 4 é observado zonas de acidentes espalhadas por a cidade, a maior concentração, como já foi falado anteriormente, é no centro da cidade. Mas existem outros pontos de destaque, como na Avenida Gil Martins, entre as Avenidas Miguel Rosa e Barão de Gurgueia, foram 41 acidentes nesta região. Estes seguem por a Avenida Castelo Branco até o cruzamento com a Avenida Higino Cunha, que são 14 acidentes. As avenidas Dom Severino e Presidente Kennedy também estão em destaque, com 16 acidentes.

Quanto ao sentido da concentração destes acidentes, foi gerado a elipse de distribuição direcional, na qual, no ano de 2007 foi observado uma situação de concentração dos acidentes

na porção central da cidade, referente ao bairro centro e suas vizinhanças, como pode ser visto na figura 4.

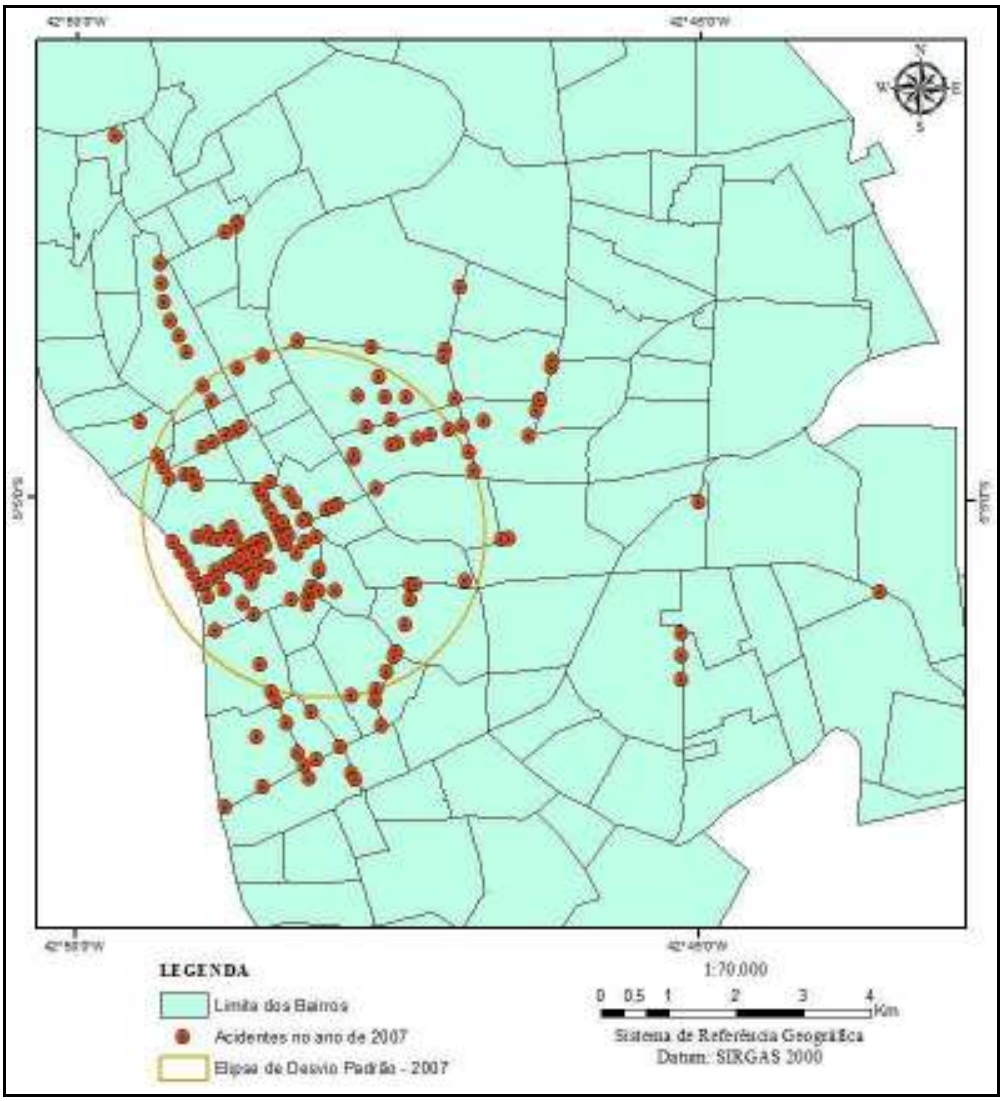


Figura 4 – Distribuição Direcional dos acidentes de transito no ano de 2007.
Fonte: Hernandes Brito Costa, 2014.

4. Conclusões

O projeto teve como princípio mostrar a importância do sistema de informação geográfica na tomada de decisões para sanar problemas urbanos. Neste trabalho, o SIG foi utilizado para analisar os acidentes de trânsito ocorridos em Teresina no decorrer de três anos.

Observou-se, no decorrer da pesquisa, que a construção dos Polígonos de Voronoi possibilita visualizar o tamanho da área de influência de cada polo gerador de fluxo, somado com o Estimador de intensidade Kernel para estudar aonde estão se concentrando e a intensidade do número de acidentes na cidade, e as elipses de Distribuição Direcional completam o estudo, indicando o sentido dos eventos. O que torna evidente que a utilização de um SIG possibilita aos órgãos responsáveis pelo planejamento urbano, um meio para um melhor planejamento e administração das vias.

O trânsito é resulta das necessidades de deslocamento das pessoas por motivo de trabalho, de negócios, de educação, de saúde e de lazer e acontece em função da ocupação do solo pelos diferentes usos. Desta forma, o município deve promover iniciativas visando garantir ao cidadão o seu direito de ir e vir, de forma segura e preservando a sua qualidade de vida.

Por fim, acredita-se que essa contribuição possa auxiliar o órgão responsável pela coordenação das políticas de transportes na melhoria dos serviços prestados à população. De forma que, os grandes beneficiados com as possíveis mudanças nas vias, seriam, em última instância, a população, pois poderiam se deslocar com mais segurança.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO. **Estatísticas nacionais de acidentes de trânsito**. Disponível em: http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas. Acesso em: 21 jul. 2014.

BERNARDINO, Andréa Ríspoli. **Espacialização dos acidentes de trânsito em Uberlândia (MG): técnicas de geoprocessamento como instrumento de análise-2000 a 2004**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-13072007-113618/en.php. Acesso em: 29 set. 2014.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego.** Brasília: DENATRAN/FGV, 2001. 84f. il.; 20 ,28 cm. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/PolosGeradores.pdf. Acesso em: 15 out. 2014.

GWILLIAM, Kenneth M. **Cities on the move: a World Bank urban transport strategy review**. World Bank Publications, 2002.Disponível em: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/cities_on_the_move.pdf. Acesso em 10 set. 2014.

VASCONCELLOS, E. A. **A cidade, o transporte e o trânsito.** São Paulo: Prolivros, 2005.

Superfícies de Impedância e suas Implicações nos Processos Geoestatísticos. Deturpação de Possíveis Cenários e Fenômenos Geoespaciais: poligonal urbana de Garanhuns-PE

Felippe Pessoa de Melo[1]
Douglas Vieira Gois [1]
Analee Cruz Alves [1]
Wandison Silva Araújo[1]
Daniela Pinheiro Bitencurti Ruiz-Esparza [1]
Rosemeri Melo e Souza [1]

[1]Universidade Federal de Sergipe - UFS
Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE, Brasil
{felippemelo, douglasgeograf,analeealves}@hotmail.com, {wandison.silva}@gmail.com, {danibitencurti}@yahoo.com.br, {rome}@ufs.br

Abstract. This study aimed to analyze the impedance surfaces in geospatial data modeling processes in GIS environment. We used the geophysical parameters: precipitation provided by the National Institute of Meteorology (INMET) and topographic provided by the National Institute for Space Research (INPE), through geomorphometric database Brazil, which the pixel information is 30 m. It was demonstrated that Euclidean logic applied in the Geographic Information System (GIS) presented two different situations in the results. In the case of hypsometry, the impedances not worked much effect as soon as the collection points were close. The information regarding rainfall showed great distortions of reality because the distance between the points and because the method consider the interpolation surface a perfect plan. This issue, which was clearly demonstrated in the results from the interpolation of two variables, especially the isohyet 28.5 mm in cross-sectional surface of the summit of the Maganoshill.

Palavras-chave: impedance, GIS, geophysical parameters, interpolation, inpedância, GIS, parâmetros geofísicos, interpolação.

1. Introdução

Como advento das geotecnologias nas diversas ciências ou áreas do conhecimento que necessitam de análises espaciais com a mensuração de fenômenos, esses procedimentos passaram a ser realizados de forma mais rápida e objetiva. No entanto, isso não significa que sua complexidade foi minimizada, já que, as estimativas desses eventos estão atreladas a teorias e procedimentos metodológicos, que tem o plano euclidiano como ponto de intersecção, ou seja, desconsiderando as superfícies de impedâncias. Fato esse, que compromete as estruturações dos possíveis cenários e estimativas dos fenômenos os quais se pretende analisar.

Conforme Ferreira (2014), a maneira mais trivial de determinar a distância entre dois pontos em um plano cartográfico é através de uma linha entre eles, e posteriormente, pela medição da mesma. Entretanto, a distância da medida de afastamento na geografia, não se restringe a superfícies de afastamentos espaciais entre objetos. Assim, são consideradas as inter-relações existentes nesse arranjo espacial tais como: topografia, fluidez, rotas e redes. Tais condicionantes se constituem em restrições, sendo conhecidas como impedâncias ou fricções ao movimento.

As análises geográficas não partem apenas dos padrões geométricos e das distâncias entre os objetos, levam em consideração as interelações entre eles no espaço/tempo. Fato esse, que não condiz com os procedimentos geoestatísticos realizados nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Incompatibilidade teórica e metodológica que deve ser considerada nos procedimentos das análises e interpretações dos resultantes oriundos de Banco de Dados (BD) geográficos que passaram por processos de interpolação.Outra importante questão é que a introdução de informações em um BD, a qual depende diretamente da percepção do pesquisador, já que, é ele quem vai ponderar a hierarquização dos dados e seus referidos pesos, nas rotinas de interpolação.

Deve-se evidenciar que essas discrepâncias não desmerecem as análises realizadas a partir de ambientes virtuais, ou seja, SIGs. Logo, eles são importantes instrumentos para as pesquisas, contudo, faz-se necessário alicerçar/enfatizar que os produtos provenientes dessa modelagem são um vislumbre de uma possível realidade, e partindo do princípio que todas as variáveis inclusas no BD se comportaram conforme o previsto. O que é algo pouco provável, tendo em vista que, a natureza é imprevisível em sua essência, cabendo ao homem apenas tentar estimar a partir de certos padrões.

A modelagem pode ser considerada um instrumento entre os processos metodológicos de uma pesquisa. A justificativa reside no fato de que a elaboração de modelos a respeito de sistemas ambientais representa a expressão de uma hipótese científica, que necessita ser avaliada como sendo um enunciado teórico sobre o sistema focalizado. (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O presente trabalho tem como objetivo, analisar as interferências das superfícies de impedância na mensuração de fenômenos em ambientes de SIGs. Para tanto, foram utilizadas duas variáveis geofísicas: a precipitação e o relevo. A escolha dessas está relacionada ao fato de que são elementos de fácil percepção. Evidenciando de forma mais clara e eficaz, a problemática supracitada.

Faz-se necessário enfatizar que o referido trabalho, optou pela Krigagem como procedimento geoestatísticos. Já que, o método não é determinístico.

De acordo com Silva (2014), *Kriging* é muitas vezes traduzido como *Krigagem*. É um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados. O *Kriging* pode ser entendido como uma predição linear ou uma forma da Inferência Bayesiana (incertezas sobre as quantidades estimadas). Parte do princípio que pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais parecidos do que pontos mais afastados. Essa técnica assume que os dados recolhidos de uma determinada variável se encontram correlacionados no espaço.

2. Metodologia de Trabalho

Foram usados, os dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET (2015), referentes as precipitações de 29/06/2015, das estações convencionais localizadas em: Garanhuns-PE (9014058,43309 / 775663,936793), Arcoverde-PE (9067239,70626 /

714091,976245) e Palmeira dos Índios-AL (8957787,75009 / 761317,180696), com distâncias máxima entre os pontos de 120,67 e mínima de 57,79 km, conforme demonstra-se na tabela 1.

Tabela 1. Matriz de espacialização das estações, distância em km.

Estações Meteorológicas Convencionais			
--------	Garanhuns	Arcoverde	Palmeira dos Índios
Garanhuns	0	81,18	57,79
Arcoverde	81,18	0	120,67
Palmeira dos Índios	57,79	120,67	0

A matriz referente ao Modelo Numérico do Terreno (MDE), é oriunda do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (INPE), cena 08S375ZN, com resolução espacial de 30 m, formato *GeoTiff*.

De posse dessas informações confeccionou-se de uma tabela (*Excel*) com as colunas A - X (longitude), B - Y (latitude), C (precipitação) e D (altitude/cota altimétrica). Em seguida, no ambiente do *Surfer* v. 12, gerou-se uma grade de informações (*Grid/Data*) referente a precipitação; devido o formato dos dados topográficos, foi necessário processá-los no *softwareGlobal Mapper* v. 16, para posterior exportação para o ambiente do *Surfer*, sendo assim ocorreu a importação (*File/Oppen Data File*), correção do datum de WGS84 para SIRGAS 2000 - ficando em conformidade com os padrões cartográficos brasileiros, exportação dos dados no formato *Grid* (*File/Export/Export Elevation Grid Format/XYZ-GRID*). No *Excel*, o referido arquivo foi aberto, tendo a remoção dos pontos em excesso, para não super amostrar o MDE e posterior exportação das informações no formato de planilha. Realizados esses procedimentos, geraram-se novos *Grids* no *Surfer* e confecção das cartas temáticas.

3. Resultados e Discussão

Analisando os padrões das isoietas da figura 1A, observa-se que o procedimento de modelagem geoespacial, gerou 5 (cinco) isolinhas mestras, que seguem um padrão de espacialização de SE para NO, com precipitações que oscilam de 29 a 27,4 mm, com divisores de contas pluviométricas de 0,4 mm, tendo um espaçamento médio de 2.100 m entre elas.

Para que fosse levado em consideração apenas a pluviometria captada pela estação (29,3 mm), como referência para o sítio urbano de Garanhuns-PE, teria que partir do princípio que toda a superfície da referida área estivesse sob a mesma condição topográfica da estação de coleta, formando assim um plano perfeito, situação essa que não ocorre. Como pode ser observado na figura 1B, a mesma tem um relevo ondulado em forma de colinas, com topos côncavos, convexos e tabulares, vales abertos encaixados entre estas estruturas somitais, de fundo ligeiramente aplainado, com vertentes em ângulos agudos. No caso das cotas

altimétricas elas variam de 640 m, fundos de vales e suas extensões, que no caso específico dão origem a áreas ligeiramente aplainadas, a 1.040 m, destacando-se a superfície de cimeira do morro do Magano situado nas coordenadas UTM de 9017710 / 772932.

Devido a escolha de um método estatístico possibilíssimo, que no caso em questão foi a krigagem, ocorreu uma ligeira deturpação dos dados. Logo, a menor cota no BD era de 693 m e a maior de 1.030 m.

Observou-se que em ambos os parâmetros geofísicos ocorreram alterações nas informações que não chegaram a comprometer a modelagem, mas adicionaram resultantes inconsistentes com os cenários em questão. Reforçando o fato de que a modelagem é um vislumbre de uma possível realidade, segundo os parâmetros introduzidos no banco de dados, e partindo do princípio que essas variáveis continuaram apresentando um padrão esperado/previsto linear ou não linear em suas interpolações. Ainda existindo a questão de que os SIGs trabalham/executam suas operações em planos euclidianos, conforme já foi salientado, partindo do pressuposto que a menor distância entre pontos é sempre uma linha reta.

Christofoletti (1999), enfatiza que a modelagem se constitui um procedimento teórico, envolvendo um conjunto de técnicas com o objetivo de compor um quadro simplificado e inteligível do mundo, como a atividade do homem perante a complexidade aparente do mundo que o envolve. É um procedimento teórico, pois consiste em compor uma abstração da realidade em função das concepções de mundo, trabalhando no campo da abordagem teórica e ajustando-se e/ou orientando experiências empíricas.

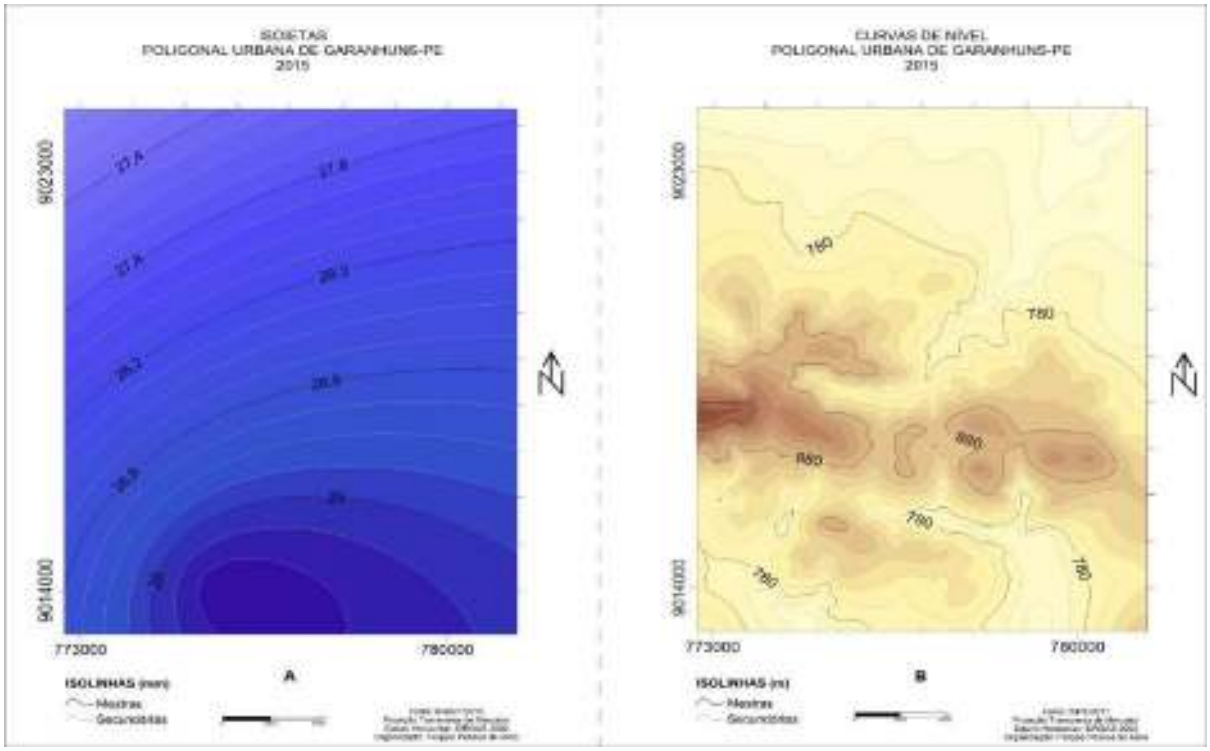


Figura 1. A, isoietas da poligonal urbana de Garanhuns-PE; B, curvas de nível da poligonal urbana de Garanhuns-PE.

Antes de pensar e realizar procedimentos ligados a modelagem, deve-se ter conhecimento de que seus produtos serão oriundos de procedimentos geoestatísticos, em ambientes de SIGs que não levam em consideração as impedâncias entre as variáveis que irão compor o banco de dados. Quanto maior for a gama de dados, maiores serão as distorções ou incertezas de seus produtos.

Faz-se necessário enfatizar, que as informações introduzidas em um BD, além de serem georreferenciadas são geocronológicas, ou seja, representam uma possível informação em um momento temporal específico, sendo a dinâmica da paisagem e de seus objetos constantes. Então quanto mais distante o intervalo de tempo entre a coleta dos dados que irão compor o BD, menos significativos e realísticos serão os produtos. Surgindo assim, mais uma variável a ser ponderada nos processos geoestatísticos.

Tendo consciência dessas discrepâncias teóricas e técnicas operacionais, realizou-se a interpolação entre as informações topográficas e climatológicas, como pode ser observado na figura 2. Desta forma que, ficou bem evidenciado que as superfícies de impedâncias não foram responsáveis por distorções significativas dos dados topográficos. Já nos casos das isoietas e da sua sobreposição no modelado, apresentaram deturpações significativas.Esses três resultantes serão discutidos de forma individual.

No primeiro caso (topografia), as impedâncias não foram expressivas, pois o procedimento para coleta de informações altimétricas levou em consideraçãoo espaçamento de 30 m para coleta de cada ponto. Haja visto que a formação do relevo independe de fatores socioespaciais ou econômicos, as impedâncias não foram significativas. Porém, isso não quer dizer que o relevo não possa vir a ser uma impedância. Vale ressaltar que o formato explicitado na figura 2, pode apresentar variações significativas/expressivas, principalmente devido a utilização de dados altimétricos com espaçamentos maiores, visto que para área em questão ainda não existem dados topográficos que cubram toda são extensão com *pixel* menor que 30 m. Os dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA - Projeto Brasil em Relevo (2005), são um ótimo exemplo, pois estão com resolução espacial de 90 m, destarte apresentam uma perda de detalhamento de 60 m, em relação aos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, sem contar na questão da geocronologia das informações. Posto que, o MDE da Embrapa data de 2005 e o do Projeto Brasil em Relevo passou por correções em 2011, configurando uma disparidade temporal de 7 (sete) anos. O que em termos de modificação da paisagem é muito tempo, uma vez que,diariamente o homem maximiza sua capacidade de intervenção no meio e reduz o tempo necessário para tal ação.

Na segunda situação (isoietas), as impedâncias foram significativas, logo as isolinhas foram geradas seguindo uma lógica linear e euclidiana, na qual não são levadas em consideração as barreiras existentes entre as informações, nem mesmo de forma secundária. Sendo considerado como requisito único a distância entre os pontos, para aplicação da regressão geoestatística de um ponto em relação ao outro. Deforma que, se o ponto A tem 10 m de altitude e fica a 20 m do B, este tem uma altitude de 30 m. No processo de regressão linear, ponto localizado a 10 m de distância, de A para B ou de B para A, terá 25 m de altimetria.

Sabe-se que a topografia exerce um papel fundamental na precipitação, principalmente quando apresenta um modelado com amplitude altimétrica tão expressiva (370 m - tomando

comoparâmetro o resultado da modelagem, ou337 m se os parâmetros forem os dados informados ao BD).

Afirmação essa, que fica bem visível na figura 2, com a sobreposição dos dados climáticos, mais especificamente a precipitação no relevo. Nessa conjuntura, a isoieta de 28 mm destaca-se, e portanto será utilizada para mensurar a impedância do relevo em relação a informações pluviométricas.

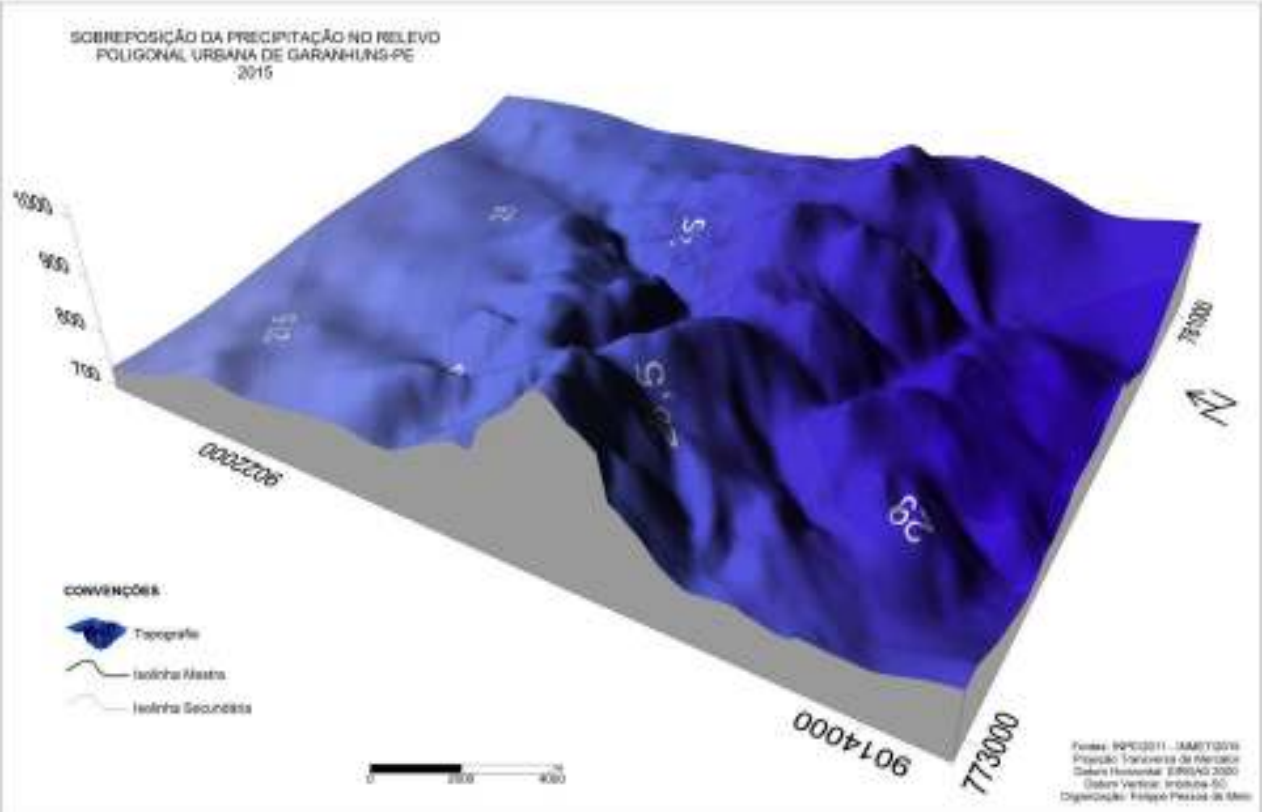


Figura 2. Sobreposição dos dados de precipitação no relevo do sítio urbano de Garanhuns-PE.

A referida isoieta, a NO encontra com a superfície de cimeira do morro do Magano (1.040 m - dados da modelagem ou 1.030 m), ou seja, com uma superfície de impedância. Mas, por não ser mensurada no BD a isolinha estendera-se a NE, área a qual possui uma altimetria inferior, como pode ser analisado na figura 3. Caso os dados altimétricos tivessem sidos incluídos/ponderados nos procedimentos, a isoieta teria sofrido ajustes, para se adequar a realidade do cenário.

