

REVISTA Ecuador



XVI
Simpósio Brasileiro
de Geografia Física Aplicada

Revista do Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal do Piauí

VOL. 04, Nº 03, Ano 2015
Edição Especial 02



ISSN - 2317-3491

Apoio:



EDITORIAL

A Coordenação Geral do XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada tem a satisfação de disponibilizar aos palestrantes, simposistas e aos leitores em geral, a Edição Especial da Revista Equador Vol.04, Nº 03, Ano 2015.

Nesta Edição constam os artigos enviados por palestrantes do evento e ainda artigos de simposistas selecionados por uma subcomissão de 03 docentes integrantes da Comissão Organizadora do Evento.

Os artigos apresentam/discutem resultados de pesquisas realizadas pelos vários segmentos da Geografia Física (hidrografia, geomorfologia, climatologia, cartografia, biogeografia, ensino de geografia física, etc.) nas diferentes regiões do território brasileiro, enfatizando suas potencialidades, vulnerabilidades e limitações.

É uma honra para a Revista Equador (ISSN - 2317-3491) vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO/UFPI, divulgar trabalhos de um evento de tamanha importância e de reconhecido valor como o Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada.

Ressaltamos que os dados e informações constantes nos artigos são de inteira responsabilidade dos autores.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

PROF^ª. DR^ª. CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO
COORDENADORA GERAL DO XVI SBGFA
EDITORA CHEFE DA REVISTA EQUADOR
TERESINA, AGOSTO DE 2015.

SUMÁRIO

	Pag.
FEIÇÕES DO RELEVO E ATRIBUTOS TOPOGRÁFICOS COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS SOBRE SUPOSTAS PALEODUNAS NO MÉDIO RIO TOCANTINS (TO)	456
<i>FERNANDA RODRIGUES DE LIMA</i> <i>SELMA SIMÕES DE CASTRO</i> <i>LUCAS DE MELO REIS BUENO</i>	
LEVANTAMENTO DA CONTRIBUIÇÃO DE ANTONIO CHRISTOFOLETTI AOS ESTUDOS DE ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM, GEOMORFOLÓGICOS E DOS SISTEMAS FLUVIAIS	464
<i>FRANCISCO JONH LENNON TAVARES DA SILVA</i> <i>KAROLINE VELOSO RIBEIRO</i> <i>CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO</i>	
BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS: IMPORTÂNCIA E CENÁRIO DEGRADACIONAL NO SETOR LESTE METROPOLITANO DE FORTALEZA, ESTADO DO CEARÁ.	472
<i>EMANUEL LINDEMBERG SILVA ALBUQUERQUE</i> <i>MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA</i>	
ESTUDO DOS GEOSSISTEMAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL, ALAGOAS: INTERPRETAÇÃO DE PAISAGENS EM AMBIENTES ANTROPO-NATURAIS.	480
<i>JÚLIO CÉSAR OLIVEIRA DE SOUZA</i>	
RELAÇÃO ENTRE COBERTURAS SUPERFICIAIS NEOCENOZOICAS E BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS DO RIO CORUMBATAÍ-SP	488
<i>RENÉ LEPIANI DIAS</i> <i>ARCHIMEDES PEREZ FILHO</i>	
ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARINHO - ES	495
<i>MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO</i> <i>ANDRÉ LUIZ NASCENTES COELHO</i>	
ESTUDO HIDROGRÁFICO DAS MICRO-BACIAS DO MUNICÍPIO DE TOROPI – RS	503
<i>RICHARD KOHLER MARCZEWSKI</i> <i>ROMARIO TRENTIN</i>	
ÍNDICE NDWI E IMAGEM SRTM APLICADOS AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS DO ENTORNO DA LAGOA DA CONFUSÃO – TO	511
<i>GILNEY CARDOSO PEREIRA</i> <i>FERNANDO DE MORAIS</i>	

ANÁLISE DAS MICROBACIAS DA SUB-BACIA DO RIACHO RONCADOR, EM TIMON (MA), POR DENSIDADE DE USO DAS TERRAS 519
JOSENETE ASSUNÇÃO CARDOSO
CLAUDIA MARIA SABÓIA AQUINO

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA BAÍA CARNE SECA EM CÁCERES MATO GROSSO, PANTANAL-MT BRASIL ENTRE OS PERÍODOS DE CHEIA E ESTIAGEM. 527
WILLIAN COSME DA SILVEIRA DE PAULA
MAXSUEL FERREIRA SANTANA
IONE XENEFONTE DE SOUZA
CÉLIA ALVES DE SOUZA

APLICAÇÃO DE QUATRO MODELOS DE HIERARQUIA FLUVIAL NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BOM JESUS – TAPERUABA - SOBRAL (CE). 534
JOSÉ MARCOS DUARTE RODRIGUES
ERNANE CORTEZ LIMA

RELAÇÃO DO USO DA TERRA COM A HIDROGRAFIA NA QUARTA COLÔNIA-RS 541
VINICIUS SILVEIRA
GERSON JONAS SCHIRMER
LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE BIRITINGA - BA: ASPECTOS RELACIONADOS AO SANEAMENTO BÁSICO 549
LUCINÉA DA CRUZ SOUZA
ANA ISABEL LEITE OLIVEIRA

ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DE DUAS BACIAS DE PEQUENO PORTE NO ALTO PARANAÍBA - MG 556
RENATO EMANUEL SILVA
SILVIO CARLOS RODRIGUES

USO DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIO SÃO BARTOLOMEU, VIÇOSA/MG 563
PEDRO ENRICO SALAMIM FONSECA SPANGHERO
TÁSSIO MOREIRA SILVA
MAURICIO SANTANA MOREAU
ANA MARIA SANTANA MOREAU

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS PROVOCADAS PELA URBANIZAÇÃO: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO FACÃO EM ARARAS (SP) 571

VALÉRIA COGHI BERNARDELLI
CENIRA MARIA LUPINACCI DA CUNHA

ESTUDO PRÉVIO DO COMPORTAMENTO DAS VAZÕES MÍNIMAS NO 579
BAIXO SEGMENTO DO RIO IVAÍ – PR
EDILAINE VALÉRIA DESTEFANI
PATRÍCIA DE SOUSA

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL: 587
TEORIA E METODOLOGIA APLICADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO PALMEIRA/CEARÁ
JULIANA FELIPE FARIAS
EDSON VICENTE DA SILVA

O PARADOXO DA ÁGUA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA. A POPULAÇÃO 595
SEM ÁGUA NA REGIÃO DAS ÁGUAS: O CASO DA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELÉM-PA
CARLOS ALEXANDRE LEÃO BORDALO
ANDREZA BARBOSA TRINDADE
ELIVELTON DOS SANTOS SOUSA
MICHEL PACHECO GUEDES

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NAS PAISAGENS DA BACIA 603
HIDROGRÁFICA DO RIO MULATO – PIAUÍ/BRASIL
JEFFERSON PAULO RIBEIRO SOARES
MARCO AURÉLIO DA SILVA LIRA FILHO
CLÁUDIA MARIA SABÓIA AQUINO

IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA AÇÃO ANTRÓPICA NAS 611
ÁREAS DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO
PADRE-RS.
NELSON CICONET
LISANDRA COIMBRA FONSECA
ROSANGELA LURDES SPIRONELLO

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: UMA 618
CONTRIBUIÇÃO AO ENTENDIMENTO DOS PROCESSOS FLUVIAIS NO
MÉDIO CURSO DO RIO PACOTI-CE.
PEDRO HENRIQUE BALDUINO DE QUEIROZ
MARTA CELINA LINHARES SALES

USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS 625
MARGENS DO RIO PARAÍBA DO SUL: ANÁLISE MULTITEMPORAL NA
COMUNIDADE DA "FAVELINHA", PARAÍBA DO SUL/TRÊS RIOS (RJ)
CINTIA DE ANDRADE CORRÊA
PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO

**DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA 633
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÁ – SUL DO
AMAZONAS**

*JOIADA MOREIRA DA SILVA LINHARES
DEBORAH PEREIRA LINHARES DA SILVA
SEBASTIÃO WARLISON MEDEIROS DE LIMA
WANDERLEY RODRIGUES BASTOS*

**ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS E O USO E OCUPAÇÃO DAS MARGENS 641
DO RIACHO NATAL, MUNICÍPIO DE MONSENHOR GIL, PIAUÍ.**

*HIKARO KAYO DE BRITO NUNES
ALLAN RICHARDSON MACIEL DOS SANTOS
GESSICA MARIA MONTEIRO MESQUITA
JORGE EDUARDO DE ABREU PAULA*

**URBANIZAÇÃO E DINÂMICA FLUVIAL NA BACIA DO RIBEIRÃO 648
ITAPETINGA, MUNICÍPIO DE ATIBAIA-SP**

*LUÍS GUSTAVO CAMPOS SOUZA
EMERSON MARTINS ARRUDA*

**COMPARAÇÃO ENTRE PADRÕES DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE HACK 656
NA BACIA DO RIO PARDO, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, MG**

*ALCIONE RODRIGUES MILAGRES
CRISTINA HELENA RIBEIRO ROCHA AUGUSTIN
BRÁULIO MAGALHÃES FONSECA
MATEUS AFONSO RAMOS*

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDROMORFOLÓGICAS E QUALIDADE 664
AMBIENTAL DO CANAL COQUEIROS/ CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ**

*SOUZA, V.S
CUNHA, S.B*

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA 670
NORMALIZADA (NDVI) NA CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA
VEGETAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRILHANTE - MS**

*PATRICIA SILVA FERREIRA
CHARLEI APARECIDO DA SILVA
ANTONIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHO*

**O ENTENDIMENTO DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA 678
BACIA HIDROGRÁFICA RIO DAS ANTAS – IRATI/PR A PARTIR DA
UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE RÍTMICA**

*ANDREZA ROCHA DE FREITAS
MARILAINÉ ALVES DOS SANTOS
SILVIA MÉRI CARVALHO*

CONFECÇÃO DA CARTA DE SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA DA 686

BACIA DO RIO TAGAÇABA (GUARAQUEÇABA/PR).

CARLOS AUGUSTO WROBLEWSKI

EDUARDO VEDOR DE PAULA

AJUSTES FLUVIAIS NO RIO SAGRADO (MORRETES/PR) DENTRE OS ANOS DE 1954 A 2012 694

MONICA KLEINA

LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS

MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS ÚMIDAS DO CERRADO MINEIRO NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO UBERABINHA (MG), EM 2013, ATRAVÉS DE IMAGENS OLI/LANDSAT-8 701

JOÃO GUILHERME MACHADO BARBOSA

FERNANDA OLIVEIRA BORGES

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASCAVEL, CIDADE DE CASCAVEL / PARANÁ 709

GREICY JHENIFER TIZ

MARIA TERESA DE NÓBREGA

JOSÉ EDÉZIO DA CUNHA

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO NDVI APLICADO EM IMAGENS MODIS: UMA ABORDAGEM SOBRE A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO POLO REGIONAL DE GUANAMBI-BAHIA 717

ISRAEL DE OLIVEIRA JUNIOR

KEZIA ANDRADE DOS SANTOS

DIEGO REBOUÇAS COSTA

JOCIMARA SOUZA BRITTO LOBÃO

AVALIAÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL POR MEIO DA APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE NDVI NO BAIXO CURSO DO RIO DO PEIXE - OESTE PAULISTA/SP 724

RENATA PEREIRA PRATES

CARLA RODRIGUES SANTOS

PAULO CESAR ROCHA

DIAGNÓSTICO DO USO E COBERTURA DA TERRA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA LUZIA, COM O USO DE IMAGENS LANDSAT 8 731

LUCÍOLA MARIA DE MELO CORDEIRO

MILENA DUTRA DA SILVA

NADJACLEIA VILAR ALMEIDA

MORFOESTRUTURA E MORFOESCULTURAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PACIÊNCIA - MA E O ÍNDICE DE DISSECAÇÃO DO RELEVO 739

QUÉSIA DUARTE DA SILVA

TIPOLOGIAS DE USO E OCUPAÇÃO NAS MARGENS DO RIO PARAGUAI EM CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL 746

GUSTAVO ROBERTO DOS SANTOS LEANDRO

AMABILE FURLAN

CÉLIA ALVES DE SOUZA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MÉDIO CURSO DO RIO SUBAÉ, BAHIA - BRASIL 754

TAÍSE BOMFIM DE JESUS

TAYSE LIMA DE BRITO GUIMARÃES

WILLIAN MOURA DE AGUIAR

JOSELISA MARIA CHAVES

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NA CARACTERIZAÇÃO DAS BARRAS DE CANAL NO RIO PARANÁ: GUAÍRA, PR. 762

ALTAIR BENNERT

ERICSON HIDEKI HAYAKAWA

RAFAELA HARUMI FUJITA

MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS FLUXOS DE DETRITOS NA BACIA DO RIO JACAREÍ – SERRA DO MAR PARANAENSE 769

KAREN ESTEFANIA MOURA BUENO

BRUNA DANIELA DE ARAUJO TAVEIRA

FELIPE COSTA ABREU LOPES

IRANI DOS SANTOS

RELEVO E USO DOS AÇUDES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ – CE 776

MARCÉLIA VIEIRA TORRES

JOSÉ FALCÃO SOBRINHO

INUNDAÇÕES URBANAS E A IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO: AVALIAÇÃO DO COMPARTIMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA- RJ. 783

CAROLINA DALTOÉ DA CUNHA

SANDRA BAPTISTA DA CUNHA

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM JUAZEIRO DO PIAUÍ, POR MEIO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) 791

FRANCÍLIO DE AMORIM DOS SANTOS

CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO

**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO E DO USO E COBERTURA 798
DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE CAMPO LARGO DO PIAUÍ**

*ANTONIO CARLOS DOS SANTOS
LÉYA JÉSSYKA RODRIGUES SILVA CABRAL
GUSTAVO SOUZA VALLADARES*

**SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO VERDE 806
(REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PARANÁ):
SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO
ESPAÇO**

*OTACÍLIO LOPES DE SOUZA DA PAZ
LUIZA ALBERTI TORRENS*

**USO DE GEOPROCESSAMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DE 814
FORMAS DE OCUPAÇÃO E USO DA TERRA EM ÁREAS
SUSCETÍVEIS A SUBSIDÊNCIA POR RECALQUE NA BAIXADA
DE JACAREPAGUÁ (RIO DE JANEIRO)**

*REGINA PAULA BENEDETTO DE CARVALHO
VIVIAN CASTILHO DA COSTA*

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NO 821
MUNICÍPIO DE CAMPOS LINDOS-TO ENTRE 1990 E 2014**

AION ANGELU FERRAZ SILVA

**ANÁLISE TEMPORAL DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SÃO 829
FRANCISCO DE ASSIS – RS NOS ANOS DE 200 E 2014**

*IGOR DA SILVA KNIERIN
ARIVANE GEREMIA
ROMÁRIO TRENTIN
LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA*

**VULNERABILIDADE SOCIAL NO BAIRRO MÃE LUIZA, NATAL/RN, 836
BRASIL: METODOLOGIA E APLICAÇÃO EM ESCALA DE DETALHE**

*YURI MARQUES MACEDO
LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA
ANA BEATRIZ CÂMARA MACIEL
ZULEIDE MARIA CARVALHO LIMA*

**METODOLOGIAS DE INVENTARIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO 846
PAISAGÍSTICO: UMA CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

*JACIELE CARINE SELL
ADRIANO SEVERO FIGUEIRÓ
ANDRÉ WEISSHEIMER DE BORBA*

MAPEAMENTO GEOMORFOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ZENDRON – BLUMENAU – SC 854
GERSON LANGE FILHO
CLAUDINEI TABORDA DA SILVEIRA

MAPEAMENTO DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLANÍCIE COSTEIRA DO ESTADO DO PIAUÍ 862
RONEIDE DOS ANTOS SOUSA
GUSTAVO SOUZA VALLADARES

USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MONITORAMENTO DA EXPANSÃO URBANA NA ZONA SUL DO PARQUE NACIONAL MÉDANOS DE CORO - VENEZUELA 870
DANIEL OVIDIO LIZCANO SANTIAGO
ROBERTO ARAUJO MADRUGA

CONJUNTO PAISAGÍSTICO DOS MONÓLITOS DE QUIXADÁ-CE: O MAPEAMENTO E O GERENCIAMENTO DO TERRITÓRIO A PARTIR DO GEOPROCESSAMENTO 878
CLÁUDIO ANTÔNIO VIEIRA DA SILVA
MURILO CUNHA FERREIRA

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTRADA PARQUE DE PIRAPUTANGA – AQUIDAUANA/MS 888
LIDIANE PERBELIN RODRIGUES
JAIME FERREIRA DA SILVA
ELISÂNGELA MARTINS DE CARVALHO

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS PARA MAPEAMENTO DO USO DA TERRA: ESTUDO DE CASO NO MACIÇO DO CAPARAÓ (MG/ES). 896
JOHNNY DE SOUZA DIAS
GEOVANE CAON DE OLIVEIRA
ROBERTO MARQUES NETO

FEIÇÕES DO RELEVO E ATRIBUTOS TOPOGRÁFICOS COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS SOBRE SUPOSTAS PALEODUNAS NO MÉDIO RIO TOCANTINS (TO)

FERNANDA RODRIGUES DE LIMA¹

SELMA SIMÕES DE CASTRO²

LUCAS DE MELO REIS BUENO³

1 Universidade Federal de Goiás - UFG

fernanda.rodrigueslima@yahoo.com.br

2 Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás - IESA-UFG

selma.castro@uol.com.br

3 Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

lucas.bueno@gmail.com

Resumo

Estudos confirmam que as dunas inativas, produzidas durante as variações paleoclimáticas do Quaternário, ocorrem em vários lugares do mundo, porém, a maioria já foi reafeiçoada pelo intemperismo e pedogênese posteriores, não sendo uma tarefa fácil reconhecê-las. Mas, os métodos paramétricos combinados ao sensoriamento remoto ampliam essa possibilidade de identificação. O presente trabalho desenvolve-se na margem esquerda do médio rio Tocantins, município de Miracema do Tocantins (TO), onde supostas paleodunas abrigam sítios arqueológicos de idades holocênicas. Enfatizam-se as variáveis topográficas que englobam características quantitativas do relevo, extraídas do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TODODATA, elaborado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir de dados disponibilizados pela missão *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM). Em associação, interpretou-se imagens do satélite Landsat 5-TM e Landsat-8, para fins de avaliar a morfometria e a morfografia, como elementos de análise dos paleoambientes em que se instalaram os referidos sítios arqueológicos, com vistas a obter indicadores de feições topográficas relacionadas às paleodunas. Foram obtidos parâmetros de altitude, declividade, sombreamento, orientação, curvatura vertical e horizontal das vertentes. Os resultados sugerem que possivelmente a fonte do material arenoso seria a própria Formação Piauí, de idade Carbonífera, mas alterada e retrabalhada no Holoceno, por processo eólico.

Palavras-chave: Dunas inativas. Métodos paramétricos. Sensoriamento remoto.

Abstract

Studies confirm that inactive dunes, produced during Quaternary paleoclimatic changes, occur in several places of the world, most remobilized by weathering and pedogenesis, not being easy to recognize them. Parametric methods combined remote sensing extend the possibility of identification. This paper develops on left bank of middle Tocantins river, Miracema, where suspected paleodunes contain Holocene archaeological sites. Emphasized topographic variables that include quantitative characteristics of relief, extracted from Digital Elevation Models of TODODATA, project developed by

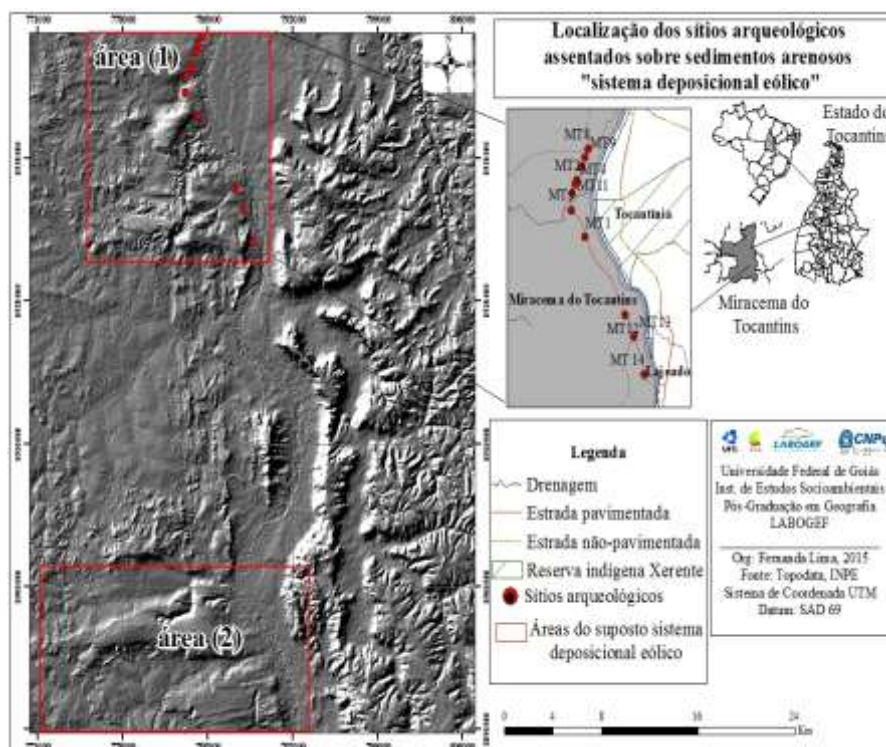
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, from data provided by Shuttle Radar Topographic Mission. In association, interpreted satellite images Landsat 5-TM and Landsat-8, for evaluating morphometry and morphography, as paleoenvironments analysis elements where settled these sites, in order to obtain topographic features indicators related to paleodunes. Were obtained slope, shading, orientation, vertical and horizontal curvature of hillside. The results suggest that possibly source of sandy would be Piauí Formation, Carboniferous age, but reworked during Holocene, by wind process.

Keywords: Inactive dunes. Parametric methods. Remote sensing.

1. Introdução

A pesquisa em andamento visa identificar os fatores naturais relacionados à formação do registro arqueológico, de sítios datados até 10.500 anos AP¹, sobre sedimentos arenosos, supostas paleodunas situadas na margem esquerda do médio rio Tocantins, na porção central do Estado, município de Miracema (Figura 1). Neste trabalho foram selecionadas a área (1), onde estão os sítios e a área (2), por estar sobre a mesma cobertura sedimentar - depósito arenoso inconsolidado (Figura 2).

Figura 1. Localização geral da área de estudo.



¹ AP - antes do presente é por convenção 1950, em menção à técnica de datação por Carbono 14. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Figura 2. Imagens das áreas selecionadas: área (1) e área (2).



Fonte: Google-Earth.

A região tem clima seco, influenciado por sistemas polares a Este, e chuvoso, controlado por sistemas tropicais afetados pela Amazônia; as médias mensais de temperatura oscilam de 24 a 26 °C e o índice pluviométrico anual é de 1.700 mm. A região apresenta unidades litoestratigráficas distintas, mas domina as sequências deposicionais da Bacia do Parnaíba. Perfis lateríticos Terço-Quaternários sugerem seca prolongada e chuvas torrenciais, que deve ter originado a topografia plana no corredor deprimido do vale do rio Tocantins. A margem direita associada a ciclos erosivos diversos, quebras morfológicas e setores declivosos por contato de falhas entre rochas da Bacia e Pré-cambrianas, provocando o desnível do bordo oriental, como áreas escarpadas da serra do Lajeado. A margem esquerda, com relevo plano - Depressão Longitudinal do médio Tocantins - ocupa extensa área no sentido N-S.

Bueno (2005) assinala pacotes arenosos com microlascas até 2,5 m no sítio MT1, morfologia e composição dunar, mas, o Radambrasil (1981) apenas destaca a unidade Piauí, um evento do Carbonífero da Bacia do Parnaíba, interpretada como ambiente fluvial com contribuição eólica em clima semiárido condizente a depósitos de dunas, interdunas e planícies de deflação, exibindo estratificação cruzada e composta de arenitos finos e siltitos. Já no mapa geológico do Tocantins (IBGE, 2007), são descritos como cobertura eólica holocênica - trata-se de areia bimodal, bem arredondada, grãos foscas, granulação fina a média e exibe estratificações cruzadas e superfícies de deflação. O sítio MT1 registrou idades holocênicas até 2,5 m nos pacotes arenosos, o que faz supor que seja posterior ou concomitante à fase final de formação destes, sendo, contudo preliminar identificar a origem. Assim, este trabalho objetivou usar métodos automáticos de extração de variáveis topográficas e imagens de satélite, visando observar feições destes depósitos que condicionam as formas atuais do terreno, para obter parâmetros que indiquem se, se trata de dunas.

2. Pressupostos teórico-metodológicos

As fotografias aéreas e imagens de satélite revelam regularidade das formas das dunas, o que sugere princípios físicos gerais controlando a dinâmica desses ambientes (Lancaster, 2011). Pye e Tsoar (2009) destacam que as classificações relacionam o acúmulo de areia a obstáculos topográficos; rugosidade na superfície e vegetação. Os tipos mais comuns são barcanas, barcanóides, parabólicas, em estrela, lineares entre outras. Ademais, estudos têm mostrado que dunas inativas são identificadas em vários lugares do mundo, entretanto, a maioria reafeiçoadas por intemperismo e pedogênese posterior à deposição. Não é tarefa fácil distingui-las, pois sedimentos eólicos são vulneráveis a erosão, seja eólica ou hídrica, em clima úmido (Livingstone e Warren, 1996). Revelam que, uma das formas para diferenciá-las é observar evidências na superfície, pois a inatividade inclui feições fluviais ou coluviais nas encostas, intemperismo, pedogênese e colonização vegetal.

Neste trabalho, optou-se trabalhar com imagens satelitárias e SIG, ferramentas importantes para extrair tais evidências. As imagens possibilitam observar textura, cor, tamanho, forma, sombra e padrão dos terrenos (Florenzano, 2007), sendo que o efeito da sombra depende da variação do albedo, mas, as areias de dunas refletem muito e tal característica é sinal de homogeneidade (Levin et al., 2004). Para estes autores, a refletância das dunas depende ainda da superfície; da geometria entre Sol, superfície e sensor; atenuação atmosférica; vegetação; mineralogia e textura da areia e crostas biogênicas no solo. De todo modo, a representação tende ao branco.

3. Metodologia de Trabalho

A primeira etapa consistiu em pesquisa bibliográfica sobre sistemas eólicos e acerca da análise espacial de dunas inativas e das técnicas digitais de extração de informações do relevo. Na segunda procedeu-se ao exame morfológico do terreno com base na elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE) - TOPODATA, da missão *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), conforme proposto por Valeriano (2008), com extração do sombreamento, altitude, declividade, orientação

das vertentes, curvatura vertical e horizontal da superfície. O reconhecimento de níveis topográficos evidenciou as quebras naturais do terreno, representadas por cores. Foi realizada a interpretação de imagens, com aquisição da cena 222/067 do sensor Thematic Mapper (TM) Landsat-5 e Landsat-8 MS, resolução espacial 30m.

4. Resultados e Discussão

O sombreamento e iluminação de feições nas duas áreas selecionadas mostram que caracterizam um modelado suave e rebaixado com grau médio de dissecação do relevo (Figura 3A e 3D), sendo representativo da Depressão Longitudinal do Médio Tocantins. As cotas de altitude apresentam variação de 153 a 456 m e o domínio de relevo plano a ondulado e até 20% de declive (Figura 3B, 3C, 3E e 3F).

A direção das vertentes que determina o fluxo de escoamento superficial (Valeriano 2008) indica na área (1) o predomínio das direções E-W, NO-SE e S-N, (Figura 4A). Na área (2), não há um padrão direcional reconhecível, pois é uma área de muito baixo declive, mas, é interessante observar alinhamentos paralelos mais nítidos pelo sombreamento, e de feições similares a dunas lineares, com orientação a NO-SE (Figura 4D). A curvatura vertical, que expressa o formato da vertente em perfil é importante elemento na avaliação da taxa de erosão e deposição (Valeriano, 2008). Há domínio retilíneo (Figura 4B e 4E) e na área (2), os alinhamentos paralelos, apresentam alternância côncavo-convexo (Figura 4E), que sugere duna.

Além disso, a curvatura horizontal que indica divergência-convergência dos fluxos de matéria e água e desempenha papel importante no equilíbrio da pedogênese e morfogênese, representa o formato de configuração das curvas de nível. Pela maior incidência de linhas paralelas, domina o caráter retilíneo, corroborando a ocorrência de terreno planar. Em comparação, verifica-se que formas divergentes (fluxos difusos) e convergentes (fluxos concentrados), embora presentes nas áreas estudadas são menos frequentes (Figura 4C, 4F, 5A e 5B). Outras interpretações das imagens estão descritas adiante (Figura 6).

Figura 3. Dados morfométricos - sombreamento, altitude, declividade.

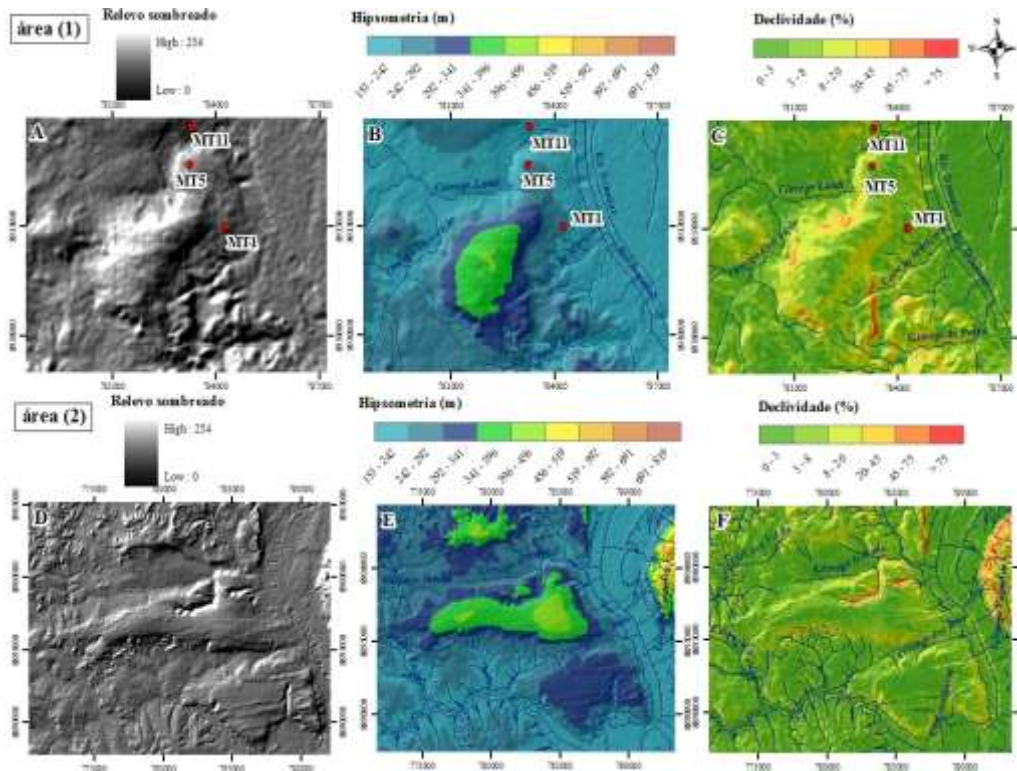


Figura 4. Dados morfométricos - orientação das vertentes, curvatura (vertical e horizontal).

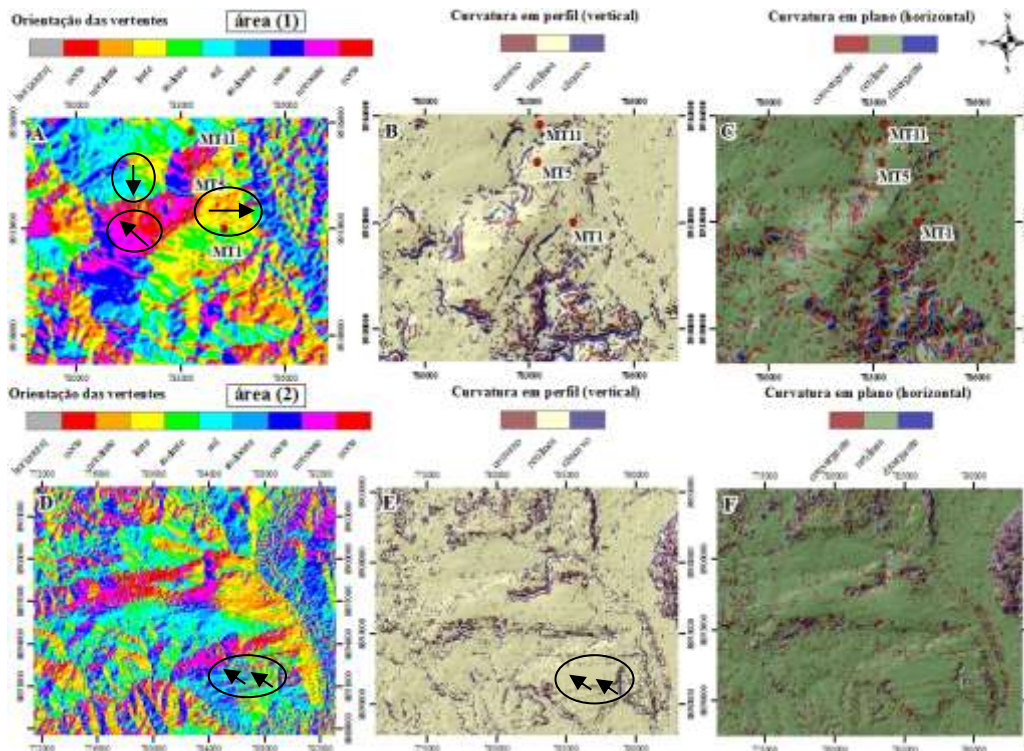


Figura 5. Curvatura horizontal da vertente.

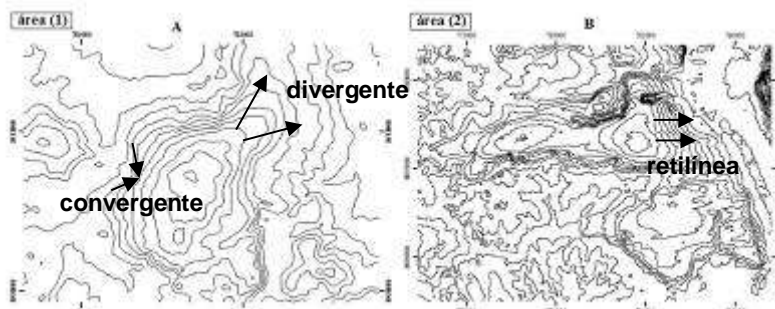
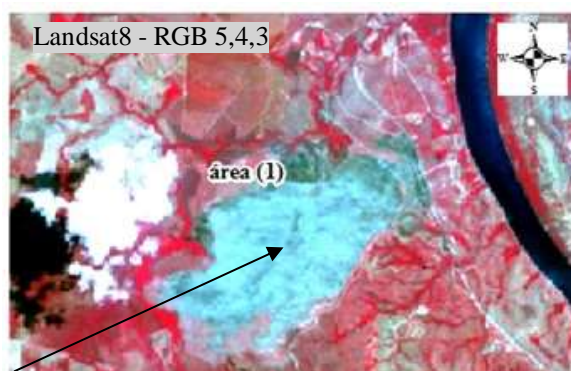
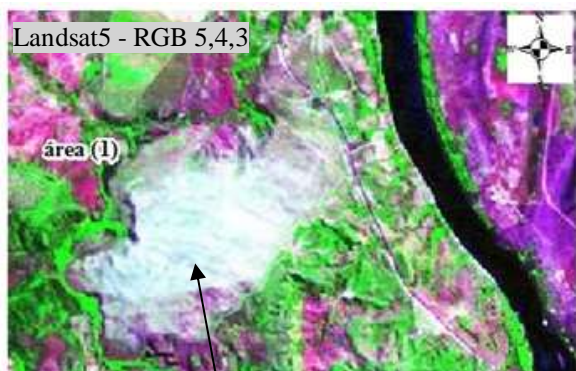
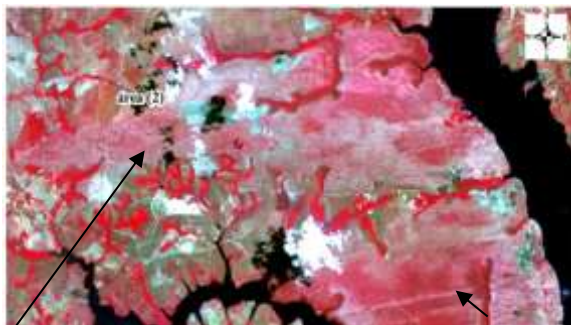
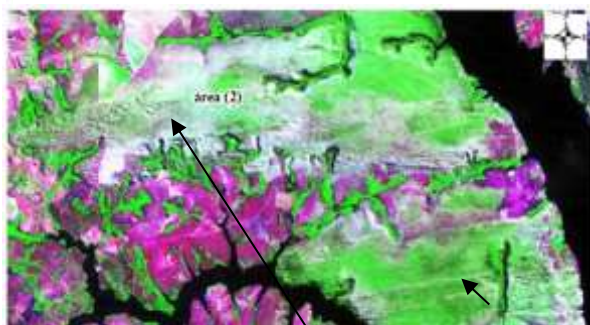


Figura 6. Imagens de satélite da área (1) e área (2).



Com textura irregular, as areias quartzosas marcam a imagem, pelo domínio da tonalidade branca, posto que, a areia reflete muito a irradiação.



Coloração esbranquiçada devido à presença da areia. A cor magenta indica o solo exposto (Landsat-5) e a vegetação aparece na cor verde (Landsat-5) e vermelha (Landsat-8). Os alinhamentos em paralelo também estão marcados pela coloração mais acizentada.

5. Conclusões

Ambientes dunares têm características morfodinâmicas intensas, devido às mudanças de localização, altura e largura, dependendo do tipo de duna (TSOAR, 2001). Mesmo assim, foi importante a interpretação prévia dos dados gerados pelo

TOPODATA, pois neste tipo de ambiente, os modelos digitais de elevação contribuem com a identificação de áreas deposicionais e erosivas. Também permitiu priorizar áreas para posterior reconhecimento e validação em campo.

Em dunas estabilizadas, a face de deslizamento é menos pronunciada, pois com o tempo e vegetação, será menos evidente o efeito de sombra (Levin et al, 2004). Neste ponto, consideram que o aumento da cobertura vegetal promove mudanças na topografia, assim, o efeito do sombreamento dificulta o entendimento da forma da duna. Portanto, embora não identificada morfologia específica de duna, no caso bem preservada, os dados sugerem que os sítios se instalaram em sedimentos arenosos, quer dizer, possivelmente alterados do material de origem e/ou rocha herdada da Formação Piauí, mas depois retrabalhados no Holoceno, por processo eólico.

Referências

- Bueno, L.M.R. **Variabilidade tecnológica nos sítios líticos da região do Lajeado, médio rio Tocantins**. 566 p. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo. 2005.
- Florenzano, Teresa G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base cartográfica do mapa geológico do estado do Tocantins**. Diretoria de Geociências - Projeto SIVAM, 2007.
- Lancaster, N. Desert dune process. In: THOMAS, D.S.G. **Arid Zone Geomorphology: process, form and change in dryland**. 3 ed. John Wiley & Sons, 2011.
- Levin, N. et al. **Topographic information of sand dunes as extracted from shading effects using Landsat images**. In: Remote Sensing of Environment, p.190-209, 2004.
- Livingstone, I e Warren, A. **Aeolian Geomorphology: an introduction**. Harlow, Longman, 1996.
- Modelo Digital de Elevação (MDE). Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso: 2015.
- Pye, K. e Tsoar, H. **Aeolian sand and sand dunes**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2009.
- Radambrasil. **Projeto Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SC22 - Tocantins, RJ, 1981.
- Thomas, D.S.G. **Arid Zone Geomorphology: process, form and change in dryland**. 3 ed. John Wiley & Sons, 2011.
- Tsoar, H. **Types of aeolian sand dunes and their formation**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001
- Valeriano, M. de M. Dados Topográficos In: Florenzano. (org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, pp. 72-104.

LEVANTAMENTO DA CONTRIBUIÇÃO DE ANTONIO CHRISTOFOLETTI AOS ESTUDOS DE ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM, GEOMORFOLÓGICOS E DOS SISTEMAS FLUVIAIS

FRANCISCO JONH LENNON TAVARES DA SILVA¹

KAROLINE VELOSO RIBEIRO²

CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO³

1 Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH
lennonufpi@hotmail.com

2 Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH
karolynnyribeiro_18@hotmail.com

3 Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH/PPGGEO
cmsaboia@gmail.com

Resumo

Este trabalho objetiva discutir de forma preliminar algumas das principais contribuições teóricas e aplicadas de Antônio Christofolletti para os estudos integrados das paisagens, estudos geomorfológicos e dos sistemas fluviais. A pesquisa foi baseada em fontes bibliográficas, as quais compreenderam livros e artigos. Os escritos de Christofolletti sugerem o emprego de uma visão integrada da dinâmica das paisagens, a qual seria possível através da assimilação do arcabouço conceitual da abordagem sistêmica, de cujos fundamentos Christofolletti foi eminente divulgador no contexto da geografia física brasileira. Foi nos fundamentos da análise em sistemas onde o autor encontrou um atraente marco teórico-metodológico a partir do qual as investigações em geografia física poderiam ser direcionadas. As recorrentes referências aos fundamentos e aplicações da abordagem sistêmica permitem inferir o engajamento de Christofolletti para o acolhimento dos preceitos sistêmicos nos estudos de geografia física, tendo em vista o entendimento integrado da organização dos sistemas ambientais. Christofolletti teve papel fundamental no avanço teórico da geografia física brasileira, principalmente no que se refere a publicações teóricas e aplicadas acerca da modelagem ambiental, análise sistêmica e utilização de parâmetros morfométricos para o estudo de bacias hidrográficas. Ainda hoje, muitos trabalhos em geografia física, hidrografia e geomorfologia são desenvolvidos sob sua influência.

Palavras-chave: Geomorfologia. Sistemas fluviais. Análise integrada.

Abstract

This paper aims to discuss some of the main theoretical and applied contributions of Antonio Christofolletti for the integrated studies of landscapes, geomorphological studies and river systems. The research was based on literature sources, which comprised books and articles. The Christofolletti's writings suggest the use of an integrated view of the dynamics of landscapes, which would be possible through the assimilation of the conceptual framework of the systemic approach, whose foundations Christofolletti was eminent publisher in the context of the Brazilian physical geography. *Revista Equador (UFPI)*, Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

geography. Was in the foundations of analysis in systems where the author found an attractive theoretical and methodological framework from which the investigations in physical geography could be directed. The repeated references to the fundamentals and applications of systemic approach allow us to infer the Christofolletti's engagement for the reception of systemic principles in the study of physical geography, in view of the integrated understanding of the organization of environmental systems. Christofolletti played a key role in the theoretical advancement of brazilian physical geography, especially as regards the theoretical and applied publications about environmental modeling, system analysis and use of morphometric parameters for the study of watershed. Even today, many works in physical geography, hydrography and geomorphology are developed under his influence.

Key-words: Geomorphology. River systems. Integrated analysis.

1. Introdução

Foi no contexto da revolução teórico-quantitativa que a geografia passou por um processo de reestruturação teórico-metodológica e emergiu como um importante campo do saber cuja missão seria a de fornecer as bases para a compreensão integrada da dinâmica ambiental, considerando as interações socioeconômicas, e tendo por fundamento a abordagem sistêmica (MENDONÇA, 1989).

A visão sistêmica surgiu como revitalizadora para a ciência geográfica, especificamente para a geografia física. Atualmente, a opção por estudar a organização dos sistemas ambientais pela ótica do método geossistêmico se mostra cada vez mais oportuna e tem sido aplicada por numerosos estudiosos do meio ambiente (GUERRA; MARÇAL, 2006).

A evidente predileção temática de Antonio Christofolletti pelos assuntos relacionados com a geografia física e sua recorrência à abordagem sistêmica constitui justificativa para colocar a sua obra em análise e classificá-lo como um importante divulgador do ideário sistêmico no contexto geográfico brasileiro.

A partir destas colocações, o presente trabalho tem como objetivo discutir a contribuição de Christofolletti para a concepção de uma geografia física integrada, bem como para os estudos geomorfológicos e hidrográficos realizados por este geógrafo.

Como sustenta Reis Júnior (2007), Christofolletti estava motivado a dar contribuições sobre a compreensão do quadro físico e viu na metodologia sistêmica um caminho seguro para a compreensão integrada da dinâmica das paisagens.

2. Geografia física, geossistemas e análise integrada das paisagens: pressupostos teóricos

Para Rodriguez et al. (2004), o interesse na abordagem sistêmica foi despertado à medida que os conhecimentos sobre a dinâmica do meio físico foram se acumulando e as pesquisas foram evoluindo, constatando-se a inviabilidade de se continuar a estudar a organização dos sistemas ambientais através de métodos tradicionais.

O desenvolvimento do enfoque sistêmico propiciou a formulação do conceito de geossistema. Ainda de acordo com Rodriguez (op. cit.), a partir da visão geossistêmica a paisagem é concebida como um sistema integrado, autorregulado e aberto, composto por elementos inter-relacionados.

Emitindo juízo sobre a natureza da geografia física, Christofolletti (1981; 1986; 1990) concebe este ramo da Geografia como responsável pelo estudo da organização espacial dos sistemas ambientais. A geografia física não deve estudar os componentes do quadro físico (clima, formas de relevo, solos, vegetação) por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da interação e as conexões existentes nesse conjunto.

Dessa forma, Reis Júnior (2007) abstraiu das concepções de Christofolletti uma importante contribuição para a compreensão holística do quadro físico. Porque, para Christofolletti (1981 apud REIS JÚNIOR, 2007), o simples acúmulo de conhecimentos sobre os componentes das paisagens não preenche a lacuna sobre o entendimento integrado dos sistemas ambientais. Por isso as análises feitas pela geografia física devem caminhar em direção a uma abordagem integrada.

3. A natureza da pesquisa e seus fundamentos: percurso metodológico

A pesquisa baseou-se exclusivamente em fontes bibliográficas, compreendendo livros e artigos. Os referenciais teóricos fundamentam-se nos conceitos de geossistema e análise das paisagens, valendo-se das reflexões de Mendonça (1989); Rodriguez (2004); Guerra e Marçal (2006) e Marques Neto (2008).

Para mediar o debate acerca da contribuição de Christofolletti, buscou-se suporte em Reis Júnior (2007). Somado a isso, fez-se uma seleção amostral de textos do próprio Christofolletti acerca da temática ambiental/sistêmica, destacando-se artigos do autor publicados no Boletim geográfico (IBGE), no Boletim de geografia teórica e na revista Geografia, ambos editados pela UNESP-Rio Claro. Dentre os livros analisados, distinguem-se: Análise de sistemas em geografia (1979), Geomorfologia (1980) e Modelagem de sistemas ambientais (1999).

Considerando os objetivos propostos no âmbito da pesquisa, aqueles textos do autor mais claramente alinhados à temática ambiental/sistêmica foram sistematicamente lidos e fichados, compondo material para a discussão a respeito da sua contribuição aos estudos integrados das paisagens, geomorfológicos e dos sistemas fluviais.

4. Christofolletti e a busca por uma geografia física integrada: Resultados

A geografia física ganhara muito com a abordagem sistêmica e essa conquista precisava ser difundida. É aí onde o engajamento de Christofolletti se faz notar: artigos e livros do autor dedicados à apresentação dos fundamentos da análise sistêmica, além de estudos aplicados nos quais fica transparente a aplicação da metodologia sistêmica devidamente reforçada pelas análises morfométricas (CHRISTOFOLLETTI, 1976a; 1976b; 1976c; 1976d; 1979; 1980; 1982; 1986; 1999).

Os estudos de geomorfologia e hidrografia foram os que puseram Christofolletti em contato com a geografia física. Logo, não surpreende que Christofolletti tenha tomado atalho pelos temas geomorfológicos e hidrográficos para a aplicação do método sistêmico aos assuntos que costumava investigar. Foram muitos os

trabalhos nos quais Christofolletti aplicou a abordagem em sistemas, devidamente respaldados na análise de parâmetros morfométricos, dentre eles, destacam-se:

1. Estudo comparativo das formas de bacias hidrográficas do território paulista (1976). Objetivando comparar as formas de diversas bacias hidrográficas, este trabalho apoiou-se na abordagem sistêmica e na análise morfométrica, utilizando-se de vários parâmetros e considerando a bacia enquanto sistema aberto.

2. Contribuição ao estudo das vertentes na área do quadrilátero ferrífero (1976). Considerando a vertente como sistema aberto e unidade geomorfológica básica, este trabalho objetivou analisar a relação entre a angulosidade das vertentes e a litologia regional, evidenciando uma correlação muito estreita entre as declividades verificadas e o contexto litológico.

3. Estudo comparativo entre variáveis da morfometria planimétrica de praias do litoral paulista (1976). Lançando mão de diversos parâmetros e a partir de análise morfométrica, este trabalho buscou analisar a forma de algumas praias do litoral paulista, acabando por verificar que a maioria corroborava a hipótese de estarem em equilíbrio dinâmico.

4. Relacionamento entre o equivalente vetorial e o comprimento em bacias hidrográficas da região centro-meridional paulista (1976). A partir da análise linear, o estudo objetivou analisar o relacionamento entre dois parâmetros: equivalente vetorial e comprimento médio, tendo como objeto de estudo 18 bacias paulistas. Os resultados permitiram inferir que os cursos fluviais se fixaram na paisagem segundo uma relação proporcional entre os dois parâmetros analisados.

5. Geomorfologia (1980). Livro no qual o tratamento dos temas geomorfológicos e hidrográficos estrutura-se em perspectiva sistêmica, tais como: alometria de sistemas fluviais; processos e formas das vertentes; morfometria e topologia de bacias hidrográficas; evolução do modelado terrestre a partir das teorias do equilíbrio dinâmico e probabilística. Destacam-se também as análises matemáticas. Enfim, neste trabalho a abordagem da evolução do modelado terrestre se dá na perspectiva analítica dos sistemas abertos.

6. Relacionamento alométrico entre comprimento da drenagem e tamanho das áreas em bacias hidrográficas da região de Campinas (1982). A partir de variáveis geométricas, este estudo buscou verificar o relacionamento alométrico

entre a rede de drenagem e o tamanho da área das bacias. Os resultados confirmaram que a densidade de drenagem tende a ser independente da grandeza da área. A relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia mostrou forte alometria positiva.

Análise morfométrica de bacias hidrográficas, alometria, padrões de canais fluviais, morfogênese de vertentes, redes e padrões de drenagem, morfologia litorânea. Enfim, os temas geomorfológicos e hidrográficos preencheram muitas páginas na produção de Christofolletti, e aparecem trabalhados pelo autor em termos sistêmicos, devidamente respaldados por diversas técnicas matemáticas.

Percebe-se que, para Christofolletti (1976a;1976b;1976c;1976d; 1980; 1982), as formas de relevo evoluem até atingirem o equilíbrio dinâmico, inferido pela proporcionalidade entre as variáveis geométricas em relação aos processos operantes no sistema. Já a bacia hidrográfica é concebida enquanto sistema aberto, mostrando ajustagem dinâmica entre os seus elementos componentes.

Assim, Christofolletti (1999), com base na classificação de Chorley & Kennedy (1971 apud CHRISTOFOLETTI, 1999), destaca quatro tipos de sistemas por ele considerados relevantes para o campo de atuação da geografia física. São eles: (a) sistemas morfológicos; (b) sistemas em seqüência ou encadeantes; (c) sistemas de processos-respostas e (d) sistemas controlados. Marques Neto (2008) afirma ser a proposição acima arrolada de fácil aplicação, e que foi vastamente empregada no estudo de bacias hidrográficas por Christofolletti.

Como reforça Reis Júnior (2007), Christofolletti não concebia a geografia física como resultando de uma somatória simples: geomorfologia + climatologia + biogeografia + hidrologia + pedologia; já que estas seriam disciplinas de sua hierarquia. Obviamente a geografia física as exploraria, mas objetivando projetar a dinâmica e a funcionalidade da estrutura de maior complexidade: o geossistema, o objeto próprio da geografia física.

Christofolletti (1978; 1981; 1986; 1990) segue afirmando a significância da abordagem sistêmica para a geografia física, proclamando uma ciência “revitalizada” pela absorção do método sistêmico. Maior força explicativa, alcance preditivo e potencial aplicativo estavam entre aquelas conquistas da geografia física que Christofolletti sempre pontuava nas suas reflexões.

Por fim, Reis Júnior (2007) assegura que a concepção de Christofolletti acerca de uma geografia física integrada estaria plenamente delineada no livro Modelagem de sistemas ambientais (1999), no qual Christofolletti insiste no valor aplicado da geografia física, sempre prezando pela compreensão holística das interações natureza-sociedade. Mas era necessário ir além das costumeiras descrições, pois uma geografia física efetivamente desenvolvida deveria estar capacitada para mensurar os fenômenos, avaliar os processos e predizer a organização futura dos sistemas ambientais, mediante modelagem integrada.

5. Considerações finais

As pesquisas em geografia física foram beneficiadas com a abordagem sistêmica, daí a necessidade de se conhecer os conceitos básicos e os procedimentos analíticos dessa abordagem. Como já assinalado anteriormente, foi justamente aí - no papel de divulgador -, onde pôde-se constatar o engajamento e a contribuição maior de Christofolletti para a difusão da análise em sistemas. Pôde-se constatar, também, as suas sempre confiantes impressões a respeito da natureza e importância da geografia física.

Concluindo, pode-se afirmar que Christofolletti teve papel fundamental no avanço teórico da geografia física brasileira, principalmente no que se refere a publicações acerca da modelagem ambiental, análise sistêmica e utilização de parâmetros morfométricos. Ainda hoje, muitos trabalhos em geografia física, hidrografia e geomorfologia são desenvolvidos sob sua influência. A contribuição de Christofolletti, do ponto de vista da construção conceitual de uma geografia física integrada, pode não ter sido a mais original, mas ainda se faz presente nos estudos de geografia física.

Referências

- CHRISTOFOLETTI, A. A teoria dos sistemas. *Boletim de Geografia Teorética*, Rio Claro, n. 2, p. 43-60, 1971.
- _____. Aspectos da análise sistêmica em geografia. *Geografia*, Rio Claro, v. 3, n. 6, p. 1-31, out. 1978.
- _____. *Análise de sistemas em Geografia*. São Paulo: Hucitec, 1979.
- _____. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

- _____. Geografia física. *Boletim de Geografia Teorética*, Rio Claro, v. 11, n. 21/22, p. 5-18, 1981.
- _____. Significância da teoria de sistemas em geografia física. *Boletim de Geografia Teorética*, Rio Claro, v. 16/17, n. 31-34, p. 119-128, 1986.
- _____. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 2, p. 21-35, abr./jun. 1990.
- _____. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, A.; CESAR, A. L.; Relacionamento entre o equivalente vetorial e o comprimento em bacias hidrográficas da região centro-meridional paulista. *Boletim geográfico*. IBGE. Rio de Janeiro, n. 249, 1976a.
- CHRISTOFOLETTI, A.; NETO, A. G.; Estudo comparativo entre variáveis da morfometria planimétrica de praias do litoral paulista. *Boletim geográfico*. IBGE. Rio de Janeiro, n. 251, 1976b.
- CHRISTOFOLETTI, A.; PACHECO, P. J. Relacionamento alométrico entre comprimento da drenagem e tamanho das áreas em bacias hidrográficas da região de Campinas. *Boletim de geografia teorética*. Rio Claro, v. 12, n.23/24, 1982.
- CHRISTOFOLETTI, A.; PEREZ FILHO, A. Estudo comparativo das formas de bacias hidrográficas do território paulista. *Boletim geográfico*. IBGE. Rio de Janeiro, n. 249, 1976c.
- CHRISTOFOLETTI, A.; TAVARES, A. C.; Contribuição ao estudo das vertentes na área do quadrilátero ferrífero (MG). *Geografia*. Rio Claro, v. 1, n. 2, 1976d.
- GUERRA, Antonio J. T.; MARÇAL, Monica dos S. *Geomorfologia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- MARQUES NETO, Roberto. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. *Geografia*. Londrina, v. 17, n. 2, 2008.
- MENDONÇA, Francisco. *Geografia física: ciência humana?* São Paulo: Contexto, 1989.
- RODRIGUEZ, José M.; SILVA, Edson V. da; CAVALCANTI, Agostinho P. B. *Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Editora UFC, 2004.
- REIS JÚNIOR, Dante F. da C. *Cinqüenta chaves*. O físico pelo viés sistêmico, o humano nas mesmas vestes... e uma ilustração doméstica: o molde (neo)positivista examinado em textos de Antonio Christofolletti. 2007. 481f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2007.

BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS: IMPORTÂNCIA E CENÁRIO DEGRADACIONAL NO SETOR LESTE METROPOLITANO DE FORTALEZA, ESTADO DO CEARÁ.

EMANUEL LINDEMBERG SILVA ALBUQUERQUE¹

MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA²

1 Universidade Estadual do Ceará – UECE/PROP GEO
(bergalbu@yahoo.com.br)

2 Universidade Estadual do Ceará – UECE/PROP GEO
(marcos.nogueira@uece)

Resumo

Adotar a bacia hidrográfica como entidade espacial de análise e reflexão compreende um esforço que se encontra atrelado ao tripé ambiental, social e econômico, tendo em vista que em sua morfologia é agregada, sistematicamente, as ações da natureza e da sociedade. O estudo em apreço objetiva avaliar as condições geossocioeconômicas das bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, a qual envolve no todo ou em partes os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama, no Estado do Ceará, com vista a diagnosticar sua importância hídrica e os principais cenários degradacionais. A fundamentação teórico-metodológica encontra-se no estudo sistêmico das dimensões ambientais, sociais e econômicas, baseada no viés da concepção e percepção das relações indissociáveis entre natureza e sociedade. Diante dos problemas diagnosticados no que se refere aos impactos ambientais negativos configurados no conjunto das bacias hidrográficas, destacam-se os elevados níveis de degradação da cobertura vegetal e contaminação/poluição dos corpos hídricos, tanto do ponto de vista industrial quanto residencial, devido às precárias e/ou inexistentes ações de saneamento básico. Por sua vez, as características degradacionais podem ser consideradas tensores desencadeadores para o atual cenário de degeneração dos sistemas ambientais outrora naturais, hoje antropizados. Conclui-se que critérios subjetivos devem ser substituídos por análises mais abrangentes e consistentes que deem subsídios concretos ao planejamento territorial no âmbito metropolitano, partindo da premissa que a etapa desenvolvimentista da sociedade deve estar atrelada aos preceitos conservacionistas da natureza, com destaque especial para os recursos hídricos.

Palavras-chave: Bacias Hidrográficas. Sistemas Ambientais. Urbanização.

Abstract

To adopt the watershed as a spatial entity for analysis and reflection comprises an effort that is linked to environmental tripod, social and economic, given that in its morphology aggregate action's of nature and society, systematically. The study aims to evaluate the conditions geossocioeconômicas of coastal watersheds of rivers Catu, Cabure, Caponga Funda, Caponga Rose and Evil Cooked, which involves all or parts of the cities of Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus and Pindoretama in State of Ceara, to diagnose their hydric importance and the main degradational scenarios. The theoretical and Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

methodological foundation is the systemic study of the environmental, social and economic dimensions, based on the bias of the conception and perception of the inseparable relationship between nature and society. Before of the problems identified in relation to the negative environmental impacts configured on all the watersheds, stand out high levels of degradation of land cover and contamination / pollution of water bodies, both point of view as residential industrial, due to the poor and / or no existent sanitation actions. In turn, the degradational characteristics can be considered tensioners's triggers current for the scenario of degeneration of natural once environmental systems, today anthropogenic. We conclude that subjective criteria should be replaced by more comprehensive and consistent analyzes that take concrete subsidies to territorial planning at the metropolitan level, on the premise that the developmental stage of society must be linked to the conservation principles of nature, with particular emphasis on the hydric resources.

Key-words: Watershed. Environmental Systems. Urbanization.

1. Introdução

Ao adotar a bacia hidrográfica como entidade espacial de análise e reflexão, tem-se como viés delineador, a concepção de que essa entidade geográfica é a mais adequada para se trabalhar com a proposta sistêmica, partindo da perspectiva do tripé ambiental, social e econômico, tendo em vista que em sua morfologia é agregada, sistematicamente, ações da natureza e da sociedade.

Nesse sentido, Zanella et al. (2013), comentam que as bacias hidrográficas estão estruturadas como um sistema, no qual a relação entre os diferentes componentes formam uma paisagem singular, marcada por uma dinâmica específica, onde os seus componentes não se limitam aos elementos naturais, mas envolvem também a sociedade.

Dessa forma, ao adotar a bacia hidrográfica como uma unidade territorial, torna-se de fundamental importância compreender as características ambientais em consonância com a realidade socioeconômica, tendo em vista que decisões que analisem somente informações parciais e desconectadas, podem ocasionar desequilíbrios que impactam a capacidade de suporte do ambiente (SOUZA, 2000).

Por conseguinte, o desencadeamento de processos degradacionais e de exaustão dos recursos naturais, com destaque especial para os recursos hídricos, dentro de um cenário de intensa transformação urbana que vem associada à lógica

da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), deve ser concebida por meio da análise geossocioeconômica.

Assim, a concepção geossocioeconômica surge como um importante delineador das condições organizacionais do espaço geográfico, por abordar o estudo integrado da paisagem sob a ótica sistêmica, agregando na análise espacial as variáveis de cunho ambiental, social e econômica. (ALBUQUERQUE, 2012).

Nesse contexto, o estudo em epígrafe almeja avaliar as condições geossocioeconômicas das bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, envolvendo no todo ou em partes os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama, todos localizados no setor leste da RMF, Estado do Ceará, com vista a diagnosticar sua importância hídrica e os principais cenários degradacionais.

Na perspectiva de retratar a real importância dos recursos hídricos na atualidade, com ênfase numa região com características semiáridas, mesmo sendo categorizadas como bacias hidrográficas costeiras, têm-se os cenários de impactos ambientais negativos que se materializam na RMF e, particularmente, na área em estudo, frente aos processos de crescimento urbano/demográfico, industrial, turístico e imobiliário.

2. Metodologia de Trabalho

Os pressupostos teórico-metodológicos utilizados no estudo partem dos princípios da abordagem sistêmica. Tais orientações são importantes premissas na concepção do espaço geográfico e, particularmente, para as análises em bacias hidrográficas, tendo em vista que são nestes espaços (natureza) que se materializam todas as ações e/ou contradições presentes na sociedade.

Em virtude dos avanços conceituais e práticos proporcionados pela geoinformação nos mais diversos estudos que envolvem o meio ambiente geográfico, torna-se de suma importância o uso das técnicas e ferramentas de geoprocessamento.

Dessa forma, foram priorizadas e utilizadas imagens, dados e *softwares* disponibilizados gratuitamente, ou com licença de instituições, trabalhando na

perspectiva de gerar informações úteis e pertinentes que deem subsídios exitosos e executáveis para avaliar as condições geossocioeconômicas das bacias hidrográficas costeiras, na perspectiva de diagnosticar sua importância hídrica e os principais cenários degradacionais.

Com o recorte espacial definido e os objetivos traçados, foi realizado: 1) levantamento bibliográfico (universidades e demais órgãos públicos para consulta de artigos, periódicos, anais de eventos, diagnósticos, relatórios, monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros que abordam a temática trabalhada); 2) coleta de dados estatísticos e indicadores socioeconômicos; 3) análise e interpretação de material geocartográfico (mapeamento), e 4) reconhecimento *in loco* do objeto de estudo (trabalho de campo), objetivando considerar toda a complexidade existente nas bacias hidrográficas ora em análise.

3. Resultados e Discussão

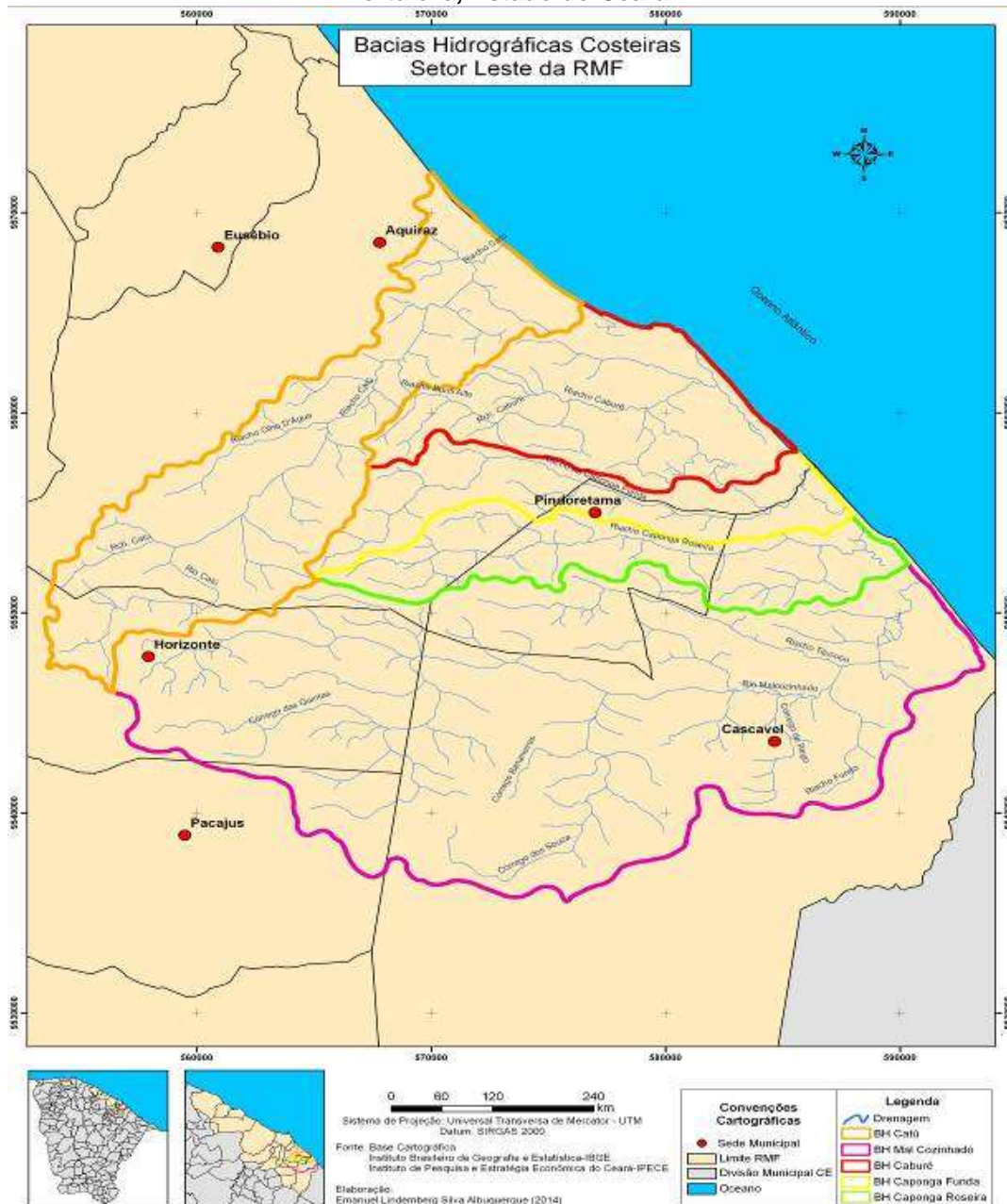
A área em estudo compreende as bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú (161,9km²), Caburé (90,6km²), Caponga Funda (61,6km²), Caponga Roseira (73,2km²) e Mal Cozinhado (414,6km²), envolvendo em todo ou em parte os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama, totalizando um recorte territorial que compreende 801,9km², como é mostrado na Figura 1.

Na perspectiva ambiental, de acordo com Brandão et al. (1995) e Souza (2005), tem-se que a estrutura geológica da área que compreende o recorte espacial do estudo está localizada, predominantemente, em coberturas sedimentares de idade Tércio-Quartenárias, com exceção dos compartimentos de litologias do embasamento cristalino Pré-cambriano que se sobressaem nos divisores de drenagem entre o Rio Catú e o Rio Pacoti (Serrote das Mulatas), e entre o Rio Mal Cozinhado e o Rio Choró (Serrote do Bebedouro e o Serra do Mataquiri), além do Serrote da Preaoca, entre as bacias hidrográficas costeiras dos rios Mal Cozinhado e Caponga Roseira.

Dessa forma, os recursos hídricos subterrâneos são abundantes neste setor, tendo em vista a sua constituição litológica, composta principalmente de sedimentos arenosos e areno-argilosos com excelente permoporosidade, fator essencial que

possibilita a recarga do lençol freático, que abrange os Aquíferos Barreiras e Dunas/Paleodunas. Como resultado, têm-se as áreas de ressurgências que formam as nascentes dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, assim como na formação de fontes naturais, como é o caso da Figura 2.

Figura 1 – Recorte espacial das bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano de Fortaleza, Estado do Ceará.



Ao considerar a proximidade com Fortaleza, capital do Estado, o setor leste metropolitano vem apresentando, consequentemente, um forte incremento

populacional (Tabela 1) e econômico (industrial, turístico e imobiliário) nos últimos anos, evidenciando novos impactos negativos sobre os recursos hídricos, já que em muitas situações as condições geoambientais não são consideradas no processo de uso e ocupação do espaço, como podem ser visualizadas no mosaico da Figura 3.

Figura 2 – Bica do Iguape. Município de Aquiraz, Estado do Ceará.



Fonte: Autor (2014). Coordenada UTM / Datum SIRGAS 2000. E=577.285; N=9.564.074.

Tabela 1 – População residente e taxa geométrica de crescimento anual.

Municípios	População Residente					Taxa geométrica de crescimento anual (%)			
	1970	1980	1991	2000	2010	1970/ 1980	1980/ 1991	1991/ 2000	2000/ 2010
Aquiraz	32.507	45.111	46.305	60.469	72.628	3,33	0,24	3,01	1,85
Cascavel	39.028	47.668	46.507	57.129	66.142	2,02	-0,22	2,31	1,48
Horizonte	-	-	18.283	33.790	55.187	-	-	7,06	5,03
Pacajus	33.335	46.976	31.800	44.070	61.838	3,49	-3,48	3,69	3,45
Pindoretama	-	-	12.442	14.951	18.683	-	-	2,06	2,25
RMF (total)	1.130.145	1.652.414	2.473.297	3.056.769	3.615.767	3,87	3,73	2,38	1,69
Ceará (total)	4.361.603	5.288.253	6.366.647	7.430.661	8.452.381	1,95	1,70	1,73	1,30

Fonte: Censos Demográficos do IBGE.

De acordo com o mosaico fotográfico, percebe-se nitidamente o descaso por parte do poder público em relação à gestão territorial/ambiental, com destaque para

os recursos hídricos quando atrelados: 1) às ocupações inadequadas nas nascentes fluviais; 2) aos lançamentos *in natura* de efluentes industriais e/ou residenciais nos canais de drenagem e, conseqüente, 3) à eutrofização dos recursos hídricos costeiros (lagoas).

Figura 3 – Mosaico fotográfico com cenários degradacionais na área em estudo.



Fonte: Autor (2014).

4. Considerações finais

Ao considerar o conhecimento integrado, sob uma perspectiva da análise geossocioeconômica, e a preocupação com a conservação e preservação dos componentes naturais, nota-se um cenário desafiador no que concerne a gestão territorial/ambiental, inerente às bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, cujas características físico-naturais, em consonância com as variáveis histórico-econômicas/sociais, têm-se materializado, notadamente, de maneira extremamente inadequada.

Diante desse cenário, corrobora-se uma intensa pressão antrópica sobre os sistemas ambientais, com destaque especial para os recursos hídricos, tendo em vista que essas áreas foram apropriadas pelo modelo de desenvolvimento urbano e econômico sem levar em consideração as vulnerabilidades geoambientais presentes nas bacias hidrográficas costeiras, ocasionando a agudização de diversos problemas socioambientais.

Por conseguinte, entende-se que critérios subjetivos devem ser substituídos por análises mais abrangentes e consistentes que deem subsídios concretos ao planejamento territorial, partindo da premissa de que a etapa desenvolvimentista da sociedade deve estar atrelada aos preceitos conservacionistas da natureza, fundamentalmente, quando se analisa uma bacia hidrográfica, que é uma unidade espacial que representa a paisagem em um todo integralizado.

Referências

- ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise geoambiental como subsídio ao ordenamento territorial do município de Horizonte - Ceará. 2012. 131 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 2012.
- BRANDÃO, R. L; CAVALCANTE, I. N; SOUZA, M. J. N. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. vol. 1. Fortaleza: Projeto SINFOR/CPRM, 1995.
- CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. Bacia Hidrográfica – conceitos e importância como unidade de planejamento: em exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP - Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS**. Três Lagoas - MS, nº 12, p. 101-124. 2010.
- SOUZA, M. J. N. de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N; LIMA, L. C; MORAES, J. O. de. (orgs.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000. p.13-98.
- SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello da; et al. (org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005. p. 127-140.
- ZANELLA, M.E; OLIMPIO, J. L. S; COSTA, M. C. L; DANTAS, E.W.C. Vulnerabilidade socioambiental do Baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Revista Sociedade e Natureza**, nº 25, v. 2, p. 317-332. 2013.

ESTUDO DOS GEOSISTEMAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL, ALAGOAS: INTERPRETAÇÃO DE PAISAGENS EM AMBIENTES ANTROPO-NATURAIS.

JÚLIO CÉSAR OLIVEIRA DE SOUZA¹

1 Universidade Federal de Alagoas- UFALIGDEMA
(jcsouzas@yahoo.com.br)

Resumo

A gênese de muitas paisagens se faz pelo conjunto das influências antroponaturais vivenciados pelos seus elementos componentes que se alteram e se moldam as novas lógicas funcionais impostas, o que cria paisagens mais fragilizadas e suscetíveis a danos ambientais, como a da bacia hidrográfica do rio São Miguel, no estado de Alagoas que apresenta um grau de alteração que já compromete a sua dinâmica ambiental. Por meio do uso de pressupostos da teoria dos geossistemas, este artigo buscou focar o estudo da paisagem para a interpretação de transformações, na qual os conteúdos da ação humana já se encontram incorporados. Na primeira parte, será apresentada a área de estudo e serão tecidas algumas considerações acerca da aplicação da teoria do geossistema na análise da paisagem no âmbito da geografia física e a seguir, o estudo que foca as alterações ambientais na citada bacia hidrográfica será contemplado. Pode-se chegar a concluir que o geossistema é uma proposta interessante dentro de uma perspectiva integrativa que se espera de estudos sobre a evolução das paisagens naturais e as humanizadas.

Palavras-Chaves: Gênese das Paisagens. Geossistema. Bacia do Rio São Miguel.

Abstract

The genesis of many landscapes is done by all the anthropological-natural influences experienced by the component elements that change and shape the new imposed functional logic, which creates more fragile and susceptible to environmental damage landscapes like the river the river basin San Miguel, in the state of Alagoas that has a degree of change that can compromise its environmental dynamics. Through the use of assumptions of the theory of geosystems, we aimed to focus on the landscape study for the interpretation of transformations, in which the contents of human action are already incorporated. In the first part, will be presented the study area and will be woven some considerations on the implementation of geosystem theory in landscape analysis in the context of physical geography and below, the study focuses on environmental change in said basin will be covered. You can reach the conclusion that the geosystem is an interesting proposal within an integrative perspective that is expected from studies on the evolution of natural landscapes and humanized.

Key Words: Genesis of Landscapes. Geosystem. San Miguel River Basin.

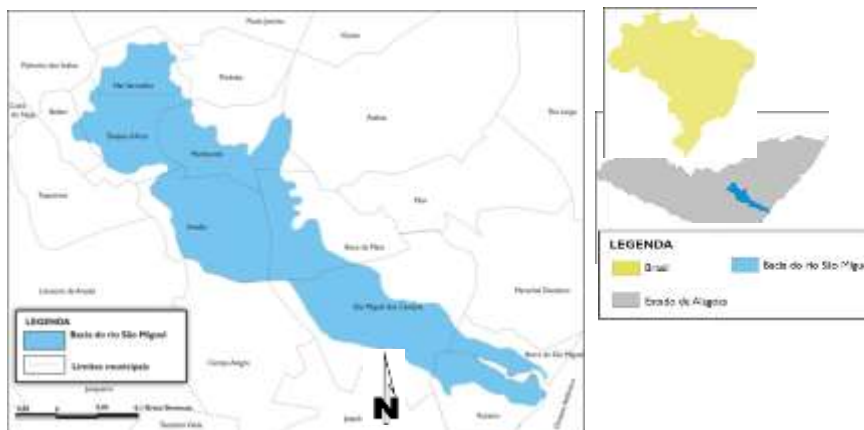
1. INTRODUÇÃO

Rodriguez *et al* (2007) menciona que a gênese de um geossistema é portadora de processos como geogênese, a pedogênese e a biogênese. A ação conjunta dos fatores, componentes e de processos no tempo é um determinante na formação e no funcionamento de um geossistema. Este artigo, portanto, visa trazer uma reflexão acerca da gênese da paisagem como uma abordagem a ser considerada no estudo de ambientais naturais sujeitos a convivência com impactos nocivos a sua estrutura e funcionamento primário. Nesta perspectiva, a bacia hidrográfica do rio São Miguel, no estado de Alagoas, será utilizada como o recorte espacial a ser aplicado a esta análise.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

A bacia hidrográfica do rio São Miguel está situada na porção centro-meridional-leste de Alagoas entre a mesorregião do Leste Alagoano ou Zona da Mata e a Mesorregião do Agreste Alagoano (figura 01). A bacia drena uma área de 624 km², ao longo do curso de 90 km de extensão que perfaz o seu canal principal. A região estuarina do rio São Miguel configura um estuário misto em laguna e “ria”.

Figura 01: Localização da bacia do rio São Miguel



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por SOUZA, 2012).

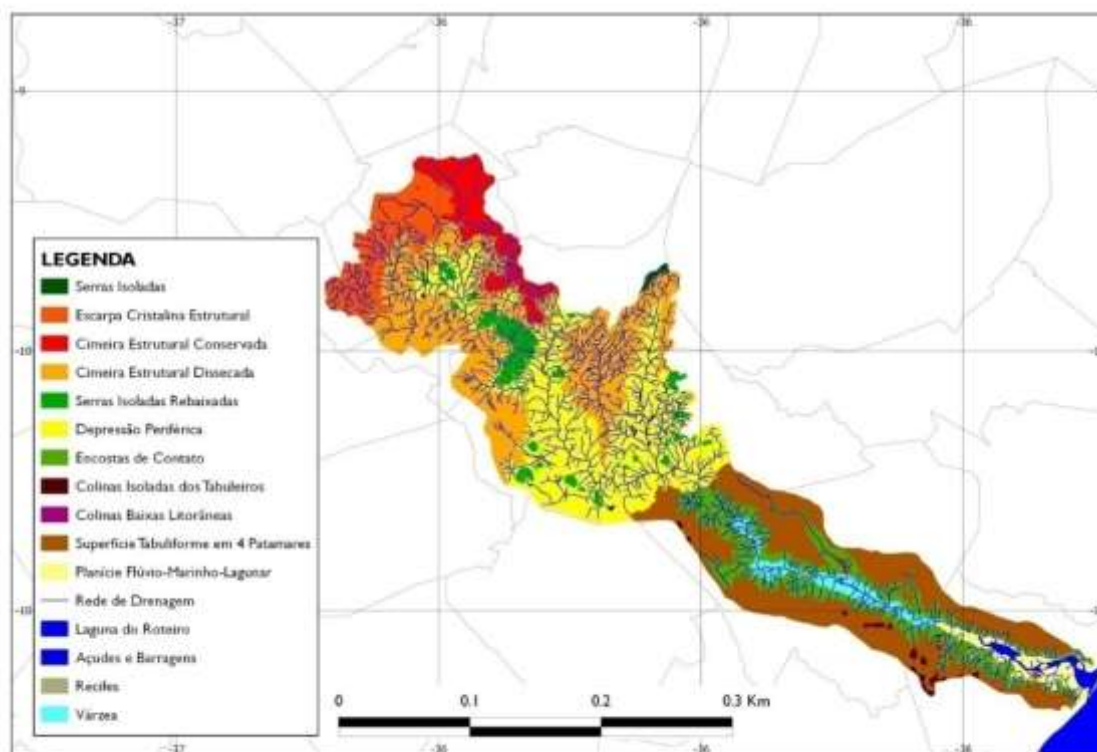
A laguna é um complexo flúvio-estuarino com aproximadamente 7,8 km² de extensão e de grande importância ambiental e ecológica para as comunidades de pescadores que habitam as proximidades do local (CALHEIROS; GUIMARÃES

JÚNIOR, 2010). As nascentes do rio São Miguel estão posicionadas nas encostas orientais do planalto da Borborema, a uma altitude aproximada de 588 metros.

3. IDENTIFICAÇÃO DOS GEOSISTEMAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL

Na identificação dos geossistemas da já referida bacia, optou-se por considerar as unidades de relevo como o parâmetro e o ponto de partida, devido à disponibilidade maior de informações acerca destes elementos. Para o reconhecimento destas unidades, foi utilizada a compartimentação geomorfológica proposta por Ross (2006) para as unidades geomorfológicas do Brasil, o estudo feito pelo Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira de Alagoas (ZEEC-AL, 2003) e a proposta de Lima (1977) para a regionalização de Alagoas. A área de estudo, segundo Lima (1979), encontra-se limitada entre uma base escarpada cristalina, atravessando partes de depressão periférica e inserindo-se nos baixos planaltos sedimentares dos tabuleiros costeiros e finalizando na planície sedimentar litorânea (figura 02).

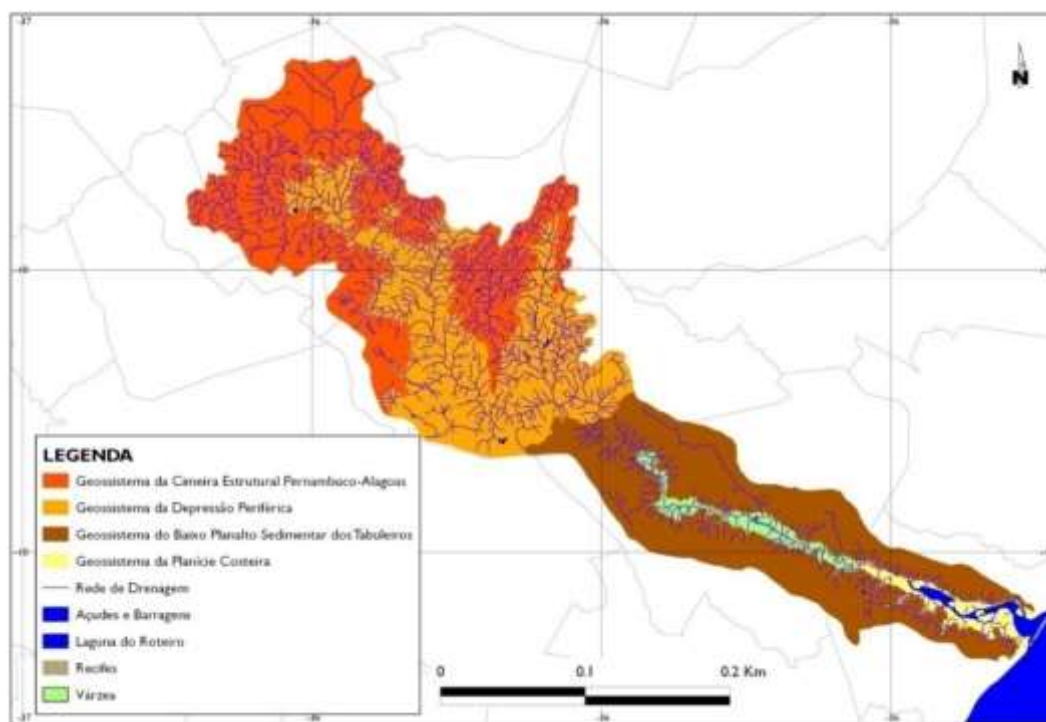
Figura 02: Compartimentação geomorfológica da bacia do rio São Miguel.



Fonte: SOUZA, 2013

A primeira unidade é representada pelas Encostas Orientais do Planalto da Borborema, na parte oriental do Nordeste. São arqueamentos cristalinos antigos e com posições isoladas, assemelham-se a estruturas dômicas e que estão intensamente erodidas. Na bacia do rio São Miguel, foram identificados quatro geossistemas (figura 3) que apresentam características marcadas pela ação dos agentes de modelação do relevo e forma fixados os seguintes geossistemas:

Figura 03: Geossistemas da bacia do rio São Miguel.



Fonte: SOUZA, 2013.

- Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas. Abrangendo a alto curso do rio São Miguel, é caracterizado pela existência de áreas escarpas de alta declividade e tem sua dinâmica associada à erosão fluvial e pluvial; exumação associada ao intemperismo físico-químico;
- Geossistema da Depressão Periférica. Engloba o médio curso do já citado rio, apresenta superfície aplainada e relativamente baixa e tem a sua dinâmica associada à dissecação pela ação erosiva fluvial e transporte sedimentar;
- Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros. Compreende todo o médio e início do baixo curso do rio São Miguel. Possui Superfície aplainada,

de média declividade e dinâmica ligada a dissecação pela erosão do solo (fluvial e pluvial) e transporte de sedimentos;

- Geossistema da Planície Costeira. Perfaz todo o baixo curso do rio estudado e possui planície com influência lagunar e marinha, com áreas de inundação e de baixa declividade e processos geomórficos associados à sedimentação, fluxo hídrico, acumulação de matéria orgânica e abrasão marinha.

4. OS GEOSSISTEMAS E A GEOGRAFIA FÍSICA

Para Rodriguez *et al* (2007) a formação de uma paisagem e de seus geossistemas componentes, passaria pelo desenvolvimento de um perfil vertical completo como também na formação de sua área que está em constante mudança. Até que se apresente como uma paisagem madura. Assim, quando a organização estruturo-funcional da paisagem está definida, esta se encontra madura.

Em uma mesma porção territorial podem ser reconhecidas, portanto, diferentes formas genéticas de paisagem. Se pensarmos, neste sentido em uma bacia hidrográfica, veremos que a mesma pode abrigar mais de um tipo de paisagem, pois a própria é constituída também por um quadro físico-natural diverso. Na bacia do rio São Miguel, os geossistemas e geofácies constituintes, conservadas as suas características e dinâmicas próprias, apresentam as seguintes paisagens, conforme o quadro 01.

Para Rodriguez (2007) a dinâmica funcional define como o todo é acionado e sustentado por mecanismos e balanços de fluxos de energia e matéria específicos, que são garantia da integridade e a coerência do sistema formado pela bacia. Assim, cada um dos processos e o seu conjunto é que afiança o funcionamento dos geossistemas na bacia do rio São Miguel. As primeiras referências teóricas sobre uma análise integrada da natureza são vistas nos já clássicos textos de pesquisadores externos como Sotchava (1977); Tricart (1977) e Bertrand (1982); os escritos de Christofolletti (1979) e Monteiro (2000) como os geógrafos nacionais que também busca esta perspectiva neste caminho analítico (SUETERGARAY, 2004). O geossistema apresenta-se bem dinâmico, pois também faz referencia a história ambiental da paisagem, além de não tornar antagonico, os elementos que tem

origem na ação humana (CORRÊA, 2006). A interface homem-meio, tão cara aos estudos em Geografia Física, é resgata dentro desta perspectiva integrativa.

5. AS TRANSFORMAÇÕES DA NATUREZA NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL.

O transcurso da história humana sobre os geossistemas naturais são por si só, gerador de mudanças nas feições primeiras dos geossistemas; as antropizam ao investir contra a estrutura e o funcionamento dinâmico das geofácies e dos geótopos e competindo também para a própria tendência evolutiva do geossistema original. Mesmo transformada, a paisagem, nos lembra Rodriguez *et al* (2007), continua pertencente à natureza e subordina-se as suas leis congêneres.

O geossistema, após a intervenção humana se finalizar, inicia um processo de reequilíbrio, mas esta ação deixa como resultado, geossistemas menos estáveis do que os originais, pois o mecanismo que regia o seu funcionamento e que também mantinha a sua estrutura e auto-regulação fora alterado. Essencialmente, para que o geossistema mantenha-se em equilíbrio, é necessário que o seu nível de auto-regulação seja conservado, já que isto permitiria que a sua capacidade de regeneração, seja mantida.

As bacias hidrográficas são ambientes naturais que recebem segundo Chorley (1962) citado por Cunha e Guerra (2010), a energia que provém do clima e da tectônica local eliminando também, fluxos energéticos através da saída da água, dos sedimentos e solúveis. Portanto, estão expostas a todo tipo de interferência que a ação natural e humana, ou ambas combinadas podem provocar.

Veado e Troppmair (2001) chamam atenção que os geossistemas são animados por variados fatores ambientais, que influenciam diretamente a sua estrutura operacional e o funcionamento, mas que, o uso que se dá a terra se sobressai, pois, este é um dos elementos que influencia mais diretamente a organização espacial de um dado território. Assim, entende que a compreensão destas maneiras de utilizar o território de um geossistema é importante na proposição de uma análise geossistêmica.

Quadro 01: Tipos de Paisagem na Bacia do Rio São Miguel

Tipo de Paisagem	Atributos Mórficos	Atributos Geológicos	Atributos Biogênicos	Atributos Antrópicos	Geossistema
Tectonicogênica	Escarpas dissecadas; Vales confinados e de fundo estreito; Vertentes côncavas; Alta declividade e altitude.	Intenso processo de metamorfismo regional; Afloramento de estruturas cristalinas; Delineamento de fraturas/falhas;	Floresta caducifólia e subcaducifólia; Campos de várzea.	Uso mecânico do solo (<i>atividade agropastoril e subsistência</i>); Uso biológico (<i>aglomerados urbanos e rurais</i>).	Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas E Depressão Periférica
Fluvial	Vales amplos e dissecados; Processos aluvionais intensos; Terraços fluviais em vários níveis; Ravinas, voçorocas, Vertentes côncavas-convexas.	Os processos de deposição superam os de erosão; Rochas sedimentares do Complexo Barreiras e Coqueiro Seco; Oferta de água subterrânea devido ao teor poroso das rochas.	Floresta Subperenifólia; Cerrado subperenifólio; Campo higrófilo de várzea; Floresta subcaducifólia.	Uso mecânico do solo (<i>atividade agropastoril e subsistência</i>); Uso químico do solo (<i>Indústrias sucroalcooleiras e Mineração</i>); Uso biológico (<i>aglomerados urbanos, rurais e atividades ligadas ao terceiro setor</i>).	Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros
Hidrodinâmica	Formas erosivo-abrasivas: falésias vivas dissecadas; Formas acumulativas: terraços flúvio-marinho-lagunar, dunas, cordões litorâneos, restingas.	Os processos de deposição superam os de erosão; Rochas sedimentares do Complexo Barreiras e Depósitos quaternários; Oferta de água subterrânea devido ao teor poroso das rochas.	Floresta subcaducifólia e subperenifólia de restinga; Campo hidrófilo e higrófilo de várzea; Floresta subperenifólia de mangue.	Uso mecânico do solo (<i>atividade de silvicultura e extrativista</i>); Uso biológico (<i>aglomerados urbanos, rurais e atividades ligadas ao terceiro setor</i>).	Planície Costeira
Antropogênica	Formas tecnogênicas: aterros, lixões, terraços aluviais antrópicos, Formas extirpativas: desmonte de morros, corte e taludeamento de encostas; Formas aráveis: assoreamento, voçorocas e estriais em vertentes.	Em todos os substratos rochosos e complexos litológicos dos geossistemas	Em todos os complexos vegetais dos geossistemas	Uso mecânico do solo (<i>atividade de silvicultura, agropastoril e extrativista</i>); Uso químico do solo (<i>Indústrias sucroalcooleiras e Mineração</i>); Uso biológico (<i>aglomerados urbanos, rurais e atividades ligadas ao terceiro setor</i>).	Escarpas Orientais do Planalto da Borborema; Depressão Periférica; Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros e Planície Costeira

Organização: SOUZA, 2012.

6. CONCLUSÃO

Os geossistemas apresentaram-se como uma interessante possibilidade teórica para o estudo da natureza e de seus sistemas componentes no âmbito da geografia, devido ao seu grande ativismo e logo, a natureza e seus sistemas podem ser apresentados como elementos interagentes, mutáveis e não estáticos sendo oscilados pelas forças internas e externas antrópicas e naturais.

A bacia do rio São Miguel apresenta-se bastante afetados pela ação humana nas mais diversas formas, desde as tradicionais atividades agropastoris ao efêmero turismo, todas interferem diretamente em cada um dos seus geossistemas em intensidade e graus variados e em alguns casos, de modo concomitante. Assim, o que se tem é um tipo de paisagem geossistêmica antropogênica com pequenos enclaves de uma paisagem natural anterior à citada.

Referências

- CALHEIROS, Silvana Quintella Cavalcante; GUIMARÃES JUNIOR, Sinval Autran Mendes. *Vales alagoanos*. Revista Graciliano. Ano I – nº 3 – Fevereiro 2009. Cepal, Maceió – Alagoas.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Análise de sistemas em geografia*. São Paulo: HUCITEC, 1979.
- CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. *O geossistema como modelo para a compreensão das mudanças ambientais pretéritas: uma proposta de geografia física como ciência histórica*. In: _____; SÁ, Alcino José de (orgs.). *Regionalização e análise regional: perspectivas e abordagens contemporâneas*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006, p. 35-43.
- LIMA, Ivan Fernandes. *Fundamentos do meio físico do estado de Alagoas. Notas para a regionalização de Alagoas*. Maceió: Convênio SEPLAN/SUDENE, 1977.
- MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo de. *Geossistema: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.
- RODRIGUEZ, José M. Mateo *et al (org.)*. *Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. 2º Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.
- ROSS, Jurandy Luciano Sanches. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- SOTCHAVA, V.B. *O estudo de geossistemas*. Revista Métodos em Questão, IG/USP, n.16, São Paulo, 1977, p. 02-52.
- SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. *Geografia física (?) geografia ambiental (?) ou geografia e ambiente (?)*. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.) *Elementos de epistemologia da geografia contemporânea*. Curitiba: Editora da UFPR, 2004, p. 111-120.
- VEADO, R. W. A. & TROPPEMAIR, H. *Geossistemas do Estado de Santa Catarina*. In: *Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades: temas de Geografia contemporânea*. GERARDI, L. H. O. & MENDES, I. A. (org). Rio Claro: UNESP-AGETEO, 2001.
- TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREM, 1977.

RELAÇÃO ENTRE COBERTURAS SUPERFICIAIS NEOCENOZOICAS E BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS DO RIO CORUMBATAÍ-SP

RENÊ LEPIANI DIAS¹

ARCHIMEDES PEREZ FILHO²

1Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/IG/DGEO
renelepiani@gmail.com

2Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/IG/DGEO
archi@ige.unicamp.br

Resumo

O objetivo deste trabalho constitui-se na análise da relação entre as coberturas superficiais neocenozoicas e baixos terraços fluviais do rio Corumbataí-SP. Para atingir este objetivo adotou-se como procedimentos metodológicos a seleção de três pontos para coleta de amostras das coberturas superficiais, material de origem dos solos, para realização de análises laboratoriais (granulometria, química e datação absoluta). Resultados obtidos pela análise granulométrica foram interpretados pelo diagrama textural, para classificação dos sedimentos. Baseado nos resultados obtidos pela análise química por meio da capacidade de troca catiônica foi possível determinar o grau de intemperismo deste material. A partir da datação absoluta por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) foi possível determinar o momento de deposição das coberturas superficiais, auxiliando na interpretação da evolução e formação dos baixos terraços. Os resultados permitiram relacionar a ocorrência de baixos terraços fluviais com oscilações climáticas ocorridas durante Holoceno Tardio. Pulsos climáticos mais secos ocorridos há aproximadamente 1.500 anos A.P. definiram níveis de baixos terraços fluviais, que posteriormente em período úmido atual, houve entalhamento da rede de drenagem, a partir dos últimos 1.000 anos A.P. Conclui-se que os resultados são fundamentais na compreensão da relação entre as coberturas superficiais e formação de baixos terraços fluviais do rio Corumbataí durante o final do Holoceno.

Palavras-chave: terraços fluviais. Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), oscilações climáticas.

Abstract

The aim of this work constitutes on the analysis of the relationship between the neocenozoic surface coverage and low fluvial terraces in the basin of river Corumbataí-SP. To achieve this it was adopted as methodological procedures the selection of three points to collect samples of surface coverage, soil parent material, for laboratory analysis (particle size, chemical and absolute dating). Results obtained through by particle size analysis were interpreted by textural diagram for classification of sediments. It based on the results obtained by chemical analysis by cation exchange capacity, it was possible to determine the degree of weathering of this material. From absolute dating by Optically Stimulated Luminescence (OSL) it was possible to determine the time of deposition of the surface coverage, helping

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

interpretation of evolution and formation of fluvial terraces. The studied allowed relating the occurrence of river terraces with climatic oscillations occurred during Late Holocene. Drier climatic pulses occurred there about 1.500 years B.P. defined low levels of fluvial terraces, which later in the current wet season, there was carving drainage, from the last 1.000 years B.P. We conclude that the results are essential in aid in understanding the relationship between the surface coverage and training of fluvial terraces in Corumbataí river during the Late Holocene.

Keywords: fluvial terraces, Optically Stimulated Luminescence (OSL). climate oscillations.

1. Introdução

A evolução do relevo da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, localizada na Depressão Periférica Paulista, no Estado de São Paulo, está associada à elaboração dos níveis de aplainamento, devido influências paleoclimáticas, controles litoestruturais e morfotectônicos durante o Cenozoico (PENTEADO, 1968).

Os níveis mais recentes, representados pelos baixos terraços fluviais, foram definidos e posteriormente capeados pelas coberturas superficiais neocenoicas, devido oscilações climáticas ocorridas ao longo do Pleistoceno Superior-Holoceno. Durante período climático mais seco que o atual ocorreu o alargamento da extensão dos terraços fluviais, que posteriormente em clima recente úmido houve entalhamento da rede de drenagem para nível atual, definindo baixos terraços.

Deste modo, este trabalho se justifica pela importância da compreensão da relação entre as coberturas superficiais e níveis de baixos terraços fluviais, para auxiliar na determinação dos processos morfogenéticos que atuaram ao longo do Pleistoceno Superior-Holoceno na bacia hidrográfica do rio Corumbataí.

2. Pressupostos teóricos

Para Christofletti (1981), baixos terraços fluviais representam antigas planícies de inundação que, devido ao rebaixamento do canal, pelo entalhamento da rede de drenagem em clima úmido, foram alçados cota acima das cheias sazonais. Assim, estes terrenos tornaram-se hidrológicamente inativos e passaram a ser dissecados, representando formas residuais, a partir da evolução do relevo e dinâmica fluvial.

Neste contexto, a formação de baixos terraços fluviais está relacionada à ocorrência de duas fases erosionais distintas. A primeira, representada pela fase deposicional, responsável pela formação da planície de inundação, quando ocorre fornecimento detrítico que se acumula nessas áreas. Já a segunda, fase de entalhamento, ocorre quando o canal fluvial escava e aprofunda o leito do rio, estabelecendo novo nível de base, abandonando o anterior (CHRISTOFOLETTI, 1981). De acordo com Huggett (2007), a origem e formação de baixos terraços fluviais podem estar associadas a eventos climáticos, devido oscilações entre fases glaciais e interglaciais, em que ocorreriam acumulação e entalhamento do leito do canal, respectivamente.

Penteado (1968) afirma que baixos terraços fluviais do rio Corumbataí datam do limite Pleistoceno Superior-Holoceno, por meio de datação relativa, período no qual predominava condições climáticas mais secas que as atuais, que posteriormente, em fase úmida e recente, os mesmos foram entalhados resultando na formação da planície de inundação e leito atuais do rio Corumbataí.

3. Metodologia de Trabalho

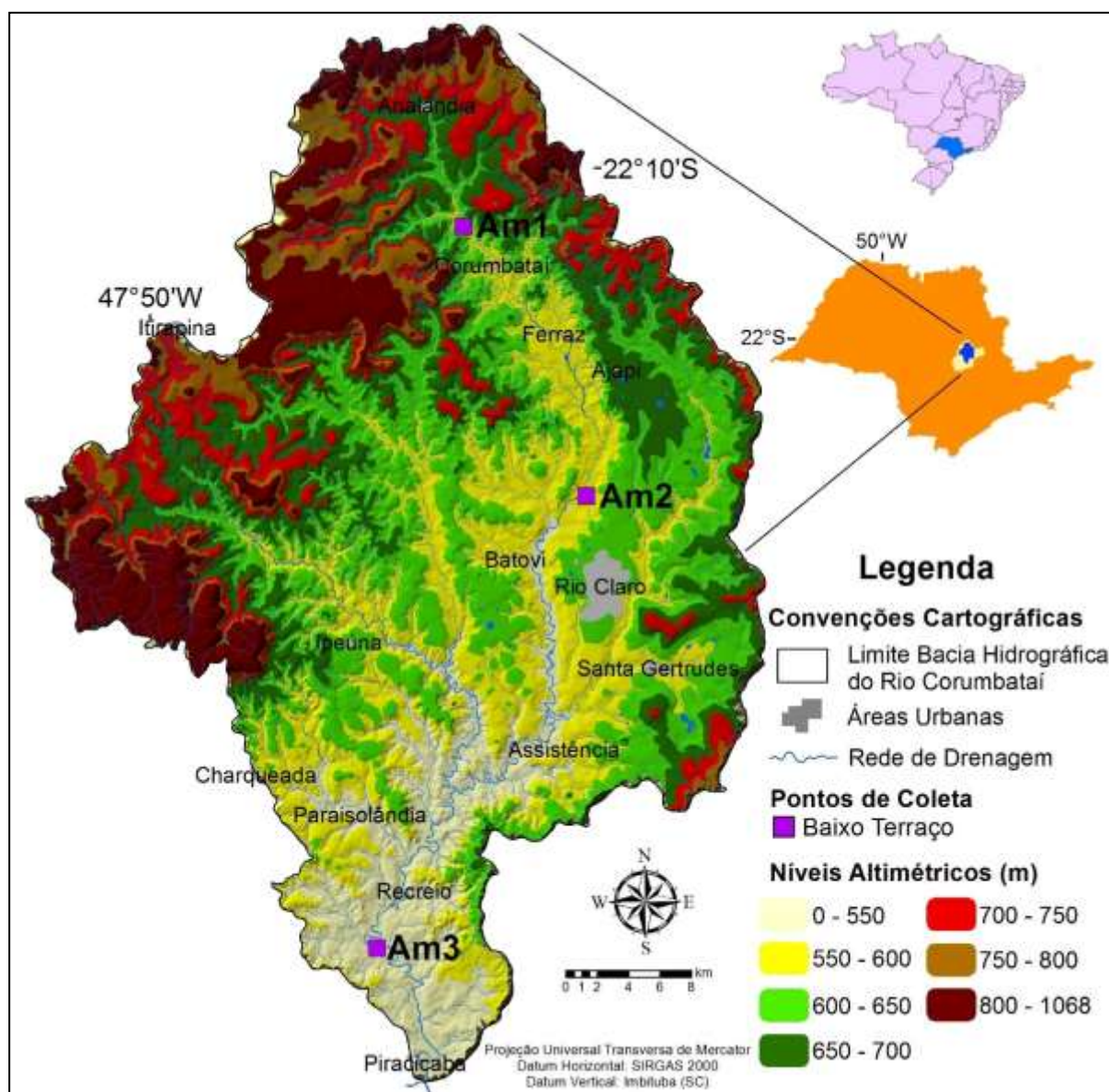
Três pontos de baixos terraços fluviais foram identificados no rio Corumbataí (Figura 1), para coleta amostras para realização de análises laboratoriais: granulometria, química e datação absoluta por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), a 1 metro de profundidade.

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (CAMARGO *et al.*, 1986) com objetivo determinar a porcentagem de areia, argila e silte das coberturas superficiais coletadas, para determinação da classe textural predominante.

Já a análise química teve como objetivo estabelecer a relação entre as propriedades químicas das coberturas superficiais com a idade das mesmas, utilizando-se informações fornecidas pela capacidade de troca catiônica (CTC), uma vez que de acordo com Perez Filho *et al.* (1980), solos mais intemperizados geralmente apresentam valores menores deste parâmetro, sendo possível ter uma ideia de evolução do material sedimentar de recobrimento com o tempo.

Datações absolutas por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) foram realizadas pelo método SAR (*Single Aliquot Regenerative-dose*), de acordo com Wintle e Murray (2006), com 15 alíquotas, com finalidade de determinar o momento de deposição das coberturas superficiais dos baixos terraços fluviais.

Figura 1: Localização dos Baixos Terraços Fluviais do rio Corumbataí.



Elaboração: Dias e Perez Filho (2015)

Deste modo, a partir dos resultados das análises laboratoriais e interpretação da literatura sobre oscilações climáticas durante Quaternário, os mesmos foram relacionados para comprovação da hipótese de que baixos terraços fluviais
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

encontrados no rio Corumbataí foram formados a partir de variações no clima que ocorreram durante o Pleistoceno Superior-Holoceno, sendo que em períodos mais secos que o atual ocorreria o alargamento dos níveis de terraços fluviais, e posteriormente em clima úmido recente, haveria o entalhamento da rede de drenagem para nível atual.

4. Resultados e Discussão

Três baixos terraços fluviais foram identificados no rio Corumbataí, especializados no alto, médio e baixo cursos, caracterizados por ser uma superfície sub-horizontal a plana, com leve inclinação em direção ao canal fluvial, com depósitos arenosos, bem selecionados e esporadicamente inundáveis, situados a 4 metros acima do nível atual do rio.

Os baixos terraços fluviais caracterizados por depósitos fluviais recentes, foram classificados pedologicamente como Cambissolos Háplicos (Amostras 1 e 2) e Neossolos Flúvicos (Amostra 3).

A partir dos resultados das análises laboratoriais, algumas considerações são possíveis de se estabelecer, entre as coberturas superficiais neocenoicas e baixos terraços fluviais (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados das análises laboratoriais (granulometria, química e datação absoluta)

Pontos de Coleta	Análise Granulométrica			Análise Química	Datação Absoluta (LOE)			
	Areia (%)	Argila (%)	Silt e (%)	CTC (mmol/dm ³)	Dose Anual (μGy/ano)	P (Gy)	Desvio Padrão	Idade (anos A.P.)
Amostra 1	93,5	3,0	3,5	26,5	1.790±340	2,8	0,9	1.590±380
Amostra 2	90,9	6,3	2,8	34,6	1.455±165	2,3	0,5	1.580±260
Amostra 3	73,4	10,8	15,8	41,5	1.500±250	4,4	0,4	1.500±250

Elaboração: Dias e Perez Filho (2015)

A partir dos resultados da análise granulométrica, verificou-se que as coberturas superficiais dos baixos terraços fluviais do rio Corumbataí, localizadas no alto e médio cursos (Amostras 1 e 2, respectivamente), são arenosas, com mais de 90% de areia, enquanto que a Amostra 3, no baixo curso, apresenta textura média (areno-argilosa).

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Os resultados da análise química foram satisfatórios, uma vez que de acordo com Perez Filho *et al.* (1980), solos mais jovens tendem a apresentar maiores valores de CTC, uma vez que encontram-se menos intemperizado, conforme verificou-se nas amostras coletadas.

Nesta perspectiva, a partir da datação absoluta por LOE das coberturas superficiais localizadas sobre os baixos terraços do rio Corumbataí, foi possível determinar o momento de sua deposição.

As datações absolutas por LOE das amostras coletadas em baixos terraços fluviais do rio Corumbataí apresentaram idades entre 1.590 a 1.500 anos A.P., deste modo verifica-se que a idade das coberturas superficiais é muito recente, datada do Holoceno Tardio. Estes dados demonstram que o processo de formação dos baixos terraços ocorreu de forma simultânea ao longo do rio Corumbataí, cuja gênese pode ser relacionada a pulsos paleoclimáticos com características de clima mais seco do que o atual, durante o Holoceno.

Esta diminuição na quantidade de umidade no ambiente durante o Holoceno Tardio, com repercussão em condições climáticas mais secas que a atual, foi observada por alguns autores em estudos no território nacional. Pessenda *et al.* (1996) destacam a ocorrência de fase mais seca no sudeste brasileiro entre 1.500 a 1.200 anos A.P., assim com Stevaux (2000), destaca o segundo episódio de seca no alto curso do rio Paraná entre 3.500 a 1.500 anos A.P.

Com o retorno das condições de umidade atuais, observadas nos últimos 1.000 anos A.P., com predomínio de clima quente e úmido, houve entalhamento da rede de drenagem, no qual o rio Corumbataí estabeleceu seu traçado e dinâmica atuais, definindo o nível de baixos terraços fluviais encontrados.

De acordo com Penteado (1968), baixos terraços fluviais foram formados durante a transição Pleistoceno Superior-Holoceno. Porém, os resultados apresentados pela LOE mostram que o período de formação dos mesmos é mais recente do que foi proposto pela autora, sendo datados do Holoceno Tardio.

Deste modo, pulsos paleoclimáticos ocorridos durante o Holoceno corroboram com a hipótese da relação entre oscilações climáticas, coberturas superficiais e definição dos baixos terraços fluviais do rio Corumbataí.

5. Considerações finais

A partir deste estudo, pode-se confirmar o papel das alterações do clima em escala de tempo recente da natureza na definição dos níveis de baixos terraços fluviais e da deposição de suas coberturas superficiais no rio Corumbataí.

Neste contexto, com os resultados da LOE verifica-se que as coberturas superficiais dos baixos terraços fluviais são bastante recentes, datadas do Holoceno Tardio, trazendo novas contribuições na discussão sobre as interferências paleoclimáticas holocênicas na evolução da paisagem.

Deste modo, os resultados das análises laboratoriais foram fundamentais para compreender a relação das coberturas superficiais holocênicas e baixos terraços fluviais, auxiliando na caracterização da evolução de bacias hidrográficas sob influência de oscilações climáticas durante o Holoceno.

Referências

- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1986, 94p. (IAC – Boletim Técnico, 106)
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher, 1981. 313 p.
- HUGGETT, R.J. **Fundamentals of geomorphology**. 2nd Ed., NY: Routledge, 2007, 280 p.
- PENTEADO, M.M. **Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica Paulista**. 1968, 160 f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro. Inédito. Rio Claro, 1968.
- PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J.L.; LEPSCH, I.F. Relação Solos Geomorfologia em Várzea Do Rio Moji-Guaçu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. 4: 181-187, 1980.
- PESSENDA, L.C.R; ARAVENA, R.; MELFI, A.J.; BOULET, R. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. **Radiocarbon**. v. 38, n. 2, p. 191-201, 1996.
- STEVAUX, J.C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Parana River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. **Quaternary International**, n.72, p.73-86, 2000.
- WINTLE, A.G.; MURRAY, A.S. A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. **Ratios Measurements**, n. 41, p. 369-391, 2006.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento, por meio de Bolsa de Doutorado (2011/21491-7) e Projeto Auxílio à Pesquisa (2012/00145-6).

ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARINHO - ES

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO¹
ANDRÉ LUIZ NASCENTES COELHO²

¹ Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
marcus.sartorio@gmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
andre.ufes@bol.com.br

Resumo

A bacia hidrográfica do Rio Marinho é um exemplo de bacia inserida em meio urbano onde se observa intenso processo de ocupação e consequente impermeabilização do solo. Como decorrência da crescente urbanização e ocupação desordenada nas margens dos rios observada a partir dos anos 1970, a bacia tem sofrido com intensas enchentes em episódios de chuva intensa. Assim, este trabalho apresenta uma metodologia de classificação do uso e cobertura da terra através da ferramenta SIG utilizando ortofotos dos anos 1978 e 2008, tendo em vista a identificação do crescimento urbano nos respectivos períodos e definir áreas permeáveis e impermeáveis. Para tanto foram definidas quatro classes de uso e cobertura da terra: Área Urbana Densa e Área Urbana Moderada (representando áreas impermeáveis), Área Urbana Esparsa e Vegetação (representando áreas permeáveis). Como resultado observou-se que o processo de urbanização tem evoluído em ritmo alarmante, proporcionando uma alta taxa de impermeabilização do solo. Onde em 1978 se encontrava em 22,84%, em 2008 a área impermeabilizada da bacia corresponde a 56,41%.

Palavras-chave: Impermeabilização do solo. Area urbana. SIG.

Abstract

The hydrographic basin of Rio Marinho is an example of basin inserted in urban areas where it's observed intense process of occupation and consequent soil sealing. Because of increasing urbanization and disorganized occupation along river margins observed during the 1970s, the basin has suffered from severe flooding in episodes of heavy rain. This work presents a classification methodology of land use and land cover through GIS tools by using orthophotos of 1978's and 2008's, aiming to identifying the urban growth in the respective periods and set permeable and impermeable areas. Then, we defined four classes of use and land cover: Dense Urban Area and Moderate Urban Area (representing impermeable areas), Sparse Urban Area and vegetation (representing permeable areas). As a result, it was observed that the upgrading process has evolved at an alarming rate, providing a high rate of soil sealing. Where in 1978 the sealed area of the basin corresponds to 22.84% in 2008 it was 56.41%.

Key-words: soil impermeabilization. Urban área. GIS.

1. Introdução

A crescente demanda pelos recursos naturais foi acompanhada por estudos voltados à conservação dos elementos de suporte à vida tanto no meio rural quanto no urbano: recursos hídricos, conservação das terras e planejamento do uso do solo considerando a preocupação com a correta utilização e ocupação do mesmo, são alguns exemplos que demonstram a potencialidade de se considerar bacia hidrográfica como unidade de planejamento tanto no meio rural quanto no urbano (BOTELHO E SILVA, 2004). Assim, no processo de caracterização da bacia de drenagem deve-se incluir também as condições sociais, principalmente em áreas urbanas onde a dinâmica das águas e dos elementos naturais ali componentes são alterados pela ocupação humana, especialmente quando esta se dá sem um planejamento adequado (KLEIMAN e KAUFFMAN apud GALVÃO, 2014).

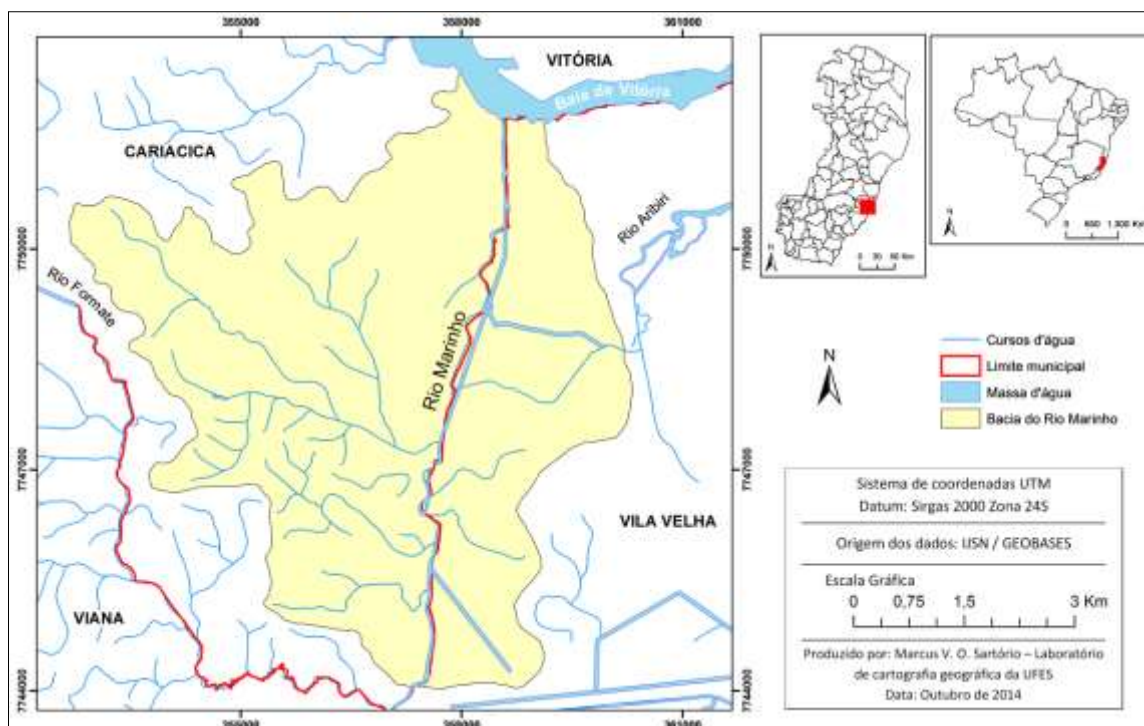
É muito comum em grandes e médias cidades ocorrer um crescimento desordenado devido a um rápido desenvolvimento da malha urbana em áreas impróprias para edificações ao mesmo tempo em que as relações sociais presentes nestas apresentam comportamentos ligados à degradação ambiental (OLIVEIRA JORGE, 2011). Acompanhados a esse crescimento, são claras as modificações na paisagem urbana, sobretudo nas metrópoles, onde se observa o equilíbrio ambiental mais profundamente afetado.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, esse cenário é o mais comumente encontrado. A tardia industrialização e o rápido movimento do homem do campo para a cidade nas últimas décadas fizeram com que áreas como planícies de inundação, áreas ribeirinhas e encostas fossem ocupadas (CARNEIRO E MIGUEZ, 2011). Estas áreas passam então por um processo de impermeabilização do solo devido ao crescimento da malha urbana sem o devido planejamento de áreas livres onde a água possa infiltrar, gerando assim um aumento no risco de inundações, principalmente se a urbanização ocorre em planície.

1.1. Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Marinho compreende um desses ambientes onde a ação do homem como agente modelador da paisagem alterou o equilíbrio natural através do processo de urbanização, instalando-se em um ambiente impróprio para moradia e modificando os elementos ali presentes. Localizada em região de planícies costeiras do Estado do Espírito Santo, sua extensão territorial é de 35,63km² abrangendo dois municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória: Cariacica e Vila Velha. Ressalta-se também que o Rio Marinho compreende o limite entre estes dois municípios (Figura 1).

Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Marinho.



Fonte: Elaboração própria.

Por estar localizada em uma região de planície próximo à costa e possuir áreas significativas abaixo do nível do mar, além de estar situada em uma região de grande influência climática da Zona de Convergência do Atlântico Sul, responsável por grande quantitativo de precipitação na região, os problemas de inundações ocorrem em grande frequência na bacia, levando prejuízos aos habitantes das áreas mais críticas desta.

Dessa forma, o estudo aqui apresentado tem grande importância no entendimento de como se deu o crescimento urbano na bacia do Rio Marinho e elucidar a necessidade de gestão integrada entre o urbano e o ambiental ultrapassando os limites administrativos municipais da região da bacia. Portanto, o objetivo central deste trabalho consiste em identificar através de ortofotos aéreas históricas as alterações no uso e cobertura da terra na bacia do Rio Marinho entre o período de 1978 a 2008.

Do ponto de vista geomorfológico, a região em questão está situada no domínio dos depósitos sedimentares caracterizando-se pela ocorrência de sedimentos arenosos e argilosos da Formação Barreiras depositados no período Cenozóico (IJSN, 2012). A bacia encontra-se na zona intertropical onde a maritimidade e a circulação atmosférica exercem fundamental influência na caracterização climática do local. De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as temperaturas médias giram em torno de 24°C, com verões mais quentes e úmidos e invernos mais amenos e secos. Devido à proximidade com o litoral, umidade relativa do ar apresenta uma média anual de 77% e a precipitação anual oscila de 1100 a 1300 mm (ACQUATOOL CONSULTORIA. 2009).

2. Metodologia de Trabalho

Para analisar o crescimento da ocupação na bacia, utilizaram-se dados cartográficos e de população obtidos de instituições públicas como Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA e Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN além de documentos das prefeituras dos municípios de Vila Velha e Cariacica.

Dentre os dados obtidos tem-se os Planos de Informação (PIS): Limites estaduais, municipais e de bairros – IJSN; Cursos d'água e massa d'água do Espírito Santo – IEMA; Unidades geomorfológicas do Espírito Santo – IJSN.









Também foram obtidas através do IJSN Imagens aéreas dos anos de 1978 e 2008 para a região em questão.

Os mapas presentes neste trabalho foram elaborados em ambiente SIG com o auxílio do software ArcGIS™ 10 no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias vinculado ao Departamento de Geografia da UFES. Os dados

cartográficos (Arquivos vetoriais e matriciais) foram padronizados no sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator) e datum de referência Sirgas 2000, 24 Sul.

A partir das informações listadas anteriormente, foi possível iniciar o processo de classificação do uso e cobertura da terra dos anos de 1978 e 2008, levando em consideração as seguintes chaves para classificação do uso e cobertura do solo para os respectivos anos (Tabela 1): Área Urbana Densa; Área Urbana Moderada; Área Urbana Esparsa; Vegetação. A partir destas classes foram consideradas áreas permeáveis (Área urbana esparsa e vegetação) e áreas impermeáveis (Área urbana densa e área urbana moderada).

Tabela 1 - Chave de classificação do Uso e Cobertura da Terra para bacia do Rio Marinho nos anos de 1978 e 2008.

Categoria	1978	2008
<p>Área Urbana Densa</p> <p>Área com maiores níveis de aglomeração e grande quantidade de construções e vias.</p>		
<p>Área Urbana Moderada</p> <p>Áreas de ocupação intermediária e pequeno espaçamento entre as construções.</p>		
<p>Área Urbana Esparsa</p> <p>Áreas com baixa aglomeração, grandes espaços entre construções e presença de terrenos vazios.</p>		
<p>Vegetação</p> <p>Área coberta por vegetação rasteira, floresta e pastagens.</p>		

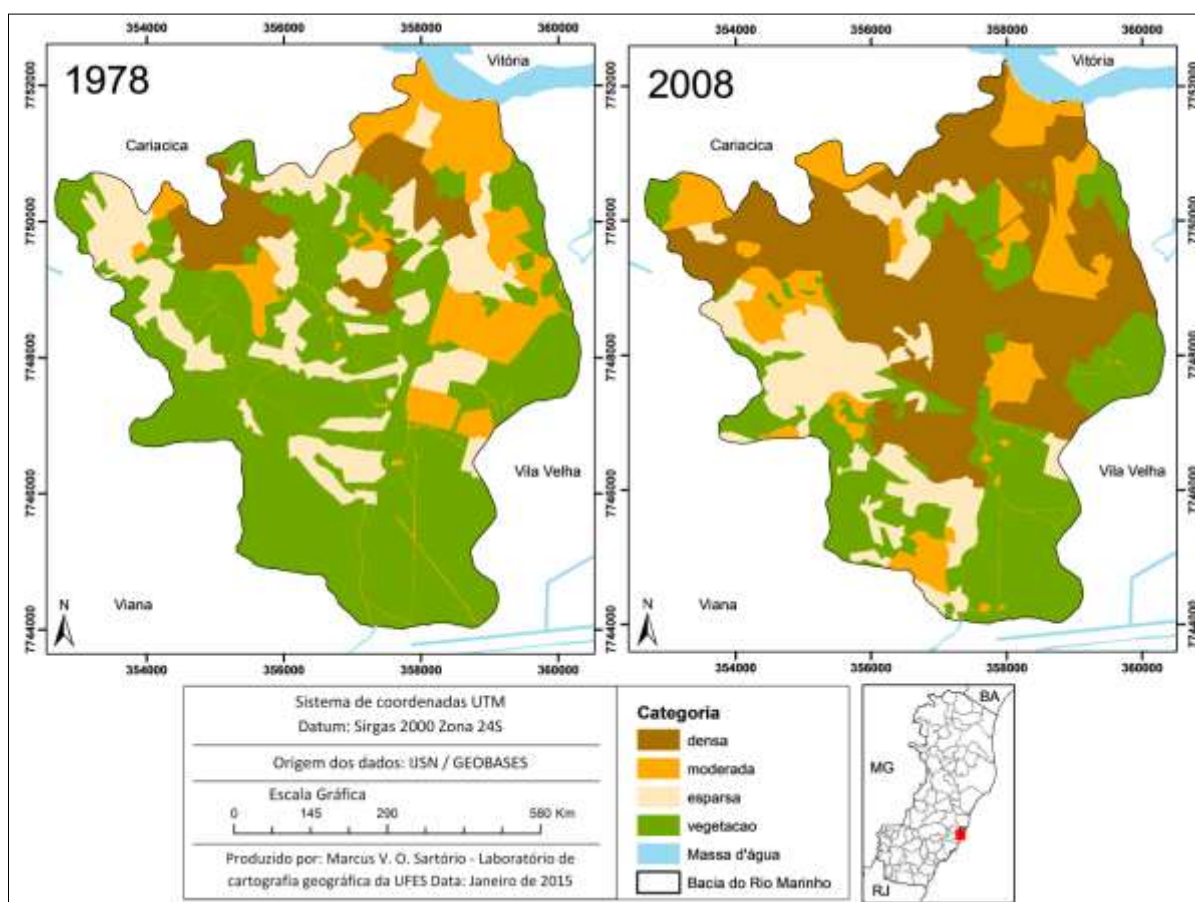
Fonte: Ortofotos aéreas cedidas pelo IJSN.

Assim, pôde ser feita a vetorização das classes anteriormente listadas para uma melhor comparação visual e quantitativa (em área) do processo de ocupação da bacia e identificação das áreas permeáveis e impermeáveis.

3. Resultados e Discussão

Como resultado da classificação das ortofotos em ambiente SIG, foi elaborado um mapa temático representando as classes anteriormente listadas para os respectivos anos Figura 2:

Figura 2- Classificação do uso e cobertura da terra para bacia do rio marinho nos anos de 1978 e 2008.



Fonte: Elaboração própria.

A partir das informações obtidas identificou-se que a área de vegetação foi reduzida em 49,9% passando de 20,41Km² em 1978 para 10,19Km² em 2008 indicando que houve um significativo aumento da área urbanizada neste período. Frente a esta informação identificou-se que a área urbana densa apresentou um

aumento de mais de cinco vezes a área que correspondia em 1978, passando de 2,75Km² para 14,43Km² (Tabela 2).

A área urbana moderada que apresentava uma área de 5,39Km² em 1978 teve um acréscimo de área pouco significativa, passando a ocupar 5,67Km² da bacia. Porém, ao observar as imagens percebe-se que grande parte da área ocupada por esta classe em 1978 se tornou área urbana densa em 2008 ao mesmo tempo em que esta classe passou a ocupar as áreas urbanas esparsas.

Tabela 2 – Classes de uso e ocupação da terra para os anos de 1978 e 2008 em área e porcentagem

CLASSE	1978		2008	
	Km ²	%	Km ²	%
Área urbana densa	2,75	7,72	14,43	40,50
Área urbana moderada	5,39	15,13	5,67	15,91
Área urbana esparsa	7,08	19,87	5,34	14,99
Vegetação	20,41	57,28	10,19	28,60
Total	35,63	100%	35,63	100%

Elaboração própria.

4. Considerações finais

As classes de uso e ocupação da terra definidas no estudo da bacia hidrográfica do Rio Marinho apresentam correlação direta com a permeabilidade da terra haja visto que ao se observar um aumento do número de construções e pavimentação de vias, uma maior impermeabilização do solo é causada fazendo com que, em eventos de chuva, os fluxos superficiais sejam intensificados aumentando a possibilidade de inundações na região.

Conforme os resultados apresentados na Figura 2 e na Tabela 2, é possível identificar a mudança na permeabilidade da terra ocorrida dentre os anos de 1978 e 2008 com o aumento da urbanização, passando de 8,14Km² para 20,10Km², aumentando a impermeabilização do solo em 33,5% neste período. Deste modo é possível afirmar que o método de classificação realizado neste trabalho pode ser considerado eficiente, uma vez que possibilitou a análise das classes propostas e atingiu seu objetivo.

Referências

- ACQUATOOL CONSULTORIA. (JSN). **Elaboração dos Estudos para Desassoreamento e Regularização dos Leitos e Margens dos Rios Jucu, Formate e Marinho na Região Metropolitana da Grande Vitória: Relatório Final de Consolidação**. Vitória, setembro de 2009.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, Antônio S. da. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**, in: VITTE, Antônio C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.) Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. P 152-192.,2004.
- CARNEIRO, P. R. F.; MIGUEZ, M. G. **Controle de inundações em bacias hidrográficas urbanas**. Annablume. São Paulo, 2011.
- GALVÃO, R. S. **Gestão de bacias hidrográficas em áreas urbanas**: Niteroi (RJ). 2014. Tese (Doutorado em Ordenamento Territorial Ambiental). Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- OLIVEIRA JORGE, M. C. **Geomorfologia Urbana: Conceitos, metodologias e teorias**. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011.

ESTUDO HIDROGRÁFICO DAS MICRO-BACIAS DO MUNICÍPIO DE TOROPI –RS

RICHARD KOHLER MARCZEWSKI¹
ROMARIO TRENTIN²

1 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/LAGEOLAM –
(richar_kohler@hotmail.com)

2 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/LAGEOLAM –
(romario.trentin@gmail.com)

Resumo

Este trabalho tem como objetivo a análise das características hidrográficas do município de Toropi – RS, localizado entre as coordenadas geográficas 54°25'14" a 54°10'51" de longitude oeste e 29°24'30" a 29°32'19" de latitude sul. A análise foi desenvolvida através dos parâmetros morfométricos como índice de sinuosidade, índice de circularidade, densidade de drenagem, densidade dos canais, comprimento médio dos canais, e hierarquia de drenagem. A base cartográfica utilizada foram as cartas topográficas do Exército Brasileiro na escala 1:50000, com o uso do (SIG) ArcGIS 10.1. A hidrografia de Toropi é predominantemente retangular demonstrando forte controle estrutural. O município foi dividido em dois setores. No setor oeste localiza-se três micro-bacias: arroio Sampaio de 4° ordem, arroio Cortume de 3° ordem, e o arroio Canoas de 3° ordem. Juntas possuem uma área de 111,19 km² e 72 segmentos de canais. O setor Leste possui quatro micro-bacias: Linha Herbert de 2° ordem, Linha Damião de 2° ordem, Toropi de 3° ordem e o Toropi Mirim de 5° ordem, juntas possuem uma área total de 73,06 km² e 47 segmentos de canais. O estudo possibilitou a obtenção de dados sobre a configuração e distribuição dos cursos de água que drenam à área do município de Toropi, permitindo assim o auxílio aos trabalhos de compreensão das características do modelado do relevo desta área.

Palavras chave: micro-bacias hidrográficas. Morfométricos. Toropi.

Abstract

This study aims to analyze the hydrographic characteristics of the municipality of Toropi - RS, located between the geographic coordinates 54°25'14 " to 54°10'51 " west longitude and 29°24'30 " to 29°32'19 " of latitude south. The analysis was developed through the morphometric parameters such as tortuosity index, circularity index, drainage density, density of channels, average length of the channels, and drainage hierarchy. The cartographic base used were the topographic maps of the Brazilian Army in scale 1: 50000, with the use of (GIS) ArcGIS 10.1. The hydrography of Toropi is predominantly rectangular demonstrating strong structural control. The municipality was divided into two sections. In the western sector located three micro-basins: Sampaio stream of 4th order, Cortume stream of 3rd order and the Canoas stream of 3rd order. Together have an area of 111.19 km² and 72 channels segments. The eastern sector has four micro-basins: Herbert Line of 2nd order, Damião Line of 2nd order, Toropi of 3rd order and the Toropi Mirim of 5th order, together have a total area of 73.06 km² and 47 segments channels. The study made it possible to obtain data on the configuration and distribution of water courses that drain the area of the municipality of Toropi, allowing thus the assistance to the works of understanding the characteristics of the modeled relief of this area.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

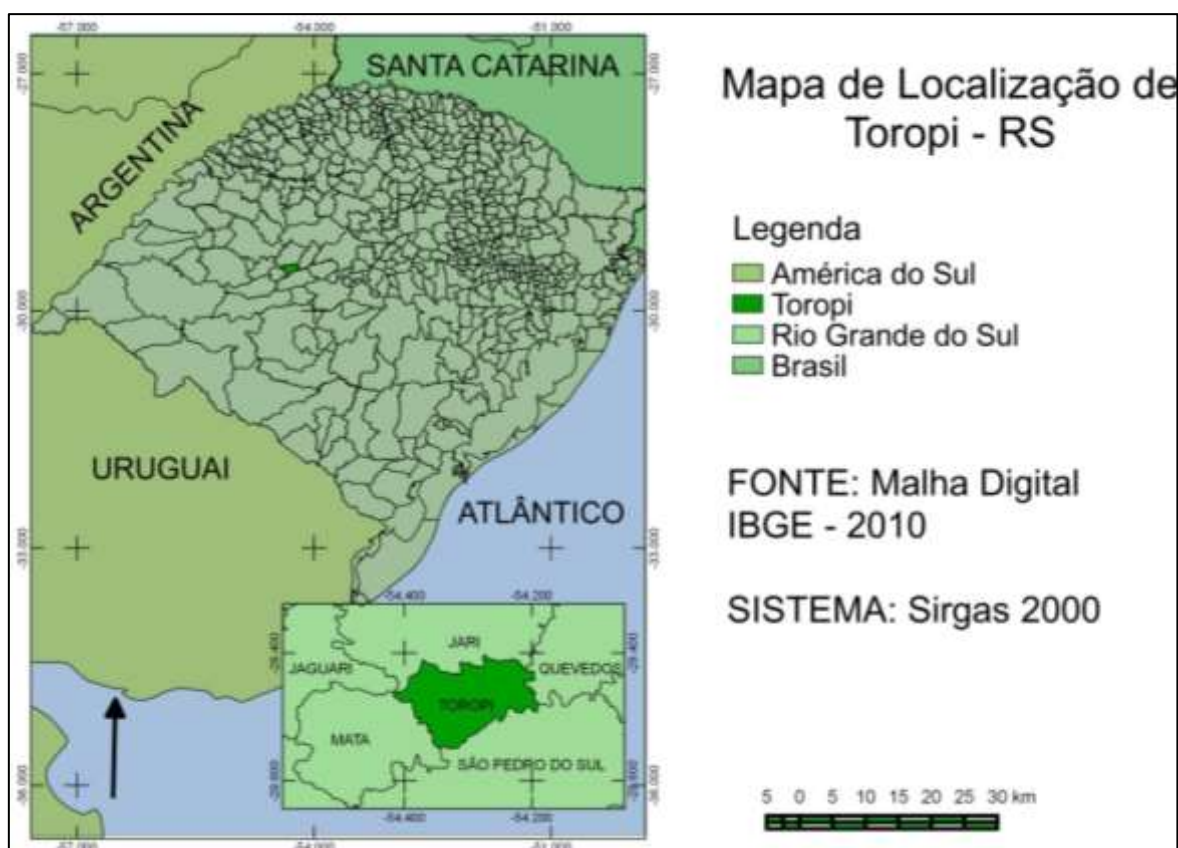
layout of watercourses that drain the Toropi of municipal area, allowing the aid the work of understanding of the characteristics of the modeled relief of this area.

Keywords: watersheds. Morphometric. Toropi

1. Introdução

O presente trabalho tem como área de pesquisa o município de Toropi, este é drenado principalmente pelo rio Toropi, que faz a divisa política, ao Sul do município. Outro rio de grande importância é o Toropi Mirim, que faz divisa política a Leste do município. Ainda tem drenagens importantes como o arroio Canoas, que faz divisa política a Oeste e o Arroio Sampaio, que drena a área central do município, onde sua montante se localiza ao Norte e a sua jusante ao Sul onde entra em confluência com o rio Toropi.

Figura 1 – Mapa de Localização de Toropi - RS.



Org: Marczewski, R. K. 2014.

O município está localizado entre as coordenadas geográficas $54^{\circ} 25' 14''$ a $54^{\circ} 10' 51''$ de longitude oeste do Meridiano de Greenwich e $29^{\circ} 24' 30''$ a $29^{\circ} 32' 19''$ de latitude sul. Os municípios que fazem limite são: a leste com Quevedos, ao norte limita-se com Jarí, a oeste com Jarí, Jaguari e Mata e ao sul com São Pedro do Sul. Conforme podemos visualizar o mapa de localização de Toropi – RS (figura 1).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo abordar e descrever parâmetros morfométricos da hidrográficas na referida área de estudo.

2. Metodologia

A base cartográfica utilizada, foram as cartas topográficas do Diretório do Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro na escala 1:50000, com o uso do SIG ArcGIS 10.1 desenvolvido pela ESRI, onde foram extraídos os segmentos de canais de todo o município de Toropi, e definida sua hierarquia segundo o método de Strahler (1952).

Para a elaboração do mapa de localização de Toropi foi utilizado o SIG Quantum Gis, este que é mantido por um grupo ativo de desenvolvedores voluntários, um software livre, que usou como base a malha digital do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de 2010 usando sistema de coordenadas sirgas 2000.

Para o limite político de Toropi foram utilizados dados da malha digital do IBGE do ano de 2010, sendo os mesmos conferidos com a *lei complementar nº 014-05/2008, de 08 de fevereiro de 2007*, que estabelece os limites políticos administrativos de Toropi.

Para avaliar as características quantitativas das micro-bacias, utilizou-se dos parâmetros morfométricos como: Densidade de Drenagem; Densidade Hidrográfica, Comprimento Médio dos Canais, Índice de Circularidade e Índice de Sinuosidade.

Para os cálculos de *Densidade de Drenagem* utilizou-se a proposta de Horton (1945 *apud* Christofolletti 1974) sendo utilizada a expressão $Dd=Lt/A$; em que Dd corresponde Densidade de Drenagem; Lt refere-se ao comprimento total dos segmentos fluviais e A é a área total da bacia.

Para a análise da *Densidade hidrográfica*, proposta por Horton (1945 *apud* Christofolletti 1974), foi utilizada a expressão $Dh=Nc/A$; onde Dh corresponde a Densidade Hidrográfica; Nc é o Número total dos canais; e A refere-se área total do município.

O *Comprimento Médio dos Canais* foi calculado estabelecendo a relação entre o comprimento total dos segmentos de canais pelo número de segmentos totais da bacia referida, tal que $Lm=Lt/N$; sendo que Lm é o Comprimento Médio dos Canais; Lt é o Comprimento Total dos segmentos fluviais e N refere-se ao número total de canais na bacia.

A análise do *Índice de Circularidade* que é a relação entre a área de um círculo de perímetro igual da bacia e da área da bacia referida, utilizou-se da expressão $Ic=Ac/A$ tal que Ic é o Índice de Circularidade; Ac a área do círculo e A a área da bacia estudada.

O *Índice de Sinuosidade* é dado pela divisão do comprimento do rio, pelo comprimento do rio em linha reta (na nascente até a foz). Foi utilizada a expressão $Is=L/Lr$; onde Is corresponde ao índice de Sinuosidade; L é o comprimento real do rio; Lr é o comprimento em linha reta do mesmo rio.

3. Resultados

O município possui uma área total de 184,27 km², com um perímetro de 77,25 km. O referido município possui 120 segmentos de canais, sendo 84 destes segmentos de 1º ordem, 27 de 2º ordem, 6 de 3º ordem e 1 segmento de canal de 4º, 5º e 6º ordem. Sendo que o segmento de canal de 6º ordem é referente ao rio Toropi que faz a divisa política ao Sul do município. Conforme mostra Tabela 1

Tabela 1 – Características das drenagens de Toropi-RS

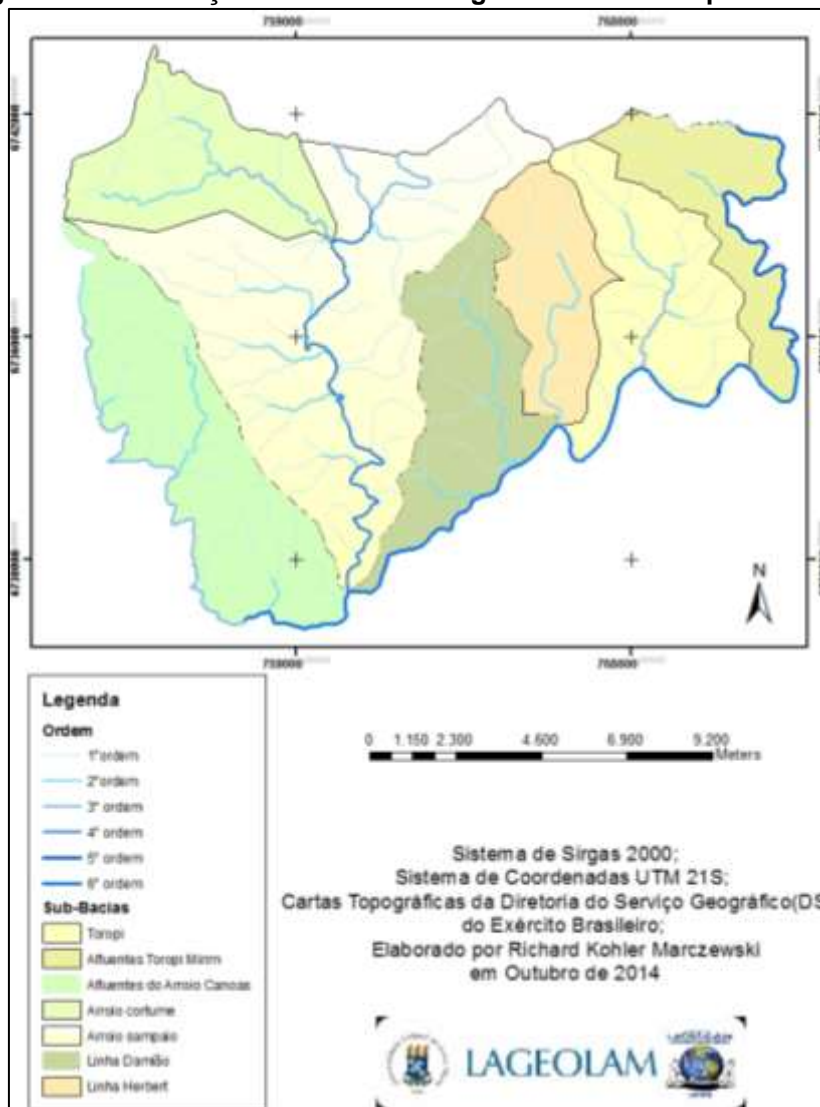
Ordem	Número de Segmentos	Comprimento dos Segmentos (km)
1	84	132,96
2	27	40,68
3	6	27,2
4	1	15,76
5	1	11,7
6	1	22,67
Total	120	250,97

Org: Marczewski, R. K. 2014.

Desta forma dividiu-se o município em dois setores, Leste e Oeste. O setor Oeste é composto pelas micro-bacias hidrográficas, do Arroio Cortume, Arroio Sampaio e a micro-bacia de afluente direto do Arroio Canoas (Figura 1). Respectivamente as drenagens são de 3° ordem, 4° ordem e 3° ordem.

Este setor possuindo uma área total de 111,19 km², com um total de 72 segmentos de canais, sendo que 53 são segmentos de canais de 1° ordem, 13 segmentos de canais de 2° ordem, 4 segmentos de canais de 3° ordem e 1 segmento de canal de 4° ordem. Somando um comprimento de 142,81 km de drenagens sendo que sua densidade média de drenagem é 1,28 km/km² (conforme tabela 2).

Figura 1 – Distribuição das bacias hidrográficas no município de Toropi



Org: Marczewski, R.K. 2014.

Tabela 2 – Sub-bacias hidrográficas do setor de Oeste

Nome da Bacia	Ordem da bacia	Área km ²	Perimetro km	Comprimento total das Drenagens km	Densidade de Drenagem km/km ²
Arroio Sampaio	4° ordem	59,97	47,56	75,76	1,26
Arroio Cortume	3° ordem	19,96	21,98	20,07	1,01
Arroio Canoas	3° ordem	31,26	34,79	38,8	1,24
Total do Setor		111,19	104,33	142,81	1,28

Org: Marczewski, R.K. 2014.

Já o setor de Leste é composto pelas sub-bacias da Linha Herbert, Linha Damião, sub-bacia do afluente direto do Toropi Mirim, e a sub-bacia do município de Toropi. Estas respectivamente são de 2° ordem, 2° ordem, 5° ordem e 3° ordem. Este setor possuindo uma área total de 73,06 km², com um total de 47 segmentos de canais, sendo que 31 segmentos de canais de 1° ordem, 12 segmentos de canais de 2° ordem, 2 segmentos de canais de 3° ordem e 1 segmento de canal de 5° ordem. Somando 85,51 km de drenagens com densidade média de drenagem de 1,17 km/km². (conforme tabela 3).

Tabela 3 – Sub-bacias hidrográficas do setor de Leste

Nome da Bacia	Ordem da bacia	Área em km ²	Perímetro em km	Comprimento total das drenagens km	Densidade de drenagens km/km ²
Linha Herbert	2° ordem	15,18	19,23	15,17	0,99
Linha Damião	2° ordem	21,28	28,01	23,90	1,12
Toropi	3° ordem	22,08	28,06	30,26	1,37
Afluentes direto do Toropi Mirim	5° ordem	14,52	28,40	15,25	1,05
Total do Setor		73,06	103,07	85,51	1,17

Org: Marczewski, R.K. 2014.

O município possui uma área total de 184,27 km², com 251,01 km de drenagens, o que proporciona uma densidade de drenagem de 1,36 km/km² que é segundo Villela e Mattos (1975) é uma área de drenagem pobre.

De acordo com os padrões de drenagem estabelecidos por Christofolletti (1974) pode-se dizer que a rede de drenagem de Toropi é retangular em quase toda a sua extensão, o que forma uma rede de drenagem perpendicular com duas direções igualmente desenvolvidas e pode se caracterizar por estar associada a juntas e falhas geológicas. Porém mais a Oeste este começa a ficar com os

segmentos de canais mais paralelos entre si e formando ângulos mais agudos na sua confluência.

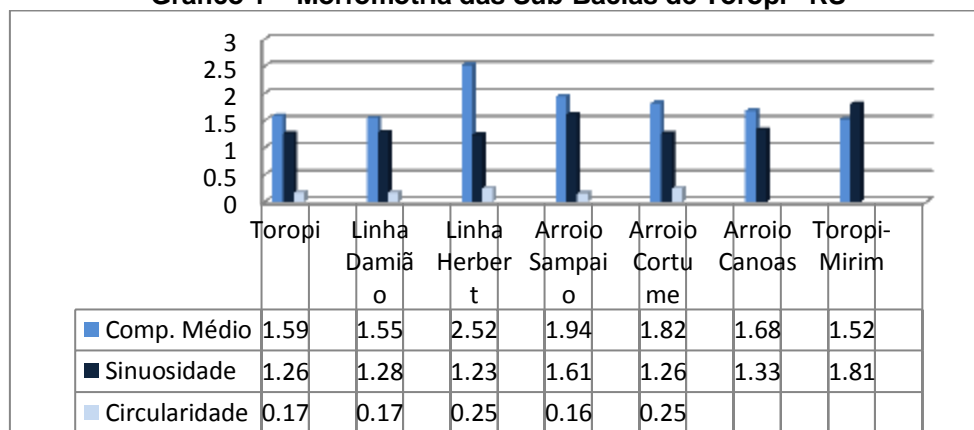
A Densidade hidrográfica do município possui 184,27 km² de extensão, e 120 segmentos de canais, desta forma pode-se dizer que este possui uma densidade hidrográfica de 0,65 sendo considerada baixa.

Outros índices importantes para o estudo de uma bacia hidrográfica são índice de circularidade, de sinuosidade e o comprimento médio dos rios. O gráfico 1 a seguir mostra estes dados calculados para as bacias hidrográficas do município.

Todas as sub-bacias de Toropi possuem um índice de circularidade baixo, o que caracteriza uma sub-bacia não circular, pois quanto mais próximo de 1 mais circular seria esta bacia hidrográfica.

O índice de sinuosidade das sub-bacias de Toropi, Linha Damião, Linha Herbert, Arroio Cortume e Arroio Canoas apresentam-se muito semelhante e abaixo de 1,5, visto que acima deste valor é considerado como um canal meandrante TORRES, MARQUES NETO E MENEZES (2012). Já as sub-bacias do arroio Sampaio e do Toropi-Mirim possuem índices de sinuosidade superior a 1,5 podendo ser classificados como meandantes.

Gráfico 1 – Morfometria das Sub-Bacias de Toropi –RS



Org: Marczewski, R.K. 2014.

Quanto ao comprimento médio dos canais observou-se que todas em todo o município o comprimento médio é de 1,80 km, sendo que os canais de 1º ordem possuem uma média de 1,58 km de distância. Este valor também pode ser considerado baixo segundo Villela e Mattos (1975).

4. Considerações Finais

Conforme os resultados obtidos, conseguiu-se obter uma caracterização geral da hidrografia do município de Toropi. Os índices de circularidade comprovaram que as micro-bacias possuem uma circularidade muito baixa, já os dados de comprimento médio dos canais e densidade de drenagem apontam para uma baixa presença de hidrografia por área do município.

O estudo possibilitou a obtenção de dados sobre a configuração e distribuição dos cursos de água que drenam à área do município de Toropi, permitindo assim o auxílio aos trabalhos de compreensão das características do modelado do relevo desta área.

Referências

- VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. Cap. 1-2
- STRAHLER, A.N. Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography. **Geological Society of America Bulletin**, Vol. 63, p. 1117-1142. 1952.
- Livro
- TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed da Universidade de São Paulo, 1974.
- Malha digital do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de 2010
- RIO GRANDE DO SUL. **Lei complementar nº 014-05/2008**, de 08 de fevereiro de 2007.
- DIRETORIA DE SERVIÇOS GEOGRÁFICOS (DSG). Carta **Topográfica de Mata**. Folha SH.21-X-D-VI-1, MI – 2964/1: DSG (Ministério do Exército). Escala 1: 50.000.
- DIRETORIA DE SERVIÇOS GEOGRÁFICOS (DSG). Carta **Carta Topográfica de Quevedos**. Folha SH.21-X-D-III-4, MI – 2947/4: DSG (Ministério de Exército). Escala 1: 50.000.
- DIRETORIA DE SERVIÇOS GEOGRÁFICOS (DSG). Carta **Carta Topográfica de São Pedro do Sul**. Folha SH.21-X-D-VI-2, MI – 2964/2: DSG (Ministério do Exército). Escala 1: 50.000.
- DIRETORIA DE SERVIÇOS GEOGRÁFICOS (DSG). Carta **Carta Topográfica de Vinte Tiros**. Folha SH.21-X-D-III-3, MI – 2947/3: DSG (Ministério de Exército). Escala 1: 50.000.

ÍNDICE NDWI E IMAGEM SRTM APLICADOS AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS DO ENTORNO DA LAGOA DA CONFUSÃO – TO

GILNEY CARDOSO PEREIRA¹
FERNANDO DE MORAIS²

¹ Universidade Federal do Tocantins – UFT/PPGGEO
(gil_cardoso75@hotmail.com)

² Universidade Federal do Tocantins – UFT/PPGGEO
(moraism@uft.edu.br)

Resumo

O presente trabalho buscou delimitar as áreas suscetíveis a inundações para diferentes períodos do ano, buscando entender a dinâmica da variação hidrológica da bacia hidrográfica do córrego Barreiro, situada na borda leste da Ilha do Bananal no município de Lagoa da Confusão – TO. Para tal, lançou-se mão de técnicas de sensoriamento remoto utilizando o *Software* SPRING, onde foram manipuladas as imagens de satélite Landsat-8 e dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). A técnica que tem sido muito utilizada para mapeamento de águas superficiais é NDWI (*Normalized Difference Water Index*), que proporciona o realce das feições úmidas através de uma operação aritmética de duas ou mais bandas, obtidas por sensores remotos. Os índices NDWI foram aferidos para os meses de março (período chuvoso) e setembro (período seco) de 2014, buscando delimitar as áreas propensas a inundações. Com dados SRTM, foram gerados os mapas de hipsometria e declividade, para a caracterização da variação topográfica da área. Os resultados obtidos com os dados SRTM mostraram uma baixa variação topográfica e relevo plano a jusante da bacia, onde ocorreram altos índices NDWI, e o índice manteve-se com baixos valores na porção a montante. Após esta classificação, foi possível inferir as principais áreas sujeitas às inundações da bacia.

Palavras-chave: Índice de Diferença Normalizada da Água. Geomorfologia. Sensoriamento Remoto

Abstract

This study aimed to define the areas susceptible to flooding for different periods of the year, seeking to understand the dynamics of hydrological variability of the Barreiro creek watershed, located on the eastern edge of the Bananal Island in the of Lagoa da Confusão – TO municipality. To do so, it was employed remote sensing techniques using the SPRING software, where were manipulated images of Landsat-8 and SRTM data (*Shuttle Radar Topography Mission*). The technique that has been widely used for mapping surface water is NDWI (*Normalized Difference Water Index*), which provides the enhancement of wetland features through an arithmetic operation of two or more bands, obtained by remote sensing. The NDWI index was calculated for the months of March (rainy season) and September (dry season) of 2014 year, seeking to delimit the areas prone to flooding. With SRTM data were generated hypsometric and slope maps for the characterization of topographic variation in the study area. The results obtained with the SRTM data showed a smooth topographic variation and

relief plan downstream portion of the basin, where there were high NDWI index, while in the upstream portion the index remained low values. After of this classification was possible to infer the main areas favorable to flooding.

Key-words: Normalized Difference Water Index. Geomorphology. Remote Sensing.

1. Introdução

O aumento da capacidade no processamento de dados com uso dos sistemas de informação geográfica (SIG), além da disponibilização de produtos de sensoriamento remoto para o território brasileiro, tem impulsionado as pesquisas geomorfológicas no país. As principais técnicas da análise geomorfológica na atualidade são Modelo Digital de Elevação (MDE) e interpretação de imagens de satélite.

O MDE é feito a partir dos dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), e tem possibilitado a produção de dados com mais rapidez e maior precisão. Os principais produtos gerados a partir desses dados que complementam a análise geomorfológica são mapas hipsométricos, formas do relevo, declividade e relevo sombreado (GROHMANN *et al.*, 2008).

Segundo Meneses e Almeida (2012), a razão de bandas é uma operação aritmética, que permite distinguir sutis variações de reflectância de alvos específicos em uma cena, como um tipo de litologia, solo, ou tipos de vegetação. A partir dessa operação, busca-se realçar a diferença espectral de alvos específicos na cena, através da seleção correta das bandas do sensor pelo pesquisador.

Cinquini e Azevedo (2012) através da extração dos atributos do índice de diferença normalizada de água (NDWI) puderam observar as mudanças hidrológicas em diferentes períodos de precipitação em uma bacia no município de Corumbá. A aplicação do NDWI fornece parâmetros capazes de realçar as áreas alagadas, contribuindo para o entendimento da dinâmica hidrológica da paisagem.

Situada na porção centro-oeste do Estado do Tocantins, a Planície do Bananal compreende uma área de ecótono entre Cerrado e Floresta Amazônica (MARTINS *et al.*, 2002), onde está localizada a Lagoa da Confusão às margens da cidade homônima, inserida na bacia hidrográfica do córrego Barreiro, objeto de estudo

desse trabalho. Segundo Viera (2002), trata-se de uma maiores áreas de sedimentação fluvial do continente americano, apresentando importantes áreas sujeitas às inundações sazonais.

O presente estudo buscou aplicar técnicas de sensoriamento remoto, e, a partir dos dados SRTM, traçar um perfil para visualizar as variações topográficas da área e sua relação com o índice NDWI, buscando delimitar as áreas inundáveis em diferentes estações do ano para a bacia hidrográfica do córrego Barreiro.

2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido no contexto da bacia hidrográfica do córrego Barreiro, situada no município de Lagoa da Confusão – TO. Para tal, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto, para delimitação das áreas inundáveis na bacia.

Os produtos utilizados neste estudo foram imagens de satélite ortorretificadas Landsat – 8, do sensor Operacional Terra Imager (OLI), cuja resolução espacial é de 30 m, e imagem de radar da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), ambas disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE).

Os dados levantados foram organizados em um banco de dados e manipulados com uso do *software* SPRING 5.2.7 para geração de mapas temáticos.

O parâmetro NDWI foi extraído utilizando-se as bandas 3 (verde) e 5 (infravermelho próximo) da imagem de satélite Landsat – 8, sensor OLI, órbita 223, ponto 67, em dois períodos, cheia (março) e seca (setembro) de 2014. Para tal, foi aplicada a equação 1:

$$NDWI = (\rho_3 - \rho_5) / (\rho_3 + \rho_5) \quad (1)$$

onde, ρ_3 corresponde à reflectância na faixa do verde visível e ρ_5 à reflectância no intervalo do infravermelho próximo, realçando as áreas úmidas. Neste trabalho foi adotado o limiar proposto por McFeeters (1996), onde o valor de NDWI varia entre -1 e 1. Ou seja, o $NDWI \geq 0$ é água e se $NDWI \leq 0$ não é água. Segundo Ji *et al.* (2009), a aplicação desta formula não só melhora os sinais espectrais, contrastando a reflectância entre diferentes comprimentos de onda, mas também anula grande parte dos componentes de ruído, que são comuns em diferentes regiões do espectro.