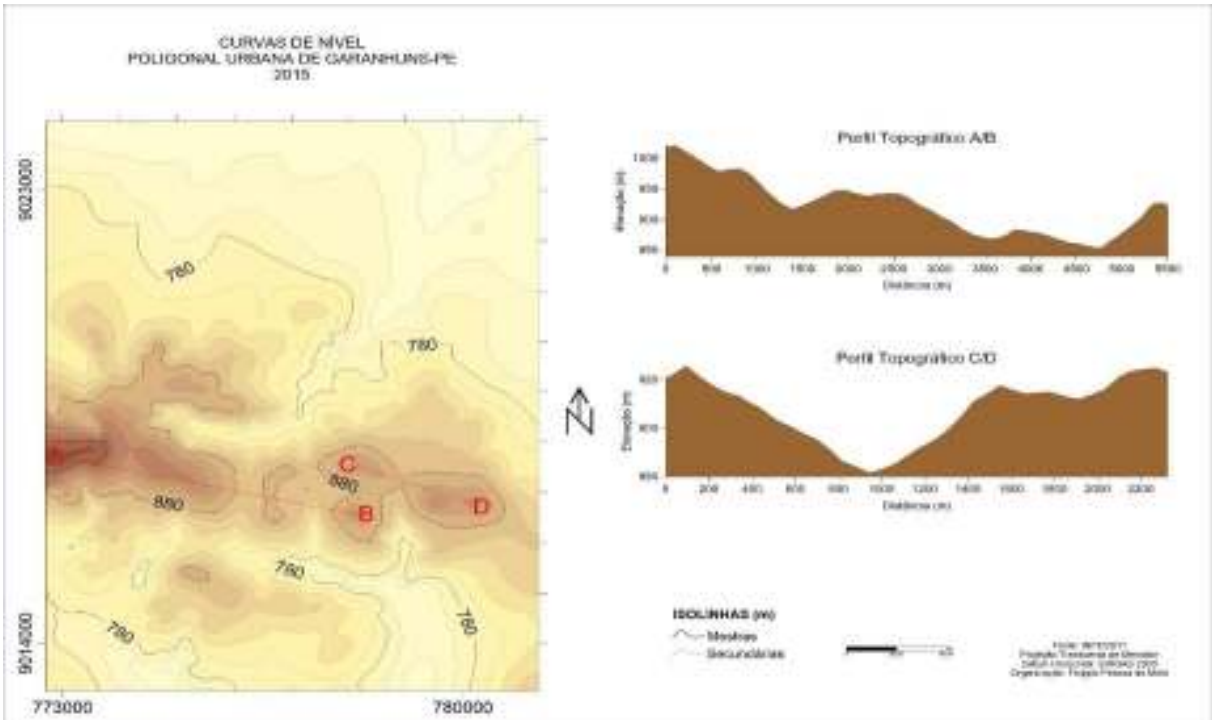


Figura 3. Representação 2D do relevo do sítio urbano de Garanhuns-PE.

No terceiro caso (cronologia dos dados), as informações utilizadas para confecção do 3D do relevo datam de 2011, já as usadas para realização das isoietas referem-se a 2015. A disparidade temporal de 4 (quatro) anos deve ser levada em consideração, devido as possíveis alterações que a paisagem pode ter sofrido no transcorrer desse tempo.

Na modelagem, independentemente do tipo e da quantidade de variáveis, as deturpações da realidade irão existir, logo é impossível para o homem compreender a natureza em seu todo. Fato esse que não inviabiliza o uso de modelos para estimar ou simular possíveis cenários ou fenômenos. Desde que, tenha-se plena consciência de que por mais complexo e robusto que sejam os SIGs e os bancos de dados que os abastecem, seus resultados não representam a verdade dos fatos. Conforme foi explanado, são possíveis vislumbres da realidade, os quais facilitam as tomadas de decisões para prováveis citações. Nesse contexto, a modelagem torna-se um importante subsídio, todavia, caso ela venha a ser concebida de forma diferente, causará mais problemas do que possíveis soluções.

Já que, a categoria de análise geográfica paisagem e suas transformações foram uns dos eixos norteadores/balizadores para analisar as superfícies de impedâncias, faz-se necessário salientar que o referido conceito é compreendido/entendido em consonância com Resende; Souza (2009).

A paisagem é definida pela integração de um conjunto de elementos litológicos, climáticos, geomorfológicos, biológicos e interferências socioeconômicas, políticas e culturais, sendo resultantes de contínuas transformações, sejam pelo predomínio das ações antropogênicas ou pelo domínio dos agentes ou fenômenos naturais. (RESENDE; SOUZA, 2009).

4. Conclusões

A modelagem de dados geográficos climáticos e topográficos demonstrou-se satisfatória. Mas ficou evidenciado que as superfícies de impedância comprometeram os dados pluviométricos, principalmente nas áreas que apresentavam maiores disparidades topográficas em suas tangenciais. Situação essa, que maximiza a margem de erro/incertezas dos produtos oriundos de processos de interpolação em banco de dados geográficos.

Entretanto, a finalidade da modelagem geoespacial não é representar um cenário ou um fenômeno natural na integra, por mais simples que aparente ser. Logo, os SIGs, em seu atual estágio tecnológico são baseados em planos euclidianos ou não geográficos, ou seja, levando em consideração as inter-relações entre as variáveis e as possíveis interferências entre elas (impedâncias).

Mas, mesmo que os SIGs venham a sofrer modificações em seus parâmetros, existem impedâncias impossíveis de serem estimadas de forma correta. Um ótimo exemplo seria a percepção do pesquisador. Já que, um BD é abastecido com as informações que aquele que o manuseia deduz ser importante, e ainda cria distintos graus/pesos para elas.

Sendo assim, pode-se afirmar que a modelagem sempre será um auxílio/subsídio, mas nunca representará a verdade absoluta.

Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia e Planejamento Territorial (GEOPLAN) e a organização do evento pela oportunidade de socializar os dados.

Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** ed. 7. São Paulo: Blucher, 1999. 233 p.

COSTA, J. J.; FONTES, A. L.; GIUDICE, D. S.; LIMA, A. S.; NETO, E. M. L.; OLIVEIRA, A. C. A.; REZENDE, W. X.; SANTOS, E. C. B.; SANTOS, M. M.; SANTOS, S. S. C.; SOUZA, H. T. R.; SOUZA, R. M. (org.); SOUZA, R. R. **Território Planejamento e Sustentabilidade:** conceitos e práticas. São Cristóvão: UFS, 2009. 234 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Projeto Brasil em relevo.** Disponível em: < http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pe/sc-24-x-b.htm>. Acesso em: 21 jan. 2015.

FERREIRA, C. **Iniciação à análise geoespacial:** teoria, técnicas e exemplos para o geoprocessamento. São Paulo: Unesp, 2014. 343 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional.** Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 02jul. 2015.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.** Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em 01 de jul. de 2015.

SILVA, J. R. S. **Avaliação de Autocorrelações e Complexidade e Séries Climáticas no Brasil.** 100 p. 2014. Tese (Biometria e Estatística Aplicada) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Susceptibilidade erosiva como subsídio ao planejamento urbano na bacia hidrográfica do Pratagy, Alagoas.

Kleyton Alysson da Silva Tavares [1]
Antonio José Pereira Almeida[1]
José Vicente Ferreira Neto [1]

[1] Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
kleytonkast@gmail.com
Tony.n12@gmail.com
jvferreiraneto@igdema.ufal.br

Abstract. The proposed study aims to determine the initial guidelines of growth of the urban area of the city of Maceió, Alagoas, from the erosive susceptibility of its urban perimeter contained in the basin of the Pratagy, using geoprocessing and remote sensing techniques. The methodology consisted of a series of procedures for obtaining the necessary variables in order to determine the susceptibility map synthesis erosive through multi-criteria analysis. Satellite images were used to map coverage and land use; hydrometeorological data of the Department of Atmospheric Sciences at the Federal University of Campina Grande; contour lines with equidistance of 30m from TOPODATA project; as well as cartographic databases of Alagoas Agro-ecological Zoning related to soil science. As a result, it was possible to establish initial guidelines for urban growth Maceió towards the basin of the Pratagy, based on the diagnosis of the areas susceptible to erosion, combined with the analysis of the Master Plan of Maceió and Urbanism Code and Buildings.

Palavras-chave: erosive susceptibility, urban planning, basin of the Pratagy, susceptibilidade erosiva, planejamento urbano, bacia hidrográfica do Pratagy.

1. Introdução

A urbanização no Brasil, intensificada a partir da década de 70, estabeleceu-se, na maioria dos casos, de maneira rápida, intensa e desorganizada. É nesse cenário que a ação de políticas públicas tem enfrentado grandes dificuldades no sentido de promover a organização social e ambiental de áreas urbanas (TORRES et al., 2014).

A crescente demanda por áreas de expansão urbana aliada à falta de planejamento faz com que o crescimento das cidades ocorra de forma desordenada, geralmente sobre terrenos que não possuem a devida capacidade de suporte. O efeito resultante da demanda por novas áreas provoca o aparecimento constante de novas fronteiras das cidades, principalmente em áreas ainda não integradas fisicamente ao meio urbano e, principalmente, ao planejamento urbano (BRITO, 2012).

O solo pode ser considerado um dos recursos mais afetados pela urbanização. A erosão, compactação, inundações, deslizamentos, entre outras ocorrências, podem ser apontadas como graves problemas associados ao uso inadequado do solo nas cidades. As perdas de solo provenientes da erosão são reconhecidas como uma das principais causas de degradação ambiental, inclusive no meio urbano. Mesmo que os processos erosivos sejam eventos naturais, a ocupação desordenada das cidades tem tornado a ocorrência destes acontecimentos mais frequente e intensa. As queimadas, a retirada da cobertura vegetal, os cortes indevidos e a disposição de resíduos têm sido apontados como fatores agravantes desta realidade (ROCHA et al., 2003; PEDRON et al., 2004; FERNANDES et al., 2007; GIRÃO et al., 2007; BRITO et al., 2012).

A bacia hidrográfica do Pratagy, estado de Alagoas, possui uma área de 194,5 km². A bacia em questão integra parte dos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias, e tem grande importância principalmente para a capital Maceió, pois é um dos principais mananciais para o abastecimento da cidade, além de suas águas serem utilizadas por diversas atividades agropastoris.

Praticamente toda a planície costeira e flúvio-lagunar da capital alagoana detêm um grande adensamento populacional. Apenas algumas áreas de tabuleiro hoje são tidas como zonas de expansão da cidade de Maceió, sendo a bacia hidrográfica do Pratagy alvo inerente dessa expansão.

Apesar de predominantemente rural, pouco mais de 22% da área total da bacia encontra-se no perímetro urbano de Maceió, compreendendo parte de cinco bairros dos quais apresentam considerável crescimento urbano nos últimos anos, necessitando assim de políticas públicas não apenas voltadas ao planejamento ambiental, mas, sobretudo, para um planejamento urbano capaz de suprir a crescente urbanização da capital alagoana.

Para conhecer a extensão do problema, o geoprocessamento torna-se uma tecnologia fundamental, fornecendo apoio às decisões relacionadas com a gestão ambiental, permitindo o julgamento das alternativas de solução, através da análise dos graus de benefício e prejuízo que as alternativas possam trazer, tendo também a capacidade de fazer a integração de dados geográficos (XAVIER DA SILVA, 2001).

2. Metodologia de Trabalho

De acordo com a Base Cartográfica das Regiões Hidrográficas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL), o rio Pratagy possui uma bacia hidrográfica com área de drenagem de 194,5 km², localizada nos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias, estado de Alagoas. Está compreendida entre as coordenadas 9° 20’ e 9 35’ S e 35° 38’ e 35° 50’ W (figura 1).

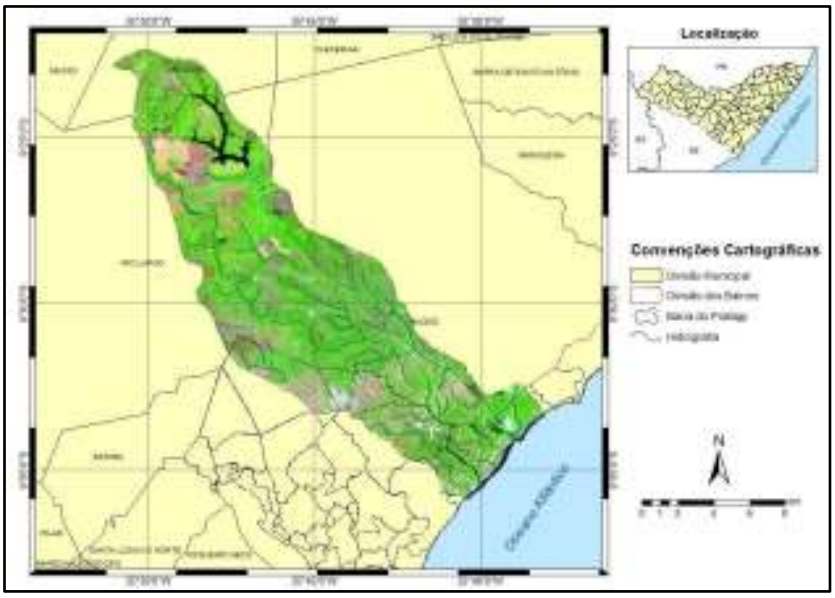


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Pratagy.

O estudo proposto foi realizado em quatro etapas: 1) Pesquisa na literatura especializada referente à caracterização da área de estudo, no caso a bacia hidrográfica do rio Pratagy, e sobre metodologias e técnicas utilizadas para mapeamento de susceptibilidade erosiva; 2) Pesquisa de fontes de informações para criação da base de dados espacial; tratamento das bases pré-existentes e elaboração de mapas temáticos; 3) Elaboração dos mapas de

susceptibilidade erosiva com a influência antrópica a partir da metodologia de análise de multicritério; e 4) Análise dos mapas elaborados confrontando com o Plano Diretor Municipal de Maceió e o Código de Urbanismo e Edificações.

A base de dados utilizada para atender os procedimentos deste estudo consiste em: Pedologia na escala de 1:100.000 do Zoneamento Agro-Ecológico de Alagoas de 2010; imagem de radar do projeto TOPODATA com curvas de nível com equidistância de 30m; imagem Landsat 5 do sensor TM, com resolução espacial de 30m órbita/ponto214/66 e data de registro de 17/03/2011; Bacias hidrográficas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL); e dados das estações pluviométricas do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

A partir do Modelo Digital de Elevação do TOPODATA foram adquiridas as informações de declividade em porcentagem, sendo atribuídas 5 classes.

O mapeamento de uso do solo foi gerado a partir da imagem Landsat 5 ao qual foi submetida à uma composição colorida R5G4B3. Após isso foi utilizado o método de classificação supervisionada *pixel a pixel* de máxima verossimilhança (Maxver), sendo identificadas 6 classes de uso do solo.

Para o mapeamento da intensidade pluviométrica foram plotadas as coordenadas das estações pluviométricas no *software* Google Earth e posteriormente exportadas e estruturadas em ambiente SIG acrescentando os dados de chuva referentes à média histórica para o mês de março de modo a interpolar os dados por meio do método de ponderação do inverso da distância (IDW) e gerar o mapa final de intensidade pluviométrica. Foram coletadas as coordenadas das estações compreendidas a um raio de 20km no entorno da bacia. O mês de março foi escolhido por corresponder ao mês da data de aquisição da imagem de satélite utilizada para o mapeamento do uso do solo (17/03/2011).

Dentre os procedimentos metodológicos aplicáveis em ambiente SIG para se determinar a susceptibilidade erosiva, foi utilizada a análise de multicritério que permite a investigação combinada de diferentes variáveis para gerar um mapa síntese. Esse procedimento, segundo Moura (2007), é realizado a partir do mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final (tabela 1). A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas.

Tabela 1. Variáveis e pesos.

Variável	**Peso (0-100%)**
Solos	20
Uso e ocupação do solo	45
Declividade	20
Intensidade pluviométrica	15
Total	**100**

Esse método aplica-se em variáveis organizadas em planos de informações com representação matricial e cada célula das variáveis recebeu o valor do seu peso (Tabela 2).

Para a definição das notas das variáveis de pedologia, intensidade pluviométrica e declividade, utilizou-se como parâmetro os valores definidos por Crepani *et al* (2001). Ressalta-se que as notas de algumas variáveis sofreram alterações em relação às referências consultadas para que ficassem coerentes com a área de estudo.

Tabela 2. Notas estabelecidas para os componentes de legenda.

Variável	Componente de Legenda	Nota (1 a 5)
Classe de solo	Latossolo Amarelo	1
	Argissolo Amarelo/Vermelho-Amarelo/Acinzentado	2
	Neossolo Quartzarênico/Gleissolo/Solos de Mangue	5
Declividade (%)	0-2	1
	2-6	2
	6-20	3
	20-50	4
	>50	5
Uso do solo	Água	1
	Remanescente Vegetal	1
	Solo exposto	3
	Solo em preparo para o cultivo e/ou cultura colhida	4
	Atividade agropecuária (cana, pasto e coco)	4
	Área urbana	5
Intensidade pluviométrica (mm)	75-100	1
	100-125	2
	125-150	3
	150-175	4

Para a elaboração do mapa de susceptibilidade erosiva com influência antrópica foi utilizada a metodologia proposta por Cunha (2009).

Os procedimentos de tratamento das informações e de elaboração de mapas foram realizados utilizando um Sistema de Informação Geográfica, onde todos os mapas foram elaborados na escala 1:100.000, de maneira a ficarem compatíveis com a base de dados utilizada.

3. Resultados e Discussão

A classificação digital permitiu a identificação de oito classes de uso e ocupação do solo, predefinidos anteriormente: a) Remanescente florestal; b) Pasto; c) Cana-de-açúcar; d) Solo exposto; e) Solo em preparo para o cultivo e/ou cultura colhida; f) Área urbana; g) Coco e h) Água. Cabe destacar que, em consequência da data de registro da imagem do satélite Landsat 5 coincidir com o período de colheita/rebrotamento da cana-de-açúcar, a assinatura espectral do alvo Pasto confunde-se com a do alvo Cana-de-açúcar. O alvo Coco também não pôde ser classificado separadamente por conta da assinatura espectral confundir-se bastante com a cana-de-açúcar em estágio maduro. Por este motivo optou-se em agregar os alvos em uma única classe (Atividade agropecuária) onde fosse possível identificar as três culturas.

Para a elaboração dos outros mapas finais não houve necessidade de agregação dos componentes de legenda. Foi realizada apenas a reclassificação de cada variável para que todas tivessem seu grau de valor, conforme já explicitado mais detalhadamente na metodologia.

Os mapas obtidos são mostrados nas figuras 2 a 5.

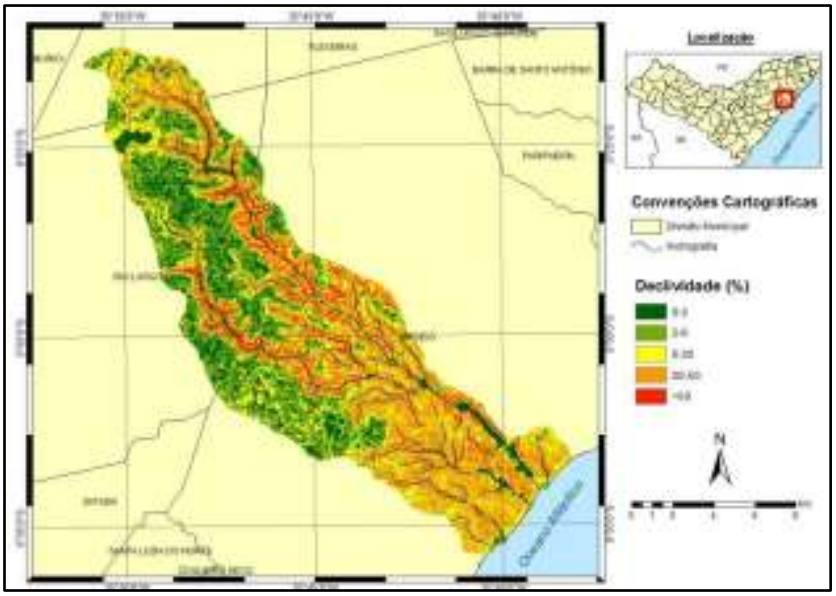


Figura 2. Mapa de declividade.

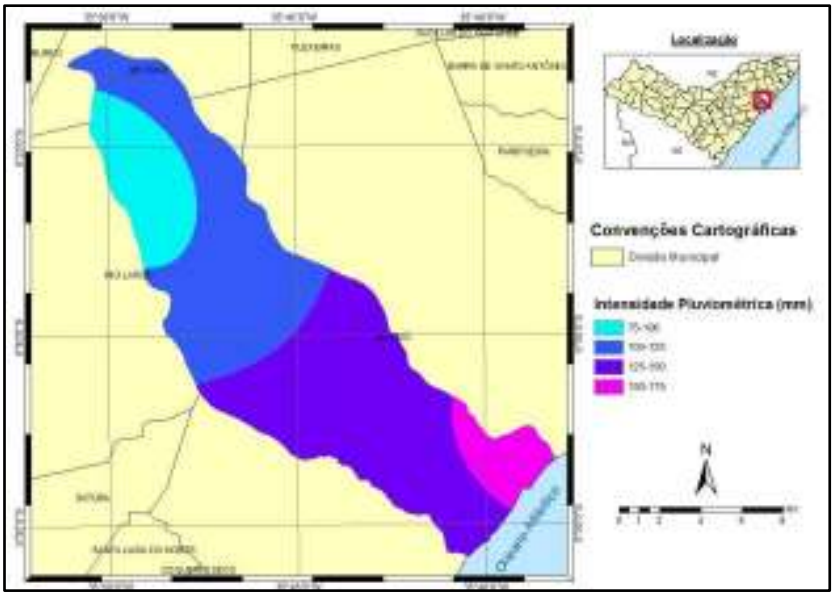


Figura 3. Mapa de intensidade pluviométrica.

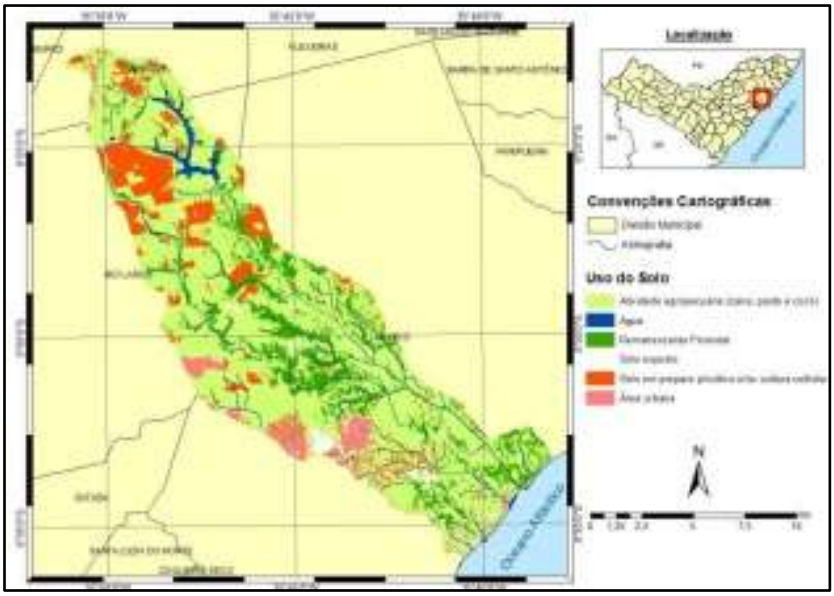


Figura 4. Mapa de uso do solo.

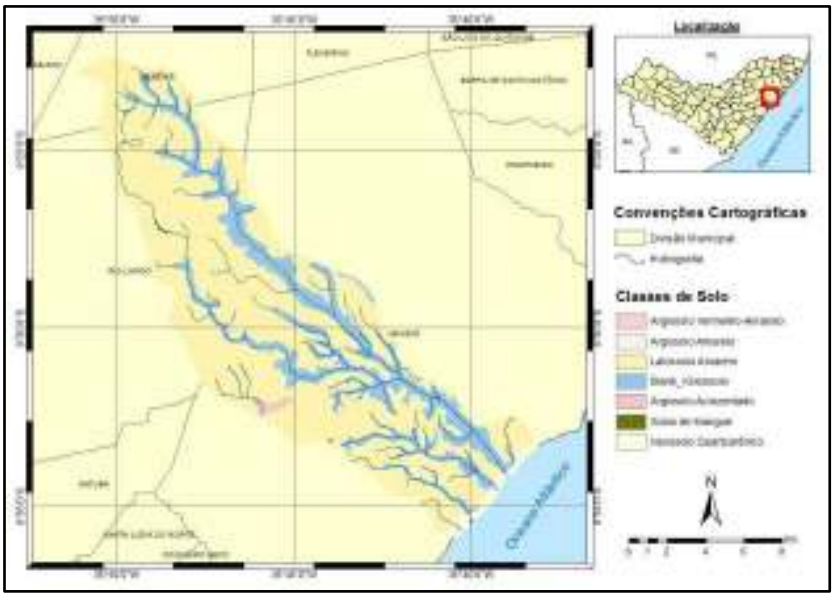


Figura 5. Mapa de pedologia.

O mapa de susceptibilidade erosiva com influência antrópica apresenta cinco classes distintas, variando de “Pouco a não susceptível” à “Extremamente susceptível”, conforme figura 6.

A maior parte da área da bacia apresenta-se pouco susceptível, cobrindo 25,3% da área, seguido por muito susceptível, com 23,9%; extremamente susceptível com 18,7%; moderadamente susceptível com 16,2%; e por fim, pouco a não susceptível com 15,9%. Estatisticamente os dados se distribuem bastante homogêneos variando apenas 9,4% entre as classes “Pouco a não susceptível” e “Extremamente susceptível”. No entanto, espacialmente, os resultados se comportam mais heterogêneos, devido à variabilidade espacial das variáveis determinantes.