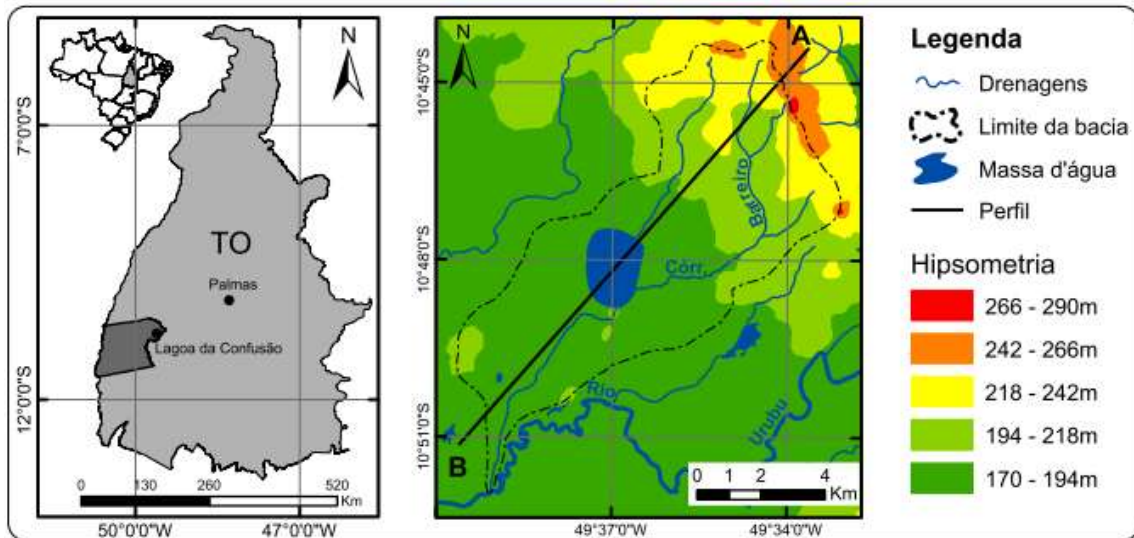
A imagem SRTM foi utilizada para criação do Modelo Digital do Terreno (MDT) para elaboração dos mapas das variáveis topográficas como: hipsometria e declividade, para então ser traçado um perfil na bacia, buscando subsidiar as interpretações das variáveis geomorfológicas interferentes na distribuição das zonas úmidas na área estudada.

3. Resultados e Discussões

Este estudo foi realizado na bacia do córrego Barreiro afluente do rio Urubu, situada entre as coordenadas 10° 44' 14" e 10° 52' 02" de latitude sul e, 49° 33' 02" e 49° 39' 41" de longitude oeste (Figura, 1), dista aproximadamente 205km da capital Palmas, na porção centro oeste do Estado do Tocantins, no município de Lagoa da Confusão. A área está situada na Bacia Sedimentar do Bananal, que tem sua geologia composta por embasamento neoproterozóico do Supergrupo Baixo Araguaia recoberto por sedimentos quaternários com depósitos aluvionares arenosos e argilosos (GORAYEB, 2011; PEREIRA e MORAIS, 2012). Com características de ambiente hidromórfico, a geomorfologia da bacia córrego Barreiro apresenta semelhanças com as do interior da Ilha do Bananal, com ambientes fluviolacustre com altitudes que variam entre 200 e 300m, e solos hidromórficos e a presença de várias lagoas (GORAYEB, 2011).

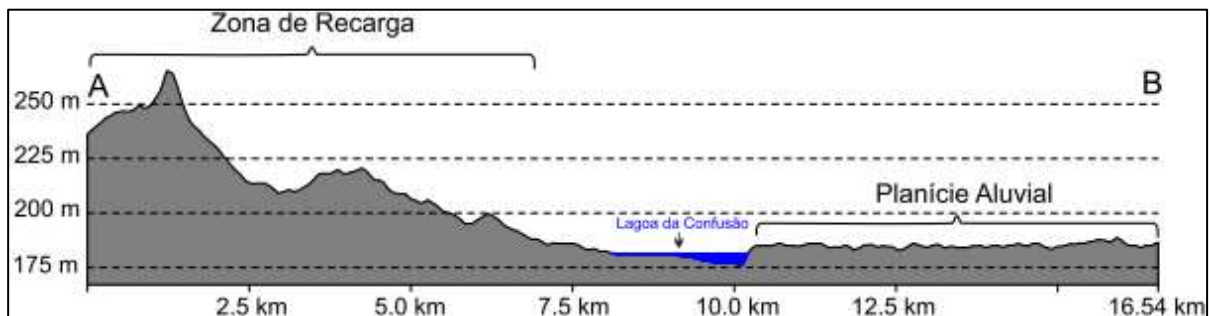
A bacia abrange uma área total de 67,7km², a figura 1 apresenta os dados referentes a hipsometria da área, nota-se o predomínio das altitudes entre as cotas 170-194 e 194-218m, totalizando 64,6km², perfazendo cerca de 95% do total da área da bacia. Na porção nordeste da bacia concentram-se as maiores altitudes, representando 5% da área localizada à montante da bacia, onde ocorrem também as maiores declividades. As classes de declividade 0-3 e 3-8%, predominam em cerca de 84% da área de estudo, que segundo Embrapa (2006), caracteriza-se por relevo plano a suave ondulado (Figura 2).

Figura 1- Mapa de localização e hipsometria da área estudada.



Fonte: Pereira e Morais, 2015.

Figura 2- Perfil A - B.



Fonte: Pereira e Morais, 2015.

A baixa variação topográfica e características de relevo plano e suave ondulado na planície aluvial, aliada às propriedades solos, contribuem categoricamente para elevação do lençol freático e inundação das planícies nessa região.

O solo predominante na área de estudo é o Plintossolo. Este solo apresenta horizonte plíntico ou concrecionário composto de areia, silte e argila. Os Gleissolos também são encontrados na confluência com o rio Urubu. Por conta dessas características estes solos encontram-se permanentemente ou periodicamente saturados (MARTINS *et al.*, 2006), principalmente no período de novembro a abril,

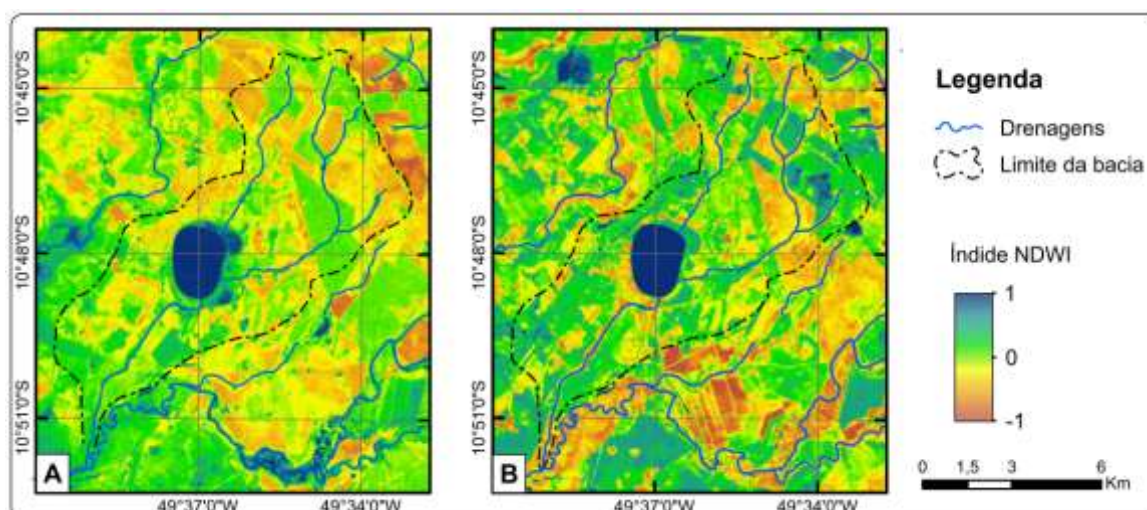
época da estação chuvosa na região, que apresenta uma precipitação média anual de 1.750mm (SEPLAN, 2008).

Na figura 3A observa-se a concentração das áreas úmidas na bacia e entorno, com o aumento da precipitação que chega ao seu auge no mês de março. Deve-se ressaltar também que trata-se de um área de uso agrícola, que utilizam técnicas de controle do nível d'água. O índice NDWI obtido para o mês de setembro (Figura 3B), apesar de ser do período mais seco para o ano de 2014, apresenta algumas áreas úmidas no entorno da lagoa. Fato que pode ser atribuído ao alto teor de argila no solo. O controle do nível d'água nesse período pode ser observado em áreas que estão mais úmidas no período seco por conta das atividades agrícolas.

Os altos valores do índice NDWI são observados na áreas de menores altitudes e com baixas declividades, devido ao maior teor de argila dos solos, nessas áreas são desenvolvidas as práticas agrícolas. Enquanto que à montante, onde foi observada a ocorrência de crosta laterítica, esses valores foram mais baixos.

De acordo com Cinquini e Azevedo (2012), o conhecimento das feições inundáveis por parte do pesquisador é imprescindível no momento da classificação, pois, alguns alvos podem ser confundidos por apresentarem comportamento espectral semelhante.

Figura 3- Índice NDWI para o mês de março (A) e setembro (B).



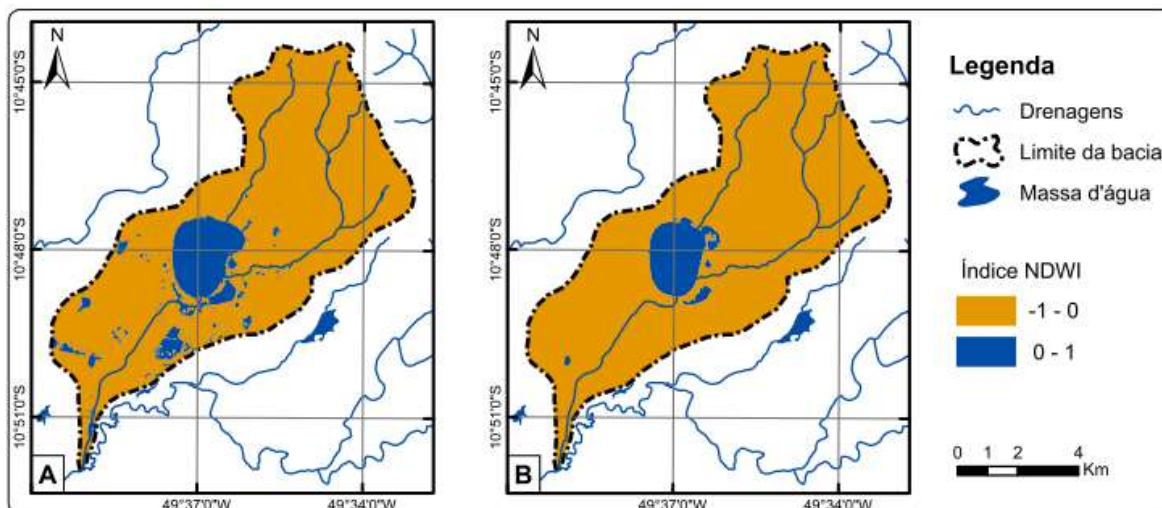
Fonte: Pereira e Morais, 2015.

Os altos valores do índice NDWI são observados na áreas de menores altitudes e com baixas declividades, devido ao maior teor de argila dos solos, nessas áreas são desenvolvidas as práticas agrícolas. Enquanto que à montante, onde foi observada a ocorrência de crosta laterítica, esses valores foram mais baixos.

Com a função edição matricial do SPRING buscou-se corrigir possíveis confusões do índice de algumas feições, que foram classificadas como áreas úmidas como as estradas e ruas pavimentadas, solo exposto com presença de crosta laterítica e vegetação. A partir da interpretação visual da imagem Landsat, fez-se a correção das classes confundidas, quando foram observadas que algumas áreas ocupadas por vegetação de cerrado, cerradão e mata ciliar, para o mês de março apresentaram valores positivos, enquanto, para o mês de setembro essas áreas apresentaram comportamento espectral análogo às áreas mais secas.

As áreas alagáveis para o mês de março após a classificação correspondem a 11% do total da bacia, ao passo que o mês de setembro manteve umidade somente na borda leste da lagoa com apenas 6,3% (Figura 4).

Figura 4- Áreas úmidas classificadas para os meses de março (A) e setembro (B).



Fonte: Pereira e Morais, 2015.

4. Considerações finais

A delimitação das áreas inundáveis no entorno da Lagoa da Confusão a partir dos índices NDWI mostraram-se satisfatórias, já que esta região é reconhecida pelo Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

alagamento sazonal das extensas planícies de inundação às margens dos rios. Este índice possibilitou ressaltar a variação da umidade na área para diferentes períodos (março e setembro de 2014).

Esta técnica pode ser utilizada como subsídio ao mapeamento geomorfológico, principalmente na distinção de planícies de inundação.

Referências

- Cinquini, J. A. Azevedo, A. R. Estimativa de áreas alagadas no período de seca e cheia em ottobacia no município de Corumbá/MS, utilizando NDVI, NDWI e atributos de textura em imagens Landsat/TM. In: Simpósio de geotecnologias no pantanal, IV. Bonito, MS, Brasil. **Anais**. Bonito – MS, 2012. p. 71-80. 2012.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- Gorayeb, P. S. S. Geologia do Estado do Tocantins: Aspectos Gerais e Conhecimento Atual. In: Morais, F (Org.). **Contribuições a Geografia Física do Estado do Tocantins**. Goiânia: Kelps, 2011.
- Grohmann, C. H.; Riccomini, C.; Steiner, S.S. Aplicações dos Modelos de Elevação SRTM em Geomorfologia. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 2 n. 2. p. 73-83. 2008.
- Ji, L.; Zhang, L.; Wylie, B. Analysis of Dynamic Thresholds for the Normalized Difference Water Index. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. Vol. 75, No. 11, p.1307-1317. 2009.
- Martins, A. K. E.; Schaefer, C. E. G. R.; Soares, V. P.; Corrêa G. R.; Mendonça, B. A. F. Relação Solo-Geoambiente em áreas de ocorrência de ipucas na Planície do Médio Araguaia – Estado do Tocantins. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 297-310, 2006.
- McFeeters, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**. v.17, n.7, p.1425-1432, 1996.
- Menezes, P. R.; Almeida, T. Introdução ao Processamento de Imagem de Sensoriamento Remoto. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>> Acesso em: 13 fev 2014.
- Pereira, G. C.; Morais, F. Geofísica Aplicada ao Estudo dos Fluxos Subsuperficiais no Entorno da Lagoa da Confusão – TO. **Revista Geonorte**. Edição Especial, V.3, N.4, p. 1475-1483, 2012.
- Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 5 ed. Palmas: SEPLAN, 2008.
- Tinós, T. M.; Ferreira, M. V.; Zaine, J. E.; Riedel, P. S. Técnicas de visualização de modelos digitais de elevação para o reconhecimento de elementos do relevo. **Geociências**, v. 33, n. 2, p.202-215. 2014.
- Vieira, P. A. **caracterização das unidades geomorfológicas da planície do Bananal**. Dissertação. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

ANÁLISE DAS MICROBACIAS DA SUB-BACIA DO RIACHO RONCADOR, EM TIMON (MA), POR DENSIDADE DE USO DAS TERRAS

JOSENETE ASSUNÇÃO CARDOSO¹

CLAUDIA MARIA SABÓIA AQUINO²

1Universidade Estadual do Piauí - UESPI
(Jsnt.cardoso@gmail.com)

2Universidade Federal do Piauí - UFPI
(cmsaboia@gmail.com)

Resumo

Os elevados níveis de degradação que os recursos naturais têm sofrido nas últimas décadas têm provocado transformações severas no espaço geográfico, resultando em conflitos sociais e preocupação à comunidade científica. No Brasil, a partir da Lei 9.433/97 ("Lei das Águas"), as decisões sobre o uso dos rios deverão ser tomadas no contexto de bacia hidrográfica, adotando-a como unidade territorial de planejamento e gerenciamento, admitindo-as como um sistema físico-funcional onde os elementos físicos e humanos integram-se. Neste contexto, analisou-se a Sub-bacia do riacho do Roncador (SBRR), em Timon (MA), conforme metodologia de Melo *et. al.* (2010) e Christofolletti (1980). A pesquisa objetivou apontar a microbacia com maior densidade de uso (Du). A partir das geotecnologias, quantificação dos usos e cobertura, excursões de campo, informações bibliográficas, documental e conhecimento da área, identificou-se cinco microbacias (MB), nomeadas segundo o nome do povoado mais representativo: MB1 ("Piranhas"); MB2 ("São Gonçalo"); MB3 ("Roncador"); MB4 ("Onça") e MB5 ("Água Limpa"). Em todas as microbacias predominou a classe Mata Nativa, variando de 62,2% a 76,8%; a MB4 foi a microbacia que registrou a maior densidade de uso (37,8%), revelando-se aquela em houve maior pressão das atividades humanas. A metodologia simples, aliada à alta resolução espacial das imagens; sua disponibilidade, seguida das devidas correções; e seu baixo custo (gratuitas), possibilitou o mapeamento detalhado dos usos da SBRR, gerando dados e informações para subsidiar ações futuras de planejamento ambiental para a área, revelando-se ainda em valiosos instrumentos para subsidiar planos de governo das mais remotas microbacias brasileiras.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Atividades humanas. Problemas ambientais.

Abstract

High levels of degradation that natural resources have suffered in recent decades have caused severe changes in the geographic space, resulting in social unrest and concern to the scientific community. In Brazil, from the Law 9.433 / 97 ("Water Law"), decisions on the use of rivers should be taken in the context of river basin, adopting it as territorial unit of planning and management, admitting them as a Physical and functional system where physical and human elements are integrated. In this context, we analyzed the Sub-basin of the Roncador (SBRR) in Timon (MA), as Melo et methodology. al. (2010)

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Christofolletti (1980). The research aimed to point the watershed with greater use of density (Du). From geotechnologies, quantification of the uses and coverage, field trips, bibliographic information, document and knowledge of the area, identified five watersheds (MB), named after the name of the most representative town: MB1 ("Poseidon"); MB2 ("San Gonzalo"); MB3 ("grunt"); MB4 ("Oz") and MB5 ("Clean Water"). In all watersheds predominant natural forest class, ranging from 62.2% to 76.8%; MB4 was the watershed that had the highest use of density (37.8%), revealing that in there was more pressure from human activities. A simple methodology, coupled with the high spatial resolution of the images; availability, followed by appropriate corrections; and its low cost (free), made possible the detailed mapping of the SBRR uses, generating data and information to support future actions of environmental planning for the area, revealing still valuable tools to support government plans the most remote Brazilian watersheds.

Key-words: Watershed. Human activities. Environmental problems.

1. INTRODUÇÃO

As transformações decorrentes dos padrões de uso e cobertura das terras cada vez mais têm provocado profundas preocupações no seio da sociedade e acalorados debates no campo científico mediante os elevados níveis de degradação dos recursos naturais, avançando sobre áreas inapropriadas e reconhecidamente protetoras de tais recursos. Neste contexto, o mapeamento do uso e cobertura das terras para fins de planejamento em bacias hidrográficas revela-se de grande importância na medida em que os efeitos de usos impróprios ou desordenados causam a sua deterioração.

Para mitigar tais problemas, o IBGE (2006) esclarece que “o conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e da cobertura da terra é fundamental para orientar e monitorar a utilização racional do espaço” (IBGE, 2006, p. 22), bem como para elaborar propostas de planejamento ambiental pois, de acordo com Keller (1969, p. 151) citado por IBGE (2006), “somente o registro dos fatos em mapas poderá mostrar as áreas e a distribuição real das diferentes formas de uso do espaço rural”, possibilitando uma visão mais ampla sobre as necessidades da população.

Assim, a urgência de tais estudos se torna relevante à medida que se admite o consenso entre a comunidade científica e a sociedade da necessidade de adoção

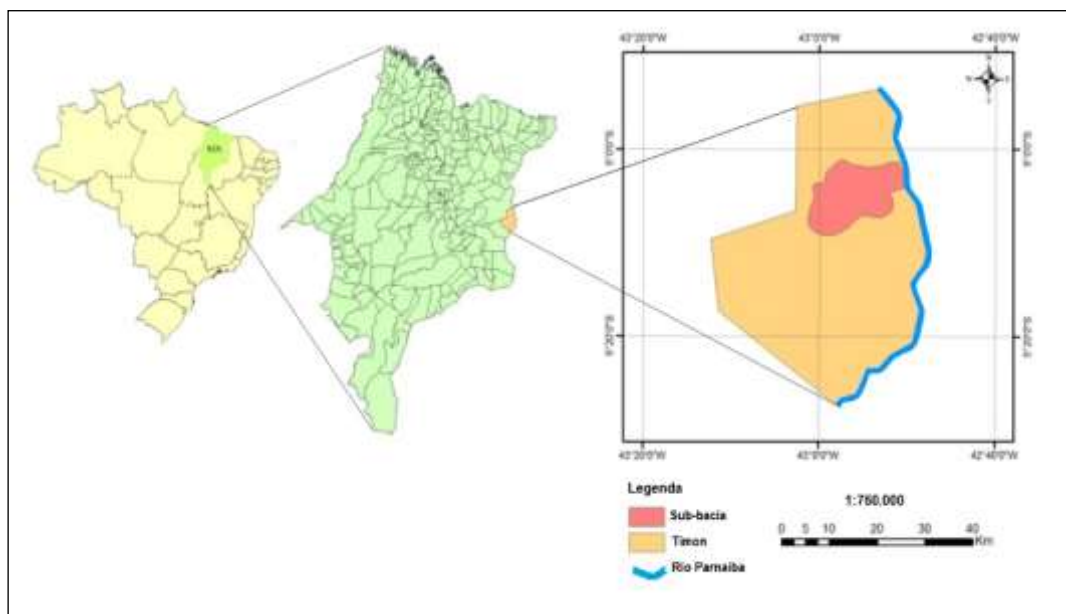
de medidas de exploração e consumo que respeitem os ritmos de recuperação dos sistemas ambientais, a começar pela escala local, na perspectiva de um ambiente sustentável. É neste contexto de transformações espaciais e necessidade de contenção de seus efeitos negativos que procurou-se analisar a sub-bacia do riacho do Roncador (SBRR), localizada em Timon (MA), tendo como objetivos: i) delimitar a sub-bacia; ii) subdividir a sub-bacia do riacho Roncador em sub-sistemas ou microbacias e iii) identificar aquela (s) que se encontra (m) mais densamente ocupada (s) por atividades humanas, a fim de reconhecer e analisar os padrões de ocupação da SBRR, gerando subsídios para o planejamento ambiental da área.

2 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Material de estudo

A SBRR possui 200,2 km² e localiza-se integralmente no município de Timon (MA), conforme Figura 1.

Figura 1 - Localização da Sub-bacia do Riacho Roncador



Fonte: Base de dados do IBGE; Monteiro (2013).

Sua localização corresponde às coordenadas 43°01'18" e 42°50'27" de longitude oeste e 5°01'07" e 5°09'11" de latitude sul.

As formações geológicas predominantes da área de estudo, portanto, correspondem a rochas areníticas pertencentes às formações Pedra de Fogo (38,7%) e Corda (33,0%), datadas do Paleozóico (Permiano) e Mesozóico (Jurássico), respectivamente (CPRM, 2011). As feições típicas são aquelas de bacias sedimentares, com vales pedimentados e superfícies estruturais pediplanadas convergindo para a calha fluvial (BRASIL, 1973). Apresenta relevo plano a suave ondulado em 78,1% da sua área, com cotas altimétricas variando de 69 a 240 m (CARDOSO, 2013).

De acordo com EMBRAPA (1986), as principais associações de solos encontradas na área da SBRR são: os Latossolos Amarelo, os Plintossolos, os Argissolos Vermelho-Amarelo e os Neossolos Flúvicos, com predomínio dos Plintossolos (43,7%) e Latossolos Amarelos (37,4%). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima Aw', ou seja, tropical chuvoso Sub – Úmido a Úmido, com precipitações variando de 1.200 a 1.400 mm. Os campos, com presença de cerrado/caatinga com padrão arbóreo-arbustivo e a mata de cocais, compondo a vegetação ciliar, são as principais formações vegetais da área (CODEVASF, 2006).

2.2 Procedimentos Metodológicos

A SBRR está inserida nas cartas da DSG (1:100.000), Folha SB 23 X-D-II, MI – 886 – Teresina (PI), 1984, e Folha SB 23 X-D-I, MI – 885 - Buriti Cortado (MA), 1974. A mesma foi dividida em cinco microbacias considerando o critério hidrográfico. Cada um dos cinco subsistemas hidrográficos foi denominado em função do povoado mais representativo.

O Método de classificação foi o visual, onde os usos foram vetorizados sobre imagens do *Google Earth* (2011). Para a elaboração da chave de interpretação utilizou-se como suporte metodológico o Manual Técnico de Uso das Terras do IBGE (2006). As referidas classes de uso e cobertura foram caracterizadas segundo três dos sete elementos interpretativos propostos por Novo (2010): a Cor, a Textura e a Forma. Para identificar a microbacia onde há maior concentração de atividades humanas, somou-se a área de todas as classes de uso identificados para cada uma

delas, excetuando-se a classe Mata Nativa. Este número foi dividido pelas respectivas áreas totais de cada microbacia, transformando-se o resultado desta relação em porcentagem. Desta forma, obteve-se o valor da densidade de uso de cada microbacia, conforme Equação 1:

$$\text{Densidade de uso} = \left(\frac{\text{Uso}}{\text{Área da Microbacia}} \right) \cdot 100 \quad \text{Equação 1}$$

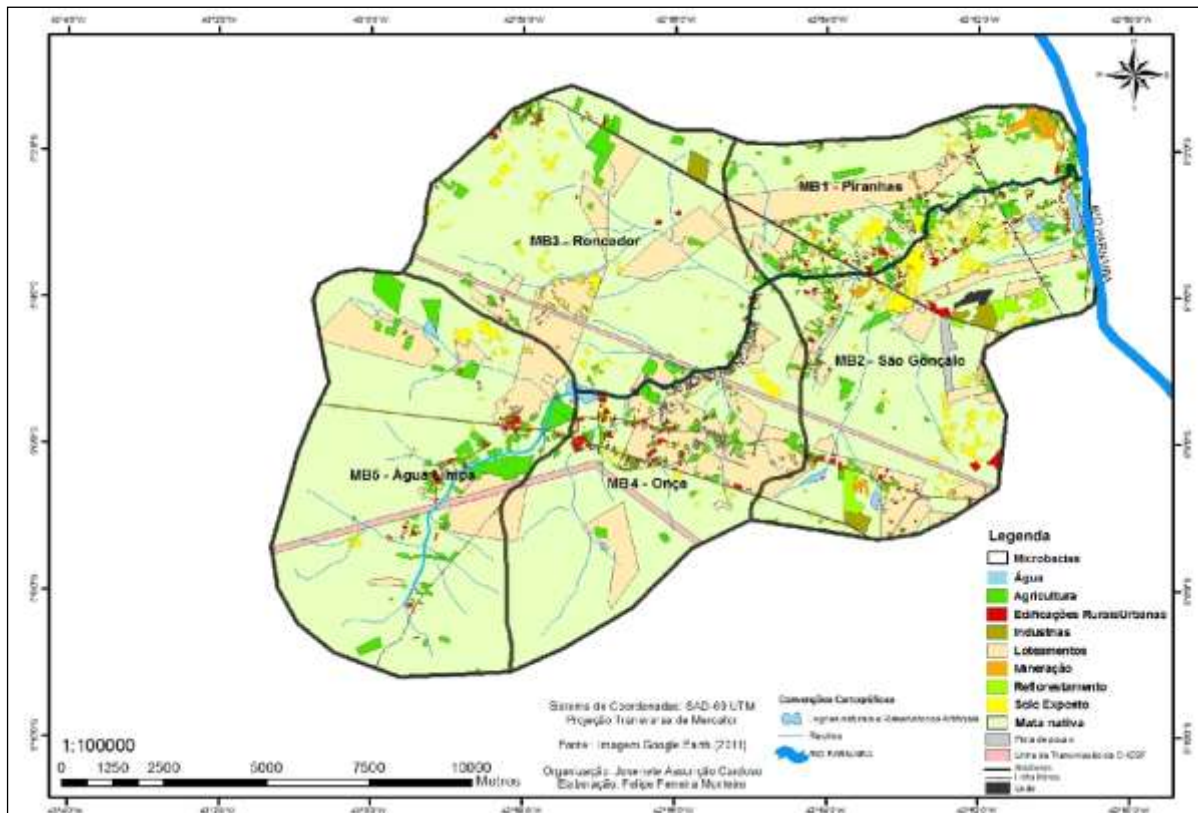
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As microbacias (MB's) identificadas foram: a microbacia do povoado "Piranhas" (MB1); do povoado "São Gonçalo" (MB2); do povoado "Roncador" (MB3); do povoado "Onça" (MB4) e do povoado "Água Limpa" (MB5). Identificou-se 14 classes de uso e cobertura das terras: Mata Nativa, Loteamento, Agricultura, Solo exposto, Mineração, Edificação rural/urbana, Água, Indústria e Reflorestamento, incluindo ainda 'pontos notáveis', como as Rodovias, Pista de Pouso, linha de transmissão de energia da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), Linha férrea e o Lixão da cidade, conforme Figura 2.

Pela análise da Figura 2, observou-se que em todas as microbacias há o desenvolvimento de várias atividades antrópicas concentradas na interseção do curso d'água principal (riacho do Roncador) com as principais rodovias (BR's 226 e 316) que cortam a área no sentido sudeste-noroeste, ocorrendo aí vários balneários, chácaras, fazendas e outras propriedades particulares de menor expressão espacial, favorecidos acesso que estabelece a concentração espacial.

Em mapeamento elaborado por Cardoso (2013), pôde-se constatar que em todas as microbacias predominou a classe Mata Nativa, variando de 62,2% a 76,8%, e que em cada microbacia há a predominância de um determinado uso: a MB1(Piranhas) é uma microbacia com forte vocação para a pequena agricultura e exploração mineral; a MB2 (São Gonçalo), a mais "urbanizada"; a MB3 (Roncador) é aquela onde há maior ocorrência de solo exposto, favorecendo processos erosivos; MB4 (Onça), é aquela onde há maior ocorrência da especulação imobiliária e a MB5 (Água Limpa), aquela com maior cobertura vegetal nativa.

Figura 2 – Mapeamento dos usos e cobertura das microbacias da sub-bacia do riacho do Roncador



Considerando a presença das várias atividades humanas (usos) distribuídas por sua área e somando a área ocupada por cada um desses usos, a MB4 (Onça), revelou-se como aquela onde há a maior demanda do solo para o desenvolvimento de atividades antrópicas, e por isso a microbacia em que houve a maior densidade de uso, e possivelmente maior ocorrência de problemas ambientais sobre suas APP, conforme Tabela 1.

Conforme Tabela 1 observa-se que as microbacias MB5 (Água Limpa) e MB3 (Roncador) apresentaram valores de densidade de uso correspondentes a 23,2% e 26,8%, respectivamente, sendo as que estariam com a menor ocorrência de atividades humanas. A MB4 (Onça) é aquela que apresentou o maior número de usos distribuídos por sua área sendo, portanto, aquela sob maior pressão das atividades humanas (37,8%), conseqüentemente, nesta microbacia a classe Mata Nativa obteve o menor percentual de ocorrência (62,2%), conforme mapeamento de Cardoso (2013).

Tabela 1 – Área e densidade de uso das microbacias

Microbacia	Área da Microbacia (km ²)	Densidade de uso (%)
MB1 - Piranhas	22,6	36,8
MB2 - São Gonçalo	44,0	32,3
MB3 - Roncador	45,1	26,8
MB4 - Onça	35,5	37,8
MB5 - Água Limpa	53,0	23,2

Fonte: Pesquisa direta, 2013.

4 CONCLUSÃO

Embora localizada na zona rural do município de Timon (MA), conclui-se que a SBRR já é alvo de intensa especulação imobiliária em função dos vetores de crescimento urbano atuais que se lançam em direção à área de estudo. A metodologia simples permitiu apontar a microbacia que possui a maior parte de sua área ocupada por atividades humanas e certamente maior ocorrência de problemas ambientais: MB4 – Onça (37,8%). Tais dados podem subsidiar tomadas de decisão quanto ao planejamento dos usos para cada subsistema hidrográfico identificado, selecionando aquele prioritário para a implantação de projetos de recuperação das Áreas de Preservação Permanente alteradas.

Referências

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto **RADAMBRASIL: levantamento de recursos naturais**. Folha SB 23 Teresina e Folha SB 24 Jaguaribe. Rio de Janeiro, 1973.
- CARDOSO, J. A. **Aspectos físicos e conflitos decorrentes do uso das terras da Sub-bacia do riacho do Roncador em Timon (MA)**. 2013. 170 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Piauí/Programa de Pós-graduação em Geografia, UFPI /PPGEO, Teresina, 2013.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO ÆO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Vale do Parnaíba (PLANAP): Síntese executiva: **Território dos Cocais** / Brasília, DF, 2006. 1 CD-ROM.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes e Abastecimento por Água Subterrânea Estado do Maranhão Relatório Diagnóstico do Município de Timon**. Teresina, 2011.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Maranhão**. Embrapa Solos, EUP/Recife, 1986. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ma>>. Acessado em 14.05.2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.
- _____. **Cartas Topográficas**. Folhas: Buriti Cortado/MA SB-23 X-D-I/885. Brasília:IBGE, 1974. (Escala 1:100.000), disponível em: www.ibge.gov.br, Acessado em: 18 abr. 2011.
- _____. **Cartas Topográficas**. Folhas: Teresina/PI. SB-23 X-D-II/886. Brasília:IBGE, 1984. (Escala 1:100.000), disponível em: www.ibge.gov.br, Acessado em: 18 abr. 2011.
- MELO, J. A. B., et al. Análise morfométrica da microbacia do riacho Tronco, Boa Vista (PB): uma ferramenta ao diagnóstico físico-conservacionista. **Revista de Geografia**. Recife, v. espacial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA BAÍA CARNE SECA EM CÁCERES MATO GROSSO, PANTANAL-MT BRASIL ENTRE OS PERÍODOS DE CHEIA E ESTIAGEM.

WILLIAN COSME DA SILVEIRA DE PAULA¹

MAXSUEL FERREIRA SANTANA²

IONE XENEFONTE DE SOUZA³

CÉLIA ALVES DE SOUZA⁴

1 Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT
(willtmt15@gmail.com)

2 Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT
(maxfsantana@hotmail.com)

3 Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT
(ionexenefonte@bol.com.br)

4 Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT
(celiaalvesgeo@globo.com)

Resumo

O rio Paraguai é um dos rios mais importantes de planície do Brasil, suas características de planície contribuem para recepção de águas e sedimentos. O presente estudo objetivou em avaliar a composição granulométrica dos sedimentos na baía Carne Seca, Cáceres – Mato Grosso no período de cheia e estiagem. Para verificar a composição granulométrica foram selecionados cinco seções, as amostras foram coletadas em dois períodos (estiagem e chuvoso). As amostras foram submetidas a análises físicas. Para a determinação da quantidade de areia, silte e argila nos sedimentos de fundo usou o método da pipeta. Para fracionar a quantidade de areia grossa, média e fina foi utilizado do método de peneiramento. Os resultados da turbidez foram adquiridos em campo com o auxílio de um Turbidímetro AP 2000 PoliControl. As atividades que destacam na baía são: navegação, mineração (retirada de areia), o despejo de dejetos *in natura*, pesca de barranco, um estaleiro para concerto de embarcações e construções. A análise granulométrica dos sedimentos no período de cheia e estiagem mostrou a predominância de areia fina, variando de 20,08% a 94,45%. Verificou a ocorrência expressiva de silte em todas as seções no período de cheias. A turbidez da água variou de 15,70 a 43,90 NTU.

Palavras-chaves: Rio Paraguai. Sedimentos. Dragagem

Abstract

The Paraguay River is the major floodplain river of Brazil. The plain characteristic contribute in amount of received waters and sediments. This presented study is aimed to evaluate the particle size distribution|find a better scientific term, in portugese you use the word granulometrica, so you should find a matching term in English|ask professionals from that field or check some articles| of sediments in the bay Carne Seca, Cáceres - Mato Grosso during floods and dry period. To identify particle size distribution five sections were selected, samples were collected in two periods (dry and rainy

seasons). Several physical tests were performed. To determine the amount of sand, silt and clay in bottom sediments the pipetting method was selected. For fractionating coarse sand the method of medium and fine screening was used. The results for turbidity were obtained using turbidimeter PoliControl 2000 AP. The activities present in the bay are: shipping, mining (sand removal), waste disposal in the nature, fishing from river shore, a dock and construction activities for boats and vessels. Particle size analysis of sediments collected in rainy and dry season show the predominance of fine sand, ranging from 20.08% - 94.45%. Significant amount of silt was in all sections during the floods. The water turbidity ranged from 15.70 - 43.90 NTU.

1. Introdução

Os processos responsáveis pela sedimentação são complexos e abrangentes envolvendo erosão, deslocamento as partículas por enxurradas ou outros meios até os rios, transporte de sedimento nos cursos d'água deposição na calha do rio, lagos e reservatórios e sua compactação estes processos são naturais que sempre ocorrem através dos tempos geológicos, sendo responsáveis pela forma atual da superfície da terrestre (CARVALHO, 2008).

Os sedimentos são transportados pelos rios de três maneiras: solução, suspensão e saltação. Os constituintes intemperizados das rochas que são transportados em solução química compõem a carga dissolvida dos cursos de água. As partículas de granulometria fina silte e argila são tão pequenas que se conservam em suspensão pelo fluxo turbulento, constituindo a carga de sedimento em suspensão. E as partículas de maior granulometria como areias e cascalhos, são roladas, deslizando ou saltam ao longo do leito do rio, formando a carga do leito do rio (CHRISTOFOLETTI, 1980).

No entanto as mudanças extremas no uso do solo refletem na dinâmica fluvial provocando alterações, fornecendo maior volume de vazão e ou carga excessiva de sedimentos para os rios. As atividades humanas desenvolvidas em um trecho do rio podem alterar, de diferentes formas e escalas de intensidade o seu equilíbrio, desde modo o rio procura formas para retornar ao equilíbrio uma dessas formas é à intensa erosão das margens, assim como à mudança na topografia do fundo do leito (CUNHA, 2012).

A bacia do alto Paraguai compreende uma extensão de 396.000km², abrange parte do Mato Grosso e Mato Grosso do sul. Limita-se a norte pela Chapada dos Parecis e pela Serra de Cuiabá, ao sul, pelo rio Apa, a leste, pelas serras da Bodoquena, Maracaju e São Domingues e, a oeste, pelas Repúblicas do Paraguai e Bolívia (BRASIL, 1997).

Souza (2012) destaca que a alternância da água no Paraguai entre cheia e estiagem altera a configuração do canal. Durante as cheias o nível da água eleva-se no canal principal, provocando a remoção e remobilização de sedimentos, e parte vão para os canais secundários, baías e lagoas ou transbordam para as planícies. Durante a estiagem o nível diminui, reduzindo a capacidade de transporte, ocorrendo à deposição de sedimentos no leito, em canais secundários baías, lagoas e planície.

A identificação da granulometria dos sedimentos de fundo faz-se necessário para melhor compreensão da dinâmica fluvial e esclarecer os problemas ambientais através da compreensão das alterações na dinâmica fluvial, assim o estudo teve como objetivo avaliar a composição granulométrica da baía carne seca em Cáceres Mato Grosso entre os períodos de estiagem e cheia, a fim de contribuir para o manejo, o planejamento e a gestão do rio Paraguai.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Área de estudos

A baía em estudo situa-se na área de expansão urbana de Cáceres Mato Grosso nas proximidades do bairro Jardim Paraíso entre as seguintes coordenadas geográficas, 16°04'37" a 16° 05'20" Sul e 57°42'22" a 57°42' 19" Oeste. Foram realizadas duas coletas no rio Paraguai e três na baía.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecerem dados atuais e relevantes ao tema (MARCONI e LAKATOS, 2003).

2.1.1 Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado em dois períodos diferentes, cheia e estiagem nas datas 29/05/2014 e 25/09/2014 respectivamente.

Foram escolhidas cinco seções transversais para o recolhimento do sedimento de fundo para análise, as amostras foram colocadas em sacolas plásticas e devidamente identificadas para a identificação usou-se o GPS 12 *Channel* Garmin (*Global Positioning System*). Para o recolhimento das amostras utilizou-se a draga Van Veen do tipo amostrador de mandíbulas. As seções 1 e 5 situam-se no rio Paraguai (entrada e saída), as seções 2, 3, e 4 na entrada, meio e saída da baía. Os resultados da turbidez foram adquiridos em campo com o auxílio de um Turbidímetro AP 2000 PoliControl.

2.1.2 Análise granulométrica de sedimento de fundo

Para a determinação da quantidade de areia, silte e argila nos sedimentos de fundo foi utilizado o método da pipeta conforme (EMBRAPA, 1997). Para fracionar a quantidade de areia grossa, média e fina foi utilizado do método de Suguio (1973).

3. Resultados e discussões

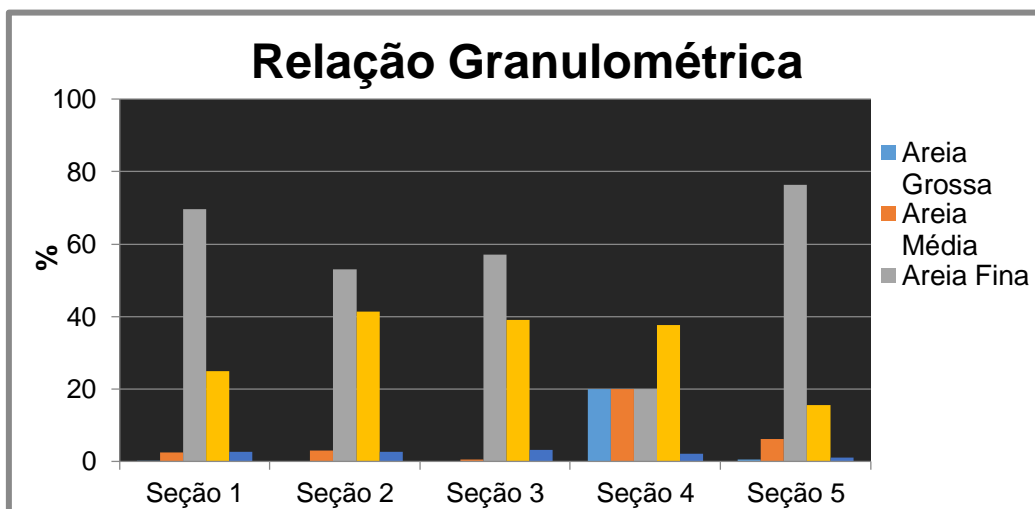
O rio Paraguai, no trecho estudado, transporta sedimentos de fundo de diversas granulometrias, Os diferentes tipos de uso da baía podem influenciar no aporte e remobilização dos sedimentos. As atividades que destacam na baía são: navegação, mineração (retirada de areia), o despejo de dejetos *in natura*, pesca de barranco, um estaleiro para concerto de embarcações e construções. O fluxo constante das embarcações provoca ondas que atua diretamente nas margens provocando a remoção de partículas e levando para o leito. Verificou processo de erosão (solapamento basal).

Foi identificada a utilização de dragagem em dois pontos. A primeira foi identificada a montante da seção 1, e a segunda, próxima da seção 4 (no rio Paraguai). Para Botelho (2011) o processo de dragagem acelera a velocidade das águas de escoamento aumentando assim o risco de enchentes.

3.1 Sedimentos de fundo

A análise granulométrica dos sedimentos no período de cheia mostrou a predominância de areia fina nas seções 1, 2, 3 e 5. Verificou a ocorrência expressiva de silte em todas as seções. (Figura 1).

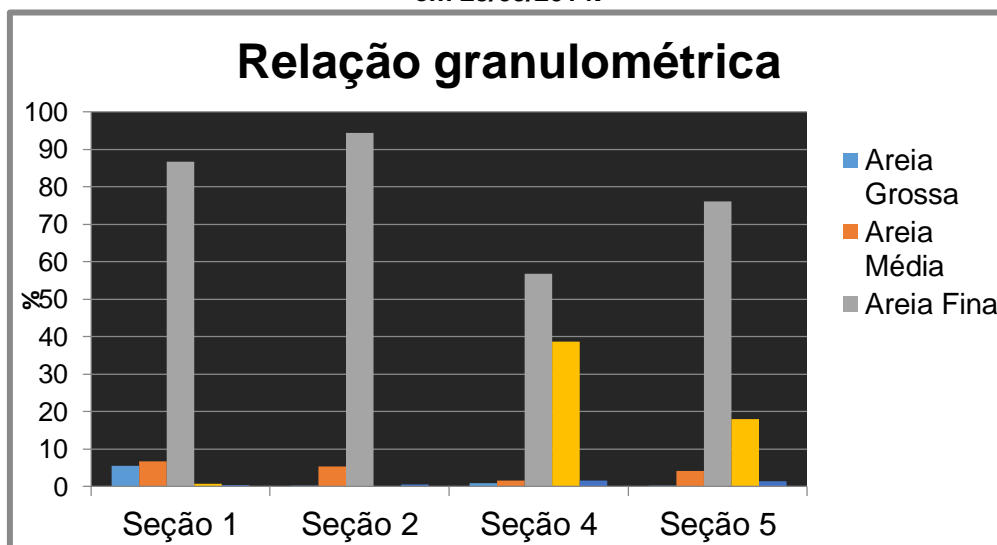
Figura 1 - Granulometria de sedimento de fundo no período de cheia realizado em 29/05/2014.



Elaboração: Paula, 2015

Os dados sobre a análise granulométrica de sedimentos no período de estiagem mostra predominância de areia fina em todas as seções, a ocorrência de silte variou de 15% a 40% sendo bem expressiva nas amostras coletas nas seções e nos pontos. (Figura 2)

Figura 2 - Granulometria de sedimento de fundo no período de estiagem do campo realizado em 25/09/2014.



Fonte: Paula, 2015

A primeira seção encontra-se nas coordenadas geográficas 16° 04' 41" latitude Sul e 57° 42' 22.9" longitude Oeste. O material de fundo no período de cheia demonstrou 0,15 % de areia grosso 2,55 % de areia média e 69,70% de areia fina, 24,90 de silte e a 2,70%, a turbidez apresentou 18.60 NTU. No período de seca os resultados demonstraram 5,50 % de areia grossa 6,70 % de areia média 86,75 % de areia fina 0,70 % de silte e 0,35 de argila a turbidez apresentou 39.70 NTU. Nos dois períodos houve a predominância de areia fina.

A segunda seção situa-se na entrada da baía nas coordenadas 16° 04' 44.3" latitude Sul e 57° 42' 18.4" longitude Oeste. No período de cheia o resultado granulométrico apresentou 2,95 % de areia média 53,00 % de areia fina e 41,45 % de silte e 2,60% de argila, a turbidez apresentou 13. 60 NTU. No período da seca obteve-se 0,05 % de areia grossa 5,30 % de areia média 94,45 % areia fina e 0.50 % de argila, a turbidez.40,40 NTU

A terceira seção situa-se no meio da baía (canal secundário) nas coordenadas 16° 05' 01,4" latitude Sul e 57° 42' 20,1" longitude Oeste. Os resultados granulométricos dos sedimentos coletado no período de estiagem apresentou 0,65% de areia média 57,10 % de areia fina 39,10 de silte e 3,15 % de argila. A turbidez foi de 15.70 NTU.

A quarta seção encontra-se próximo da confluência da baía com o rio Paraguai, situa-se nas coordenadas 16° 05' 10,4" latitude Sul e 57° 42' 19,1" longitude Oeste, na margem mata ciliar foi retirada, possui um estaleiro, com movimentação constante de embarcações, No período da cheia o resultado demonstrou predominância de material grosseiro, assim, distribuído 20,04% de areia grossa, 20,05% de areia média, 20,08% de areia fina, 37, 73 % de silte e 2,10 % de argila, com 19.20 NTU de turbidez. Na estiagem análise granulometrica dos sedimentos de fundo apresentou 0,90 % de areia grossa 1,50 % de areia média 56,85% de areia fina 38,75 % de silte, e 1,50 % de argila a turbidez foi 43,90 NTU.

A quinta situa-se no rio Paraguai nas coordenadas geográficas 16° 08' 29" latitude Sul e 57° 44' 55" longitude Oeste. Quando à granulometria no período de seca constatou-se 0,50% de areia grossa 6,30% de areia média, 76,45% de areia fina, 15,60 de silte e 1,15 de argila, com turbidez de 14.70 NTU. No período da cheia

obteve-se 0,25% de areia grossa, 4,05% de areia media, 76,03% areia fina, 18,05% de silte, 1,35% de argila, com turbidez de 38,00 NTU.

4. Considerações finais

A carga de sedimentos transportada pelo rio Paraguai e pelos canais secundários está vinculado ao uso da terra na bacia hidrográfica e as atividades (mineração e embarcações) realizadas no canal. O estudo mostrou que predominou a concentração de areia fina em todas as seções (rio Paraguai e baía) nos dois períodos (cheias e estiagem). Porém foi muito expressiva a ocorrência do silte nas seções, principalmente no período de cheias.

Referências

- Botelho, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: **Geomorfologia urbana**. (Org.) Antonio José Teixeira Guerra. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- Cunha, S. B. Canais Fluviais a Questão Ambiental In: **A Questão Ambiental Diferentes Abordagens**. (org) Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra. 7^o ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 250p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2^oed. Rio de Janeiro, 1997.
- Carvalho, N, O. **Hidrossedimentologia Prática**: fundamentos da hidrossedimentologia. 2^oed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- Geomorfologia Fluvial In: **Geomorfologia**. (Org.) Antonio CHRISTOFOLETTI. 2^oed. São Paulo. Blucher, 1980.
- Ministério do Meio Ambiente. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai –PCBAP- Volume II Tomo I Diagnóstico dos Meios Físicos e Bióticos Meio Físico. Brasília, 1997.
- Pesquisa In: **Fundamentos da Metodologia Científica**. (org) Marina de Andrade Marconi e Eva Maria Lakatos: 5^oed. São Paulo: Atlas S.A, 2003.
- Souza, C. A.; Vendramine, W. J.; Souza, M. A. **Assoreamento na baía do sadio no rio Paraguai – Cáceres – Mato Grosso**. Cadernos de Geociências, v. 9, n. 2, novembro 2012.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 317 p.

APLICAÇÃO DE QUATRO MODELOS DE HIERARQUIA FLUVIAL NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BOM JESUS – TAPERUABA - SOBRAL (CE).

JOSÉ MARCOS DUARTE RODRIGUES¹
ERNANE CORTEZ LIMA²

1 Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA
(jmduarterodrigues@hotmail.com)

2 Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA
(ernacortez@hotmail.com)

Resumo

A hierarquia fluvial consiste na técnica de análise física em bacias hidrográficas. Versa no processo de se estabelecer a classificação de determinado canal dentro da bacia hidrográfica, de modo a vir a facilitar os estudos morfométricos. Contudo o presente trabalho objetiva a aplicação da hierarquia fluvial proposta por Horton (1945), Strahler (1952), Scheidegger (1965) e Shreve (1966, 1967) na sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, que localiza-se a noroeste do estado Ceará, estando inserida nos limites do município de Sobral, de forma mais específica está aos limites do distrito de Taparuaba – Sobral - CE, corresponde a uma área de 262,85km², com uma vasta área de aplainamento e inselbergs distribuídos em quase toda a área, estes que chegam até 810m de altitude. A mesma esta condicionada ao regime semiárido, apresentando canais fluviais intermitentes sazonais, com baixas médias pluviométricas. Portanto busca-se através da ordenação dos canais, proposta por diferentes autores, um melhor subsídio para a distribuição espacial que concerne à rede de canais, assim como a distribuição espacial das nascentes que fornecem o fluxo de energia, através do escoamento superficial, para o sistema bacia hidrográfica.

Palavras chaves: Hierarquia fluvial. Semiárido. Bacia Hidrográfica.

Abstract

The river hierarchy consists of the physical analysis technique in watersheds. Versa in the process of establishing the classification of a given channel within the watershed in order to come to facilitate morphometric studies. However the present study aims to apply the river hierarchy proposed by Horton (1945), Strahler (1952), Scheidegger (1965) and Shreve (1966, 1967) in the sub-basin of the river Bom Jesus, which is located northwest of the Ceará state, since it is incorporated in the Sobral district limits, more specifically are the limits of Taparuaba district - Sobral - CE, is an area of 262,85km², with a wide area of planning and inselbergs distributed in almost all area, these coming at 810m altitude. The same is conditioned to semiarid regime, with seasonal intermittent river channels, with low average rainfall. So if you are looking through the ordering of channels proposed by different authors, a better allowance for the spatial distribution with respect to the network of channels, as well as the spatial distribution of the sources that provide the energy flow through the runoff for the watershed system.

Keywords: fluvial Hierarchy. Semiarid. Watershed.

1- Introdução

A hierarquização dos canais fluviais, melhor qualifica a distribuição espacial dos canais. A mesma designa uma ordem para cada canal dentro da rede hidrográfica. Para Christofolletti (1980, p. 40) “A rede hidrográfica é um conjunto de linhas hierarquizadas que representam os rios e seus afluentes nos mapas”.

A hierarquia fluvial fornece indícios do desenvolvimento do sistema de drenagem. No entender de Villela e Matos (1975) reflete o grau de ramificação de uma bacia. Portanto as bacias com maior ordem de canais tendem a serem mais bem drenadas e com o maior grau de desenvolvimento de seu sistema hidrológico. Sendo as propostas de Horton (1945) e Strhaler (1952) as mais utilizadas. No entanto a presente pesquisa destaca também as propostas de Scheidegger (1965) e Shreve (1966; 1967).

Para melhor incluir a metodologia utilizada e os resultados apresentados, faz-se necessário a compreensão sobre os seguintes conceitos; rede fluvial ou rede de canais, “é o padrão inter-relacionado de drenagem formado por um conjunto de rios em determinada área, a partir de qualquer número de fontes até a desembocadura da referida rede” Christofolletti (1980, p. 109); confluência, definida como o local onde dois canais se encontram; seguimento fluvial, de acordo com a ordenação de Strhaler, seria um trecho do canal onde a ordem que lhe é atribuída permanece constante; os ligamentos são trechos de canais que não recebem afluentes.

Com isso têm-se o intuito de aplicar a hierarquia fluvial proposta por ambos os autores na sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, localizada no município de Sobral (CE), no noroeste cearense.

2-Metodologia de trabalho

A metodologia adotada compreende a aplicação das propostas de Horton (1945), Strhaler (1952), Scheidegger (1965) e Shreve (1966; 1967), na rede de drenagem da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.

A proposta de Horton (1945) considera os canais de primeira ordem como àqueles que não recebem tributários, os de segunda ordem como resultantes da

confluência entre dois canais de primeira ordem, já os de terceira ordem resultam da confluência de canais de segunda ordem e podem receber canais de primeira ordem, os de quarta recebem canais de primeira, segunda e terceira ordem. E assim sucessivamente. Nesta classificação o rio principal torna-se de mesma ordem em toda sua extensão.

A proposta de Strhaler (1952) de acordo com Christofolletti (1979, p. 75) classifica os canais da seguinte maneira: 1ª ordem - são canais que não recebem tributários, “estendendo-se desde uma nascente até a primeira confluência a jusante”, 2ª ordem – são os canais a partir da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebe tributários de primeira ordem, 3ª ordem – são os canais formados a partir da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber tributários de primeira e segunda ordem, 4ª ordem – são os canais resultantes da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributário de primeira e segunda ordem. E assim sucessivamente. Esta classificação, ao contrário da anterior, elimina o conceito de que o rio principal seria de mesma ordem em toda sua extensão.

A ordenação dos canais proposta por Scheidegger (1965) denomina-se método de *ordenação dos canais uniformes*, tal método atribui aos canais de primeira ordem o valor numérico (2), a cada confluência somam-se os valores determinados para os canais anteriores. Desta maneira o valor atribuído ao último canal se divide por (2), resultará no número de canais de primeira ordem que contribuiu para a formação do rio principal.

Já o modelo de Shreve (1966; 1967) atribui o valor numérico (1) para os canais de primeira ordem, para o canal seguinte é lhe atribuído o valor da somatória dos valores de seus tributários. Com isso ao final do percurso o valor atribuído representa o número de nascentes de toda a bacia hidrográfica.

3-Resultados e discussões

Segundo a metodologia de Horton (1945) a sub - bacia hidrográfica apresentou 39 canais de primeira ordem, oito de segunda ordem, três de terceira e um de quarta ordem. De acordo com a classificação de Strhaler (1952) apresentou

um considerável número de canais de primeira ordem (53), foram doze de segunda ordem, quatro de terceira e apenas um de quarta ordem (ver tabela 6).

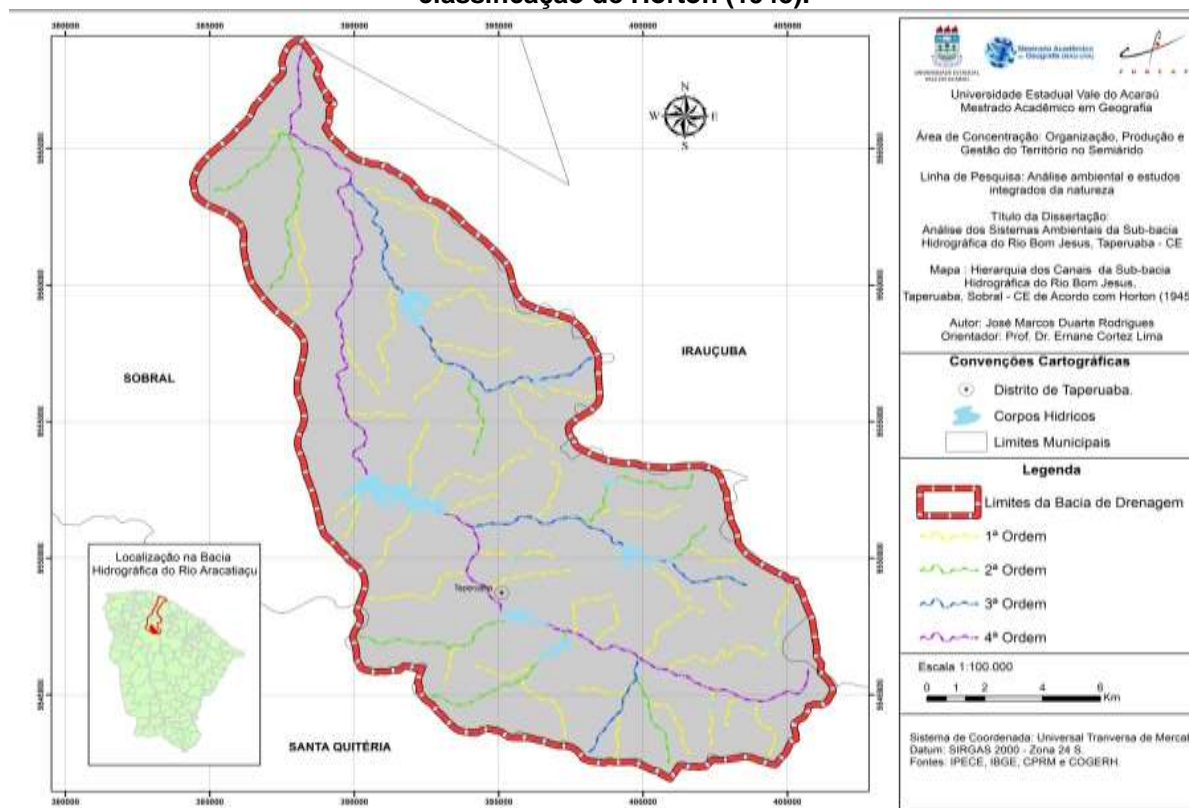
Tabela 6: Hierarquia dos canais da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS.	CLASSIFICAÇÃO	Horton (1945)	Strhaler (1952)
Hierarquia Fluvial	1ª ordem	39	53
	2ª ordem	8	12
	3ª ordem	3	4
	4ª ordem	1	1
Total.		50	70

Fonte: Adaptado de LIMA, E C (2004).

Como fica claro no (mapa 1) o canal principal de acordo com o método de Horton (1945), em toda sua extensão apresenta-se como um canal de quarta ordem, com três canais de terceira ordem, sendo que o canal principal de cada micro bacia torna-se de mesma ordem em todo seu percurso.

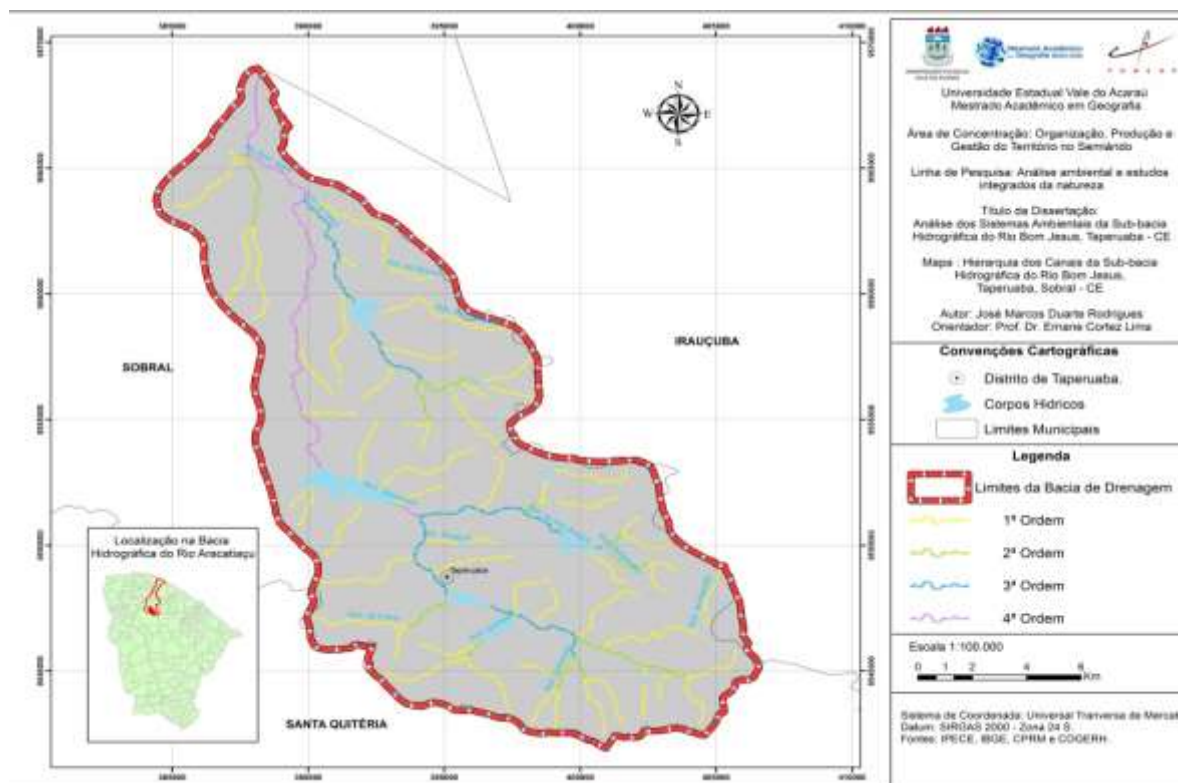
Mapa 1: Hierarquia fluvial da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus de acordo com a classificação de Horton (1945).



Fonte: J.M.D. Rodrigues (2015)

De acordo com o modelo de Strahler (1952) o rio Bom Jesus em seu alto e médio curso apresenta-se como um canal de terceira ordem, do médio curso para o baixo curso, quando recebe dois tributários de terceira ordem é que o mesmo torna-se um canal de quarta ordem (ver mapa 2).

Mapa 2: Hierarquia fluvial da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus de acordo com a classificação de Strahler (1952).



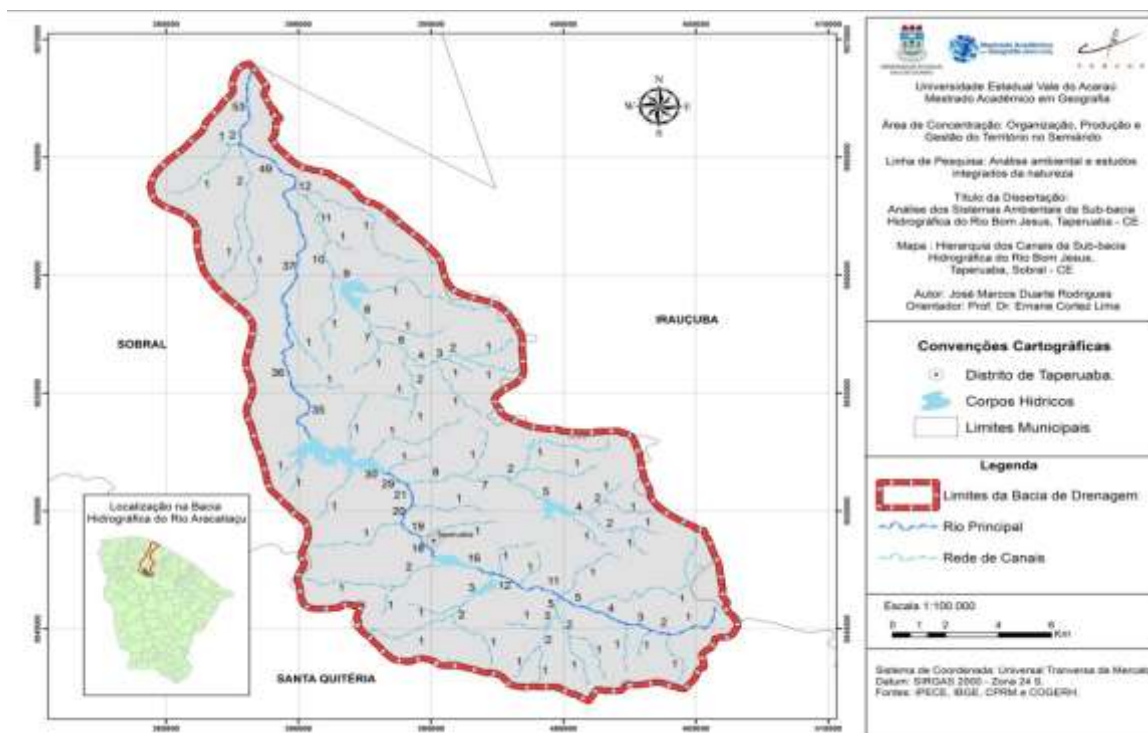
Fonte: J.M.D. Rodrigues (2015).

O modelo de Scheidegger (1965) está representado no (mapa 3), nesse modelo as nascentes recebem o valor numérico 2. Ao final de seu perfil longitudinal o rio principal apresenta o valor numérico 106. Como proposto no modelo, ao dividir esse valor por 2, o resultado será o número de canais de primeira ordem, nesse caso em específico, ao dividir 106 por 2, o valor será 53, correspondente ao número de canais de primeira ordem da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.

No (mapa 4) apresenta-se a classificação de Shreve (1966; 1967), nota-se que ao final de seu curso quando o rio Bom Jesus (rio principal da sub - bacia),

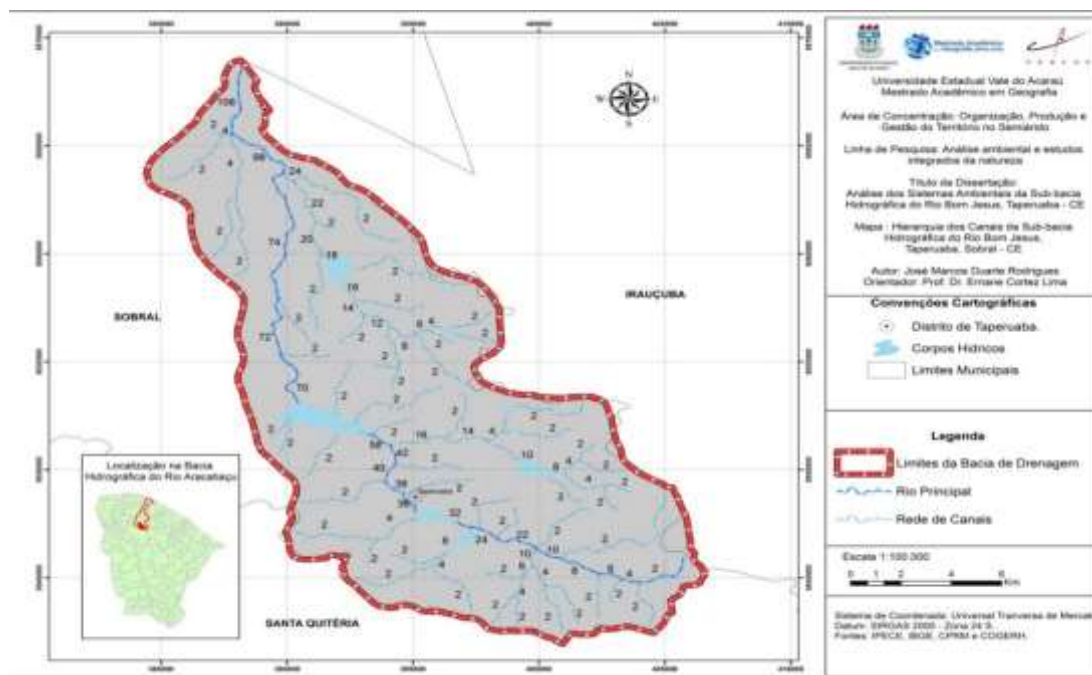
apresenta o valor numérico 53, este corresponde ao numero total dos canais de primeira ordem e/ou de nascentes.

Mapa 3: Hierarquia fluvial da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus de acordo Scheidegger (1965)



Fonte: J.M.D. Rodrigues (2015)

Mapa 4: Hierarquia fluvial da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus de acordo Shreve (1966; 1967)



Fonte: J.M.D. Rodrigues (2015)

4- Considerações Finais

Nota-se que as ordens dos canais aumentam, para jusante, na direção da foz, tendo uma tendência à diminuição do grau de declividade e conseqüentemente do gradiente, portanto essas áreas caracterizam-se por apresentar menor velocidade no fluxo d'água onde ocorre o processo de deposição, estes provenientes das áreas mais elevadas.

O ordenamento fluvial proposto por ambos os autores possibilita melhor compreensão quanto ao sistema hidrológico da sub - bacia, estabelecendo bases para estudos mais aprofundados sobre o funcionamento dos processos hidrogeográficos da área em estudo.

Percebe-se que em ambos os procedimentos a rede de drenagem pode ser transformada em segmentos menores, cada um composto por um ou mais segmentos de acordo com cada sistema de ordenação, desta forma ambos os modelos podem ser aplicados em bacias hidrográficas.

Referências

- Christofoletti, A. **Análise de sistemas em Geografia – Introdução**. São Paulo: HUCITEC – Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979.
- Christofoletti, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2ª Edição. 1980.
- Horton, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydro physical approach to quantitative morphology**. Geol. Soc. America Bulletin, 1945.p. 275-370.
- Lima, E. C. **Análise e manejo geoambiental das nascentes do alto rio Acaraú: Serra das Matas - CE**. Dissertação (mestrado em geografia). Universidade Estadual do Ceará – UECE. Fortaleza - Ceará 2004.
- Machado, P.J. O; Torres, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- Scheidegger, A. E. **The algebra of stream order numbers**. U.S. Geol. Surv. Prof.Paper, 1965.
- Shreve, R. L. **Statistical law of stream numbers**. Journal of Geology. 1966.
- Shreve, R.L. **Infinite topologically random channel networks**. Journal of Geology. 1967.
- Strahler, A. N. **Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography**. Geol. Soc. America Bulletin. 1952. p.1117-1142.
- Villela, S.M; Mattos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

RELAÇÃO DO USO DA TERRA COM A HIDROGRAFIA NA QUARTA COLÔNIA- RS

VINICIUS SILVEIRA¹

GERSON JONAS SCHIRMER²

LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA³

1 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
viniciusgeografia93@gmail.com

2 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
geogersonjs@gmail.com

3 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
lesrobaina@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho possui como objetivo apresentar um estudo da relação usos da terra com a hidrografia nos municípios da Quarta Colônia - RS. A metodologia é fundamenta-se nas contribuições da ciência geográfica, utilizando como ferramenta SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) para classificação do uso da terra, extração da rede de drenagem e cruzamentos dos mapas. Para a elaboração do mapa de uso da terra utilizou-se a imagem orbital do LANDSAT-8, bandas 543(R, G, B) de composição colorida, com 30 metros de resolução espacial e o Banco de dados do Rio Grande do Sul no formato SHAPEFILE. Através dos levantamentos e análises realizadas, identificou-se que as atividades de uso da terra com lavouras estão causando conflito ambiental associam-se a áreas de cabeceira de drenagem e nas porções onde os rios tornam-se meandantes, já as áreas com maior manutenção da cobertura vegetal estão associadas aos canais retilíneos, onde normalmente tem-se declividades acentuadas. Percebeu-se, que os usos da terra, nem consideram as restrições dos recursos naturais, especialmente com relação à fragilidade das drenagens, quando submetidas a determinados usos. Por esse motivo, em um conhecimento ordenado da dinâmica ambiental, se faz necessário compreender a relação do uso da terra com a hidrografia .

Palavras-chave: Hidrografia. Uso da terra. SIG.

Abstract

This work aims to present a study of the relationship land uses with hydrography in the municipalities of the Quarta Colônia - RS. The methodology is based on the contributions of geographical science, using as GIS tool (Geographical Information Systems) for classification of land use, drainage network extraction and crosses the maps. In preparing the land use map used the orbital image of Landsat-8, 543 bands (R, G, B) color composite, with 30 meters spatial resolution and the database of Rio Grande do Sul in SHAPEFILE format. Through the conducted surveys and analyzes, it was found that the land use activities with crops are causing environmental conflict are associated with drainage bedside areas and portions where the rivers become meandering, since the areas with higher maintenance vegetation are associated with straight channels, which usually has steep slopes. It was

noticed that the land use, neither consider the restrictions of natural resources, especially with regard to the fragility of drainages, when subjected to certain uses. For this reason, in an orderly knowledge of environmental dynamics, it is necessary to understand the relationship of land use with hydrography.

Keywords: Hydrography. Land use. GIS.

1. Introdução

A região da Quarta Colônia é composta pela área denominada Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Quarta Colônia (Condesus/Quarta Colônia), criado em 1996, formado por nove municípios da Região Central do Rio Grande do Sul. Este consórcio é administrado pelos prefeitos dos municípios envolvidos com o apoio de uma Secretaria Executiva. Os municípios que compõem essa região são: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande, São João do Polêsine, Restinga Seca, Ivorá e Silveira Martins.

A ocupação agrícola dessa região desde seu início vem gerando conflitos ambientais por não respeitar as áreas com restrições ambientais. Percebe-se ocupações agrícolas em áreas de encostas, junto as margens de rios e sobre rochas friáveis. Junto a isso vem as alterações nos aspectos fisionômicos naturais da paisagem. Assim, neste trabalho objetiva-se apresentar a relação existente entre os usos da terra e as redes de drenagem.

Machado (1998) destaca que desde os primeiros registros da humanidade o convívio com a água já se fazia presente, pois inicialmente eram em áreas próximas aos rios que a população começou a fixar-se. Posteriormente, com o início da compreensão a respeito do sistema hídrico, deu-se início a um rudimentar controle sobre a dinâmica hídrica.

Assim, com o passar dos tempos e apoiados, sobretudo, na evolução de técnicas e procedimentos metodológicos, o homem delimitou territorialmente a observação e a compreensão a respeito da dinâmica hídrica. A hidrografia no contexto da paisagem atua como um modelador ou esculptor. Por vez esse modelamento se dá através do desencadeamento de dinâmica superficial e em outros na aptidão hídrica para usos diversos do solo. Desta forma, tanto os

processos nas vertentes repercutem na dinâmica fluvial, quanto as alterações no comportamento dos canais fluviais nas vertentes. Um exemplo pode ser descrito por meio do desmatamento, que reduz a capacidade de infiltração e aumenta o escoamento superficial, aumentando a erosão hídrica, fornecendo maior volume de sedimentos para a calha fluvial o que pode resultar no assoreamento do leito e enchentes mais frequentes na planície de inundação.

Por outro lado, o assoreamento pode alterar o regime do fluxo do escoamento na calha, alterando padrões de drenagem, refletindo mudanças em parâmetros morfométricos, por exemplo, aumentando a declividade nas cabeceiras de drenagem e diminuindo em direção a foz.

Outro aspecto importante da influência da hidrografia na paisagem diz respeito ao mosaico que se forma na superfície terrestre. A existência significativa de água resulta, normalmente, no desenvolvimento de vegetação arbórea. Desta mesma forma a diferenciação de usos agrícolas também são condicionados pela presença ou ausência de recurso hídrico.

Segundo Silva et al. (2007) o uso da terra é um fator que está fortemente ligado, além da dimensão ambiental, às dimensões econômicas, sociais e culturais de uma região, esses fatores em conjunto podem explicar o modo pelo qual o solo de uma região vem sendo manejado de uma determinada forma. A cobertura vegetal tem um papel importante na proteção da superfície dos solos, desse modo, quanto mais protegida por essa cobertura estiver a superfície do solo contra a ação da chuva, menor será nele a disposição para a ocorrência da erosão (PRUSKI, 2006).

Consequentemente, a retirada da cobertura vegetal, que funciona como uma proteção natural dos solos influenciará na intensificação da erosão, proporcionando ainda a incidência da radiação solar na superfície do solo, o que pode implicar na destruição da matéria orgânica do solo.

2. Metodologia de Trabalho

Para apresentar a relação existente entre o uso da terra e a rede de drenagem primeiramente criou-se um banco de dados, onde tem-se imagens de satélite e informações cartográficas obtidas através dos arquivos no formato Shapefile do

banco de dados topográficos do Rio Grande do Sul (1:50.000) (Hasenack, e Weber, 2010). Dessa maneira obteve-se a rede de drenagem da região deste banco de dados.

Para a confecção do mapa de uso da terra utilizou-se como base de recobrimento da área, a imagem orbital do LANDSAT-8, bandas 543(R, G, B) de composição colorida, com 30 metros de resolução espacial, Órbita-Ponto 222/80 e 222/81, de 09 de setembro de 2014. Essas imagens foram adquiridas através do catálogo de imagens da Nasa no site: <http://glovis.usgs.gov/>. O processamento digital de imagem e realização do mapa de uso da terra foi utilizado o Software Spring 4.3.

As melhores épocas do ano para se adquirir imagens com maior facilidade de diferenciação de elementos espaciais na região de estudo é início de outono e final do inverno. A aquisição das imagens com esse período ocorreu em função do conhecimento prévio da área de estudo, onde se tem informações sobre a fase dos cultivos da região. Nesse período a grande maioria das espécies cultivadas já foi colhida ou estão na fase madura (senescência), como é o caso do trigo e do azevém, isso resulta em melhor diferenciação das áreas utilizadas com cultivos, devido à refletância do solo exposto e dos cultivos maduros serem bem diferentes da vegetação arbórea.

As classes de uso da terra foram definidas através de trabalho de campo na área e por fotointerpretação da imagem orbital, sendo identificados quatro principais tipos de uso, a saber: Vegetação Arbórea, Água, Campo e Lavoura. Além dessas, durante o treinamento foi adquirido amostras de sombra de relevo, onde no campo estão associadas a porções muito inclinadas e que estão presentes as coberturas com vegetação arbórea.

Posteriormente ao processamento digital de imagem e classificação, exportou-se o mapa de uso da terra em formato shapefile para manipulá-lo no Arc Gis. É no Arc Gis que são realizadas operações de cruzamentos dos usos com a rede de drenagem. Ao final dessa análise tem-se uma compreensão detalhada da relação entre o uso da terra e da rede de drenagem.

4. Resultados e Discussão

O uso da terra é uma das bases que precisam ser analisadas com maior detalhe antes da realização do zoneamento geoambiental. É através do uso da terra que ocorrem os conflitos ambientais resultantes da aceleração dos processos de dinâmica superficial, principalmente os ligados a erosão.

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência do homem e demais seres vivos no Planeta. É uma substância fundamental para os ecossistemas da natureza. Nesse sentido possui forte relação com os usos da terra, pois a carência de água pode ser um dos fatores limitantes para o desenvolvimento de atividades econômicas. Porém o excesso de água pode atrapalhar o desenvolvimento de algumas atividades.

Neste trabalho, para análise da relação existente entre o uso da terra e a hidrografia da Quarta Colônia optou-se pela sobreposição da rede de hidrográfica sobre os usos da terra. Na interpretação desta sobreposição percebeu-se 4 principais acontecimentos a destacar.

Estes acontecimentos são relacionados a presença de água e a capacidade de drenagem da rede hidrográfica, visando garantir a aeração, possibilitando assim o desenvolvimento adequado de culturas. Quanto a drenagem nesta análise destaca-se aquela em que o solo em suas condições naturais tem capacidade para escoar a água que atinge a área, proveniente do escoamento superficial e sub-superficial. Já a presença de água destaca-se a abundância de água natural no solo ou a disponibilidade para irrigação.

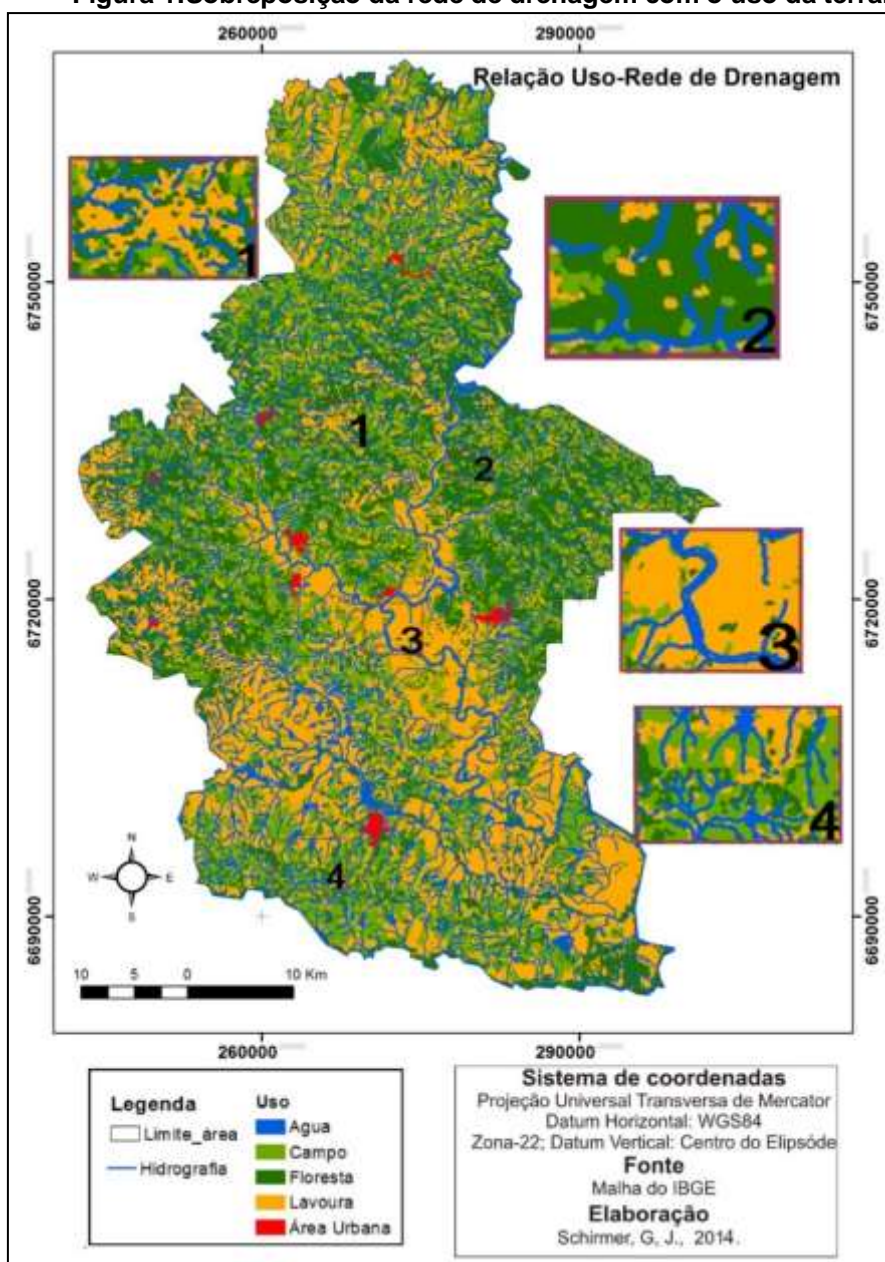
Uma das questões levantadas é a relação de conflito ambiental existente entre o uso da terra, com lavouras, e as nascentes de água, figura 1 .

Esta área (área 1) está sem a presença de mata ciliar na maioria das nascentes. Isto acontece devido ser drenada facilmente, por estar em uma altitude elevada e os canais da rede hidrográfica servirem como canais de drenagem superficial, principalmente no inverno.

A segunda discussão é em relação a áreas que seguem o exemplo dois em destaque no mapa. Esta área apresenta significativa presença de vegetação arbórea próximo da rede de hidrográfica. Isto acontece por estes canais encontrarem-se em

declividades acentuadas, e dessa maneira as atividades agrícolas são restritas. Um dos fatores que restringe o uso é a rapidez excessiva em que acontece o escoamento superficial, que desencadeia processos erosivos. Além disso, os canais dessas áreas possuem alta energia o que traz transtornos tanto para atividades agrícolas quanto para construção de moradias, pois pode desencadear deslizamentos.

Figura 1: Sobreposição da rede de drenagem com o uso da terra.



Org: SCHIRMER, 2014.

Na terceira discussão partiu da observação dos usos existentes no entorno dos rios em áreas planas e de baixa altitude, onde as atividades agrícolas são intensas, predominantemente com cultivo de arroz. Na área 3 do mapa pode-se visualizar as características dessa área. Assim, percebe-se que tem conflito ambiental pela ausência de mata ciliar próximo aos canais dos rios. Já o desenvolvimento do cultivo do arroz está diretamente relacionado a hidrografia local, pois esta proporciona a disponibilidade de água para a irrigação dessas lavouras e baixa capacidade de drenagem do solo.

A quarta discussão diz respeito a área 4 do mapa, onde tem-se nascentes em áreas de baixa altitude e colinosa. A característica da rede hidrográfica nessa área está relacionada a alta capacidade de drenagem superficial, porém baixa capacidade de drenagem subsuperficial por estar muito próxima do nível do lençol freático. Esta característica dificulta a atividade de cultivos irrigados de verão como o arroz por não conseguir manter a água superficial e de culturas de inverno como o trigo pela baixa capacidade de drenagem sub-superficial. Dessa maneira, predomina a classe de uso com campo, onde desenvolve-se a pecuária.

5. Considerações finais

A extração de informações das imagens e o banco de dados do Rio Grande do Sul no formato SHAPFILE, permitiu apresentar a relação existente entre o uso da terra e a hidrografia com maior facilidade. O processo se baseou na caracterização das informações de acordo com as propriedades dos objetos ou pelas formas ou padrões dos mesmos.

Através da sobreposição da hidrografia com o uso da terra foi possível melhor entender a relação existente entre estes na área de estudo. Sendo que as classes definidas respeitam também algumas restrições impostas pelo relevo local. Os resultados obtidos através do desenvolvimento deste trabalho, serve de base para a compreensão de como é a dinâmica ambiental da região da Quarta Colônia.

Dessa forma conclui-se que na região da quarta Colônia é perceptível uma forte relação existente entre o uso da terra e a hidrografia.

Referências

- HASENACK, H.; WEBER, E. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul. Escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- MACHADO, P. J. O. **Uma Proposta de Zoneamento Ambiental Para a Bacia Hidrográfica da Represa de São Pedro – Juiz de Fora/MG**. Presidente Prudente: UNESP, 1998 (Dissertação de Mestrado).
- PRUSKI, Fernando F. **Conservação do Solo e Água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa- MG: Editora UFV, 2006.
- SILVA, ALEXANDRE M.; SCHULZ, HARRY E.; CAMARGO, PLÍNIO B. **Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2ª Edição. São Carlos: Editora RIMA, 2007.

Agradecimentos

Agradecemos a Capes pelo apoio financeiro a este trabalho.

DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE BIRITINGA - BA: ASPECTOS RELACIONADOS AO SANEAMENTO BÁSICO

LUCINÉA DA CRUZ SOUZA¹

ANA ISABEL LEITE OLIVEIRA²

1Universidade do Estado da Bahia – UNEB

(lucineasouza_geo@yahoo.com.br)

2Universidade do Estado da Bahia - UNEB

(ailoliveira@uneb.br)

Resumo

Uma das maiores inquietações nos dias atuais é a escassez da água para o consumo humano. Deste modo, objetivou-se analisar a degradação dos recursos hídricos com base na infraestrutura do saneamento básico do município de Biritinga, no estado da Bahia, considerando o esgotamento sanitário e a disposição do lixo. Para tanto, realizou-se pesquisa bibliográfica, obtenção de dados do censo demográfico e levantamento de campo, analisados com o apoio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Verificou-se que, quanto ao esgotamento sanitário, apenas 18% dos domicílios são atendidos por redes coletoras, enquanto que 70% possuem fossa rudimentar, 3% fossa séptica, 1% lançam em vala e 8% outras formas de lançamento. Em relação ao destino final do lixo, 48% dos domicílios realizam a sua queima, 31% são atendidos por serviços de limpeza, 13% lançam o lixo em terreno baldio, 5% o enterra na propriedade e 3% conferem outros destinos. Diante de tais aspectos, considera-se que a infraestrutura de saneamento básico do município de Biritinga não contempla as reais necessidades da população, deixando vulneráveis os recursos hídricos à poluição e/ou contaminação. Destaca-se a importância de trabalhos nesta linha de abordagem, por proporcionar subsídios para o poder público municipal, no sentido de despertar a atenção quanto a degradação hídrica local por fatores totalmente controláveis, dependentes apenas de uma gestão ambiental integrada, que priorize a proteção/conservação dos mananciais.

Palavras-chave: Degradação hídrica. Esgotamento sanitário. Disposição do lixo.

Abstract

One of the biggest concerns today is the shortage of water for human consumption. In this way, the objective of this study was to analyze the degradation of water resources on the basis of the infrastructure of the sanitation of the municipality of Biritinga, in the state of Bahia, whereas the sanitary sewerage and disposal of garbage. To that end, we carried out bibliographic research, obtaining data of census and field survey, analyzed with the support of Geographic Information Systems (GIS). It was found that, as the sanitary sewerage, only 18% of households are served by collecting nets, while 70% have rudimentary cesspools, 3% septic tank, 1% cast in ditch and 8% other forms of release. With regard to the final destination of the waste, 48% of households hold their burning, 31% are served by cleaning services, 13% throw the garbage in wasteland, 5% the buries in

property and 3% give other destinations. In view of these aspects, it is considered that the infrastructure of sanitation of the city of Biritinga does not address the real needs of the population, leaving the vulnerable water resources pollution and/or contamination. It highlights the importance of work in this line of approach, by providing subsidies for the municipal public power, in order to awaken the attention as the degradation water by local factors fully controllable, dependent only on an integrated environmental management, which prioritizes the protection/conservation of water sources.

Key-words: Water damage. Sewage disposal. Disposal of garbage.

1. Introdução

O crescimento do uso e ocupação do solo se intensificou ao longo dos anos, interferindo, conseqüentemente, nos processos do ambiente natural. Tal fenômeno, sem o devido planejamento, comumente, origina e/ou acentua impactos ambientais negativos. No que se refere aos recursos hídricos, não só a dinâmica das águas acaba por ser alterada, mas sua qualidade é também comprometida. O que pode ser atribuído, dentre outros fatores, ao aumento significativo da população urbana, sem o devido acompanhamento da infraestrutura de saneamento básico, contribuindo para sua rápida degradação, visto que as principais fontes de poluição nas áreas urbanas são provenientes do lançamento dos esgotos domésticos, despejos industriais e disposição do lixo.

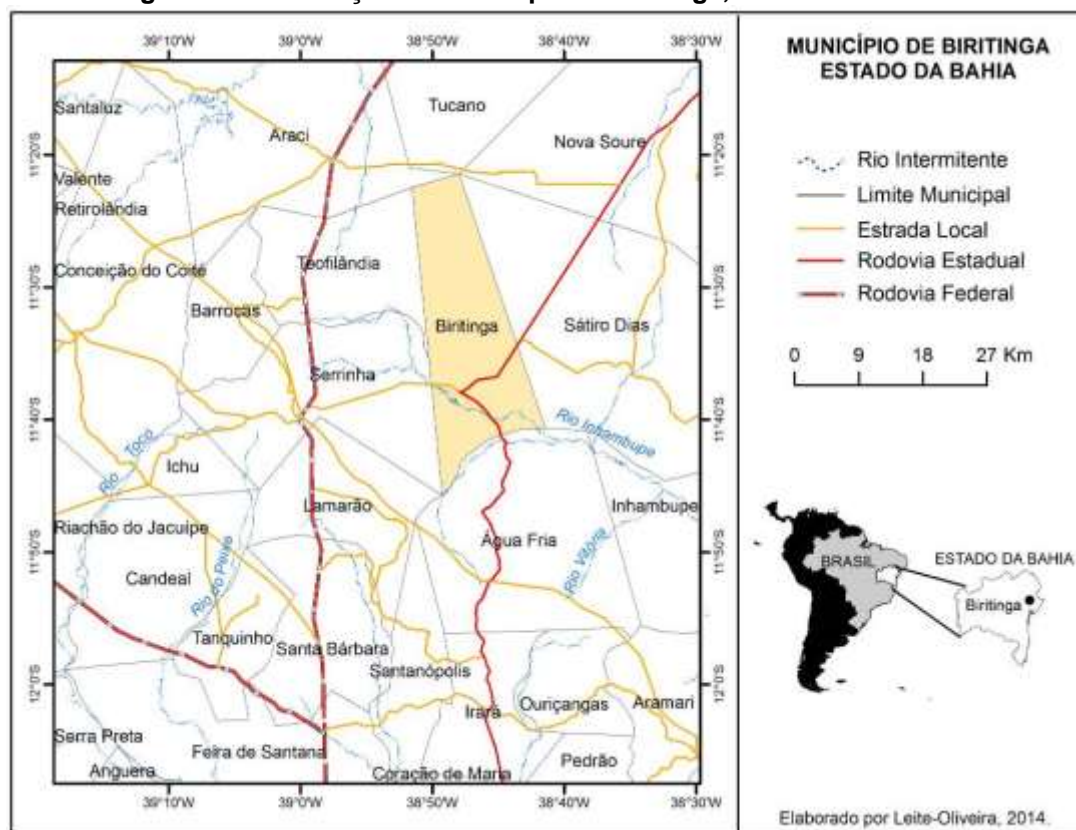
Nesse contexto, tem-se como objetivo analisar a degradação dos recursos hídricos com base na infraestrutura do saneamento básico, no município de Biritinga, estado da Bahia, como situado na Figura 1. É importante destacar que o município de Biritinga encontra-se inserido no semiárido brasileiro, sendo responsável pelo abastecimento de água dos municípios de Serrinha, Conceição do Coité, Retirolândia, Teofilândia, Barrocas e Lamarão, pois em seu território encontram-se aquíferos granulares, de alta favorabilidade hidrogeológica, pertencentes à Bacia Sedimentar do Recôncavo-Tucano.

2. Interface entre recursos hídricos e saneamento básico

De acordo com Tundisi (2011), o crescimento da população urbana e das atividades industriais promoveu um aumento considerável nas demandas hídricas.

Essa situação se agravou principalmente a partir do final da década de 1960, sendo a intensificação dos prejuízos socioambientais, principalmente decorrentes do desenvolvimento urbano, não acompanhado do devido planejamento e gestão.

Figura 7 - Localização do município de Biritinga, no estado da Bahia



O uso desordenado e irregular de mananciais, principalmente em áreas urbanas é um dos principais fatores da degradação de recursos hídricos, como destaca Rebouças (2006). Dentre as principais fontes de poluição e/ou contaminação da água em áreas urbanas, podemos citar o esgoto doméstico, efluentes industriais e disposição inadequada do lixo, os quais podem diminuir a disponibilidade de água para o abastecimento humano, além de veicularem doenças hídricas, conforme citam Poletto (2010) e Botelho (2011).

Diante da escassez da água, sobretudo, naturalmente em ambiente semiárido, desponta a preocupação para sua disponibilidade e adequada qualidade para o consumo humano, percebendo que o saneamento básico é de extrema importância para garantir esta característica. Um dos princípios da Lei nº

11.445/2007 é a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes as suas necessidades, à coleta de tratamento adequado do esgoto e do lixo, e ao escoamento correto das águas das chuvas.

2. Metodologia de Trabalho

Esta é uma pesquisa exploratória, na qual se realizou o levantamento e sistematização das variáveis esgotamento sanitário e destino do lixo, considerando-os como fatores do saneamento que vêm contribuindo para a degradação dos recursos hídricos.

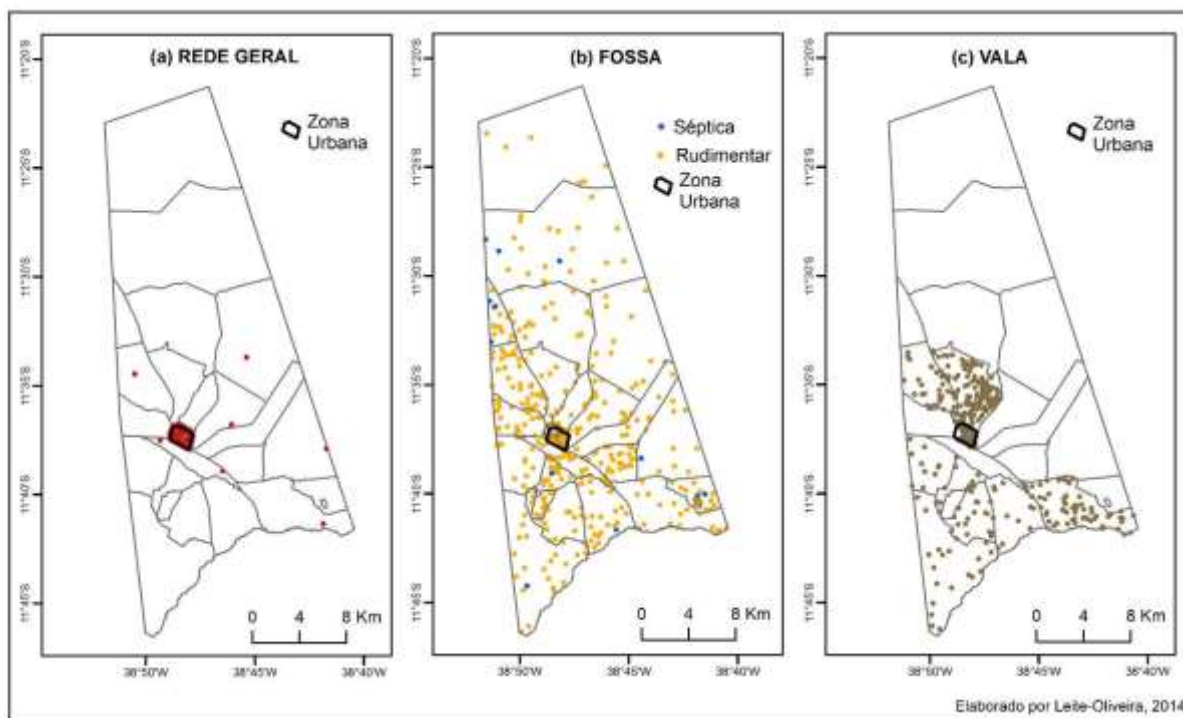
Para se alcançar os objetivos desta pesquisa algumas etapas foram percorridas. A primeira correspondeu a (1) revisão de literatura; seguida do (2) levantamento de dados do Censo Populacional executado pelo IBGE, em 2010; da (3) organização e análise dos dados, com o auxílio de técnicas estatísticas e sua inserção no ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG)², procedendo-se ao (4) trabalho de campo, no qual se realizou observações sistemáticas.

3. Aspectos do saneamento básico no município de Biritnga – BA

De acordo com os dados IBGE (2010), existem 4.120 domicílios particulares permanentes no município de Biritnga. Destes, 785 não possuem esgotamento sanitário e 3.335 possuem esgotamento sanitário proveniente de banheiro, de uso exclusivo dos moradores. Tomando-se como base estes últimos, apenas 18% são atendidos por redes coletoras de esgoto, 70% possuem fossa rudimentar, as fossas sépticas estão presentes em apenas 3% dos domicílios e 1% dos domicílios faz uso de valas para o lançamento de efluentes, como pode ser visualizado na Figura 2. O lançamento de efluentes em valas se concentra na zona centro-sul, muito provavelmente, pela maior proximidade com o rio Inhambupe, curso principal da drenagem superficial.

² Malha digital dos setores censitários disponível em <
ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/setores_censitarios/>
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Figura 2 - Tipos de esgotamento sanitário por domicílio, no município de Biritinga-BA



Fonte: IBGE, 2010.

Deve-se ressaltar que o sistema coletor existente não realiza o tratamento destes efluentes, lançando-os diretamente nos corpos hídricos superficiais e que as fossas rudimentares propiciam o contato direto dos mesmos com o lençol freático, como ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Esgotamento sanitário no município de Biritinga-BA



a) Lançamento de efluentes domésticos em vala; b) Lançamento de efluentes em fossa rudimentar; c) Acúmulo de efluentes em várzea. Fonte: Lucinéa Souza, 2014.

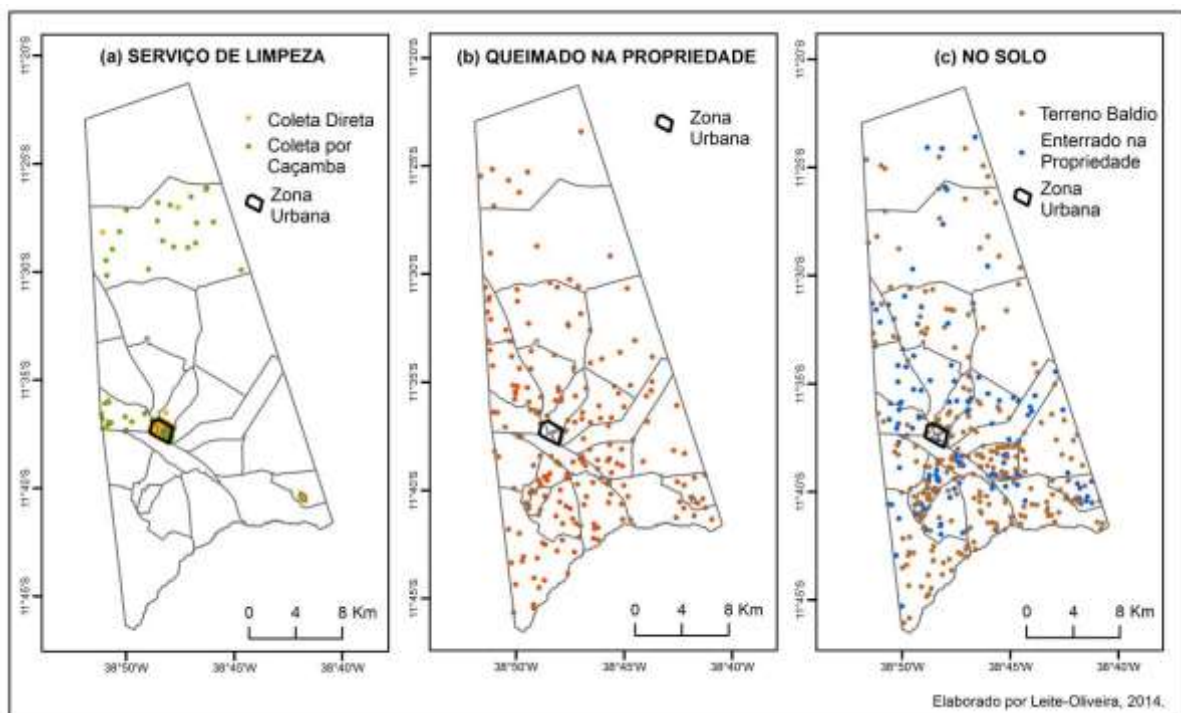
Os demais 8% dos domicílios apresentam outras formas de esgotamento sanitário, assim definidas pelo IBGE (2010) quando não se enquadram em quaisquer dos tipos descritos anteriormente.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

No que diz respeito ao destino do lixo, como mostram a Figura 4 e a Figura 5, o serviço de limpeza, atende a 31% dos domicílios, incluindo coleta direta ou por caçamba, se concentrando na zona urbana do município, e em áreas rurais bem delimitadas, correspondente à zona de expansão recente, na qual foram construídos condomínios particulares.

O destino predominante do lixo é a queima, o qual corresponde a 48% dos domicílios. Também, verificou-se sua disposição no solo, seja em terreno baldio, por 13% dos domicílios, ou enterrado na própria propriedade, por 5% destes, além de 3% que conferem outros destinos, quando não referentes aos anteriores.

Figura 4 - Destino do lixo por domicílio, no município de Biritinga-BA



Fonte: IBGE, 2010.



Figura 5 – Disposição do lixo no município de Biritinga-BA

Um fator agravante, identificado no levantamento de campo, é a disposição inadequada do lixo hospitalar, para o qual não há nenhum procedimento específico de descarte. E, mesmo o lixo coletado pelo serviço de limpeza, não recebe o destino adequado, como preconiza a lei nº 12.305/10, referente a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

4. Considerações finais

A incorporação de aspectos ambientais nas ações de saneamento representa um avanço significativo, em termos de legislação, mas, no entanto é preciso criar condições propícias para que os serviços de saneamento sejam implementados e acessíveis a todos. O lançamento desses dados em um SIG possibilita perceber a distribuição espacial dos serviços públicos, ainda insuficiente, com maior densidade na área urbana, ficando a área rural, de forma geral, sem acesso a estes.

É imprescindível que o poder público municipal, junto à população, se aproprie dos instrumentos legais elaborados para o saneamento básico, integrando-os à gestão dos recursos hídricos, o que viabilizará dispor deste em melhor qualidade para sua oferta visando o consumo humano, ao minimizar a degradação proveniente desta fonte.

Referências

- BOTELHO, Rosângela Garrido machado. Bacias hidrográficas urbanas. In. GUERRA, Antônio José Teixeira (orgs). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Base de Informações do Censo Demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011.
- POLETO, Cristiano. . **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010
- Tundisi.-São Paulo:Oficina de textos, 2008.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G (Org.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.
- TUNDISI, José Galízia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. . **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. Tundisi, José Galizia.

Análise comparativa dos parâmetros morfométricos de duas bacias de pequeno porte no Alto Paranaíba - MG

Renato Emanuel Silva¹

Silvio Carlos Rodrigues²

1 Universidade Federal do Uberlândia– IG/PPGEO/LAGES/CAPES

Renato.logan@gmail.com

2 Universidade Federal do Uberlândia– IG/PPGEO/LAGES/ Cnpq

Silgeo@gmail.com

Resumo

O presente estudo teve por objetivo comparar parâmetros morfométricos de duas bacias hidrográficas de pequeno porte (bacias dos córregos Taquara e Feio). Sendo que a litologia da bacia do córrego Taquara se difere pela existência de um setor com folhelhos silto-argilosos em uma planície de deposição com canais meandrante. Foram estabelecidos, por meio da utilização de ferramentas SIG, os índices de sinuosidade, densidade dos rios, circularidade da bacia e a curva hipsométrica. Para tanto foram utilizados os dados da Carta Topográfica do IBGE – (Folha SE. 23 – Y – A – VI) e a imagem do Sensor Blackbrigde/RapidEye (2010). Os resultados apontam que, embora apresentando características próximas, as bacias possuem algumas diferenças notáveis. A bacia do córrego Taquara é mais circular do que a bacia do córrego Feio, o que significa que também têm uma possibilidade maior de enchentes. A comparação das curvas hipsométricas corrobora para a diferença entre bacias pela presença da planície aluvionar que funciona como um elemento de ruptura das cotas hipsométricas com as áreas próximas. Os parâmetros morfométricos mostram-se válidos como ferramentas de comparação de bacias com distinção litológica permitindo observar a diferença nas respostas dos parâmetros e no comportamento dinâmico destas áreas.

Palavras-chave: Parâmetros físicos da bacia, Sinuosidade do Canal, Curva Hipsométrica.

Abstract

This study aimed to compare morphometric parameters of two small basins (basins of the streams Taquara and Feio). The lithology of Taquara's stream differs by the existence of a sector with silty-clay shales in a deposition plain with meandering channels. Were established by using GIS tools, sinuosity presence, density of the rivers, the circularity of the basin and hipsometric curve. For this, the data from Topographic IBGE Charter were used - (Folha SE. 23 – Y – A – VI) and an image of Blackbrigde / RapidEye Sensor (2010). The results show that, although having similar characteristics, these basins have some notable differences. Stream Taquara is more circular than stream Feio, which means, that there's a greater chance of flooding. The comparison of hipsometric curves confirms the difference between basins by the presence of alluvial plain that works as a rupture element of hipsometric quotas with nearby areas. The morphometric parameters show up valid as comparison tools with lithologic distinction allowing the observe the difference in the parameters responses and the dynamic behavior of these areas.

Keywords: Physical parameters of the basin, Sinuosity of the Canal, Hipsometric Curves.

1. Introdução

A bacia de hidrográfica, como sugere Coelho Neto (2011), é uma área da superfície terrestre, inserida no ciclo hidrológico, responsável pela drenagem da água, nela ocorre o funcionamento interacional das encostas, canais, corpos
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

d'águas, lençóis, superfícies de escoamento e outros. Sendo possível investigar os comportamentos destas bacias hidrográficas e de seus canais, entre outros modos, através dos parâmetros morfométricos que dimensionam estas estruturas e oferecem um aporte quantitativo de análise.

O conhecimento dos parâmetros morfométricos, levando em consideração a área da bacia, seu perímetro, cotas altimétricas, característica dos canais de drenagem entre outros, pode auxiliar na compreensão dos elementos físicos daquela área (Teodoro et al 2007). A análise proposta pode contribuir inclusive para o melhor estabelecimento dos planos de gestão de bacias hidrográficas.

O alto curso do rio Dourados, localizado em Patrocínio (MG), é válido como representação desta realidade, sendo formado por duas bacias que possuem áreas semelhantes com 99 km² na bacia do córrego Taquara e 94 km² na bacia do córrego Feio (Figura 1).

Estas bacias possuem distinções litológicas, com a bacia do córrego Taquara apresentando principalmente rochas do Grupo Bambuí (folhelhos silto-argilosos e quartzitos) e a bacia do Córrego Feio com rochas do Grupo Canastra (quartzitos e micaxistos). Estas distinções causam também diferenciações no desenvolvimento dos canais fluviais (Casseti, 1981). Sendo objetivo deste trabalho comparar os aspectos morfométricos a fim de refletir sobre semelhanças e diferenças entre estas duas bacias.

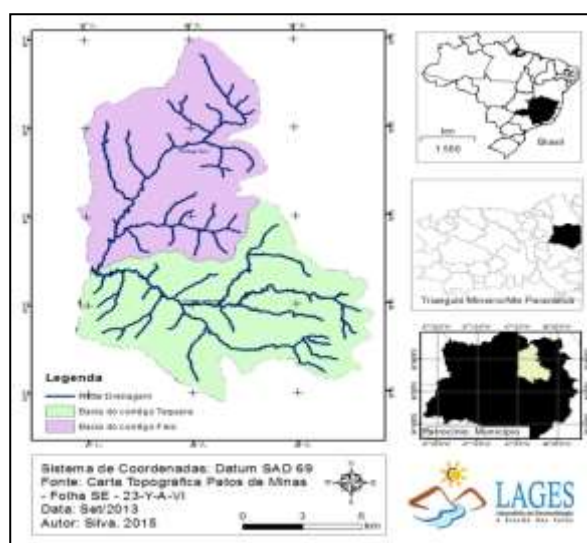


Figura 1 – Localização da área de estudo

2. Metodologia de Trabalho

A pesquisa é resultado do tratamento cartográfico e de imagens de satélite em ambiente SIG bem como da realização de atividades de campo. Assim foram extraídos dados relativos aos parâmetros morfométricos (Índice de sinuosidade, densidade dos rios, circularidade da bacia e curva hipsométrica). A escolha desses parâmetros se deu na tentativa de comparar as duas bacias de modo que fossem discutidas as dimensões da bacia e a quantidade dos seus canais.

2.1- Ambiente SIG na obtenção de parâmetros morfométricos:

Os dados cartográficos da Carta Topográfica do IBGE - Patos de Minas {Folha SE. 23 – Y – A – VI}) e a a imagem do Sensor Blackbrigde/Rapdeye (2010) foram obtidos junto ao Laboratório de Cartografia (LACAR - UFU). No programa ArcMap foi extraído o modelo digital de elevação das bacias (utilizando as curvas de níveis da carta topográfica) tendo sido levantados os dados fontes para o cálculo e obtenção dos parâmetros necessários a realização desta pesquisa, como indicados a seguir:

2.1.1 - Índice de sinuosidade

Estabelece se o canal principal tende a ser tortuoso (fluxo lento) ou retilíneo (fluxo rápido). Foi estabelecido por Schumm (1963) e se expressa pela fórmula:

$$IS = C_{real}/C_{vetorial}$$

Onde:

IS = Índice de sinuosidade

C_{real} = comprimento do canal real

C_{vetorial} = distância vetorial do canal principal

2.1.2 – Índice de densidade dos rios

Proposta por Horton em 1945 relaciona o número total de canais com a área da bacia. A fórmula de obtenção do parâmetro é:

$$I_r = N_c/A$$

Onde:

I_r = Índice de densidade dos rios

N_c = somatória dos canais de todas as ordens

A = área da bacia

2.1.3 – Circularidade da bacia

O índice de circularidade permite investigar a proximidade da forma da bacia com um círculo. Bacias que apresentam esse valor adimensional elevado (superiores e distantes de 1) sugerem formas irregulares e com menores tendências a ocorrência de cheia. A fórmula se expressa por:

$$IC = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

IC = índice de circularidade da bacia

P = perímetro da bacia

A = Área da bacia

2.1.4 – Curva hipsométrica

Proposta por Strahler (1952), apresenta o relevo relativo de uma bacia, para tanto se utiliza da linguagem gráfica, indicando a porcentagem que as cotas altimétricas levantadas ocupam em relação a área total. A curva hipsométrica das bacias em questão, foram obtidas pelo processamento de seus modelos digitais de elevação e execução da ferramenta de classificação de cotas altimétricas do ArcMap 10.1 que permitiram conhecer as áreas das cotas altimétricas e suas porcentagens.

3 – Resultados e Discussão

Os resultados obtidos pelo levantamento dos parâmetros morfométricos foram organizados na tabela 1. A análise dos mesmos permite comparar as duas bacias, considerando que os estudos de Caseti 1981 e Silva 2014 revelam a existência de diferenças entre estas bacias do ponto de vista da litologia e da geomorfologia. A bacia do Córrego Taquara encontra-se em área domica com rochas do Grupo Bambuí - onde os quartzitos são observados nos patamares estruturais colinosos e os folhelhos silto-argilosos na planície de deposição – e do Grupo Canastra com vale encaixado com rochas quartzíticos e micaxistos. Sendo o Grupo Canastra responsável por todo o relevo dissecado da bacia do córrego Feio.

Tabela 1- Parâmetros morfométricos das bacias dos córregos Taquara e Feio

Índice/bacia	C. Taquara	C. Feio
sinuosidade	1,94	1,57
i. densidade de rios	0,27	0,24
i. densidade de rios g. Bambuí	0,20	
densidade de rios g. Canastra	0,30	
Circularidade da bacia	1,51	1,34

Fonte: Silva (2015)

Em relação ao índice de sinuosidade o córrego Taquara apresenta valor de 1,94, a proximidade de 2 sugere um canal com tendência maior a sinuosidade. Em campo é possível observar meandros na região da planície aluvionar com os folhelhos silto-argilosos citados por Casseti, (1981), onde a deposição predomina contribuindo para a divagação dos canais. Já o córrego Feio apresentou um índice menor em 1,57. O fato de toda bacia se encontrar em rochas do Grupo Canastra (quartzitos e micaxistos) com o canal principal em contato direto com a rocha e com tendência retilínea, deve justificar tal cenário.

Quanto à densidade dos rios os valores foram próximos, a área do córrego Taquara apresentou índice de 0,27 e o córrego Feio com 0,24, os índices são considerados baixos como se observa nos trabalhos de Feltran Filho e Lima (2007) e Teodoro et al (2007) É interessante notar que se avaliarmos a densidade de canais sobre a litologia da bacia do córrego Taquara notaremos que os índices são diferentes: na área com folhelhos argilosos o índice cai para 0,20 ao passo que sobre a estrutura com quartzitos e micaxistos os valores chegam a 0,30. Em seus estudos Casseti (1981) e Silva (2014) sugerem que os folhelhos constituem um setor com menor declividade.

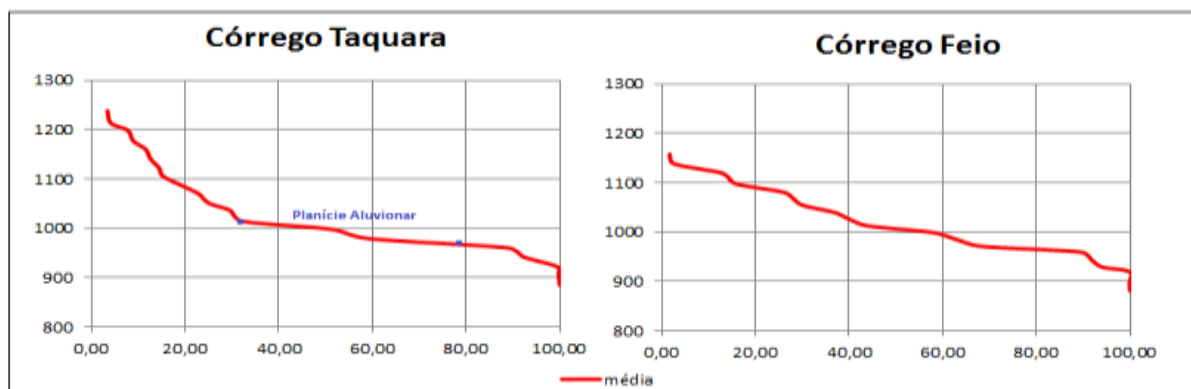
Sobre o índice de circularidade, da bacia do córrego Taquara, o resultado foi de 1,51 ao passo que o a bacia do córrego Feio apresentou 1,34. Assim a primeira bacia tem um formato mais próximo de um círculo que seria resposta para uma possível maior concentração dos picos de vazão. Já o córrego Feio apresenta uma bacia mais alongada que em tese deve responder por um fluxo de cheia com menor intensidade mas com maior duração, se comparado a bacia do Dourados. Estas

análises são concordantes com trabalhos de Teodoro et al (2007), Feltran Filho e Lima (2007) e Stipp et al (2010)

A diferença entre valores apresentados pode estar atrelada a existência da planície aluvionar na área do córrego Taquara que provoca um amplo setor com declividades baixas. Este fator se torna mais evidente ao se realizar a análise da curva hipsométrica (Figura 2).

As curvas hipsométricas das bacias foram estabelecidas revelando relações próximas. Embora o córrego Taquara possua uma bacia com nível altimétrico maior, é possível notar que estes índices, abruptamente, dão lugar a uma faixa entre os 1000 e 980 metros, relativa à planície aluvionar (Figura 2). Posteriormente um outro trecho corresponde ao fundo de vale com encaixe na área do Grupo Canastra. Já a curva hipsométrica da bacia do córrego Feio sugere uma uniformidade na inclinação da curva, pois toda a bacia esta assentada sobre o mesmo Grupo geológico (Canastra), permitindo uma evolução com menores transições abruptas entre as áreas. Do ponto de vista da perda de materiais, comparando a área do gráfico acima da linha de média (material possivelmente erodido) com a aquela abaixo desta linha (material ainda existente), os índices sugerem que a bacia do córrego Taquara sofreu uma maior retirada de materiais.

Figura 2- Comparação das curvas hipsométricas



Fonte: Silva, 2015

Consideração Final

Os parâmetros morfométricos obtidos pela conjugação de dados espaciais junto ao programa ArcMap 10.1 permitiram a comparação entre as duas bacias hidrográficas formadoras do rio Dourados. Sendo notado que elas se comportam com semelhança. As principais distinções guardam relação com a litologia com a presença de folhelhos silto-argilosos apenas na bacia do córrego Taquara. Justamente nestas faixas ocorrem as mais significativas diferenças, com ocorrência de meandros e conseqüente queda na velocidade dos cursos e aumento deposição, aparecendo trechos com meandros, fazendo com que a bacia do córrego Taquara apresente maior quantidade de áreas com pouca declividade. Os conhecimentos angariados pela análise morfométrica comparada das duas bacias são um caminho para análises aprofundadas sobre o comportamento hidrológico destas vertentes e suas respostas no exutório conjunto destas áreas.

Agradecimento

A FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro na participação do XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Teresina – PI, 2015. O primeiro autor agradece a CAPES pela concessão de bolsa de Doutorado.

Referencias

- CASSETI, V. **Estrutura e gênese da compartimentação da paisagem de Serra Negra – MG**. Goiânia: Ed. UFG, 1981
- COELHO NETO, A.L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia – **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos** – 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 201.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980
- FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E.F. Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha – Minas Gerais -**Sociedade & Natureza**, Uberlândia, **19** (1): 65-80, jun. 2007
- HORTON, Robert E. Erosional development of streams and the drainage Basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. Amer. Bulletin**, 56(3):275-370, 1945.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **Bull. Geol. Soc. America**, N. Jersey, (67):597-646, 1956.
- SILVA, R.E. **Disponibilidade e demanda hídrica a partir da análise ambiental da região do alto curso do rio Dourados em Patrocínio (MG)** (Dissertação de Mestrado) – Uberlândia: UFU, 2014
- STIPP N.A.F; CAMPOS, R.A; CAVIGLIONE, J.H. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais - **Portal da Cartografia**, Londrina v. 3 n. 1, 2010.<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>
- STRAHLER, Arthur N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geol. Soc. America Bulletin**, 63(10):1117-1142, 1952.
- TEODORO, V.L; TEIXEIRA, D; COSTA, D.J.L; FULLER, B.B. Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica - **REVISTA UNIARA**, n.20, 2007

USO DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIO SÃO BARTOLOMEU, VIÇOSA/MG

PEDRO ENRICO SALAMIM FONSECA SPANGHERO¹

TÁSSIO MOREIRA SILVA¹

MAURICIO SANTANA MOREAU²

ANA MARIA SANTANA MOREAU²

1 Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC/DCAA
(geo.pedros@gmail.com)

1 Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC/DCAA
(geo.moreira@hotmail.com)

2 Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC/DCAA
(mmoreau@uesc.br)

2 Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC/DCAA
(amoreau@uesc.br)

Resumo

As bacias hidrográficas são consideradas unidades sistêmicas ideais para a análise, o planejamento e a gestão ambiental em espaços rurais e urbanos. Os estudos qualitativos da água representam um instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais. Neste artigo, teve-se por objetivo analisar a qualidade da água na bacia do rio São Bartolomeu, Viçosa/MG. A bacia do Rio Bartolomeu tem as suas nascentes localizadas dentro da Mata do Paraíso, e na jusante o rio percorre área de agropecuária e a área urbana de Viçosa, sofrendo pressão antrópica concernente ao desmatamento da vegetação ciliar e ao lançamento de lixo e esgoto doméstico e comercial. A vegetação encontra-se muito fragmentada e restrita, em grande parte, aos topos de morros ou áreas de maior declividade. O presente artigo visa identificar os critérios e indicadores hidrológicos de parâmetros físicos, em intervalos mensais, durante o período de 28/08/2009 a 19/12/2009. Totalizados dez pontos de amostragem durante este período, as medições dos parâmetros foram realizadas com o aparelho multiparâmetro Orion 5 Star. A temperatura média observada foi de 23,72 °C, e o oxigênio dissolvido, de 16,05 mg/L. Os valores de pH, sólido dissolvido e condutividade elétrica apresentaram valores adequados, segundo o CONAMA, sendo respectivamente 18,70, 47,52 mg/L, 115,18 µS/cm. O parâmetro de salinidade teve o máximo 0,05 e o mínimo 0,01.

Palavras-chave: Qualidade da água. Bacia do São Bartolomeu. Bacia Hidrográfica.

Abstract

Watersheds are considered ideal systemic units for analysis, planning and environmental management in rural and urban areas. Qualitative studies of water represent a valuable tool for the construction of environmental indicators. In this article, we aimed to analyze the water quality in the São Bartolomeu river basin, Viçosa / MG. The Bartholomew River watershed has its headwaters located within the Paraíso forest, and the river flows downstream area of agriculture and the urban area of Viçosa, suffering human pressure concerning the deforestation of riparian vegetation and the launch of domestic and commercial waste and sewage. The vegetation is fragmented and very
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

restricted largely to the tops of hills or areas of greatest slope. This article aims to identify the criteria and hydrological indicators of physical parameters at monthly intervals during the period of 28/08/2009 to 19/12/2009. Aggregated ten sampling points during this period, measurements of the parameters were performed with the multiparameter device Orion 5 Star. The average temperature recorded was 23,72 °C, and the dissolved oxygen in 16,05 mg / L. The pH, dissolved solid and conductivity showed adequate values according CONAMA, being respectively 18.70, 47.52 mg / L, 115.18 S / cm. The parameter has a maximum salinity 0.05 and 0.01 min.

Key-words: Water Quality. St. Bartholomeu basin. Watershed.

1. Introdução

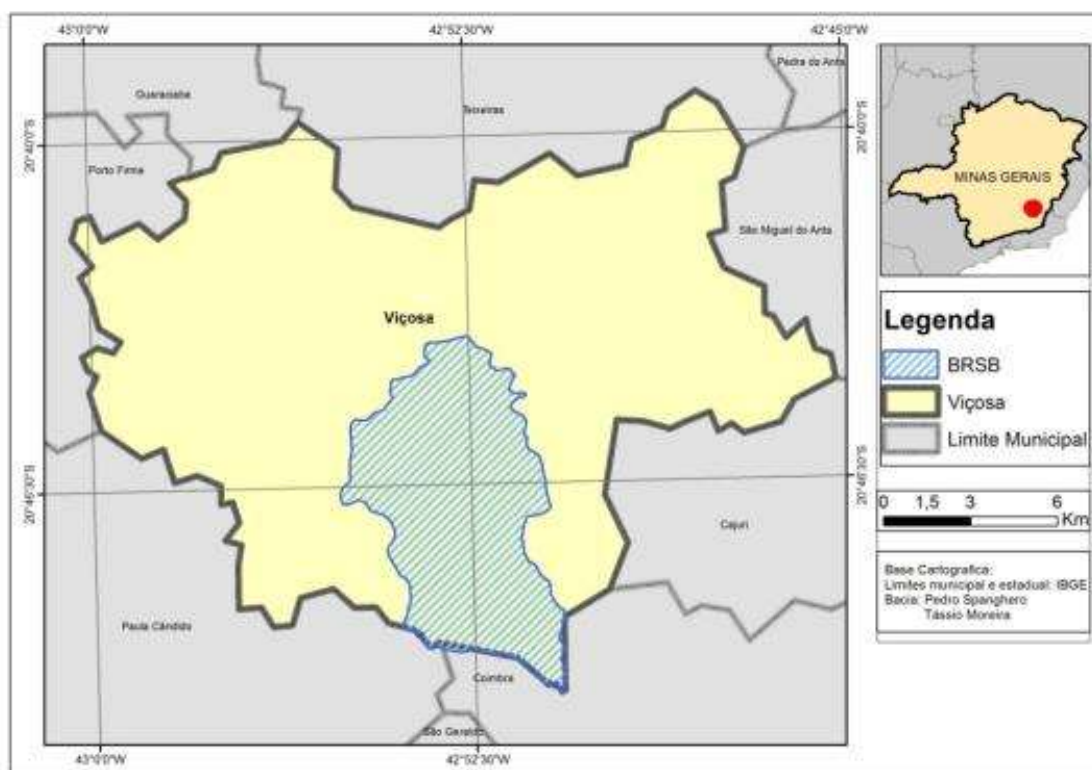
Segundo Arcova (1999) a qualidade da água dos recursos hídricos é resultando das interações dos fatores climáticos, geológicos, fisiográficos, solos e vegetação bacia hidrográfica. As áreas modificadas pelas atividades antrópicas como agricultura ou ocupação urbana, estas influenciam diretamente nas características físicas, químicas e biológicas da água. De acordo com Sopper (1975), as bacias com cobertura vegetal apresenta proteção contra erosão, sedimentação, lixiviação excessiva de nutrientes e elevadas temperaturas da água e consequentemente na quantidade de oxigênio dissolvido.

As nascentes do rio São Bartolomeu encontra-se em sua maioria em áreas degradadas com sem o respeito pela legislação ambiental. Segundo Vilela (2001) as nascentes estão apresentando vazões cada vez mais irregulares.

Este trabalho teve como objetivo mapear o uso da terra e medir parâmetros de qualidade da água na bacia do rio São Bartolomeu, Viçosa – MG. Esta bacia se caracteriza por apresentar as suas nascentes em uma Unidade de Conservação, e ao longo do deflúvio da rede hidrográfica ocorrem interferências antrópicas com predomínio de atividades agropecuárias e ocupação urbana da cidade de Viçosa - MG.

A bacia do rio São Bartolomeu (BR SB) é formada pelos córregos de Araújo, Engenho, Paraíso, Palmital e Santa Catarina. A bacia está localizada na região sudoeste do Estado de Minas Gerais, no Município de Viçosa (Figura 1). As cabeceiras da bacia estão localizadas na Mata do Paraíso uma reserva florestal de aproximadamente 400 ha.

Figura 1. Localização da bacia do rio São Bartolomeu, Viçosa – MG



Fonte: Dados da pesquisa

A BRSB apresenta a altitude média da bacia é de 770 metros. A topografia é de mares morros com variação do relevo 0% plano a 78,8% escarpado. De acordo com o Orlandini (2002) as classes de solos encontrados na BRSB são os Latossolos Vermelho-Amerelo Distrófico, Combissolos Latossólicos, Podzólico Vermelho-Amarelo, Gleissolos e Neossolos Flúvicos.. O clima segundo *Koppen* é do tipo Cwb, clima tropical de altitude com verão chuvoso e temperaturas amenas, tendo como principal característica as oscilações térmicas. Segundo Marangon (2003) a precipitação média anual é de 1220 mm e a temperatura média anual varia entre 14,6°C a 21,8°C.

A BRSB apresenta uma área de 54,95km², possuindo 16,30km² de cobertura vegetal (remanescentes de vegetação da Mata Atlântica, capoeiras), 27,35km² de áreas antropizadas (pastagem, agricultura), estando à cidade de Viçosa inserida em seu exutório com 11,29 km². tendo o comprimento do canal principal de 15,91 km. A

declividade média do rio principal, que refere-se a relação da altitude máxima e mínima dividido pelo comprimento do rio principal apresentou o valor de 8,10 m/km (Tabela 1).

Tabela 1- Características morfométricas da bacia do rio São Bartolomeu, Viçosa - MG

Característica	Valores
Área da bacia (km ²)	54,95
Comprimento do canal principal (km)	16,91
Declividade média do rio principal (m/km)	8,10

Fonte: Mapa hidrográfico da bacia do rio São Bartolomeu

2. Metodologia de Trabalho

No levantamento do uso da terra foi utilizada a imagem de satélite Ikonos *Google Earth* obtida pelo *software Google Maps Saver* (GMS) do ano de 2011, com resolução espacial de 5m. A imagem foi adicionada ao *software ArcGis 9.3* e iniciou a preparação da imagem com o georreferenciamento utilizando a ferramenta *Georeferencing* em seguida o processo de classificação manual das classes de cobertura vegetal, atividades agropecuárias e área urbana tendo primeiramente a interpretação visual baseada na identificação de áreas por *pixels* pertencentes a uma mesma classe, utilizando os parâmetros cor, tonalidade, forma e textura. Para tanto foi utilizado a ferramenta *editor* para a criação dos polígonos referentes a cada classe.

O mapeamento hidrográfico teve como base a interpretação da imagem de satélite (*GOOGLE EARTH*) de alta resolução espacial adquiridas gratuitamente pelo *software Google Save Maps* (GMS) e dos dados geomorfométricos do Brasil (*TOPODATA*), estes últimos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no formato *Geotiff*, com resolução espacial 30m. As operações necessárias para o mapeamento foram processadas em meio digital, com auxílio do *software ArcGIS 9.3*, tornando-se indispensável a organização, consolidação e geração informações, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que permitiu a elaboração, a edição dos mapas e a leitura digital das informações necessárias pretendidas. A escala utilizada para o mapeamento foi de 1:25.000 adotando o sistema de projeção geográfica UTM, Datum SIRGAS 2000, zona 23 K.

Foram realizadas mensalmente medições das concentrações de oxigênio dissolvidos (mg/L), da temperatura (°C), da condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$), salinidade (PPT), sólidos dissolvidos (TDS mg/L) e pH num período que se estendeu de 28 de agosto a 19 de dezembro de 2009, utilizando-se um equipamento multiparâmetro Orion 5.

3. Resultados e discussão

Segundo Alves (1993) a estrutura fundiária da região é formada por pequenos minifúndios que tem suas produções voltadas para a agropecuária como a áreas de pastagens, cultivo de arroz, feijão, frutas cítricas, hortaliças e dentre outros.

A BRSB se caracteriza com maior parte de sua área ocupada por agropecuária, e observa-se que maior parte dos agropecuaristas não respeitam áreas a legislação ambiental, pois não são observadas áreas de preservação permanentes, mata ciliar, na maior parte do curso d'água, o que influencia diretamente na redução da qualidade e quantidade de água no sistema hídrico devido aos processos de assoreamento, erosão e má conservação do solo.

As áreas de cobertura vegetal ocupam cerca de 30% da área da bacia, mas o este valor se dá devido à presença da Mata do Paraíso. Grande parte da cobertura vegetal encontra-se em topos de morros ou em áreas com alta declividade que são fatores limitantes ao avanço da agropecuária (Figura 2).

De acordo com o uso da terra da BRSB a classe agropecuária apresenta uma área de 27,35ha, que corresponde a 49,78% da área da bacia. Já a cobertura vegetal apresenta uma área de 16,30ha, que corresponde a 29,66% e a área urbana da cidade de Viçosa-MG apresenta 11,29ha, ou seja, 20,54% de área dentro da bacia.

Na Tabela 3, encontra-se os resultados das variáveis físico-químicas (pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, percentual de oxigênio dissolvido, oxigênio dissolvido e temperatura) analisadas durante as seis campanhas de campo realizadas no período 28 de agosto a 19 de dezembro de 2009.

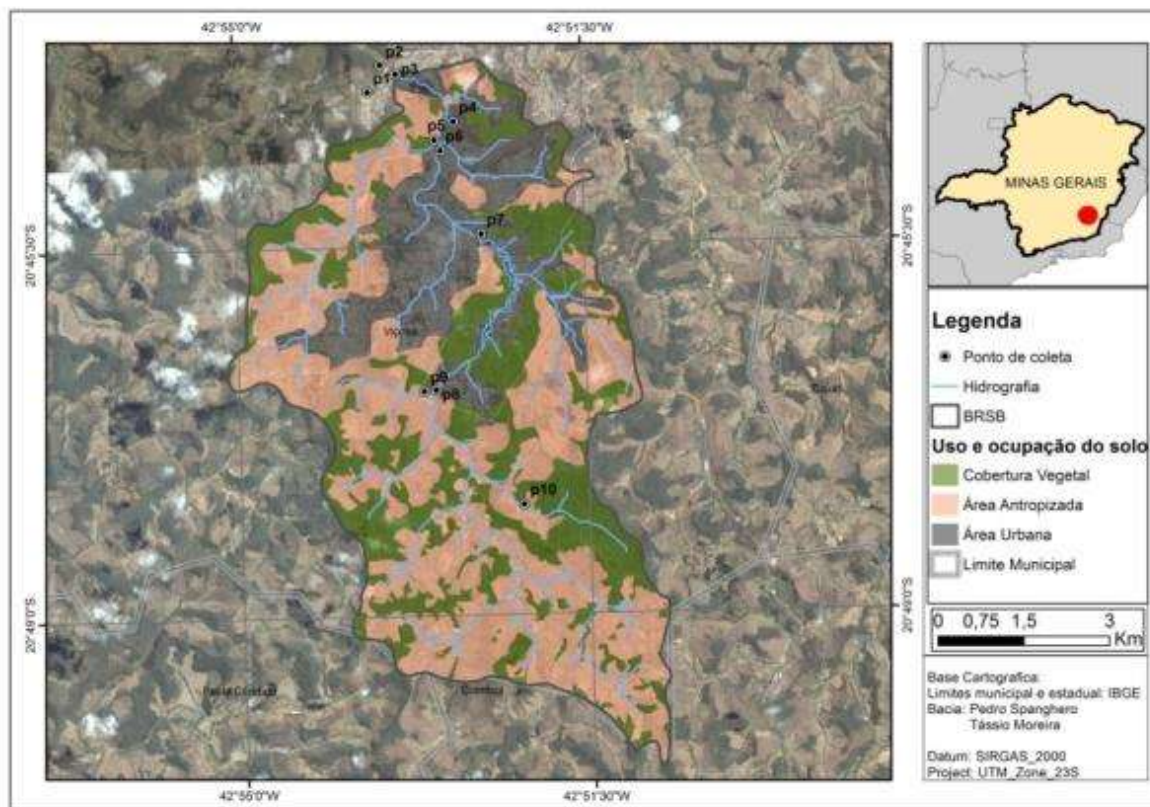
Tabela 3. Variáveis físico-químicas do rio São Bartolomeu, no ano de 2009.

Ponto	pH	$\mu\text{S}/\text{cm}^*$	TDS mg/L	Salinidade ppt	OD %	OD mg/l	Temperatura $^{\circ}\text{C}$
01	7,4	81,5	38,8	0,0	75,5	5,9	23,5
02	7,4	51,0	24,0	0,0	88,5	7,0	23,1
03	7,4	213,1	103,8	0,1	26,0	2,0	24,7
04	7,5	418,8	198,5	0,2	26,5	2,1	23,4
05	7,5	82,1	39,3	0,0	81,8	6,4	23,7
06	7,4	179,2	86,3	0,1	30,7	2,4	24,3
07	7,5	65,1	30,3	0,0	95,4	7,3	24,7
08	7,4	47,6	21,8	0,0	77,2	6,3	22,0
09	7,3	46,1	21,2	0,0	69,0	5,6	21,5
10	7,5	82,4	38,3	0,0	65,5	5,2	22,2

*Condutividade elétrica corrigida para 25 $^{\circ}\text{C}$

Fonte: Coleta de campo, 2009

Figura 2. Mapa de uso da terra da bacia do rio São Bartolomeu, no município de Viçosa – MG.



Fonte: Dados da pesquisa

No rio São Bartolomeu, o pH variou de 7,3 a 7,5 estando esses valores dentro da faixa estabelecida pelo CONAMA nº 357/2005 para classificação de águas doce, onde o pH varia de 6 a 9. Nos pontos onde foram analisados apresentaram caráter

neutro a básico. Os resultados obtidos são considerados bons se for considerar que parte da bacia o uso e ocupação do solo é pastagem e parte do rio principal adentra a área urbana.

A condutividade elétrica esta relacionada diretamente com a concentração sais no rio. Os valores de condutividade elétrica oscilaram de 46,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 418,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os pontos de coletas de dados com valores mais baixo de condutividade estão antes da área urbana, ou no caso do ponto 07, localizado após as represas da Universidade Federal de Viçosa, e o ponto 05 recebe o deflúvio de uma sub-bacia do rio São Bartolomeu, menos urbanizada.

A concentração de sólidos dissolvidos totais variou de 21,2 mg/L a 198,5 mg/L. Segundo a Resolução CONAMA nº357/2005º valor máximo permitido para o abastecimento humano é de 500 mg/L. Portanto, o rio São Bartolomeu encontra-se dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

A salinidade variou de 0 a 0,2 nos pontos onde em campo observou-se maior contaminação do rio.

A quantidade de oxigênio dissolvido no corpo d'água tem suas variações interferidas por mudanças de estações, temperatura, pressão, turbulência da água e vazão do rio (PALMA-SILVA, 1999). O rio São Bartolomeu apresentou dados de oxigênio dissolvido que conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, classifica as águas nos pontos de coleta nas seguintes classes: Classe 1- pontos 02; 05; 07 e 08; Classe 2 – pontos 01; 09 e 10; Classe 04 – pontos 03; 04 e 06. A água nos pontos 03; 04 e 06, localizados na área urbanizada e classificados na classe 04 segundo CONAMA que não pode ser destinado ao consumo humano. Os baixos valores de oxigênio dissolvido são explicados pela baixa turbulência e eutrofização em alguns pontos, que minimiza a transferência de oxigênio da atmosfera para o rio por processo de difusão ou no caso eutrofização há um consumo maior do oxigênio durante a decomposição dos compostos orgânicos lançados no rio.

A temperatura do rio São Bartolomeu variou de 21,50°C a 24,7°C. Arcova et al (1993) afirmam que a principal variáveis que controla a temperatura em pequenos rios é a radiação solar.

4. Conclusões

O presente artigo avaliou a qualidade da água do deflúvio da bacia do rio São Bartolomeu onde o uso do solo é a agropecuária, área urbana e a montante área de Mata Atlântica.

A baixa declividade em alguns pontos do leito principal do rio e a contaminação do mesmo influenciou na baixa concentração de oxigênio dissolvido.

Foram encontradas três classes de água doce conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005: Classe 1- pontos 02; 05; 07; 08; Classe 2 – pontos 01; 09; 10; Classe 04 – pontos 03; 04; 06.

Não se pode afirmar a qualidade da água no rio São Bartolomeu, mas vale ressaltar que os resultados obtidos são estudos preliminares que permitiram a identificação e avaliação da rede hidrográfica do rio São Bartolomeu que por sua vez geram a necessidade de estudos mais detalhados desta bacia.

Referências

- Arcova, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região do Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 125-134, 1999.
- MARANGON, Luiz Carlos; SOARES, João Juarez and FELICIANO, Ana Lícia Patriota. **Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais**. *Rev. Árvore* [online]. 2003, vol.27, n.2, pp. 207-215. ISSN 0100-6762.
- Sopper, W.E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. **Journal of environmental quality**, v.4, n.1, p.24-29, 1975.
- Vilela, M.F; Romanovzki, Z. O uso do solo e a conservação da vazão dos cursos d'água na bacia do ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG. **Anais SBSR**, n. 10, p. 699-706, 2001.
- Arruda, P. R. Uma contribuição ao estudo ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu. 1997. 1408 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal Viçosa, Viçosa . 1997.
- Palma-Silva, G.M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí - SP**. 155 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1999.
- Orlandini, D. **Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vistas do aumento da produção de água com qualidade**. 2002. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa. 2002.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 28 out. 2014.

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS PROVOCADAS PELA URBANIZAÇÃO: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO FACÃO EM ARARAS (SP)

VALÉRIA COGHI BERNARDELLI¹
CENIRA MARIA LUPINACCI DA CUNHA²
1UNESP/Campus de Rio Claro (SP) – DEPLAN
(valeriacobnardelli@hotmail.com)
2UNESP/Campus de Rio Claro (SP) - DEPLAN
(cenira@rc.unesp.br)

Resumo

O homem modifica a natureza para atender as suas necessidades. Essa transformação, principalmente quando ocasionada pelo processo de urbanização, provoca alterações nas formas de relevo e na dinâmica natural dos fluxos de energia e matéria do sistema geomorfológico. Assim, o homem atua como um agente geomorfológico (antropogeomorfologia/geomorfologia antrópica). Considerando essa questão, o presente trabalho tem o objetivo de entender e analisar as alterações provocadas pela urbanização no relevo da bacia hidrográfica do córrego do Facão, na cidade de Araras (SP), no ano de 1997, por meio da elaboração da carta geomorfológica e de uso e ocupação da terra. A teoria geral dos sistemas norteou essa pesquisa e a bacia hidrográfica foi entendida como um sistema não isolado e aberto. Cabe destacar que, para compreender as alterações antrópicas, utilizou-se a proposta de Rodrigues (2005). Constataram-se alterações vinculadas a diversos sulcos erosivos, duas ravinas e canais pluviais em áreas menos urbanizadas. Na parte urbanizada, identificaram-se mudanças na topografia, principalmente com a criação de concavidades (ruas, estradas), ausências de rupturas topográficas e canalização do rio. Nesse caso, de fato o homem tem transformado o sistema geomorfológico, criando um sistema antrópico.

Palavras – chave: Bacia hidrográfica. Geomorfologia antrópica. Ação antrópica.

Abstract

The man changes the environment to attend your necessities. This transformation is occurred by urbanization process, it has caused alterations in the relief forms and natural fluxes dynamics of energy and material in the geomorphological system. Therefore, he acts like geomorphological agent (antropogeomorphology/anthropic geomorfology). Considering this question, this study aims to understand and analyze the alterations caused by urbanization in the relief of the watershed of Corrego of Facão in Araras city in 1997 through geomorphological map and use and occupancy of land map. The general systems theory guided this study and the watershed was understood like a not isolated open system in the functional view. It should be noted to understand anthropic action was used Rodrigues proposed (2005). It was noticed several erosion gullies, 2 ravines and stormwater water way in less urbanized áreas. In most urbanized part, topographical changes with the creation of

concavity, absence of topographic break and canalization river. In this case, the man changes the geomorphological system, it's creating an anthropic system.

Key – words: watershed. Anthropic Geomorphology. Anthropic Action.

1. Introdução

O homem é um ser social e biológico que possui a capacidade de transformar a natureza para atender as suas necessidades (alimentos e abrigo) desde os primórdios, como aponta Maslow (1943, apud Santos Filho, 2011). Isso traz modificações no espaço natural, acarretando prejuízos, danos para o mesmo.

Contudo, é a partir da revolução industrial que o homem processa as grandes transformações tais como as mudanças no ambiente através da urbanização com a construção de cidades. O processo de urbanização acentuou-se rapidamente pelo mundo, e dessa forma as atividades do homem vem alterando as formas de relevo (cortes, arruamentos, impermeabilização, aterramentos, entre outros), o clima, a hidrologia, a ecologia e a biosfera. (SANTOS FILHO, 2011, p.227).

Esse processo de urbanização, que ocorre em escala global, é verificado no Brasil também. Segundo Santos (2009), a urbanização começa no período colonial de uma maneira discreta com predomínio da exploração mineral, da pecuária e da agricultura. Porém, é a partir dos séculos XIX e XX que ocorre a aceleração da urbanização devido à indústria e o setor terciário que vai deslocar uma grande quantidade de pessoas que vivem no campo e pequenas cidades para as grandes cidades e metrópoles.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é entender e identificar os problemas geomorfológicos que a urbanização vem provocando na bacia hidrográfica do córrego do Facão em Araras (SP) através da elaboração da carta geomorfológica e da carta de uso e ocupação da terra, ambas do cenário de 1997.

2. Geomorfologia Antrópica

O aparecimento da preocupação ambiental, na geomorfologia, surge na década de 1970 no 1º Simposio de Geomorfologia Ambiental realizado nos EUA. Cabe

lembrar também a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente em Estocolmo, na Suécia, em 1972. É neste contexto que surge a geomorfologia antrópica ou antropogeomorfologia, que considera o homem como agente geomorfológico que dinamiza e modifica os processos naturais.

De acordo com Drew (2005), essa intervenção antrópica é sentida nos sistemas menores (subsistemas) e mais vulneráveis, quebrando o equilíbrio dinâmico da cadeia. Essa alteração inicia-se com um desencadeamento ou *trigger* com a introdução de um animal, fogo no ambiente, por exemplo. É importante destacar os conceitos de limiar (a força ultrapassa o ponto máximo e a mudança é irreversível, estabelecendo um novo equilíbrio) e resiliência (ponto máximo que o sistema tolera para não sofrer mudanças em seu equilíbrio) para compreender o equilíbrio do sistema. Nota-se que o homem vem interferindo nos sistemas, inclusive no sistema geomorfológico. Assim, este vem criando um sistema antrópico.

Nir (1983) é um dos autores de grande importância a pesquisar as ações antrópicas no relevo e as reações que causam no meio natural. Esse autor aponta que a interferência é recente e há pouca pesquisa e bibliografia sobre este tema. O referido autor mostra como as atividades antropogênicas alteram o equilíbrio dinâmico no espaço urbano, na agricultura e no superpastoreiro.

3. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego do Facão localiza-se no município de Araras (SP) o qual se posiciona entre as coordenadas geográficas 22°21'30" e 22° 26'0" S e 47°26'0" e 47° 22'0" W. O acesso pode ser feito pela rodovia Anhanguera (SP – 330) ou Wilson Finardi (SP – 191).

O cenário de estudo encontra-se na depressão periférica paulista na zona do Mogi – Guaçu, conforme Almeida (1974). O relevo está assentado sobre as seguintes formações geológicas: Piraçununga, Tatuí, Piramboia, Irati, Corumbataí e intrusões básicas (IG, 1987). Segundo o Instituto Agrônomo de São Paulo (1981), a área de trabalho possui latossolos (vermelho amarelo, vermelho escuro e roxo), argissolo vermelho amarelo e hidromórficos. Esta é marcada por um clima tropical com períodos chuvosos (primavera e verão) e secos (outono e inverno).

4. Metodologia

4.1 Método

O método, que norteia a compreensão desta pesquisa, é a teoria geral dos sistemas, utilizada pela geomorfologia antrópica para compreender as alterações. Um sistema pode ser entendido “[...] como o conjunto dos elementos e das relações entre eles e entre os seus atributos” na visão de Hall e Fagen (1956, p.18 apud Christofolletti, 1979, p.1).

A bacia hidrográfica do córrego do Facão foi analisada como um sistema não isolado aberto na visão funcional, pois há outputs e inputs de energia e matéria. Também é compreendida como um sistema controlado (atuação do homem nos demais sistemas) no quesito da complexidade estrutural. (CHRISTOFOLETTI, 1979) Para entender e analisar a ação antrópica no cenário de 1997 utilizou-se a proposta de Rodrigues (2005, p.102).

4.2 Técnicas

Para elaborar a carta geomorfológica foi preciso, primeiramente, vetorizar as curvas de nível, pontos cotados e drenagem das cartas topográficas na escala 1:10.000 com equidistância de 5 metros das curvas. Esta foi elaborada a partir da proposta de Tricart (1965) e Verstappen & Zuidam (1975), utilizando ainda adaptações de Silveira (2009). A interpretação das fotografias aéreas referentes ao ano de 1997 ocorreu no meio digital empregando a técnica de anaglifos. Esta consiste na sobreposição das fotografias aéreas com estereoscopia nas cores vermelho e ciano, as quais, quando observadas com óculos 3D, provoca a percepção de profundidade (Souza e Oliveira, 2012). Para gerar os anaglifos, seguiram-se as orientações de Souza e Oliveira (2012) e o *software Stereo Photo Maker 3D*. A confecção da carta geomorfológica aconteceu no *software ArcGis 9.2* com o georreferenciamento dos anaglifos e, em seguida, a criação dos símbolos geomorfológicos (vertente convexa e côncava, fundo de vale plano e V, rio canalizado, sulcos erosivos, rupturas topográficas, caimento topográficos, e ravinas) seguindo a proposta de Paschoal, Conceição e Cunha (2010) e adaptando a mesma para a escala da pesquisa.

Já a elaboração da carta de uso e ocupação da terra ocorreu em meio digital (*ArcGis 9.2*). Em primeiro momento, buscou-se fazer o georreferenciamento das fotografias aéreas e posteriormente a interpretação das mesmas e criação dos *shapefiles* para cada classe. A técnica utilizada foi manual. As classes foram criadas a partir da proposta do Manual de Uso da Terra do IBGE (2006) e adaptadas pelas autoras. Vale lembrar que as fotografias aéreas de 1997 foram concedidas pela Prefeitura de Araras (SP).

5. Resultados e discussão

Por meio dos dados obtidos com os mapeamentos realizados foi possível identificar, analisar e entender as mudanças provocadas pelo processo de urbanização e pelo homem no cenário avaliado.

A tabela 1 mostra a quantidade/distribuição das classes de uso da terra na bacia hidrográfica:

Tabela 1 – Distribuição das classes de uso da terra em Km² na bacia do Facão em 1997

Classes de uso da terra	1997 (%)	Classes de uso da terra	1997 (%)
Áreas com edificações	8,10%	Área verde urbana	0,58%
Áreas sem edificações	0,85%	Cobertura herbácea urbana	0,40%
Áreas parcialmente edificadas	3,51%	Cemitério	0,35%
Área industrial	3,70%	Solo exposto	0,76%
Construção rural	0,42%	Chácara	2,76%
Cana de açúcar	42,60%	Silvicultura	2,19%
Citrus	4,16%	Cultura Anual	0,95%
Pastagem	7,64%	Vegetação/mata	4,58%
Vegetação de área alagada	2,15%	Ruas/Rodovias	14,54%

Fonte: Dados extraídos do mapa de uso e ocupação das terras em 1997 da área mapeada.

Por meio do mapa geomorfológico foi possível constatar a presença de formas erosivas nas vertentes como sulcos erosivos e ravinas. Já no modelado antrópico, verificou-se a presença de terraços agrícolas, cortes e canalização do córrego na parte mais urbanizada.



Fonte: Bernardelli, V.C. (2014)

Constataram-se cortes, concavidades e canalização de uma seção do córrego na parte mais urbanizada (figura 1). Os cortes associam-se a rodovias (SP – 330 e SP – 191) e as construções/obras (praças, indústrias) que aconteciam neste período. As concavidades criadas pela ação do homem tiveram grande destaque e estão atreladas a ruas, estradas e rodovias. É interessante ressaltar que na parte mais urbanizada não foi identificada nenhuma ruptura topográfica, evidenciando as mudanças morfológicas que este espaço sofreu com a urbanização. O canal canalizado está na área mais urbanizada e próxima de uma área industrial. Essa canalização ocorreu nos anos 1950 e pode ser observado na figura 2:

6. Considerações Finais

O relevo, hoje, deve ser estudado também como um suporte físico para estabelecer a construção de cidades e das atividades humanas. As diversas técnicas da engenharia, que auxiliaram no processo de urbanização, provocaram e provocam alterações na forma do relevo e conseqüentemente na dinâmica natural dos fluxos de energia e matéria do sistema geomorfológico e também do escoamento superficial, gerando um desequilíbrio no sistema. Cabe salientar que o uso da terra interfere na topografia e no escoamento das águas. Conclui-se, portanto, que o homem é um agente geomorfológico e dinamizador dos processos naturais tanto nos ambientes urbanos quanto rurais.

Referências

- ALMEIDA, F.F.M.de. **Fundamentos geológico do relevo paulista**. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1974 (Série teses e monografias, 14).
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia – Introdução**. São Paulo: HUCITEC, 1979.
- DREW, D. **Processos interativos homem – meio ambiente**. 6ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- NIR, D. **Man a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1982.
- PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F.T.; CUNHA, C.M.L. Utilização do Arcgis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. In Simpósio Nacional de Geomorfologia, 8, 2010, Recife, **Anais Simpósio de Geomorfologia**, Recife: UGB, 2010, p.1 – 13.
- RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH, USP**, São Paulo, n. 17, 2005, p.101-111.
- SANTOS FILHO, R. D. dos. Antropogeomorfologia Urbana. In GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 227-246.
- SANTOS, M. **A urbanização brasileira** 5 ed.. São Paulo: EDUSP, 2009
- SILVEIRA, A. **Diagnóstico ambiental do setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP): uma abordagem geográfica**. 2009. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2009.
- SOUZA, T.A.; OLIVEIRA, R.C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**. Manaus, Edição Especial, n. 4, v.2, p. 1348 – 1355, jun. 2012.
- TRICART, J. **Principes et methods de la geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.
- VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. **ITC System of Geomorphological survey**. In _____. ITC Textbook of Photo-Interpretation. Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1975.

Agradecimentos

Ao CNPq e a PROPE por financiar esta pesquisa.