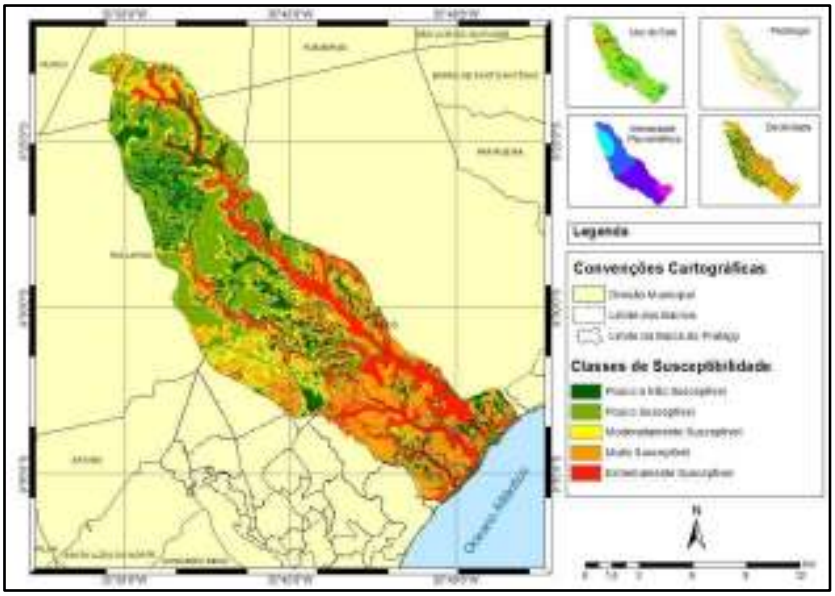


Figura 6. Mapa de susceptibilidade erosiva.

Segundo o levantamento realizado, dos 194,5 km² da bacia, 124,3 km² estão dentro dos limites municipais de Maceió, e destes, 43,7 km² estão localizados no perímetro urbano da capital alagoana, o que corresponde a pouco mais de 22% da área total da bacia.

Esse percentual engloba parte de cinco bairros distintos do ponto de vista social, econômico, histórico e ambiental de Maceió: Benedito Bentes e Cidade Universitária, localizados na parte alta da cidade sobre os tabuleiros costeiros; e Guaxuma, Riacho Doce e Garça Torta, localizados na região litorânea da capital.

Todos esses bairros que englobam a bacia, exceto o bairro da Cidade Universitária, estão situados em sua grande maioria em áreas classificadas como "Muito Susceptível". Esse resultado pode ser explicado principalmente pelo fato desses bairros estarem situados em ambientes de declive acentuado, parâmetro importante na restrição quanto à ocupação, e pela predominância do cultivo do coco nos bairros litorâneos. Já no Benedito Bentes, o resultado é devido ao cultivo da cana e pasto na zona rural, e à atividade urbana em área de tabuleiro.

Com relação ao Zoneamento Urbano do Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, o bairro da Cidade Universitária engloba a Zona de Expansão 1 (ZE-1), Zona Residencial 1 (ZR-1) e a Zona Residencial 2 (ZR-2). Diversos empreendimentos provenientes do estímulo à promoção de habitação de interesse social estão sendo implantados e outros em projetos, o que evidencia a potencialidade do bairro para o avanço da população maceioense. Quanto a susceptibilidade erosiva, observa-se que nessas áreas há a predominância da classe "Moderadamente susceptível", por estar situada em ambiente de tabuleiro com solo do tipo latossolo amarelo e declividades que pouco variam, favorecendo assim à ocupação urbana.

Parte do bairro do Benedito Bentes está compreendido na Zona Residencial 3 (ZR-3), onde se concentra a grande maioria dos quase 100 mil habitantes e no qual a susceptibilidade erosiva acusa como muito susceptível por conta do grande adensamento populacional, aliado à intensidade pluviométrica que varia de 125 a 150mm. Uma pequena parte do bairro onde a susceptibilidade varia de "Pouco a não susceptível" a "Moderadamente susceptível" corresponde a uma Zona de Interesse Ambiental e Paisagístico (ZIAP), decorrente da presença de remanescente florestal em área de vale, onde possivelmente há áreas de nascentes. Uma outra parte pertecente as mesmas classes de susceptibilidade apresentam-se passíveis de ocupação que estão enquadras perante o Código de Urbanismo como Zonas de Expansão 1 (ZE-1). A outra parcela do bairro compreende a Zona Residencial e Agrícola 3 (ZRA-3), a qual já observa-se o crescimento da ocupação urbana por meio de construções de

condomínios residenciais de baixa renda. Essas áreas com o passar do tempo podem se transformar em Zonas de Expansão e Zonas Residenciais da cidade de Maceió, exceto nas áreas enquadras na classe "Extemamente susceptível" por se tratar de ambientes com alta declividade e com tipo de solo não compatível com a ocupação urbana.

Nos ambientes onde há a ocorrência de gleissolos sem a presença de cobertura vegetal, e nos locais mais próximos à costa, com ocorrência de neossolos quartzarênicos associados ao cultivo do coco, há a predominância da classe "Extremamente susceptível". Essa parcela do solo urbano, exceto aquelas assentadas sobre os gleissolos, apesar de naturalmente ser classificada como extremamente susceptível a sofrer erosão, está sendo utilizada intensamente na construção de empreendimentos imobiliários de alto padrão, o que exige minuciosos diagnósticos ambientais e medidas mitigadoras capazes de atenuarem os impactos ambientais decorrentes dessas construções.

4. Conclusões

Os estudos de diagnósticos ambientais são essenciais para o planejamento, gestão e controle do território de maneira adequada. Nesse contexto, a análise da susceptibilidade erosiva torna-se um importante subsídio para o planejamento urbano, pois revela determinadas fragilidades ambientais, permitindo a busca por possibilidades viáveis de ocupação urbana.

Nesse estudo, a metodologia empregada de análise de multicritério mostrou-se bastante eficaz, pois permitiu combinar variáveis físicas e antrópicas de modo a gerar um mapa síntese de susceptibilidade erosiva condizente com a realidade da bacia do Pratagy.

Referências Bibliográficas

BRITO, A. O. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2001.

CUNHA, K, L. **Uso de imagens Landsat e Cbers no mapeamento à susceptibilidade à erosão na região de Primavera do Leste – MT**. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

FERNANDES, G. T. et.al. Mapa de risco de erosão e contaminação superficial da microbacia do Córrego Samambaia – DF/ Brasil. **Estudos**, Goiânia, v. 34, n. 11-12, p. 861-873, 2007.

GIRÃO, O.; CORRÊA A. C. B.; GUERRA A. J. T. Encostas urbanas como unidades de gestão e planejamento, a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife – UFPE-DCG/NAPA. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 3 p. 242-267, 2007.

PEDRON, F. A. et al. Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p.1647-1653, 2004.

ROCHA, G. C.; LATUF, M. O. , CARMO, L. F. Z. Mapeamento de riscos ambientais a escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Geografia**, v. 12, n. 1, p. 509-515, 2003.

TORRES, F. T .P. et al. A susceptibilidade à erosão como subsídio ao planejamento urbano: estudo de caso do município de Ubá-MG. **Revista Agrogeoambiental**, v.6, n.1, p. 87-99, 2014.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: edição do autor, 2001.

Uso de imagens do satélite Landsat 5, como ferramentas na determinação dos impactos geográficos causados com o Rompimento da Barragem de Algodões no município de Cocal – PI

Débora Araújo Carvalho[1]

[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí –IFPI
Rua Álvaro Mendes,1597- Centro, Teresina -PI, Brasil CEP 64000-040
eng.deboracarvalho@gmail.com.br

Abstract. The rupture of the Barragem Algodões was a tragedy that shook the entire city of Cocal and the state of Piauí, where it is observed in the physical landscape, the implications of the tragedy that resulted in psychosocial nature effects, namely the feeling of loss of belonging and identity of people whose ties produced the cultural dynamics of the landscape. Because of the high rainfall of the rainy season of 2009, the water accumulation in the old dam lake reached levels above the tolerated by the bus, which resisted not producing jobs that permanently altered the demographic dynamics, biological and anthropological previously existing. Therefore, the current landscape configuration around the Barragem Algodões expresses the desolation caused by the sinister event and ratifies the population faces affected how devastating it can be an accident of this magnitude, which although will be remedied through techniques medical care and psychological mark of cruel and permanently the ties of a people and its mode of cultural production in geographic space. Through digital satellite image processing, we can identify the major impacts suffered in the disaster region; for such a proposal, the georeferencing of geographic data gives us tools so that it can be demonstrated through maps and images the changes in the geographical space of the region.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, geographic impacts, sensoriamento remoto, processamento de imagens, impactos geográficos.

1. Introdução

Para Jensen (2009, p. 132, apud TOMAZETTE, 2012), "a observação da Terra segundo uma perspectiva aérea permite aos cientistas e ao público em geral identificar objetos, padrões e as interações entre o homem e seu planeta, que poderiam nunca ser completamente compreendidas se as observações fossem limitadas a uma visada a partir da superfície terrestre".

Sensoriamento remoto é o conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre (objetos, áreas, fenômenos), através do registro da interação da radiação eletromagnética com a superfície, realizado por sensores distantes, ou remotos. Geralmente estes sensores estão presentes em plataformas orbitais ou satélites, aviões e em nível de campo.

A interpretação visual dos dados de Sensoriamento Remoto sob a forma digital ou analógica (fotografias aéreas e imagens orbitais) busca a identificação de feições impressas nessas imagens e a determinação de seu significado. Em resultado, a interpretação de imagens consiste em um processo para a obtenção de mapas temáticos através da utilização de dados de Sensoriamento Remoto (FILHO, 2000). Nesses termos, a interpretação de imagens tem que ser vista não como um processo completo em si mesmo, mas apenas como um passo para a construção de um mapa de uma dada região, posto que a informação extraída das imagens necessita ainda de ser conferida através de verificação de campo.

As áreas de aplicação da interpretação de imagens são inúmeras, como é o caso do próprio Sensoriamento Remoto. Alguns exemplos a citar são: uso do solo, geologia, pedologia, urbanismo, vegetação, agricultura, limonologia, geomorfologia, oceanografia etc. Desse modo, a importância do Sensoriamento Remoto para o Geoprocessamento está no fato que este consiste atualmente na maior fonte de dados para os SIG's, sobretudo em locais carentes de informações cartográficas atualizadas.

Através desse estudo, tem-se o objetivo pesquisar de que forma o Rompimento da Barragem de Algodões modificou o espaço geográfico na região diretamente afetada com apoio de ferramentas de geoprocessamento.

Geoprocessamento é uma ferramenta utilizada para modelagem a partir de dados geográficos, e que nos possibilita visualizar e localizar objetos no espaço. Esta ferramenta nos será útil para determinarmos de forma clara os impactos ocasionados com o Rompimento da Barragem de Algodões.

2. Características Gerais da Área de Estudo

A Barragem de Algodões I, foi construída a cerca de 18km a leste do município de Cocal, na região nordeste do estado do Piauí.

A cidade de Cocal tem uma população de 26.044 habitantes (IBGE, 2010), sendo que 58,85% da sua população residem nas áreas rurais, sua principal fonte de renda e a prestação de serviço e pecuária.

Segundo (Censo-2010) constava que 37,4% da população estavam abaixo da linha de indigência (completa pobreza). Em termos proporcionais, 18,8% da população está a baixo da linha de pobreza e 43,8% estão acima.

A Barragem de Algodões está localizada na cidade de Cocal ao Norte do estado do Piauí (Figura 01). A área de estudo está localizada entre as coordenas UTM 9612000 N 230000E a 9612000 N 230000E, encravada na Carta Topográfica de Viçosa do estado do Ceará, mapa índice 679, folha: AS 24-Y-C-V.

A Carta Topográfica de Viçosa faz a cobertura de áreas dos estados do Piauí e Ceará por isso utilizado no estudo.

Figura. 01 - Localização da área de estudo

A Barragem de Algodões I (Figura 02), foi inaugurada em 2001 depois de 6 anos do início da sua construção, porém devido a problemas estruturas do barramento que foram agravando-se devido a fortes chuvas ocorridas no estado vizinho do Ceará; a estrutura não suportou os impactos, rompendo em 27 de maio de 2009 às 16h. A estrutura sucumbiu na zona de encontro de maciço da barragem com o canal lateral do sangradouro, localizado na ombreira direita.

Figura. 02 - Rompimento da Barragem de Algodões
Fonte: Equipe técnica Oasis Construções

O rompimento da Barragem de Algodões foi uma das maiores tragédias já ocorridas no estado do Piauí, ocasionando perdas de vidas humanas, bens materiais, da reserva hídrica, morte de animais, desequilíbrio ecológicos e agrícolas.

3. Materiais e Procedimentos Operacionais

Foram utilizadas imagens do sensor TM do satélite LANDSAT 5, cujas bandas foram adquiridas no endereço eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, datada de 17/07/2008 e 05/08/2009, ambas correspondentes à órbita 219 ponto 62.

Nesta pesquisa foi necessário a utilização de SIG's: ArcMap 10, Qgis 2.2 e o SPRING 5.2.6, instalados em um Notebook Intel(R)Core™ i7, 8gb RAM. Além de fontes bibliográficas.

SPRING é um software SIG de Processamento de Imagens (DPI) desenvolvido pelo INPE, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) e pela IBM, e que conta com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

4. Procedimentos Operacionais

A pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira etapa caracteriza-se pela busca de informações em fontes secundárias, através de uma revisão bibliográfica e teórica em literatura específica sobre o tema, bem como acesso ao campo documental e base de dados dos órgãos que dão suporte a comunidade do povoado Franco, como estudos da AVABA (Associação de Vítimas da Barragem de Algodões), sites governamentais, arquivo público, etc.

O levantamento de dados foi necessário para que se force criada uma base com informações que foram utilizados para localizar as áreas afetadas, determinar o impacto sofrido na região da Barragem de Algodões e as modificações que a tragédia ocasionou.

A segunda etapa teve enfoque em coleta e manipulação dos dados. Realizada através de informações cedidas pela Oasis Construções e Consultoria Ltda empresa responsável pela análise dos impactos ambientais ocorridas na região, foi disponibilizado uma *shapefile* da delimitação da área afetada. As imagens foram registradas, tendo como base em postos de controle coletados em campo mediante a utilização do software ArcMap 10 utilizando a ferramenta *georeferecing*. Foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5, sobre as quais se aplicou contraste linear e posterior composição colorida 5R-4G-3B (Figura 05) e modificando o contraste das imagens, buscando uma melhor visualização dos alvos, sendo criando uma imagem sintética para cada tempo estudado/analisado (Figura 04).

Em seguida, as imagens foram recortadas para cobrirem somente a área de estudo que compreende o enfoque deste trabalho, sendo utilizada a *shapefile* como base do recorte. Sobre as imagens RGB criadas para cada "tempo", foi aplicado o processo de segmentação por crescimento de regiões no SPRING, sendo realizado o procedimento várias vezes até encontra uma aceitável para esse trabalho.

Figura. 04 – Imagem LandSat 5 da área com contraste
Fonte: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

Para o recorte de 17/07/2008 foi similaridade 15 e área mínima de 5 *pixels*, e para 05/08/2009 foi similaridade de 20 e área mínima de 5 pixels (Imagem 05), ambas com suavização de arcos. O processo de segmentação de imagens exige a definição das bandas espectrais e dos limiares de similaridade e de área.

Para a classificação das imagens contrastadas foi escolhido o método/algoritmo da Máxima Verossimilhança (MAXVER), classificador supervisionado por pixel, onde amostras previamente selecionadas são utilizadas para o treinamento do classificador. Esta classificação considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis de cinza das classes.

Durante o treinamento, foi determinada as classes de uso do solo e cobertura vegetal, sendo determinadas 5 classes, baseando-se na chave de fotointerpretação e algumas informações de campo para suavizar confusão de classes ocorrido no processo. Diversos limiares de aceitação foram testados, sendo que o de 99% apresentou bons resultados, porém foi utilizado os resultados do limiar de 99,9%, para diferenciação das classes investigadas.

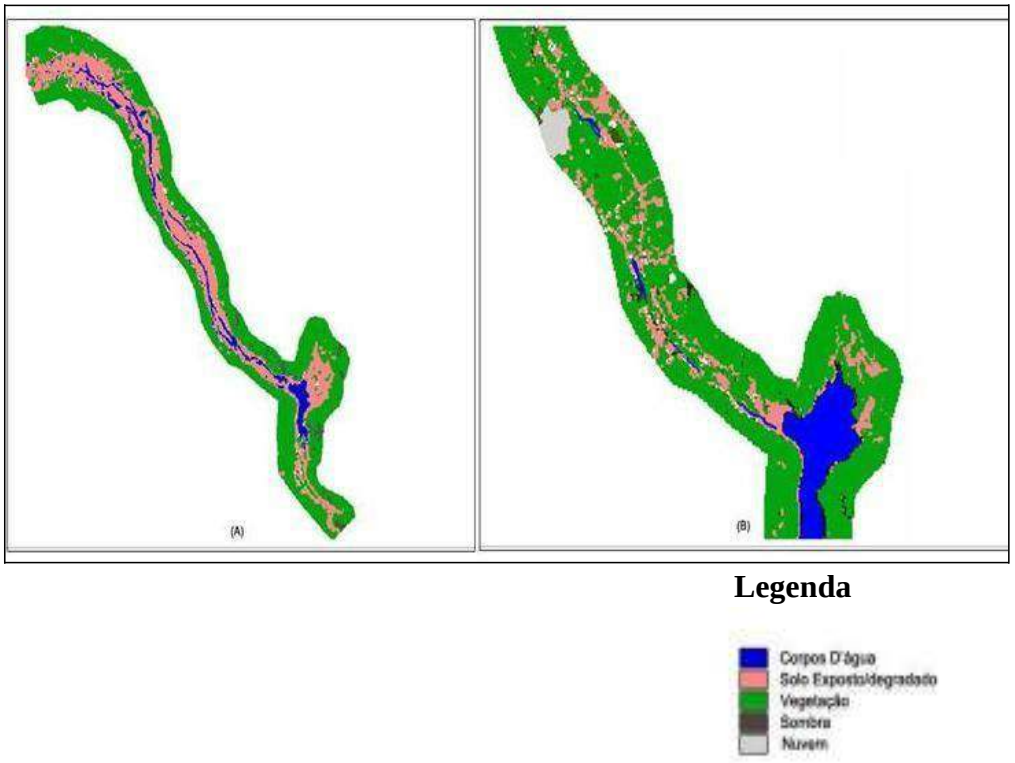


Figura. 05 – Imagens temática da classificação de uso do solo da área estudada (A): depois do incidente, (B) antes.

Segundo Florenzano (2007, p. 44) a cor é um elemento usado na interpretação de fotografias ou imagens coloridas, nas quais as variações das cenas fotografadas ou imageadas são representadas por diferentes cores. A forma é o elemento de interpretação tão importante que, alguns objetos, feições ou superfícies são indicados pela sua forma linear (e curvilínea). A textura refere-se ao aspecto liso (e uniforme) ou rugoso dos objetos em uma imagem (FLORENZANO, 2007, p. 44).

O objetivo do trabalho, que visou destacar o impacto nas áreas estudadas, porém, com a presença de nuvens na imagem mais recente antes do ocorrido, é necessária uma análise e

interpretação de fotos anteriores de melhor qualidade e um detalhado trabalho de edição matricial visando reclassificar inúmeros polígonos.

5. Resultados e Discussão

As Barragens segundo Teixeira Paulo da Cruz são estruturas destinadas à retenção e a acumulação de água, é a arte de projetar uma barragem está ligada a arte de controlar o fluxo de água pelo conjunto barragem-fundação.

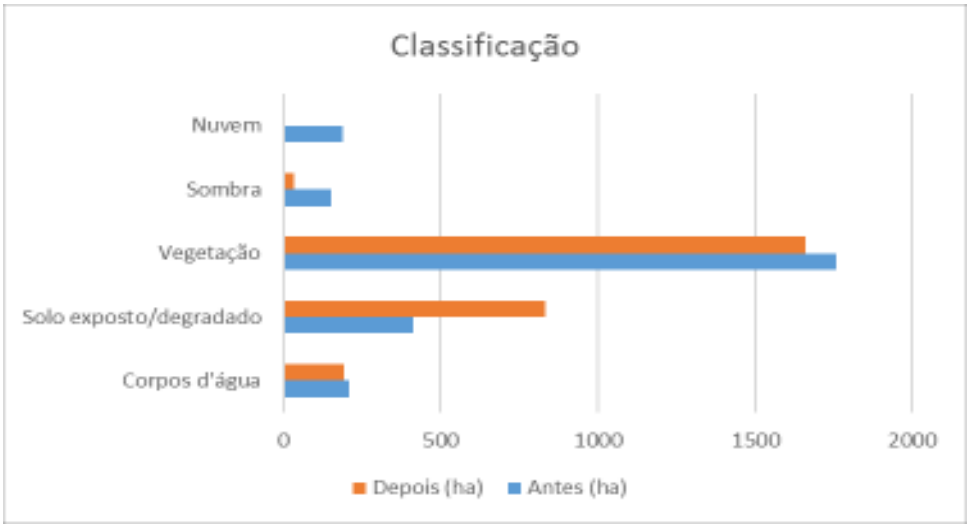
Quando se projeta uma barragem vários fatores são levados em consideração para que se evitem grandes tragédias como esta que aconteceu na cidade de Cocal no estado do Piauí, segundo o guia Básico de Seguranças de Barragens (CBGB/NRSP,1999), todas as barragens devem ser avaliadas quanto às consequências de uma ruptura em potencial, em que deve ser considerado, entre outros, os seguintes fatores: perdas de vidas humanas, danos matérias, danos ao meio ambiente e danos à infraestrutura.

A partir da análise das imagens classificadas dos diferentes tempos foi possível obter uma estatística das classes, e assim perceber a mudança do cenário em estudo (Tabela 1).

Tabela. 01 – Estatística das Classes

Classes	Antes (ha)	Depois (ha)
Corpos d'água	207,1529	190,1700
Solo exposto/degradado	412,3853	831,4900
Vegetação	1759,3826	1662,8800
Sombra	151,8207	33,9400
Nuvem	187,5808	0
Total	2718,3223	2718,480000

Gráfico. 01 – Estatística das classes



Ainda nesta pesquisa foi possível adquirir resultados que identifique que a área diretamente afetada com o rompimento da Barragem de algodões sofreu impactos em todos os seus aspectos geográficos como: ambientais com retirada da camada vegetal do trecho por onde a água escorreu quando o barramento rompeu, o desmoronamento das casas da região, a modificação da topografia devido à grande enxurrada, o modificação da hidrografia da região devido a quantidade de solo que assoreou o rio Piranji e diversos outras consequências que ponderaram ser identificada com o estudo mais aprofundado da região.

6. Conclusões

O presente trabalho mostra que o sensoriamento remoto e as ferramentas que o auxiliam, são de grande utilidade na análise temporal e real de determinadas regiões a serem estudadas, podendo assim essas informações posteriormente serem usadas para auxiliar na avaliação de danos físicos e ambientais das áreas afetadas por catástrofes como essas ocorrida na cidade de Cocal no Estado do Piaui.

Com análise das imagens do satélite Landsat 5, foi possível determinar que o rompimento da Barragem de Algodões ocasionou vários impactos para a região afetada como: perdas de parte das reservas hídricas, assoreamento e degradação e diminuição da área verde da região.

Mas, mesmo com a utilização de imagens de satélites são necessários os trabalhos de campo, tanto para auxiliar no levantamento de áreas de treinamento que servem para extração de padrões amostrais e definição de chaves de interpretação, como também para corrigir, aperfeiçoar e validar os mapas obtidos da interpretação visual.

Assim, como vantagens do Sensoriamento Remoto, podendo-se citar então que através da interpretação de seus produtos que são obtidos os mapas de regiões remotas, de difícil acesso, e, sobretudo a um menor custo, permitindo também a detecção de objetos e fenômenos não perceptíveis pela visão humana, através da utilização de outras faixas de radiação eletromagnética além do visível, como o infravermelho, e ainda possibilitando ter visão global - sintética ou sinótica - sobre uma região ou fenômeno estudado, através da utilização de imagens de satélite de cobertura regional.

7. Agradecimentos

Agradeço ao professor Daniel Veras ao tempo dedicado a orientação deste trabalho, a equipe Oasis que cedeu subsídios como fontes de pesquisa, ao professor Lineardo e ao mestre Filipe Porto e a todos os colegas que durante todos esses meses contribuíram com a concepção deste trabalho.

8. Referências

CAMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CARRIJO, B.R.; BACCARO, C.A.D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Rev. Caminhos de Geografia,** Uberlândia, EDUFU, v.1, n 2, p. 70-80, 2000.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro.** Rio de Janeiro, 1982.

FILHO, B. S. Soares. **Interpretação de Imagem da Terra**. UFMG, 2000. FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo. Oficina de Textos,2008.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos,2002.

GARCIA, G . J. **Sensoriamento remoto**: princípios e interpretação de imagens. São Paulo: Nabel,1982.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cartas Topográficas. Viçosa do estado do Ceará, mapa índice 679, folha: AS 24-Y-C-V.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cartas Topográficas. Folhas: SE-22- Z-B-V; SE-22-Z-B-VI; SE-22-Z-D-III; SE-23-Y-C- I; SE-23-Y-A-IV. Brasília: IBGE, 1984. (Escala1:100.000).

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; FELTRAN FILHO, A. **Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia– MG**, através de imagens TM/LANDSAT. **Rev. Sociedade e Naturez**a. Uberlândia: EDUFU, v.1, n.2, p.127-145, 1989.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. 2 ed.,São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998, 308p.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 5 ed., Uberlândia: EDUFU, 2006, 228p.

Uso de Sistemas de Informação Geográfica na Estimativa da Expansão Urbana e da Diminuição das Áreas de Recarga do Aquífero da Bacia Endorreica do Tabuleiro do Martins

Antonio José Pereira Almeida [1]
Kleyton Alisson da Silva Tavares [1]
José Vicente Ferreira Neto [1]

[1] Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG
Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente - IGDEMA
Av. Lourival de Melo Mota, s/n – Tab. dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072-900
tony.n12@gmail.com; kleytonkast@gmail.com; jvferreiraneto@igdema.ufal.br

Abstract. The increasing urban sprawl that Maceió (AL) experienced throughout its history and has been experiencing more accelerated in recent decades, did not follow a rational planning of soil use and occupation, which caused several problems such as the removal of vegetation and its replacement by impermeable surfaces, thereby changing the dynamics of hydrological processes existing in the region before. This paper introduces a methodological approach, supported by GeoTechnologies, to map and estimate the impermeable area and characterize the temporal evolution of urbanization in the endorheic basin of Tabuleiro do Martins, encompassing the northern portion of the city of Maceió/AL, through orbital images with different timelines. Thus, this work aims to subsidize the land planning for human settlements so as to minimize the hydrological impact that these cause.

Keywords: Impermeabilitzation; Endorheic basin; Geoprocessing.

1. Introdução

Com o aumento da população nos centros urbanos, as cidades têm passado por um grande desafio que é conciliar o processo de urbanização e a utilização dos recursos naturais.

O rápido processo de urbanização pelo qual as cidades passaram e que se intensificaram nas últimas décadas do século XX, fez com que ocorressem modificações rápidas e intensas no meio físico como, por exemplo, a redução drástica da taxa de infiltração ou mesmo a impermeabilização do solo.

Assim como na maioria das capitais brasileiras, nas últimas quatro décadas, Maceió experimentou um rápido processo de urbanização associado a problemas nos sistemas de infraestrutura e ocupação urbana (NEVES et al., 2007). A crescente expansão urbana que Maceió experimentou ao longo de sua história, e vem experimentando nas últimas décadas não se fez acompanhar de um planejamento racional do uso e ocupação do solo.

A região do tabuleiro, por sua vez, é considerada o principal eixo de expansão da cidade devido às características do seu sítio natural, levemente ondulado com pequenas depressões, logo, propício à urbanização (CARVALHO et al, 2010). O rápido processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas nesta região, em particular na bacia endorreica do Tabuleiro do Martins, tem sido a causa de diversos problemas em função da deficiência de planejamento e infraestrutura. Dentre os problemas, os impactos nos recursos hídricos são os mais comumente observados, advindo da supressão da cobertura vegetal e sua substituição por superfícies impermeáveis.

Tucci (2006), explica que a modificação da cobertura do solo através de sua impermeabilização é capaz de alterar os componentes do ciclo hidrológico, provocando, por exemplo, a redução da infiltração no solo e o aumento no volume escoado superficialmente.

Muitas técnicas têm sido aplicadas para caracterizar e quantificar superfícies impermeáveis, seja através de medições por meio de mapas impressos ou mapeamento por meio de imagens de sensoriamento remoto (especialmente fotografias aéreas). Mas foi a partir da década de 1970 para 1980, que as imagens de satélite começaram a ganhar popularidade nos estudos de recursos naturais e estudos ambientais, e nas aplicações de interpretação, aplicações espectrais, e aplicações de modelação de superfícies impermeáveis (SLONECKER et al., 2001).

A necessidade da estimativa das áreas impermeáveis para os estudos que procuram relacionar a urbanização com os impactos no sistema hidrológico vem trazendo um uso cada vez mais intenso do geoprocessamento, principalmente na aplicação do sensoriamento remoto (RIBEIRO et al., 2006).

Nesse contexto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o geoprocessamento se tornam poderosas ferramentas de apoio para produzir informações que possam subsidiar o planejamento de uso e ocupação do solo de modo a minimizar o impacto hidrológico em áreas como a da bacia endorreica do Tabuleiro do Martins, (figura 1). Constituem impacto hidrológico, principalmente a redução na infiltração e a consequente diminuição da recarga dos sistemas aquíferos, reduzindo os níveis de explotação das águas subterrâneas e comprometendo a disponibilidade hídrica da região, até mesmo para o abastecimento da população.

Partindo desse pressuposto, este trabalho tem como objetivo estimar a área impermeável e caracterizar a evolução temporal da urbanização da bacia endorreica do Tabuleiro do Martins, a fim de subsidiar o planejamento da ocupação do solo pelos assentamentos humanos de modo a minimizar o impacto hidrológico que estes provocam.

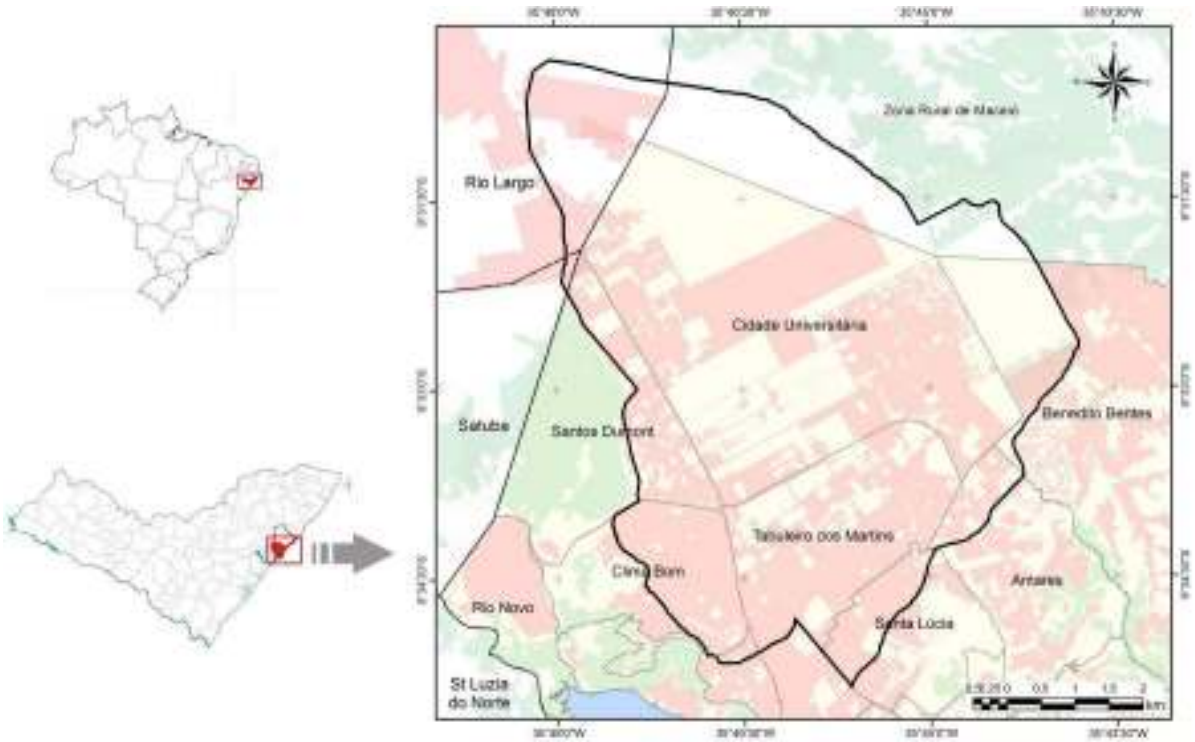


Figura 1 – Localização da área de estudo, bacia endorreica do Tab. do Martins, Maceió-AL. Organização – Antonio J. P. Almeida (2015)

2. Procedimentos Metodológicos

O estudo foi desenvolvido na bacia Endorreica do Tabuleiro do Martins, localizada na região norte da área urbana do Município de Maceió, e ocupando uma área de 49,8 km². Ela é do tipo "Bacia Fechada", termo usado para designar grandes depressões naturais, formando

bacias sem exutório, com retenção do escoamento superficial nas áreas mais baixas. Para a delimitação da bacia foi utilizado um mapa elaborado por Ferreira Neto (2004).

Os procedimentos empregados tiveram como objetivo principal a produção de informações, acerca da evolução da expansão urbana, para a posterior análise da relação dessas informações com níveis de impermeabilidade.

A primeira etapa foi a obtenção de dados cartográficos (bases cartográficas e mapas digitais geoprocessados); sensoriamento remoto (imagens de satélite e fotografias aéreas) e levantamentos de campo.

Para estimar a área impermeável e caracterizar a evolução temporal da urbanização, foram utilizadas imagens com diferentes espaços temporais. As imagens utilizadas foram: fotografias aéreas verticais, do ano de 1988 (levantamento executado pela Aerodata S.A.) na escala de 1:17.500; e imagens orbitais digitais dos anos de 2002 e 2013 (sensor Quickbird) com resoluções espaciais de 0,60 metros.

A etapa seguinte foi realizar o processamento digital das imagens, no qual as informações foram trabalhadas por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e um sistema para processamento digital de imagens, onde as imagens tiveram que passar por um pré-processamento.

O primeiro passo dessa etapa foi o georreferenciamento das imagens não georreferenciadas, as fotografias aéreas, tomando como referência as imagens de satélite georreferenciadas e ortorretificadas, por meio de pontos de controles. O segundo passo foi realizar a correção atmosférica nas imagens de satélite, a fim de mitigar os efeitos atmosféricos sobre as imagens; e, por fim, foi realizado um realce nas imagens, com o objetivo de melhorar a qualidade visual das mesmas e, dessa forma, facilitar a sua interpretação.

A seguir, ocorreu o procedimento de classificação digital das imagens nas datas propostas (1988, 2002 e 2013). Devido as imagens apresentarem uma alta resolução espacial, procurou-se utilizar a técnica de processamento digital de imagens denominada classificação orientada a objetos. Este método subdivide a imagem em regiões homogêneas significativas baseadas não somente em propriedades espectrais, mas também na forma, textura, tamanho e outras características topológicas (BENZ et. al, 2004).

Após a segmentação e classificação das imagens, foram realizados os trabalhos de interpretação e categorização das classes de uso e ocupação do solo, direcionando-as para identificação das áreas impermeabilizadas. Estas classes foram separadas em dois grupos que buscassem estabelecer regiões que se correspondessem:

- Áreas permeáveis: caracterizadas por áreas de vegetação, tais como: jardins, gramados, árvores e plantações e solo exposto.
- Áreas impermeáveis: telhados, pátios pavimentados, vias com pavimentação asfáltica e calçamento.

Ao final dos trabalhos de interpretação e classificação foi possível obter os mapas e estimar as áreas impermeáveis dos anos de 1988, 2002 e 2013, permitindo, dessa forma, caracterizar e correlacionar a impermeabilização com a evolução da urbanização nas datas definidas.

3. Resultados e Discussões

Análise Espaço-Temporal das Áreas Impermeáveis

A bacia em estudo teve seu início de ocupação por conjuntos habitacionais a partir de 1970 e encontra-se ainda em evolução, apresentando alguns terrenos desprovidos de construções e áreas ocupadas pelo cultivo da cana de açúcar. De 1970 a 2013 a bacia endorreica do Tabuleiro do Martins teve sua área impermeabilizada triplicada, o que prejudicou a percolação das águas pluviais, gerando alagamentos nas vias principais do bairro.

Os índices de impermeabilização da bacia endorreica foram determinados levando-se em consideração as áreas construídas, edificações e a pavimentação de ruas e calçadas, verificadas ao longo dos anos analisados. A ocupação física ocorreu preferencialmente nas áreas com altitudes mais baixas, ou seja, nas áreas com os maiores riscos de alagamentos.

Para facilitar o entendimento da evolução, os resultados são representados segundo duas classes: área impermeabilizada e área permeável, como descritas nos procedimentos metodológicos. No ano de 1988, a área impermeabilizada da bacia compreendia apenas residências e algumas poucas indústrias localizadas no Distrito Industrial, totalizando 4,85 km² (figura 2). Nesse período, a área impermeabilizada começa a expandir-se em direção ao aeroporto, com a construção de alguns conjuntos habitacionais. No entanto, mesmo com uma significativa área ocupada por residências, as áreas permeáveis ainda eram altas, ao fato das vias não serem calçadas ou asfaltadas, salvo as principais avenidas. Boa parte da área permeável era ocupada pelo plantio da cana de açúcar.

No ano de 2002, observa-se um grande aumento da área impermeabilizada devido à construção de novos loteamentos e edificações nos bairros Cidade Universitária, Clima Bom e Santos Dumont. As antigas áreas ocupadas, no bairro do Tabuleiro do Martins, intensificaram-se, aumentando as áreas impermeabilizadas com o calçamento e asfaltamento das vias (figura 2), totalizando 13,2 km². De 1988 a 2002 todos os bairros apresentaram um aumento da urbanização e novas indústrias foram instaladas no distrito industrial.

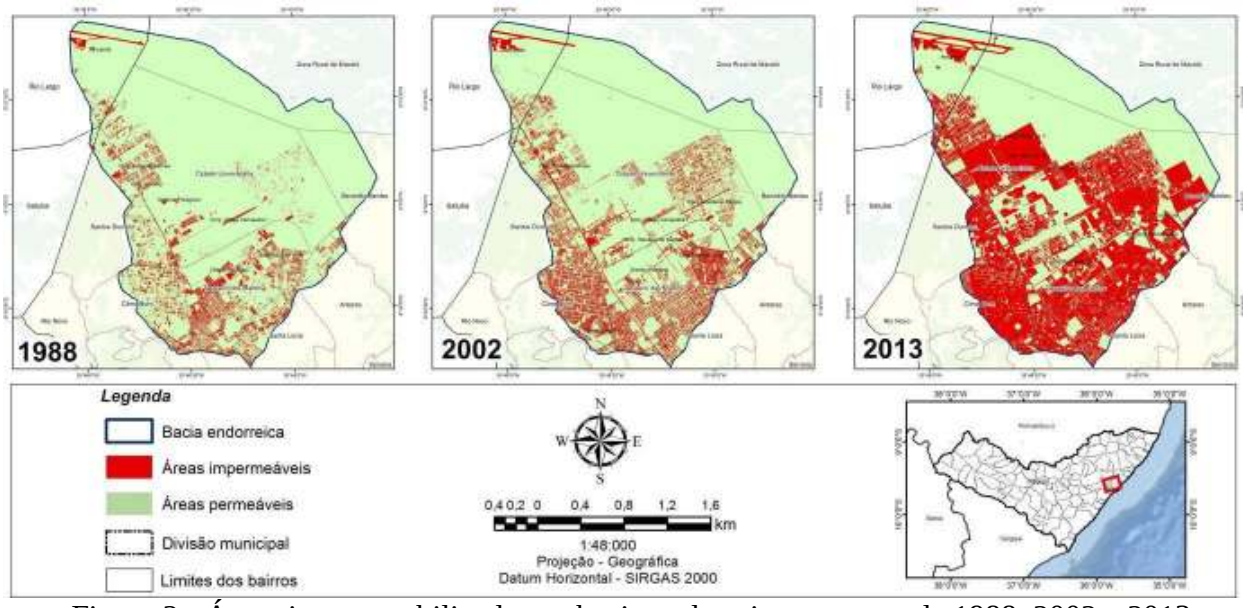


Figura 2 - Áreas impermeabilizadas na bacia endorreica nos anos de 1988, 2002 e 2013.
Organização – Antonio J. P. Almeida (2015)

Em 2013, as áreas ocupadas pela urbanização são similares ao ano de 2002, permanecendo praticamente a mesma configuração (Figura 2), salvo alguns novos condomínios e loteamentos nos bairros Cidade Universitária e Benedito Bentes. Porém, mesmo não apresentando uma expansão urbana significativa, observa-se o adensamento das áreas impermeáveis, devido ao asfaltamento das vias públicas, calçamento dos quintais e calçadas das moradias e, ocupação das áreas verdes. As áreas de plantio de cana de açúcar passam a ser substituídas por novos loteamentos. Este adensamento foi responsável pelo aumento da área impermeável, totalizando 20,30 km², o que corresponde aproximadamente a 41% da área da bacia.

Pelo exposto, pode-se inferir que a impermeabilização do solo, pela ocupação urbana, reduziu a área de infiltração, o que pode ampliar o volume de escoamento superficial, provocando o aumento da frequência e da magnitude dos problemas de inundação, durante os períodos chuvosos. Neste contexto, a figura 3 exibe a evolução das áreas impermeabilizadas na extensão da bacia endorreica, revelando suas direções principais e padrões.

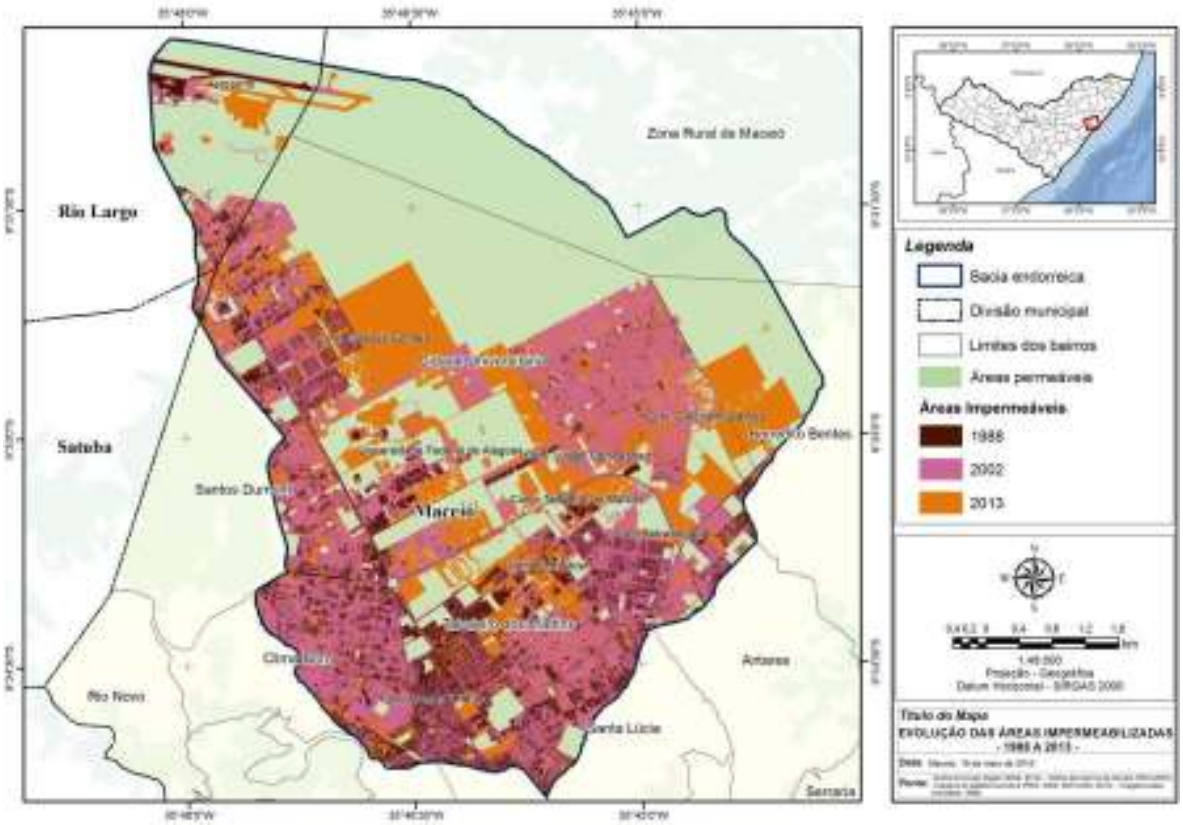


Figura 3 - Evolução das áreas impermeáveis da bacia Endorreica do Tabuleiro do Martins
Organização – Antonio J. P. Almeida (2015)

De acordo com Peplau (2005), essa região tem propensão natural para a ocorrência de alagamentos, ao fato de ser uma bacia sem saída natural das águas pluviais, que se acumulam no seu interior. Para agravar mais a situação, o processo de urbanização não considerou o grau de risco de inundação dos diversos locais da bacia, de forma que ocorreu ocupação urbana em locais de grande risco de inundação. Como exemplo, a construção do Distrito Industrial Luiz Cavalcante (DILC) na área de menor cota da bacia (PEDROSA, 1996).

Segundo Pedrosa (1996) a região onde se encontra a bacia, com exceção de algumas ruas, não possui sistema de drenagem de águas pluviais, portanto, a maioria das águas pluviais escoa naturalmente sobre a sua superfície, até a parte mais baixa da bacia, onde estão localizadas três lagoas, inseridas na região do Distrito Industrial, Conjunto Habitacional Salvador Lyra, e no Graciliano Ramos.

Para solucionar o problema dos alagamentos na bacia do Tabuleiro do Martins, notadamente no DILC, foi gradativamente implantado o Projeto de Macrodrenagem do Tabuleiro do Martins. A implantação do sistema de macrodrenagem tinha, também, o objetivo de amenizá-los por meio de lagoas artificiais de retenção, mas este sistema não se mostrou totalmente eficiente, pois, enquanto a bacia infiltra naturalmente as águas, o Sistema de macrodrenagem as redireciona, em parte, para bacias hidrográficas vizinhas, reduzindo a recarga dos aquíferos (FERREIRA NETO et al, 2004).

O processo de impermeabilização fez com que as águas das chuvas fossem impedidas de se infiltrarem no solo. Estudo do impacto da urbanização na década de 90, sobre as águas subterrâneas na região, estimou em 30% do total precipitado a taxa média de infiltração (CAVALCANTE, 1992). O escoamento superficial da área de estudo direcionava as águas para as depressões naturais, de onde parte evaporava e parte infiltrava no solo, recarregando os sistemas aquíferos. A região apresentava alta taxa de infiltração. As imagens do ano de 1988 mostram que a bacia apresentava uma pequena área impermeável, quando comparada aos anos posteriores.

Estudos mais recentes (Ferreira Neto et al., 2004; Conceição, Souza e Ferreira Neto, 2003; Ferreira Neto et al., 2002), mostram que o rebaixamento do lençol freático nessa região tem aumentado em consequência da redução dos volumes infiltrados e também das taxas de explotação dos poços tubulares que captam as águas subterrâneas.

Desta forma, podemos afirmar que a urbanização ocorrida na bacia endorreica alterou a taxa média de infiltração ao longo do período observado, decorrente do aumento das áreas impermeáveis.

4. Considerações Finais

Todos os dados obtidos através deste estudo sobre o processo de impermeabilização do solo da bacia Endorreica do Tabuleiro do Martins, evidencia a falta de um planejamento adequado que minimize os impactos decorrentes da ocupação do solo e da expansão urbana.

Verificou-se que os resultados trouxeram informações sobre a geração das áreas impermeáveis nas datas definidas (1988, 2002 e 2013), podendo auxiliar o planejamento do uso e da ocupação do solo provocados pela urbanização, de modo a minimizar o impacto hidrológico.

Pode-se afirmar também que o presente estudo é uma demonstração objetiva das vantagens de se utilizar tecnologias relativas aos Sistemas de Informações Geográficas, para determinar impactos ambientais causados por um adensamento urbano, bem como a impermeabilização sem o devido planejamento.

7 – Referências Bibliográficas

ALENCAR, A. P. A. de. **A Expressão das Desigualdades Urbanas: Análise Espacial da Distribuição da Infra-Estrutura na Cidade de Maceió, Alagoas**. 2007. 214 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

BENZ, U.; HOFMANN, P.; WILLHAUCK, G.; LINGENFELDER, I.; HEYNEN, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 58, n.3-4, p.239-258, 2004.

CARVALHO, L. M.; CAVALCANTI V. R.; SILVA J. D. N. **Expansão urbana versus planejamento em área de bacia endorreica: o bairro Cidade Universitária, Maceió (AL)**, In: 4º congresso luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável. 2010, Faro – Portugal. Anais...Faro: Pluris 2010.

CARVALHO, L. M.; ROBALINHO, V. C. **Urbanização e drenagem: o caso da bacia endorreica de Maceió-AL**. In: X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2010, Fortaleza. Anais...Recife: SRHN, 2010. p. 1-20.

CAVALCANTE, A.T., WANDERLEY, P.R. de M. & LIMA, R.C. de A. **As reservas dinâmicas dos sistemas aquíferos Barreiras e Barreiras/Marituba a partir da análise das hidrógrafas dos rios Pratagy, Messias e Remédios. Maceió-Alagoas**. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 1992, Recife. 1992, Anais... Recife: SRHN, 1992.

CONCEIÇÃO, J. da; SOUZA, J. C. O. de; e FERREIRA NETO, J. V. **Monitoramento do rebaixamento do lençol freático na região do Tabuleiro do Martins – Maceió / AL**. In: XIV Encontro Nacional De Estudantes De Geografia, 2003, Goiânia. Anais... Goiânia: ENEG, 2003.

FERREIRA NETO, J. V.; SANTOS, R. J. Q. dos; LIMA, R. C. de A. Os Recursos Hídricos da Área doTabuleiro do Martins – Maceió/AL. In: ARAÚJO, Lindemberg Medeiros de. (Org.) **Geografia: espaço, tempo e planejamento**. Maceió: Edufal. 2004, 320 p.

FERREIRA NETO, J. V.; SANTOS, R. J. Q.; CAVALCANTE, A. T. e WANDERLEY, P. R. M. **Gerenciamento dos recursos hídricos da bacia evaporimétrica do Tabuleiro do Martins – Maceió/AL**. In: IV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2002, Maceió. Anais... Maceió: SRHN, 2002.

NEVES, M. G. F. P.; SOUZA, V. C. B.; PEPLAU, G. R.; SILVA JÚNIOR, R. I.; PEDROSA, H. T. S.; CAVALCANTE, R. B. L. **Características da bacia do Riacho Reginaldo em Maceió-AL e suas implicações no escoamento superficial**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais**...** São Paulo: SBRH, 2007.

PEDROSA, V. A. **O controle da urbanização na macrodrenagem de Maceió: Tabuleiro do Martins**. 1996. 139 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Faculdade de Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

PEPLAU, G. R. **Influência da variação da urbanização nas vazões de drenagem na Bacia do Rio Jacarecica em Maceió-Al**. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

RIBEIRO, R. A.; AYMONE, J. L. F.; LEÃO, S. Z. **Aplicação do Geoprocessamento no estudo da impermeabilidade urbana.** In: IX Encontro de Modelagem Computacional, 2006, Belo Horizonte. Anais… Belo Horizonte: CEFET/MG e IRRJ/UERJ, 2006.

SLONECKER, E. T., JENNING, D.; GAROFALO, D. Remote sensing of impervious surface: A review. **Remote Sensing Reviews**, 20, 227–255. 2001.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: Rebouças, A. da C. et al (org.). **Águas doces no Brasil**. 3ª Edição. São Paulo: Escrituras, 2006. 717 p.