ESTUDO PRÉVIO DO COMPORTAMENTO DAS VAZÕES MÍNIMAS NO BAIXO SEGMENTO DO RIO IVAÍ – PR

EDILAINE VALÉRIA DESTEFANI¹
PATRÍCIA DE SOUSA²

1 Universidade Estadual do Paraná-UNESPAR
(evdestefani@yahoo.com.br)

2 Universidade Estadual de Maringá-UEM
(souspatricia@gmail.com)

Resumo

O conhecimento do comportamento das vazões mínimas é muito importante à medida que se intensifica a demanda por água e para a manutenção do equilíbrio ecológico do sistema fluvial. Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de caracterizar o regime de vazões mínimas que ocorrem no baixo segmento do rio Ivaí verificando sua variabilidade a partir da quantificação dos dias da vazão Q90% e do período de ocorrência dessas estiagens a fim também de inferir um período sazonal para o baixo segmento do rio Ivaí. Para o estudo foi considerado a série histórica da estação Porto Paraíso do Norte com informações de vazões diárias no período de 1977 a 2010. A essa série histórica foi aplicado a Q90% para determinar um valor de referência de vazão mínima e os valores iguais e menores que a Q90% (dias de vazões de estiagem) foram quantificados e verificados o período em que ocorreram para proceder a uma determinação de sazonalidade para vazões mínimas. Informações de precipitação e do fenômeno da La Niña que ocorreram e atuaram na bacia, foram relacionados à análise com dados de bibliografia pertinente. Os resultados mostraram que os períodos de vazões mínimas não apresentaram uma sazonalidade definida e que tais períodos de estiagens ocorreram em geral uma vez ao ano.

Palavras-chave: Estiagens, Sazonalidade, Rio Ivaí.

Abstract

The knowledge of the behavior of minimum flows is very important as it intensifies the demand for water and for maintaining the ecological balance of the river system. Thus, this study aimed to characterize the system of minimum flows that occur in the lower end of the river Ivaí checking their variability from the quantification of days the flow Q90% and the period of occurrence of these droughts in order also to infer a period seasonal to the lower end of the river Ivaí. For the study was considered the time series of the North Port Paradise station with daily flows of information from 1977 to 2010. At this time series was applied to Q90% for determining a minimum flow reference value and equal to and smaller the Q90% (day low flows) were quantified and verified the period in which they occurred to make a determination of seasonality for minimum flows. Precipitation information and the La Niña phenomenon that occurred and acted in the basin, were related to the analysis with relevant literature data. The results showed that the periods of minimum flow does not present a defined seasonal and that such periods of drought occur approximately once a year.

Key-words: Droughts. Seasonality. Ivaí River.

1. Introdução

O conhecimento do comportamento do regime hidrológico dos sistemas fluviais se torna cada vez mais importante à medida que se intensifica a exploração dos recursos hídricos a partir dos usos múltiplos da água com o conseqüente aumento da sua demanda. Isso implica para uma gestão adequada no que se refere a um controle quantitativo e qualitativo da água.

Outro aspecto importante dos corpos hídricos conforme atesta Benetti et al. (2003) e Medeiros (2011) é o equilíbrio ecológico dos habitats dos ambientes fluviais a partir de uma vazão mínima ou adequada para que ofereça condições ecológicas de sobrevivência para as espécies de flora e fauna “vazão ecológica”.

Tanto a questão dos usos múltiplos da água quanto da ecologia do corpo hídrico exige um conhecimento da variabilidade temporal das vazões que ocorrem no sistema fluvial, principalmente as consideradas de estiagem que são as vazões mínimas que podem ser utilizadas para o direito de outorga ou para determinação da vazão ecológica.

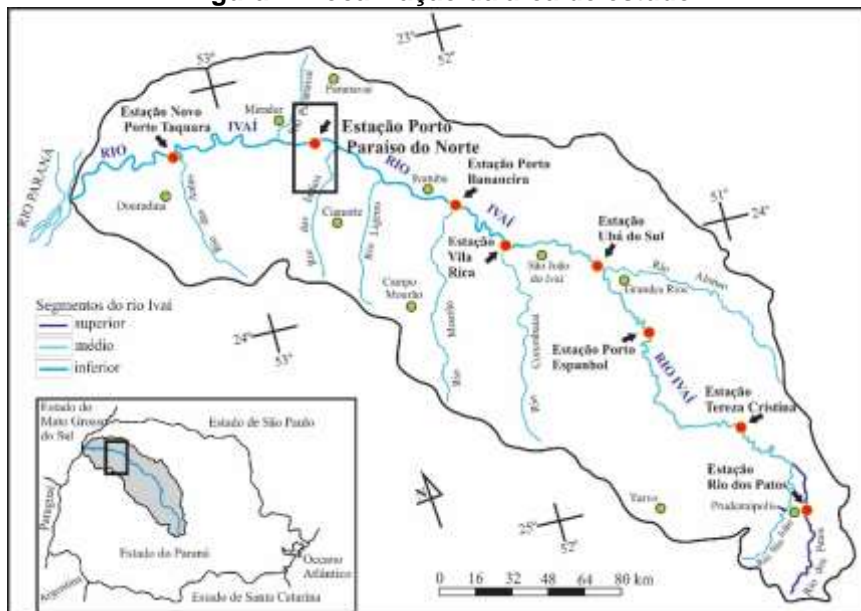
O Ivaí é o principal rio da segunda maior bacia hidrográfica do estado do Paraná (Figura 1) drenando solos férteis com cultivos agrícolas bastante diversificados destacando-se nesse sentido uma importância econômica. O uso intensivo do solo por décadas esteve associado a desmatamentos segundo informações de Bessa Júnior et al. (2010) e conseqüentemente alterações hidrológicas na bacia de drenagem e no seu canal principal podem ter decorrido deste processo.

Seu curso principal percorre rochas resistentes na maior parte do trecho cortando desníveis acentuados com média de 4,8m/km no alto curso, 3,5m/km no médio curso e 1,2m/km no baixo curso conforme ressalta Parolin et al (2010), caracterizando rio de planalto. Essa característica associada a um clima úmido (Cfa) Köppen aponta um potencial hidrelétrico para o rio Ivaí e os trabalhos de Arruda (2008) e Mello (2008) indicam projetos de implantação de hidrelétricas em andamento para o mesmo.

Esses aspectos mostram a necessidade de direcionar estudos para o conhecimento da dinâmica do regime hidrológico deste sistema fluvial que inclusive pode sofrer alterações decorrentes desses processos mencionados. Alguns

trabalhos têm sido desenvolvidos destacando-se o de Destefani (2005) que abordou uma análise do regime hidrológico do rio Ivaí considerando a estacionariedade, a periodicidade e a permanência das vazões diárias e a recorrência das cheias.

Figura 1: Localização da área de estudo



Fonte: Destefani (2005)

O objetivo deste trabalho é caracterizar o regime de vazões mínimas que ocorrem no baixo segmento do rio Ivaí verificando sua variabilidade a partir da quantificação dos dias da vazão Q90% e do período de ocorrência dessas estiagens a fim também de inferir um período sazonal. Assim espera-se gerar subsídios para outros estudos que necessitem de informações sobre as vazões de estiagem.

2. Metodologia de Trabalho

Para a realização deste estudo foram consideradas as vazões diárias da série histórica de 1977 a 2010 da estação fluviométrica de Porto Paraíso do Norte localizada no segmento baixo do rio Ivaí obtidos pela Itaipu Binacional (2014). A partir dessa série histórica foi determinado um valor de referência para estudo das vazões mínimas aplicando-se o método da Q90% que utiliza valores da curva de permanência correspondendo a vazão igualada ou excedida durante 90% do tempo. Esse valor foi utilizado para quantificação das vazões mínimas de acordo com sua

frequência e o período de ocorrência com o intuito de verificar a periodicidade/sazonalidade.

Para maior entendimento das características do regime de vazões mínimas os períodos de estiagem foram relacionados às características das precipitações que ocorreram na bacia hidrográfica e com a atuação do fenômeno La Niña que está associado a precipitações mais reduzidas. Essas informações foram extraídas de bibliografia pertinente em Andrade (2002).

3. Resultados e Discussão

A partir do método da Q90% foi encontrado o valor de 141,96m³/s a vazão mínima para a estação Porto Paraíso do Norte no segmento baixo do rio Ivaí, sendo então o valor de referência utilizada para este estudo.

Na análise da variabilidade das vazões mínimas tentou-se verificar se as estiagens apresentaram uma periodicidade para verificar a existência de um período sazonal. O Quadro 1 mostra que as vazões mínimas apresentaram ocorrência praticamente em todos os meses do ano, somente o mês de março não teve registro. Nota-se, contudo que embora as vazões mínimas ocorreram em períodos (meses) muito variáveis, houve uma ocorrência maior no segundo semestre do ano durante os anos investigados.

Quando se quantifica o total de dias das vazões de acordo com o mês no qual ocorreram as vazões mínimas tiveram uma frequência maior entre os meses de agosto a dezembro (Figura 2). A variabilidade pode ser conferida pelo $R^2 = 0,431$ (Figura 3) mostrando que não existe correlação entre o somatório mensal de dias de vazões mínimas e o período nos quais ocorreram durante o ano. O modo como as vazões variam no decorrer do ano hidrológico indicam a inexistência de um período sazonal de vazões mínimas para o rio Ivaí. O trabalho desenvolvido por Destefani (2005; 2013) revelou que as cheias também não apresentaram uma sazonalidade bem definida.

As vazões mínimas do Quadro 1 representam os períodos de estiagens e nota-se que em média a duração são de 10 dias, constando-se um período máximo de até 68 dias ocorrido no ano de 2006. Embora esses períodos de estiagens possam ocorrer praticamente em todos os meses do ano verificou-se que as mesmas
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

ocorrem somente uma vez ao ano, somente nos anos de 1979 e 1991 é que foram registrados dois períodos de estiagens.

Quadro 1: Quantificação das vazões mínimas e mês de ocorrência de 1977 a 2010

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1977									2			
1978		1										
1979	8	7		14	3							
1980												
1981									26			
1982					4	20	9					
1983												
1984												
1985											15	31
1986	23											
1987												
1988									1	22	23	
1989												
1990												
1991						4			17			
1992												
1993												
1994												
1995												
1996								10	1			
1997												
1998												
1999											10	8
2000												
2001												
2002												
2003									1			
2004												
2005												
2006						15	23	29	1			
2007										13	1	
2008				1								
2009												
2010									8			
Total	31	8		19	33	42	23	39	57	35	49	39

Período de atuação do fenômeno La Niña (NOAA, 2014)

Tucci (2002) ressalta que a variabilidade hidrológica é decorrente de diversos fatores entre eles a precipitação. Sendo então a precipitação a principal entrada de água na bacia hidrográfica e sendo as vazões de jusante resultado também do acúmulo das águas à montante e do que ocorre em toda a bacia hidrográfica, é importante analisar o regime de precipitações que atua em toda a área de drenagem. Com relação a este aspecto Andrade (2002) realizou um estudo sobre a

variabilidade das precipitações na bacia hidrográfica do Ivaí, constatando que sua distribuição temporal e espacial não apresenta muita variação (Figura 4 e 5).

Figura 2: Total mensal de dias de vazões mínimas e período de ocorrência 1977-2010

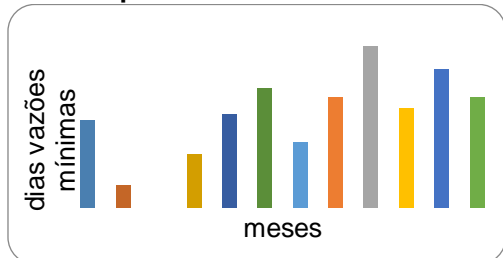


Figura 3: Correlação linear do total de vazões mínimas e o mês de ocorrência 1977 - 2010

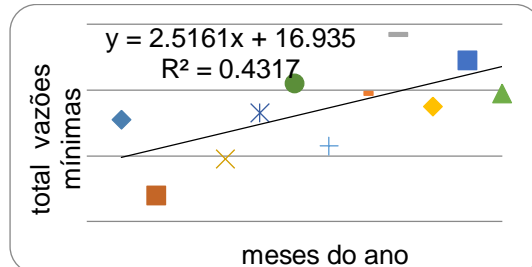


Figura 4: Precipitação média na bacia hidrográfica do rio Ivaí

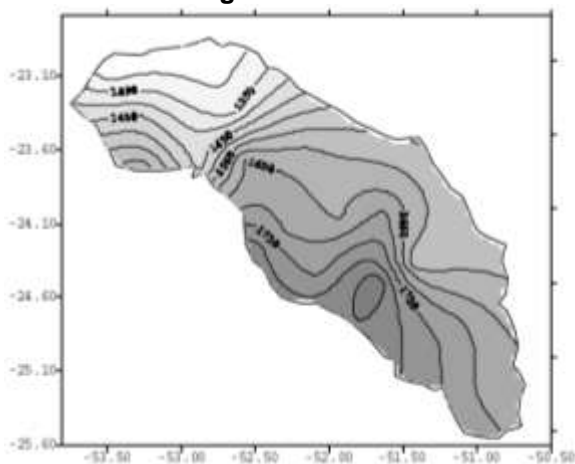
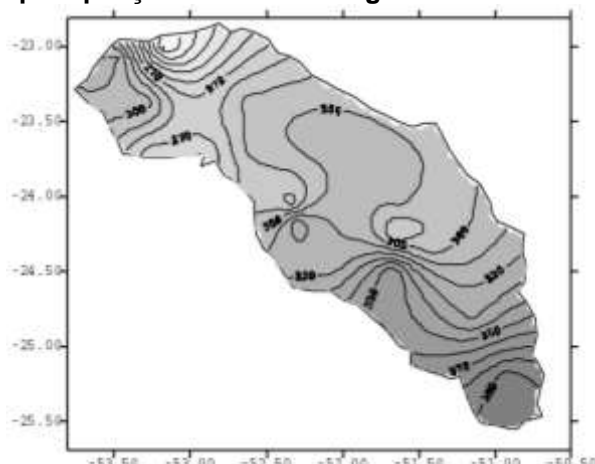


Figura 5: Desvio padrão dos valores de precipitação na bacia hidrográfica do rio Ivaí



Fonte: Andrade (2002).

Como este trabalho se concentra no estudo das vazões mínimas é interessante relacionar os períodos de estiagens com a La Niña que é um fenômeno atmosférico extremo que causa redução das precipitações para esta região do país.

Os anos que ocorreram a La Niña (NOAA, 2014) foram destacados no Quadro 1, ressaltando que este fenômeno atmosférico foi detectado somente a partir de 1984. Pode-se verificar que para os nove anos (1985, 1986, 1988, 1991, 1996, 1999, 2000, 2006 e 2007) nos quais ocorreram dias de estiagem mais frequentes apenas em dois 1991 e 2006 não corresponderam a ano de La Niña sendo que para 2006 que foi um ano de estiagem mais marcante antecedeu um período mais acentuado de La Niña. Andrade (2002) mostrou uma redução das precipitações na bacia hidrográfica

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

do Ivaí em anos de atuação deste fenômeno para 1985 e 1988 destacando a sua influência na distribuição das chuvas.

Andrade (2002) ressalta que o período seco para a bacia do rio Ivaí definido pelos meses de junho, julho e agosto é caracterizado por chuvas mais homogêneas ocasionadas pela atuação de frentes frias. Essa homogeneidade identificada pelo autor pode ter contribuído também pela distribuição dos dias de vazões mínimas em vários períodos do ano caracterizando a inexistência de sazões de estiagem no segmento baixo do rio Ivaí levantadas neste prévio estudo.

4. Considerações finais

O regime de vazões mínimas para o baixo segmento do rio Ivaí caracterizou-se por um comportamento de baixa estacionariedade, apresentando uma variabilidade de período de ocorrência em praticamente todos os meses do ano, não se identificando dessa forma, uma sazonalidade para o período de estiagem. Uma breve correlação com as precipitações e o fenômeno La Niña que ocorreram e atuaram respectivamente na área da bacia hidrográfica mostrou que os períodos no qual ocorreram as estiagens corresponderam também aos períodos de atuação de La Niña, tendo em vista que, este fenômeno atmosférico reduz a quantidade das precipitações.

Cabe ressaltar que este estudo é apenas inicial e necessita de mais aprofundamento no tratamento estatístico, quanto da correlação de fatores interligados à bacia hidrográfica como, por exemplo, o fluxo de base que é um fator importante na manutenção das vazões mínimas.

Referências

- Andrade, A. R. **Variabilidade da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR**. Maringá, 2002. 99f. il. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental e Regional). Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá (PR), 2002.
- Arruda, G. Rios e Governos no Estado do Paraná: pontes, “força hidráulica” e a era das barragens (1853-1940). **VARIA HISTORIA**, Belo Horizonte, vol. 24, n 39: p. 153-175, jan/jun 2008.
- Benetti, A. D.; Lanna, E.; Cobalchini, M. S. Metodologias para determinação de Vazões Ecológicas em Rios. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 8, n.2, Abr/Jun 2003, 149–160.
- Bessa Júnior, O.; Müller, A. C. P.; Zaninelli, L.; Cortesi, L. A.; Giusti, C. S. G; Ramos, J. C. **Nota Técnica Iparde: Dinâmica Ambiental do Estado do Paraná**. Curitiba, n.13, nov. 2010, p. 36.

- Destefani, E. V. **Regime hidrológico do Rio Ivaí – PR**. (2005). 93 f.: il. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental e Regional). Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá (PR), 2005.
- Destefani, E. V.; Stevaux, J. C. Análise de cheia em rio de canal misto rochoso-aluvial: rio Ivaí – PR. In **Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. V. 15 (2013). Vitória: UFES. CD-ROM. p. p. 322-330.
- ITAIPU Binacional. Dados hidrometeorológicos. Disponíveis em:
<<https://www.itaipu.gov.br/energia/dados-hidrometeorologicos>>. Acesso em: 14. Abr. 2013.
- Medeiros, P. C.; Sousa, F. A. S.; Ribeiro, M. M. R. Aspectos conceituais sobre o regime hidrológico para a definição do hidrograma ambiental. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 131-147, 2011.
- Mello, E. O. O último rio intocado, Ivaí é alvo de hidrelétricas. **Jornal O Diário Norte do Paraná**. Maringá, 28 setembro 2008. p. A7.
- NOAA. Climate Prediction Center. On line. Disponível em:
http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/ensocycle.shtml. Acesso em: 20 mar. 2014.
- Parolin, M. et al. (Org). Bacias hidrográficas paranaenses. In: **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010. p.p. 59 – 104.
- Tucci, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre – RS: Ed. Da UFRGS, p 256, 2002.

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL: TEORIA E METODOLOGIA APLICADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PALMEIRA/CEARÁ

JULIANA FELIPE FARIAS¹
EDSON VICENTE DA SILVA²

¹ Universidade Federal do Ceará – UFC
(julianafelipefarias@yahoo.com.br)

² Universidade Federal do Ceará - UFC
(cacauceara@gmail.com)

Resumo

A pressão sobre os recursos naturais, em específico os hídricos, é cada vez mais intensa, o que vem gerando uma série de problemas relacionados a disponibilidade e qualidade da água em termos de potabilidade. Diante desse quadro faz-se cada vez mais urgente a elaboração de estratégias de planejamento e gestão voltados para a preservação dos mananciais. A partir dessa demanda o presente artigo traz um levantamento dos aspectos geológicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Palmeira, localizado na porção norte-ocidental do estado do Ceará-Brasil. A dinâmica ambiental da bacia é analisada por meio dos preceitos teóricos e metodológicos da Geologia das Paisagens, a qual fornece subsídios importantes para os estudos ambientais integrados.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Recursos naturais. Geologia das Paisagens.

Abstract

The pressure on natural resources, in particular water, is becoming more intense, which has generated a number of problems related to water availability and quality in terms of drinkability. Given this situation is increasingly urgent to make the development of focused planning and management strategies for the preservation of water sources. From this demand the present article gives a survey of geologic and socio-economic aspects of the river basin Palmeira, located in the north-western portion of the state of Ceará, Brazil. A dinâmica ambiental da bacia é analisado por meio dos princípios teóricos e metodológicos da Geologia de paisagens, que fornece subsídios importantes para estudos ambientais integrados.

Key-words: Watershed. natural resources. Geologia of Landscapes.

1. Introdução

A água, considerando os seus usos múltiplos, enquadra-se como um dos recursos naturais mais importantes para garantir a sobrevivência dos seres vivos. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

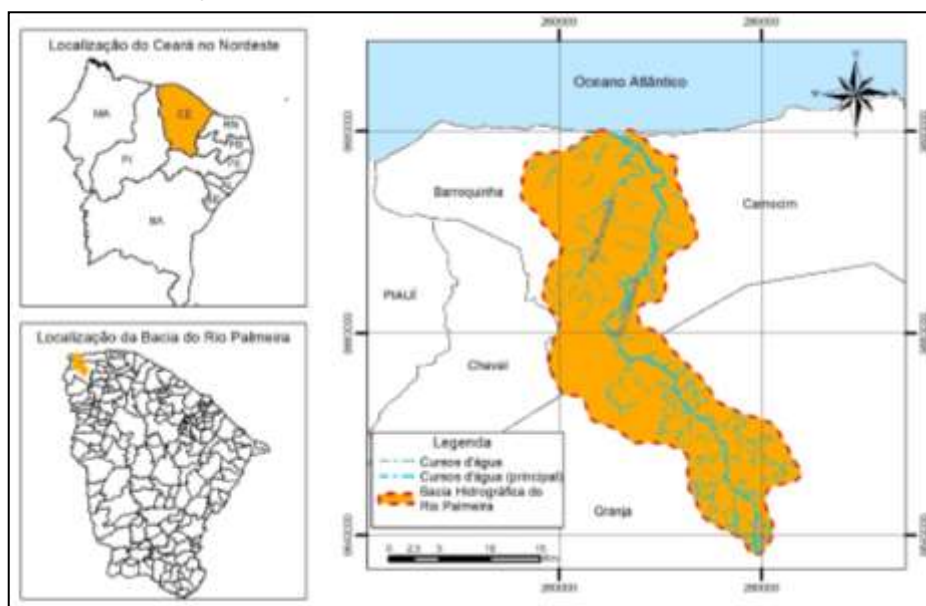
Utilizada para o desenvolvimento de inúmeras atividades econômicas e para suprir as necessidades da população, a água destaca-se como um elemento principal na manutenção da qualidade de vida.

No âmbito das bacias hidrográficas, o planejamento ambiental destaca-se como uma importante ferramenta que viabiliza a elaboração de propostas com objetivo de preservar e conservar os recursos naturais disponíveis na bacia, priorizando a implantação de ações embasadas nos princípios da sustentabilidade.

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o final da década de 1960 (BOTELHO; SILVA, 2011), e de acordo com Santos (2004) permite conceber de maneira clara as estreitas relações existentes entre a água, os demais recursos naturais e as atividades humanas, de maneira dinâmica e integrada.

O trabalho foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Palmeira, localizada na porção norte-ocidental do estado do Ceará-Brasil (figura 1). Possuindo uma área de 511,38 km², a bacia é do tipo exorréica e apresenta uma drenagem dendrítica, desaguardo no Oceano Atlântico, na divisa entre os municípios de Barroquinha e Camocim, com suas nascentes localizadas no município de Granja, drenando assim três municípios e diferentes localidades distribuídas ao longo da área da bacia.

Figura 1- Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Palmeira



Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível identificar na bacia algumas vulnerabilidades como ecossistemas frágeis, desequilíbrio dos processos costeiros, movimentos dunares, antropismo, processos erosivos e deposicionais, oriundas em sua grande parte das atividades desenvolvidas ao longo da bacia, as quais se diversificam de um município para outro.

2. Geoecologia das Paisagens aplicada aos estudos integrados em bacias hidrográficas

Os estudos voltados para a compreensão dos diferentes aspectos que compõem as paisagens estão relacionados com a dinâmica e interação entre os elementos naturais e antrópicos, demandam a necessidade de se utilizar abordagens sistêmicas e integradas que contemplem os aspectos da relação entre natureza e sociedade.

A Geoecologia das Paisagens tem seus fundamentos teóricos iniciais estruturados por Dokuchaev, cientista russo que no final do século XIX utilizou da abordagem ecológica da paisagem para analisar o uso da natureza tomando como base o ser humano e a sociedade. Nessa perspectiva, a Geoecologia das Paisagens insere-se como uma nova perspectiva de análise multidisciplinar estando associada às questões ambientais e socioeconômicas (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2013).

A Geoecologia das Paisagens fornece subsídios fundamentais para o desenvolvimento de trabalhos relacionados com a dinâmica dos sistemas naturais, mais especificamente voltados para o estudo de bacias hidrográficas, pois é necessário pensar a bacia como um sistema ambiental que deve ser analisado por uma concepção que articule e integre os momentos fundamentais de sua formação e organização (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Para Rodriguez, Silva e Leal (2011), a análise da bacia hidrográfica a partir de uma perspectiva sistêmica sustentável e complexa, é válida porque no caso dos recursos hídricos, a tarefa consiste em compreender e considerar as relações do arranjo espaço-temporal do papel da água como recurso indispensável no funcionamento da biosfera, mas surgida e limitada dentro do complexo da geosfera ou esfera geográfica.

Moragas (2005) define a bacia hidrográfica como uma área drenada por uma rede de canais influenciada por várias características tectônicas, topográficas, litológicas, vegetacionais e de uso e ocupação, representando assim um sistema integrado de inter-relações ambientais, socioeconômicas e políticas.

Carvalho e Nascimento (2004), afirmam que estudar os recursos hídricos como fator básico de melhoria da qualidade ambiental, é conceber as bacias hidrográficas como unidades de manejo geoambiental para fins de gestão e conservação, pois uma “bacia hidrográfica deve ser estudada não só do ponto de vista de sua rede de drenagem, mas sim de forma mais holística conforme sua complexidade fisiográfica, socioeconômica e cultural” (NASCIMENTO, 2006, p.12).

Tomando como base para as análises em bacias hidrográficas os aspectos citados, é possível afirmar que a Geoecologia das Paisagens viabiliza os estudos realizados nesse setor com o foco para a elaboração de planos e propostas de manejo e planejamento ambiental, uma vez que tanto a Geoecologia como qualquer outro enfoque a ser adotado e tendo como recorte espacial uma bacia hidrográfica, suscita a necessidade de considerar e inter-relacionar os mais diferentes aspectos que compõem o conjunto paisagístico da mesma.

3. Caracterização geocológica e aspectos socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Palmeira

O conhecimento detalhado do território, considerando a interação de todos os aspectos que o compõe, fornece informações importantes que subsidiam a elaboração de propostas de planejamento ambiental mais eficazes, uma vez que estão fundamentadas na dinâmica de funcionamento da paisagem.

Santos (2004) destaca que a utilização de temas como geologia, clima, geomorfologia, solos, declividade e capacidade de uso da terra, subsidiam as ações de planejamento ambiental, os quais devem ser representados no espaço por meio de mapeamentos, facilitando a interpretação, integração e manejo das informações por meio de documentação cartográfica.

Complementando essa afirmação, Nascimento (2011) enfatiza que para o diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas, as condições climáticas, a natureza dos terrenos, os aspectos morfopedológicos, os geobotânicos e os de

uso/ocupação do solo, influenciam diretamente os recursos hídricos, sendo essenciais para as ações de planejamento, onde a ocorrência de alguma mudança significativa nesses atributos podem ocasionar efeitos ou impactos ao longo da bacia.

Segundo os preceitos da análise geoecológica, o trabalho foi desenvolvido nas seguintes fases: organização e inventário, análise, diagnóstico e propositiva. A aplicação dessas etapas viabilizou o levantamento de dados socioeconômicos e físicos-ambientais, o que por sua vez permitiu diagnosticar os problemas oriundos do uso e ocupação inadequados.

O quadro 1 traz uma síntese dos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, vegetacionais e o clima encontrados na bacia através do mapeamento temático da área, o qual viabiliza um conhecimento detalhado dos condicionantes ambientais inerentes a bacia e o planejamento ambiental.

Quadro 1- Síntese dos condicionantes ambientais na bacia hidrográfica do rio Palmeira

Aspectos predominantes	
Geologia	Unidades encontradas na área da bacia: Depósitos Eólicos Litorâneos, Grupo Barreiras, Suíte Intrusiva Itaporanga, Grupo Martinópole e Complexo Granja.
Geomorfologia	Feições geomorfológicas: faixa de praia e pós-praia, dunas móveis, planície flúvio-marinha, planície fluvial, tabuleiros pré-litorâneos e sertões de Acaraú e Coreaú.
Solos	Solos predominantes na bacia: Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos, Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico, Neossolos Litólicos e Planossolos.
Vegetação	Formações vegetais: Vegetação Pioneira Psamófila, Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro, Vegetação Caducifólia de Caatinga, Vegetação de Várzea e Vegetação Paludosa de Mangue.
Clima e recursos hídricos	Barroquinha e Camocim: clima tropical quente semiárido brando / Granja: clima tropical quente semiárido brando e tropical quente sub-úmido. Bacia hidrográfica do rio Palmeira.

Fonte: Organizado pelos autores.

A bacia hidrográfica do rio Palmeira possui uma área de 511,38 km², drenando os municípios de Barroquinha, Granja e Camocim, tendo como rio principal o Palmeira com 59,79 km de extensão. A figura 2 traz uma representação do rio Palmeira no setor de baixo curso, nas proximidades da CE – 187. A sub-bacia

do rio Remédios (figura 3) é a mais representativa no contexto da bacia, onde o rio Remédios possui 27,79 km encontrando-se com o rio Palmeira em sua desembocadura, formando na área estuarina a Barra dos Remédios, setor que agrega uma série de potencialidades como um rico patrimônio ecológico e paisagístico.

Como principais atividades econômicas na bacia destacam-se: pecuária, agricultura de subsistência, mariscagem, cerâmicas, salinas e, mais recentemente, a carcinicultura (criação de camarão em cativeiro). Essas atividades, com destaque para as salinas e a carcinicultura, comprometem a dinâmica ambiental da bacia, mais especificamente, degradam a vegetação de mangue que se estende até o setor estuarino submetido a inundações periódicas.

Figura 2- Rio Palmeira/baixo curso



Fonte: Farias, 2014.

Figura 3- Afluente do rio Remédios



Fonte: Farias, 2014.

As relações entre sociedade e natureza no âmbito da bacia apresentam alguns aspectos conflitantes, pois as atividades econômicas e o uso e ocupação comprometem a dinâmica ambiental dos sistemas naturais, mais expressivamente no setor do baixo curso da bacia onde se concentram as fazendas de criação de camarão em cativeiro (carcinicultura) e as salinas (produção de sal), as quais ocasionam uma série de impactos ambientais nos recursos naturais disponíveis na bacia.

4. Considerações Finais

O levantamento dos condicionantes ambientais e das principais atividades econômicas aliadas com os aspectos do uso e ocupação permitiram visualizar o intenso e crescente avanço dos processos de degradação na bacia, os quais demandam a ordenação do uso e das atividades exercidas de maneira compatível com a dinâmica dos sistemas ambientais, as potencialidades e limitações da bacia.

Assim, a realização do trabalho apresenta-se como uma importante contribuição para embasar a utilização racional dos recursos naturais disponíveis no âmbito da bacia, assim como também se destaca como um modelo a ser empregado e adaptado em outras realidades, as quais objetivem a preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade dos territórios.

Com base no levantamento realizado e nos demais trabalhos que serão desenvolvidos na bacia, os quais contemplam aspectos diretamente relacionados com os usos múltiplos da água, se destacam como importantes documentos que viabilizam a elaboração de propostas de planejamento e gestão ambiental dos recursos naturais disponíveis no âmbito da bacia.

A análise espaço-temporal efetivada e o levantamento dos condicionantes ambientais e aspectos socioeconômicos, tendo como base os preceitos teóricos e metodológicos da Geoecologia, foram fundamentais para um conhecimento da dinâmica da bacia, e a compreensão do processo de apropriação dos recursos naturais em diferentes períodos.

A partir do desenvolvimento da pesquisa, percebe-se que a Geoecologia das Paisagens através de sua visão sistêmica e integrada que alia os aspectos físicos, ambientais e socioeconômicos da área em estudo, é um método eficaz para os estudos em bacias hidrográficas, uma vez que fornece elementos para a elaboração de propostas de planejamento e gestão ambiental compatíveis com a capacidade de suporte dos recursos naturais.

Referências

Botelho, R. G. M.; Silva, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In A. C. Vitte; A. J. T. Guerra (orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2011.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Carvalho, O.; Nascimento, F. R.. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável: escala de necessidades humanas e manejo ambiental integrado. **GEOgraphia**, ano 6, n. 12, 2004.

Moragas, W.M. **Análise dos sistemas ambientais do alto rio Claro - SW/GO: subsídio ao planejamento e gestão**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2005.

Nascimento, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no nordeste brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú-Ceará**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense. 2006.

Nascimento, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. In, C. N. Medeiros *et al.* (org.). **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE 2011.

Rodriguez, J. M. M., Silva, E. V.; Cavalcante, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC 2013.

Rodriguez, J. M. M., Silva, E. V. & Leal, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da Geocologia das Paisagens. In A. S.; Figueiró, E. Foletto (org). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Ed. da UFSM 2011.

Santos, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos 2005.

O PARADOXO DA ÁGUA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA. A POPULAÇÃO SEM ÁGUA NA REGIÃO DAS ÁGUAS: O CASO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM-PA

CARLOS ALEXANDRE LEÃO BORDALO¹

ANDREZA BARBOSA TRINDADE²

ELIVELTON DOS SANTOS SOUSA³

MICHEL PACHECO GUEDES⁴

1 Universidade Federal do Pará - UFPA/FGC/PPGEO
(carlosbordalo@oi.com.br)

2 Universidade Federal do Pará - UFPA/FGC/PPGEO
(and_trindade@yahoo.com.br)

3 Universidade Federal do Pará - UFPA/FGC/PPGEO
(elivelton_pcm@hotmail.com)

4 Universidade do Estado do Pará - UEPA
(professormichelguedes@yahoo.com.br)

Resumo

Sobre o paradoxo da água na Amazônia brasileira, estamos analisando os dados estatísticos da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB/IBGE (2000 e 2008), o Sistema Nacional de Informações do Saneamento – SNIS/Ministério das Cidades (2005 e 2009), do Atlas de Saneamento da Agência Nacional das Águas – ANA (2013) e do Instituto Trata Brasil (2014). Objetivamos identificar que fatores estariam comprometendo a qualidade dos sistemas de abastecimento de água à população nos municípios que compõem a RMB. Segundo dados do IBGE (PNSB, 2008), mesmo com os avanços no País em relação ao período 2000/2008 onde ocorreu um crescimento na ordem de 23% no número de domicílios abastecidos de água por rede geral. No quadro de precariedade deste serviço na Região Norte do País, houve apenas um discreto crescimento na ordem de 2,25%, subiu irrisoriamente de 44,3% em 2000, para 45,3% em 2008. Em outra pesquisa (SNIS, 2011), observa-se que em 19 estados o índice de atendimento urbano com rede de água em 2009 foi superior a 90%, enquanto que em outros três, o índice situou-se próximo ou abaixo dos 50%: Rondônia, 54,8%; Pará, 53,9%; e Amapá, 41,7%. Quanto às capitais de estado, o índice de atendimento urbano com rede de água como Macapá/AP e Porto Velho/RO tinham apenas 42,8% e 38,1%. Segundo o Instituto Trata Brasil (2014), dentre os cem maiores municípios que apresentaram os dez piores índices de abastecimento total de água, Belém é apontada como o 92º do ranking e Ananindeua como o último colocado entre os dez piores.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos. Hidrogeografia. Hidropolítica.

Abstract

About the paradox of water in the Brazilian Amazon, we are analyzing the statistical data from the National Basic Sanitation Survey - PNSB/IBGE (2000 and 2008), the National Sanitation Information

System - SNIS/Ministry of Cities (2005 and 2009), the Atlas Sanitation of the National Water Agency - ANA (2013) and the Institute It Brazil (2014). We aimed to identify factors that would affect the quality of public water supply systems in the municipalities that make up the RMB. According to the IBGE (PNSB, 2008), despite advances in the country for the period 2000/2008 which was an increase of around 23% in the number of households supplied water for general network. In the precarious framework of this service in the North region of the country, there was only a slight increase of about 2.25%, ridiculously rose from 44.3% in 2000 to 45.3% in 2008. In another survey (SNIS 2011), it is observed that in 19 states urban service rate with the water supply in 2009 was over 90%, while in other three, the index was near or below 50%: Rondônia, 54.8%; Pará, 53.9%; and Amapá, 41.7%. As the state capital, the urban coverage rate with water network as Macapá/AP and Porto Velho / RO had only 42.8% and 38.1%. According to the Institute This Brazil (2014), among the hundred largest cities showed that the ten worst rates of total water supply, Belém is identified as the 92 ranking and Ananindeua as the last place among the ten worst.

Key-words: Water Resource. Hidrogeography. Hydropolitics.

1. Introdução

Ao analisamos os dados de 2005 divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS/Ministério das Cidades, da população com índice total de abastecimento de água, verificamos que nos 7 estados da Região Norte, que juntos correspondem a Amazônia brasileira, apenas os estados do Tocantins e Roraima se aproximavam da média nacional em que entre 81 a 90%. Somente o Amazonas entre 61 a 80%. Acre, Amapá e Rondônia com índices entre 41 a 60% de atendimento, ficando em último e trágico lugar, o Pará que estava com um medíocre índice de menos de 40%.

Já a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – PNSB/IBGE (IBGE, 2008), mostrou que mesmo com os avanços no País em relação ao período 2000/2008 onde ocorreu um crescimento na ordem de 23% no número de domicílios abastecidos de água por rede geral. O quadro de precariedade deste serviço na Região Norte do País, ainda era muito evidente, visto que para o mesmo período houve apenas um discreto crescimento na ordem de 2,25%. Pois o número de domicílios abastecidos por rede geral de água na Região Norte, subiu irrisoriamente de 44,3% em 2000, para 45,3%

em 2008. Contrastando com os dados que mostram um aumento no número de domicílios atendidos no país de 63,9% em 2000, para 78,6% em 2008.

Em outro Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto divulgado em 2011 (SNIS/Ministério das Cidades) os dados referentes aos níveis de atendimento com rede de água em 2009, mostram que o país já possuía 82,4% da população total atendida, contudo, a Região Norte ainda estava em último lugar com 54,6% da sua população total atendida por esse serviço. Para a população urbana brasileira, esses índices chegavam a 93% e na população urbana na Região Norte já chegavam a 67,9%. Mas ainda bem distante da realidade das demais regiões brasileiras.

2. Metodologia de Trabalho

Nesta primeira etapa, foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental incluindo dados e informações de mapas temáticos da ANA/CNARH Agência Nacional das Águas – Cadastro Nacional de Recursos Hídricos – Atlas Brasil (2008).

Figura 1- Mapa da Distribuição no Brasil dos Índices de Atendimento Total de Água (SNIS, 2005)



O PNHR – Plano Nacional de Recursos Hídricos (2003/2006), PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE/2008) bem como o SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (2011), a exemplo os Índices de atendimento total de água Brasil e Região Norte (SNIS, 2005). Tal investigação possibilitou primeiramente o recorte espacial nos níveis: País, Região Norte e o Estado do Pará. Para a segunda fase da pesquisa (2014/2015) aplicaremos o recorte espacial nos níveis: Região Metropolitana de Belém, e nos municípios de Belém e Ananindeua.

Figura 2-Distribuição na Região Norte dos Índices de Atendimento Total de Água (SNIS, 2005).

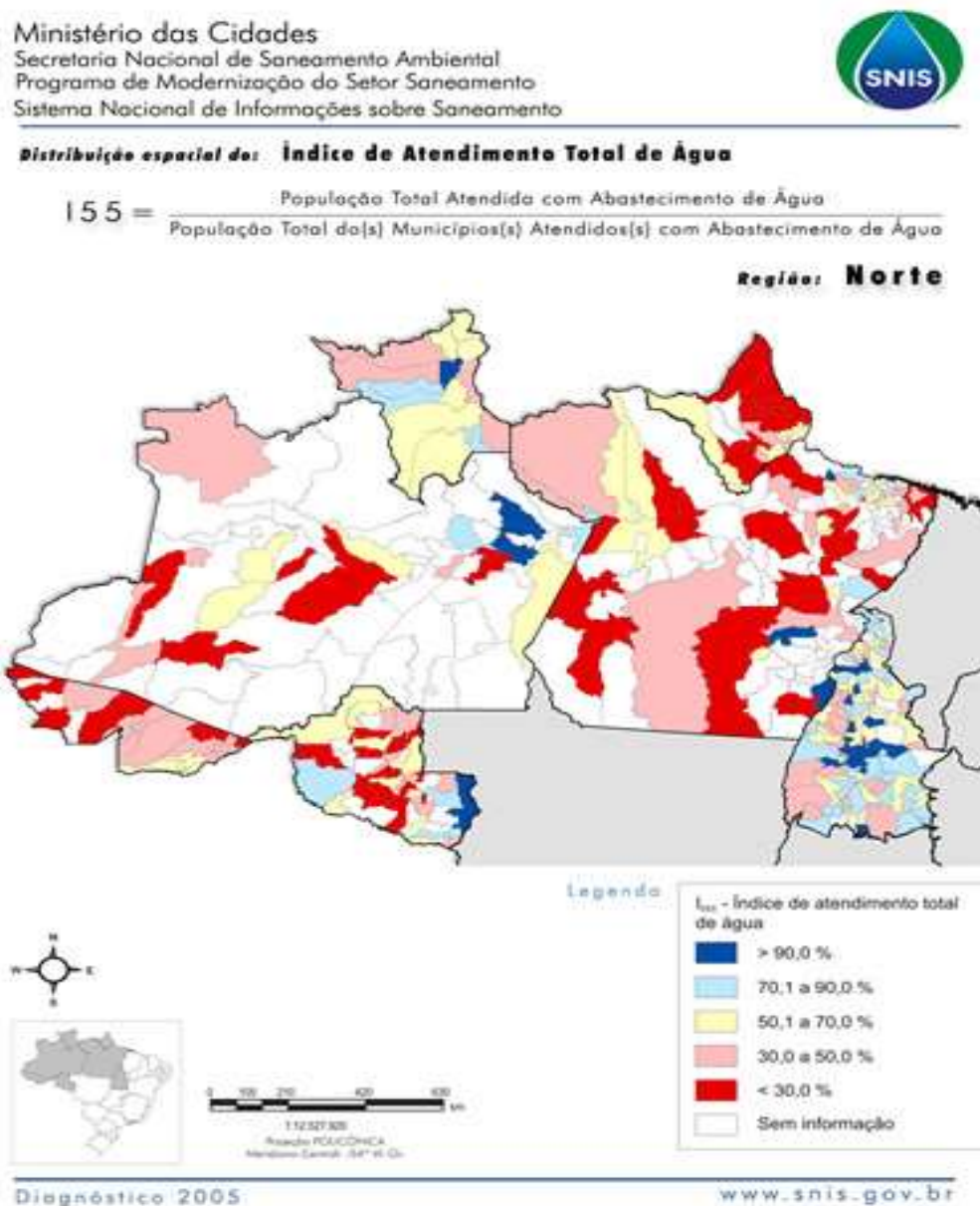


Figura 3-Distribuição no Estado do Pará dos Índices de Atendimento Total de Água (SNIS, 2005).
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

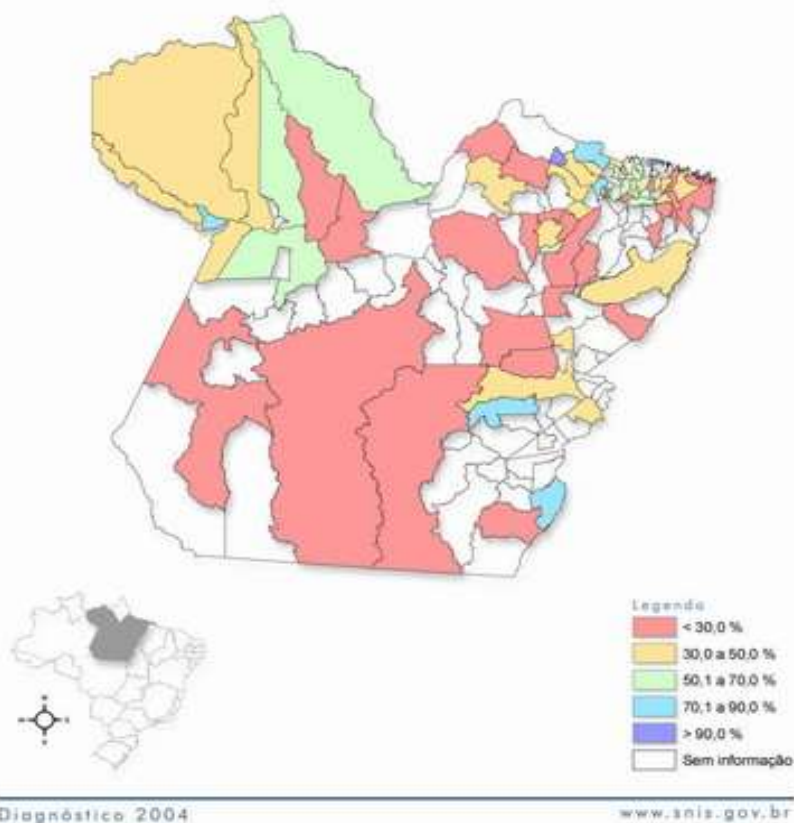
Ministério das Cidades
Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
Programa de Modernização do Setor Saneamento
Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento



Distribuição espacial do: Índice de Atendimento Total de Água

$$155 = \frac{\text{População Total Atendida com Abastecimento de Água}}{\text{População Total do(s) Município(s) Atendidos(s) com Abastecimento de Água}}$$

Estado: **Pará**



3. Resultados e Discussão

Quando analisamos os dados de 2005 divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS/Ministério das Cidades, referente aos índices de atendimento total de água para a população dos estados da Região Norte, verificou-se que a distribuição espacial desses serviços era ainda mais grave. Visto que em 4 dos 7 estados esse índice estava abaixo de 60% da população atendida. Apenas os estados do Tocantins e Roraima se aproximavam da média nacional, entre 81 a 90% da população com índice total de abastecimento de água. Somente o Amazonas estava entre 61 a 80%. Acre, Amapá e Rondônia com índices

entre 41 a 60% de atendimento, ficando em último e trágico lugar, o Pará com um medíocre índice de menos de 40%.

Em outra pesquisa mais recente (SNIS, 2011), observa-se que em 19 estados o índice de atendimento urbano com rede de água em 2009 foi superior a 90%, enquanto que em outros três, o índice situou-se próximo ou abaixo dos 50%: Rondônia, 54,8%; Pará, 53,9%; e Amapá, 41,7%. Há também algumas capitais de estados com índices muito baixos, como Macapá/AP, 42,8%, e Porto Velho/RO, apenas 38,1%.

As primeiras observações que foram feitas na pesquisa, nos levam a descrever as formas com que as companhias gestoras fornecem o serviço de abastecimento de água e saneamento para moradores da Região Metropolitana de Belém – RMB, sempre observando a área respectivamente gerida por uma companhia de saneamento e abastecimento, seja ela COSANPA, Prefeituras Municipais ou SAAE's.

A COSANPA é a responsável pelo abastecimento e saneamento em grande parte dos municípios paraenses e na maior parte dos distritos administrativos de Belém, havendo ainda na capital do estado do Pará, a presença do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB) que é subordinado à Prefeitura Municipal de Belém e responsável por prestar o serviço de abastecimento a população dos Distritos Administrativos de Icoaraci (DAICO), Mosqueiro (DAMOS) e Outeiro (DAOUT).

Conforme concluem Bordalo *et al* (2012), estes dados atestam a concentração desses serviços existentes, principalmente na RMB. O atendimento por serviços de abastecimento de água no espaço metropolitano alcança apenas 65% das residências, ficando bastante atrás da média nacional que alcança 90% (IBGE, 2010). Segundo os dados do SNIS (2006), o serviço público de abastecimento de água gerou um volume de 119 milhões de m³ de água no ano de 2005, e em 2010 esse total atingiu a marca de mais de 166 milhões de m³ (IBGE, 2010). O volume de perdas no sistema da RMB também é alarmante. Segundo Leão, Alencar e Veríssimo (2008), este volume ultrapassa a marca de 55 milhões de m³. Este volume perdido, segundo os mesmos autores, seria suficiente para

abastecer 1,5 milhão de pessoas durante um ano, considerando-se um consumo médio de 100 litros dia/hab.

Mais recentemente obtivemos dados para verificar os municípios paraenses, considerando os investigados nesta pesquisa. O Instituto Trata Brasil (2014), avaliou dentre os cem maiores municípios do território nacional aqueles que apresentaram os vinte melhores e os dez piores índices de abastecimento total de água, onde Belém é apontada como o 92º do ranking e Ananindeua como o último colocado entre os dez piores, ressaltando que do total de municípios ranqueados com os piores índices cinco estão na Região Norte e três no Estado do Pará.

4. Conclusões

Atentamos neste trabalho que a problemática nos serviços de abastecimento de água nos municípios de Belém e Ananindeua sejam também de gestão e não só de disponibilidade. Segundo pesquisas aqui citadas os atendimentos nos municípios de Belém e Ananindeua são deficientes no que se refere aos serviços de saneamento e abastecimento, visto que em Ananindeua ainda não existe um órgão como o SAAEB e a Prefeitura Municipal não assumiu essas responsabilidades.

A água pode ser considerada um recurso abundante na grande Belém. Porém, parte da população, principalmente aquela localizada nos espaços de expansão e nos espaços das ilhas do município de Belém não tem acesso à rede pública de abastecimento de água, situação que se enquadra na discussão de Becker (2003) sobre o “paradoxo da abundância do recurso *versus* a inacessibilidade social decorrente da má gestão dos serviços de saneamento”.

Referências

- Becker, B. Inserção da Amazônia na geopolítica da água. In: Aragagón, L. Clusenergodt, M. (org). **Problemática do uso local e global da água da Amazônia**. UNESCO/NAEA/UFPA. Belém, 2003.
- Bordalo, C. et al. – **Distribuição Geográfica dos Serviços de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de Belém – Pa**. In: SILVA, C. (org). GAPTA/PPGEO/UFPA. Belém, 2014
- Bordalo, C. A “crise” mundial da água vista numa perspectiva da geografia política. In: **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo**. Nº 31. São Paulo. São Paulo, 2012. pp 66 – 78.
- Bordalo, C; Ferreira, C; Silva, F e Moraes, R. Os desafios da gestão das águas nas metrópoles da Amazônia: uma análise do modelo de gestão pública dos sistemas de abastecimento de água na Região Metropolitana de Belém – PA. In: **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 1181-1193. Manaus, 2012.



Territórios Brasileiros: Dinâmicas,
Potencialidades e Vulnerabilidades
28 de junho a 04 de julho de 2015
Teresina - Piauí

Brasil. Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. In: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2011**. Brasília, junho de 2013.

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - Diretoria de Pesquisas - Coordenação de População e Indicadores Sociais. In: **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro 2002

Fenzl, N. et al. **A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água de Belém** – Belém: NUMA/UFPA, 2010

Instituto Trata Brasil - **Ranking do Saneamento: Avaliação do serviço nas 100 maiores cidades brasileiras, 2014** <http://www.tratabrasil.org.br/> acesso em: 22/09/2014.

Ribeiro, K. **Água e saúde humana em Belém**. Coleção MEGAM. NAEA. Belém, 2004.

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NAS PAISAGENS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MULATO – PIAUÍ/BRASIL.

JEFFERSON PAULO RIBEIRO SOARES¹

MARCO AURÉLIO DA SILVA LIRA FILHO²

CLÁUDIA MARIA SABÓIA AQUINO³

1 Universidade Federal do Piauí - UFPI/PPGGEO

jeffersonwisemen@gmail.com

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Lirafilho.m.a@gmail.com

3 Universidade Federal do Piauí – UFPI/ DGH/PPGGEO

cmsaboia@gmail.com

Resumo

A pesquisa trata de um estudo de caso realizado na bacia hidrográfica do Rio Mulato, localizada na microrregião do médio Parnaíba piauiense e tem por objetivo mapear as principais formas de uso e ocupação da terra. Os procedimentos e técnicas fundamentaram-se em revisão bibliográfica, pesquisa de campo e aplicações de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, por meio de sistemas de informação geográfica e processamento digital de imagens. Como resultado tem-se um documento cartográfico com a representação de oito classes de uso e ocupação da terra, a saber: culturas agrícolas, pastagens e campos naturais, área antropizada, cobertura vegetal, solo exposto, queimada e recursos hídricos superficiais. Relativo ao uso da terra, na bacia hidrográfica do rio Mulato destaca-se a predominância das atividades agropecuárias com práticas tradicionais e com pouco valor agregado aos produtos. As ocupações identificadas na bacia são reflexos, sobretudo da dinâmica socioeconômica dos espaços urbanos.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Sensoriamento remoto. Imagens.

Abstract

This paper is about a case study in the basin of Rio Mulato, located in the micro region of the average Parnaíba-Piauí and have to like objective at mapping the main forms of use and occupation of land. The procedures and techniques have focused on literature review, field research and applications of GIS and remote sensing techniques, through geographic information and digital image processing systems. As result, there is a cartographic document with the representation of eight classes of use and occupation of the land, namely: crops, pastures and grasslands, disturbed areas, vegetation cover, bare soil, burned and surface water resources. On land use in the catchment area of the river Mulato highlights the predominance of agricultural activities with traditional practices and with little added value to products. The occupations identified in the basin are reflexes, particularly the socio-economic dynamics of urban spaces.

Key-words: GIS. Remote sensing. Images

1 .INTRODUÇÃO

As necessidades inerentes ao mapeamento das formas de uso e ocupação da terra evidenciam a importância das geotecnologias que oferecem um grande avanço na execução de mapeamentos destinados às mais variadas áreas do conhecimento. Tarefas antes executadas manualmente, hoje são elaboradas de forma digital com o auxílio de softwares e hardwares. Com isto, passou-se a ter mapeamentos com maior detalhamento e elaborados em um espaço de tempo muito inferior em relação às técnicas tradicionais de mapeamento. A realização de um mapeamento digital envolve dois processos distintos mais complementares que são: o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento.

Pode-se conceituar o Sensoriamento Remoto como a aplicação de dispositivos colocados em aeronaves ou satélites, que permitem obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra. Já o Geoprocessamento por sua vez, pode ser definido como o conjunto de tecnologias voltadas ao tratamento de informações espaciais obtidas pelas técnicas de Sensoriamento Remoto para um determinado objetivo (CAVALCANTI, 2010).

Esses dois processos foram basilares na execução do trabalho em questão, que visa realizar o mapeamento das formas de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Mulato. Vale ressaltar, que o rio Mulato é uma das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Parnaíba e que apresentando uma área de aproximadamente 978,8km² e um perímetro de aproximadamente 213,5km. A referida bacia integra o grupo das bacias difusas do médio Parnaíba piauiense, e estende-se em diferentes proporções em território de oito municípios que são: Amarante, Angical do Piauí, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Palmeiras, Regeneração, Santo Antônio dos Milagres e São Gonçalo do Piauí.

2.MATERIAIS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

A respeito dos procedimentos e técnicas empregadas para a execução deste trabalho, o mesmo se deu em três etapas. A primeira corresponde à pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos e outras fontes adquiridas em websites e

grupos de pesquisas, referentes a estudos sobre bacias hidrográficas e mapeamento de uso e ocupação da terra.

A segunda etapa consistiu na confecção do mapeamento cartográfico básico acerca da localização geográfica e da delimitação da bacia hidrográfica. Sendo que para tanto, utilizou-se do SIG Arcgis 10.2, onde por meio de um MDE (Modelo Digital de Elevação) criados a partir de imagens de radar do projeto SRTM (Radar *Shuttle* Missão Topográfica) com resolução espacial de 30m obtidos em INPE (2011), e com a aplicação da ferramenta *Hidrology* foi possível a delimitação do perímetro com base na identificação dos interflúvios. Com o perímetro delimitado foi possível determinar o valor da área utilizando-se da extensão *X Tools Pro* presente no SIG Arcgis 10.2

A terceira etapa corresponde ao processamento digital de imagens provenientes do satélite Landsat 8 imageadas em 12 de Agosto de 2014 sendo estas reprojetaadas para a projeção UTM Zona 23-S e Datum WGS 1984. As imagens foram trabalhadas no software SPRING 5.2.6 por meio de técnicas de sensoriamento remoto para a análise do comportamento espectral dos alvos e confecção do mapa de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do rio Mulato.

O processamento digital das imagens no software SPRING 5.2.6 atendeu as seguintes etapas:

Recorte dos planos de informação: recortou-se por meio de mascara (shapefile de perímetro) as bandas 4,5 e 6 referentes ao sensor OLI.

Geração da composição colorida: optou-se pela composição colorida em falsa-cor das bandas (4B5G6R) do sensor OLI, composição esta sugerida por USGS (2014), para análise da cobertura e padrões da vegetação.

Operação de contraste: com o objetivo de melhorar a qualidade visual da imagem foi realizado um contraste linear. Onde a partir desta composição foi criada uma imagem sintética que possibilitou a identificação e classificação das formas de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica.

Classificação supervisionada: Para a classificação utilizou-se do algoritmo da máxima verossimilhança que realiza uma classificação supervisionada por pixel. Foi delimitado 8 classes de uso e ocupação da terra para a confecção do mapeamento cartográfico final.

Posteriormente realizou – se pesquisa de campo em diferentes pontos da bacia hidrográfica com a finalidade de observação, confronto de dados e a confirmação das informações obtidas no levantamento bibliográfico e do mapeamento cartográfico.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Categorias de Uso da Terra e cobertura vegetal

A partir da interpretação visual acerca das características relativas à forma, textura, cor, padrão e localização e análise dos comportamentos espectrais dos alvos da área de estudo presentes nas imagens de satélite, e com o subsídio dos dados obtidos na pesquisa de campo foram identificadas as seguintes classes de uso e ocupação da terra na área de estudo: culturas agrícolas, pastagens e campos naturais, área antropizada, cobertura vegetal, solo exposto, queimada e recursos hídricos superficiais. A Figura 1 apresenta a distribuição espacial das mesmas.

Figura 1 – Mapa de uso e ocupação da terra.



Culturas Agrícolas:

Essa classe corresponde a 5,01% da are total da bacia do rio Mulato e diz respeito a produção agrícola tradicional e de lavoura temporária, se dá principalmente nas planícies e terraços fluviais, posto que neste constata-se a presença de neossolos flúvicos com boa fertilidade e destinados à produção de feijão, mandioca, cana-de-açúcar e principalmente arroz e milho (AGUIAR, 2004).

Pastagens e Campos Naturais:

Já esta classe diz respeito as atividades pecuárias que são desenvolvidas em sistema de criação semi-intensivo. O manejo varia desde a utilização do pasto natural até o plantado com o uso de cercas e práticas sanitárias. Essas atividades pastoris são destinadas as áreas planas e com vegetação herbácea – arbustiva com uma fácil disponibilidade hídrica, portanto típicas das planícies e terraços fluviais dos cursos de água próximos. A mesma corresponde a 43,4% da área total da bacia do rio Mulato (BRASIL, 2006).

Área antropizada

Esta categoria inclui as áreas de expansão urbana áreas que foram transformadas devido a esse processo sócio espacial de remodelamento da paisagem. Sendo que as principais formas de ocupação que correspondem a essa categoria na bacia hidrográfica do rio Mulato diz respeito as sedes municipais, onde está categoria corresponde a 2,51% da área total da bacia do rio Mulato.

Cobertura vegetal densa

Nessa classe temos a vegetação da bacia hidrográfica do rio Mulato que está inserida nos estratos arbóreos, arbustivos que são distribuídos em manchas espaciais de espécies representativas das Matas de Cocais, da Caatinga e de Cerradom, sendo que esse estrato se apresenta de forma densa na bacia do rio Mulato, onde as espécies vegetais mais abundantes são as palmeiras Babaçu (*Orbynia martiana*), que apresentam de 10 a 15 metros de altura. Ressalta-se que a referida espécie apresenta grande importância econômica para o Estado do Piauí e na bacia do rio Mulato ocupa os vales e encosta, totalizando 21,65% da área total da bacia do rio Mulato (BAPTISTA, 1975).

Cobertura vegetal rala

Da mesma forma da categoria anterior a cobertura vegetal rala esta inserida em um ecótono, ou seja, uma área de transição que compreende estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos que estão distribuídos em manchas espaciais de espécies representativas das Matas de Cocais, da Caatinga e de Cerrado. Contudo nesta classe as mesmas se apresentam exparsas e não formam agrupamentos, sendo que a mesma corresponde a 19,6% da área total da bacia do rio Mulato (BAPTISTA, 1975).

Solo exposto

Esta classe esta relacionada áreas que são desmatadas e degradadas com o fim principal da promoção do extrativismo mineral para construção civil, sendo que as mesmas se localizam em geral na franja urbana, e essa localização se deve a dois aspectos o primeiro para que o transporte dos recursos minerais que subsidiam a construção civil não seja um fator onerador, e segundo que as mesmas são áreas de especulação imobiliária e indicam o direcionamento da expansão urbanas, vale ressaltar que as mesmas representam 6,85% da área total da bacia do rio Mulato

Queimadas

Esta classe é fruto do uso do solo para o cultivo de culturas permanentes e temporárias com o emprego de técnicas arcaicas que se utilizam principalmente do fogo e do desmatamento, sobretudo em APP (Área de Preservação Permanente) sem respeitar as condições naturais da área, gerando assim o empobrecimento dos solos e erosão dos terrenos, a mesma corresponde a 0,91% da área total da bacia do rio Mulato.

Recursos hídricos superficiais

Nessa classe são compreendidos os principais canais fluviais que junto com o canal de topônimo rio Mulato formam a bacia hidrográfica são: o riacho do Riachão, o riacho da Sambaiba, o riacho da Baixa, o riacho Rodeado, o riacho da Jurubeba e o riacho da Gamelera e o riacho Mulato, Além da presença de uma lagoa natural perene com uma área de aproximadamente 2,168km² e um perímetro de 11,25km aproximadamente, correspondendo a 0,07 % da área total da bacia do rio Mulato

3.3 Análises das classes de uso e ocupação da terra.

Os resultados acerca da distribuição espacial das classes de uso e ocupação da terra evidenciam que a bacia hidrográfica do rio Mulato encontra-se predominantemente ocupada por pastagens e campos naturais que são destinadas às atividades agropastoris. A segunda classe preponderante corresponde à vegetação densa que está distribuída ao longo das margens e vales formados pelos cursos hídricos superficiais. Já a vegetação rala, com uma menor distribuição espacial, está localizada nas encostas e topos de morros.

A classe de culturas agrícolas está majoritariamente distribuída próxima às áreas de pastagens e campos naturais e em menor quantidade nas planícies de inundação que em decorrência do plantio com prática de queimadas ocorre a perda da vegetação nativa e conseqüentemente a perda da biodiversidade faunística, devido à destruição do habitat.

A classe de solo exposto está majoritariamente distribuída próxima às áreas antropizadas e estão associadas ao avanço da mancha urbana, por meio da supressão da vegetação e também do extrativismo mineral de areia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os condicionantes naturais e antrópicos influenciam na configuração de diferentes tipos de uso e de ocupação da terra no espaço geográfico da bacia hidrográfica do rio Mulato. Relativo ao uso da terra, na bacia hidrográfica do rio Mulato destaca-se a predominância das atividades agropecuárias com práticas tradicionais e com pouco valor agregado aos produtos. As ocupações identificadas na bacia são reflexos, sobretudo da dinâmica socioeconômica dos espaços urbanos.

Compreender as características e dinâmicas das paisagens da bacia hidrográfica do rio Mulato é de grande relevância, pois possibilita uma melhor compreensão e planejamento das formas de uso e ocupação da terra. Sendo que a pesquisa em questão visou fornecer subsídios ao planejamento do uso e ocupação da terra no espaço geográfico da bacia hidrográfica do rio Mulato.

Referências

- AGUIAR, R. B. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Amarante. Fortaleza: CPRM, 2004. 21 p
- BAPTISTA, J. G. Geografia física do Piauí. 2. ed. Teresina, 1975. 150 p.
- BRASIL, CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP : síntese executiva : Território Entre Rios. Brasília: CODEVASF, 2006. 82p.
- CAVALCANTI, A. P. B. Cartografia, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento , Teresina: UFPI, 2010. 75p.
- INPE, Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em : 17 Jul. 2011
- USGS, Serviço Geológico dos Estados Unidos. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em 10/09/2014

IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA AÇÃO ANTRÓPICA NAS ÁREAS DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO PADRE-RS.

NELSON CICONET¹

LISANDRA COIMBRA FONSECA²

ROSANGELA LURDES SPIRONELLO³

1 Universidade Federal de Pelotas – UFPel/ICH/DEGEO
(ncicconeto@gmail.com)

2 Universidade Federal de Pelotas – UFPel/ICH/DEGEO
(lisandracfonseca@hotmail.com)

3 Universidade Federal de Pelotas – UFPel/ICH/DEGEO
(spironello@gmail.com)

Resumo

A bacia hidrográfica do Arroio do Padre, com uma área de 6.168,35 ha, apresenta características que refletem diretamente no sistema de organização em pequenas propriedades, com o cultivo de fumo, pêssego e soja, bem como a criação de gado leiteiro e frango. Tais atividades ao longo do tempo têm contribuído para a degradação ambiental, inclusive em área de nascentes. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivos, analisar os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica nas áreas de nascentes da bacia hidrográfica do Arroio do Padre; mapear as áreas de nascentes da bacia e apresentar propostas de recuperação e preservação da área estudada, no sentido de contribuir para o planejamento ambiental. Metodologicamente, a pesquisa foi orientada a partir da revisão de literatura, levantamento de campo e elaboração de mapas temáticos, nos software Spring 5.3.2. A partir da realidade pesquisada, foram elaborados mapas de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica e em áreas de nascentes. Foi possível constatar que, das 36 principais nascentes mapeadas, 46% das Áreas de Proteção Permanente (APP), encontram-se em conflitos ambientais, identificando-se as classes de uso e cobertura da terra, como agricultura, solo exposto e pastagem. Sugere-se com isso, como ações básicas: o isolamento, reflorestamento e monitoramento das áreas de nascentes; ações de conscientização e educação ambiental com a população envolvida na área de abrangência da bacia.

Palavras-chave: Uso da terra. Planejamento ambiental. Bacia hidrográfica.

Abstract

The Arroio do Padre river basin has 6.168,35 ha in area, and it contains characteristics that reflect directly in the organizational system of small properties with the farming of tobacco, peach, soy, and raising of dairy cattle and chicken. Such activities have been contributing throughout time to the environments degradation, including headwater areas. In this context, the present work has an objective to analyze the environmental impacts that result from human action in the Arroio do Padre river basin source area; It also maps the basin's headwater, to present recovery and preservation

suggestions for the aimed area, in order to contribute to the environmental planning. Methodologically, the research was oriented from a literature review, a field research and creation of thematic maps on the Spring 5.3.2 computer software. Starting from the researched reality, maps of land use and land cover from the river basin land and its headwaters areas were made. It was possible to observe that the 36 main mapped river sources, which are 46% out of the Permanent Protection Areas (APP), are under environmental conflict. This could be attested by pointing out the types of land use and cover, such as agriculture, exposed soil and grazing. Therefore, it is suggested as basic actions: the insulation, reforestation and monitoring of the sources areas; actions of awareness and environmental education with the population concerned within the basin area range.

Keywords: Land use. Environmental planning. River basin.

1. Introdução

Nas últimas décadas, vem crescendo a preocupação com os problemas ambientais, devido a grande influência da ação antrópica sobre a natureza e o esgotamento dos recursos naturais, dentre eles, o solo e a água. Um fator que vem influenciando na questão da degradação ambiental é o crescimento urbano desordenado, ocupando áreas que deveriam, na sua essência, serem protegidas, em especial, as áreas de nascentes, consideradas pelo Código Florestal, como áreas de proteção permanente, as quais são inadequadamente ocupadas, tornando-as vulneráveis aos mais diversos processos. Nessa perspectiva, o planejamento ambiental torna-se um dos instrumentos fundamentais para o melhor ordenamento das ações sobre o espaço geográfico ocupado. Logo, as pesquisas podem ser orientadas por meio de estudos em bacias hidrográficas, por estas se constituírem em células naturais de análise.

A Bacia Hidrográfica do Arroio do Padre (BHAP), definida como objeto de estudo, encontra-se inserida na sua maior porção, no município de Arroio do Padre RS. Este município possui vocação agropastoril, com o cultivo de fumo e, atualmente, tem-se o incentivo ao plantio de hortaliças, soja, frutas, criação de gado leiteiro e de frangos. Nesse contexto é importante ressaltar que as principais nascentes encontram-se inseridas próximas à área urbana do município de Arroio do Padre, as quais estão sujeitas às interferências das mais variadas, o que pode de

forma substancial, comprometer a manutenção e disponibilidade de água para toda a área de abrangência da bacia.

Acredita-se que, por meio desta pesquisa, será possível contribuir com a comunidade local e o poder público, através do levantamento e análise dos impactos ambientais decorrentes da ação antrópica nas áreas de nascentes, no sentido de orientar ações de manejo e recuperação das áreas degradadas. Para tal, a presente pesquisa aponta os seguintes objetivos: analisar os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica nas áreas de nascentes BHAP; mapear as áreas das principais nascentes da BHAP; identificar os impactos ambientais nas principais nascentes da BHAP; apresentar propostas de recuperação e preservação de nascentes na área de estudo.

2. Metodologia do Trabalho

Para atingir aos objetivos da referida proposta, foram utilizados alguns materiais como: GPS; computador Asus® com processador Intel corei3®; software Spring® versão 5.3.2; imagem de satélite Landsat8™, datada de 21/01/2014; base cartográfica digital de Hasenack & Weber (2010) e máquina fotográfica.

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre assuntos relacionados à temática principal do trabalho, tendo como autores principais: (CHRISTOFOLETTI, 1979), VIEIRA (1995) e (RODRIGUEZ, 2013).

O trabalho de campo se fez essencial para a pesquisa, sendo realizado no mês de Abril de 2014, percorrendo não somente as áreas de nascentes, mas toda a extensão da bacia, com tomadas de fotografia, no intuito de registrar os principais impactos existentes na área de estudo, bem como, as potencialidades físico ambientais que a mesma possui. Também, utilizou-se em campo o GPS para obtenção de coordenadas para poder espacializar alguns pontos das principais nascentes visitadas.

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Arroio do Padre, foram selecionadas as bandas 4, 5, e 3, da imagem de satélite Landsat 8, fazendo das mesmas uma composição colorida RGB, para posteriormente, aplicar o processo de fusão desta composição com a banda 8, (de

15 metros de resolução espacial). Esse processo visou uma melhora na resolução das imagens, visto que, as outras bandas têm uma resolução de 30 metros.

A partir deste tratamento inicial dado às imagens, partiu-se para a classificação supervisionada das mesmas. Optou-se pelo método: crescimento de regiões descrito por diversos autores (Oliveira *et al*, 2003); (Espíndola, 2006) e (Cicconet, 2013). Este método é uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas.

A partir dos polígonos gerados, colheram-se amostras aleatórias dos diversos usos possíveis dentro da área de estudo, de forma visual, procurando definir áreas de uso homogêneo (CICCONET, 2013). Definiram-se seis classes de uso do IBGE (2006), adaptadas para a área de estudo, sendo: Solo exposto, Vegetação primária, Vegetação secundária, Pastagem e Agricultura.

Para a elaboração do mapa de conflitos ambientais em áreas de nascentes, o próximo passo, partindo da base digital de Hasenack & Weber (2010) e do mapa de uso e coberturas da terra, foi gerar um “Buffer” sobre as nascentes. Neste caso, foram aplicadas medidas de 50 m de perímetro nas nascentes fluviais, que é o que prevê o novo Código Florestal de Maio de 2012, no que concerne às nascentes.

Através disso, pode-se quantificar as áreas de APPs, bem como cruzar dados gerados no mapeamento de usos e coberturas da terra, na bacia hidrográfica do Arroio do Padre, para verificar se há áreas conflitantes de uso. A edição dos mapas de uso e cobertura da terra e de conflitos ambientais em áreas de nascentes, foi editado no Spring 5.3.2 a partir da escala de 1: 50.000.

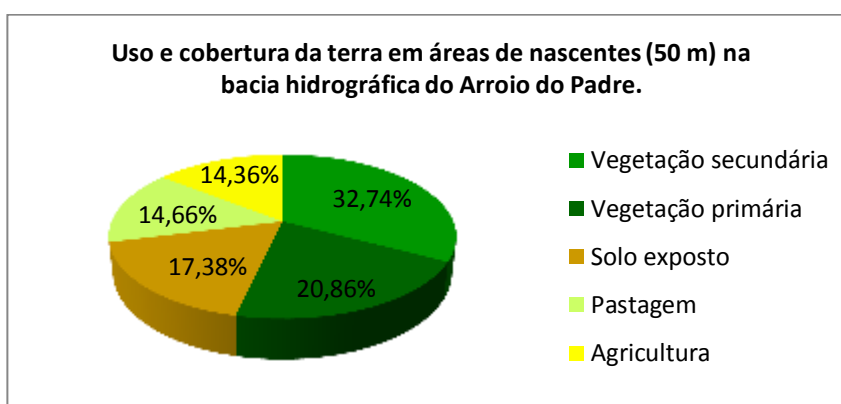
3. Resultado e Discussão

Buscou-se, a partir do mapeamento de uso e cobertura da terra e aplicação dos limites legais, quanto à área de abrangência (proteção permanente em nascentes), analisar e identificar as principais nascentes e os conflitos ambientais existentes na bacia. Desta forma, foi identificado um total de 36 nascentes, consideradas como principais, a partir da base digital de Hasenack e Weber (2010).

Nessa perspectiva, foi realizada a correlação entre os dados de uso e cobertura em nascentes x área total, possibilitando assim, o percentual detalhado de cada

classe de uso e cobertura da terra em cada nascente da bacia hidrográfica do Arroio do Padre. Conforme o levantamento realizado, e ilustrado na Figura 1, o maior percentual que se destaca entre as classes de uso nas nascentes da bacia hidrográfica é a vegetação secundária, totalizando um percentual de 32,74%, em seguida, tem a vegetação primária com o percentual de 20,86%. O solo exposto abrange um percentual de 17,38% e as classes como pastagem (14,66%) e agricultura (14,36%) são as que representam o menor percentual em relação às demais classes.

Figura 1: Uso e cobertura da terra em áreas de nascentes na bacia hidrográfica do Arroio do Padre.



Organização: autores, (2014)

As nascentes, localizadas na parte superior e no médio curso da bacia predominam a classe de vegetação secundária, mesclando com as demais classes. Das quatro nascentes próximas à foz, três delas, possuem maior predominância de vegetação primária, o que nos destaca como ponto positivo, devido às mesmas não possuírem interferência antrópica direta.

Entretanto, em relação às nascentes com maior predominância da classe de agricultura e solo exposto, localizam-se distribuídas ao longo de toda a bacia, o que é preocupante, devido à possibilidade de se estender os insumos agrícolas utilizados nas plantações até nascentes mais próximas delas, contaminando assim, o solo e os cursos d'água, contribuindo com a fragilidade ambiental. Conforme (ROSS, *et al*, 2008) a concepção de fragilidade ambiental "surgiu através de análises integradas das relações sociedade natureza, onde se admite como princípio

lógico que os seres humanos são o centro das preocupações e que as questões ambientais são antes de tudo socioculturais”.

Alguns outros problemas foram identificados *in loco*, em áreas de nascentes e próximos a elas, como: a presença de residências, escola, posto de combustível, cemitério e focos de lixo, sendo estes últimos, fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos. Para Mota (1995), “poluição de um recurso hídrico seria, qualquer alteração de suas características, de modo a torná-lo prejudicial às formas de vida que ele normalmente abriga ou que dificulte ou impeça um uso benéfico definido para ele”. É importante reforçar que tais problemas causam impactos ambientais não só a natureza, mas a sociedade, em diferentes estágios e intensidade, exigindo por parte do poder público e a população a tomada de consciência quanto à minimização desses problemas.

Com base nisso, observa-se a necessidade de planejar de forma adequada o espaço geográfico da bacia do Arroio do Padre, no sentido de promover e orientar ações que minimizem os impactos ambientais e aumentem a perspectiva de manutenção dos recursos naturais com qualidade, para a população residente na área de estudo e adjacências.

4. Considerações finais

Tendo-se em vista o que foi exposto, acredita-se que os fatores responsáveis pelos impactos ambientais da área em estudo, são principalmente consequência da ação antrópica, pois, as atividades humanas realizadas no espaço geográfico da bacia hidrográfica do Arroio do Padre influenciam no desequilíbrio da fragilidade desse sistema.

Este estudo nos remete a uma preocupação no aprofundamento das discussões no que diz respeito à implantação de políticas públicas e da conscientização da população. São necessárias ações de incentivo aos moradores locais, no que diz respeito à preservação da vegetação no entorno das nascentes, a qual, na maioria das vezes, é removida.

Algumas medidas imediatas devem ser tomadas no local em estudo, tais como, o isolamento das áreas de nascentes através de cercamento, evitando assim o

acesso de animais, pessoas e veículos, de forma que seja possível reduzir a compactação do solo e a contaminação dos recursos hídricos.

Referências

- CICCONET, N. **Conflitos ambientais em margens e nascentes fluviais da Bacia Hidrográfica do Lajeado Vorazinho–Descanso SC**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Geografia). Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.
- ESPINDOLA, G. M. de. **Ajustes de parâmetros em algoritmos de segmentação de imagens por crescimento de regiões**. São José dos Campos: INPE, 2006.
- HASENACK, H.; WEBER, E. (org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.
- MOTA, S. **Preservação e Conservação de recursos hídricos**. 2ª. Ed., Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. M.; AMARAL, R. Da Ecodinâmica à Fragilidade Ambiental: subsídio ao planejamento e ordenamento territorial. In: LEMOS, A. I. G. de; ROSS, J. L. S.; LUCHIARE. A. (org.) **América Latina: sociedade meio ambiente**. São Paulo: Expressão popular, 2008.
- RODRIGUEZ, J. M. M. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- VIEIRA, P. F (et al). **Meio Ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as ciências**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENTENDIMENTO DOS PROCESSOS FLUVIAIS NO MÉDIO CURSO DO RIO PACOTI-CE.

PEDRO HENRIQUE BALDUINO DE QUEIROZ¹

MARTA CELINA LINHARES SALES²

1 Universidade Federal do Ceará – UFC

pedrobalduino@hotmail.com

2 Universidade Federal do Ceará-UFC

mclsales@uol.br

Resumo

O rio Pacoti tem um curso longitudinal de cerca de 112,5 Km com uma área aproximada de 1.257 km² estando suas nascentes localizadas, na vertente setentrional do Maciço de Baturité. O rio banha os municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz. O recorte espacial de análise trata-se de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, inserido entre as coordenadas geográficas UTM 513283/9547103 e 543283/9523103, abrangendo aproximadamente 247,6km². Este trabalho tem como finalidade efetuar a caracterização morfométrica de um segmento do médio curso do rio Pacoti, visando o entendimento dos processos fluviais neste setor da bacia. Foram determinados os seguintes parâmetros: comprimento médio dos canais, coeficiente de manutenção (Cm), extensão do percurso superficial (Eps), densidade de drenagem (Dd), densidade de rios (Dh), índice de circularidade (Ic), coeficiente de compacidade (Kc) e o índice de sinuosidade (Is). Obteve-se um coeficiente de manutenção de 1785m²/m; uma extensão do percurso superficial em torno 892,8m; uma densidade de drenagem de 0,56km/km²; densidade hidrográfica de 0,21 rios/km², índice de circularidade de 0,43; coeficiente de compacidade de 1,50 e índice de sinuosidade de 1,18. De modo geral observa-se uma significativa predisposição a erosão, baixa densidade de drenagem, baixa tendência à formação de canais e baixa susceptibilidade da bacia a enchentes.