Uso de *software* livre de geotecnologia para implantação de um cadastro territorial no município de União dos Palmares/AL

Anny Karla Gomes Dias [1]
Arthur Costa Falcão Tavares [2]

[1] COMPESA – Setor de Cadastro Técnico
Rua da Aurora, 777 – Boa Vista – Recife/PE - CEP 50050-000
akarlagd@gmail.com

[2] Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL
BR 104, Km 85, s/n, Rio Largo - AL, Brasil, CEP 57100-000
acftavar@gmail.com

Abstract. The absence of a computerized and updated cadastral system makes difficult a better management of the resources of its revenue and other resources available for population benefit. However it is one of the great problems that local governments, mainly medium-sized ones, face nowadays. The present study used a Geographical Information System (GIS) to support the activities of a Territorial Multipurpose Cadastre (CTM), a pilot project Quarter Roberto Araujo at União dos Palmares/AL city. With aid of a high resolution image from WorldView-2 satellite and features of GoogleEarth with its georeferenced points, was possible to generate efficient cartographic files. A database was prepared and then a table was made with the following key attributes: Sector, Block, Lot, Sub-batch, Description, Nature, Owner Name, Street, Number, Field Area, Built Area, Tested, Use, Limitation, Pedology and Occupation. The table was then saved in DBF format which is compatible to TerraView. By using geoprocessing tools, specifically GIS, this research was able to contribute in activities undertaken by the Prefecture of União dos Palmares/AL as well as other municipalities of the State of Alagoas, regardless of their territorial extension or population. The GIS applicability, such as TerraView, can facilitate the activities of municipal managers, thus causing the increase in revenue on the collection, contributing to an improvement in people's quality of life and monitoring of urban space.

Palavras-chave: sistema de informações geográficas, georrefenciamento, terraview, cadastro territorial multifinalitário, geographical information system, georeferencing, terraview, territorial multipurpose cadastre.

1. Introdução

O estado de Alagoas possui 102 municípios e a maior parte destes, incluindo União dos Palmares, não possui um cadastro territorial que disponibilize aos gestores informações para resolver problemas nos seus domínios territoriais. Como consequência, cada vez mais os municípios alagoanos sofrem com o crescimento desordenado, causado pela falta de dados precisos para o planejamento e gestão pública.

Aqueles que possuem ao menos o cadastro técnico imobiliário têm grande dificuldade de atualizar o banco de dados cadastrais. Sendo assim, mesmo possuindo um cadastro os municípios de pequeno e médio porte não dão à devida atenção a atualização dos dados, o que gera também uma grande dificuldade para planejar um desenvolvimento economicamente sustentável.

O governo federal via Ministério das Cidades, vem realizando cursos de capacitação, através das Universidades Federais, como o Curso Moderado "Diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário". Seu objetivo principal é apresentar aos técnicos, gestores municipais e agentes sociais dos municípios brasileiros as Diretrizes Nacionais que visam à criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), aprovadas no âmbito da Portaria Ministerial 511, de 07 de dezembro de 2009, publicada no DOU de 08 de dezembro de 2009. Ainda com referencia à implantação de CTM, o Ministério das Cidades tem incentivado e capacitado gestores municipais para utilizarem geotecnologias com o desenvolvimento de cursos e disponibilização de *softwares* gratuitos (TerraView e TerraSIG).

O município de União dos Palmares, considerado um município de médio porte, é caracterizado pela ausência e desatualização de dados cadastrais. Além disso, não são utilizadas ferramentas tecnológicas que possibilitem a alimentação e atualização cadastral eficientes e de baixo custo. Dessa forma, ferramentas geotecnológicas como o *software* TerraView são incentivadas pelo Ministério das Cidades. Por ser um *software* gratuito, o TerraView pode ser utilizado por municípios médios ou de baixa arrecadação de impostos para atualizar o banco de dados cadastrais visando a implantação de um CTM. E com isso, colaborar também no aumento da arrecadação municipal através do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano).

O objetivo principal deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade das geotecnologias para desenvolver métodos de atualização do Cadastro Técnico no município de União dos Palmares.

Para atingir este objetivo foram seguidas as seguintes etapas:

- Criar uma base cadastral para União dos Palmares/AL;
- Georrefenciar através do GoogleEarth, uma imagem de alta resolução;
- Elaborar através do Auto Cad Map arquivos no formato shapefile;
- Criar banco de dados cadastrais e georreferenciados, através do *software* TerraView.

1.1. Cadastro Territorial Multifinalitário - CTM

Segundo Loch e Erba (2007), a utilização mais remota que se tem conhecimento do cadastro é a sua aplicação fiscal, pelos caldeus, 4000 a.C. Ao longo da história, indianos, gregos, egípcios e europeus reafirmaram a importância do cadastro. Os egípcios em função das cheias do Rio Nilo, dispunham de inventário de terra onde ocupantes e confrontantes localizados em um sistema de coordenadas. Na Europa principalmente na Roma, por volta de 287 a.C., determinou o mapeamento de todo o Império Romano, visando um sistema tributário.

Em julho de 1807, Napoleão Bonaparte decreta um cadastro baseado no levantamento de todas as parcelas da França. Em setembro do mesmo ano, o ministro publica a lei. Entre 1807 e 1814 foram levantadas 37 milhões de parcelas em nove mil municípios. Em cadastro de 1807 foi o primeiro bem sucedido. O território de todos os municípios foi sistematicamente levantado por precisas medições, todas referenciadas a uma rede geodésica e a divisão do território eram “parcelar”. (PHILIPS, 2003)

Primeiros textos referentes à cadastros multifinalitários apareceram entre 1970 e 1980, quando McLaughlin (1975) e Williamson (1985) foram muito importantes para modernizar, desenvolver e divulgar o uso do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). A idealização do CTM contribuiu para o gerenciamento da posse e tributação da terra, assim como serviu de suporte às atividades de planejamento do uso do solo, desenvolvimento da terra, gestão ambiental e organização social. Alguns países como Alemanha, Áustria, a Europa Oriental e Central e parte da Escandinávia desenvolveram modelos robustos que foram a base do CTM. Os cadastros multifinalitários, baseados nas experiências europeias, foram utilizados no final do século XX e deram suporte ao desenvolvimento teórico da ciência cadastral (FIG, 1995; DALE e MCLAUGHLIN, 1999; KAUFMANN e STEUDLER, 1998).

O CTM é mundialmente considerado como uma ferramenta segura e confiável, visto que une informações que objetivam resolver problemas em diversas áreas como ambientais, econômicas, tecnológicas, etc. Tais informações devem ser acessadas por gestores de diferentes ramos sejam eles públicos e privados, empresários, investidores, acadêmicos, assim como a sociedade em geral. (IHLENFELD, 2009)

Para Garcia (2007) a diferença entre o CTM e um cadastro básico está na sua forma de integrar informações de áreas distintas, porém com o objetivo de dar suporte ao desenvolvimento de políticas públicas.

Segundo McLaughlin e Clapp (1977) a parcela é "uma unidade definida de forma inequívoca à terra em que os direitos e interesses são legalmente reconhecidos". Larsson (1991) reafirma a definição acima, e complementa que tanto a área quanto os interesses da unidade de terra devem ser contínuos.

A Tabela 1 apresenta uma pesquisa realizada pelo Comitê Permanente de Dados Geoespaciais das Américas (CP-IDEA) mostrando a realidade do Brasil e de alguns países em relação à existência de dados geoespaciais e do CTM. (ESTRADA et al., 2012)

Tabela 1. Consulta realizada em vinte países acerca da existência de dados geoespaciais. Fonte: CP-IDEA

Dados	Marco Geodésico	Limites	Relevo	Topografia	CTM	Nomes Geográficos
Argentina	X	X	X	X	X	X
Belize		X		X		
Bolívia	X			X		
Brasil	**X**	**X**	**X**	**X**		**X**
Canadá	X	X	X	X		X
Colômbia	X	X	X	X	X	
Costa Rica					X	
Cuba		X	X		X	X
Chile	X			X		
Equador	X	X	X	X	X	X
El Salvador	X		X	X	X	X
Guatemala	X	X	X	X		X
Guiana			X	X		
Jamaica	X	X	X	X	X	
México	X	X	X	X	X	X
Panamá	X	X	X	X		
Uruguai	X	X	X	X	X	X

1.2 Implantação de sistema cadastral integrando Google Earth e SIG

A integração entre as tecnologias do GoogleEarth e do SIG pode ser realizada utilizando-se *softwares* comerciais, tais como ArcGis, Global Mapper, Erdas, MapInfo ou através de *softwares* livres. Os *softwares* livres vêm passando por grandes avanços, principalmente após a criação da OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) e a implantação de novas funcionalidades no formato de plug-ins. Isto vem possibilitando ao usuário acessar uma gama de ferramentas que somente era possível nos programas comerciais. Outra vantagem é a possibilidade de definir os módulos de interesse do usuário e a robustez dos programas que conseguem até suplantar os *softwares* comerciais.

Não há nenhuma norma ou legislação que estabeleça os critérios técnicos padronizados para a organização do cadastral urbano. Este vazio normativo provoca, na prática, uma situação de confusão de conceitos cadastrais, além de sistemas cadastrais ineficientes, incapazes de apresentar dados reais de seus respectivos territórios. Diagnósticos realizados em cadastros de várias prefeituras de municípios brasileiros apontam falhas no sistema de gestão cadastral, nos quais podem ser encontradas diferentes inconsistências cadastrais, tais como: dados incorretos, incompletos ou desatualizados (PELEGRINA, 2008).

2. Metodologia de Trabalho

Para desenvolvimento deste projeto piloto foi realizada uma setorização a partir dos setores censitários do IBGE, visto que a prefeitura de União dos Palmares não era dotada de um banco de dados informatizado e sua base cartográfica não estava georreferenciada.

Então o município como um todo foi ressetorizado a partir de dados confiáveis e assim para área de estudo foi desenvolvido em função das quadras 50, 55, 60 e 65, no Bairro José Correia de Araújo. Foi utilizado um aplicativo SIG, pra visualizar e analisar as quadras. Nesse caso foi o usado TerraView, *software* desenvolvido pelo INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), e construído sobre a biblioteca de geoprocessamento TerraLib.

Utilizando uma imagem de alta resolução do satélite WorldView-2, disponibilizada pela Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio do estado de Alagoas (Seplag), e através do AutoCad Map, um programa de fundamental importância, para edição de quadras, lotes e setores onde pode ser gerado arquivos no formato shapefile.

Para a função de georreferenciamento foi utilizado o GoogleEarth, que é um programa desenvolvido e distribuído pela Google cuja função é apresentar modelo tridimensional do globo terrestre construído a partir de levantamentos aerofotogramétricos e imagens de satélites obtidas em fontes diversas.

2.1. Área de estudo

A área do município de União dos Palmares/AL é definida pelas coordenadas 9°10’18” Sul e 36°1’16” Oeste (Figura 1).

Figura 1. Mapa de Localização

2.2. Equipamentos e *softwares*

O equipamento utilizado foi um microcomputador, com a seguinte configuração: processador de 2.60 GHz, 4 GB de memória RAM, Sistema Operacional de 64 Bits.

Programas computacionais utilizados:

- AutoCad Map 2014: Proporciona acesso a dados de GIS e mapeamento para suporte a planejamento de projeto e gerenciamento de dados. Utilizado para a manipulação e edição dos arquivos Computer Aided Drawing (CAD) e conversão destes arquivos para shapefiles (licença para 30 dias);
- TerraView 4.2.0: programa SIG gratuito, desenvolvido pelo INPE, disponível através do site http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php;
- GoogleEarth 7.1.2: principal função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de um mosaico de imagens de satélites, imagens aéreas e GIS 3D. Usado para o georreferenciamento da imagem QuickBird;
- Excel;
- Access.

3. Resultados e Discussão

3.1 Criação da base cadastral georreferenciada

Para criação de uma nova Base Cadastral foram utilizados arquivos no formato shapefile, adquiridos através do site do IBGE.

Para desenvolvimento de uma nova base cadastral foi importante, usar o arquivo disponibilizado pelo IBGE. Através do TerraView, criamos um banco de dados chamado Base_Cadastral, usando a ferramenta de pesquisa para localização do município, nesse caso União dos Palmares.

Depois de criada uma vista com o Município, foi feita uma consulta por atributos, separando assim, a parte rural da urbana e o município de União dos Palmares, sendo ele composto por mais um distrito chamado de Rocha Cavalcante.

Com a área urbana já selecionada, podemos assim começar a separação dos setores do município (Figura 2).

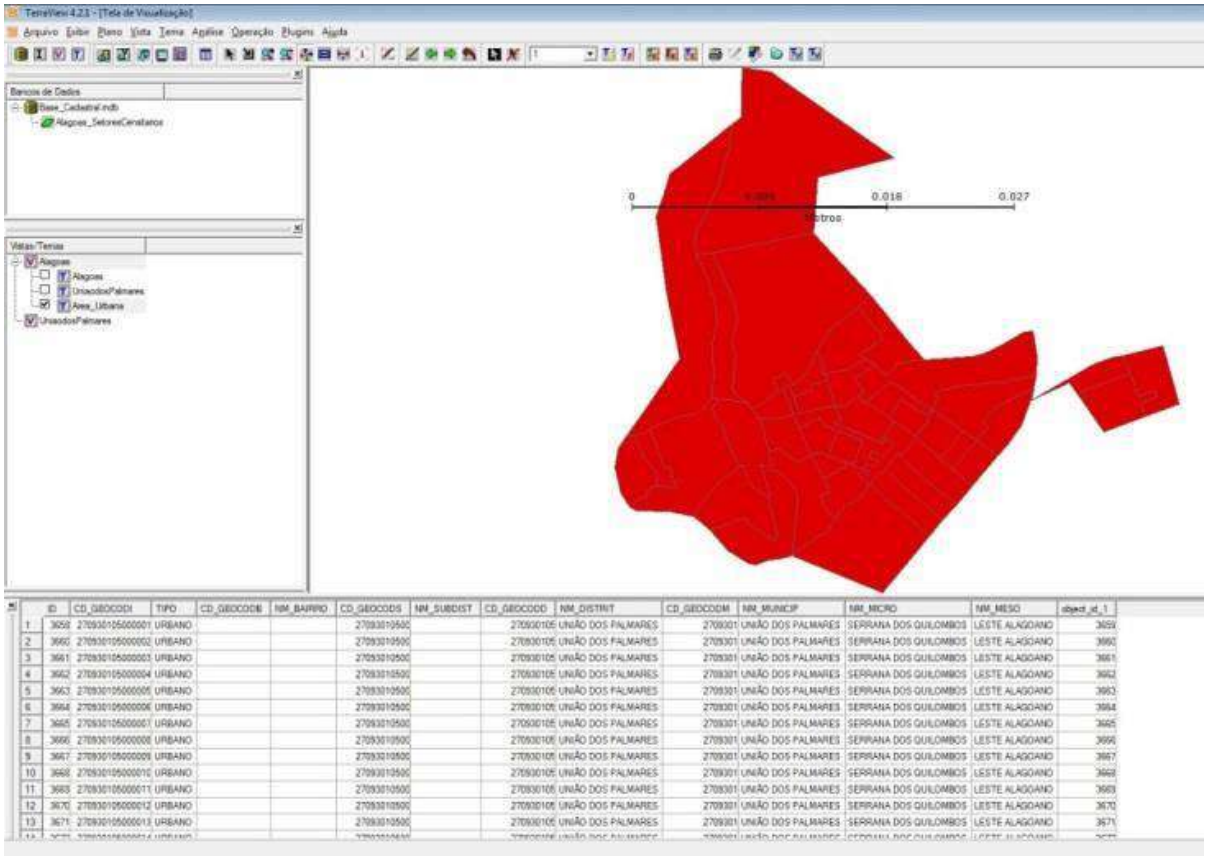


Figura 2. Área Urbana: Distrito União dos Palmares.

O município de União dos Palmares foi dividido em quatros setores (050, 100, 150 e 200), para uma melhor visualização e estudo (Figura 3).

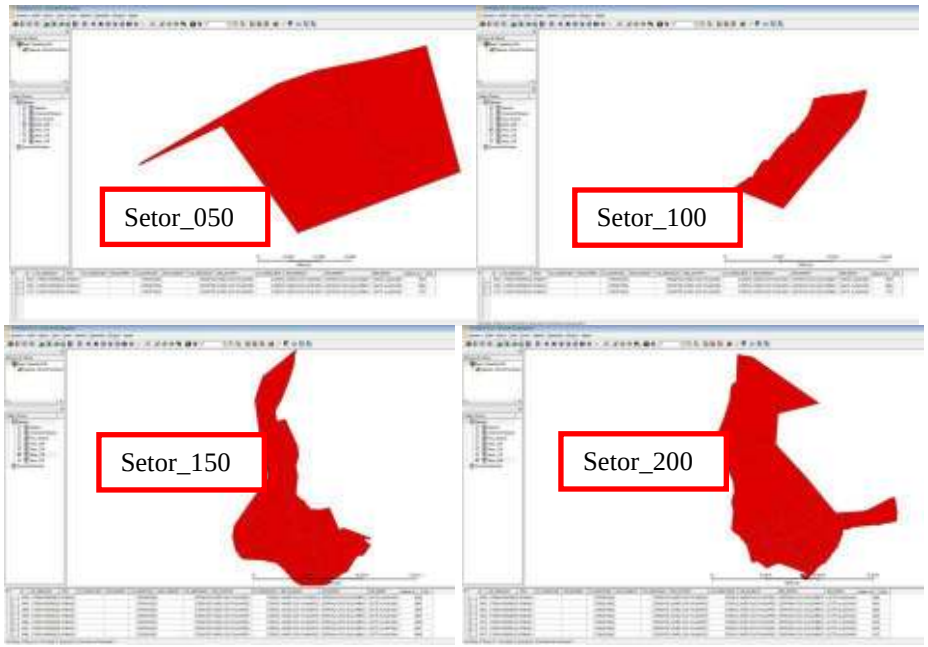


Figura 3. Setores 050,100, 150 e 200 (*TerraView 4.0*).

Depois dos setores devidamente separados, pra uma melhor visualização foi feito uma junção deles no AutoCad Map (Figura 4).

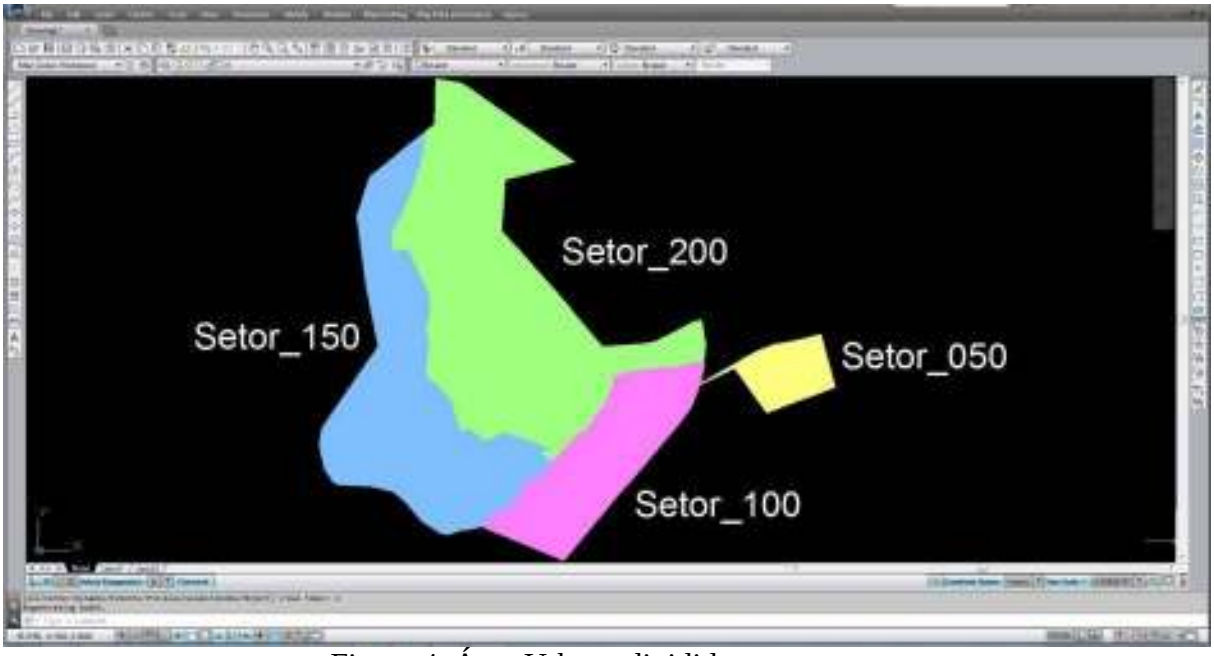


Figura 4. Área Urbana dividida em setores.

3.2. Criação do banco de dados

Para elaboração de um banco de dados, foi feita uma tabela com os principais atributos do cadastro. Essa etapa teve grande importância para a pesquisa, já que os dados associados com o banco de dados e as informações geográficas servem para a realização de consultas para um SIG.

Os atributos, utilizados foram os seguintes: Setor, Quadra, Lote, Sub-lote, Inscrição, Natureza, Nome do Proprietário, Logradouro, Número, Área do Terreno, Área Construída, Testada, Uso, Limitação, Pedologia e Ocupação.

Os dados foram organizados em uma tabela, para que fosse feita a ligação. Em seguida, a tabela foi salva no formato DBF já que o formato é compatível com o TerraView.

3.3. Conversão de dados para o TerraView

A conversão dos dados do formato dwg para shape com o uso do AutoCad Map, foi necessária pois o TerraView não é capaz de manipular diretamente o formato.

Depois da imagem devidamente georreferenciada, foram criados os *layers* de Lote, Quadra e Logradouro, desenhados sobre a imagem, para posteriormente gerar os arquivos em formato shapefile, utilizado pelo TerraView (Figura 5).

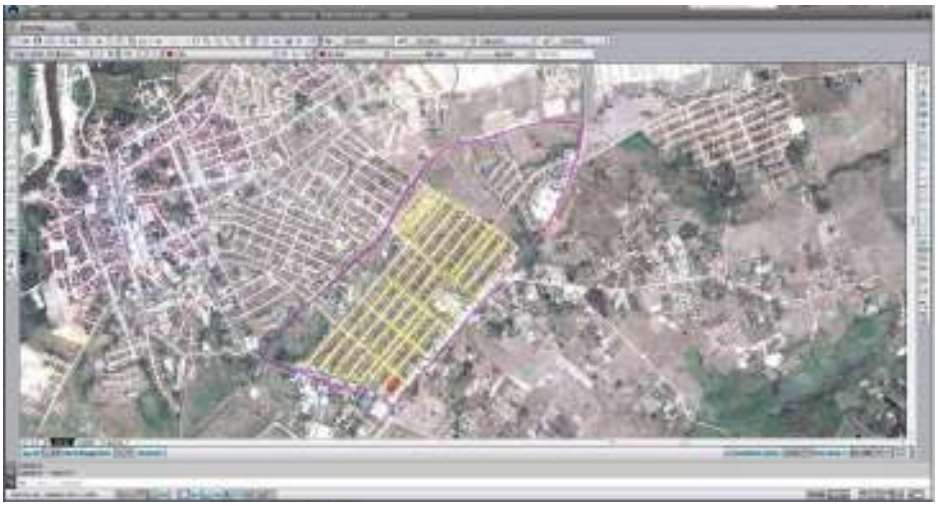


Figura 5. Criação de Lotes, Quadras e Logradouro.

4. Conclusões

Com a utilização de ferramentas de geoprocessamento, em específico o SIG, essa pesquisa foi capaz de contribuir em atividades de planejamento urbano pela prefeitura de União dos Palmares/AL, assim como por outras prefeituras do estado de Alagoas.

Observou-se que os objetivos de uma futura capacitação foram atingidos e permitirá que o servidor municipal consiga adquirir os conhecimentos, além de incentivar a criação, atualização ou modificação do cadastro no município. A implantação do CTM utilizando o *software* TerraView reflete a importância do conhecimento do território, visando atender as demandas de gestão pública. Ao mesmo tempo reforça a tecnologia como força propulsora de criação de novas ferramentas para o planejador.

Devido à existência de uma estrutura administrativa menos complexa e base de dados menos volumosa, a prefeitura de União dos Palmares é potencialmente mais apta a gerar um processo de reconstrução organizacional que permita a adição de um SIG, bem mais sucedida.

Observou-se que criando uma base cadastral a partir da imagem no AutoCad Map e gerando os arquivos shapefile para manipulação no TerraView, o problema seria a atualização desses dados, porque teriam que sempre trabalharem em ligação, para não haver divergência.

Já o TerraView, possui funcionalidade suficientes que possam contribuir para com as atividades básicas de um planejamento e gestão de prefeituras.

No entanto, notou-se que o *software* TerraView apresentou certas limitações, como janelas em inglês, falhas em consulta de atributos e até mesmo em ações da vetorização. O TerraView é uma ferramenta de grande potencial, porém necessita de pequenas modificações estruturais, a fim de garantir uma maior acessibilidade ao *software*.

Por fim, conclui-se que essa pesquisa contribuiu para uma melhor tomada de decisão, a cerca do cadastro territorial municipal, para as prefeituras.

Referências Bibliográficas

DALE, P. F.; MCLAUGHLIN, J. D. Land information management. Oxford University Press, New York, pp. 1-14, 1988.

ESTRADA, L.; RAZO, A.; STUVEN R. Arquitectura de una IDE. In: Bernabé-Poveda, M.A.; López-Vázquez, C.M. (Org.). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Madrid: UPM-Press, Serie Científica, 2012, v. , p. 287-298.

GARCIA, R. C. O que é preciso saber sobre o cadastro técnico multifinalitário. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2007. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

IHLENFELD, R. Cadastro Técnico Multifinalitário: Uma ferramenta para o desenvolvimento e a sustentabilidade do APL da madeira na região do vale médio Iguaçu. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento regional da Universidade do Contestado – UnC – Campus Universitário de Canoinhas- SC, 2009.

KAUFMANN, J.; STEUDLER, D. Cadastre 2014 – a vision for a future cadastral system. FIG, Commission 7, july 1998. 38p. Disponível em:<http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf>. Acesso em 15/04/2011.

LOCH, C.; ERBA, D. A. Cadastro Técnico Multifinalitário: rural e urbano. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

MCLAUGHLIN, J. D. The Nature, Design and Development of Multi-Purpose Cadastres. PhD Thesis, University of Wisconsin-Madison, Wisconsin, United States. 1975.

MCLAUGHLIN, J. D; CLAPP, J. Toward the development of multipurpose cadastres. Journal of the surveying and mapping division, ASCE, 103 (SU1), pp. 53-73, 1977.

PELEGRINA, M.; MOLLER, L.F.C; BASTOS, L. C.; HOCHHEIM N. Importância da análise da consistência cadastral aplicada ao Cadastro Fiscal (Fiscal). In: II SIMGEO (Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação), Recife, 2008.

PHILIPS, J. O Cadastro Napoleônico. Boletim Eletrônico do IRIB, n.829, set.2003. Disponível em: <http://www.irib.org.br/html/boletim/boletim-iframe.php?be=3008>. Acesso em: 01 maio de 2014.

WILLIAMSON, I. P. Cadastres and Land Information Systems in common Law Jurisdictions. Survey Review, 28 No 217, July, 114-119. 1985.

Uso do Sensoriamento Remoto no estudo das ilhas de calor nos bairros da região Leste de Teresina – PI.

Maria do Espírito Santo Abreu da Rocha [1]
Cilene Araújo Silva[1]
Diego da Silva Carvalho[1]
Daniel Silva Veras[1]

[1] Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Piauí - IFPI, Praça da Liberdade,1597 – Centro, Teresina - PI, Brasil, CEP 64000 - 040
{maryasantorocha@hotmail.com, cilenefutsal@hotmail.com, diegosilva.carvalho@hotmail.com, danielveras@ifpi.edu.br}

Abstract: The vegetation presents itself as an important factor for reducing heat islands because it uses solar radiation in photosynthesis while minimizing the effects of this phenomenon, as the absorption of solar radiation helps in lowering the temperature and relative humidity; contributes to the reduction of air pollution and a change in the speed and direction of winds, which provides greater cooling of the urban environment; Finally, the vegetation helps filter the air and prevent flooding. Notwithstanding the benefits of green areas, large urban centers are characterized by the replacement of vegetation by asphalt, concrete and big buildings, which use coating materials that, by having low solar reflectance, end up absorbing a high proportion of the incident radiation. This study aims to identify the occurrence of pockets or islands of heat in the neighborhoods that make up the eastern part of the city of Teresina / PI. To achieve this goal will be used Landsat satellite images of eight.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Ilhas de Calor, Teresina.

1. INTRODUÇÃO

Ilha de calor consiste em um fenômeno climático que ocorre, principalmente, nos grandes centros urbanos, sendo caracterizado pela elevação de temperatura em alguns pontos da cidade, especialmente, nas zonas centrais. Essa anomalia climática tem sua origem relacionada a diversos fatores, como poluição atmosférica, pavimentação, diminuição da área verde, construção de prédios impede a passagem do vento, dentre outros fatores responsáveis pelo aumento da retenção de calor na superfície.

Nos locais menos urbanizados, nos quais há maior preservação da vegetação, a radiação solar, normalmente, é absorvida pelo solo e refletida na sua superfície para as camadas mais altas da atmosfera. A radiação, também, é absorvida pela vegetação, que a devolve por meio da evapotranspiração, diminuindo-se, dessa forma, a quantidade de calor.

Em outros termos, a vegetação se apresenta como importante fator de redução das ilhas de calor porque utiliza a radiação solar no processo de fotossíntese, minimizando os efeitos desse fenômeno sob os seguintes aspectos: a absorção de parte da radiação solar auxilia na diminuição da temperatura e da umidade relativa do ar; contribui para a redução da poluição atmosférica e a modificação da velocidade e direção dos ventos, o que proporciona uma maior refrigeração do ambiente urbano; finalmente, a vegetação ajuda a filtrar o ar e a evitar alagamentos. Ademais, destaca-se que a vegetação possui valor estético e está relacionada diretamente ao lazer urbano.

Não obstante os benefícios das zonas verdes, os grandes centros urbanos são caracterizados pela substituição da vegetação por asfalto, concreto e grandes edifícios, os

quais utilizam materiais de revestimento que, por terem baixa refletância solar, terminam por absorver uma parcela elevada da radiação incidente. A radiação absorvida por esses materiais é convertida em ondas de calor, as quais ficarão armazenadas durante a maior parte do dia, formando, dessa maneira, as ilhas de calor, e só escapando no período da noite.

A cidade de Teresina está localizada entre as coordenadas 5º05'12" S e 42º 48'42"W, situando-se numa região próxima a Linha do Equador. Devido a essa proximidade a cidade recebe grande intensidade de raios solares e, por conseguinte, de radiação solar, o que contribui para o seu clima tropical subúmido quente, com duração do período seco de seis meses, apresentando variação térmica de 22° C a 38° C. Em outros termos, a localização de Teresina confere condições desfavoráveis a sua situação térmica e a da sua população, posto que, interfere diretamente nas suas condições climáticas, isto é, no sistema de chuvas, na ausência de ventos e na umidade do ar, conferindo a cidade, na maior parte do ano, altas temperaturas.

Ademais, destaca-se que com o elevado crescimento urbano nos últimos anos, Teresina vem sofrendo um significativo aumento térmico, em decorrência: do crescimento das construções de edifícios e do asfaltamento, o que ocasiona a redução de espaços para a livre circulação do ar; do aumento da quantidade de veículos em circulação e, consequentemente, da emissão de gás carbônico e outros gases poluentes, bem como, da redução das zonas verdes de Teresina. Tudo isso, somado a predisposição climática da cidade, vêm contribuindo para o aparecimento das ilhas de calor e, por sua vez, para o aumento do desconforto térmico da população.

O presente trabalho objetiva identificar as ilhas de calor das principais vias da região leste da cidade de Teresina e relacionar a diminuição da cobertura vegetal com o aumento da temperatura.

2. METODOLOGIA

A cidade de Teresina está localizada na região centro-norte do Estado Piauí, às margens do rio Parnaíba. Ela é a capital e o município mais populoso do estado, estando a 366 km do litoral, sendo assim, a única capital da Região Nordeste que não é banhada pelo Oceano Atlântico.

Está localizada na latitude 05°05'20'' Sul e na longitude 42°48'07'' Oeste, em uma altitude de 72 metros, por essa baixa altitude e por encontrar-se nos limites da área semiárida do nordeste apresenta clima megatérmico, dos mais quentes do Brasil e subúmido do tipo seco. As temperaturas registradas são elevadas durante todo o ano, variando entre os extremos de 38,0°C e 22,0°C. A cidade apresenta uma população de 814.230 habitantes, (IBGE 2010), uma área de 1.391,981 km^2 e uma densidade demográfica de 584,94 hab/km^2.

Teresina é a terceira cidade onde mais acontecem sequências de descargas elétricas no mundo, por isso a cidade é conhecida como "Chapada do Corisco". Ela é também conhecida por Cidade Verde, codinome dado pelo escritor maranhense Coelho Neto, em virtude de ter ruas e avenidas entremeadas de árvores. É um município com crescimento galopante, prova disso é o crescimento que ocorreu nas últimas décadas, atualmente com uma população de quase 1 milhão de habitantes (Figura 01).

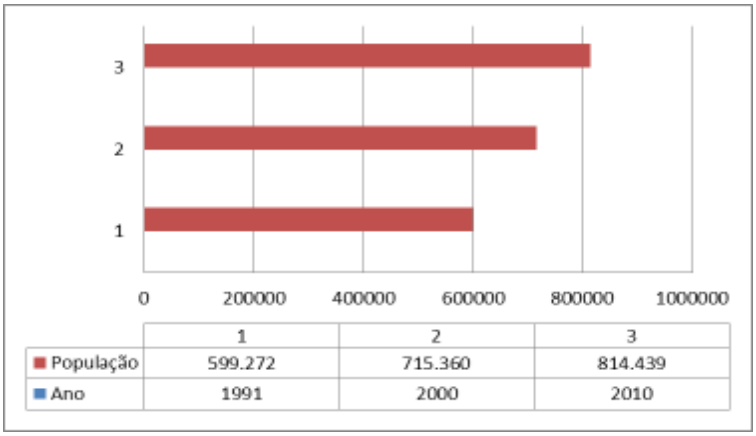


Figura 01: Crescimento Populacional de Teresina; Adaptados da CEPRO.

A cidade está dividida em 113 bairros distribuídos para fins administrativos em quatro Administrações Regionais: Centro – Norte, Leste, Sul e Sudeste. A Região Leste foi criada pela Lei N° 2960 de 26 de Dezembro de 2000, possui uma área urbana de 63,45 km^2 e uma população de 156.671 habitantes. É composta por 27 bairros: Campestre, Fátima, Horto, Ininga, Jóquei, Morada do Sol, Morro, Noivos, Novo Uruguai, Pedra Mole, Piçarreira, Planalto, Porto Centro, Recanto das Palmeiras, Samapi, Santa Isabel, Santa Lia, São Cristóvão, São João, Satélite, Socopo, Tabajaras, Uruguai, Vale Quem Tem, Vale do Gavião, Verde Lar, Zoobotânico. Esses bairros são os objetos do estudo. (Figura 02).

A ocupação desta região aconteceu por volta dos anos 1960, quando se iniciaram as vendas dos primeiros loteamentos, para as famílias com alta poder aquisitivo. A área foi destinada inicialmente para uso habitacional, com grandes lotes e com residências que possuíam grandes áreas verdes.

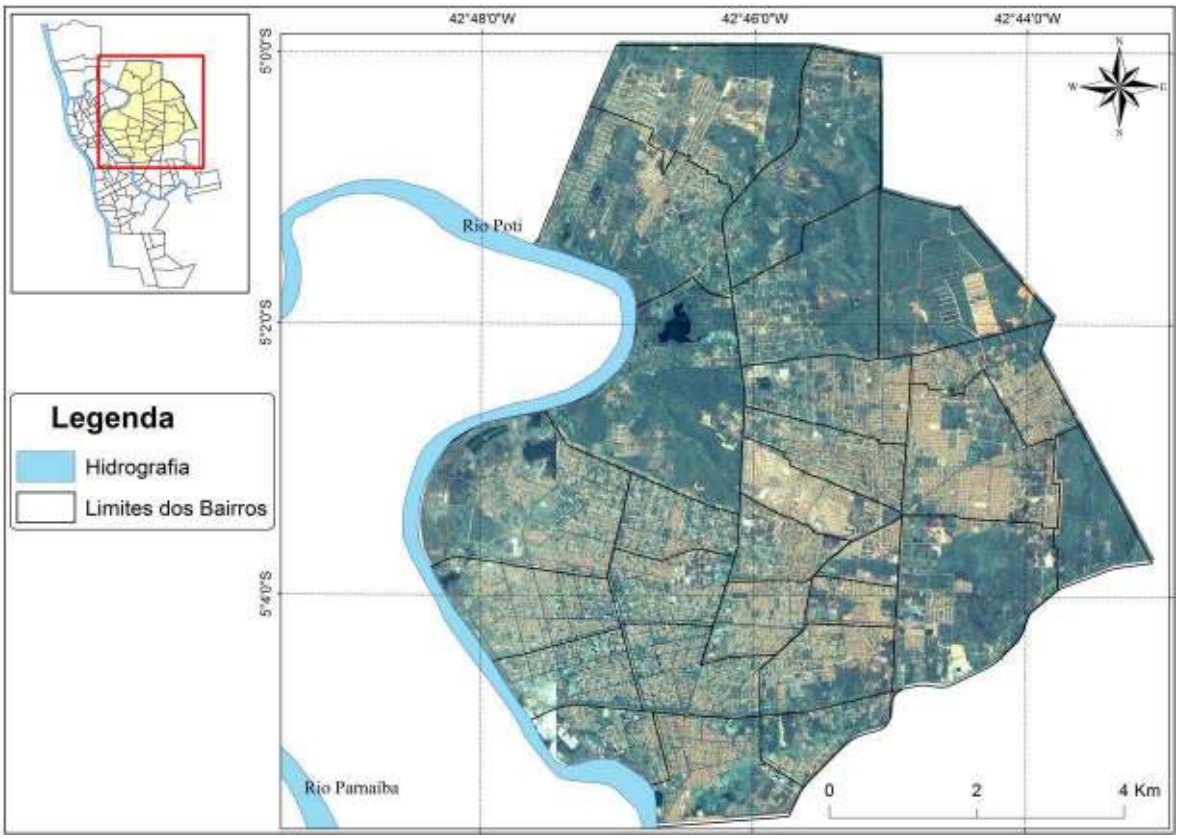


Figura 02: Localização da área de estudo

A região de estudo acompanhou o crescimento da cidade e prova disso é crescimento ocorrido nos últimos anos (Figura 03). Segundo ALBUQUERQUE (2002) no início do povoamento a mesma era conhecida como área nobre e de clima frio o que atraiu a população mais abastada.

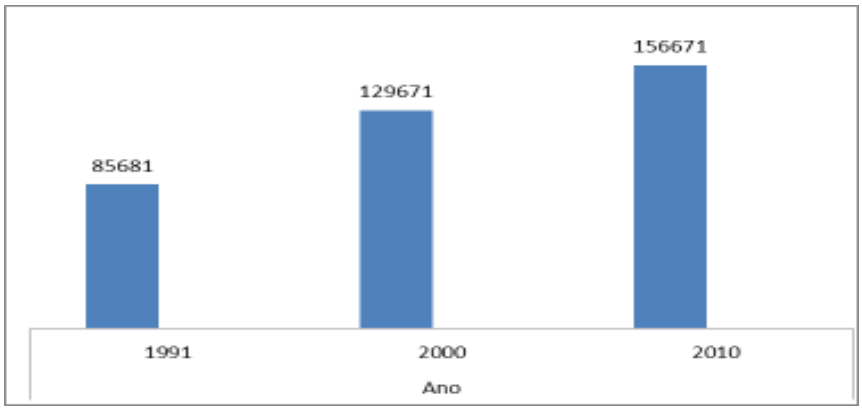


Figura 03: Crescimento da População da Região Leste.

Para traçar as ilhas de calor da área foi realizado a aquisição de imagens orbitais do satélite Landsat 8, disponibilizadas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). As imagens passaram por uma organização e tratamento no *software QuantumGis* 2.4.0, que começou com o recorte da imagem da banda 10 (infravermelho termal) da área de interesse (Imagem), seguido do uso dos parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza (NC) da imagem para radiância, depois para temperatura Kelvin, Segundo as equações 1 e 2.

$$\mathbf{L}_{\lambda} = \mathbf{M}_{L} * Q_{cal} + \mathbf{A}_{L} \qquad (1)$$

Tabela 01: Elementos e valores da formula de conversão para rediância extraidos da imagem do Lansat – 8, banda 10.

$\mathbf{L}_{\lambda}$	Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts (m^2 sr µm)
$\mathbf{M}_{L}$	Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04
$\mathbf{A}_{L}$	Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000
Q_{cal}	Valor quantizado calibrado pelo pixel em NC = Imagem banda 10

$$T = \frac{K2}{In\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \qquad (2)$$

Tabela 02: Elementos e valores da constante de calibração extraidos do metadados da imagem do Lansat – 8, banda 10.

T	Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K)
K*2*	Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)
K*1*	Constante de calibração 1 = 774.89 (K)
$\mathbf{L}_{\lambda}$	Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts (m^2 sr µm)

A equação 01 vai converter os níveis de cinza para radiância e a segunda transformar os valores obtidos com a equação 1 em temperatura de valor em Kelvin. Após essa etapa os valores de temperatura Kelvin foram subtraídos pelo seu valor absoluto (273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C). A junção das duas forma uma única equação: TC= (1321.08/Ln(774.89/(3.3420E-04* "LC82190642013212LGN00_B10.TIF"+ 0.10000)+1))-273.15 (Figura 04).

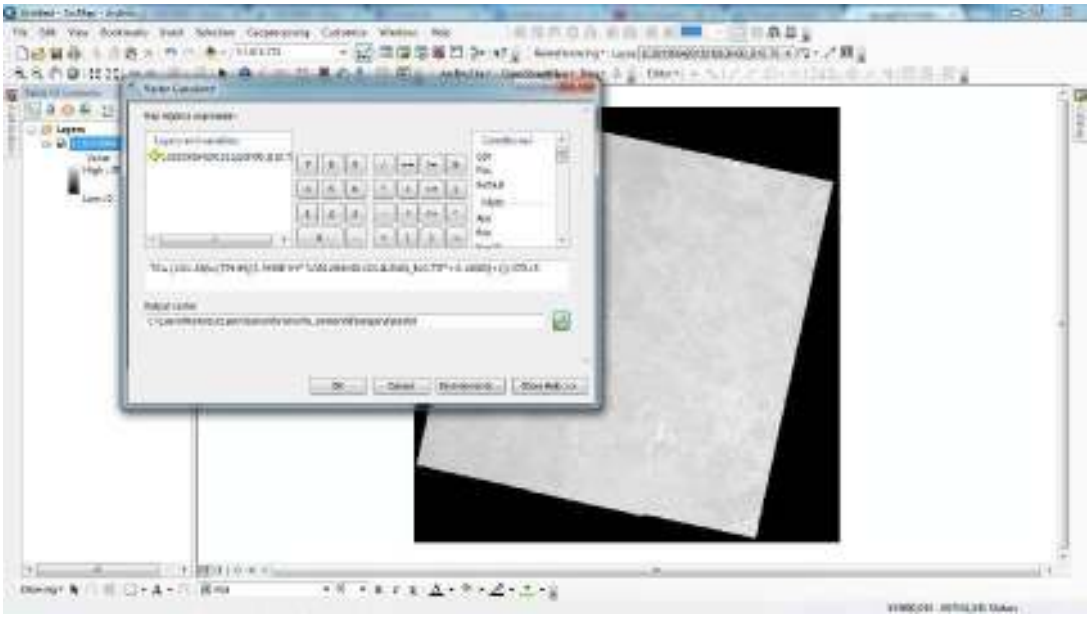


Figura 04: Captura da tela do ArcGis 10.1 com a banda 10. Na janela da calculadora raster.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

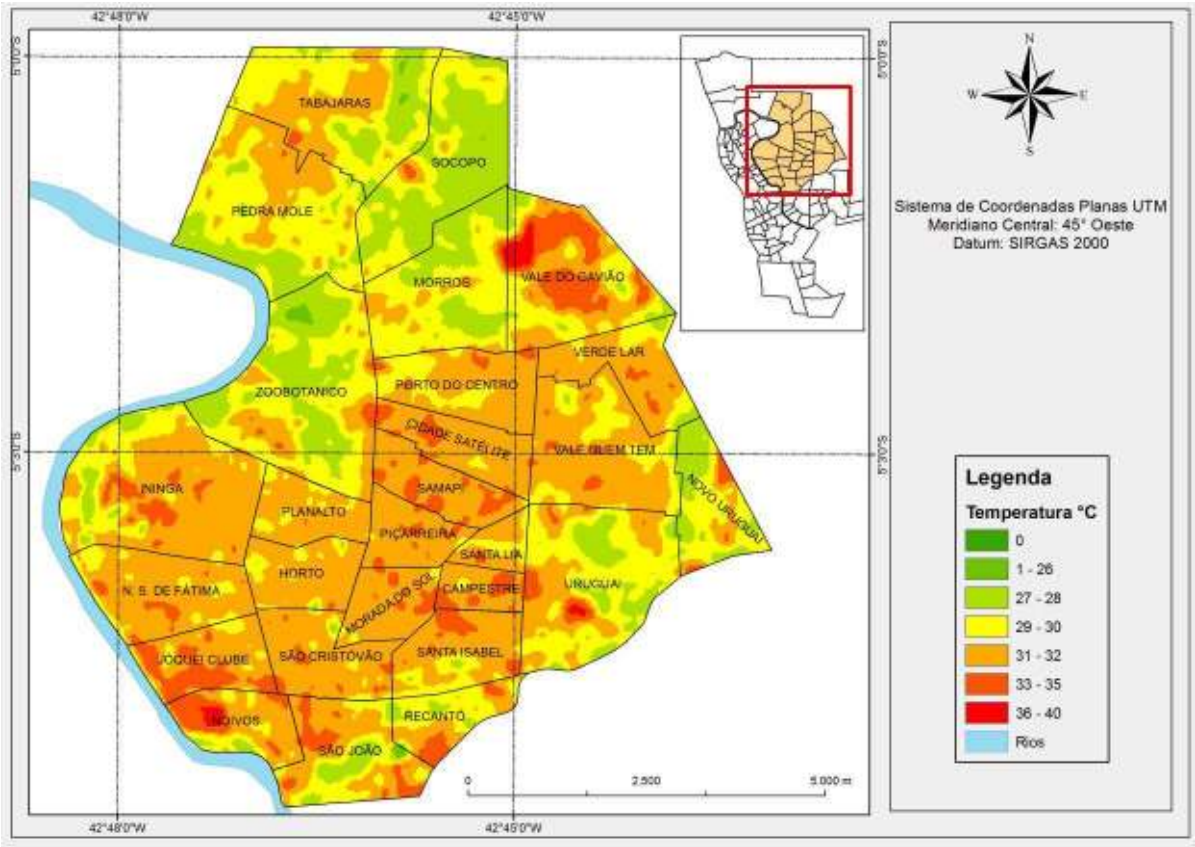


Figura 05: Mapa de Temperatura da Região.

A falta de planejamento urbano, indicados nesse caso pelo crescimento habitacional desordenado e desestruturado e, também pela massificação de centros urbanos, são os principais condicionantes para o aparecimento das ilhas de calor.

A disposição das áreas com temperaturas mais elevadas se justificam pela substituição da cobertura vegetal por espaços impermeáveis, neste caso, exemplificadas por edificações e

pavimentações. Pontualmente, a região compreendida principalmente pelo bairro Noivos onde encontram-se os shoppings centers, com suas extensas áreas de estacionamento. Citável igualmente a extensão denotada pelo bairro Vale do Gavião, que por sua vez possui notável exemplo de desalinhamento urbano, definidas por desarborização desenfreada.

O distinto trabalho expressa a necessidade para que se deem mais importância para as áreas verdes no manejo urbano, e que se controle o desordenamento habitacional. Priorizar a organização das cidades, conservar e criar espaços com predominância de vegetação arbórea, como jardins públicos, praças, e parques contribuem para áreas com temperaturas mais agradáveis e, consequentemente melhor qualidade de vida.

4. CONCLUSÕES

A análise do campo térmico dos bairros mostra que a pouca distribuição das áreas verdes e grandes áreas urbanas de alta densidade, com regiões impermeabilizadas, são o grande foco das maiores temperaturas, juntamente com o adensamento das construções e a pouca cobertura vegetal causam aumentos na temperatura local e uma homogeneização na temperatura de superfície, com grandes contrastes em relação ao seu entorno.
Fica claro a necessidade de manutenção das áreas verdes existentes e a criação de novas áreas, além do controle das áreas impermeabilizadas, principalmente ás próximo aos shoppings centers e as edificações com pavimentos.

REFERÊNCIAS:

Albuquerque, M. M. **Relação entre o uso e ocupação do solo e variáveis climáticas: Estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí**. Teresina: 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, 2012.

Alves, A. C. N. A influência da vegetação e da ocupação do solo no clima urbano: um exercício analítico sobre a avenida paralela. Artigo online: file:///C:/Users/ibytef13/Downloads/13-56-1-PB.pdf. Data 19/10/14 às 20:57.

http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=244. Data 19/10/14 às 20:21. Título: O que são ilhas de calor. Secretaria da Educação do Paraná.

-http://www.infoescola.com/clima/ilha-de-calor/. />. Acesso em: 19/10/14 às 20:12. Por Caroline Faria. Título: Ilha de Calor.

Uso e cobertura do solo na bacia do rio Jacarecica (Maceió – AL) utilizando imagem Quickbird

Edson de Oliveira Souza[1]
Rosilene Mendonça Nicácio Jimenéz[2]
Michely Libos[3]

[1]União das Faculdades de Alagoas – UNIFAL
Rua Barão de Jaraguá, 398 – Jaraguá, Maceió – AL, Brasil, CEP 57022-140
edson_eng_agri@yahoo.com.br

[2]Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP 57072 -900
rmnicacio@gmail.com

[3]Instituto Federal de Alagoas – IFAL
Rua Lourival Alfredo, 176 – Poeira, Marechal Deodoro – AL, Brasil, CEP 57160-000
mlibos@gmail.com

Abstract. The use and soil cover in the Maceio-AL region has had many transformations with a great increase in its urban area. With the advancement of this disorderly urbanization occur numerous problems related to increased environmental degradation of watersheds, resulting in damages to natural resources. In this context and considering that the Jacarecica's watershed is situated in an area subject to human disturbance processes, this study aimed to diagnose the use and soil cover in the Jacarecica's watershed. For this was made a supervised classification using the maximum likelihood algorithm (MAXVER) in a Quickbird satellite image. The application of the proposed methodology resulted in a map of use and soil cover with satisfactory precision, ratified by Kappa coefficient and overall accuracy index. The results also showed that the Jacarecica river basin, despite being inserted in an urban area, preserving an area around 38% of vegetation. This river basin has areas for agriculture, about 17%, dominated the cultivation of sugarcane; and that approximately 28% of exposed soil area was mostly found in the Antares neighborhood region.

Palavras-chaves: supervised classification, algorithm of maximum likelihood, use and soil cover, classificação supervisionada, algoritmo da máxima verossimilhança, uso e cobertura do solo.

1.0. INTRODUÇÃO

Com a interferência do homem no uso e cobertura do solo, é estabelecido um cenário de acelerada modificação dos recursos naturais, com impactos na qualidade do solo, nos recursos hídricos e na cobertura vegetal (CRUZ *et al*., 2011). Segundo Ribeiro (2009), com as várias alterações que ocorrem no meio ambiente nos dias de hoje, surge a necessidade de detectar as modificações em um espaçamento de tempo em algumas áreas, com o intuito de proteger e assegurar a qualidade do meio.

A análise espacial terrestre se tornou mais eficaz com o avanço das geotecnologias, dentre estas se destaca o Sensoriamento Remoto, que segundo Novo (2008), pode ser definido como sendo a obtenção de dados a partir da mensuração e identificação da interação dos alvos com a radiação eletromagnética. A disseminação de imagens orbitais e de ferramentas de processamento digital tornou a utilização das geotecnologias um item de suma importância

em estudos de análise ambiental. Para Cruz *et al*., (2011), o uso e cobertura do solo em bacias hidrográficas têm sido constantemente utilizados como indicadores de qualidade ambiental.

Os mapas de uso e cobertura do solo é um dos principais instrumentos de detecção de mudanças da paisagem de uma região, e podem ser obtidos a partir de imagens orbitais. As imagens de alta resolução espacial, tais como as do *Quickbird* e *Worldview*, são produtos em ascensão devido ao seu potencial de fornecer informações detalhadas sobre a superfície terrestre. Motivado por um melhor entendimento da distribuição de uso e cobertura do solo, já que este pode promover alterações nos fluxos radiativos e energéticos, relevantes em análises hidrológicas, este estudo teve como objetivo gerar um mapa de uso e cobertura do solo para a bacia do rio Jacarecica, utilizando uma imagem *Quickbird* e o processo de classificação supervisionada associada ao algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER).