Palavras-chave: Ambientes Fluviais. Parâmetros Quantitativos. Evolução da Drenagem.

Abstract

The river Pacoti has a longitudinal course of about 112.5 km with an approximate area of 1,257 km² and is located their sources in the northern part of the de Baturité. The river bathes the cities of Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio and Aquiraz. The spatial area of analysis it is a high stretch course of river basin Pacoti, inserted between the geographic coordinates UTM 513283/9547103 and 543283/9523103, covering approximately 247,6km². This work aims to make the morphometric characterization of a segment of the middle reaches of the river Pacoti, toward an understanding of fluvial processes in this sector of the basin. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Were determined the following parameters: average length of the channels, maintenance coefficient (Cm), extension of the surface route (Eps), drainage density (Dd), rivers density (Dh), circularity index (Ic), compactness coefficient (Kc) and the sinuosity index (Is). Obtained a maintenance coefficient 1785m² / m; an extension of the surface path about 892,8m; a drainage density 0,56km / km²; river density of 0.21 rivers / km², circularity index of 0.43; compactness coefficient of 1.50 and tortuosity index 1,18. In general there has been a significant predisposition to erosion, low drainage density, low tendency to form channels and low susceptibility to flooding basin.

Key-words: Environments River. Quantitative parameters. Drainage evolution

1. Introdução

O trabalho intitulado “Análise morfométrica de bacias hidrográficas: uma contribuição ao entendimento dos processos fluviais no médio Pacoti” é resultado das atividades do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará- UFC.

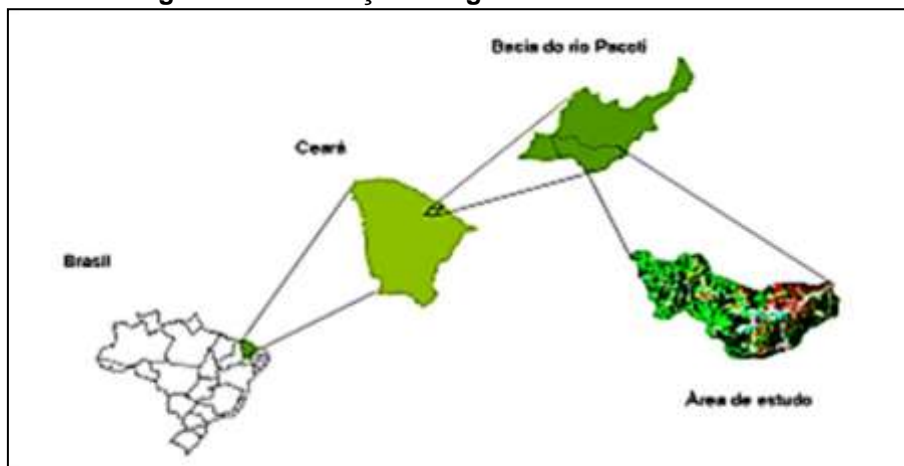
O rio Pacoti tem um curso longitudinal de cerca de 112,5 Km com uma área aproximada de 1.257 km² estando suas nascentes localizadas, na vertente setentrional do Maciço de Baturité. O rio banha os municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz. O recorte espacial de análise desta pesquisa trata-se de um trecho do médio curso da bacia, inserido entre as coordenadas geográficas UTM 512000/9540000 e 542000/9528000, abrangendo aproximadamente 247,6km² e inserida maior parte nos municípios de Redenção e Acarape.

Geologicamente esse setor da bacia é formado, pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Ceará, Granitóides Diversos, e Depósitos Aluviais. Do ponto de vista geomorfológico, esse setor da bacia abrange os Sertões Periféricos do Maciço de Baturité, marcado pela alternância de relevo plano e suave em alguns setores (200 m) a trechos onde o relevo é ondulado, com altitude em torno de 600m.

As condições climáticas subúmidas favorecem a intensificação das condições de dissecação do relevo. Nas formas aguçadas, com relevo de topo continuo e aguçado separados geralmente por vales em “V”, a dissecação varia de muito fraca (< 250 m) a muito forte (>750 <1750 m). Já nas formas convexas, onde o relevo de

topo é convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separado por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano, a dissecação é fraca (<250 m).

Figura 1- Localização Geográfica da área de estudo



Organização: Queiroz, 2010.

Os valores anuais de pluviosidade para Redenção oscilam entre 344,5 mm/ano (1993) e 1902,1 mm/ano (2001), já para Acarape oscilam entre 365,6 mm/ano (1993) e 1767,2 mm/ano (1994), resultando numa média total de 1164 mm para Redenção e 1039,4 mm para Acarape. No que se refere às temperaturas médias mensais, o município de Redenção registrou mínima de 24,7° C em julho e a máxima de 26,4°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 25,6°C. Já no município de Acarape, a mínima foi de 26,1°C em julho e a máxima de 27,7°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 27,0°C (FUNCEME, 2008).

Este trabalho tem como finalidade efetuar a caracterização morfométrica de um segmento do médio curso do rio Pacoti, visando o entendimento dos processos fluviais neste setor da bacia.

3. Metodologia de Trabalho

Para uma caracterização mais detalhada do ponto de vista quantitativo e objetivando uma maior compreensão dos fatores e processos fluviais neste trecho da bacia hidrográfica, optou-se por realizar a análise morfométrica de alguns parâmetros, estudados inicialmente por autores como: Robert E. Horton (1945),

Stralher (1952), Miller (1953); Wisler & Brater (1964), citados mais tarde por autores brasileiros como: Christofolletti (1969), Lima (1986) e Rocha (1997) entre outros.

Tabela 01 – Parâmetros aplicados na análise morfométrica do rio Pacoti.

Parâmetro	Significado	Equação
Coeficiente de Manutenção	Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento	$C_m = 1 / D_d \times 1000$, onde D_d é a densidade de drenagem.
Extensão do Percorso Superficial	Representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente	$E_p = 1 / 2 \times D_d$, onde E_p é a extensão do percurso superficial e D_d é a densidade de drenagem.
Densidade de Drenagem	Está relacionada diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem.	$D = C/A$ onde C é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia.
Densidade Hidrográfica	Relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Em outras palavras, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área.	$D = N/A$ onde n é o número de canais e A é a área total da bacia.
Índice de Circularidade	Representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial	$I_c = 12,57 \cdot A / P^2$ onde A é a área total da bacia e P é a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia.
Coeficiente de Compacidade	Relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Conforme Silva & Mello (2008), podem-se classificar bacias hidrográficas em função do valor de K_c da seguinte forma: $1,00 \leq K_c < 1,25$ - bacia com alta propensão a grandes enchentes; $1,25 \leq K_c < 1,50$ - bacia com tendência mediana a grandes enchentes; $K_c \geq 1,50$ - bacia não sujeita a grandes enchentes.	$K_c = P / \sqrt{A} \times 0,28$ Onde K_c é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro (m) e A refere-se área de drenagem (m ²).
Índice de Sinuosidade	Relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal	$I_s = L / d_v$ onde L é o comprimento do canal principal e d_v é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

Fonte: Horton (1945); Stralher (1952) e Christofolletti (1969).

A tabela 01 sintetiza os parâmetros morfométricos utilizados neste trabalho. Para a determinação de todos os parâmetros foram utilizadas as ferramentas do software ArcGIS 10.

4. Resultados e Discussão

O valor do coeficiente de manutenção encontrado é de 1.785 m²/m. Cabe ressaltar que este valor é elevado indicando que a bacia, no trecho, não é rica em cursos d'água. Este comportamento pode ser explicado quando da ocorrência de chuvas de grandes intensidades nas áreas planas, quando o escoamento superficial tende a se concentrar, formando fluxos preferenciais e gerando, desta forma, os canais que compõem a rede de drenagem.

Um segundo índice analisado refere-se à Extensão do Percurso Superficial, (Eps) que para a área é de 892,8 indicando o comprimento do caminho percorrido pelas águas pluviais antes de se estabilizarem ao longo de um canal. Segundo Rocha (1997), em termos ambientais, a determinação deste parâmetro é de fundamental importância, podendo ser relacionado ao indicativo de erosão. O valor encontrado é elevado e indica uma predisposição à erosão.

Outro aspecto avaliado diz respeito à densidade de drenagem, que na área é de 0,56km/km². De acordo com Villela e Matos (1975) esse índice pode variar entre 0,5km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5km/km² ou mais em bacias bem drenadas.

Para a área o valor da densidade de drenagem (Dd) encontrado foi da ordem de 0,56km/km², considerado regular dentro da classificação de Villela e Mattos (1975). No entanto, deve-se considerar como uma baixa drenagem se comparados a outras áreas. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis, o que não justifica, portanto, o valor encontrado para a área (Dd = 0,56 km/km²), tendo em vista a geologia local está representado por rochas do complexo cristalino, altamente impermeáveis. Na área em estudo essa baixa densidade de drenagem está associada, sobretudo, aos depósitos de sedimentos colúvio-eluviais de idade quaternária, com granulometria variada, originados pela alteração do material das partes altas e transportados predominantemente pela gravidade, ou originados pelas alterações da rocha "in situ".

Para a área foi constatado uma baixa densidade hidrográfica em torno de 0,21 rios/km², indicando uma baixa tendência à formação de canais. Quando o valor

de (Dd) é superior ao (Dr), reflete um acentuado controle estrutural, o que reflete num menor número de canais, no entanto, com comprimentos mais elevados.

Cabe destacar que o avanço da urbanização, o crescimento das atividades industriais, atividades de mineração, a degradação ambiental dos solos e da cobertura vegetal comprometem diretamente os parâmetros morfométricos até aqui analisados. O soterramento dos cursos d'água, a canalização, o represamento, alteram significativamente o balanço sedimentológico do rio e, por conseguinte a dinâmica morfométrica.

Foram avaliados ainda, o Índice de Circularidade (Ic) e o Coeficiente de Compacidade (Kc) da área de estudo. De acordo com os resultados obtidos $Kc = 1,50$ e $Ic = 0,43$, pode-se afirmar que esse trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação (ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais) pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor acima da unidade e o índice de circularidade ser menor que 0,51. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada.

Figura 2- Trecho do rio Pacoti com comportamento sinuoso.



Fonte: Google Earth (2014)

Por fim, o índice de sinuosidade encontrado para a área foi de 1,18 (adimensional). Este valor informa que o canal principal da bacia tende a ser transicional, ora sinuoso, ora retilíneo. De acordo com Schumm (1963), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já valores superiores a 2,0,

indicam que o canal tende a ser tortuoso e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares em alguns trechos e irregulares em outros.

5. Considerações finais

A aplicação da morfometria em um trecho do rio Pacoti, resultou em um conjunto de dados consistentes que permitiram avaliar o comportamento hidrogeomorfológico da bacia. A bacia no setor apresenta uma baixa densidade de drenagem e hidrográfica, coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial, o que requer um manejo adequado da área em termos de cobertura vegetal e relevo para não comprometer as nascentes dos cursos fluviais. O índice de circularidade e o coeficiente de compacidade indicam que em condições normais de precipitação esse setor da bacia não é propício a enchentes.

Referências

- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das Bacias Hidrográficas. **Noticia Geomorfológica**, v.9, n18,p. 35-64,1969.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins:hydrophysicalapproach to quantitative morphology. **Geol. Soc. America Bulletin**. [s.l.: s.n.],1945.
- LIMA, W. P. **Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Universidade de São Paulo.1968.242p.
- MILLER,V.C. A quantitative geomorphic study of drainage basians characteristic in the Clinch Mountain area. **Technical Report**. [s.l.: s.n.],1953.
- ROCHA,J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria:Imprensa Universitária,1997.423p.
- STRAHLER, A.N. **Physical Geograhpy**. New York, Wiley, 1952.
- WISLER, C. O. BRATER, E. F. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, 1964.

USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DO RIO PARAÍBA DO SUL: ANÁLISE MULTITEMPORAL NA COMUNIDADE DA "FAVELINHA", PARAÍBA DO SUL/TRÊS RIOS (RJ)

CINTIA DE ANDRADE CORRÊA¹

PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO²

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF-MG

cintiageoufuerj@gmail.com

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF-MG

pjmachado_@gmail.com

Resumo

O crescimento das cidades e a ocupação de áreas de preservação têm se transformado num dos grandes problemas da gestão municipal. As APPs, por exemplo, em muitos casos, vem sendo ocupadas por uma população de baixa renda, justamente aquelas mais vulneráveis às consequências dos desastres naturais (inundações e movimentos de massa). Este caracteriza a dinâmica de apreensão e uso do solo pela sociedade local, a partir de tecnologias informacionais, e pesquisas de campo. A área de estudo é conhecida como "Favelinha", região localizada entre os bairros Barão de Angra (Município de Paraíba do Sul/ RJ) e Werneck Marine (Município de Três Rios/RJ), inseridos na Região Centro-Sul Fluminense. O Objetivo geral foi realizar uma análise multitemporal de uso e cobertura do solo, comparando os anos de 1991, 2001 e 2011, avaliando as modificações ocorridas e apresentando-as através de mapas temáticos, diagnosticando os conflitos existentes na ocupação das Áreas de Preservação Permanente. Quanto aos procedimentos metodológicos fez-se uso do Código Florestal (Lei 12.651/12) para a criação de um modelo digital do ambiente, por meio do software ArcGis 10.1/ ESRI. Os resultados se pautaram na avaliação comparativa da evolução do uso e ocupação do solo destacando como recorte principal, as Áreas de Preservação Permanente. Através das análises realizadas foi possível observar a estreita relação entre o processo de ocupação de APP e os prejuízos causados por inúmeros episódios de inundação, o que aponta para a urgente necessidade de regulamentar o uso do solo nessas áreas.

Palavras-chaves: Áreas de Preservação Permanente. Uso e Ocupação do Solo. Ordenamento Territorial.

Abstract

The growth of cities and the occupation of preservation areas have become a major problem for municipal management. The APPs, for example, in many cases have been settled by a low-income population, precisely those most vulnerable to the consequences of natural disasters (floods and mass movements). This characterizes the dynamics of apprehension and land use by local society, from information technologies, and field research. The study area is known as "Favelinha" region located between the neighborhoods of Barão de Angra (Paraíba do Sul / RJ) and Werneck Marine (Três Rios /

RJ), inserted in the Cento-Sul Fluminense. The overall objective was to perform a multi-temporal analysis of land use and land cover, comparing the years 1991, 2001 and 2011, assessing the changes that have occurred and presenting them through thematic maps, diagnosing conflicts in occupation of Permanent Preservation Areas. In the methodological procedures was made use of the Forest Code (Law 12,651 / 12) to create a digital model of the environment, through ArcGis 10.1 / ESRI software. The results were based on benchmarking the evolution of the use and occupation highlighting the main crop, the Permanent Preservation Areas. Through the analyzes we observed the close relationship between the APP occupation process and damage caused by numerous episodes of flooding, which points to the urgent need to regulate land use in these areas.

Keywords: Permanent Preservation Areas. Use and Land Use. Land Management.

1. INTRODUÇÃO

Valencio (2009:23) observa que a dificuldade do acesso a terra e à moradia em áreas urbanas, associada à inadequada atuação do poder público leva a um quadro de ocupação irregular de locais vulneráveis, especialmente nos grandes centros urbanos. Neste contexto, a degradação ambiental possui um vínculo estreito com a realidade de pobreza da população urbana e do não acesso à terra, tornando a população de baixa renda a mais vulnerável aos desastres naturais, uma vez que ocupam áreas protegidas, o que evolui para um quadro de risco. Diante disso, se faz necessário delimitar uma área de estudo, visando demonstrar uma metodologia que possibilite ilustrar as diferentes formas de ocupação, a partir de três épocas, para caracterizar a dinâmica de apreensão e uso do solo a partir de tecnologias informacionais e pesquisas de campo.

A Área de estudo, a comunidade da “Favelinha”, está localizada às margens do rio Paraíba do Sul, entre os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, Região Centro Sul fluminense. Compreende parte dos bairros Barão de Angra (Paraíba do Sul) e Werneck Marine (Três Rios), entre a margem esquerda do rio Paraíba do Sul (**Figura 1**).

O Objetivo geral é estudar o uso e cobertura do solo nessas APPs Hídricas, nos anos de 1991, 2001 e 2011 (após dos Censos do IBGE, 1991, 2000 e 2010), segundo o Código Florestal (Lei 12651/12), onde se localiza a Comunidade da "Favelinha", através de imagens digitais processadas gratuitamente.

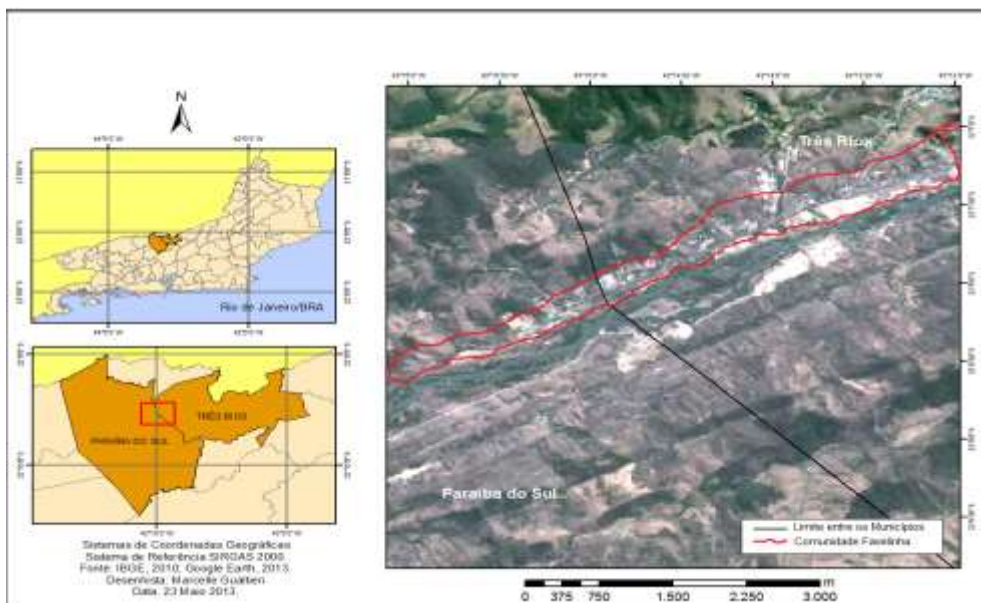


Figura 1: Localização da Comunidade da “Favelinha”, entre Barão de Angra/Paraíba do Sul e Werneck Marine/Três Rios

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os Objetivos na Área de Estudo os materiais utilizados para a *Análise e Caracterização do Uso e Ocupação do Solo*, pautaram-se em imagens de satélites obtidas gratuitamente do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os equipamentos utilizados consistiram em materiais como o software ArcGis 10.1. Para a análise multitemporal foram utilizadas as imagens de satélite, para identificação das classes de usos do solo, como área urbana, vegetação, corpos d’água e outros usos (campo, pasto e solo exposto) utilizando-se as imagens de satélite LANDSAT 5 TM em três diferentes épocas de passagem: 1991, 2001 e 2011.

Para *Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente*, os materiais utilizados foram imagens SRTM, disponibilizadas pela EMBRAPA – Monitoramento de Satélites e a rede hidrográfica a partir do mapeamento topográfico vetorizado, disponibilizado pelo IBGE. O software utilizado constitui-se no ArcGis10.1. Para determinação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou APP Hídrica, foi utilizada a ferramenta 3D *Analyst* para confecção do MDT (Modelagem do Terreno) da área de interesse. A delimitação das Áreas de Preservação Permanente dos cursos d’água foi feita de acordo com a Lei 12651/12 (BRASIL, 2012):

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

"(...) Art. 4o Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;"

Para caracterização das Áreas de Inundação, foram utilizados como materiais para a caracterização do relevo da área, destacando as áreas de alagamento, com mapas com as características da bacia onde se destacou a declividade e suas formas geométricas. Foram sobrepostas imagens gratuitas do GOOGLE EARTH e as cartas topográficas dos municípios envolvidos. As informações foram encontradas gratuitamente no endereço eletrônico do IBGE, cartas topográficas do IBGE 1:50000 dos municípios de Paraíba do Sul e de Três Rios. Com o tratamento das imagens pelo software ArcGis 10.1 e com as informações sobre declividade foi possível observar *in loco* a hipsometria e, com o tratamento da imagem, as áreas susceptíveis a inundações. Após as imagens serem devidamente georreferenciadas, a partir dos dados vetorizados dos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, foram utilizadas imagens SRTM, disponibilizadas pela EMBRAPA – Monitoramento de Satélites e a rede hidrográfica a partir do mapeamento topográfico vetorizado, disponibilizado pelo IBGE (Carta de Paraíba do Sul SF 23-Q-II-1 e a Carta de Três Rios SF-23-Q-II-2 na escala de 1:50000, A imagem gerada sofreu tratamento de resolução, através de interpolação pelo método de *Krigeagem*, a partir do refinamento e obstrução de pixels com valor nulo e com controle de campo, resultando em mapeamentos de 1:3000.

Já para o *Diagnóstico do Conflito existente na Ocupação de APP*, foram sobrepostos os dados encontrados nos subitens anteriores, através do software, encontradas as classes de ocupação do solo em cada tipo de APP, foram discutidos os resultados sobre a porcentagem dos usos e ocupações do solo, síntese das mudanças ocorridas nas três épocas (1991, 2001 e 2011), com os conflitos de ocupação, que segundo o Código Florestal (Lei 12651/12), inadequadas à ocupação humana.

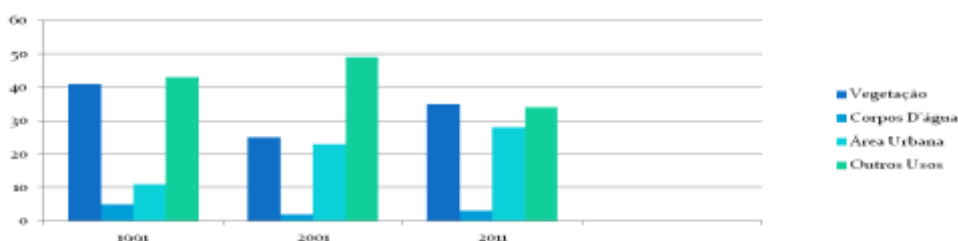
Por fim, para a realização de uma *Proposição para o Ordenamento Territorial*, utilizou-se a metodologia abordada e sugerida por Machado (2012:226) "implantação de uma unidade menor de gestão: O plano diretor de ordenamento territorial". Foi

utilizado para propor uma regulamentação e para Área de Preservação Permanente de ocupação urbana consolidada.

3. RESULTADOS

A Comparação e Evolução do Uso e Ocupação do Solo na Área de Ocupação “Favelinha” entre as três épocas, a cobertura 'Vegetação' diminuiu de 41% em 1991 para 25% em 2001 e aumenta para 35% em 2011. O uso 'Área Urbana' foi o uso que mais cresceu em porcentual de 11% em 1991, 23% em 2001 e 28% em 2011. A classe 'Outros Usos' manteve-se em altas porcentagens, pois desde 1991 era o principal uso na área de estudo: 43% e em 2001 de 49% e em 2011 para 34% devido ao aumento dos outros usos, entre eles uso 'Área Urbana' e pela regeneração de parte da 'Vegetação' em relação a 2001. (**Gráfico 1**).

Gráfico 1: Uso e Ocupação do Solo na Área de Ocupação “Favelinha” entre os anos 1991, 2001 e 2011



As Áreas de Preservação Permanente às Margens do Paraíba do Sul - Cursos D'água – 100 metros, a área delimitada como APP está sendo explorada de forma indevida, principalmente por pastagens e ocupação, que não atendem ao que estabelece a legislação (**Figura 2**).

O *Uso e Ocupação do Solo a partir das Áreas de Preservação Permanente*, Área de Preservação Permanente de 100 metros do Curso d'água, 58% desta é classificada como 'Área urbana', 26% é utilizada para 'Outros usos' (pastagem, solo exposto e cultivos) e apenas os 16% restante é ocupado por 'Vegetação' (**Gráfico 2**).

As Áreas de Inundações do Paraíba do Sul e a Comunidade da Favelinha há retirada da mata ciliar e a impermeabilização da faixa marginal. Estas devem ser preservadas, pois são também, áreas inundáveis e afetam o uso do solo. Causam impactos, principalmente, pela ocupação inadequada e expansão urbana (**Figura 3**).

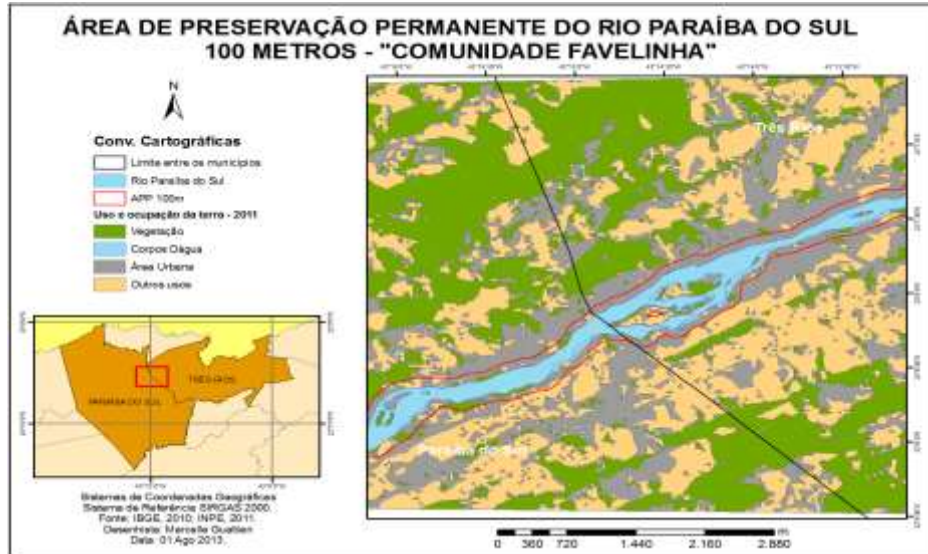


Figura 2: Área de Preservação Permanente do rio Paraíba do Sul – 100 metros como recomenda a Lei 12651/12

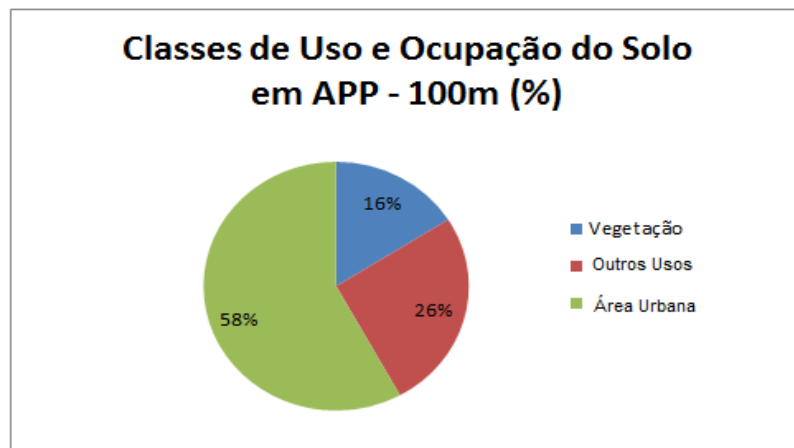


Gráfico 2: Percentual de Classes de uso em APP do rio Paraíba do Sul – 100 metros



Figura 3: Fundos da casa de moradores à margem do rio Paraíba do Sul. Destaque em vermelho para o alcance ou proximidade da água/calha do rio. Barão de Angra/ Paraíba do Sul-RJ. Fev. 2012

A *Síntese do Conflito do Uso e Ocupação de Área de Inundação e da Área de Preservação Permanente as Margens do Paraíba do Sul*, a Comunidade da Favelinha, encontra-se na borda da calha do leito regular, largura que chega a 100 metros (**Figura 3**), que é inundado. APP está sendo explorada principalmente por pastagens. A **Figura 4** ilustra o alcance das Inundações (*em azul*), a área ocupada (*em preto*) e os limites da Área de Preservação Permanente (*em vermelho*).

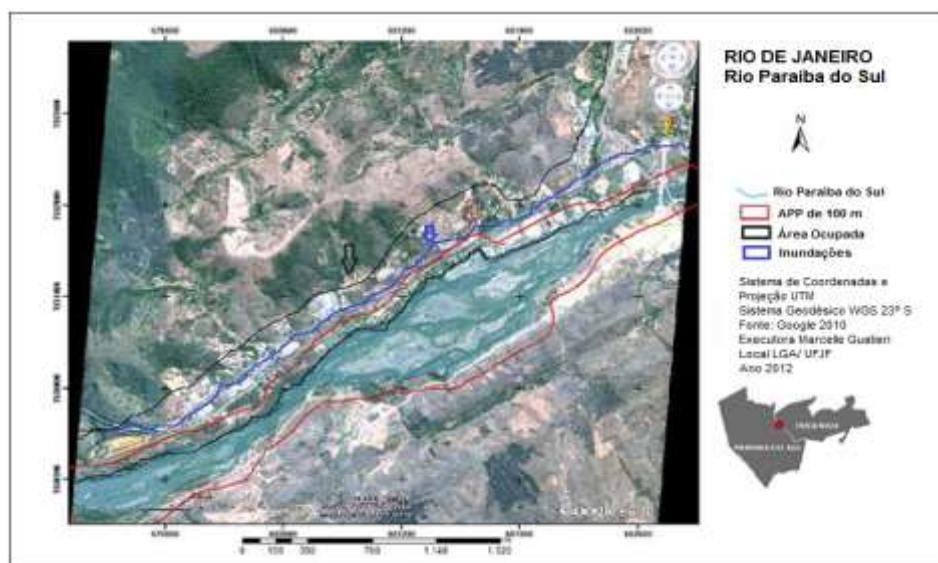


Figura 4: Rio Paraíba do Sul e APP demarcada pela linha e seta de cor vermelha e a ocupação demarcada pela linha e seta na cor preta. Setas e linha azul, inundações. A ocupação invade a APP (CORRÊA, 2012:70)

Para o *Ordenamento Territorial: Instrumento de Gestão*, a articulação entre os municípios envolvidos sob a forma de consórcio é um instrumento de gestão territorial para APPs com ocupação urbana consolidada (MACHADO, 2012:188). De acordo com a metodologia de Machado (2012:191), o ordenamento territorial é instrumento para a gestão em APPs fundamentadas nas informações e levantamentos geográficos agrupadas em cinco planos básicos de ação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo, a Comunidade da Favelinha, posicionada entre os municípios de Três Rios e Paraíba do Sul é uma área periférica de ocupação

irregular, desconsideradas pelos Planos Diretores Municipais desde algumas décadas, por ser uma área de ocupação subnormal. Esta área de ocupação desordenada e irregular é uma área inundável e tem presenciado grandes impactos ambientais. Através da expansão urbana que ocorreu e continua a ocorrer sobre esta área com registros de inundações, é também uma Área de Preservação Permanente (APP). A expansão/pressão urbana é vetorizada ao longo de margens de rio Paraíba do Sul e cursos d'água, ao longo de APPs Hídrica. Essa vetorização/expansão urbana para esta área sujeita a população pertencente a "Favelinha" a riscos.

Referências

- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Institui o Código Florestal. Câmara dos Deputados, Brasília, D.F. 2012.
- CORRÊA, C. A. **Enchentes, Inundações E Memória Coletiva Às Margens Do Rio Paraíba Do Sul: O Caso De Barão De Angra E Werneck Marine.** Juiz de Fora: UFJF, 2012. 76p (Monografia de Bacharelado em Geografia)
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica de Paraíba do Sul e Três Rios.** Disponível em < <http://ibge.gov.br/home/censo2000>> Acesso em Maio/ 2013a.
- MACHADO, P. J. de O. **Diagnóstico Ambiental e Ordenamento Territorial: instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas/MG.** Niterói: UFF, 2012. (Tese de Doutorado em Geografia).
- VALENCIO, N. *et al.* **Sociologia dos Desastres: Construção, interfaces e perspectivas no Brasil.** São Carlos: Rima Editora, 2009.

DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÁ – SUL DO AMAZONAS

JOIADA MOREIRA DA SILVA LINHARES¹
DEBORAH PEREIRA LINHARES DA SILVA²
SEBASTIÃO WARLISON MEDEIROS DE LIMA³
WANDERLEY RODRIGUES BASTOS⁴

¹ Instituto Federal de Educação do Amazonas – IFAM / Campus Lábrea
joiada.silva@ifam.edu.br

² Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR / Campus Porto Velho
bastoswr@unir.br

Resumo

O estudo teve por objetivo realizar um diagnóstico sobre a evolução do desmatamento e dos padrões de uso e ocupação da terra na nova fronteira agrícola sul Amazônica, estudo de caso na microbacia hidrográfica do rio Pacia. A metodologia foi organizada em etapas: 1) organização da base de dados, 2) preparação de bases cartográficas e processamento digital de imagens, 3) aplicação de métodos de classificação supervisionada de imagens de satélite e 4) confecção de mapas temáticos. Foi observado incremento de 289.42% no desmatamento nos últimos 30 anos na MBHP (1980-2013) com 177.43% nos últimos treze anos. As configurações espaciais dos polígonos de desmatamento estão associadas a três estágios de uso e ocupação da fronteira agrícola, com destaque para o padrão / estágio consolidado, ao longo da rodovia Transamazônica e o pioneiro, linear e difuso, às margens das novas estradas rurais e do curso médio do rio Pacia.

Palavras chaves: Desmatamento. Uso da terra. Colonização oficial.

Abstract

The study had an objective to perform a diagnosis on the evolution of deforestation and use patterns and land occupation in the new southern agricultural frontier Amazon, case study in the river watershed Pacia. The methodology was organized on steps: 1) organization of the database, 2) preparation of cartographic bases and image digital processing, 3) application of classification methods supervised satellite imagery and 4) preparation of thematic maps. We observed the growth of 289,42% deforestation in the past 30 years MBHP (1980-2013) being 177.43% occurring in the last 30 years. The spatial configurations of deforestation polygons are linked to three internship of use and occupation of the agricultural frontier, especially the pattern / consolidated internship, along the Trans-Amazon highway and the linear and diffuse pioneer the margins of new rural roads and middle reaches of the Pacia River.

Keys-words: Desmatamento. Uso da terra. Colonização oficial.

1. Introdução

As transformações ocorridas nas últimas décadas na paisagem da microbacia hidrográfica do rio Pacιά (MBHP) na zona rural do município de Lábrea – AM resultam da expansão da fronteira agrícola sul amazônica. E iniciaram de forma marcante nos anos 70 e 80, quando o Estado brasileiro realizou diversos investimentos em obras infraestruturais na região. A da construção da rodovia Transamazônica, pavimentação da BR-319 e implantação de colônias agrícolas, etc. Estas tinham como objetivo amenizar os conflitos agrários no nordeste e integrar o sul amazônico à economia nacional através da produção de matéria-prima destinada às indústrias do Centro- Sul do País (SOARES, 2009).

O plano em curso, de recuperação da rodovia Transamazônica, para tornar transitável durante todo ano o trecho que liga Lábrea a Humaitá – AM é um processo inevitável. Por isso, o prognóstico de Soares-filho et al. (2005) sobre o crescimento do desmatamento no sul do Amazonas com a consolidação dessa obra de infraestrutura, já é uma realidade possível de ser observada.

O município de Lábrea - AM vem se consolidando como a nova fronteira agrícola sul amazônica. Neste cenário tem apresentado a maior parte das novas frentes de desmatamento no Amazonas, em especial no sul da sede do município e às margens da BR-230 no interior da MBHP. Por esse motivo o município foi inserido no Programa de Monitoramento e Controle de Desflorestamento e Queimadas - PRO-ARCO (CENAMO et al. 2011).

A partir do tratamento de imagens de satélite e dos estágios (Pioneira, Transição, Consolidada e Urbanizada) de uso e ocupação da fronteira agrícola, proposto por Diniz (2002), o estudo teve por objetivo realizar um diagnóstico sobre a evolução do desmatamento e o estágio da fronteira agrícola sul Amazônica, caso da microbacia hidrográfica do rio Pacιά - AM.

2. Procedimentos metodológicos







No módulo principal do SIG/SPRING 5.0 foi definido o Banco de Dados Geográfico – BDG (MySQL) para armazenar os dados da pesquisa. Em seguida criou-se o projeto (Uso_Ter_MBP) e estabeleceu-se a projeção cartográfica, Lat / Long, ajustada ao sistema geodésico de referência sul-americano, Datum / SAD 69. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Na interface Modelo de Dados foram definidas as categorias com seus atributos e planos de informação (PIs): i) *Imagem* (Landsat), ii) *Temático* (Ter_Legal) e iii) *Objeto* (Assent_rur) (INPE, 2010).

Para o registro das imagens foi preparada uma base cartográfica com dois temas: rede de drenagem e rodovias. Posteriormente, foram selecionadas duas imagens do LANDSAT - TM: 233 /065 e 233/066 com resolução de 30 metros e composição colorida RGB. Estas foram reprocessadas através do SPRING 5.0.6.

Após retificação das imagens foi realizado o mapa de uso e ocupação dos solos utilizando-se do método de classificação “supervisionada” (algoritmo máximo verossimilhança), que resultou em quatro classes de cobertura da terra: i) área desmatada; ii) cobertura vegetal nativa, iii) solo exposto e iv) curso de água. A partir destas informações foi confeccionado o mapa preliminar de distinção das unidades da paisagem rural, que subsidiou a checagem em campo do uso atual da terra, realizada através de entrevistas com os colonos (INPE, 2010).

Tabela 1. Padrões de desmatamento e estágio de uso e ocupação da terra.

Padrões Espaciais	Tipo de estrutura	Descrição	Estágio da fronteira agrícola
	Difusa	- Peq. Manchas isoladas - baixa a média densidade - Distribuição uniforme	- Uso e ocupação pioneira - Ocupação pop. espontânea. Peq. produtores rurais
	Linear	- Manchas alongadas e contínuas - Espaçado e unidirecional	- Uso e ocupação pioneira Ao longo das estradas, eventualmente planejada. Peq. produtor rural
	Geométrica	Forma geométrica regular com baixa e média densidade. Grandes manchas isoladas	- Uso e ocupação pioneira - Ocupação pop. planejada pelo agropecuarista. Méd. e grandes agricultores
	Multidirecional	-Peq. e médias manchas que se uniram - Média a alta densidade	- Uso e ocupação Transitória - Ocupação. pop. As vezes espontâneas. Concentração de Peq. e médios agricultores
	Bidirecional	- Pequenas e médias manchas	- Uso e ocupação transitória planejada pelo INCRA. Peq. Agricultores
	Consolidada	- Grandes manchas compactas e contínuas	- Uso e ocupação público e privado. Grandes agropecuaristas.

Fonte: Elaborado a partir de Gavlak et al. (2011) e Diniz (2002).

Os mapas temáticos foram elaborados através da ferramenta de vetorização seguindo a proposta de Martinelli (2003). Para tanto foram estabelecidas seis (06) classes temáticas dos padrões espaciais de uso e ocupação da MBHP (Tabela 1).

No *menu* principal foi acionada a edição vetorial e a ferramenta de edição de classes temáticas, na sequência estabeleceu-se o operador de associação e a entidade (polígonos). Conforme os dados da tabela auxiliar de padrões de uso e ocupação da terra realizou-se a classificação dos polígonos obtidos na fase de classificação das imagens. Os *layouts* dos mapas foram definidos no módulo *Scarta*.

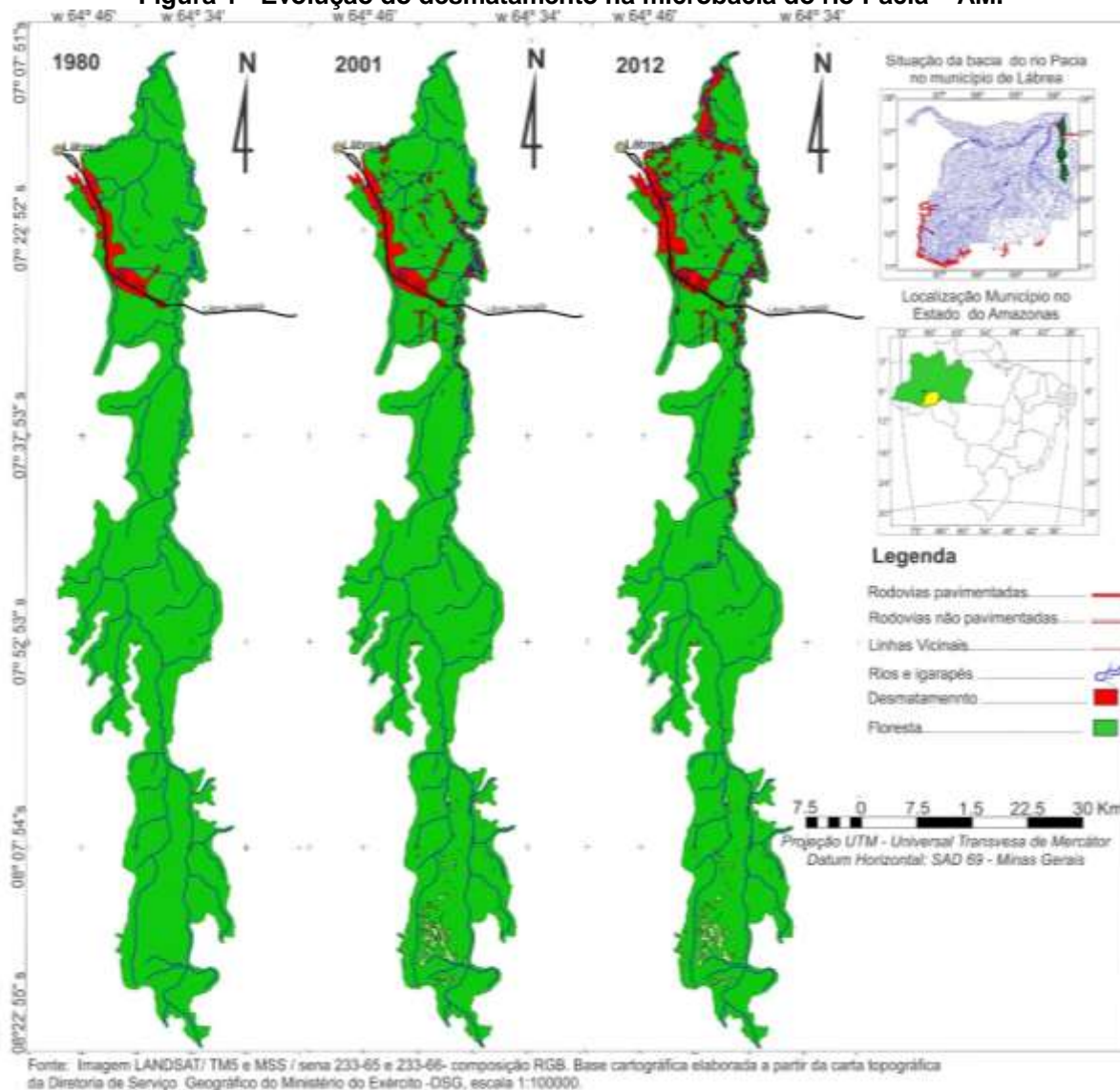
3. Resultados e Discussão

A análise de evolução do desmatamento revelou um acelerado processo de retirada da cobertura florestal na microbacia rio Pacιά – AM. Até os anos de 1980 a MBHP-AM apresentava um desflorestamento de 4.273,0 hectares (3.02%). No ano de 2001, com incremento de 1,92%, houve um crescimento de 4,94%, com aumento da área desmatada para 6.978,0 hectares. A conversão da floresta ombrófila aberta de terras baixas e aluviais, em pasto e lavoura, atingiu 12.381,6 hectares (aumento de 289,42%) nos últimos 32 anos (1980 a 2012). Destes, 177,43% da área com cobertura florestal convertida em outros tipos de cobertura da terra ocorreram nos últimos dez anos do século XXI (Figura 1). Vários fatores têm contribuído para intensificação da perda da cobertura florestal nativa na área de estudo, com destaque para: (i) consolidação de projetos de colonização oficiais desenvolvidos pelo governo Federal. A partir de 1996, com a implantação dos Projetos de Assentamento Pacιά – PAPC, Umari – PAUM e PA Palheiral – PAPL. (ii) Recuperação da rodovia BR-230 e abertura de estradas vicinais no interior dos assentamentos PAPC, PAUM e das linhas rurais da colônia agrícola do Onze (acesso ao PAPL) e Sardinha. Estas melhorias vêm exercendo forte pressão às áreas protegidas, como a Terra Indígena Caititu, fato que reflete nos índices de desmatamento da microbacia do rio Pacιά (SOARES-FILHO et al. 2005). (iii) E, os incentivos financeiros concedidos pelo Estado às pequenas indústrias ligadas ao ramo madeireiro e moveleiro.

3.1. Estágio de uso e ocupação da fronteira agrícola sul Amazônica

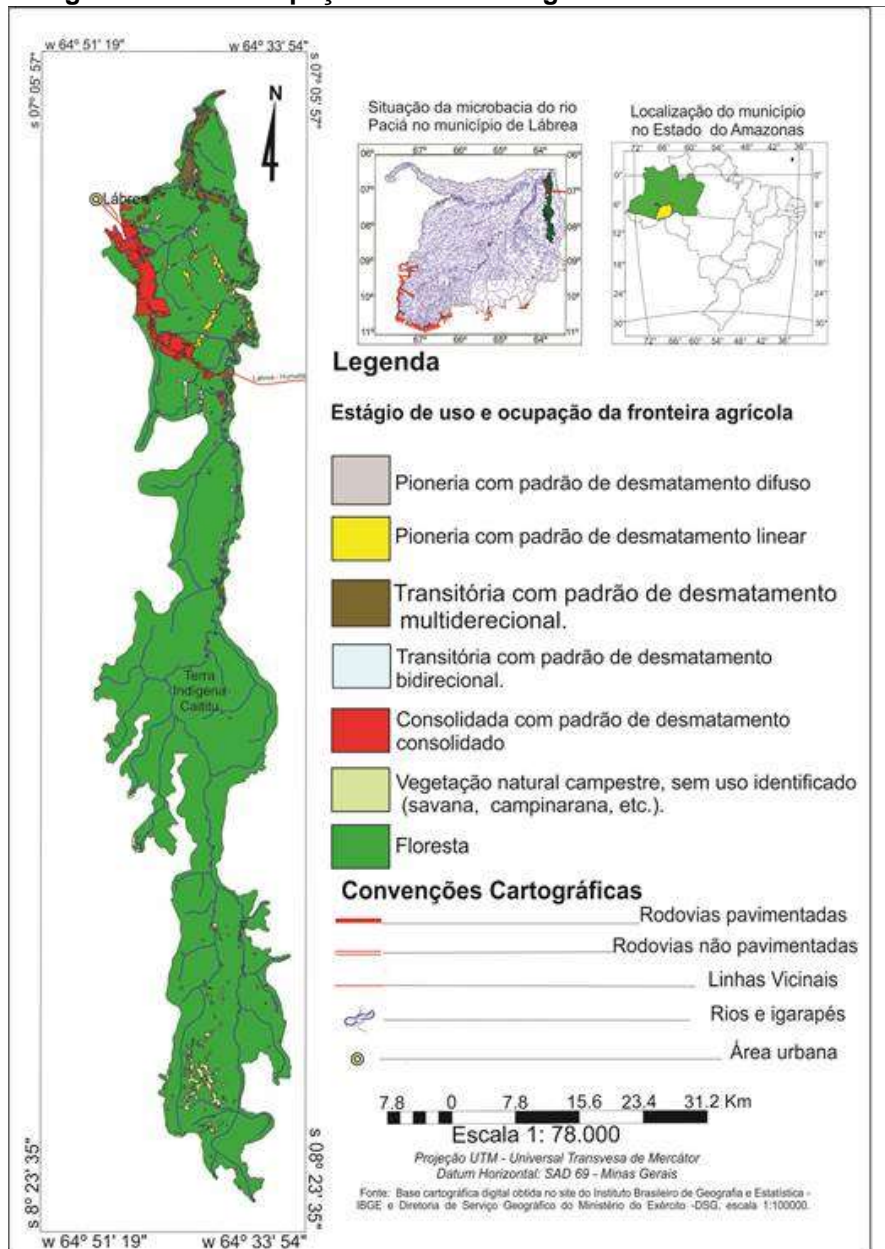
Os padrões tipológicos de uso e ocupação da terra na MBHP e os estágios de expansão da fronteira agrícola sul amazônica são mostrados na Figura 1. A fronteira "consolidada" observada na MBHP situa-se ao longo da zona de influência da rodovia Transamazônica e caracteriza-se pelo agronegócio, cujo espaço apresenta uma excessiva concentração fundiária, predominando grandes propriedades rurais. Apenas no trecho que compreende da comunidade do rio Paciá (Km 35 da BR - 230) até o perímetro urbano de Lábrea (AM) mais de 14.000 hectares de terra pertencem a uma dezena de proprietários.

Figura 1 - Evolução do desmatamento na microbacia do rio Paciá – AM.



No interior das propriedades os pastos dominam a paisagem nos arredores da sede das fazendas, enquanto a floresta nativa pode ser encontrada apenas ao fundo dos imóveis ou às margens dos cursos d'água. Esta área apresenta baixa densidade populacional e grande parte dos colonos que chegaram durante a abertura de BR-230 deslocaram-se para a cidade de Lábrea ou para frente pioneira de Apuí (AM) (DINIZ, 2002).

Figura 2 – Estágios de uso e ocupação da fronteira agrícola na microbacia do rio Pacia.



Fonte: Mapa elaborado a partir de classificação de Imagens Landsat – TM e base cartográfica digital do IBGE.

A fronteira agrícola pioneira sul amazônica possui dois padrões espaciais de uso e ocupação da terra: linear e, sobretudo difuso. A fronteira pioneira de padrão difuso vem ocorrendo ao longo do curso principal do rio Paciá. Processo que iniciou no final do século XIX com a migração de nordestinos para trabalho nos seringais. Recentemente, houve intensificação no uso e ocupação no médio curso, aumentando as células de desmatamento de padrão difuso, em especial no interior das propriedades situadas no P.A Umari, cujo arranjo espacial dos imóveis rurais seguiu a trajetória da rede de drenagem principal.

Na fronteira pioneira de padrão espacial linear o uso e a ocupação da terra foi planejado pelo Estado. Pois, em 1997, por ocasião da demarcação do assentamento rural do Palheiral foi construída a estrada do Km 12 iniciando na BR-230. Ao longo desta foram assentadas 70 famílias em imóveis de 50 hectares. Com a finalidade de garantir a posse da terra e devido a falta de capital e a reduzida oferta de trabalho, os colonos organizaram uma rede informal de trabalho comunitário, para realizar a árdua tarefa de fazer a terra produzir. Todavia, um pequeno grupo de lavradores da comunidade Palheiral estão trocando o plantio de tubérculo pelo cultivo de *Euterge oleracea* Mart, consorciado com outras espécies arbóreas tropicais. Nesses espaços, evidencia-se o processo de ocupação humana que dá origem a frente agrícola pioneira postulada por Machado (1992).

4. Considerações finais

O uso e a ocupação da terra através da colonização oficial e abertura de estradas rurais tem motivado a migração de colonos de outras microrregiões amazônicas para os assentamentos situados na microbacia do rio Paciá. A agricultura itinerante ou corte-e-queima continua sendo o sistema de cultivo preferido dos colonos na nova fronteira agrícola. Esta prática de manejo da terra pode ter influenciado os índices de desmatamento no médio curso da MBHP-AM.

Os padrões espaciais difuso, linear e transitório, observados ao longo das estradas e às margens do médio curso do rio Paciá são típicos da fronteira agrícola pioneira. Fato que indica um possível aumento no desflorestamento nas próximas décadas, até que alcance o estágio de fronteira consolidada.

Referências

- CENAMO, M.C.; CARRERO, G.C.; SOARES, P.G. **Reduções de Emissões de Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+): Estudos de oportunidades para a região Sul do Amazonas.** (Relatório Técnico, vol. 1). Manaus: IDESAM, 2011. 56p.
- DINIZ, A.M.A. Migração e Evolução da Fronteira Agrícola. In: XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 13, 2002, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto - MG, UFMG, 2002.p. 0-23
- GAVLAK, A.A.; ESCADA, M.I.S.; MONTEIRO, A.M.V. Dinâmica de padrões de mudança de uso e cobertura da terra na região do Distrito Florestal Sustentável da BR-163. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto, 15, 2011, Curitiba, Brasil. **Anais...** Curitiba, UFPR, 2011.p. 6152-6160.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SPRING: tutorial de geoprocessamento.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/tutorial/>>. Acesso em: 25.ago. 2010.
- MACHADO, L. A fronteira agrícola na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 54, n. 2, p. 27 - 54, abril-junho, 1992.
- MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática.** São Paulo: Contexto, 2003. 111p.
- SOARES, F. V. P. Gênese das mudanças no uso da terra: uma breve contextualização do processo de ocupação e transformação no uso da terra na Amazônia. In: Seminário de Pós-Graduação em Geografia, 1, 2009, Rio Claro, Brasil. **Anais...** Natal, UNESP, 2009.p. 666-686.
- SOARES-FILHO, B.S.; NEPSTAD, D.C.; GARCIA, R.C.; RAMOS, C.A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.S.; MCGRATH, D. Cenário de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137-152, 2005.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Amazonas – IFAM pelo financiamento através do edital 001/PPGI/2012 e Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas – FAPEAM, pelas Bolsa de Doutorado através do Programa RH-Interiorização (Processo nº 22462.482.28093.1004/2014) e ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer (UNIR).

ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS E O USO E OCUPAÇÃO DAS MARGENS DO RIACHO NATAL, MUNICÍPIO DE MONSENHOR GIL, PIAUÍ.

HIKARO KAYO DE BRITO NUNES¹
ALLAN RICHARDSON MACIEL DOS SANTOS²
GESSICA MARIA MONTEIRO MESQUITA³
JORGE EDUARDO DE ABREU PAULA⁴
1 Universidade Estadual do Piauí - UESPI
hikarokayo2@hotmail.com
2 Universidade Estadual do Piauí - UESPI
richardsonallan@hotmail.com
3 Universidade Estadual do Piauí - UESPI
gessikinhamesquit@hotmail.com
4 Universidade Estadual do Piauí - UESPI
jorgeabreupaula@yahoo.com.br

Resumo

O uso e ocupação de áreas de bacias hidrográficas merecem atenção por parte dos gestores públicos, pois são as bacias que integram recursos naturais diversos, que quando usadas as potencialidades destas gera a sustentabilidade de muitas comunidades. Diante disso é necessária a produção de trabalhos técnicos e científicos que discutam acerca do levantamento das condições naturais e formas de uso nas bacias hidrográficas. O crescimento das cidades ocorre gerando usos e ocupações dos mais variados, afetando direta e indiretamente os recursos naturais. A área de estudo em questão é o Riacho Natal, no município de Monsenhor Gil/PI. O objetivo do trabalho é fazer uma análise integrada entre os aspectos físico-ambientais e as formas de uso e ocupação das margens do referido riacho. Dentre os procedimentos metodológicos, estão: levantamento documental e de campo, registro fotográfico e setorização da área de estudo e interpretação das atividades ocorrentes. Os aspectos analisados foram a presença de edificação, lixo, galerias, agricultura, adensamento populacional, situação da vegetação, impermeabilização do solo, dentre outros. Partindo desses aspectos notou-se maior alteração desses aspectos na porção mais à sul da área de estudo (em direção às nascentes). Percebeu-se com a pesquisa que há a necessidade de um envolvimento maior da população na gestão do riacho, bem como, também realizar atividades voltadas para a sensibilização e educação ambiental, na área.

Palavras-chave: Riacho Natal. Análise integrada. Monsenhor Gil (Piauí).

Abstract

The use and occupation of watersheds areas needs attention from policy makers, as they are the basins that integrate diverse natural resources, which when this potential are used help of generating sustainability of many communities. Thus the technical and scientific papers production that discuss

about the survey of natural conditions and usage in the watersheds are required. The cities' growth is generating most varied uses and occupations, affecting directly and indirectly natural resources. The study area in question is the Natal river (Monsenhor Gil municipality), The objective is to make an integrated analysis of the physical and natural aspects and forms of use occupation of the river margins. Among the methodological procedures are: documentary and field survey, photographic record and sectorization of the study area and interpretation of occurring activities. The aspects analyzed were the presence of construction, garbage, galleries, agriculture, population density, location of vegetation, soil sealing, among others. Based on these aspects was noted biggest change these aspects in the portion more to the south of the study area (towards the source river). Realized with the research that there is a need for greater community involvement in the management stream, and also carry out activities aimed at raising awareness and environmental education area.

Key-words: Natal river. Integrated analysis. Monsenhor Gil (Piauí)

1. Introdução

Ao longo do desenvolvimento da sociedade, tem-se a crescente necessidade do uso e apropriação dos recursos naturais, principalmente aqueles situados próximos aos corpos hídricos. A partir disso, torna-se mais pujante a necessidade de trabalhos sobre a temática ambiental, principalmente em áreas de bacias hidrográficas, tendo essas, ganho valoroso destaque em produções científicas e acadêmicas, que tem se caracterizadas por analisar tal objeto e propor ações mitigadoras para eventuais casos de degradação do quadro natural.

Conforme Dias (2001) a degradação reflete na perda da qualidade de vida por condições inadequadas de moradia, poluição em todas as suas expressões, destruição de habitat natural e intervenção desastrosa no mecanismo que sustenta a vida na terra.

As bacias hidrográficas são sistemas dinâmicos, compostos pela geologia, clima, relevo, biogeografia e seres humanos. O comportamento desses elementos interfere, direta ou indiretamente, nos canais fluviais, o que impacta na velocidade e volume do escoamento de água e, conseqüentemente, promove alteração na capacidade e competência do rio (CHRISTOFOLETTI, 1981). Com essa dinamicidade, as bacias hidrográficas estão sujeitas aos mais variados atores que condicionam a sua alteração.

Entendida como célula de análise ambiental, a bacia hidrográfica passa a compor uma unidade territorial, onde cada área passa a exercer uma aplicabilidade diferente, devido às suas especificidades ambientais e às formas de uso e cobertura da terra.

No bojo da discussão em torno da geomorfologia fluvial, bacias hidrográficas e o antropismo nos cursos d'água destacam-se: Botelho (1999), Tucci (2000), Cunha (2000), Guerra e Marçal (2006), Guerra e Cunha (2010), entre outros.

Este trabalho se propôs a estudar o Riacho Natal, no município piauiense de Monsenhor Gil (que dista 56 quilômetros da capital Teresina), relacionando seus aspectos físico-ambientais com os processos de uso e ocupação da referida área de estudo, dando um maior destaque para as suas margens.

2. Metodologia de Trabalho

A unidade de análise adotada nesta pesquisa foi a bacia hidrográfica do Riacho do Natal, na área urbana do município de Monsenhor Gil localizado no Território Entre Rios, na região Centro Norte do Estado do Piauí.

O presente trabalho foi elaborado através de uma análise integrada entre elementos naturais e não naturais. Para a obtenção dos dados e prosseguir com a pesquisa, fez-se necessário dos seguintes procedimentos metodológicos: a) levantamento teórico, conceitual, cartográfico e documental que subsidiaram o desenvolvimento da pesquisa; b) atividades de gabinete; c) método de listagem descritiva “*check-list*”; d) setorização dos locais de visita (pontos A, B, C, D e E); e) trabalhos de campo para identificação e registro das alterações ambientais; e, por fim, a sobreposição dos dados colhidos a partir das verificações *in loco*.

3. Resultados e Discussão

A análise da paisagem deve englobar a verificação da natureza e sociedade, sendo o primeiro o conjunto de elementos do meio físico e do meio biótico, e a sociedade composta por elementos do meio econômico/social que agem

diretamente sobre o ambiente. Alterando-o em diferentes graus de intensidade, as variadas combinações entre os elementos citados resultam em diferentes paisagens.

3.1 Aspectos físico-ambientais

O município de Monsenhor Gil possui uma altitude de 116 metros, apresenta temperaturas que variam de 25°C a 38°C, com clima quente tropical. O Riacho Natal está localizado no trecho do baixo curso do rio Poti, segundo Santos e Lima (2012), o riacho tem suas nascentes no prolongamento da Serra da Barreirinha (município de Miguel Leão), a aproximadamente 320 metros de altitude, e que seu canal principal possui aproximadamente 50 km de extensão.

A estrutura geológica da área do Riacho pertence, de acordo com CPRM (2002), às coberturas sedimentares e englobam a Formação Pastos Bons (reunindo folhelho, siltito, arenito e calcário) e a Formação Poti (compreendendo arenito, folhelho e siltito). No entorno do riacho há a predominância de solo Podzólico Vermelho-amarelo, mais típico e que, se comparado ao Latossolo tem profundidade menor, proporções maiores de limo e minerais pouco resistentes ao intemperismo, além da marcante diferenciação de horizontes.

Ao longo da área urbana do município, o riacho se caracteriza pela formação de vários meandros encaixados em falhas geológicas, deixando exumados pontos rochosos e lajeiros, com matações e rochas de tamanhos e formas variadas, que em alguns pontos faz com que haja variação na profundidade do leito.

A partir do reconhecimento em campo, constatou-se que a vegetação próxima ao acesso sul da cidade se caracteriza como sendo herbácea e arbustiva. A jusante do Balneário Natal (a principal área de lazer do município) a vegetação se mantém arbórea e herbácea por todo o seu perímetro urbano.

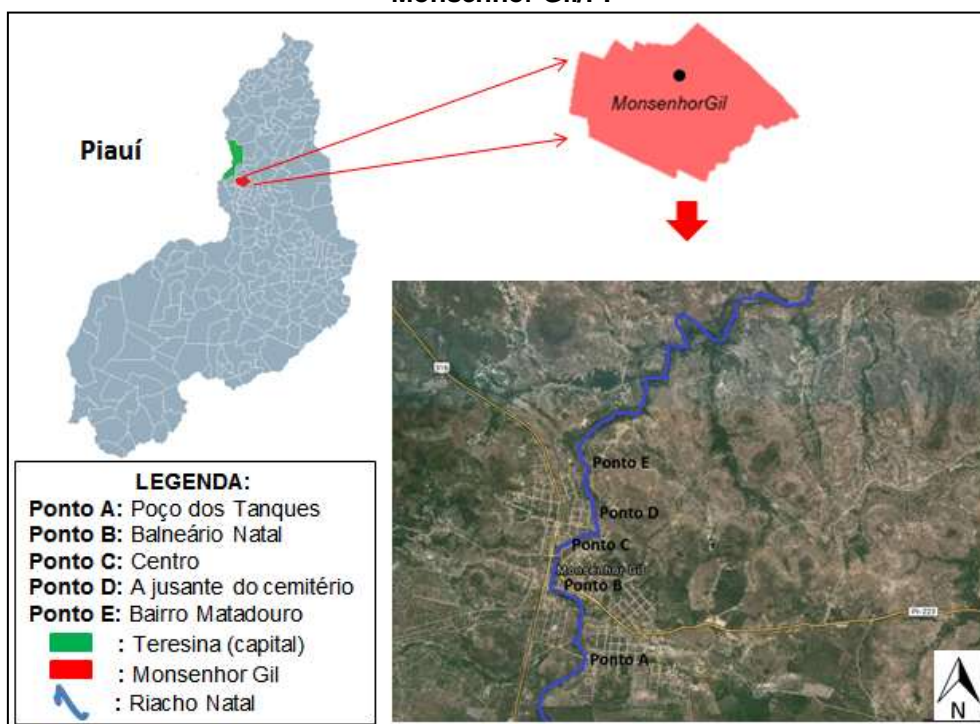
3.2 Condições de uso e ocupação das margens

A identificação das formas de uso e ocupação da terra tem relação intrínseca com o processo de desenvolvimento, assumindo destaque quando este uso vai de encontro às limitações do meio, de forma que leva a transtornos, muitas vezes irreparáveis para a qualidade ambiental de determinada área. Para verificar as

formas de uso ocorrentes foram feitas visitas em 5 setores no perímetro urbano do Riacho Natal, Monsenhor Gil.

Depois de distribuídos em setores (Figura 1), verificou-se que no Ponto A, um adensamento populacional elevado, com a presença de muitas edificações. Além disso, a área serve de pontos de pescaria e para lavagem de roupas, usando produtos químicos e deixando uma quantidade de lixo que denota o uso inadequado da referida área.

Figura 1 – Localização da área de estudo, em destaque o Riacho Natal no município de Monsenhor Gil/PI



Fonte: Google Maps, 2015 (adapt. por NUNES, 2015)

No Ponto B (a jusante do Ponto A), a área é utilizada para o lazer, que compõe o balneário “Riacho natal” há uma barragem de nível rebaixado que permite a passagem da água durante as cheias formando uma espécie de cachoeira. Nessa área há um adensamento populacional elevado, com a nítida compactação do solo, presença de lixo (evidenciando os impactos principais da área), com pontos de degradação da mata ciliar e áreas de solo exposto, além da presença de residências próximas ao leito, mostrando a grande vulnerabilidade ambiental da área.

No Ponto C (no centro comercial do município), algumas características são as mesmas do ponto a montante, como o adensamento populacional, a Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

compactação do solo, presença de lixo e residências próximas ao seu leito. No que se refere à vegetação, é relativamente preservada. Notou-se ainda que ali se depositaram restos de árvores de grande porte de áreas, que foram desmatadas a montante.

No Ponto D (a jusante do cemitério da cidade), o adensamento populacional é baixo se comparado aos pontos a montante, mas são encontradas áreas com lixo (garrafas pet, plástico e outros). As residências são mais afastadas do leito do corpo hídrico e com vegetação relativamente preservada já que a área é menos urbanizada que as anteriores.

Já no E (último ponto), as edificações e o adensamento populacional é diminuto, não há presença de lixo/entulho ou galeria/bueiro, erosão e impermeabilização do solo. O que deve justificar essas características de preservação é o fato de que este se encontra na saída do perímetro urbano do município, havendo assim pouca antropização.

Os pontos A, B, C e D, mostram o quanto o Riacho Natal é utilizado pelos habitantes do município (exemplificado pelo Ponto B destacado na Figura 2a e 2b), haja vista a estreita relação entre ambos seja na pesca, na agricultura e no próprio lazer. O ponto E (Figura 2c), é mais preservado em função da sua distância das ocupações.

Figura 2 – Mosaico de fotos com os pontos onde há o maior e o menor grau de antropismo



Fonte: MESQUITA (2015), NUNES (2015) SANTOS (2015). Organização: NUNES (2015)

Dessa forma, o uso e a ocupação do solo em áreas marginais, compromete a qualidade ambiental, uma vez que em alguns pontos há pouca cobertura vegetal que teria a função de protegê-las, mas que desrespeita a legislação ambiental, sendo que essas são classificadas como Áreas de Preservação Permanente.

4. Considerações Finais

A partir das observações *in situ*, permitiu-se chegar a conclusão que as áreas de preservação analisadas sofrem forte pressão socioeconômica decorrente dos interesses de uso do espaço geográfico principalmente no perímetro mais densamente povoado do município. Por conseguinte, são necessárias ações que visem à preservação do corpo hídrico e do solo de modo que sociedade e natureza estabeleçam laços de harmonia e de respeito entre as partes envolvidas e o meio ambiente, principalmente no que diz respeito a distância entre o Riacho e as residências.

Com esta pesquisa percebeu-se a necessidade de um envolvimento maior da população na gestão do riacho, bem como, também realizar atividades educacionais na área de Educação Ambiental, mostrando os prós e os contras no uso inadequado da área do riacho.

REFERENCIAS:

- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da S.; BOTELHO, R.G.M. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicacoes**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-299.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Edgard Blücher, 1981.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2000.
- CPRM-Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea - Piauí: Diagnóstico do Município de Monsenhor Gil**. 2004.
- DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 7. ed. São Paulo: Ed. Gaia, 2001.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S.. **Geomorfologia Ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. v. 1. 192p.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- SANTOS, L. A.; LIMA, I. M. M. F. (2012) **Bacia hidrográfica do riacho Riachão do Natal – Piauí: caracterização do relevo e da drenagem**. Disponível em: <http://www.ufpi.br/21sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Humanas/Leilson%20Alves.pdf>.> Acesso em: 15.jan.2015.
- TUCCI, C. (org.) **Hidrologia – ciência e aplicação**. Editora da Universidade, ABRH, Porto Alegre.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Estudos em Geografia Física (NEGEO) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) e a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Meio Ambiente de Monsenhor Gil.

URBANIZAÇÃO E DINÂMICA FLUVIAL NA BACIA DO RIBEIRÃO ITAPETINGA, MUNICÍPIO DE ATIBAIA-SP

LUÍS GUSTAVO CAMPOS SOUZA¹

EMERSON MARTINS ARRUDA²

1 Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Sorocaba
lugucampos@gmail.com

2 Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Sorocaba
emersongeo@ufscar.br

Resumo

A presente pesquisa objetivou a análise e diagnóstico dos condicionantes naturais e antrópicos responsáveis pela ocorrência de enchentes, inundações e alagamentos na bacia do Ribeirão Itapetinga, no município de Atibaia-SP. A referida bacia possui grande relevância do ponto de vista do planejamento, pois integra um dos eixos de expansão urbana presentes no município. Os procedimentos metodológicos empregados envolveram a utilização de cartas topográficas e imagens de satélite como base para a confecção de documentos cartográficos temáticos elaborados e editados por meio do uso de software de geoprocessamento, o que permitiu a espacialização dos dados e a interpretação de informações referentes às variáveis ambientais. Trabalhos de campo e registros fotográficos também foram metodologias necessárias para a identificação e diagnóstico das áreas de risco. Entre os fatores responsáveis pelos eventos de enchentes, inundações e alagamentos na área de estudos, destacaram-se a impermeabilização e ocupação de várzeas, obras de retificação e canalização de cursos fluviais, o assoreamento dos córregos devido à erosão em setores da média e alta bacia e a ausência de mata ciliar em determinados pontos.

Palavras-chave: Bacia-Hidrográfica. Sistemas Ambientais. Inundações.

Abstract

The present research aimed to analysis and diagnosis of natural and anthropic conditions responsible for the occurrence of floods in Ribeirão Itapetinga basin in Atibaia-SP. That basin is highly relevant from the point of view of planning, as part of the axis of urban expansion present at the municipality. The implemented methodological procedures involved the use of topographic maps and satellite images as a basis for making thematic cartographic documents, produced and edited by the use of GIS software, which allowed the spatialization of data and the interpretation of information relating to environmental variables. Fieldwork and photographic records were also methodologies necessary for the identification and diagnosis of risk areas. Among the factors responsible for flood events in the study site, the highlights were the waterproofing and occupation of floodplains, rectification works and plumbing waterways, siltation of streams due to erosion in the middle and upper basin sectors and the absence of riparian vegetation at certain points.

Key-words: Watershed. Environmental Systems. Floods.

1. Introdução

De acordo com BRASIL (2007), o número de pessoas que ocupam áreas de risco nas cidades brasileiras vem aumentando. Essa situação expõe os moradores desses setores a diversos fenômenos, das mais variadas naturezas. Dentre estes, podem ser destacados as enchentes, as inundações e os alagamentos, classificados como ocorrências de ordem hidrometeorológica. Aliados ao grande nível de alterações antrópicas nos ambientes urbanizados, esses episódios podem levar a situações dramáticas, que envolvem perdas em diversos aspectos.

Para exemplificar o grau de responsabilidade do ser humano no que diz respeito a esses fenômenos, Brandão (2010) ressalta que as grandes cidades carecem de estrutura técnica e de articulação entre os órgãos gestores da cidade, o que agrava o panorama das consequências das enchentes, inundações e dos alagamentos.

Nesse sentido, estudos que visam a compreensão das dinâmicas e processos envolvidos na catalisação de eventos fluviais extremos são imprescindíveis, na medida em que podem constituir-se como ferramentas para a prevenção e mitigação de possíveis prejuízos vinculados às enchentes, inundações e alagamentos.

Considerando o panorama acima exposto, a pesquisa objetivou a análise e diagnóstico dos condicionantes naturais e antrópicos responsáveis pela ocorrência de enchentes, inundações e alagamentos na bacia do Ribeirão Itapetinga, no município de Atibaia-SP. Os resultados parciais aqui apresentados integram um projeto maior, intitulado “Urbanização e dinâmica fluvial na bacia do Ribeirão Itapetinga: subsídios para a Educação Ambiental”, dissertação de mestrado que encontra-se em andamento.

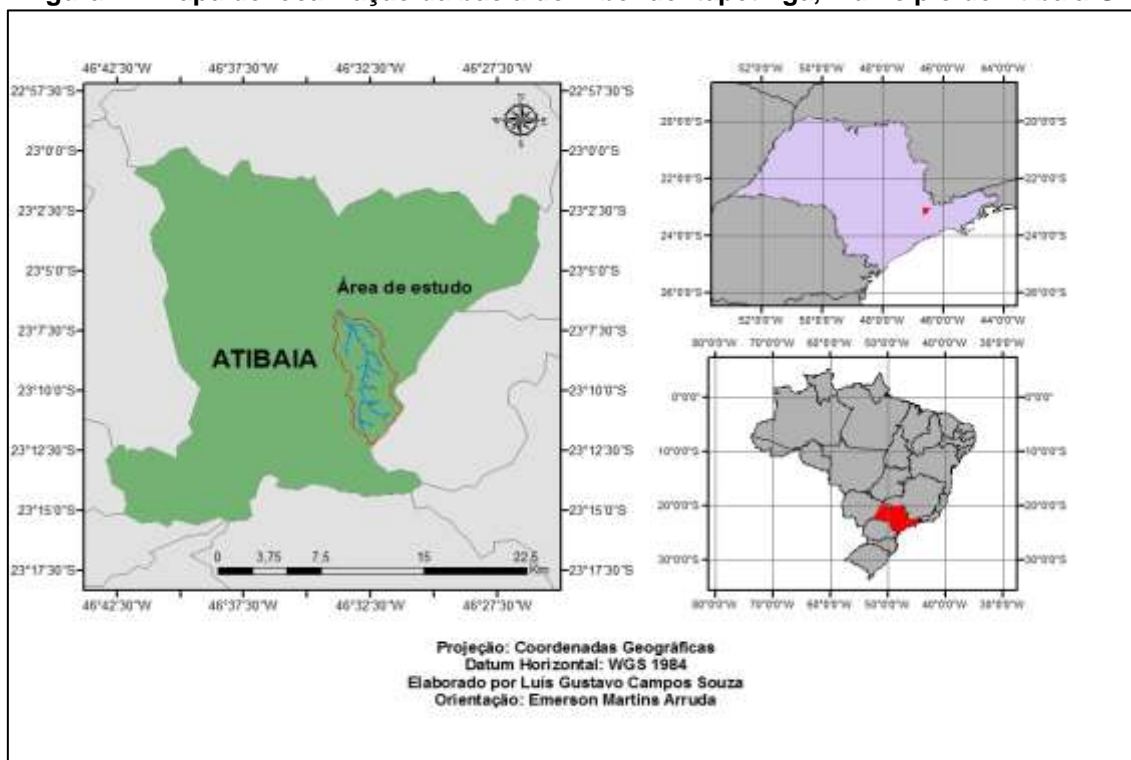
A escolha da área de estudos justifica-se pelo fato do Ribeirão Itapetinga inserir-se na interface urbano-rural, estar localizada em um setor de antiga urbanização do município e constituir-se como um dos eixos de expansão atual da cidade.

2. Caracterização da área

O município de Atibaia localiza-se na porção sudeste do estado de São Paulo, mais especificamente entre os paralelos 23°00' e 23°15' S e os meridianos 46°25' e 46°40' W. (Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

46°45' W e possui uma área aproximada de 478 km² (IBGE, 2014). Integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 – UGRHI 05 – compondo o Comitê das Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia do Ribeirão Itapetinga, município de Atibaia-SP.



Elaborado por Campos (2014).

De acordo com a análise e interpretação do mapa de Monteiro (1973) sobre os climas do estado de São Paulo, Atibaia enquadra-se nos climas zonais controlados por massas equatoriais e tropicais. Além disso, está na zona de influência dos climas regionais tropicais alternadamente secos e úmidos, na área dos contrafortes da Mantiqueira. As temperaturas mínimas médias anuais correspondem a 13,8 °C e as máximas médias giram em torno dos 26,1 °C. O volume de precipitação anual situa-se entre 1510,1 mm (CEPAGRI, 2015).

O arcabouço geológico é composto predominantemente por rochas ígneas e metamórficas de idades pré-cambrianas, principalmente xisto, granito e gnaiss. Com base na interpretação dos dados de CPRM (2006), o Ribeirão Itapetinga possui litologias associadas ao Granito Atibaia, derivadas do magmatismo relacionado ao

orógeno Socorro-Guaxupé; Complexo Varginha-Guaxupé, com a presença da Unidade Paragnáissica Migmatítica Superior e Depósitos Aluvionares.

Em relação aos aspectos geomorfológicos, o município insere-se na Província do Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964). Por meio da análise de Ross e Moroz (1997), foi possível constatar que a área onde situa-se Atibaia pertence à Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico e da Unidade Morfoescultural do Planalto Atlântico, na unidade Planalto e Serra da Mantiqueira.

3. Metodologia de trabalho

A pesquisa configura-se como um estudo de caso e apoiou-se nos pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas – TGS. Para a sua efetuação, foi necessário o uso de cartas topográficas do município de Atibaia-SP, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – na escala 1:50000, o que permitiu a elaboração de documentos cartográficos temáticos e a espacialização dos dados coletados.

A produção dos mapas teve como suporte o software *ArcGIS* versão 10.2.1: os arquivos em formato *raster* e *shapefile*, localizados no endereço eletrônico do IBGE, foram organizados e editados pelo *ArcMap*.

A drenagem e os limites da bacia foram extraídos automaticamente utilizando a ferramenta *Arctoolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology*. Como resultado, obteve-se o mapa de localização e o de declividade. Para a elaboração deste último, o recorte da bacia foi extraído de uma imagem *ASTER*, pela ferramenta do *Arctoolbox Spatial Analyst Tool > Extraction > Extraction by Mask*. Em seguida, foi acessada a extensão *DEM Surface Tools > Slope*, onde foram geradas as classes de declividade.