2.0. METODOLOGIA DE TRABALHO

A bacia do rio Jacarecica está situada no município de Maceió - AL. Trata-se de uma bacia relativamente pequena, drenando uma área de 25,73 km^2 e seu canal principal possui 13 km de extensão, estando compreendida entre as coordenadas geográficas 9º32’33’’S e 9º37’56’’S de latitude, 35º41’06’’O e 35º45’00’’O de longitude, no Datum SAD69 (Figura 1) (GUIMARÃES JR., 1995).

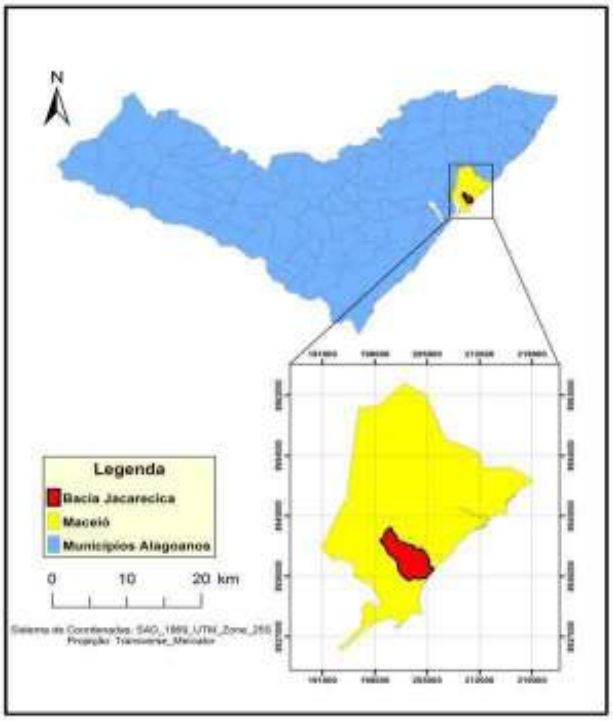


Figura 1 - Localização da bacia do rio Jacarecica.

A metodologia utilizada foi dividida nas seguintes etapas: 1) Montagem do mosaico de imagens *Quickbird*; 2) Edição do arquivo vetorial (formato *shapefile*) do contorno da bacia hidrográfica; 3) Enquadramento da imagem *Quickbird* envolvendo a área da bacia hidrográfica; 4) Aplicação da Classificação supervisionada na imagem, na área de interesse, utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER); 5) Avaliação da acurácia da classificação supervisionada.

Para a montagem do mosaico foi utilizado um conjunto de 36 recortes de imagens *Quickbird* de 15 de agosto de 2005, que cobre todo Município de Maceió. Estas imagens

foram cedidas pela prefeitura de Maceió, através de um convênio com a Universidade Federal de Alagoas, representada pelo Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDEMA. As imagens *Quickbird* adquiridas estão no formato *Tiff* e possuem resolução espacial de 2,44 m nas bandas multispectrais. As imagens cedidas pela prefeitura já estavam corrigidas geometricamente e apresentavam compatibilidade com a base cartográfica de Maceió. Desta maneira, estas imagens apresentavam projeção UTM, zona 25 Sul, com Datum SAD69.

O arquivo vetorial no formato *shapefile* utilizado como contorno da bacia do rio Jacarecica foi obtido através do portal eletrônico da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH – AL), <semarh.al.gov.br>, a partir do *link* do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). De posse deste arquivo, foi realizada uma edição do arquivo *shapefile* com o *software Arcgis 10.1*, através da ferramenta *edit shape*, com base na imagem Quickbird e no modelo digital de elevação (MDE) SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) da área em estudo. O MDE utilizado neste estudo foi disponibilizado pela EMBRAPA, com resolução espacial de 90 metros, no endereço eletrônico <www.relevobr.cnpm.embrapa.com.br/download/>. Essa edição do arquivo vetorial consistiu em melhor ajustar os limites da bacia de acordo com os seus divisores de água (Figura 2).

Para o processo de classificação supervisionada da imagem, foram selecionadas amostras de treinamento para as seguintes classes: água, vegetação nativa, agricultura, nuvens, sombreamento, solo exposto, área urbana e área de queimada. É importante mencionar que algumas destas classes, tais como vegetação nativa, água e solo exposto, foram divididas em subclasses, visando definir amostras o mais homogêneas possível para o processo de classificação. A necessidade desta subdivisão das classes está associada a uma melhor descriminação dos alvos da superfície, sobretudo associadas a alta resolução espacial da imagem. No entanto, para a análise quantitativa, estas subclasses foram concatenadas.

O processo de amostragens para a realização da classificação supervisionada, com algoritmo MAXVER, foi realizado no *software Erdas Imagine* 2011. Inicialmente foram definidos conjuntos de amostras de treinamento para cada classe de uso e cobertura. Essas amostras são pequenas áreas delimitadas sobre a imagem, que correspondem, a locais no terreno, representativos para cada classe (RICHARDS, 1986; NOVO, 2008). Em cada amostra tomou-se o cuidado de se evitar áreas que pudessem pertencer a classes diferentes, também se evitou incluir nas amostras de treinamento as regiões próximas a fronteiras entre duas classes de cobertura diferentes.

Segundo Lillesand *et al*. (2004), uma classe espectral pode conter várias amostras de treinamento. Quando é delimitado um conjunto de treinamento para uma determinada classe, deve-se analisar diferentes locais dentro da cena. Para determinada classe espectral, é mais viável definir, por exemplo, 20 amostras em locais diferentes contendo cada uma 40 *pixels*, do que uma amostra coletada em apenas um local contendo 800 *pixels*. A dispersão dos locais pela cena aumenta a possibilidade do conjunto de treinamento representar mais adequadamente a variação das coberturas presentes na cena.

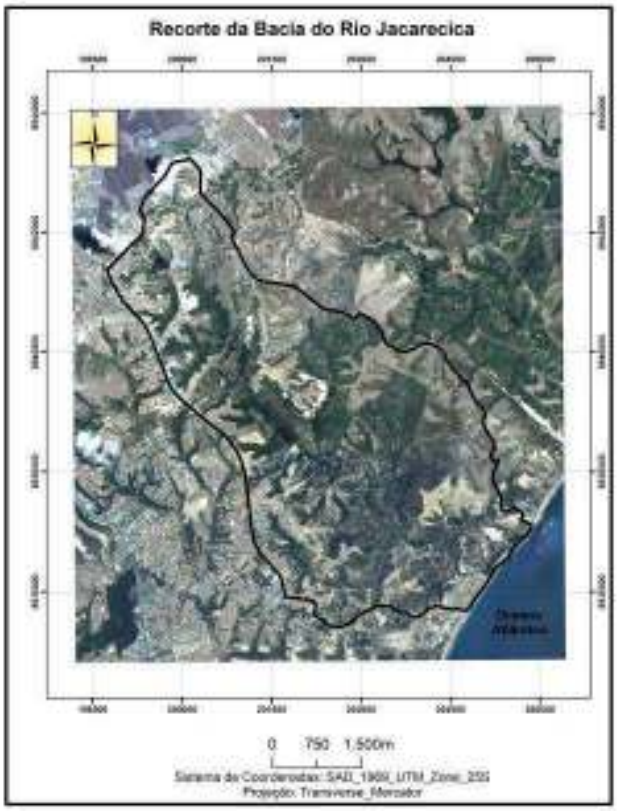


Figura 2 - Região da bacia do rio Jacarecica.

O algoritmo MAXVER é um dos métodos de classificação supervisionada mais utilizados para imagens de sensoriamento remoto. A máxima verossimilhança pode ser descrita como uma função densidade de probabilidade P(x), com base no teorema de Bayes, onde é calculada a probabilidade a posteriori de cada pixel pertencer a uma dada classe Ci (i = 1 ... n). O *pixel* será alocado na classe cuja probabilidade de pertencer seja maior (RICHARDS, 1986). Para Erbert (2001), este método de classificação é considerado paramétrico, pois envolve o vetor média e a matriz de covariância e é supervisionado, pois estima estes parâmetros através das amostras de treinamento.

Para um melhor resultado da classificação foi utilizado um filtro majoritário, pois, de acordo com Crosta (1993 *apud* Quartaroli e Batistella, 2006), muitas vezes a classificação resulta em uma imagem com ruídos, ou seja, apresenta *pixels*, ou grupos de pixels isolados na imagem, assinalados por diversas classes que ocorrem próximo a regiões homogeneamente classificadas. Uma das técnicas utilizadas para homogeneizar as classes, ou amenizar os ruídos em uma imagem classificada é a aplicação do filtro estatístico *Majority* (valor predominante), sendo esta uma ferramenta presente no pacote computacional *Erdas Imagine* 2011.

Quando *pixels* de referência (*pixels* que servem de referência para a comparação com os pixels da imagem real ou verdade de campo) são selecionados pelo analista para a avaliação da acurácia, muitas vezes está implícita a tendência de que o analista escolha os mesmos pixels que foram utilizados nas amostras de treinamento para execução da classificação. Este é o gargalo do teste, uma vez que as amostras de treinamento são a base da classificação. Ao permitir que os pixels de referência sejam selecionados de forma aleatória, a possibilidade de se escolher os mesmos *pixels* é diminuída, ou até mesmo eliminada (CONGALTON, 1991). O número de *pixels* de referência é um fator importante na determinação da acurácia da

classificação. Ainda em conformidade com Congalton (1991), a utilização de pelo menos 250 *pixels* de referência já permite estimar a precisão média de uma classe dentro de um erro de mais ou menos 5% de acurácia.

Para a avaliação da acurácia da classificação da imagem da bacia do rio Jacarecica foram selecionados 250 *pixels* de forma aleatória como sugere o guia de campo do *software Erdas Imagine*. O programa utiliza uma janela quadrada para selecionar os *pixels* de referência. O tamanho da janela pode ser definido pelo analista (ERDAS, 1999).

Os *pixels* foram escolhidos de forma estratificada aleatória (*Stratified Random*), o que garante que todas as classes terão pelo menos um *pixel* aleatório escolhido. Quartaroli e Batistella (2005) sugerem um mínimo de 4 *pixels*, porém para este trabalho foi utilizado um número mínimo de 10 *pixels* para cada classe, visando a obtenção de resultados mais satisfatórios.

O processo de verificação se deu atribuindo-se a cada *pixel* escolhido aleatoriamente a classe ao qual o mesmo pertencia na realidade. Com base na imagem de referência (verdade de campo) este processo deu origem à matriz de erros (matriz de confusão). A matriz de erros apresenta em sua diagonal principal, a quantidade dos *pixels* selecionados para o teste de acurácia que foram classificados corretamente para cada uma das classes. As demais células da matriz apresentam a quantidade de *pixels* classificados incorretamente. Após a construção da matriz de confusão foi possível a realização dos cálculos do coeficiente de exatidão global e do coeficiente Kappa.

3.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do filtro majoritário através de uma janela (7 x 7 *pixels*) resultou em uma classificação mais homogênea, ou seja, foram mitigados os ruídos existentes na imagem, possibilitando uma melhor análise da região em estudo.

Com base na matriz de confusão, a acurácia global da classificação foi de 92%. Já o coeficiente Kappa apresentou valor de 90,91%, que, segundo Landis e Koch (1977), é considerado um resultado excelente.

Também percebe-se que, em geral, o erro de omissão apresenta valores mais baixos em relação ao erro de inclusão. As classes vegetação, água clara, água escura, área urbana, nuvem, sombreamento e área de queimada apresentaram erro de omissão igual a zero, indicando que todos os *pixels* de controle destas classes não foram alocados em outras classes. Os maiores erros de omissão foram observados para solo exposto (20%) e vegetação (≈18%), onde alguns *pixels* destas classes foram erroneamente alocados nas classes de água e área urbana, respectivamente. Quanto ao erro de inclusão, destaquem-se as classes de água e agricultura, com valores de 27,27% e 18,75%, respectivamente.

Uma avaliação da precisão do usuário do mapa de uso e cobertura do solo mostrou que a classe de vegetação apresentou uma chance superior a 94% do usuário realmente encontrar esta classe no campo. Já para classe área urbana esta chance foi superior 89%, agricultura > 81% e solo exposto > 96%.

A Figura 3 mostra o mapa de uso e cobertura do solo da região da bacia hidrográfica do rio Jacarecica, onde é possível verificar que a bacia, apesar de estar inserida no perímetro urbano do município de Maceió – AL, ainda apresentava, para época da obtenção da imagem *Quickbird*, uma área considerável de vegetação, e áreas onde a atividade agrícola é predominante, principalmente devido ao cultivo da cana-de-açúcar.

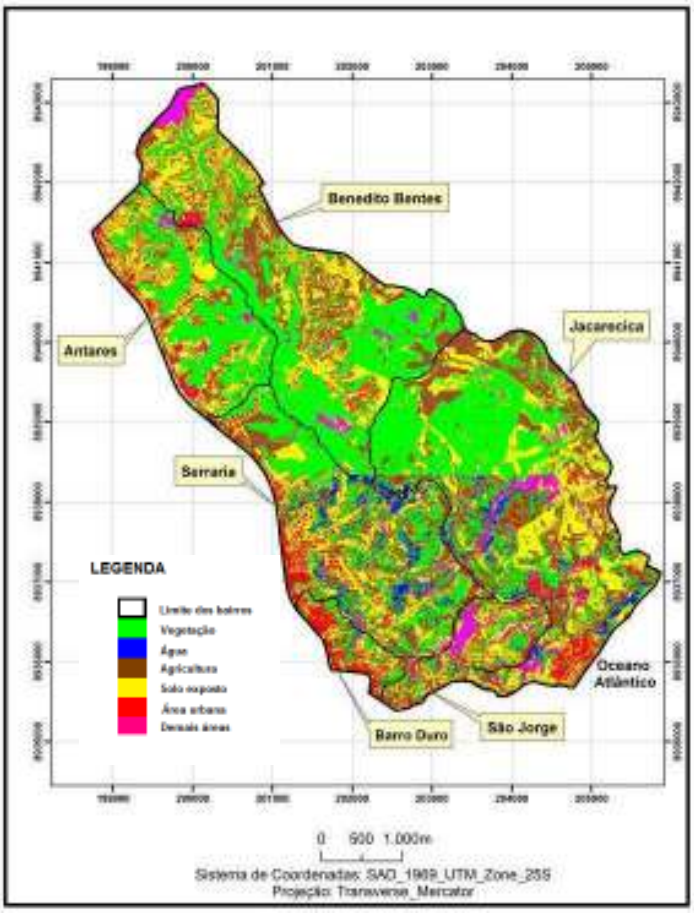


Figura 3 - Mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Jacarecica.

A Tabela 1 mostra os valores das áreas, em km^2, das classes de uso e cobertura do solo da bacia do rio Jacarecica e a Figura 4 mostra a distribuição percentual das classes por bairro.

Tabela 1 – Áreas das classes do mapa do uso e cobertura do solo da bacia do rio Jacarecica.

Classes de uso e cobertura	**Área (km^2)**	**Área (%)**
Vegetação	9,27	36,03
Água	0,61	2,37
Agricultura	4,48	17,41
Área urbana	2,63	10,22
Solo exposto	5,95	23,12
Demais classes*	2,79	10,84
TOTAL	**25,73**	**100,00**

* Sombreamento, Nuvens e Área de queimadas.

A Tabela 1 ratifica a predominância da classe vegetação, mesmo estando esta bacia inserida em uma região de urbanização, com uma ocupação de aproximadamente 36% da área total da bacia do rio Jacarecica. Destaque-se também a área de solo exposto (≈23%) e agricultura, correspondendo a aproximadamente 17% da bacia. A área urbana, observada com maior ênfase no setor oeste da bacia e nas proximidades da foz do rio Jacarecica, representou aproximadamente 11% da área da região de interesse.

Com relação ao percentual das áreas ocupadas pelas classes de uso e cobertura do solo por bairro, verificou-se que a vegetação apresentou predominância nos bairros de Antares, Benedito Bentes, Jacarecica e Serraria, com ocupações de aproximadamente 43%, 42% e 37%, respectivamente. Já a agricultura é mais destacada no bairro de Benedito Bentes, correspondendo a ≈23%. Destaque-se que para esta classe a ênfase é para a monocultura de cana-de-açúcar. Nos bairros de Barro Duro e São Jorge a predominância foi atribuída a classe de área urbana, correspondendo a 36% e 32%, respectivamente.

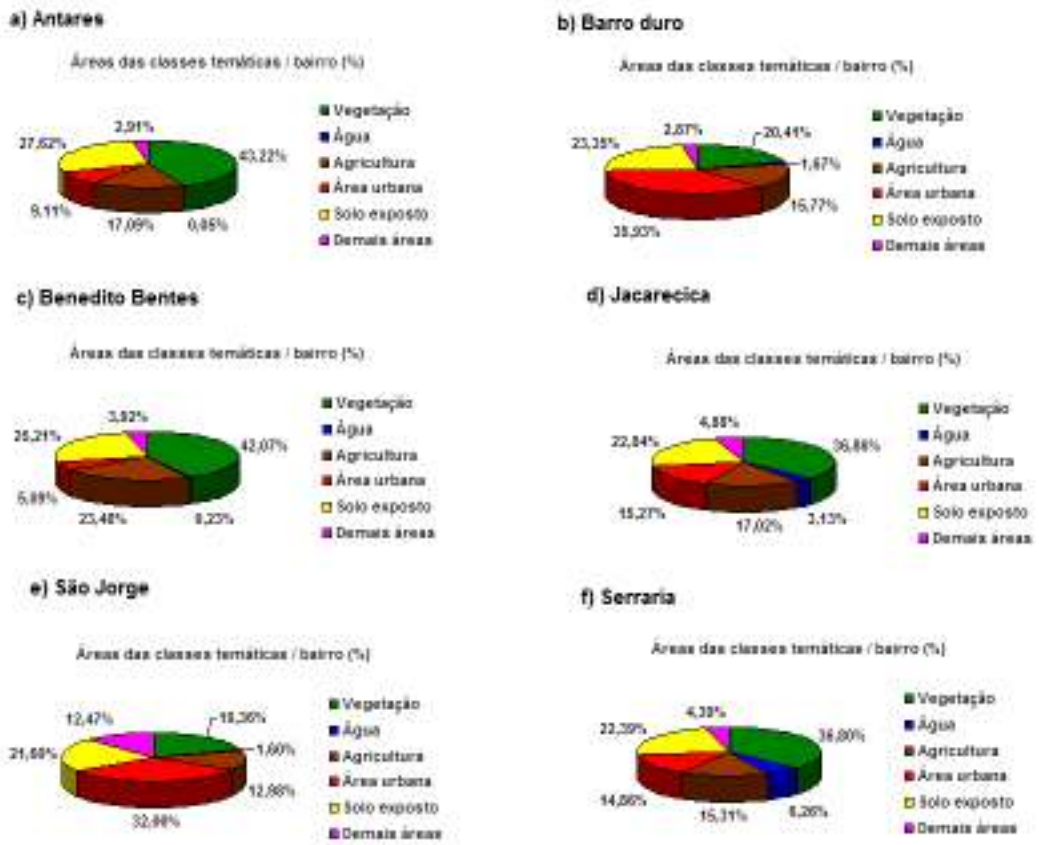


Figura 4 - Representação das áreas das classes de uso e cobertura do solo nos bairros inseridos na bacia do rio Jacarecica em valores percentuais.

4.0. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como propósito geral analisar o uso e cobertura do solo da bacia do rio Jacarecica com base em dados obtidos a partir de imagens de alta resolução espacial - *Quickbird*. Durante o processo de treinamento das amostras verificou-se que o filtro majoritário mostrou-se uma ferramenta bastante útil para obtenção de um resultado satisfatório do mapa de uso e cobertura do solo na bacia. A acurácia da classificação apresentou bons resultados baseados na avaliação do coeficiente Kappa e acurácia global, tendo em vista que foi utilizada uma imagem *Quickbird* que apresenta alta densidade de informações e dificulta o processo de classificação.

Com relação a área da bacia, pode-se dizer que esta é uma bacia relativamente pequena, e que apresenta uma área de vegetação considerável mesmo estando inserida dentro perímetro urbano do município de Maceió – AL. Já em relação ao solo exposto, observou-se que este ultrapassa 20% da área total da bacia, sendo situado predominante nos bairros de Antares e

Benedito Bentes. Também ganha destaque as áreas destinada a agricultura, que foi predominantemente observadas no bairro de Benedito Bentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo fomento do projeto de pesquisa intitulado "Diagnóstico qualitativo das águas do rio Jacarecica (Maceió-AL) em associação com a dinâmica do uso e cobertura do solo e seus aspectos socioeconômicos", desenvolvido em parceria entre professores da Universidade Federal de Alagoas e do Instituto Federal de Alagoas.

REFERÊNCIAS

CONGALTON, R. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, n. 37, p. 35-46, 1991.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, A. M. B.; JESUS, J. S. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japaratuba-Mirim em Sergipe. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, XV., 2011, Curitiba - PR, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p.1357, 2011.

ERBERT, M. **O Uso da Análise Discriminante Regularizada (RDA) no Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitais Hiperespectral de Sensoriamento Remoto**. 2001. 118 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ERDAS. **Field Guide.** Atlanta: ERDAS, 1999. 672p

GUIMARÃES JÚNIOR, S. A. M. **Levantamento Preliminar do Uso da Terra da Bacia do Rio Jacarecica, Alagoas – 1994**. 1995. Monografia (Graduação) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

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

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote Sensing and Image Interpretation.** John Wiley e Sons, Nova Iorque, 5. ed. 763p., 2004.

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

QUARTAROLI, C. F.; BATISTELA, M. **Classificação Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto: Tutorial Básico.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite - Documento 44, 2005, 146p.

RIBEIRO, J. R.; SILVA, M. V. A.; BOGGIONE, G. A. Diagnose da cobertura vegetal de Ilha Grande no Município de Angra dos Reis RJ, Pós Presídio, utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR, 2009, Natal - RN, Brasil. **Anais...**Natal: INPE, 2009.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital: An introduction image analysis.** 1 ed. Munich, Germany, Springer-Verlag, 1986.

Utilização do Sistema de Informações Geográficas no Cadastro Territorial para o município de São Luiz do Quitunde/AL

Anderson Felipe Soares da Silva [1]
Drª. Rosilene Mendonça Nicácio Jiménez [1]
Dr. Arthur Costa F. Tavares [1]
Msc. Juciela C. dos Santos [1]
Moab Tomé dos Santos [1]

[1] Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL
BR 104, Km 85, s/n, Rio Largo - AL, Brasil, CEP 57100-000
{refor.soares, moab_0007}@hotmail.com
{rmnicacio, acftavar, jucielasantos}@gmail.com

Abstract. Currently several Brazilian municipalities have problems regarding the conditions of their municipal cadastral systems, especially when it comes to municipalities of small or medium size, which is common to find disorganized and outdated databases. The main objective of this work was to enable the computerization of cadastral municipality of São Luiz do Quitunde/AL, enabling the municipal management a better management of the resources of its revenue and other services for the benefit of the population. In the present study we used a Geographic Information System - GIS as supporting the activities of the land register, which collected data derived from research done in the field were stored and organized, allowing the performance of various queries about the pilot region located in São Luiz do Quitunde downtown. The main results of this study, various thematic maps were obtained for each spatial query performed, showing the distribution of different elements such as: Lots closed, Courts, Public Places, among others. Products generated demonstrated the efficacy of using GIS methodology that can facilitate the activities of municipal managers, causing thus an increase of revenue on fundraising, contributing to an improved quality of life and monitoring of urban space. The register of public parks may solve some problems of the city such as the delivery of the mail correspondences in wrong addresses.

Palavras-chave: geotecnologia, software livre, cadastro territorial multifinalitário, gvsig, geotechnology, free software, territorial multipurpose cadastre, gvsig.

1. Introdução

As repartições de Cadastro Territorial Urbano das prefeituras municipais brasileiras, geralmente, encontram-se com informações desatualizadas ou mesmo não têm um conhecimento profundo sobre seus territórios, prejudicando, assim, os setores de planejamento, que são os responsáveis pelo estabelecimento das diretrizes e estratégias de ação que auxiliam na tomada de decisões importantes que podem influenciar a qualidade de vida da população.

A gestão pública municipal é praticada, na maioria dos casos, na experiência e não em uma teoria. As prefeituras vêm tentando modificar essa realidade através de programas de modernização, nos quais órgãos de pesquisas associados a órgão do executivo governamental vêm construindo diretrizes que servem de apoio para criação ou atualização do Cadastro Territorial, através de experiências e teorias adaptadas às necessidades destas realidades.

O Ministério das Cidades (MC) vem propondo, desde 2007, iniciativas de mudanças no sentido de melhorar o sistema cadastral territorial municipal para diversas finalidades, tendo criado um grupo de estudos sobre cadastros, a fim de propor novas diretrizes ao tema.

O sistema cadastral é importante para a arrecadação de Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU), planejamento urbano, fiscalização do uso e ocupação do solo, otimização dos recursos humanos e equipamentos urbanos, apoio e sustentação a diversos outros setores e secretarias municipais.

Os municípios, como qualquer sistema organizado, expressam o resultado direto de suas formas de gestão. A gestão municipal, cada vez mais complexa, exige meios adequados de gerenciamento das informações começando pelas informações espaciais. Conhecer a área

territorial e suas características físicas, socioeconômicas e ambientais é de extrema importância para a eficácia da gestão territorial municipal.

As informações devem ser precisas e atuais o suficiente, para atender aos desafios da gestão. A responsabilidade pela produção e administração dos dados cadastrais em nosso país encontra-se fragmentada entre o INCRA em áreas rurais, e as prefeituras em áreas urbanas (CARNEIRO, 2003). A coleta de informações de determinado local é característica fundamental para qualquer tipo de cadastro, urbano ou rural.

De acordo com Carneiro et al., (2010), muitos municípios possuem um sistema cadastral próprio, sendo que, a maioria das prefeituras do Brasil ainda é ineficiente em vários aspectos por não possuir um cadastro automatizado ou informatizado, gerando, assim, dificuldades tanto na implantação quanto, principalmente, na manutenção e atualização dos dados.

A atualização destes dados é relevante para o sucesso de um cadastro, já que, pode-se considerar a cidade um ambiente altamente dinâmico, que sofre alterações constantemente, firmando a necessidade de mudanças na base de dados.

Decisões erradas sobre uma determinada área do Cadastro Territorial podem criar riscos para o desenvolvimento-crescimento e o local ou região pode entrar em estado de estagnação. Para evitar estes riscos, muitas prefeituras de municípios brasileiros têm-se empenhado para disponibilizar recursos para modernizar a máquina administrativa, melhorando, assim, tarefas e o atendimento à sociedade, a fim de garantir o retorno dos investimentos em configuração ao progresso e desenvolvimento (Rodrigues, 2002). Em um cenário de transformações contínuas, têm-se tecnologias e equipamentos em superabundância e nem sempre ajustados às reais necessidades em produzir informações eficientes. Portanto, o diferencial está em saber fazer as coisas certas.

Em diversas áreas da gestão municipal, o cadastro territorial tem ganhado importância principalmente, no processo de tomada de decisão que tem como objetivo, buscar informações técnicas necessárias ao desenvolvimento organizado, ao planejamento e à execução do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) de um município (LOCH e ERBA, 2007).

Os acelerados crescimentos observados nos territórios urbanos obrigam os municípios a desenvolverem métodos e estratégias que busquem o controle e a gestão do espaço da forma mais adequada. Uma das formas de se melhorar este Sistema Territorial é realizando sua informatização.

Um dos instrumentos que pode ser utilizado na informatização do cadastro é o Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para Worboys (1995), SIG é um sistema de informações baseado em computador que permite a captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação de dados georreferenciados. Esta tecnologia se desenvolveu muito rapidamente e já se transformou em uma ferramenta imprescindível no auxílio ao uso de informações geográficas. Segundo Burrough e McDonnell (2004), o SIG é um importante conjunto de ferramentas para coletar, registrar, recuperar, modificar e visualizar dados sobre o mundo real para um objetivo específico.

Umas das principais operações, além de serem as mais utilizadas nos sistemas de informação geográficas, são as análises espaciais através de visualização e consulta aos dados cadastrais a partir de cartas ou mapas temáticos contidos no banco de dados, auxiliando, assim, na popularização do uso destes sistemas, com possibilidade até de efetuar operações mais complexas que as simples consultas aos dados. A utilização de sistemas de informações geográficas torna o cadastro mais eficaz e facilita o planejamento municipal por possibilitar a interação de informações descritivas e geográficas, podendo servir como base para tomadas de decisões relativas ao zoneamento, transportes, saúde, ações sociais, tributações etc. (LINO, 2004). Assim, o Cadastro Técnico é de fundamental importância para prefeituras, pois se trata de um método de organização da informação voltado para a integração de áreas distintas da

administração pública a partir do próprio reconhecimento e conhecimento da realidade do município.

Para Rodrigues (2002), a cidade é o espaço onde vidas humanas se realizam, onde a felicidade é buscada, onde o sonho de uma sociedade feliz expressa fortemente nas lutas do povo, nas lutas de classes, onde se expressam, também, com vigor as desigualdades sócio-espaciais e ambientais. A cidade deve ser apreendida em duas dimensões indissociáveis: como um espaço uno e dividido. É uno porque é uma totalidade, é dividido, porque se expressa de forma material e imaterial. Desta maneira, a cidade deve ser compreendida e analisada através da coleta de dados e interação dos mesmos com a finalidade de se obter uma melhor administração pública. Sendo assim, um instrumento, como já dito anteriormente, que facilitará a gestão pública é a implantação do SIG no cadastro territorial urbano.

Existem países em desenvolvimento que tratam de aperfeiçoar seus sistemas cadastrais aproveitando as mais sofisticadas tecnologias disponíveis, enquanto os países que não possuem um sistema eficiente de cadastro estudam formas alternativas de resolver seus problemas, adequando a vários modelos que os mesmos dispõem em relação às características do local.

A população junto com o espaço físico-territorial constituem os recursos fundamentais de qualquer cidade, por este motivo todas as preocupações que envolvam esses recursos devem ser considerado de extrema importância para qualquer gestão municipal.

Segundo Blachut (1979), administrar um país e progredir economicamente, sem o conhecimento rigoroso dos fatores que envolvam o uso do solo, a propriedade, as condições do homem na terra, sua atividade e o meio em que vive, é extremamente difícil recomendando a execução de um cadastro polivalente, elaborado por uma equipe de técnicos de várias áreas afins.

Nesse contexto, é que se justifica a construção deste trabalho, tendo como meta fundamental a utilização do SIG, no município de São Luiz do Quitunde/AL. Tendo em vista que este município necessita de uma ferramenta que melhore as tomadas de decisões.

O objetivo principal foi aplicar uma metodologia que sirva de apoio para um melhor gerenciamento e tomada de decisão de atividades relacionadas ao cadastro territorial municipal.

Para atingir tal objetivo foi necessário estudar a implantação de um de SIG no Cadastro Territorial do município de São Luiz do Quitunde, criar banco de dados espaciais utilizando software gvsig 1.11.0, e por fim validar a metodologia aplicada através de simulações e consultas espaciais.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Dados Primários e Secundários

Primeiramente, foi preciso fazer um levantamento para definir quais seriam os atributos mais importantes, ou seja, de maior uso do setor do cadastro, para que posteriormente pudessem integrar o banco de dados deste trabalho. Os atributos foram obtidos através de um levantamento em campo, que foi feito no centro da cidade verificando o seguinte: código do lote, contribuinte, logradouro, tipologia, uso, área e perímetro. Posteriormente, os dados foram digitalizados e organizados em uma tabela de atributos do banco de dados do gvSig.

Os dados para o desenvolvimento desta pesquisa foram adquiridos junto Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento (SEPLANDE). Foram fornecidos para o presente trabalho:

Cobertura aerofotogramétrica na escala de 1:8000; Fotos digitais 1:2000; Ortofotocarta 1:2000 e Restituição 1:2000 para o município de São Luiz do Quitunde e a Base Cartográfica Digital do Município. Todas as fotos foram obtidas no ano de 2006, sendo o sistema de projeção cartográfica da base UTM - Universal Transversou de Mercator, zona 25, Datum Sad

– 69. A manipulação destes dados foi realizada com a utilização dos seguintes pacotes computacionais:

- AutoCAD MAP 2000: programa utilizado na manipulação e edição dos arquivos Computer Aided Drawing (CAD) e conversão destes arquivos para *shapefiles* na Secretaria de Finanças – Prefeitura de Maceió.
- GvSig 1.1: programa SIG gratuito, disponível através do site http://www.gvsig.org;

2.2 Metodologia

O presente trabalho consistiu em aplicar uma metodologia que possibilite um melhor gerenciamento e tomada de decisão para o município de São Luiz do Quitunde, no que diz respeito a gestão pública municipal. Para a avaliação desta metodologia foi desenvolvido um projeto piloto utilizando as quadras do centro de São Luiz do Quitunde, conforme ilustrado na figura 16, onde foi utilizado um aplicativo de Sistema de informação geográfica, neste caso o gvSig, para a visualização e análise das consultas espaciais referentes aos lotes contidos nestas quadras.

Esta etapa metodológica teve grande importância para o desenvolvimento deste trabalho, já que para a realização de consultas em um SIG é necessário que haja um banco de dados de atributos associado às informações geográficas. O banco de dados alfanuméricos na Prefeitura Municipal de São Luiz do Quitunde é quase inexistente, e não associado às informações espaciais. A figura 1 apresenta as etapas desenvolvidas da pesquisa.

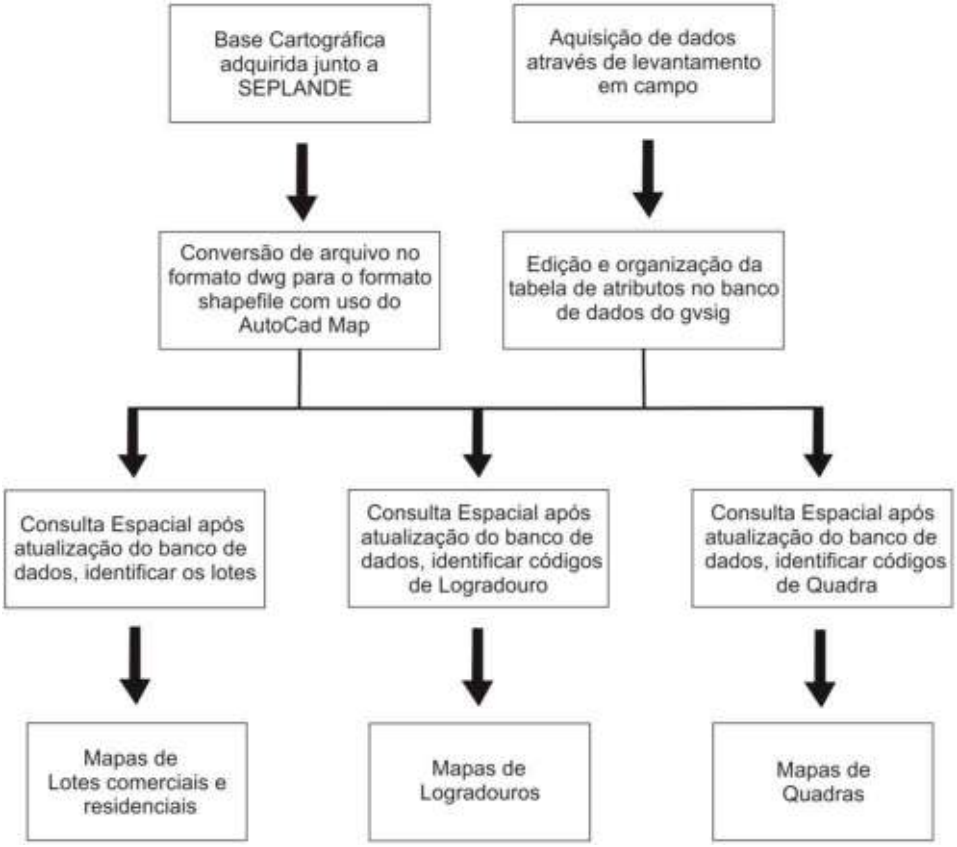


Figura 1. Etapas para desenvolvimento desta pesquisa.

Atualmente, os funcionários das Secretarias de Planejamento e Finanças têm dificuldades ao realizar algum trabalho de localização espacial, pois os materiais que eles dispõem, no caso, as diversas plantas de loteamento, não se encontram georreferenciadas, e bastante danificadas em virtude do tempo e da má conservação deste material.

3. Resultados e Discussão

Após a realização das consultas espaciais dos dados no programa gvsig, constatou-se que os modelos de mapas gerados foram satisfatórios para o fim a que se destinam. O resultado da consulta espacial dos lotes comerciais gerou um Mapa de "lotes comerciais", mostrados na figura 2, este tem grande importância para a secretaria de finanças que terá informações rápidas acerca do comercio do centro de São Luiz do Quitunde.

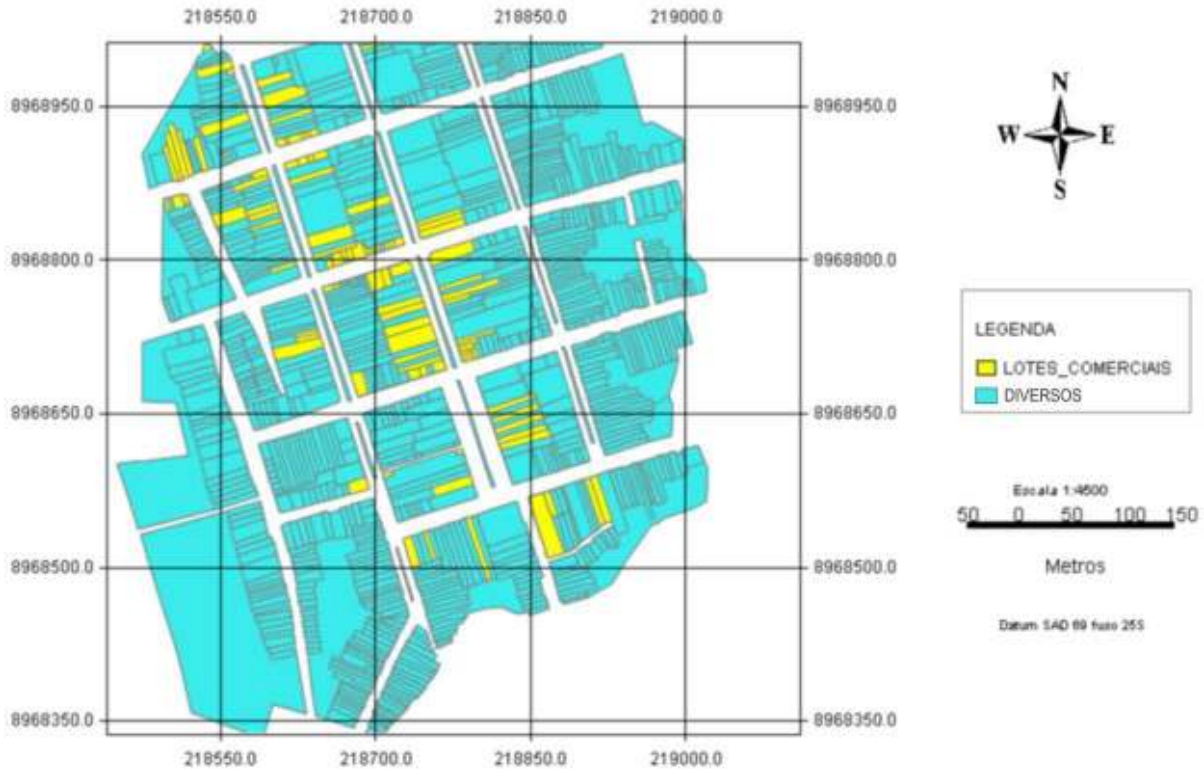


Figura 2. Mapa de "Lotes_comerciais" selecionadas em amarelo.

O cadastro dos lotes residenciais é de fundamental importância para gestão municipal, para que assim, tenha-se o controle do crescimento desordenado de pequenos aglomerados que posteriormente transformarão em favelas. O controle da gestão municipal impedirá a moradia sem condições de "habite-se" como também ocupação de áreas irregulares. A figura 3 mostra o resultado da consulta feita para lotes residenciais. A região do centro da cidade de São Luiz do Quitunde é composta em sua grande maioria por lotes residências. Com o aumento da população está sendo criadas pequenas aglomerações devido às invasões causadas por alguns moradores desta região. O crescimento urbano desordenado, não respeitando as leis do código florestal, vem ameaçando as áreas de preservação permanente (APP). Este crescimento se intensificou a partir de meados da década de 1990, quando a administração pública doou partes de suas terras para alguns moradores, promovendo assim uma intensa ocupação do solo urbano pela população sem ao menos se preocupar com o meio ambiente.

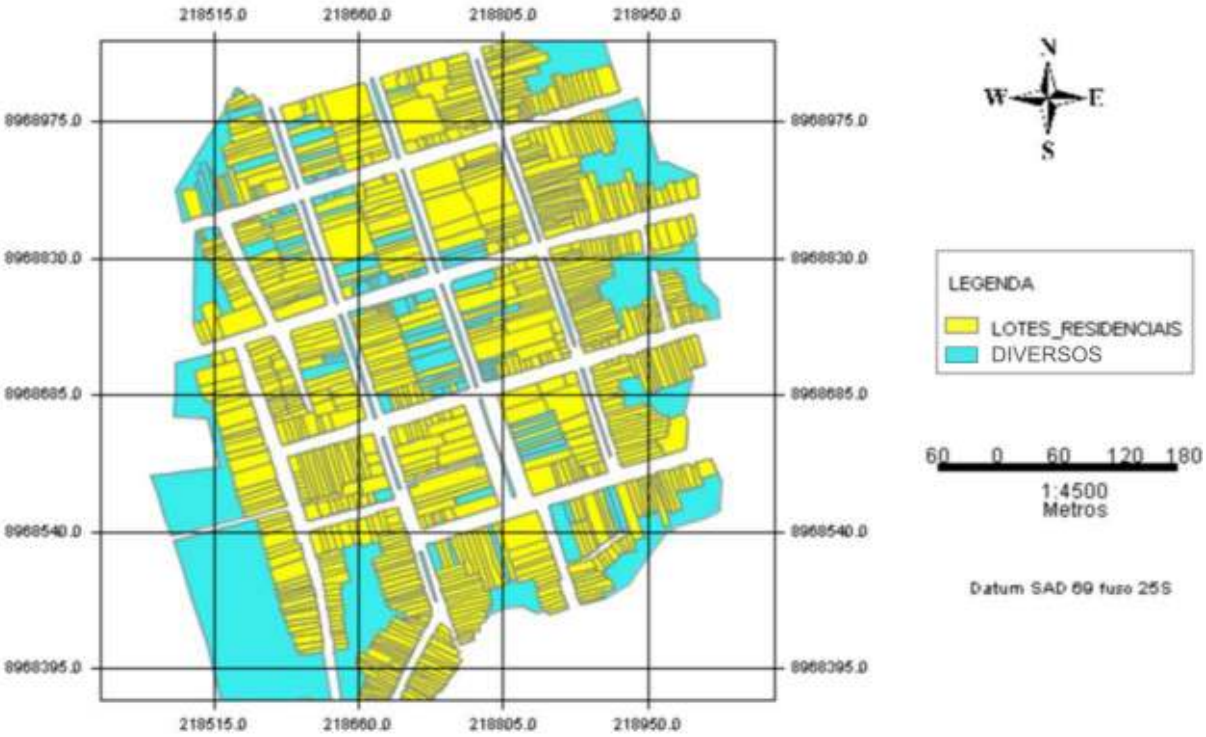


Figura 3. Mapa “Lotes residenciais” selecionada em amarelo.

As quadras constituem a unidade segmentada do sistema cadastral. Elas são utilizadas, em primeira análise, para apoiar o levantamento de dados e, por fim, como referência para a consulta no serviço de atendimento ao contribuinte e usuários do sistema, operação básica para a geração de processos de modificação de informações cadastrais. A consulta de quadra gerou como resultado o Mapa de quadra conforme mostra a figura 4. A quadra selecionada no mapa tem grande importância, pois segundo alguns moradores dessa região é uma das mais antigas do centro de São Luiz do Quitunde, nesta quadra iniciou o comercio e hoje estão contidos, grandes empreendimentos como Banco Bradesco, Banco do Brasil, Supermercados, Loterias, dentre outros.

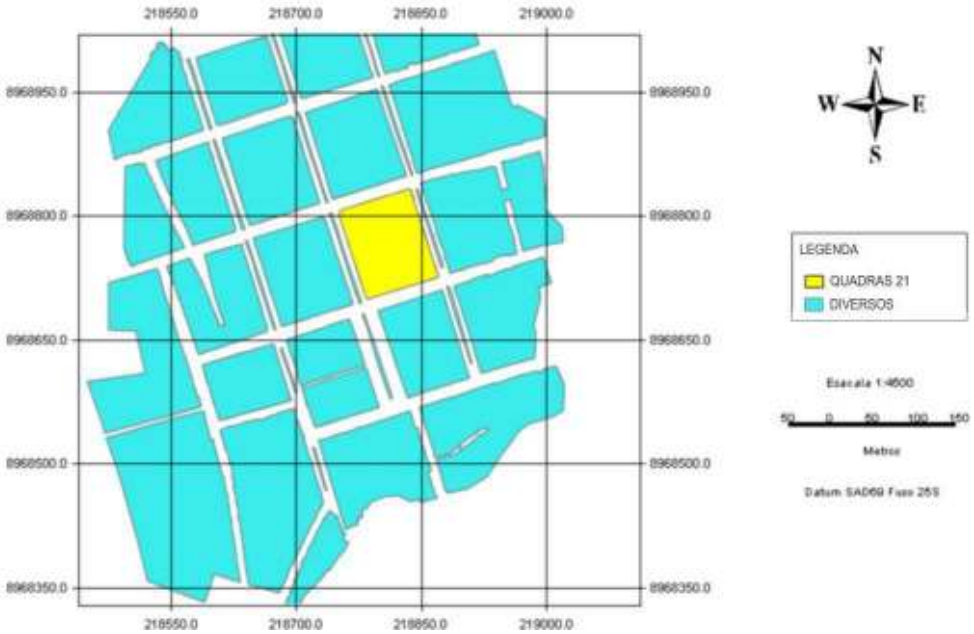


Figura 4. Mapa “Quadra” selecionada em amarelo.

O cadastro de Logradouros relaciona dados referentes aos logradouros urbanos, sendo coletadas informações relativas à infraestrutura e aos serviços urbanos existentes tais como coleta de lixo, iluminação pública, numeração dos lotes, entre outros. A figura 4 mostra o resultado da consulta espacial de logradouro. Estando o logradouro cadastrado no banco de dados do setor de cadastro do município, facilita na tomada de decisão para a gestão municipal como também o trabalho dos correios, beneficiando a todos os moradores recebendo suas correspondências em dia (Figura 5). A falta de cadastro de alguns logradouros no município de São Luiz do Quitunde tem causado grandes problemas um deles é em relação à entrega de correspondência errada devido o logradouro não possuir um nome próprio no banco de dado no setor de cadastro do município e do próprio correio.

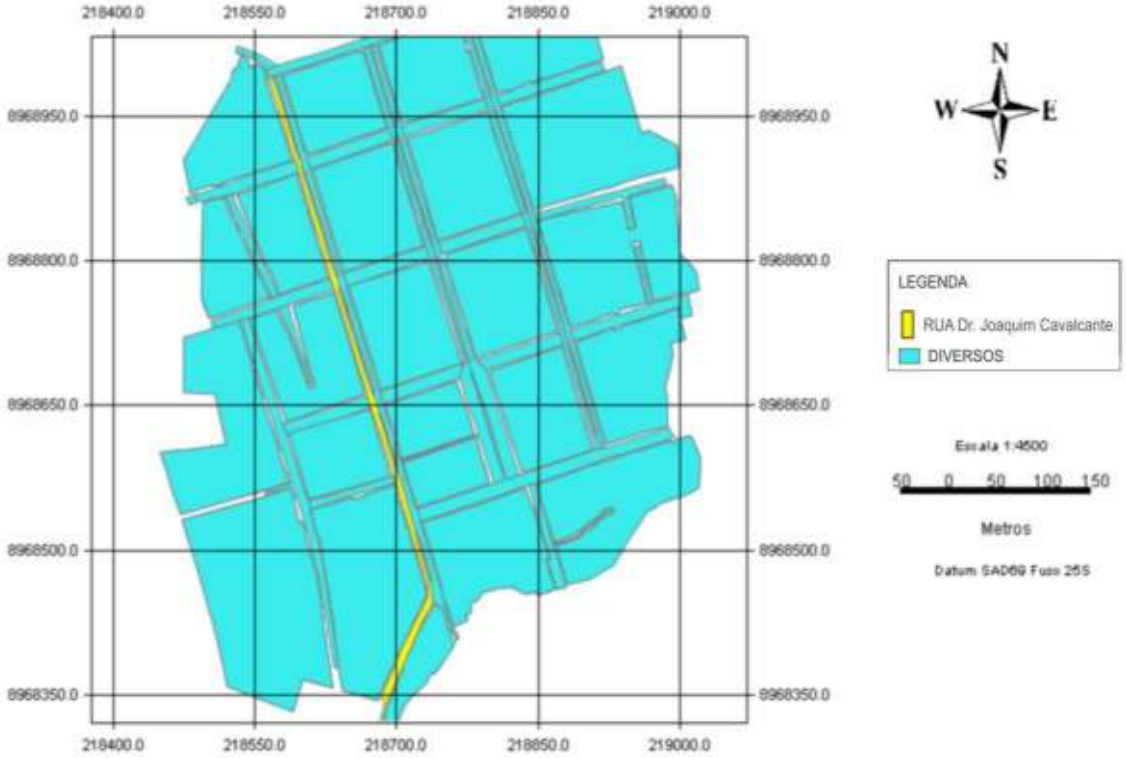


Figura 5. Mapa de “Logradouro” selecionado em amarelo.

4. Conclusões

É de fundamental importância para uma gestão pública ter informações importantes do município, a cerca do comércio com relação aos lotes comerciais, lotes residenciais, quadras e logradouros. A aplicação do Sig neste trabalho se mostrou eficaz quanto sua utilização, proporcionando um melhor gerenciamento para a gestão municipal.

Os resultados alcançados permitirão que o servidor municipal consiga repassar os conhecimentos que serão adquiridos com a ferramenta gvsig, além de incentivar a atualização ou modificação do cadastro territorial no município de São Luiz do Quitunde.

Conclui-se que após este procedimento o resultado foi considerado satisfatório para o desenvolvimento deste trabalho, que objetivou a geração de vários modelos de mapas, aplicáveis ao município de São Luiz do Quitunde.

Recomenda-se que seja feito outro modelo de aplicação do Sig no cadastro Territorial do município de São Luiz do Quitunde, dando grande importância ao cadastro rural deste município, pois é raro encontrar dados correspondentes ao cadastro rural no setor de cadastro da prefeitura municipal. Segundo Loch e Erba (2007) a criação da base cartográfica e carta temática, referentes às áreas rurais podem ser realizadas através de alguns tipos de levantamentos tais como aerofotogrametria, topografia e sensoriamento remoto.

Referências Bibliográficas

BLACHUT T. J., CHRZNOWSKI, A., SAASTAMOINEM, J. H. Urban Surveying and Mapping. New York, Springer - Verlag 1979. 372 p.

BURROUGH, P. A; MCDONNELL, R. A. Principles of Geographical Information Systems – Spatial Information Systems and Geostatistics. University Press. Oxford – UK. 2004. 333p.

CARNEIRO, A. F. T. Cadastro Imobiliário e Registro de Imóveis. Instituto de Registro Imobiliário do Brasil. Porto Alegre, 2003.

CARNEIRO, A. F. T., et al Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros – Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

LINO A. de Araújo, Marcello Sistemas de Geoinformação (SIG) em Cidades de pequeno Porte: Estudo de Alternativa para Implantação. Recife, 2004, 98 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

LOCH, C; ERBA, D. A. cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

RODRIGUES, E. B. Construir o poder popular reinventando o futuro. In Congresso da Cidade, Belém, Labor Editorial. Souza, M. A. (1988). Governo Urbano.São Paulo:Nobel. 2002.

WORBOYS, M. F. GIS: A Computing Perspective. Londres, Inglaterra, Taylor and Francis, 1995.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-69709-00-8
9 788569 709008