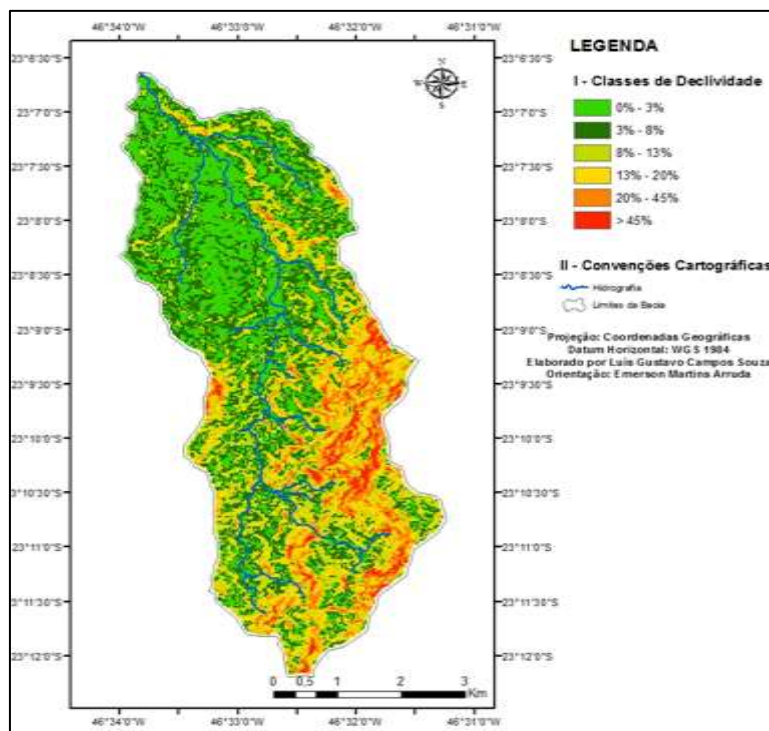
Trabalhos de campo visando a correlação dos fatos mapeados com sua dinâmica atual e registros fotográficos serviram para um dimensionamento dos condicionantes naturais e antrópicos responsáveis pela deflagração dos eventos de enchentes, inundações e alagamentos.

4. Resultados e discussão

Ao percorrer as áreas drenadas pelo Ribeirão Itapetinga, foram constatados diferentes tipos de uso e ocupação dos solos da bacia. Nas zonas de cabeceira, na Serra do Itapetinga, setores bem preservados contrastam com cultivos de eucalipto, presença de pastagens e chácaras. Devido à forte declividade e ao solo compactado pelo gado, nos eventos de alta pluviosidade, a água das chuvas escoar mais rapidamente pela alta bacia, potencializando as vazões dos canais e a ocorrência de fenômenos hidrológicos extremos.

Como pode ser notado na figura 2, o relevo da porção sudeste da bacia possui as maiores declividades, configurando-se desse modo, como setores de restrição legal para determinados tipos de uso do solo. Apesar disso, a expansão urbana é contínua, realidade preocupante sob o ponto de vista socioambiental. Se intervenções humanas como o aumento do grau de impermeabilização, desmatamento e a ocupação de áreas de risco a montante prosseguirem no mesmo ritmo, a dinâmica hidrológica se modificará ainda mais, ampliando a ocorrência e intensidade de eventos fluviais extremos.

Figura 2- Mapa de declividade da bacia do Ribeirão Itapetinga.



Elaborado por Campos (2015).

Em direção a jusante, problemas infraestruturais e de planejamento urbano foram verificados. Ao longo da Rua Doutor Joviano Alvim, existe um córrego retificado, onde a porção canalizada presente sob o mesmo, na intersecção com a Avenida Atibaia, encontra-se parcialmente obstruída por restos de vegetação e lixo, inviabilizando o adequado escoamento da drenagem. Além disso, existem edificações muito próximas ao canal, onde notou-se a ausência de vegetação ripária, o que dá margem à ocorrência de processos erosivos e consequente assoreamento da calha, já bastante preenchida por sedimentos. Há também a possibilidade constante de solapamento dos solos da várzea que sustentam as edificações. Verifica-se, portanto, situações em conflito com o que prevê duas legislações federais: a Lei nº6766, sobre o Parcelamento do Solo Urbano (BRASIL, 1979) e a Lei nº12.651, que dispõe sobre o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012).

A caminho da confluência do Ribeirão Itapetinga com o Rio Atibaia, está a Avenida Joviano Alvim, uma importante via de circulação da cidade. Paralelamente a ela, corre o Ribeirão Itapetinga, com sua dinâmica natural bastante modificada por meio de obras de retificação da drenagem. Esse tipo de intervenção agrava os efeitos do extravasamento das águas do canal, pela aceleração do fluxo hídrico em áreas impermeabilizadas.

Figura 5- Retificação, mal dimensionamento de tubulações e alto grau de impermeabilização em setor da baixa bacia.



Fonte: Campos (2015).

A área enquadra-se na categoria de APP, de acordo com Brasil (2012) e não deveria ser ocupada pelas construções ali presentes. Ao estudar a bacia, CPRM (2012) enfatiza três situações problemáticas: desordens concernentes ao aumento da
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

energia das águas desse setor do Itapetinga, o dimensionamento inadequado das tubulações, que não suportariam altas vazões e a altura da ponte próxima ao cruzamento da Avenida Joviano Alvim com a Rua Major Juvenal Alvim, situada em um nível altimétrico muito próximo ao do Ribeirão.

5. Conclusões

O processo de uso e ocupação dos solos drenados pelo Ribeirão Itapetinga efetuou-se de maneira desordenada e mal planejada, seguindo uma tendência histórica de formação dos agrupamentos urbanos no Brasil. O desrespeito aos mecanismos normativos que disciplinam as intervenções na bacia, por parte do poder público e da população, permitiu a deflagração de desordens ambientais que envolvem fenômenos vinculados à enchentes, inundações e alagamentos.

Esse panorama é ainda mais preocupante atualmente, pois a área urbana está em franca expansão em direção às cabeceiras de drenagem. Em imagens de satélite do recorte espacial referente à bacia, observa-se uma proporção de aproximadamente 70% da área ocupada pela mancha urbana. Apesar da Serra do Itapetinga ser protegida por lei estadual (SÃO PAULO, 2010), necessita de um manejo e fiscalização adequados, de modo a evitar impactos ambientais negativos e consequente disseminação dos prejuízos advindos desses processos.

Sabe-se que não há como evitar completamente as situações evidenciadas; porém, deve-se buscar conhecer profundamente a dinâmica de funcionamento das variáveis ambientais da bacia hidrográfica, para que as transformações do espaço geográfico levem em consideração as potencialidades e fragilidades do meio ambiente.

Referências

- ALMEIDA, F.F.M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: **Instituto Geográfico e Geológico**. Geologia do Estado de São Paulo. São Paulo: IGG, 1964, p. 167-263. (IGG. Boletim, 41).
- BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: Guerra, Antônio José Teixeira; da Cunha, Sandra Batista. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, v. 1, p. 47-109.
- 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. 176 p.

- . **Código Florestal**. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.
- . Lei Federal Nº 6766/79 de 19 de dezembro de 1979.
- CEPAGRI. Clima dos municípios paulistas: Atibaia. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_048.html. Acesso em 20 fev. 2015.
- CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília, 2006. Escala 1: 750.000.
- . SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa**. Departamento de Gestão Territorial – DEGET. Atibaia, novembro de 2012.
- IBGE. Caracterização geral do município de Atibaia. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350410&search=sao-paulo|atibaia|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em 24 jun. 2014.
- . **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf. Acesso em 4 out 2014.
- MONTEIRO, C. A. de F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo - estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1973. 129 p.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Laboratório de Geomorfologia. São Paulo: Departamento de Geografia – FFLCH – USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT/FAPESP (Fundação do Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), 1997. (Mapas e Relatórios).
- SÃO PAULO. Decreto nº 55.662 de 30 de Março de 2010. Dispõe da criação das novas Unidades de Conservação do Contínuo da Cantareira, 2010. Disponível em: <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dq280202.nsf/5aeda0f13cd3be5f83256c1e00423b1d/42c24e8285189edd032576f7004def47?OpenDocument>. Acesso em: 02 fev. 2015.

COMPARAÇÃO ENTRE PADRÕES DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE HACK NA BACIA DO RIO PARDO, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, MG

ALCIONE RODRIGUES MILAGRES¹
CRISTINA HELENA RIBEIRO ROCHA AUGUSTIN²
BRÁULIO MAGALHÃES FONSECA³
MATEUS AFONSO RAMOS⁴

1 Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/IGC
alcionemilagres@yahoo.com.br

2 Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/IGC
chaugust@igc.ufmg.br

3 Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/IGC
brauliomagalhaes@ufmg.br

4 Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/IGC
mateus-ramoss@hotmail.com

Resumo

O *Stream-Gradient index*, criado por Hack (1973), mais conhecido como Índice de Hack, é utilizado para detectar alterações nos cursos fluviais decorrente de anomalias de drenagem, e assim, avaliar o vigor energético dos mesmos. O seu cálculo pode ser aplicado em canais de drenagem considerando seu comprimento total ou através da definição de trechos. Este trabalho visa compreender esta aplicação, visto que procedimentos até agora adotados por vários pesquisadores não deixaram claro as implicações dessas mudanças nos padrões de cálculo. Verifica-se uma lacuna metodológica no uso deste instrumento analítico, o que remete à necessidade de testar esses parâmetros. O objetivo é o de analisar a consistência dos procedimentos metodológicos através dos resultados obtidos em escala regional, com o uso do segmento total de um rio e sua comparação com os obtidos a partir do uso de procedimentos metodológicos em escala local, a partir dos segmentos de drenagem hierarquizados, o que pode resultar na melhor compreensão das especificidades desse índice. Para isto foi selecionada a bacia do Rio Pardo localizada no Planalto Meridional do Espinhaço, na qual foram aplicados em um primeiro momento os Índices de Hack no segmento total do canal em comparação com o uso de segmentos do canal respeitando suas hierarquias, para assim, comparar os resultados e obter um padrão mais satisfatório. Foi surpreendente o alto nível de detalhamento obtido no uso do cálculo em escala local através da hierarquização.

Palavras-Chave: Bacia de Drenagem. Análise Morfométrica. Geomorfologia

Abstract

The Stream Gradient-index, created by Hack (1973) known as Hack Index, is used to detect changes in river courses due to drainage abnormalities, and thereby to access their energy. The calculation can be applied to drainage channels considering their full length or to previously defined stretches. This work aims to understand this application, since procedures adopted so far by several researchers did not clarify the implications of the change of calculation patterns in the final results. There is a Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

methodological gap in the use of this analytical tool, which refers to the need to test these parameters. The objective is to analyze the consistency of the methodological procedures and results on a regional scale using the full segment of a river and comparing them with the results obtained by the use of methodological procedures at the local scale, which corresponds to the size of the segments of hierarchical drainage, seeking to obtain a better understanding of the specificities of this index. To carry out this research the western (Rio Pardo) border of the Espinhaço Meridional Range was selected, in which the Hack indexes were applied primarily in the full segment channel, and afterwards respecting the river's hierarchies (Strahler's one). The results were compared and show an impressive level of details obtained from the use of calculation at the local level through the use of the river hierarchy procedure.

Key-words: Drainage Basin. Morphometric Analysis. Geomorphology.

1. Introdução

A rede de drenagem é um importante elemento geomorfológico e a análise de sua geometria pode fornecer indícios para o entendimento dos processos e materiais envolvidos na evolução geomorfológica de determinada área, visto que os cursos de água são muito sensíveis às alterações no relevo (Howard, 1967; Leopold, 1953; Volkov *et al.*, 1967; Phillips e Schumm, 1987; Schumm, 1993; Wescott, 1993). Neste sentido, Hack (1973) propôs o *Stream-Gradient index*, compreendendo a análise de perfis longitudinais de rios, que pode estabelecer bases para comparações entre cursos de água de ordens hierárquicas diferentes, para detectar alterações nos cursos fluviais decorrente de anomalias de drenagem, e para avaliar o vigor energético dos mesmos.

O cálculo do *Stream-Gradient index* pode ser realizado considerando o comprimento total do canal de drenagem ou definindo trechos, segundo critério do pesquisador. Cabe salientar a possibilidade de alterações nos resultados finais de um estudo de acordo com o comprimento escolhido na aplicação do índice. Procedimentos até agora adotados por vários pesquisadores (Etchebehere *et al.*, 2004; Etchebehere *et al.*, 2006; Fonseca, 2010; Fonseca e Augustin, 2011; Fonseca *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2011) não deixaram claro as implicações da alteração de padrões de cálculo, verifica-se uma lacuna metodológica no uso deste instrumento analítico, o que remete à necessidade de testar esses parâmetros.

Desta forma, a proposta deste trabalho é aplicar o índice de Hack (IH) dando ênfase às medidas de segmentos menores, levando em conta a hierarquização das drenagens, e aplica-lo a medidas de segmento total, considerando toda a extensão do rio. Isto significa utilizar medidas de âmbito local para compara-los aos índices em âmbito regional, permitindo avaliar se procedimentos de hierarquização e o uso de segmentos menores para o cálculo, interferem nos valores de vigor energético das bacias, como base para compreender melhor as especificidades do índice de Hack.

Para isto, foi selecionada a bacia do Rio Pardo, afluente do Rio São Francisco, no Planalto Meridional do Espinhaço, localizada sobre contatos litológicos diferenciados que formam cristas e escarpas, cujos rios encontram-se adaptados às direções preferenciais tectônicas e estruturais que interferem no modelado do relevo (Saadi, 1995; Fonseca e Augustin, 2014). Esse modelado não é, contudo, homogêneo, apresentando vários compartimentos geomorfológicos que imprimem uma grande diversificação de paisagem em todo o Espinhaço (Augustin *et. al.*, 2011), o que possibilita testar o índice em ambientes de discrepâncias no âmbito da conformação do relevo e em seus valores energéticos.

O objetivo deste estudo é o de comparar métodos distintos de cálculo do índice de Hack, partindo da perspectiva da energia da rede de drenagem, visando interpretações do processo de evolução do relevo.

2. Procedimentos metodológicos

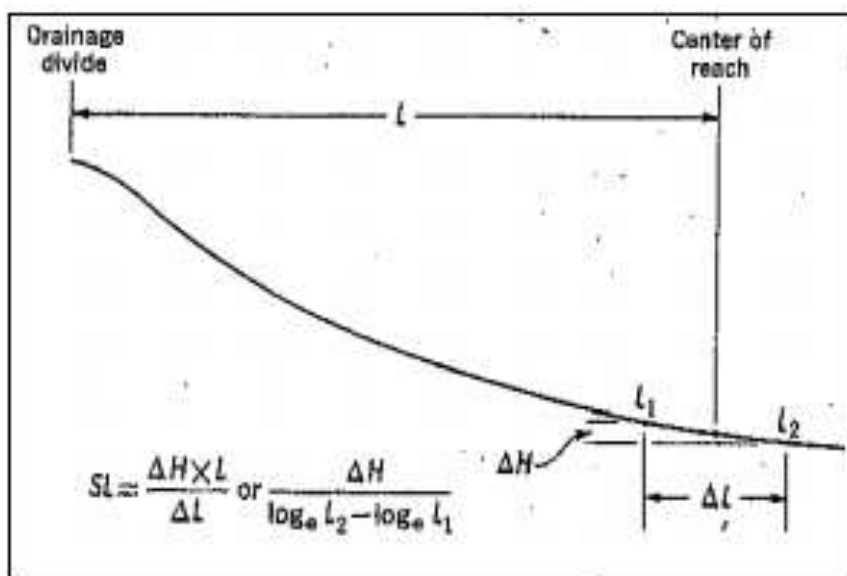
O Índice de Hack proposto por Hack (1973) trata da relação entre a declividade e a extensão do canal fluvial em perfis longitudinais de rios. No Brasil, é conhecido como Relação Declividade-Extensão (RDE) (Etchebehere *et al.*, 2004), obtido com a seguinte fórmula: $SL = (h/l) * L$. Sendo SL o índice (Declividade-Extensão), h a diferença entre a altura máxima e a mínima do trecho do canal estudado, l é a projeção horizontal do trecho a ser estudado e L é o comprimento do ponto mais a jusante do trecho estudado à cabeceira da bacia em linha reta (Fig. 1).

Para calcular o segmento total do canal de drenagem o Índice de Hack (IH) foi calculado para toda a extensão de um curso d'água, considerando a amplitude altimétrica total entre a cota da cabeceira e a cota da foz, bem como o logaritmo

neperiano da extensão total do mesmo, conforme sugerido por Etchebehere *et al.*, (2004), Fonseca (2010) e Fonseca e Augustin (2011).

Para calcular o segmento hierarquizado, primeiro deve-se realizar a hierarquização fluvial conforme proposta por Strahler (1952). Em seguida, deve-se calcular o Índice de Hack, segundo sua ordem hierárquica. Dessa forma, considera-se a amplitude altimétrica total entre uma determinada ordem hierárquica e a sua ordem imediatamente superior, sendo que o logaritmo neperiano da extensão do curso fluvial segue o mesmo critério.

Figura 1 - Representação esquemática do cálculo do Índice de Hack.



Fonte: Hack (1973)

Os valores calculados do IH foram plotados na metade do traçado de cada drenagem (ETCHEBEHERE *et al.*, 2004 e Fonseca, 2010), afim de possibilitar a aplicação de métodos de estatística espacial do índice em questão e utilizando o interpolador IDW (*Inverse distance weighted*) para espacializar as informações.

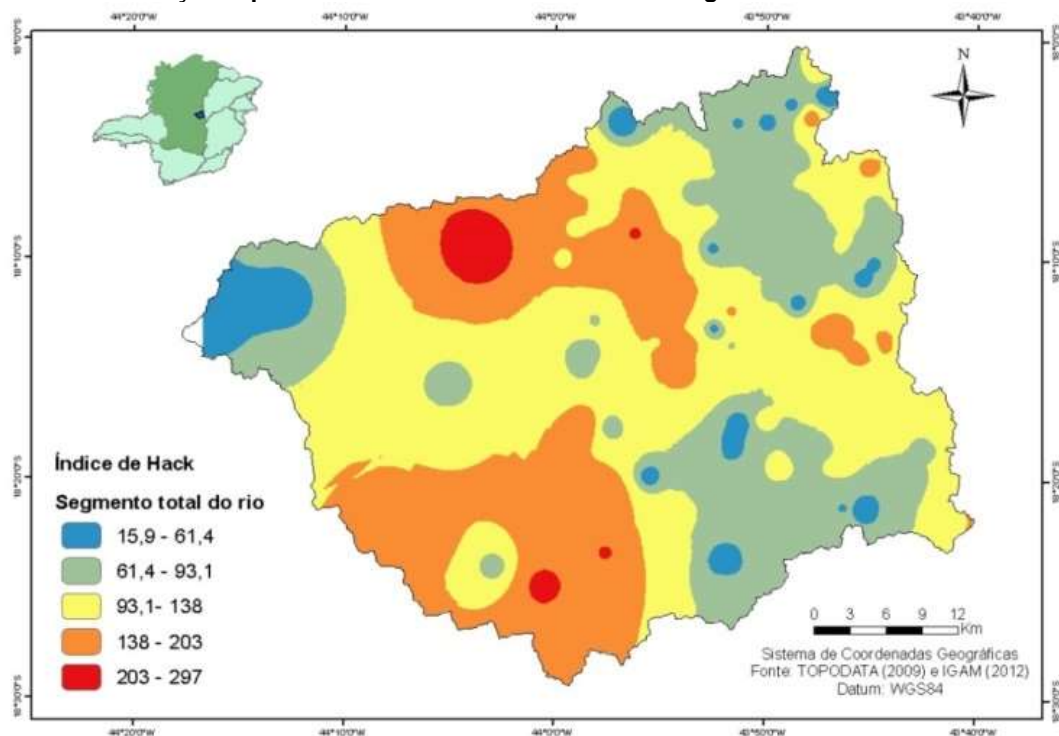
As variáveis necessárias ao cálculo do IH (diferença altimétrica do canal de drenagem e seu comprimento) foram extraídos sobre o modelo digital de elevação do Projeto Topodata/INPE (2009). A base cartográfica referente à hidrografia da bacia analisada foi a do IGAM (2012), os dados foram tratados no programa ArcGIS 10.1.

3. Resultados

A análise comparativa dos padrões de cálculo do índice de Hack (IH) para a bacia do Rio Pardo evidenciou resultados distintos (Figuras 2 e 3), indicando que o uso de segmentos hierarquizados alcança um resultado mais ajustado às variações de energia da rede de drenagem, e conseqüentemente às variações estruturais e morfológicas. Por outro lado, o resultado do IH para todo o comprimento de cada rio mascara a variabilidade energética local, mas não é totalmente discrepante em relação ao IH local, preservando uma correlação espacial.

Hack (1973) observou em seus estudos que valores elevados do índice relacionam-se diretamente à competência e à energia dos rios. A interpolação dos valores pontuais do índice de Hack resultou em uma superfície com variação contínua no espaço, este procedimento geoestatístico permitiu espacializar os valores para toda a bacia, facilitando e otimizando a análise.

Figura 2 – Distribuição espacial do Índice de Hack utilizando o segmento total do rio em seu cálculo.

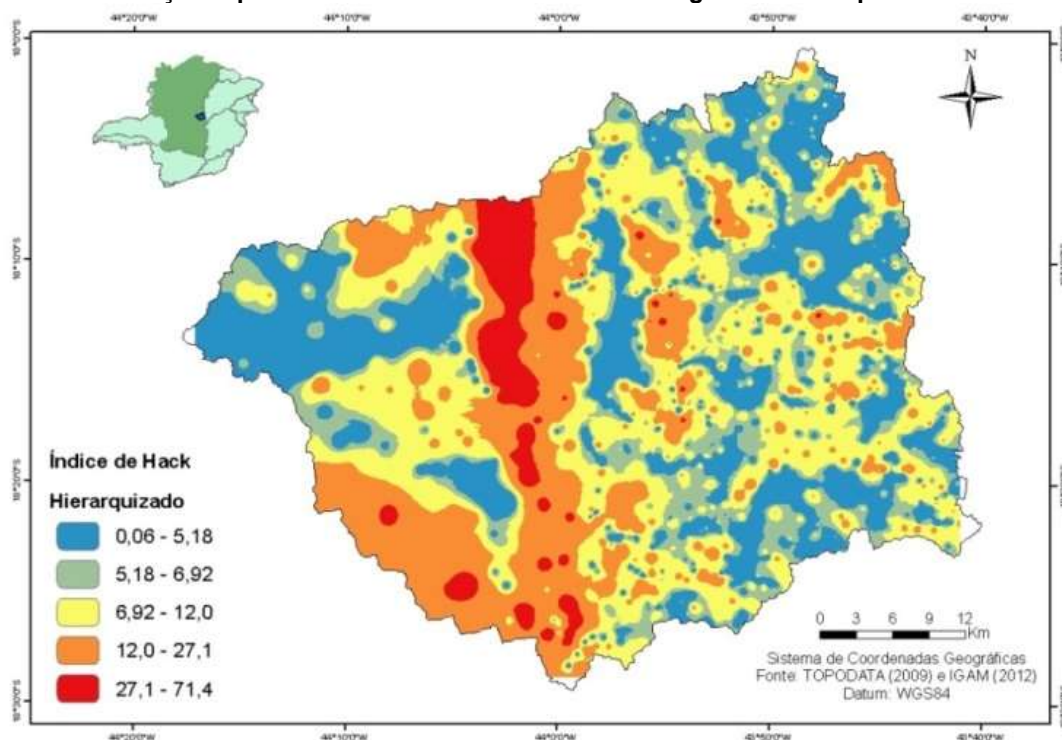


A espacialização do índice de Hack foi de fundamental importância para uma melhor observação da dinâmica energética da bacia hidrográfica, permitiu observar que os valores elevados encontrados na bacia do rio Pardo relacionam-se mais com

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

a diferença litológica marcante da bacia. É possível observar zonas de valor elevado do índice ao longo da escarpa oeste, onde ocorre discordância erosiva entre os litótipos quartzíticos do Supergrupo Espinhaço e os carbonáticos do Grupo Bambuí. Além de proporcionar a comprovação visual das discrepâncias entre os dois métodos de cálculo do IH (Figuras 2 e 3).

Figura 3 – Distribuição espacial do Índice de Hack utilizando o segmento hierarquizado em seu cálculo.



Na Figura 2 foi adotado o procedimento que utiliza o segmento total do rio para o cálculo do IH. É possível perceber de um modo bem regional a espacialização do IH, assumindo grandes compartimentos de valores de alto índice e de baixo índice, apresentando o IH por grandes áreas de influência energética.

A amplitude total dos valores do IH também são bem distintos, conforme o padrão de cálculo utilizado, no uso do segmento total do rio (Figura 2), é alto (15,9 a 297), o que indica grandes variações ao longo da bacia, no uso do segmento hierarquizado (Figura 3), é mais baixo (0,06 a 71,4), isso se deve a amplitude altimétrica ser muito maior no uso do segmento total, o que influencia no cálculo.

Na Figura 3 foi adotado o padrão de cálculo hierarquizado, o qual possibilitou obter uma riqueza de detalhes acerca da espacialização do IH, o que permite

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

interpretar com maior segurança a compartimentação do relevo, a intercalação de áreas de alta e baixa energia de forma a entender as peculiaridades da bacia.

4. Considerações Finais

Os resultados apresentados pela aplicação do Índice de Hack indicam que o uso de segmentos de drenagem hierarquizados são mais eficazes no detalhamento da configuração energética do relevo, do que o uso do segmento total do rio.

Portanto, o cálculo do IH tomando como padrão o segmento hierarquizado pode ser de grande valia para interpretações da evolução geomorfológica do relevo. Ele permite estabelecer associação com a base litoestrutural, e fornece elementos analíticos que possibilitam agilização dos procedimentos de trabalho de campo. Seu cálculo em SIG permite a formação de um banco de dados e informações para a interpretação geomorfológica das formas do relevo e dos fatores condicionantes envolvidos na distribuição diferenciada dessas formas.

Referências

- Augustin, C.H.R.R.; Fonseca, B.M.; Rocha, L.C. Mapeamento Geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, v.19, n.2, p.50-69, 2011.
- Etchebehere, M.L.C.; Saad, A.R.; Perinotto, J.A.J.; Fulfaro, V.J. Aplicação do Índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Revista de Instituto de Geociências da USP – Séries Científica**, v. 4, n.2, p.43-56, 2004.
- Etchebehere, M.L.C.; Saad, A.R.; Santoni, G.; Casado, F.C.; Fulfaro, V.J. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do rio do Peixe, região Ocidental Paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. **Revista UNESP – Geociências**, v.25, n. 3, p.271-287, 2006.
- FONSECA, B.M; AUGUSTIN, C.H.R.R. Use of GIS to calculate Hack Index as a basis for comparative geomorphologic analysis between two drainage basins: a case study from SE-Brazil. In: International Geographic Union Regional Geographic Conference - UGI 2011, 2011, Santiago. Abstracts International Geographic Union Regional Geographic Conference - UGI 2011. **Santiago**: Military Geographic Institute of Chile (IGM), vol. 1, p. 1-12, 2011.
- Fonseca, B.M.; Augustin, C.H.R.R.; Bezerra, D.P. Análise de perfis longitudinais na bacia hidrográfica do alto Jequitinhonha serra do Espinhaço Meridional/MG. **Territorium Terram**, v.1, p.1-7, 2013.
- Fonseca, B.M.; Augustin, C.H.R.R. Análise morfométrica de bacias de drenagem e sua relação com a estrutura geológica, Serra do Espinhaço Meridional, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.15, n.2, p.153-172, 2014.
- Fonseca, B.M. O uso do Sistema de Informações Geográficas na análise morfométrica e morfológica de bacias de drenagem na Serra do Espinhaço Meridional – MG data.2010. 93p. Dissertação

- (Mestrado em Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2010.
- Hack, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **Journal of Research of the United States Geological Survey**, v.1, n.4, p.421-429, 1973.
- Howard, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **American Association of Petroleum Geology Bulletin**, Tulsa, v. 51, n.11, p.2246-2259, 1967.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br>>. Acesso em: 10.fev.2015.
- Leopold, L.B., and Maddock, T.,. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. **Geological Survey Professional Paper 252**. 57p. 1953.
- Phillips, L.F.; Schumm, S.A. Effect of regional slope on drainage networks. **Geology**, v. 15, p. 813-816, 1987.
- Saadi, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens. **Geonomos**, v.3, n.1, p.41-63, 1995.
- Schumm, S. A. River response to baselevel change: Implications for sequence stratigraphy. **Journal of Geology**, v. 101, p. 279-294, 1993.
- VALERIANO, M.M.; ROSSETTI, D.F.; ALBUQUERQUE, P.C.G. Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. **Anais**. São José dos Campos, SP : INPE, 2009. Artigos, p. 1-8. CD-ROM.
- Volkov, N. G.; Sokolovsky, I. L.; Subbotin, A. I. Effect of recent crustal movements on the shape of longitudinal profiles and water levels in rivers. In: International Symposium on River Mechanics, 1967. Bern. Suiss. **Proceedings...Bern**: International Union of Geodesy and Geophysics, 1967.p. 105-116.
- WESCOTT, W. A. Geomorphic thresholds and complex response of fluvial systems - Some implications for sequence stratigraphy. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 77, n. 7, p. 1208-1218, 1993.

Agradecimentos

Agradeço a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDROMORFOLÓGICAS E QUALIDADE AMBIENTAL DO CANAL COQUEIROS/ CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

SOUZA, V.S¹

CUNHA, S.B²

1 Universidade Federal Fluminense – UFF
vssgeografia@gmail.com

2 Universidade Federal Fluminense – UFF
sandracunha@openlink.com.br

Resumo

O presente trabalho, realizado no canal Coqueiros na cidade de Campos dos Goytacazes/ RJ, teve como objetivo avaliar o grau de degradação do canal Coqueiros através das condições hidromorfológicas e da qualidade ambiental, em virtude da intervenção antrópica. Através de trabalhos de campo foi possível identificar a baixa vazão e disponibilidade de água no canal Coqueiros, assim como a erosão de margens, o descarte inadequado de lixo no canal e esgoto sem tratamento através de tubos de PVC. O protocolo de campo aplicado durante a pesquisa permitiu realizar um diagnóstico do estágio de degradação do canal que variou entre crítico e avançado. A análise bacteriológica da água revelou uma grande quantidade de coliformes fecais nas águas do canal na área urbana (2.400 NMP/100 ml) e na área rural 0.

Palavras-chave: Qualidade ambiental. Diagnóstico. Estágio de degradação.

Abstract

This study, conducted at Coconut canal in the city of Campos dos Goytacazes / RJ, aimed to evaluate the degree of degradation of Coconut canal through the hydromorphological conditions and environmental quality, because of human intervention. Through field work was possible to identify the low-flow, water availability Coconut Canal, as well as the erosion of margins, inadequate waste disposal in the channel and untreated sewage through PVC pipes. Field protocol applied during the research allowed a diagnosis of canal degradation stage ranging from critical and advanced. Bacteriological water analysis revealed a large amount of fecal coliforms in the waters of the canal in the urban area (2,400 MPN / 100 ml) and in the rural area 0.

Keywords: Environmental quality. Diagnostic. Degradation stage.

1. Introdução

O canal Coqueiros está localizado no município de Campos dos Goytacazes, estado do Rio de Janeiro e foi construído em meados do século XX pelo Departamento Nacional de Obra e Saneamento (DNOS). O canal possui 45 km de

extensão e contribui para ligar as águas do rio Paraíba do Sul à lagoa Feia. De toda sua extensão 7,5 km são responsáveis por realizar drenagem urbana e 37,5 km são responsáveis por drenar a área rural nos períodos de chuva e fornecer água para irrigação nos períodos de estiagem (BIDEGAIN, 2002 *et al*).

Esse canal é uma importante fonte de água para o setor agropecuário da Baixada Campista, principalmente no período de estiagem. Getirana (2005) ressalta que além de contribuir para irrigação esse curso d'água é responsável por drenar cerca de 29.000 ha. Miro (2009) ressalta que a baixa declividade que é em média 0,11 m/km deve receber atenção, visto que exigirá manutenção periódica.

A paisagem urbana do canal Coqueiros não foge a dinâmica dos rios urbanos brasileiros que são chamados de forma pejorativa de valão. Isso ocorre devido a problemas como aceleração do processo de erosão de margens, assoreamento da calha fluvial, deposição de lixo e esgoto *in natura* (COSTA, 2006). Tudo isso interfere na qualidade ambiental do curso d'água.

Cunha (2006) ressalta que o estado de conservação da vegetação ciliar, margens erodidas e solapadas, presença de árvores com raízes expostas ou inclinadas são indicadores de degradação dos corpos hídricos.

A hipótese levantada nesse trabalho é que o canal Coqueiros está passando por um franco processo de degradação ambiental devido aos problemas que são percebidos através de uma inspeção visual da paisagem.

2. Metodologia de trabalho

Para a avaliação das condições hidrogeomorfológicas o ambiente fluvial foi dividido em leito, margens e planície. Na etapa referente ao leito do canal, foram realizadas medições e monitoramentos no campo dos valores de vazão, foram traçados os perfis transversais além da coleta de água para avaliar sua qualidade. Nas margens e na planície foram utilizados protocolos de campo com o intuito de avaliar o grau de degradação.

Para obtenção da vazão, no momento do traçado das seções transversais, foram necessárias variáveis como largura do canal, profundidade média do canal, e velocidade, que podem ser expressas pela equação $Q = L \times P \times V$.

Para construir a seção transversal, também conhecida como perfil transversal, foi medida a largura do rio, em metros. Uma trena, transversal ao canal foi estendida e foram feitas medições de profundidade.

As análises da água do canal Coqueiros foram realizadas pelo laboratório da FUNDENOR (Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional). Foram realizadas duas coletas, a primeira no dia (06/06/2014) ocorreu no período de estiagem e a segunda no dia (05/12/14) chuvoso. Foram realizadas análises bacteriológicas (coliformes fecais e totais) da água.

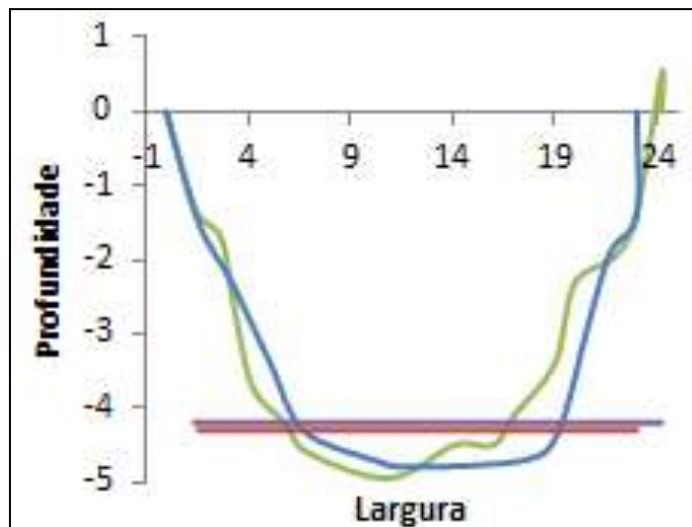
Para avaliar o estágio de degradação do ambiente fluvial utilizou-se um protocolo de campo adaptado a área de estudo. O protocolo foi utilizado por Damasco (2014) e segundo ele essa metodologia é resultante de trabalhos desenvolvidos por agências ambientais de países que são referência na gestão dos recursos hídricos. Cabe ressaltar que essa metodologia foi adaptada ao ambiente tropical. O formulário de análise para item leito; contém 11 parâmetros, para margem 7 parâmetros e para planície 2, que são quantificáveis de 0 a 4, sendo que quanto mais próximo de 4, mais o canal se aproxima de suas condições naturais, quanto mais próximo de zero, mais degradado. Os valores obtidos de 0,0 – 0,4 correspondem a um estágio crítico de degradação; 0,5 – 1,4 avançado; 1,5 – 2,4 intermediário; 2,5 – 3,4 inicial; 3,5 – 4,0 corresponde a dinâmica natural.

3 . Resultados e Discussões

A coleta de dados mostrou que a vazão do canal Coqueiros varia entre 4.987 m³/s e 16,412 m³/s ao longo dos 45 km de extensão. Cabe ressaltar que a vazão pode ser controlada pelas comportas de adução situadas no rio Paraíba do Sul, porém na obtenção dos dados duas das quatro comportas estavam levantadas. Para os dois períodos de observação verificou-se uma ligeira variação da largura do canal e forte mudança na morfologia do fundo indicando alta remobilização desses sedimentos (Figura 1).

A tabulação dos dados do protocolo de campo permitiu a mensuração hidromorfológica do leito, margem e planície. As tabelas 1,2 e 3 apresentam os resultados obtidos e as variáveis analisadas.

Figura 1 – Seção Transversal e variação da largura do canal Coqueiros.



Fonte: SOUZA, 2014.

Tabela 1 – Resultados da análise hidromorfológica do leito do canal Coqueiros

Parâmetro	Nota atribuída por trecho						
	1	2	3	4	5	6	7
Sinuosidade	0	0	0	0	0	0	0
Barras	0	0	0	0	0	0	0
Estruturas especiais	0	2	0	0	0	0	0
Barreiras artificiais	4	4	4	4	4	4	4
Canalização	0	0	0	0	0	0	0
Passagens	2	2	2	0	4	4	4
Corredeiras e Piscinas	0	0	0	0	0	0	0
Diversidade do fluxo	0	0	0	0	0	0	0
Fixação do leito	4	4	4	4	4	4	4
Diversidade dos substratos	0	0	0	0	0	0	0
Estruturas do leito	0	0	0	0	0	0	0
Valor médio	0,9	1,0	0,9	0,7	1,0	1,0	1,0

Elaboração: Victor Souza, 2014.

Tabela 2 – Resultados da análise hidromorfológica das margens do canal Coqueiros

Parâmetro	Nota atribuída por trecho						
	1	2	3	4	5	6	7
Forma do perfil transversal	0	4	4	4	4	0	0
Profundidade do perfil transversal	4	4	4	4	4	4	4
Variabilidade da largura	0	0	0	0	0	0	0
Tubulações	4	0	4-0	4-0	4-0	0-0	0-0
Erosão das margens	0	2	0	2-0	2-0	2-0	2-0
Pontes	0	0	0	0	4	4	4
Vegetação/fixação das margens	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-1	3-1
Valor médio	1,6	2,1	2,4	2,0	2,6	1,5	1,5

Elaboração: Victor Souza, 2014.

Tabela 3 – Resultados da análise hidromorfológica da planície fluvial do canal Coqueiros

Parâmetro	Nota atribuída por trecho						
	1	2	3	4	5	6	7
Uso da terra predominante	2-0	2-0	0-0	0-0	2-2	2-1	2-2
Faixa ciliar	0-0	2-0	0-0	0-0	0-0	0-0	2-0
Valor médio	0,5	1	0	0	1	0,8	1,5

Elaboração: Victor Souza, 2014.

A análise das tabelas revela que ao longo do canal item leito está em um estágio avançado de degradação, enquanto a margem encontra-se em um nível intermediário de degradação. No que diz respeito a planície é possível perceber que alguns trechos encontram-se em níveis críticos e avançado.

Os coliformes fecais e totais apresentaram valores elevados no setor urbano, com 2.400 NMP/100 ml, enquanto o setor rural apresentou o resultado de 27 NMP/100 ml de coliformes totais e 0 de coliformes fecais. De acordo com a resolução do CONAMA (2005) os valores encontrados de coliformes fecais no setor urbano tornam as águas do canal Coqueiros imprópria para os usos de classe 2 e para dessedentação de animais que refere-se a classe 3, onde, segundo a resolução, não pode passar de 1000/100 ml. No que diz respeito ao setor rural não há preocupação com os coliformes fecais. Os resultados das análises de coliformes fecais e totais revelaram que os problemas em relação ao despejo inadequado de efluentes domésticos apresentados por Crespo (2007) e Cezário e Souza (2012) persistem. Há alto valor de coliformes fecais indica que as águas do canal estão contaminadas por fezes, favorecendo o surgimento de doenças como a verminoses e diarreias contribuindo para falta de qualidade de vida além da presença de odores desagradáveis.

4. Considerações finais

A pesquisa deixa claro que o canal Coqueiros está passando por um franco processo de degradação ambiental, tanto no que diz respeito aos aspectos hidromorfológicos quanto a qualidade da água. Esse cenário contribui fortemente para a manutenção dos conflitos pelo uso da água na zona rural devido a necessidade da captação de água para o desenvolvimento das suas atividades produtivas. No que diz respeito a população urbana que convive com a paisagem

degradada do canal pode prejudicar a sua qualidade de vida, devido ao mal cheiro e a proliferação de ratos, mosquitos e outros insetos.

Embora a manutenção do canal seja de responsabilidade do poder público é de suma importância que a população faça a sua parte, evitando o descarte inadequado de lixo e esgoto no canal. A partir daí a população deve cobrar do INEA (Instituto Estadual do Ambiente) obras de revitalização e manutenção do sistema. Ainda é do conhecimento de todos que o canal foi construído em uma área muito plana, associado a isso a situação das comportas que precisam de um manejo coerente que não prejudique nenhum dos usuários.

Referências

- BIDEGAIN, P.; BIZERRIL, C.; SOFFIATI, A. Lagoas do Norte Fluminense - Perfil Ambiental. Rio de Janeiro: Semads 2002 - 148 p.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em <:http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/legislacoesambientais/2005_Res_CONAMA_357.pdf> acessado em 29/05/2010.
- CEZÁRIO, M.C; SOUZA, V.S. A Paisagem do Canal Coqueiros: da Inversão da Funcionalidade Urbana a Dependência Rural. 2012. 88p. (Monografia) Curso de Licenciatura em Geografia. Instituto Federal Fluminense – IFF Campos, Campos dos Goytacazes/ RJ. 2012.
- COSTA, L.M.S.A. Rios Urbanos e o Desenho da Paisagem. In COSTA, L.M.S.A. (Org.). Rios e paisagens urbanas em cidades Brasileiras. – Rio de Janeiro: Viana & Mosley: Ed. Prourb, 2006. P. 9 - 15.
- CRESPO, Claudete Pessanha Pepe. Agressão aos recursos hídricos: um olhar sobre o canal Coqueiros no município de Campos dos Goytacazes. 2005. 90p (Monografia) Curso de pós-graduação *latu sensu* em Educação Ambiental. Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Campos – CEFET Campos, Campos dos Goytacazes/ RJ. 2005.
- CUNHA, S. B.; Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA; A. J. T. (Org.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- DAMASCO, F.S. Condicionantes Naturais e Antropogênicos das Inundações em Sistemas Fluviais Urbanizados: Bacia dos Rios Guaxindiba/Alcântara (RJ). 2014. 111f. Monografia (Bacharelado em geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. 2014
- GETIRANA, A. C. V. Análise de Soluções de Conflitos pelo Uso da Água no Setor Agrícola Através de Técnicas de Programação Linear. 2005. 146f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – COPEE. 2005.
- MIRO, J.S. L. Metodologia para a Elaboração do Zoneamento das Áreas sujeitas à inundação na Baixada Campista/ Norte Fluminense Rio de Janeiro. 2009.127f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.2009.

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRILHANTE - MS

PATRICIA SILVA FERREIRA¹
CHARLEI APARECIDO DA SILVA²
ANTONIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHO³
1 Universidade Federal da Grande Dourados
patty_s.f@hotmail.com
2 Universidade Federal da Grande Dourados
charleisilva@ufgd.edu.br
3 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
toniparanhos@gmail.com

Resumo

Os índices de vegetação obtidos por meio de ferramentas do sensoriamento remoto vêm sendo amplamente utilizados no monitoramento das características da vegetação. Neste sentido, o objetivo deste estudo, fruto de pesquisa realizado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFGD, no âmbito do Laboratório de Geografia Física, foi identificar as mudanças temporais e classificar a cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Brilhante – MS utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Esta bacia possui uso intenso do solo e tem grande importância econômica para o estado devido, principalmente, a agricultura. O processamento das imagens foi realizado nos *softwares* QGIS e Arcview e resultou na elaboração dos mapas de índice de vegetação da bacia para os anos de 2010 e 2014, que permitem avaliar as transformações ocorridas, em termos de cobertura e ocupação da área em estudo, entre esses anos. De acordo com os resultados obtidos verifica-se a possibilidade de intensificação do processo de ocupação desta bacia motivada pela expansão econômica da cana-de-açúcar e pelas suas características físicas dominantes favoráveis ao desenvolvimento da atividade agrícola. A influência desses dois fatores na promoção de transformações no uso e ocupação no interior dessa unidade de territorial tende a um patamar crescente e, portanto, recomenda-se a manutenção e ampliação de políticas ambientais que venham a contribuir para a conservação dos fragmentos florestais.

Palavras-chave: Índice de Vegetação. Sensoriamento Remoto. Cobertura do Solo.

Abstract

The vegetation indices acquired from remote sensing tools, in the assessment of vegetation biophysical variables have been usually used in the monitoring vegetation characteristics. In this sense, the aimed of this study, results from a research conducted at the Post-Graduation Program in Geography UFGD in the Physical Geography Laboratory, was to identify the temporal changes and classify the vegetation in the watershed of the Rio Brilhante - MS using the *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). This basin has intense land use and has wide economic importance to the state due, mainly, to agriculture. The image processing was realized out in QGIS and ArcView software and resulted in the elaboration of the basin vegetation index maps for the years 2010 and 2014, for assessing the changes that have occurred, in terms of cover and occupation of the studied region, between the years. According results acquired was verified a possibility of intensification occupation process the basin driven by economic expansion sugarcane and its dominant physical
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

characteristics favorable to the development agricultural activity. The influence of these two factors in promoting changes in the use and occupation within that territorial unit tends to an increasing level, and, therefore, it is recommended to maintain and expand environmental policies that will contribute to the conservation of forest fragments.

Key-words: Vegetation Index. Remote Sensing. Land Cover.

1. Introdução

O sensoriamento remoto apresenta-se como uma ferramenta que permite a obtenção de dados da superfície terrestre, consiste em uma técnica sem contato direto com os objetos que compõem a superfície da Terra. As atividades desenvolvidas por esta ferramenta envolvem a “detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos” (MORAES, 2002 p. 7).

Os objetos interagem de maneira distinta a radiação eletromagnética incidente, portanto conhecer o comportamento espectral dos objetos terrestres é fundamental para a escolha das bandas espectrais sobre a qual se pretende adquirir dados para determinada aplicação (MORAES, 2002). Os índices de vegetação são resultados das combinações lineares de dados de bandas do espectro eletromagnético, melhorando o sinal da vegetação enquanto minimiza a irradiância solar e os efeitos do substrato de dosséis vegetais esparsos (JACKSON e HUETE, 1991).

Moreira e Shimabukuro (2004) ressaltam que na literatura são encontrados mais de cinquenta índices de vegetação, sendo que a maioria é resultado de uma equação que tem como variáveis as bandas do vermelho e do infravermelho próximo, os índices mais frequentemente utilizados, são: o RVI (*Ratio Vegetation Index*) e o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Para atender aos objetivos deste trabalho optou-se por utilizar o NDVI que pode ser determinado pela equação a seguir:

$$NDVI = \frac{(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(\rho_{ivp} + \rho_v)}$$

Onde: ρ_{ivp} = refletância no infravermelho próximo
 ρ_v = refletância no vermelho

O NDVI é um parâmetro comumente utilizado em dados de sensoriamento remoto para indicar a vivacidade da vegetação, porém em alguns estudos este índice tem sido empregado na estimativa do coeficiente de cultivo das culturas, na análise da degradação ambiental e na classificação de cobertura das terras (SINGH et al., 2006 *apud* LIRA et al., 2011).

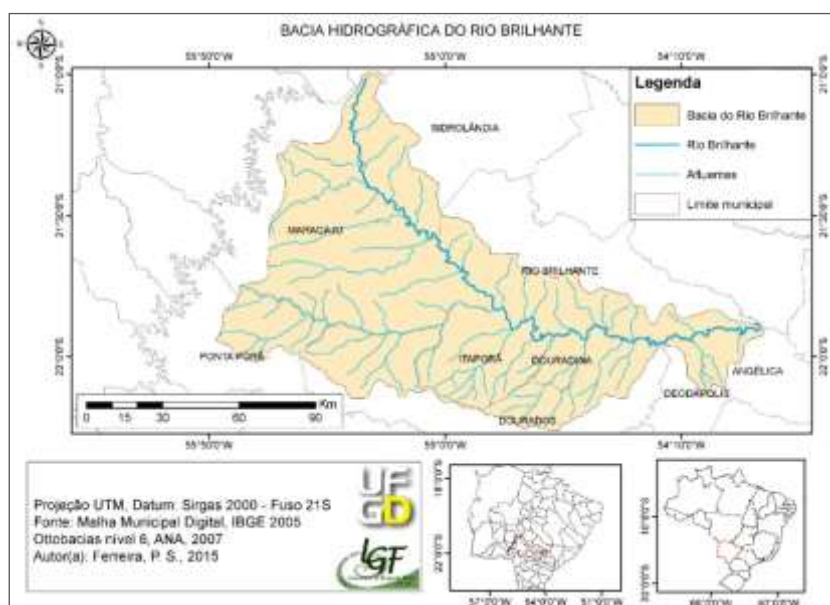
Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivos utilizar técnicas de sensoriamento remoto através de imagens de satélite Landsat para detectar mudanças temporais da cobertura vegetal a partir da aplicação do NDVI na bacia hidrográfica do Rio Brilhante.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Brilhante localiza-se na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, ao sul da bacia do rio Paraná, possui uma extensão de 12.652 km² e é composta por nove municípios inseridos total ou parcialmente em seus limites (Figura 1). Apresenta clima tipo Aw (classificação climática de Köppen – tropical com verão chuvoso e inverno seco), com precipitação variando entre 1400 e 1700 mm. As atividades agrícolas nessa bacia são fortemente influenciadas pela ocorrência e distribuição das chuvas (EMBRAPA, 2005).

Figura 1- Localização da bacia hidrográfica do Rio Brilhante no estado do Mato Grosso do Sul.



2.2 Procedimentos

A metodologia foi baseada nos recursos geotecnológicos, envolvendo técnicas de tratamento, armazenamento e análise espacial dos dados extraídos via SIG. Para tanto foram utilizados o *softwares* QGIS 2.6.1 e Arcview 10.2 onde foi criado um banco de dados georreferenciado, a elaboração do mesmo obedeceu à definição dos parâmetros cartográficos estabelecidos para o Brasil, utilizando Sistema de Projeção UTM e Datum Sirgas 2000.

Neste estudo foram usadas imagens obtidas a partir do satélite Landsat 5, sensor TM; órbita/ponto 224 e 225/75, referente aos dias 24 e 30/09/2010 disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). E imagens do sensor OLI/Landsat 8 com mesma órbita/ponto, referente aos dias 09 e 16/10/2014, disponíveis pela *United States Geological Survey* (USGS).

O mapeamento temático da cobertura vegetal foi realizado a partir da classificação do índice de vegetação utilizando a técnica do NDVI, que é um parâmetro adimensional e seus valores para um determinado pixel sempre variam entre -1 a 1, sendo que valores mais elevados estão associados a uma maior densidade de vegetação.

Devido a grande variabilidade temporal das práticas de manejo de uma área cultivada com cana-de-açúcar e com o intuito de avaliar os respectivos valores de NDVI foram selecionadas duas subáreas com forma e dimensão iguais e que demonstram a densidade de vegetação.

3. Resultados e Discussão

Para as imagens do TM/Landsat-5 as bandas correspondentes ao vermelho e ao infravermelho próximo são as bandas 3 e 4 e para o OLI/Landsat-8 são as bandas 4 e 5, respectivamente. Os valores de NDVI variam de -1 a 1, deste modo quanto mais próximo de 1 maior a densidade de cobertura vegetal, áreas com vegetação rala e esparsa pode apresentar valores próximos a zero, valores de NDVI obtidos de 0 a -1 correspondem a áreas de solo nu. Diante do exposto, as Figuras 2 e 3 representam

duas subáreas do mapa de NDVI obtido para a bacia do Rio Brillhante nos anos de 2010 e 2014.

Figura 2- Imagem TM/Landsat 5(a) em composição colorida R4G5B3 e mapa temático de NDVI (b) referente ao ano de 2010.

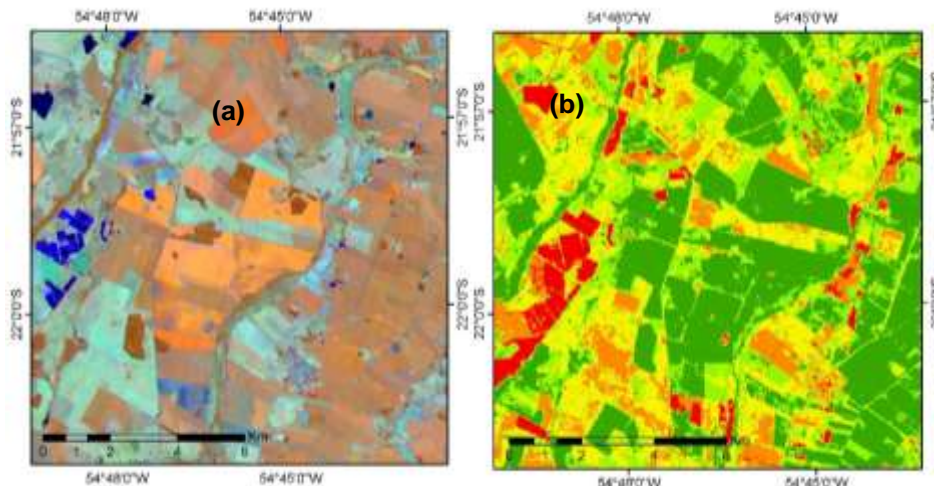
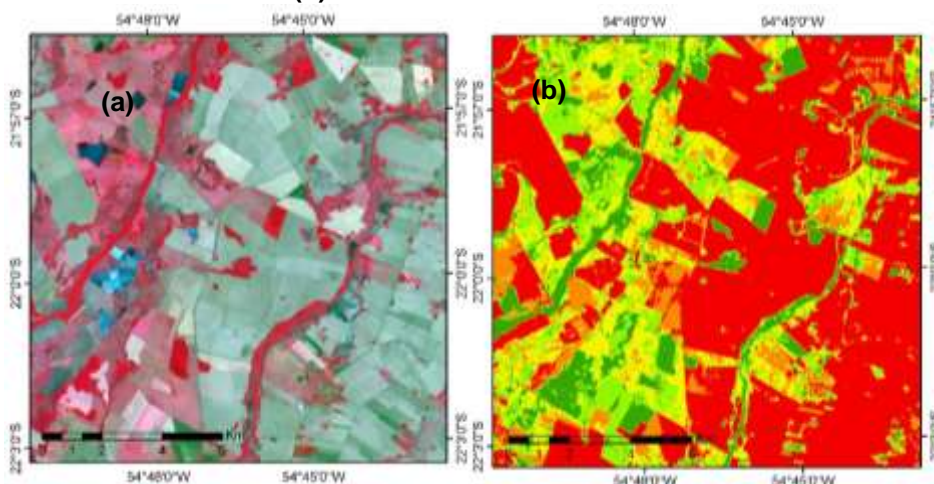


Figura 3- Imagem OLI/Landsat 8 (a) em composição colorida R5G4B3 e mapa temático de NDVI (b) referente ao ano de 2014.



As imagens de NDVI geradas apresentam-se em tons de falsa-cor, o que permite identificar a resposta espectral dos diferentes tipos de cobertura da superfície terrestre, como corpos d'água, áreas urbanas, áreas de cultivo, áreas de vegetação e áreas de solo exposto. Analisando e comparando as os mapas temáticos de 2010 e 2014, verifica-se que houve um aumento significativo nas áreas representadas pela tonalidade do vermelho, que compreendem valores de NDVI de 0,18 a -1 (Figuras 4 e 5). Esses valores estão associados, principalmente, à presença de solo exposto.

Figura 4- Mapa do NDVI da bacia hidrográfica do Rio Brilhante – MS para o ano de 2010.

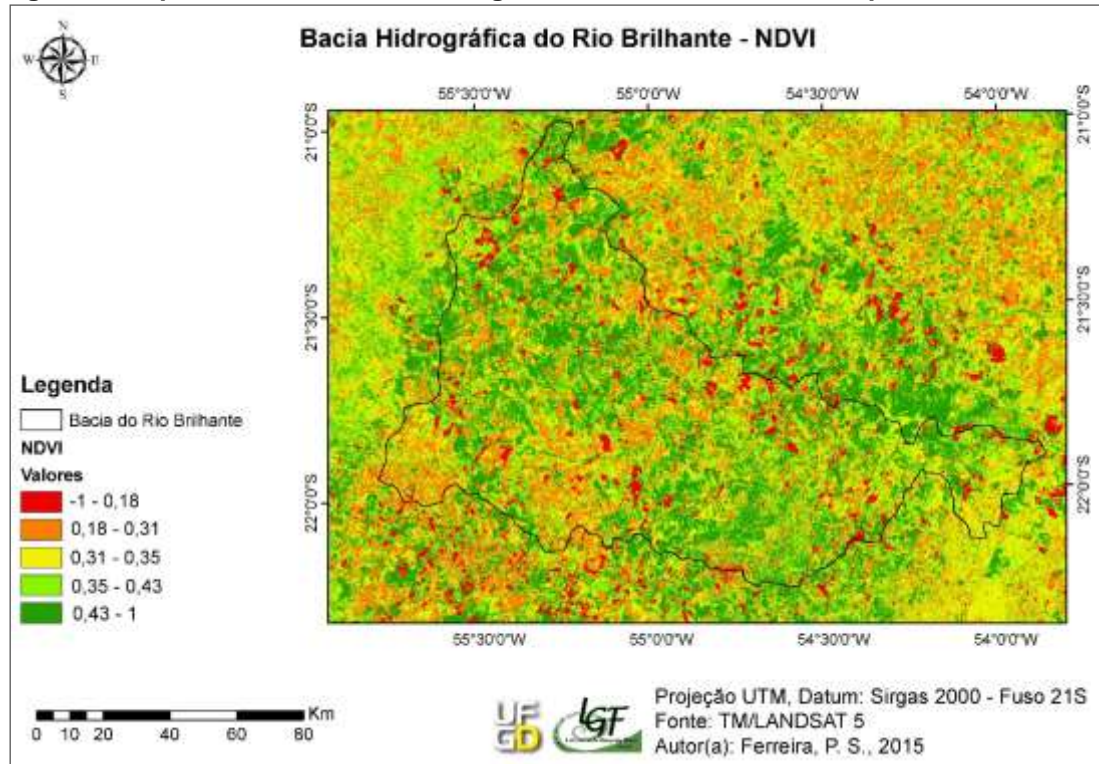
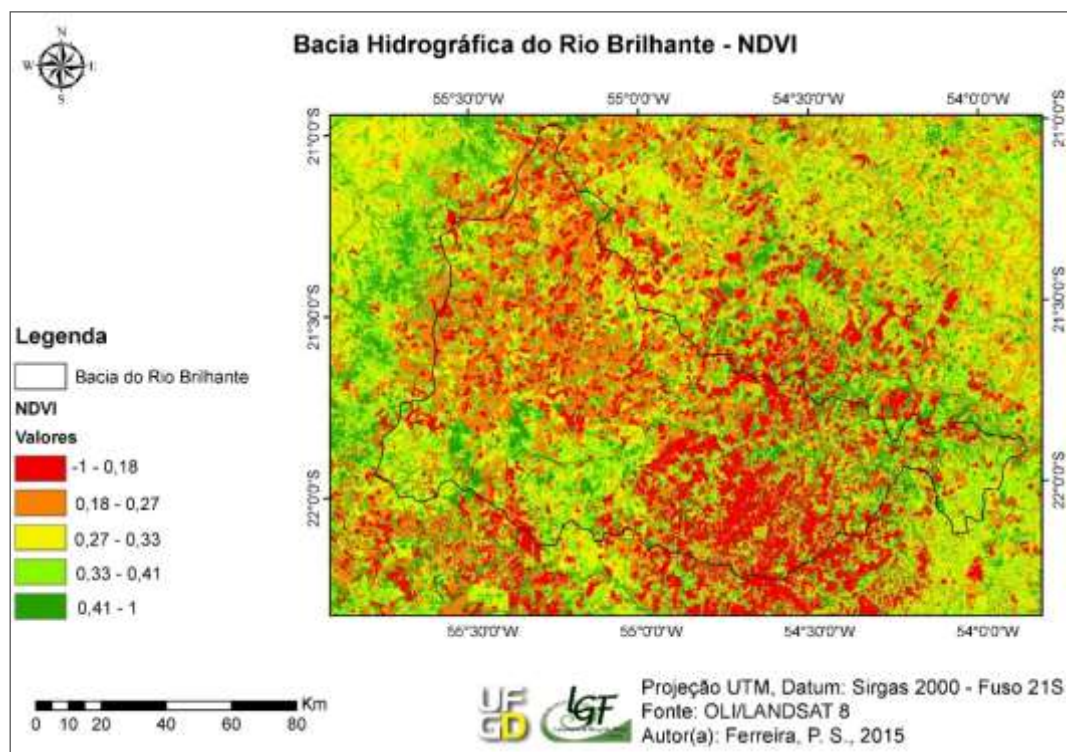


Figura 5- Mapa do NDVI da bacia hidrográfica do Rio Brilhante – MS para o ano de 2014.



A partir dos resultados obtidos para a bacia do Rio Brilhante foi possível classificar o NDVI em três categorias. As áreas sem vegetação: nesta categoria o NDVI possui um valor entre -1 a 0,18 e compreende a superfície de corpos hídricos, as áreas predominantemente ocupadas como centros urbanos, vilas, povoados e as áreas de solo exposto em preparo para o cultivo. Os valores intermediários de NDVI variam entre 0,18 a 0,43 e estão associados a áreas com vegetação esparsa, representam esta categoria as áreas destinadas a atividades agropecuárias – a exemplo da criação de animais e do plantio de cana-de-açúcar, que se destaca como o principal uso desta bacia – em relação às principais atividades desenvolvidas no interior da bacia, estas ocorrem com grande intensidade na porção sudoeste da mesma, devido a seu potencial hídrico representado por uma grande densidade da rede de drenagem. Ainda estão enquadradas nesta categoria as fitofisionomias típicas do Cerrado, como as formações florestais savânicas (Cerradão e veredas) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Cerrado Rupestre).

Os valores máximos de NDVI observados que variam de 0,41 a 1 correspondem à categoria de vegetação densa, para estes valores enquadram-se as plantações de cana-de-açúcar (Figura 2 – representada pelo tom laranja da imagem Landsat) com a estrutura bem desenvolvida, em estágio próximo a colheita. Nesta categoria incluem-se também as áreas protegidas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012), como Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal e Unidades de Conservação. Estes remanescentes florestais são compostos por resquícios da Floresta Estacional Semidecídua, formada por espécies de médio a grande porte estrutural, esta fitofisionomia, na maioria das vezes está localizada ao longo das nascentes, córregos, rios e áreas interfluviais.

4. Considerações finais

As imagens de satélite Landsat obtidas para o ano de 2010 e 2014 indicam mudanças significativas na paisagem da bacia do Rio Brilhante, sobretudo no aumento das áreas de cultivo da cana-de-açúcar, atividade que se apresenta

crescente e intensa, e que pode ser comprovada com o resultado do NDVI das imagens.

Quanto aos remanescentes florestais, vale ressaltar a importância de políticas ambientais que sejam empregadas como dispositivos normativos de uso destas áreas, caso contrário, há uma tendência de diminuição destes fragmentos em detrimento do crescimento econômico da atividade sucroalcooleira.

Referências

- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Precipitação esperada na Bacia do Rio Brilhante, MS**. Dourados, MS, Embrapa/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.
- JACKSON, R. D.; HUETE, A. R. **Interpreting vegetation indices**. *Preventive Veterinary Medicine*, v.11, n.3-4, p.185-200, 1991.
- LIRA, V. M; SILVA, B. B; NETO, J. D; AZEVEDO, C. A. V; FRANCO, E. S; **Varição sazonal da cobertura vegetal em áreas do submédio São Francisco a partir de dados NDVI e imagens TM-Landsat 5**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12, 2011.
- MORAES, E. C; **Fundamentos de sensoriamento remoto**. São José dos Campos, 2002. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- MOREIRA, M. A.; SHIMABUKURO, Y. E. **Cálculo do índice de vegetação a partir do sensor AVHRR**. In: Ferreira, N. J. (Coord.). *Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIRO-N*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. cap. 4, p.79-101.

Agradecimentos

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa até o presente momento para realização desta pesquisa de mestrado. A PROPP 2015, pelo recurso disponibilizado a este trabalho, por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

O ENTENDIMENTO DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA BACIA HIDROGRÁFICA RIO DAS ANTAS – IRATI/PR A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE RÍTMICA

ANDREZA ROCHA DE FREITAS¹
MARILAINE ALVES DOS SANTOS²
SILVIA MÉRI CARVALHO³

1Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/PPGG
andreza_rocha@yahoo.com.br

2Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/PPGG
mari.geografia@hotmail.com

3Universidade Estadual de Ponta – UEPG/PPGG
silviameri@brturbo.com.br

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo identificar as causas da precipitação que ocorreu entre os dias 1 e 15 de junho de 2014, no Município de Irati, no Estado do Paraná. Esta precipitação propiciou a ocorrência de eventos hidrológicos extremos (enchentes) em pontos específicos na Bacia Hidrográfica Rio das Antas. As enchentes ocorrem devido a processos históricos de uso e ocupação da terra no espaço urbano, atreladas à impermeabilização do solo e ocorrência de precipitações intensas. Para se entender a gênese do fenômeno ocorrido na primeira quinzena do mês de junho no Município de Irati adotou-se metodologia da Análise Rítmica. Os dados utilizados na análise foram: pressão atmosférica, pluviosidade, umidade relativa, direção dos ventos, nebulosidade e a identificação das massas de ar e frentes atuantes foi realizada através das cartas sinópticas geradas pela Marinha do Brasil. Após a coleta das informações estas foram organizadas para a geração dos gráficos por meio do *software* RítmicoAnálise. Observou-se que, no período estudado, o volume intenso de precipitação resultou de uma Frente Polar Atlântica que se tornou estacionária sobre a região central do Estado do Paraná, desencadeando eventos hidrológicos extremos de enchentes em 18 pontos da Bacia Hidrográfica Rio das Antas em Irati.

Palavras-chave: Enchentes. Análise Rítmica. Irati.

Abstract

The present work aims to identify the causes of the precipitation that occurred between the 1st and June 15th, 2014, in the city of Irati, in Paraná State. This precipitation led to the occurrence of extreme hydrological events (floods) at specific points in the Hydrographic Basin Rio das Antas. The floods occur due to historical processes of land use and occupation of urban space, linked to soil sealing and occurrence of intense precipitations. To understand the genesis of the phenomenon occurred in the first half of June in Municipality of Irati was adopted methodology of Rhythmic Analysis. The data used in the analysis were: atmospheric pressure, precipitation, relative humidity, wind direction, cloud cover and the identification of air masses and fronts active was undertaken through synoptic charts

generated by Marinha do Brasil. After collecting the information they were organized for the generation of graphics through RítmoAnálise software. It was observed, that during the study period, the intense volume of precipitation resulted from an Atlantic Polar Front, that became stationary on the central region of Paraná State, triggering extreme hydrological events of flooding in 18 points of the Hydrographic Basin Rio das Antas in Irati.

Palavras-chave: Floods. Rhythmic Analysis. Irati.

1. Introdução

A concentração da população nos espaços urbanos gera problemas relacionados às desigualdades sociais e vulnerabilidades associadas à ocupação de áreas consideradas de risco onde ocorrem as inundações, foco deste trabalho.

Para Mendonça *et al* (2013) as inundações não são decorrentes de mudanças climáticas globais e sim da história das cidades, resultado do processo de urbanização. Para os autores assim que as cidades se consolidaram em locais de pluviosidade concentrada e elevada, sendo esta uma característica de regiões tropicais e subtropicais, o crescimento das cidades foi conjugado ao espraiamento das águas superficiais causando inundações.

Cech (2013, p. 74) afirma que “as inundações ocorrem quando a precipitação e o escoamento decorrente excedem a capacidade da calha fluvial de manter na mesma seção o aumento da vazão” e que se tornam comuns e graves devido à influência das atividades humanas, principalmente, sendo resultante da pavimentação da superfície. Essas inundações podem ser causadas por tempestades e chuvas intensas e contínuas, pelo derretimento de neve e de calotas de gelo.

Para se entender este evento hidrológico extremo (inundação) é necessário que se faça a coleta e sistematização de informações relacionadas ao uso da terra e ao índice pluviométrico da área estudada. Portanto, estudos relacionados aos sistemas meteorológicos causadores de eventos hidrológicos extremos se tornam importantes, pelo fato de que proporcionam o entendimento e a explicação da origem de tais fenômenos.

O entendimento da origem dos fenômenos meteorológicos se dá por meio da noção de dinâmica, gênese e ritmo. Estes conceitos constituem os fundamentos do entendimento do fenômeno atmosférico como categoria de análise geográfica (NETO, 2008) fazendo parte da análise dinâmica dos estudos climáticos relacionados à ocorrência de eventos de inundações.

Segundo Monteiro (1971) o ritmo climático só podia ser compreendido através da análise dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosférico que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo utilizar a metodologia desenvolvida por Monteiro (1971) para apresentar a análise rítmica do tempo atmosférico do Município de Irati entre os dias 1 a 15 de junho de 2014, para compreender os fenômenos que deram origem a intensa pluviosidade e consequente inundação no referido Município nestes dias.

2. Metodologia

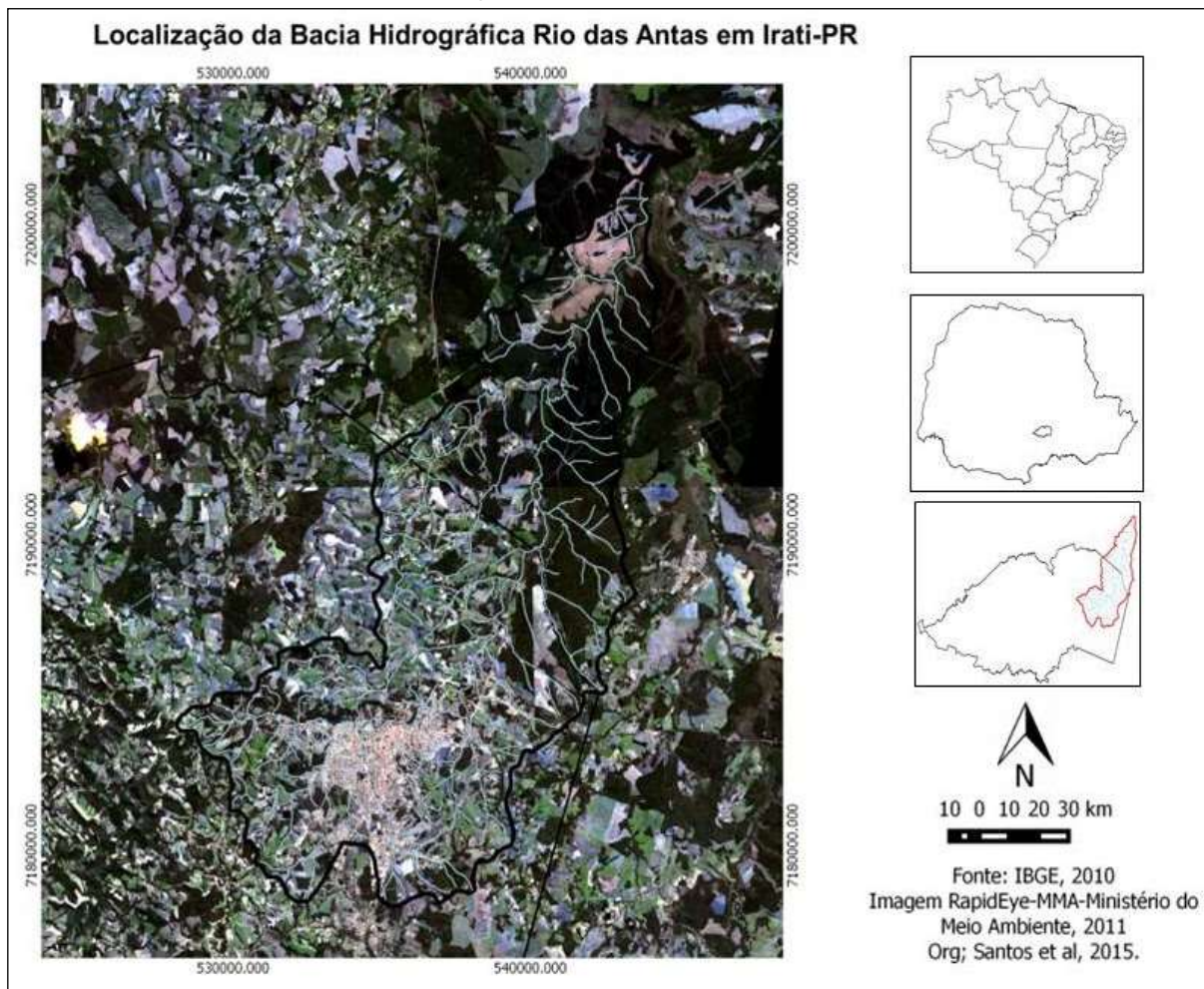
Buscando entender as causas da precipitação intensa ocorrida no Município de Irati na primeira quinzena do mês de junho de 2014, adotou-se a Análise Rítmica, proposta por Monteiro (1971), que visa mostrar de forma individual os tipos de tempo atmosféricos e assim acompanhar seus ritmos juntamente com o acompanhamento das medidas observadas por uma estação meteorológica. A adoção desta metodologia auxilia no entendimento da variabilidade dos elementos climáticos e a relacioná-los entre si.

Para apresentar a análise rítmica neste trabalho foram utilizados dados climáticos, como pressão atmosférica, pluviosidade, umidade relativa do ar, direção dos ventos, nebulosidade, disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Para a interpretação das massas de ar e frentes foram utilizadas as cartas sinóticas geradas pela Marinha do Brasil e disponibilizadas em seu *website* (<http://www.mar.mil.br/>). Os gráficos dos elementos climáticos necessários à análise

rítmica foram gerados por meio do *software* RítmoAnálise (BORSATO, 2006; BORSATO e BORSATO, 2008).

A área estudada corresponde à bacia hidrográfica Rio das Antas localizada nos Municípios de Irati, Fernandes Pinheiro e Imbituva, no Estado do Paraná (Figura 1). Segundo Andrade *et al* (2009) trata-se de uma bacia de quarta ordem sendo um dos principais corpos hídricos de Irati. O Rio das Antas têm suas nascentes na serra da Nhapindazal (área rural) e depois de percorrido aproximadamente 1,5km adentra o perímetro urbano na localizada da Vila São João. Na bacia são identificados diferentes tipos de usos da terra, como: área urbanizada, industrial, cultivo, campo e mata que têm influenciado significativamente a dinâmica da área por meio de atividades urbanas e agrícolas (FREITAS, 2010).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica Rio das Antas



3. Resultados e Discussão

Entre os dias 06 e 09 de junho de 2014 a cidade de Irati teve um índice pluviométrico significativo (293,9mm), sendo que o normal para o mês de junho todo para a região é de 150mm, o que desencadeou enchentes em determinadas áreas da bacia hidrográfica Rio das Antas.

Os dois primeiros elementos atmosféricos analisados e relacionados (Gráfico 1) foram a pressão atmosférica e a temperatura. Entre os dias 01 e 03 de junho a temperatura apresentou uma queda e a pressão atmosférica aumentou. A partir do dia 04 até o dia 08 a temperatura estabiliza-se em 17°C e a pressão atmosférica diminui até o dia 08 quando aumenta novamente.

Relacionando-se a temperatura, pressão atmosférica e a umidade relativa do ar, verificou-se que conforme a pressão aumentou e a temperatura e a umidade relativa diminuíram. Após o dia 05 aumenta-se significativamente a umidade relativa na cidade de Irati chegando a 97%. A umidade relativa só volta a diminuir após o dia 10 de junho quando a temperatura volta a subir e a pressão fica estabilizada.

O maior índice de precipitação, no período analisado, aconteceu no dia 08 de junho (175mm). A partir deste dia a precipitação e a temperatura aumentam, quando a umidade relativa diminui. Após o dia 10 o tempo fica estável quando a temperatura volta a subir.

Outro elemento analisado foi a nebulosidade, sendo possível relaciona-la com a umidade relativa e a precipitação. Entre os dias 05 e 11 o céu ficou encoberto, compreendendo o período de chuvas intensas que ocasionaram enchentes na cidade de Irati. Nos dias 12 e 13 o céu esteve claro e não houve a ocorrência de precipitação, a qual voltou a ocorrer no dia 15 de junho. Nos dias 10 e 11 não houve precipitação, no entanto, o céu estava encoberto e a umidade relativa estava alta.

Por meio da análise da direção dos ventos verificou-se que a direção predominante foram os ventos de sul, sudoeste e sudeste. Estes ventos são mais frios e úmidos sendo resultantes da atuação de massas de ar mais frias que as oriundas do norte, noroeste e nordeste.

Verificou-se nesse período, por meio da análise rítmica e das observações nas cartas sinóticas, que houve uma queda significativa da pressão atmosférica na região o que possibilitou que a Frente Polar Atlântica avançasse e se estacionasse

sobre o Estado do Paraná. Essa queda da pressão consequentemente ocorreu devido ao aumento da temperatura após o dia 04 que estava em 0,5°C e no dia 08 chegou a 17°C, atípica no período do inverno na região de Irati.

Gráfico 1 – Ritmo climático da cidade de Irati-PR, entre os dias 01 e 15 de junho de 2014.

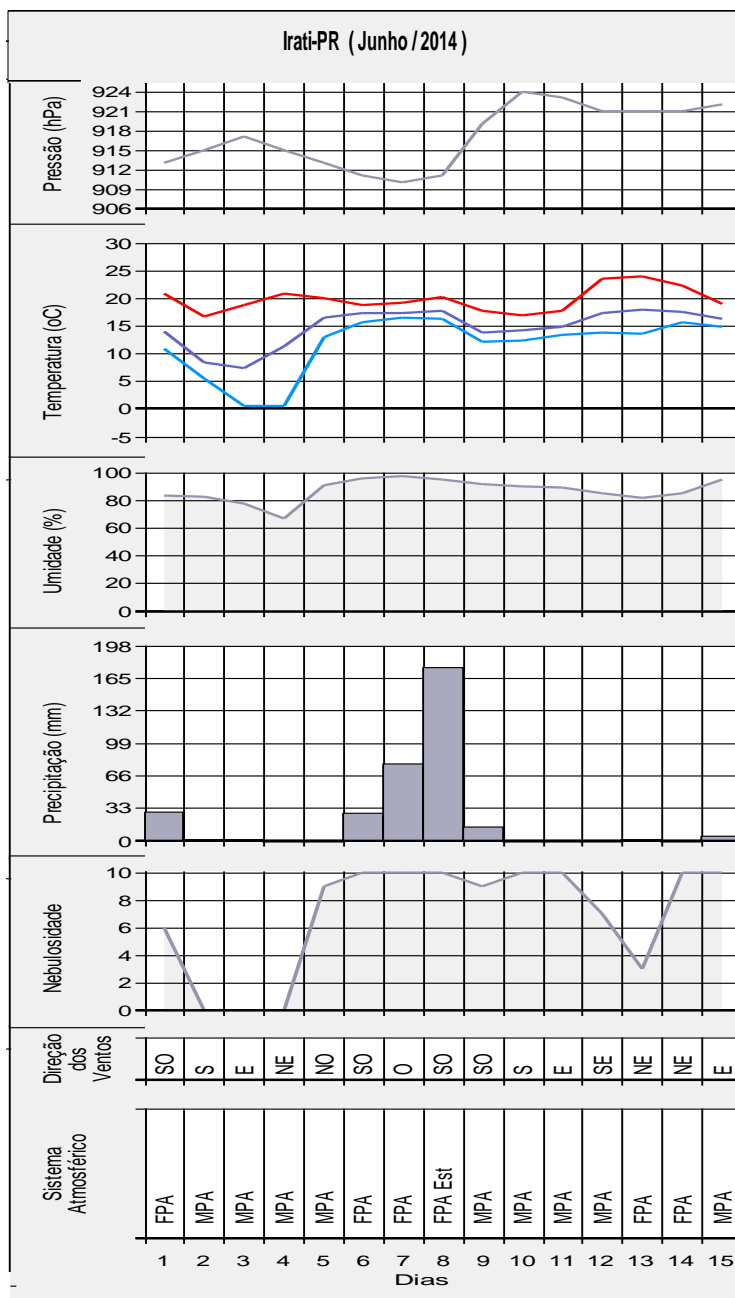


Gráfico com dados de Pressão atmosférica ao nível do mar (hPa), Temperaturas mínima, média e máxima (°C); umidade relativa (%); precipitação acumulada em 24h (mm); direção dos ventos e sistemas atmosféricos atuante no dia (FPA: Frente Polar Atlântica, MPA: Massa Polar Atlântica, FPA Est.: Frente Polar Atlântica Estacionária. Fonte: Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do INMET. Organizado por FREITAS (2015).

No período analisado foi constatada a atuação da Frente Polar Atlântica nos dias 01, 06, 07, 13 e 14. Deve-se considerar que no dia 08 de junho, dia de maior ocorrência de precipitação, a frente ficou estacionária. Entre os dias 06 e 09 de junho a precipitação foi de origem frontal, tendo como característica ser intensa e contínua. Devido a essa condição o solo da cidade de Irati ficou saturado e não ocorreu mais a infiltração da água, ocasionando as enchentes no espaço urbano, que já tem como característica ser impermeabilizado.

No total foram registrados alagamentos em 17 bairros e no centro da cidade de Irati, devido ao aumento do nível das águas do Rio das Antas em 4m.

4. Considerações Finais

O principal motivo da ocorrência da enchente na cidade de Irati no dia 08 de junho foi a atuação de uma Frente Polar Atlântica que ficou estacionada sobre o Estado do Paraná. Devido às condições de impermeabilização da área ocupada pelo espaço urbano a água não infiltrou e escoou até os rios que compõem a Bacia do Rio das Antas.

Sendo assim, a análise rítmica possibilitou o entendimento da gênese do fenômeno que gerou uma chuva frontal, intensa e contínua. Devido ao índice pluviométrico alto na região central do Estado do Paraná houve o desencadeamento do processo das enchentes, não só no município de Irati, mas em outros vizinhos a este. Entre os dias 06 e 09 de junho o total acumulado foi de 293,9mm, superior ao total esperado para o mês de junho na região que é de 150mm.

Entendendo a dinâmica da atmosfera e a ocorrência de precipitações intensas na região de Irati haverá a possibilidade de geração de dados e informações para o monitoramento e previsão das enchentes no Município.

Referências

ANDRADE, A. R. de; FELCHAK, I. M. A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas- Irati- PR. **Geoambiente** n.12. Jataí-GO, | jan-jun/2009.
BORSATO, V. A. **A Participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do rio Paraná no período de 1980 a 2003**. Tese (parcial), (Doutorado) Nupélia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

- BORSATO, V. A. BORSATO F. H, **A dinâmica atmosférica e a influência da tropicalidade no inverno de 2007 em Maringá PR - Espacial**. In: 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Evolução Tecnológica e Climatológica. Universidade Federal de Uberlândia. Agosto 2008. Eixo 5 - Técnica em Climatologia - CD-ROM
- CECH, T. V. **Recursos Hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- FREITAS, A. R. Análise do uso da terra e da artificialização do meio natural da bacia hidrográfica do Rio das Antas. In: Semana de Geografia de Irati: O Ontem, o hoje e o amanhã: algumas reflexões sobre o espaço geográfico, VI, 2010, Irati, PR, Brasil. **Anais..** Irati: UNICENTRO, 2010. p. 15-28.
- MENDONÇA, F.; DESCHAMPS, M.; LIMA, M. D. V. As cidades e as mudanças globais: (intensificação?) Riscos e vulnerabilidades socioambientais na RMC – Região Metropolitana de Curitiba/PR. In: OJIMA, R.; MARANDOLA JÚNIOR, E. (orgs.) **Mudanças Climáticas e as Cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**. São Paulo: Blucher, 2013. p. 129-162.
- MONTEIRO, A. F. M. **Análise Rítmica em Climatologia: São Paulo e chegas para um programa de Trabalho**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1971.
- NETO, J. L. S. A. Da climatologia geográfica à geografia do clima gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v.4, 2008.

CONFEÇÃO DA CARTA DE SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA DA BACIA DO RIO TAGAÇABA (GUARAQUEÇABA/PR).

CARLOS AUGUSTO WROBLEWSKI¹
EDUARDO VEDOR DE PAULA²

1 Universidade Federal do Paraná – UFPR
carloswroblewski@gmail.com

2 Universidade Federal do Paraná - UFPR
edugeo@ufpr.br

Resumo

Frente aos problemas causados pelo assoreamento em porções estuarinas, o presente estudo visa empregar uma visão sistêmica e integradora da paisagem para a avaliação de impactos na Zona Costeira, decorrentes da produção de sedimentos à montante das baías. Assim, pretende-se identificar as áreas fonte de sedimentos da bacia do rio Tagaçaba, situada na porção oeste do município de Guaraqueçaba, sendo que a mesma drena suas águas e sedimentos para a baía de Guaraqueçaba. A área em questão soma aproximadamente 290 km² e se localiza integralmente dentro da APA de Guaraqueçaba. A principal meta do presente estudo refere-se à confecção de uma Carta de Suscetibilidade Geopedológica à ocorrência de movimentos de massa e processos erosivos. Para tanto, adotou-se a metodologia proposta por Paula (2010), a qual se utiliza dos pressupostos da Geopedologia ao integrar, para o estudo da paisagem, atributos da geologia, geomorfologia (declividade e forma das vertentes) e pedologia. Dentre os resultados obtidos deve-se enfatizar que a carta gerada evidencia a predominância da classe de suscetibilidade mediana na bacia, totalizando mais de 69% de área ocupada e perfazendo mais de 202 km² de extensão. Acredita-se que o produto gerado deva subsidiar a elaboração de instrumentos de planejamento ambiental, com destaque para o Plano de Manejo da APA de Guaraqueçaba e do Plano Diretor Municipal de Guaraqueçaba, que se encontram em processo de elaboração e atualização, respectivamente.

Palavras-chave: Suscetibilidade Geopedológica. Planejamento Ambiental. Produção de Sedimentos.

Abstract

In view of the problems caused by sedimentation in estuarine portions, this study aims to employ a systemic and integrative view of the landscape for the evaluation of impacts on the coastal zone from the production of sediment upstream of the bays. Thus, we intend to identify the source areas of sediment from the river Tagaçaba basin, located in the western portion of the city of Guaraqueçaba, and it drains its waters and sediments of the bay of Guaraqueçaba. The area in question covers approximately 290 square kilometers and is located wholly within the Guaraqueçaba Environmental Protection Area. The main goal of this study relates to the preparation of a Charter of Geopedologic Susceptibility the occurrence of mass movements and erosion. Therefore, we adopted the methodology proposed by Paula (2010), which uses the assumptions of Geopedology by integrating,

for the landscape study, geology attributes, geomorphology (slope and shape of the strands) and pedology. Among the results should be emphasized that the letter generated shows the predominance of the median susceptibility class in the basin, totaling more than 69% of floor space and making up more than 202 square kilometers of extension. It is believed that the product generated should subsidize planning and environmental management of the territory, especially the APA Stewardship Plan Guaraqueçaba and the Master Plan of Guaraqueçaba, which are in development and upgrade process, respectively.

Key-words: Geopedologic Susceptibility. Environmental Planning. Sediment production.

1. Introdução

A crescente apropriação dos recursos naturais pelo homem causa inúmeros impactos sobre o ambiente, dentre eles pode-se destacar a acelerada perda de solos (erosão) em certas localidades. Conforme Guerra e Cunha (2008), os desequilíbrios pedológicos são traduzidos sob a forma de desagregação, transporte e deposição de seus constituintes. Contudo, apesar de ser um processo natural, causas antrópicas podem acelerar o processo, como mudanças no uso e ocupação do solo e obras de engenharia.

Em ambientes litorâneos e com presença de baías a erosão que ocorre na porção continental afeta diretamente todo o sistema estuarino, carreando o sedimento gerado através da rede hidrográfica que drena para o oceano. Desta forma, uma região estuarina deve ser compreendida como receptora natural dos sedimentos carregados pelas bacias hidrográficas à montante, caracterizando-se como uma área natural de assoreamento (PAULA, 2010). Conseqüentemente, análises que buscam compreender a origem dos materiais que contribuem para os processos supracitados se fazem de extrema importância e relevância para o auxílio de medidas a serem tomadas, sendo que a análise da Susceptibilidade Geopedológica se mostra como uma das maiores aliadas na compreensão das áreas-fonte de sedimentos.

O presente artigo tem como objetivo a elaboração da carta de Suscetibilidade Geopedológica para a bacia do rio Tagaçaba, contribuindo dessa forma para a elaboração do Plano de Manejo da APA de Guaraqueçaba, bem como atualização do Plano Diretor do município de Guaraqueçaba.

Convêm salientar que o assoreamento das baías no litoral do Paraná resulta em custos elevados com obras de dragagem, além de impactar consideravelmente o ambiente estuarino. Portanto, faz-se necessário uma mudança de cultura ao tratar de problemas como esse, buscando assim uma solução para a causa da produção excessiva de sedimentos e do assoreamento estuarino em seu cerne.

2. Pressupostos Teóricos

A erosão dos solos, principalmente a que ocorre de forma acelerada, causa diversos prejuízos, tanto ambientais como econômicos e sociais. Após a desagregação do solo por algumas condicionantes, gotas de chuvas, por exemplo, o material pedológico deixa de estar coeso e torna-se suscetível ao transporte. Segundo Lepsch (2010) a erosão hídrica, no Brasil, é a mais importante e se encarrega das etapas de desagregação e transporte dos sedimentos. Contudo, ao se chegar à foz dos rios, a energia encarregada do transporte se esgota e ocorre a deposição do material. A escala de deposição pode variar de pequeno, médio e grande volume e também pode ser transitório ou permanente, como o assoreamento (PAULA, 2010).

Para a avaliação das áreas-fonte de sedimentos, que contribuem com a deposição de sedimentos na baía de Guaraqueçaba, os pressupostos da Geopedologia foram utilizados. A mesma pode ser compreendida como a combinação dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, voltada à compreensão das potencialidades e fragilidades da dinâmica do ambiente (CURCIO *et al*, 2006). Dessa forma pode-se inferir os locais com maior suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos. O principal aspecto positivo do método utilizado é que o mesmo se mostra adequado para áreas desprovidas de séries históricas de monitoramento hidrossedimentológico, bem como para as áreas com dificuldade de acesso, caso da bacia selecionada.

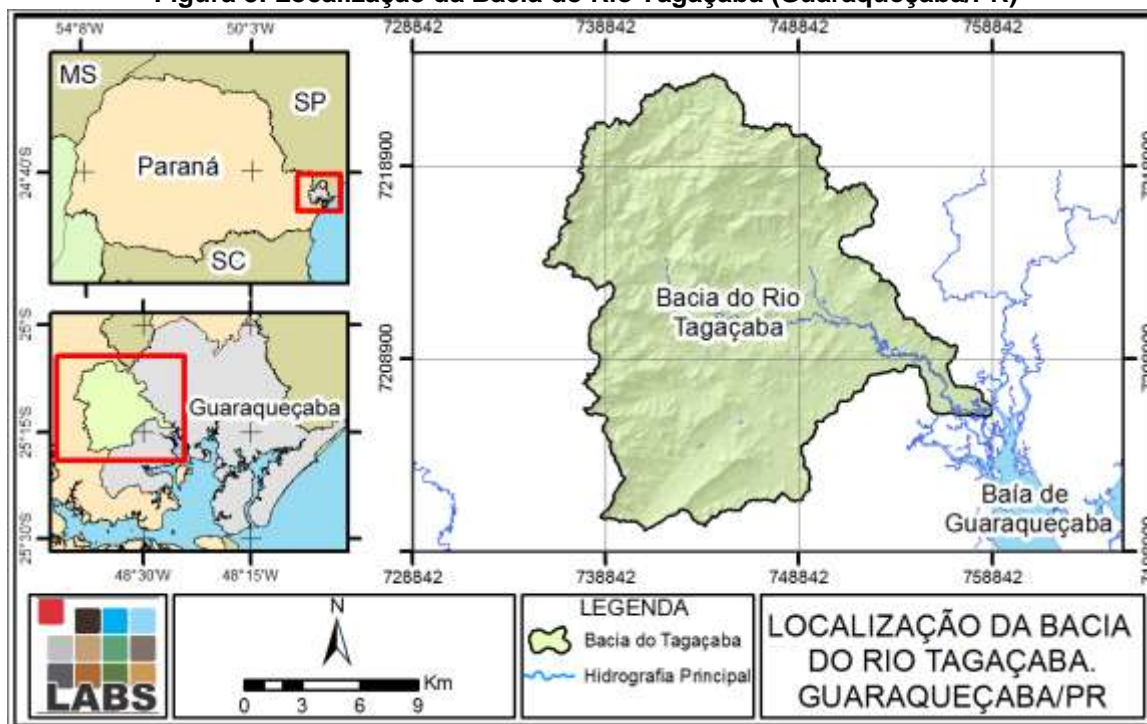
Por fim, a compreensão dos ambientes contribuintes com grande produção de sedimentos viabiliza a tomada de decisão sobre as áreas prioritárias à conservação e/ou recuperação, em especial, dentro de uma Área de Proteção Ambiental Federal (APA de Guaraqueçaba), caso da bacia do rio Tagaçaba que abrange também

outras Unidades de Conservação, tais como a APA Estadual de Guaraqueçaba e a Reserva Biológica Bom Jesus.

3. Metodologia de Trabalho

A bacia escolhida (Fig. 1) encontra-se no município de Guaraqueçaba e abrange uma área de 290,53 Km², sendo que a mesma drena suas águas diretamente para a baía de Guaraqueçaba, a qual está inserida no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), ambiente que apresenta uma série de problemas associados à deposição/erosão costeira (LAMOUR e SOARES, 2008), em especial o assoreamento.

Figura 8: Localização da Bacia do Rio Tagaçaba (Guaraqueçaba/PR)



Na bacia selecionada realizou-se inicialmente um levantamento sobre seus atributos físicos, quais sejam: geologia, geomorfologia e pedologia, sendo que a análise geomorfológica compreendeu a declividade e a forma das vertentes encontradas na área estudada.

A etapa seguinte contemplou a ponderação dos elementos que compõem o meio físico. Para tanto, as unidades geológicas foram hierarquizadas conforme Crepani *et al.* (2001) e Paula (2010). A declividade foi classificada de acordo com De Biase (1992) e hierarquizada segundo Santos *et al.* (2007). Tanto as formas das vertentes quanto as unidades pedológicas foram ponderadas segundo Paula (2010).

De forma subsequente à ponderação efetuou-se, em ambiente SIG, a média aritmética dos elementos geopedológicos (Equação 1), utilizando-se da ferramenta *Map Algebra*, incluída na extensão *ArcMap* do software *ArcGIS* 10.1.

$$SG = ([Geologia] + [Pedologia] + (([Declividade] + [Forma de Vertente]) / 2)) / 3$$

Com o produto gerado, houve a classificação da suscetibilidade em cinco classes distintas, variando de muito baixa a muito alta. Assim, valores próximos a 1 referem-se a suscetibilidade muito baixa e os mais próximos a 3 correspondem a uma Suscetibilidade Geopedológica muito alta. (Tabela 1).

Tabela 2: Escala de Suscetibilidade à produção de Sedimentos

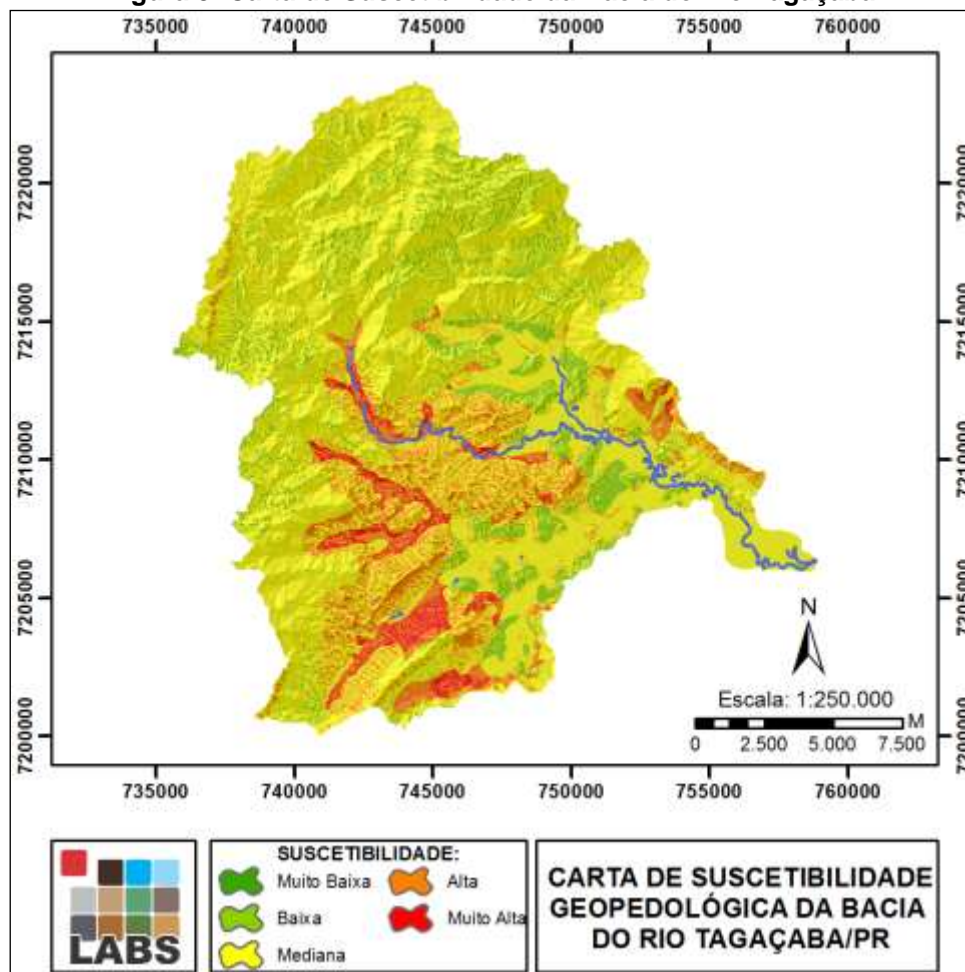
Grau de Suscetibilidade	Valor
Muito Alta	3,0
	2,9
	2,8
	2,7
Alta	2,6
	2,5
	2,4
	2,3
Mediana	2,2
	2,1
	2,0
	1,9
Baixa	1,8
	1,7
	1,6
	1,5
Muito Baixa	1,4
	1,3
	1,2
	1,1
	1,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001)

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na Carta de Suscetibilidade Geopedológica (Fig. 2) demonstram que as áreas com maiores índices de Suscetibilidade Geopedológica encontram-se na porção centro-sul da bacia do rio Tagaçaba. Nessa área há predominância de solos caracterizados como Associação entre Cambissolo Háplico e Argissolo Vermelho-Amarelo (CX + PVA). Desta forma, devido às características morfológicas desse tipo de solo, em especial o gradiente textural encontrado nos Argissolos, os valores de suscetibilidade pedológica demonstraram-se elevados. As características geomorfológicas e geológicas dessa área variam de Áreas Colúvias Montanhosas a Serras, sendo que as áreas colúvias caracterizam-se pela presença de sedimentos inconsolidados, sendo assim, sofrem erosão hídrica de forma intensa e facilitada, conseqüentemente, disponibilizam grande carga sedimentológica.

Figura 9: Carta de Suscetibilidade da Bacia do Rio Tagaçaba.



As áreas com baixa Suscetibilidade Geopedológica se referem aos ambientes próximos aos canais hídricos de grande porte, em que se verificam a presença de Cambissolos Flúvicos associados a Gleissolos Háplicos, sendo que os mesmos se encontram em áreas de deposição. Estas áreas apresentam baixa declividade, cujos valores variam de 5 a 12%, assim sendo, o fluxo hídrico apresenta baixa energia potencial para proporcionar a ocorrência de processos erosivos.

A porção norte da bacia conta com valores de suscetibilidade que variam de baixo a mediano. Um dos fatores que auxiliam na manutenção de índices baixos a médios nesse local refere-se à presença de rochas do Granito Alto Turvo e do Complexo Gnáissico-Migmatítico, rochas essas que apresentam os mais altos graus de coesão dos encontrados na bacia e, conseqüentemente, revelam os menores índices de suscetibilidade.

5. Considerações Finais

Verificou-se na bacia do rio Tagaçaba três áreas com distintos valores de suscetibilidade geopedológica. Os maiores valores foram observados na porção centro-sul da bacia. As taxas medianas foram constatadas em sua maior parte na porção norte da bacia, correspondendo a maior classe encontrada, e as menores foram verificados na região leste e sudeste da bacia.

Cabe salientar o grande detalhamento espacial verificado na delimitação das áreas suscetíveis à produção de sedimentos, tendo em vista que o mapeamento foi realizado na resolução de 10 metros, permitindo assim uma hierarquização das áreas que demandam intervenções para recuperação de áreas degradadas ou para as áreas em que devem ser priorizadas as práticas conservacionistas.

Referências

- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Hernandes Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE. 2001.
- Curcio, G. R.; Uhlmann, A.; Savegnani, L. **A Geopedologia e sua influência sobre Espécies Arbóreas de Florestas Fluviais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.
- De Biase, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. São Paulo, 1992.
- Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p.149-195.
- Lamour, R. L.; Soares, C. R. A "Barra de Paranaguá" e a evolução batimétrica do delta de maré vazante na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (PR). *In*: Boldrini, E. B.; Soares, C. R.; Paula, E. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>



Territórios Brasileiros: Dinâmicas,
Potencialidades e Vulnerabilidades
28 de junho a 04 de julho de 2015
Teresina - Piauí

- V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil: Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente**. Antonina: Ademadan, Unibem, MCT, 2008.
- Lepsch, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- Paula, E. V. D. **Análise da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina/PR: Uma abordagem Geopedológica**. 2010. 155 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- Santos, L. J. C.; Oka-Fiori, C.; Canalli, N. E.; Fiori, A. P.; Silva, C. T.; Silva, J. M. F. **Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geociências. Ano 37. n.4, 2007. p.812-820.

AJUSTES FLUVIAIS NO RIO SAGRADO (MORRETES/PR) DENTRE OS ANOS DE 1954 A 2012

MONICA KLEINA¹

LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS²

1 Universidade Federal do Paraná – UFPR/PPGGEOGRAFIA
monicakleina@gmail.com

2 Universidade Federal do Paraná – UFPR/PPGGEOGRAFIA
santos@ufpr.br

Resumo

Alterações na bacia do rio Sagrado, localizada no município de Morretes (PR), refletem em transformações na rede de drenagem ao longo do tempo, especialmente no rio Sagrado. Estas mudanças ocasionam uma transição para um novo tipo de rio, adaptando-se as suas novas formas (ajustes). A fim de classificá-las, o objetivo do trabalho é identificar quais ajustes ocorreram nos trechos superior e médio do rio Sagrado, dentre os anos de 1954 e 2012, utilizando do mapeamento dos Estilos Fluviais, já desenvolvido por Kleina *et al.* (2014), na qual especificaram-se as características de diversos segmentos fluviais, incluindo sinuosidade, tipo de vale e feições de deposição. A metodologia dos ajustes de rios consiste em, através de interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite, reconhecer quais alterações aconteceram e que se encaixam na classificação de Fryirs *et al.* (2009). Os resultados apontam que os ajustes mais identificados entre 1954 e 2012 foram retilinização e mudança de largura, porém, diversos outros ocorreram entre o período de tempo analisado. As principais conclusões retratam que locais de maior sinuosidade, onde os sedimentos se depositam, são aqueles onde as ocorrências se tornam mais frequentes, enquanto que nos Estilos Fluviais com vales confinados ou parcialmente confinados os ajustes são inexistentes.

Palavras-chave: Alterações. Estilos Fluviais. Sinuosidade.

Abstract

Changes in the Sagrado river basin, situated in Morretes (PR) reflects transformations in the drainage network over time, especially in the Sagrado river. This changes leads a transition to a new type of river, adapting to their new shapes (adjustments). In order to classify them, the main of this paper is to identify which adjustments occurred in the upper and average part of the Sagrado river, among 1954 and 2012, using the mapping of the River Styles, already developed by Kleina *et al.* (2014), which it was specified the attributes of the several segments, including sinuosity, valley type e deposition features. The methodology of the rivers adjustments consists in, by interpreting aerial photographs and satellite images, to recognize which changes happened and that fit the Fryirs *et al.* classification (2009). The results shows that the adjustments more identified among 1954 and 2012 were straightening and wholesale, but several adjustments occurred during analyzed period. The main conclusions shows that greater sinuosity places, where sediments are deposited, are those where occurrences become more frequent, whereas in the River Styles with confined valleys or confined partially the adjustments aren't existing.

Key-words: Change. River Styles. Sinuosity.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

1. Introdução

As condições atuais e margens fluviais são influenciadas por ajustes da paisagem, incluindo a história de eventos passados (TROFIMOV e PHILLIPS, 1992). Assim analisar drenagens em um período de tempo favorece o entendimento de sua evolução, quais processos ocorreram e quais continuam a atuar.

Rios com capacidade de modificar seu leito e margens, nas dimensões lateral e vertical, estão propensos a adaptações significativas, quando submetido à perturbação, e são considerados os mais sensíveis às mudanças (BRUNSDEN e THORNES, 1979; DOWNS e GREGORY, 1993). Deste modo, rios confinados possuem menores ajustes, comparados com rios que possuem planície de inundação (FRYIRS *et al.* 2009).

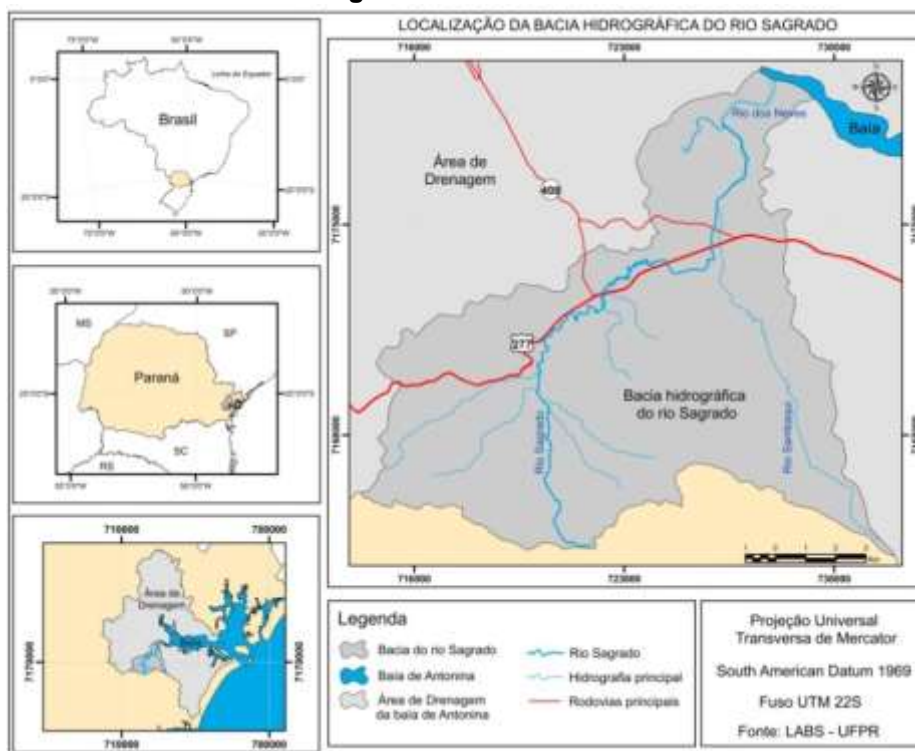
Diversas foram as mudanças ocorridas na bacia do rio Sagrado ao longo do tempo, sendo a unidade hidrográfica que mais contribui com o assoreamento da baía de Antonina, comparando o cenário natural com o uso do solo no ano de 2005 (PAULA, 2010). O reflexo destas alterações é apontado na sua hidrografia, assim como apresentado em Kleina *et al.* (2014).

Partindo deste princípio, o objetivo do trabalho é identificar quais os ajustes provocados no rio Sagrado, dentre os anos de 1954 e 2012, utilizando como base o mapeamento dos Estilos Fluviais.

A bacia hidrográfica do rio Sagrado (Figura 1), cuja área é de 137,7 km², encontra-se localizada inteiramente no município de Morretes/PR, abrangendo porção da Serra do Mar e Planície Litorânea. Todavia, é pertinente ressaltar que o estudo evidenciou o terço inferior e médio do rio principal (rio Sagrado).

Ajustes fluviais e da paisagem são temas constantemente trabalhados em geomorfologia, que tratam do comportamento e evolução fluvial ao longo do tempo, assim como interpretar e analisar as condições de cada trecho do rio, fornecendo uma visão crítica para planejar sua reabilitação, e considerar o tratamento futuro a determinadas respostas obtidas. Alguns autores que trabalham com este tema são: Souza (2014); Brierley e Fryirs (2005); Lima (2010); Boas e Marçal (2013); Fryirs *et al.* (2009) entre outros.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Sagrado inserida dentro da área de drenagem da baía de Antonina



Fonte: Kleina *et al.* 2014

2. Metodologia de Trabalho

Para realizar o presente trabalho, tornou-se necessário o mapeamento da hidrografia principal (Rio Sagrado) nos anos de 1954 e 2012, porém optou-se por utilizar também anos intermediários durante este período analisado (1980, 1996, 2006). No presente trabalho, não foi considerado o terço inferior deste rio, por apresentar alterações antrópicas (retificação). Desta maneira, a metodologia de ajuste de canais fluviais aplicou-se apenas nos terços superior e médio do rio Sagrado.

O mapeamento das hidrografias foi realizado na escala 1:2.000, no *software* ArcGis 9.3.1, através de vetorização em forma de polígono. O sistema projetivo utilizado foi o Universal Transversa de Mercator – UTM, SIRGAS 2000, fuso 22 Sul.

As fotografias aéreas dos anos de 1954 e 1980 estão na escala 1:25.000, pertencentes a SEMA, já a de 1996 encontra-se na escala 1:30.000, sendo o órgão responsável Engefoto. A imagem de satélite do ano de 2006 equivale a uma SPOT-

5, com resolução espacial de 5 metros, e a de 2012 a uma RapidEye, também com resolução de 5 metros.

A metodologia consiste em diferenciar os tipos de ajustes provocados na hidrografia, de acordo com Fryirs *et al.* (2009). Identificar a propensão a ajustes e o modo como estes procedem nos canais compreende, portanto, uma proposta de avaliação da trajetória e evolução de sistemas dinâmicos (LIMA e MARÇAL, 2013).

As formas e o tempo de ajuste estão relacionados com os Estilos Fluviais propostos por Brierley e Fryirs (2005), e já mapeados para o rio Sagrado por Kleina *et al.* (2014). Estes permitem subdividir os terços de acordo com suas principais características (sinuosidade, tipo de vale, declividade e feições de deposição), auxiliando na identificação final.

3. Resultados e Discussão

Os ajustes fluviais reconhecidos, por meio de Fryirs *et al.* (2009) para os terços superior e médio do rio Sagrado encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de ajustes ocorridos nos terços superior e médio no rio Sagrado de 1954 a 2012.

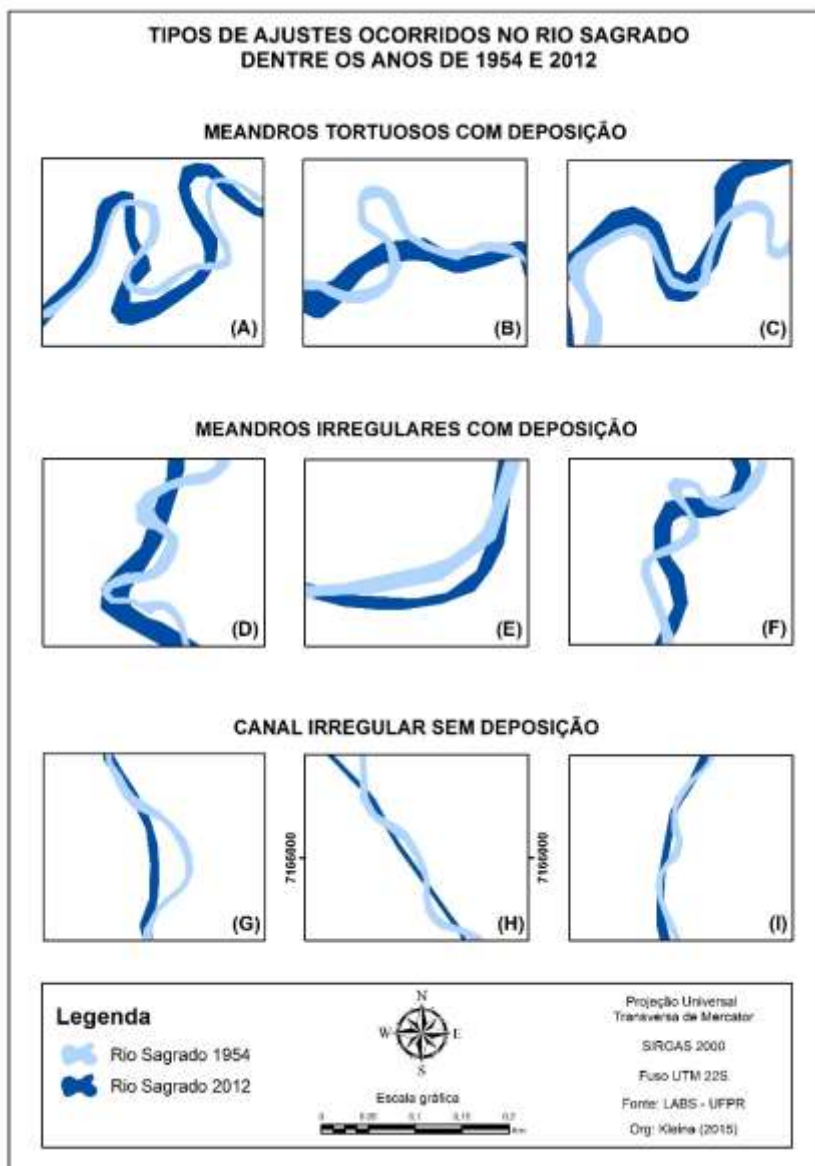
Estilo Fluvial	Tipo de Ajuste	Figura 2	Terço (rio Sagrado)
Meandros tortuosos com deposição	Rotação da Curva	(A)	Médio
	Retilinação	(B)	
	Mudança na largura	(C)	
Meandros irregulares com deposição	Retilinação	(D)	Médio
	Tradução da curva	(E)	
	Mudança na largura	(F)	
Canal irregular sem deposição	Retilinação	(G, H, I)	Superior
Sinuoso de vale parcialmente confinado	Nenhum ajuste encontrado	-	Superior
Sinuoso de vale confinado	Nenhum ajuste encontrado	-	Superior

Fonte: Os autores

Foi possível identificar diversos ajustamentos na drenagem dentre 1954 para 2012, principalmente no Estilo Fluvial meandros tortuosos com deposição, sendo

eles: rotação da curva (Figura 2(A)), retilinização (Figura 2(B)) e a mudança na largura (Figura 2(C)), com maior ocorrência destes dois últimos.

Figura 2 – Ajustes identificados nos diferentes Estilos Fluviais entre 1954 e 2012



Fonte: Os autores

Devido à elevada sinuosidade, os sedimentos erodidos são depositados nas curvas dos meandros, e por isso, os ajustes se tornam mais frequentes, fazendo com que o rio Sagrado procure se adaptar as novas situações impostas.

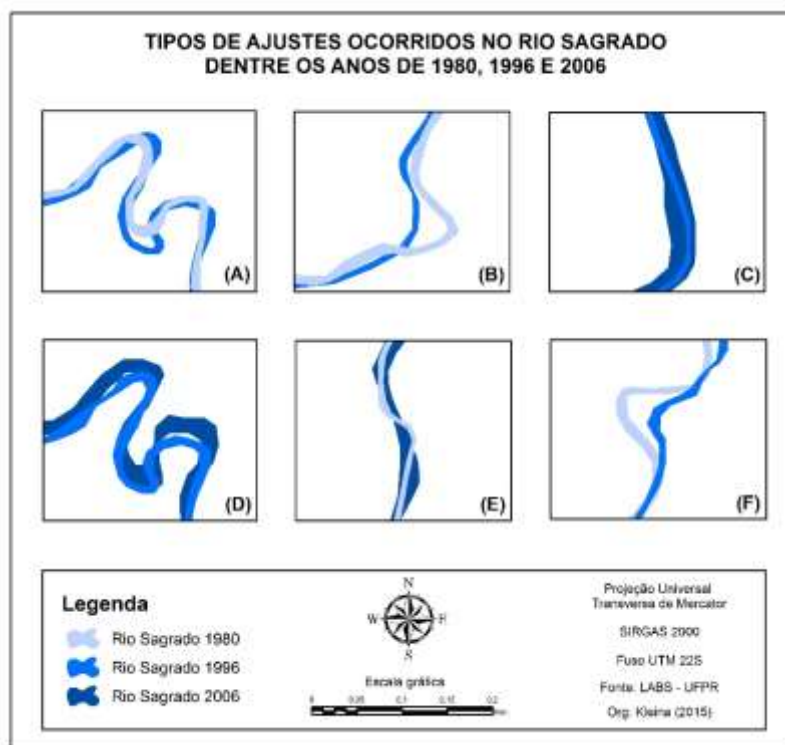
O ajuste na largura contribui para o processo de assoreamento da baía de Antonina, visto que as margens instáveis, principalmente as externas que antecedem as curvas dos meandros, provocam a erosão, aumentando sua largura.

No Estilo fluvial meandros irregulares com deposição, também foram identificados a retinização (Figura 2(D)) e a mudança na largura (Figura 2(F)), como também a tradução da curva (Figura 2(E)).

A retinização ocorre em três Estilos Fluviais distintos (Figura 2 (B, D, G, H e I)), inclusive em trechos com feições de deposição (B e D), porém, o local onde prevalece é no canal irregular sem deposição (G, H e I), na qual perde um pouco sua forma sinuosa e torna-se mais retilínea.

Dentro do período analisado (1980, 1996 e 2006), observaram-se também diversos ajustes, como rotação da curva (Figura 3 (A e D)), retinização (Figura 3 (B)), mudança na largura (Figura 3 (C e E)) e extensão da curva (Figura 3 (F)).

Figura 3 – Ajustes identificados no rio Sagrado entre 1980, 1996 e 2006



Fonte: Os autores

Nos Estilos Fluviais sinuoso de vale parcialmente confinado e sinuoso de vale confinado suas características são mantidas durante os anos, tais como alta declividade, leito rochoso, pouca erosão e nenhuma deposição. Desta maneira, suas formas também não se alteram e, portanto, são considerados sem nenhum tipo de ajuste.

4. Considerações Finais

Devido à alta dinamicidade na bacia do rio Sagrado com a produção de sedimentos, os maiores ajustes identificados correspondem aos trechos meandantes (meandros tortuosos com deposição e meandros irregulares com deposição), na qual há considerável erosão das margens, alargando o canal fluvial. O rio Sagrado está em processo de ajuste provocado pelo aumento de carga sedimentar, que é depositada nas curvas dos meandros (KLEINA, *et al.* 2014).

As mudanças na drenagem dentre 1954 a 2012 são bastante evidentes, indicando que está se ajustando as condições que lhe são impostas, tal como a acelerada produção de sedimentos. As alterações recentes no uso do solo e nas APP's na bacia indicam que os ajustes continuarão a acontecer em elevada dinamicidade.

Referências

- Boas, G. H. V.; Marçal, M. S. **Avaliação da Sensitividade do sistema fluvial no Alto-Médio Vale do rio Macaé (RJ)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, nº 1. 2013.
- Brunsdon, D.; Thornes, J. B. **Landscape sensitivity and change**. Transactions of the Institute of British Geographers NS4, p. 463 – 484. 1979.
- Fryirs, K. A.; Spink, A.; Brierley, G. J. **Post-European settlement response gradients of river sensitivity and recovery across the upper Hunter catchment, Australia**. Earth Surface Processes and Landforms, v. 34, 897 – 918. 2009.
- Brierley, G. J. & Fryirs, K. A. **Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework**. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2005.
- Downs, P. W; Gregory, K. J. **The sensitivity of river channels in the landscape system**. In Landscape Sensitivity, Thomas DSG, Allison RJ (eds). John Wiley & Sons: Chichester; p. 15 - 30, 1993.
- Lima, R. N. S.; Marçal, M. S. **Avaliação da condição geomorfológica da bacia do rio Macaé – RJ a partir da metodologia de classificação dos Estilos Fluviais**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, nº 2. 2013.
- Kleina, M.; Paula, E. V.; Santos, L. J. C. **Análise comparativa dos estilos fluviais do rio Sagrado (Morretes/PR) para os anos de 2006 e 2011**. Revista Geografar (UFPR), v. 9, p. 27-44, 2014.
- Lima, R. N. S. Conectividade dos ambientes fluviais: implicações para avaliação da sensibilidade do sistema de drenagem da bacia do Rio Macaé (RJ). Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010.
- Paula, E. V. Análise da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina/PR uma abordagem geopedológica. Tese (Doutorado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.
- Souza, J. O. P. Modelos de evolução da dinâmica fluvial em ambiente semiárido – bacia do Riacho do Saco, Serra Talhada, Pernambuco. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Ciências Geográficas – DCG, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 2014.
- Trofimov, A. M.; Phillips, J.D. Theoretical and methodological premises of geomorphological forecasting. Geomorphology. 1992.

MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS ÚMIDAS DO CERRADO MINEIRO NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO UBERABINHA (MG), EM 2013, ATRAVÉS DE IMAGENS OLI/ LANDSAT-8

JOÃO GUILHERME MACHADO BARBOSA¹

FERNANDA OLIVEIRA BORGES²

1 Universidade Federal de Uberlândia – UFU/IG/PET-GEO

joaoguillhermep.q@hotmail.com

2 Universidade Federal de Uberlândia – UFU/IG/LEGEO

fernandaborges@geo.ufu.br

Resumo

Mapear o uso da terra e cobertura vegetal é importante para identificar as alterações em determinada região, pode ser utilizado para comparar as alterações na paisagem. O alto curso da bacia hidrográfica do rio Uberabinha, localiza-se na chapada do oeste mineiro, próximo ao município de Uberaba, região do cerrado, de fácil mecanização da agricultura e importante na manutenção do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica. O uso inadequado e a retirada da cobertura vegetal natural causam redução nas áreas húmidas (covoais e veredas). Os novos sensores com maior resolução espectral e espacial como o OLI (The Operational Land Imager) do satélite Landsat-8 possibilita melhor resultado na combinação das bandas espectrais e nitidez do objeto, proporcionando melhora na classificação manual das diferentes classes de uso e cobertura vegetal. As novas técnicas e ferramentas dos softwares de geoprocessamento tornam a classificação manual a mais precisa para mapeamentos de grande escala de detalhes, o que exige do interprete responsabilidade e experiência para diferenciar as diferentes classes. Dentre as classes utilizadas para o mapeamento a agricultura é a mais representativa, seguida pelas áreas úmidas. Ainda que a importância legal dada as áreas úmidas como seja reducionista é de comum acordo entre no meio científico sua importância para manutenção do ecossistema.

Palavras-chave: Ciclo Hidrológico. Paisagem. Geoprocessamento.

Abstract

Mapping land use and vegetation covering is fundamental in order to identify changes in a particular region. This method can be used to compare landscape changes. The upper reaches of Uberabinha River's watershed, located in the highlands region of western Minas Gerais, near the city of Uberaba in Cerrado's Biome, appoints to the possibility of easy agricultural mechanization. This affects the hydrological cycle of the watershed. Improper use and removal of natural vegetation cover is causing a perceptible reduction in wetland areas (covoais and veredas). The new sensors with higher spectral and spatial resolution, such as OLI (Operational Land Imager) and Landsat-8, provides a better results in the combination of their spectral bands and sharpness of the object, which facilitates the differentiation of classes of use and land cover. Those new techniques and tools of GIS software

make the most accurate manual classification for mapping large-scale details, which requires responsibility and effort to interpret and experience the large array of classes. Among the classes used, the ones for mapping agriculture are the most representative, followed by wetlands. Even though the legal importance given to the wet areas is reductionist, it's of common pact in the scientific field that they are really important to the maintenance of the ecosystem.

Key-words: Hydrological cycle. Landscape. GIS.

1. Introdução

A área de estudo localiza-se na chapada do oeste mineiro, no alto curso da bacia hidrográfica do rio Uberabinha. As bacias hidrográficas são consideradas unidade de gestão e planejamento territorial, os estudos da problemática ambiental à utilizam frequentemente como limite geográfico de seus estudos. Neste contexto a geografia como ciência se apropriou desta unidade como área de estudo. A visão integrada entre as características climáticas, geológicas, pedológicas, geomorfológicas, ambientais, política e econômica possibilita uma infinidade de condições a serem estudadas. Historicamente e, ainda hoje, o uso e ocupação nas bacias hidrográficas não respeitam a dinâmica da natureza, resultando em processos de degradação ambiental.

Para o monitoramento das mudanças no uso e ocupação foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto, que segundo Novo (2008) é “a aquisição de informação sobre objetos a partir da detecção e mensuração de mudanças que estes impõem ao campo eletromagnético”, utilizado a fim de classificar os diferentes usos no alto curso da bacia do rio Uberabinha.

Nesta região do cerrado mineiro desenvolvem-se depressões topográficas, que retém a umidade, as áreas úmidas são de grande importância na dinâmica hidrológica e manutenção do ciclo do carbono, estas áreas são consideradas frágeis, o uso inadequado interfere na dinâmica hidrológica do restante da bacia, assim identificar e classificar é importante na compreensão e caracterização do uso do solo, frente as questões socioambientais, além da atualização dos dados referentes a área de estudo.

Assim o presente trabalho tem por objetivo apresentar o atual estágio do uso do solo através do mapeamento do uso do solo e cobertura, através de técnicas de geoprocessamento, utilizando imagens do satélite Landsat 8, para classificação manual das diferentes classes.

1.1 Caracterização da área de estudo

O alto curso da bacia do rio Uberabinha, localiza-se na porção oeste do estado de Minas Gerais, balizada pelas coordenadas geográficas 18° 06'48" e 19°26'34" de latitude Sul e 47°50'24" e 48° 07'36" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich, parte do alto curso da bacia localiza-se ao norte do município de Uberaba e outra ao sul de Uberlândia. O rio Uberabinha é afluente do rio Araguari, a esquerda de sua margem. O alto curso da bacia, segundo Borges e Nishiyama (2008)

São caracterizadas por topos planos, amplos e largos, com baixa densidade de drenagem e vertentes com declividades entre 3 e 5°, configurando, assim, as chapadas, entre 950 e 1050 metros de altitude, onde se localizam as nascentes do rio Uberabinha. Tal superfície encontra-se sustentada pelos arenitos da Formação Marília e recoberta por sedimentos de idade cenozóica, os quais dão origem a latossolos vermelho-amarelos e vermelho-escuros, sobrepostos a couraças e concreções ferruginosas de extensões e espessuras variáveis.

É comum na região da chapada a formação de áreas úmidas decorrentes da saturação hídrica permanente do solo, e assumem feições diferenciadas na área de estudo, segundo Soares (2008) "campos de murundus de topo, associado ou não a lagoas temporárias; campos de murundus de encosta e campos de várzea", com pluviosidade em torno dos 1500 mm³/ano, o relevo e o clima são variáveis determinantes no processo de formação do solo. O da região apresenta alto grau de lixiviação dos minerais primários, conhecidos pela sua coloração e baixa fertilidade natural. Os solos das áreas úmidas são chamados de hidromórficos, caracterizados pela dissolução dos óxidos de ferro, estes solos são naturalmente férteis, contudo a saturação hídrica do solo inviabiliza as produções agrícolas, seja pela técnica utilizada ou o tipo de cultura, as predominantes na região são milho, sorgo, algodão, feijão, soja e cana de açúcar.

O alto curso da bacia do Rio Uberabinha por vezes chamado de região da chapada ao longo do texto está no domínio do cerrado, atualmente é quase impossível determinar a fitofisionomia da região devido ao alto grau de alteração antrópica, a vegetação nativa remanescente é em grande parte a mata ciliar e de galeria a margem dos corpos hídricos, ainda sim os proprietários rurais não cumprem com os parâmetros da legislação ambiental brasileira que prevê a preservação destas áreas.

A partir dos anos 1960, com a expansão da fronteira agrícola o cerrado foi o destino das aplicações de projetos agrícolas sob influência do governamental. O objetivo central era integrar a economia brasileira a mundial, a intenção foi transformar as áreas do domínio cerrado, em áreas de expansão da economia nacional, baseada na indústria primária.

Através do incentivo governamental os proprietários rurais adotaram a técnica da calagem para manejo do solo da região, essa prática é conhecida por elevar o pH do solo, reagindo aos efeitos do ferro, alumínio e magnésio, aumentando a disponibilidade de potássio, fósforo, magnésio e matéria orgânica do solo, entre outros elementos ricos em nutrientes, facilitando o aumento da eficiência dos fertilizantes e da atividade microbiana e ainda a liberação de nutrientes pela decomposição da matéria orgânica, contribuindo para a produção extensiva na região. O solo outrora pobre quimicamente passou por processos de manejo em favor dos interesses expansionistas, mas as práticas não se encerraram neste período. Entre 1970 e 1980 o governo incentivou a drenagem e ocupação das várzeas através do programa PróVárzeas, é evidente que ações como estas afetaram a dinâmica natural da bacia, após 1980 toda bacia estava ocupada e predominava a agricultura, atualmente quase todo alto curso da bacia é ocupada pela agricultura.

2. Metodologia de Trabalho








O mapeamento foi realizado no software ArcGIS 10.1 que possibilita identificar e caracterizar diferentes categorias de uso da terra por meio das imagens do sensor ótico OLI (*Operational Land Imager*) do satélite landsat-8 (Mapa-1). As

imagens no formato geotiff são georreferenciadas e estão disponíveis gratuitamente no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>. A precisão do georreferenciamento das imagens foi confirmada através dos *shapes* vetorizados das cartas topográficas da região, onde foi identificado um pequeno erro, referente a projeção, aceitável para a escala de mapeamento de 1:50.000. As classes de uso foram classificadas manualmente. Foi utilizado a ferramenta *topology* do ArcGIS 10.1 para corrigir os erros da classificação manual, como, sobreposição dos *shapes* e buracos, assim o resultado obtido é muito próximo da realidade.

Para a delimitação da área, foi necessário o uso de quatro cartas topográficas, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do projeto SP/MG/GO, no formato dgn, convertendo-as no ArcGIS 10.1 para o formato shapefile. A bacia hidrográfica foi delimitada tomando os pontos cotados (topos) e as curvas de nível.

Para melhorar a qualidade visual das imagens e geração da composição colorida foram empregadas as técnicas de processamento digital de imagens, conforme proposto por Novo (2008). A metodologia aplicada para a classificação da imagem foi a interpretação visual na tela do computador, utilizando uma chave de interpretação visual (Figura 1). Os procedimentos adotados para o levantamento e mapeamento das categorias foi o proposto por Rosa (2009):

Figura 1. Chave de interpretação e exemplo das categorias de uso para a imagem OLI/Landsat-8, órbita ponto 221/73, composição colorida (5R6G4B)

Categorias de Uso	Textura	Forma	Tonalidade	Exemplo
Cultura anual e perene	Lisa	Geométrica	Verde	
Cana de açúcar	Lisa	Geométrica	Vermelho claro e verde claro	
Reflorestamento	Lisa/média	Geométrica	Vermelho	
Áreas úmidas	Média	Irregular	Verde escuro	
Mineração	Grosseira	Regular	Roxo escuro e branco	
Mata ciliar	Grosseira	Irregular	Vermelho escuro	
Cultura Irrigada	Geométrica	Circular	Vermelho / Verde	

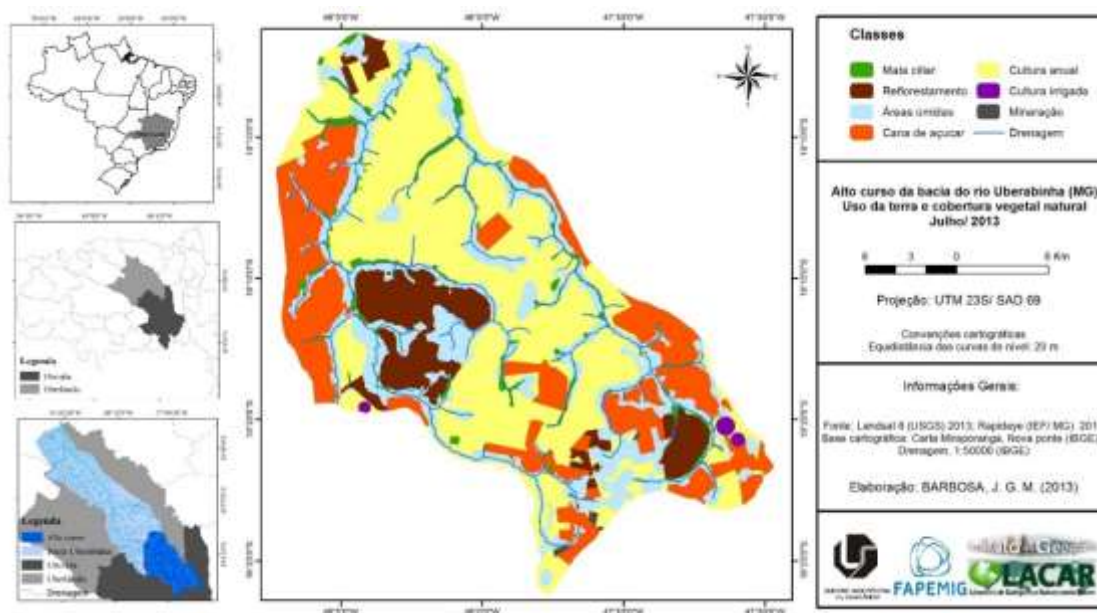
Fonte: BARBOSA, 2014.

- Elaboração de um mapa base: limite da área de interesse, drenagem, coordenadas, rodovias etc.;
- Elaboração de uma chave de fotointerpretação;
- Interpretação visual preliminar das imagens em papel;
- Trabalho de campo: com o objetivo de estabelecer uma associação entre o que foi identificado na imagem, com as correspondentes unidades existentes no terreno;
- Interpretação visual final: tem por objetivo ajustar a interpretação visual preliminar após a coleta dos dados em campo;
- Montagem de mapa temático final: uso do solo e cobertura vegetal

3. Resultados e Discussão

O uso da terra no alto curso da bacia do rio Uberabinha é intenso, atualmente o nível de degradação ambiental é alto, historicamente a ação antrópica tem afetado o sistema hidrológico na bacia como aponta Soares (2008), com a redução das áreas úmidas, representadas pelo covoais). É possível observar no (Mapa 2) que as normas referentes a área de preservação permanente não têm sido respeitadas pelos agricultores.

Mapa 1- Uso da terra e cobertura vegetal no alto curso da bacia do rio Uberabinha (MG), julho (2013)



Fonte: BARBOSA, 2014.

A tabela 1 mostra que as três categorias mais representativas são as culturas anuais (42,66%), áreas úmidas (21,88%) e cana-de-açúcar (21,34%) da área de estudo, indicando o conflito entre o meio natural e o uso da terra. A conservação das áreas úmidas é de suma importância para a manutenção do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica.

Tabela 1- Área ocupada pelas categorias de uso

Categoria de uso	Área Ocupada	
	(Ha)	%
Áreas úmidas (Veredas e covaais)	12050,43	21,87
Cana de açúcar	11755,73	21,34
Cultura anual	23498,74	42,66
Cultura irrigada	233,5551	0,42
Mata / Cerradão	1962,495	3,56
Mineração	115,5135	0,21
Reflorestamento	5473,759	9,94
Total	55090,21	100,00

Fonte: BARBOSA, 2014.

4. Considerações Finais

A atualização do uso e ocupação possibilita acompanhar a evolução dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal de determinada região. A tecnologia e as técnicas para o mapeamento são atualizadas constantemente, novos sensores possibilitam melhor resolução espacial e espectral. Dentre as categorias analisadas é evidente o conflito dos interesses econômico e a conservação ambiental. É de comum acordo entre os pesquisadores a importância da manutenção das áreas úmidas para os ecossistemas, como salienta Machado (2014). Contudo o novo código florestal brasileiro resume a preservação das áreas úmidas ao Art. 6º, inciso IX- proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.

5. Referências Bibliográficas

- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. v. 01. 363p.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.
- BORGES, R. F. ; NISHIYAMA, L. . **Diagnóstico do Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Uberabinha**. Horizonte Científico, v. 1, p. 1-24, 2008.

MACHADO, H. A. **Comportamento do carbono orgânico em área úmida do cerrado: Vereda do Córrego Beija-Flor, Uberlândia/MG.** 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SOARES, Ângela Maria. **A dinâmica hidrológica na bacia do alto curso do rio Uberabinha- Minas Gerais.** 2008. 227 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

FELTRAN FILHO, A. ; LIMA, E. F. . **Considerações morfométricas da Bacia do Rio Uberabinha- Minas Gerais.** Sociedade & Natureza, v. 19, p. 65/-80, 2007.

Brasil. Casa Civil. **LEI Nº 12.651**, DE 25 DE MAIO DE 2012. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em 05 out. 2014.

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASCAVEL, CIDADE DE CASCAVEL / PARANÁ

GREICY JHENIFER TIZ¹

MARIA TERESA DE NÓBREGA²

JOSÉ EDÉZIO DA CUNHA³

1 Universidade Estadual de Maringá - UEM.

greicy_tiz@hotmail.com

2 Universidade Estadual de Maringá - UEM.

mtnobrega@uol.com.br

3 Universidade Estadual do Oeste de Paraná - UNIOESTE.

edeziocunha@hotmail.com

Resumo

A cidade de Cascavel que faz parte da região Oeste do Estado do Paraná e vem passando por um importante crescimento populacional que tem repercutido na qualidade de vida da população. O presente artigo tem como objetivo principal mapear e analisar a vulnerabilidade socioambiental da bacia hidrográfica do Rio Cascavel - Cascavel / Paraná. O estudo da vulnerabilidade socioambiental é importante pois permite identificar grupos mais propensos a enfrentar circunstâncias adversas. Para a realização do trabalho, foram considerados os 94 setores censitários urbanos desta bacia e analisadas as seguintes variáveis: ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APPs), declividade, Esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial, Pessoas analfabetas com dez anos ou mais, domicílios com seis ou mais moradores, domicílios com paredes rústicas e rendimento nominal médio mensal. Foram gerados índices *fuzzy* para as variáveis que permitiram identificar 5 classes de vulnerabilidade para a bacia Hidrográfica do Rio Cascavel. Por meio desse estudo, verificou-se que os melhores resultados foram atribuídos aos setores localizados na área norte da bacia e que há correlação direta entre problemas ambientais e sociais. Isso faz com que as áreas em que ambos os problemas ocorrem de forma concomitante sejam mais vulneráveis às situações adversas.

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Cidade. Bacia Hidrográfica.

Abstract

The city of Cascavel is part of the western region of Paraná State has gone through a significant population growth has impacted the quality of life of the population. This article's main objective is to map and to characterize the socioenvironmental vulnerability of Cascavel River Basin in Cascavel – Paraná. The study of socioenvironmental vulnerability is important because it allows us to identify groups most likely to face adverse circumstances. To carry out this work, we considered the 94 urban census tracts in this basin and the following aspects were analyzed: occupations in Permanent Preservation Areas (PPAs), slope, Sewage through the sewage system or through the rain one,

Illiterate people aged ten or more, households with six or more residents, households with rustic walls and average monthly income. Fuzzy indices were generated for the variables allowed to identify five classes of vulnerability for the Cascavel River watershed. Through this study, it was found that the best results refer the census tracts located in the north watershed and there is direct correlation between environmental and social problems. This causes the areas in which both of the problems concurrently occur are more vulnerable to adverse situations.

Keywords: vulnerability. City. River Basin.

1. Introdução

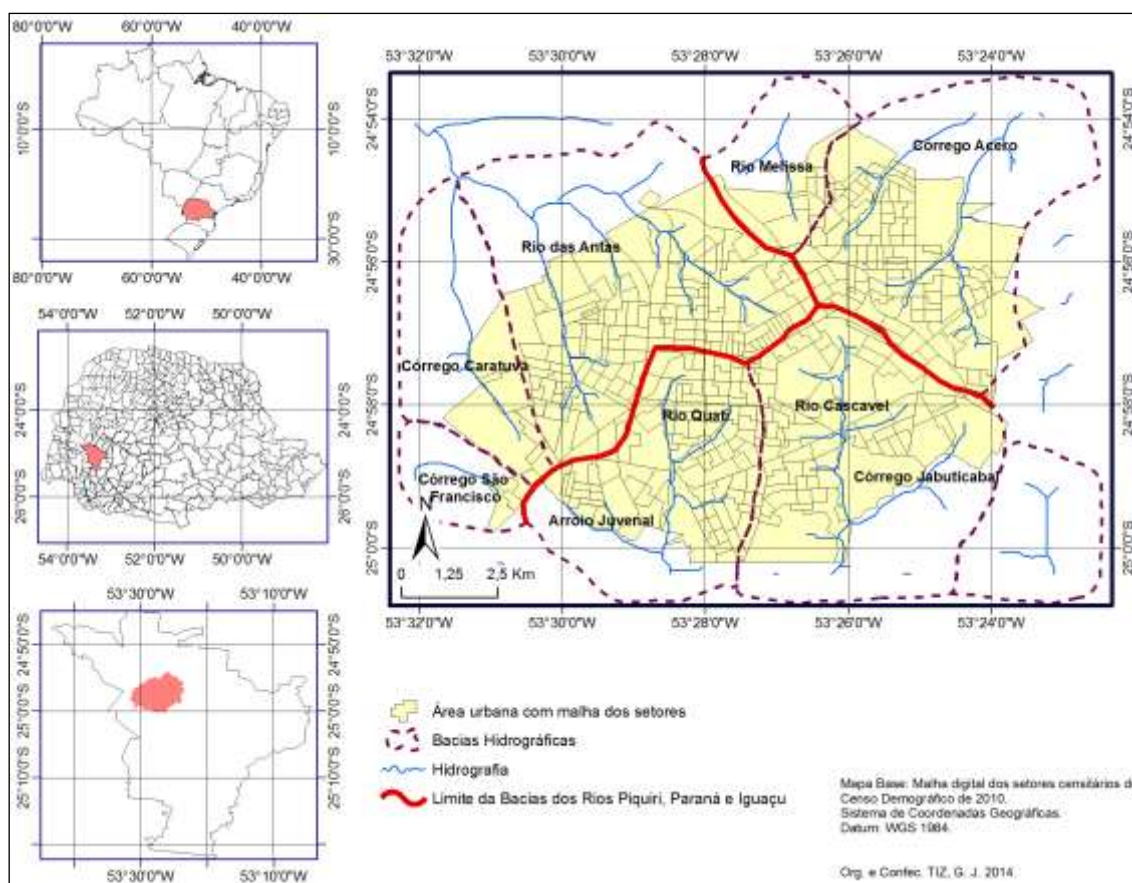
Os espaços urbanos são reflexos da estrutura social que, dividida em classes, produz um espaço também dividido e palco de problemas socioambientais (Souza e Santos, 2006, p.121-123). O estudo das problemáticas socioambientais urbanas demanda uma abordagem complexa que considere a degradação ambiental e a qualidade/condições de vida como parte de um mesmo mosaico (Mendonça, 2004, p. 141) .

Nas cidades, as áreas mais afetadas por eventos naturais, costumam ser aquelas que servem de moradia para as populações mais carentes (Esteves, 2011, p.63). Por esse motivo, na esfera científica, a noção de vulnerabilidade vem sendo moldada e utilizada em diversas disciplinas, como na economia e na Geografia, em que o termo está diretamente atrelado às probabilidades que uma população tem de ser afetada negativamente por um fenômeno geográfico e/ou climático (Deschamps, 2009, p.8 - 9),

No caso da cidade de Cascavel, localizada na região oeste do estado do Paraná, o crescimento populacional acentuado durante e após a década de 1970 devido ao êxodo rural gerado pela introdução de novas tecnologias agrícolas, à ocorrência de geadas e secas (década de 1970), bem como da desapropriação de terras agrícolas para a construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Itaipu (década de 1980), repercutiu diretamente e de maneira diferenciada na qualidade de vida da população urbana. Essa constatação justifica o estudo da vulnerabilidade socioambiental da cidade e mais especificamente da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel (Figura 1).

Tendo em vista a importância da bacia hidrográfica do rio Cascavel enquanto manancial de abastecimento de água da cidade, o presente artigo se propôs a identificar e mapear classes de vulnerabilidade socioambiental da bacia hidrográfica do rio Cascavel. O trabalho considerou sete variáveis: ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APPs), declividade, porcentagem de domicílios sem acesso a esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial, porcentagem de pessoas analfabetas com dez anos ou mais, porcentagem de domicílios com seis ou mais moradores, porcentagem de domicílios com paredes rústicas e rendimento nominal médio mensal.

Figura 1 – Localização das bacias hidrográficas da área urbana da cidade de Cascavel.



Fonte: Acervo Pessoal.

2. Metodologia de trabalho

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizados os seguintes procedimentos:

- Recorte da área de estudo: No *software Arcgis 9.3*, através do *shape* da

área da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, utilizado como máscara, recortou-se a Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

malha de setores censitários da cidade e delimitou-se os 94 setores localizados no interior da bacia hidrográfica do rio Cascavel.

- Seleção das variáveis: Tendo em vista o objetivo do trabalho que é analisar a vulnerabilidade sociambiental da bacia hidrográfica do rio Cascavel, foram selecionadas sete variáveis: cinco provenientes do Censo demográfico de 2010 fornecidas por setor censitário e área de ponderação (porcentagem de domicílios sem acesso a esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial, porcentagem de pessoas analfabetas com dez anos ou mais, porcentagem de domicílios com seis ou mais moradores, porcentagem de domicílios com paredes rústicas e rendimento nominal médio mensal), uma obtida por meio de interpretação de imagem de satélite (Ocupações em Áreas de Preservação Permanente -APPs) e a última por imagens SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* (declividade) ,

- Cálculo do índice *fuzzy* para as variáveis: Como os dados empregados são de natureza diferente, optou-se por utilizar a lógica *Fuzzy*. Para o cálculo do índice *Fuzzy* utilizou-se duas fórmulas, uma para variáveis de relação negativa com a pobreza, em que quando o valor da variável aumenta, reduz-se a carência, caso do rendimento nominal mensal (Formula 1) e outro para variáveis de relação positiva com a pobreza, quando o valor da variável aumenta, a carência aumenta, como o caso da declividade (Formula 2). Os resultados variam de 0 a 1: quanto mais próximo a 0 maior é a carência e quanto mais próximo a 1 menor a carência (Quadro 1). As variáveis foram salvas em arquivos individuais de formato *shapefile*.

$$x_{i,j} = \frac{N_j - Min_j}{Max_j - Min_j} \quad \text{(Formula 1)}$$

$x_{i,j}$ - valor do índice Fuzzy para o indicador j calculado para o bairro i;

N_j - valor observado da série do indicador j para o bairro i;

Min_j - valor mínimo da série do indicador j;

Max_j - valor máximo da série do indicador j.

$$x_{i,j} = \frac{Max_j - N_j}{Max_j - Min_j} \quad \text{(Formula 2)}$$

- Síntese das classes de vulnerabilidade e confecção de mapa: No *Software Arcgis 9.3*, cada variável, em formato *shapefile*, foi convertida em arquivo *raster* através da ferramenta *Features to raster*. A princípio, na função *Raster Calculator*, foram gerados dois mapas, um de vulnerabilidade ambiental que considerou as

variáveis declividade (peso 0,3), ocupações em APP (peso 0,35) e domicílios sem esgotamento sanitário (peso 0,35), e outro, de vulnerabilidade social, que contou com as variáveis pessoas analfabetas (peso 0,25), domicílios com seis ou mais moradores (peso 0,25), domicílios com paredes rústicas (peso 0,25) e rendimento nominal médio mensal (peso 0,25). Na mesma função, atribuiu-se peso 0,5 aos mapas de vulnerabilidade ambiental e social, para a confecção do mapa de vulnerabilidade socioambiental e identificação de cinco classes de vulnerabilidade socioambiental: Baixa, Média a Baixa, Média, Média a Alta e Alta vulnerabilidade (Quadro 2).

Quadro 1: Índice Fuzzy e suas variáveis correspondentes.

Índice Fuzzy	Vulnerabilidade Ambiental			Vulnerabilidade Social			
	V.1	V.2	V.3	V.4	V.5	V.6	V.7
1	0 a 1%	0 a 2	0 a 5%	3948,00 a 4140,49	De 0% a 0,6%	De 0 a 0,9%	0 a 0,1
0,9	1,1 a 2%	3 a 8	6 a 15%	3562,00 a 3947,00	De 0,7% a 1,8%	De 1% a 2,4%	0,2 a 0,5
0,8	2,1 a 3%	9 a 14	16 a 25%	3176,00 a 3561,00	De 1,9% a 3%	De 2,5% a 4%	0,6 a 0,8
0,7	3,1 a 4%	15 a 20	26 a 35%	2790,00 a 3175,00	De 3,1% a 4,2%	De 4,1% a 5,6%	0,9 a 1,2
0,6	4,1 a 5%	21 a 26	36 a 45%	2404,00 a 2789,00	De 4,3% a 5,4%	De 5,7% a 7,2%	1,3 a 1,5
0,5	5,1 a 6%	27 a 31	46 a 55%	2018,00 a 2403,00	De 5,5% a 6,6%	De 7,3% a 8,8%	1,6 a 1,9
0,4	6,1 a 8%	32 a 37	56 a 65%	1632,00 a 2017,00	De 6,7% a 7,8%	De 8,9% a 10,4%	2 a 2,2
0,3	8,1 a 10%	38 a 43	66 a 75%	1246,00 a 1631,00	De 7,9% a 9%	De 10,5% a 12%	2,3 a 2,6
0,2	10,1 a 13%	44 a 49	76 a 85%	860,00 a 1245,00	De 9,1% a 10,2%	De 12,1% a 13,6%	2,7 a 2,9
0,1	13,1 a 19%	50 a 55	86 a 95%	473,00 a 859,00	De 10,3% a 11,4%	De 13,7% a 15,2%	3 a 3,3
0	19,1 a 26%	56 a 58	96 a 100%	280,32 a 472,00	De 11,5% a 12%	De 15,3% a 16%	3,4 a 3,5

V.1 - Classes de Declividade; V.2 - Nº de ocupações em APPs; V.3 - % de domicílios sem esgotamento; V.4 - Intervalo de rendimentos; V.5 - % de domicílios com mais de 6 moradores; V.6 - % de pessoas analfabetas; V.7 - % de domicílios com paredes rústicas.

Fontes: IBGE 2010, Interpretação imagem e SRTM

Quadro 2: Porcentagem de área da bacia por classe de vulnerabilidade socioambiental.

Classe de vulnerabilidade Socioambiental	Vulnerabilidade Ambiental	Vulnerabilidade Social	Porcentagem de área da bacia
Baixa	0,9 a 1	0,8 a 1	1,9
Média a Baixa	0,8 a 1	0,6 a 0,7	8,6
Média	0,6 a 0,9	0,3 a 0,6	20,7
Média a Alta	0,1 a 0,8	0,1 a 0,5	44,9
Alta	0 a 0,6	0 a 0,4	23,9
TOTAL			100

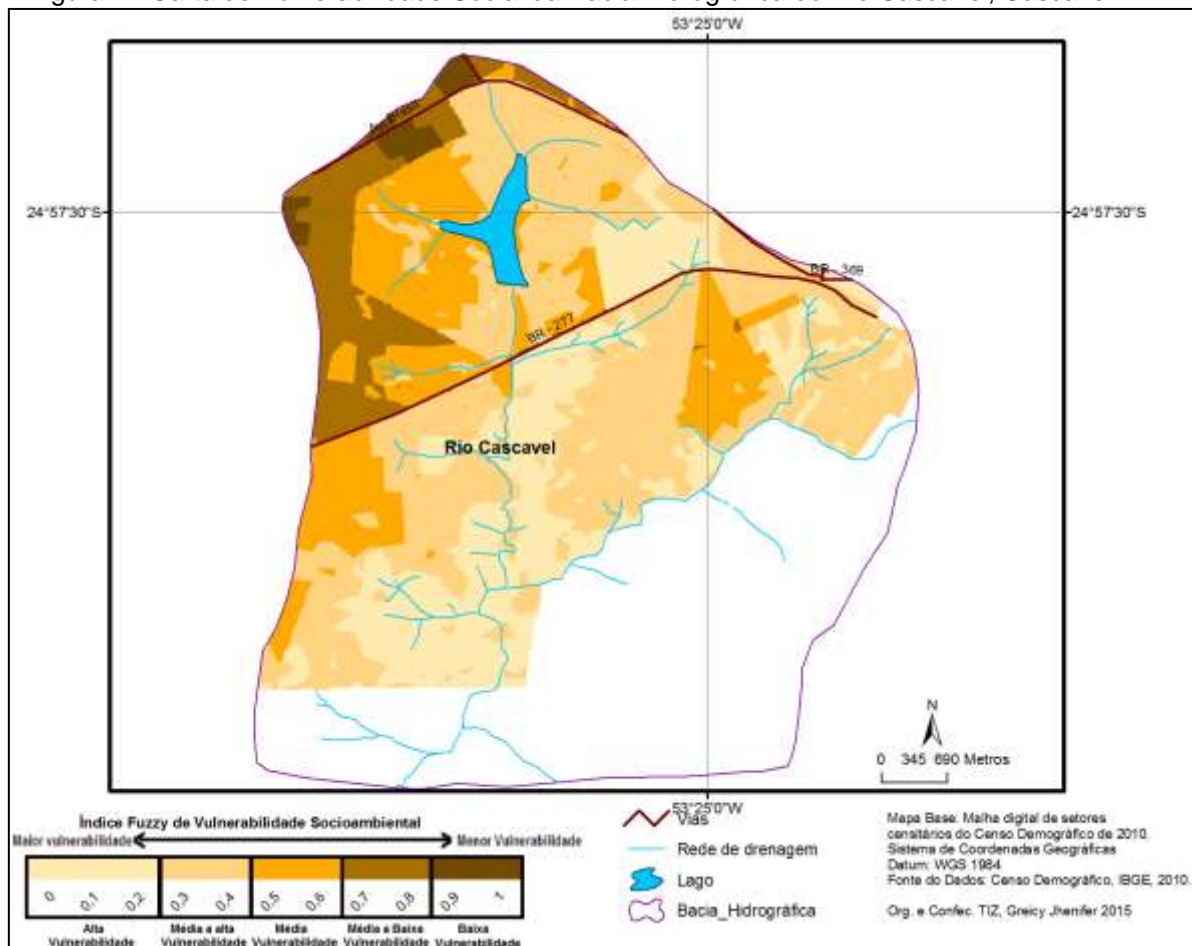
Fontes: IBGE 2010, Interpretação imagem e SRTM

3. Resultados e Discussão

A correlação dos mapas de vulnerabilidade ambiental e social permitiu identificar cinco classes de vulnerabilidade socioambiental para a bacia (Figura 2):

Baixa Vulnerabilidade Socioambiental: abrange 1,9% da área urbana da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, localizada no quadrante noroeste e norte (Figura 2). Fazem parte dessa classe, as áreas da bacia que possuíam índices 0,9 a 1 de vulnerabilidade ambiental (0 a 2% de declividade, 0 a 8 ocupações em APP e 0 a 15% de domicílios sem esgotamento) e 0,8 a 1 de vulnerabilidade social (rendimento de R\$ 3.176,00 a 4.140,49, 0 a 3% de domicílios com mais 6 moradores, 0 a 4% de pessoas analfabetas e 0 a 0,8% de domicílios rústicos) (Tabelas 1 e 2).

Figura 2 - Carta de Vulnerabilidade Social da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel, Cascavel - PR.



Fonte: Acervo Pessoal.

Média a baixa vulnerabilidade socioambiental: Fazem parte dessa classe as áreas que possuíam índices 0,8 a 1 de vulnerabilidade ambiental (0 a 3% de declividade, 0 a 14 ocupações em APP e 0 a 25% de domicílios sem esgoto) e 0,6 a 0,7 de vulnerabilidade social (rendimento de R\$ 2.404,00 a 3.175,00, 3,1 a 5,4% de domicílios com mais 6 moradores, 4,1 a 7,2% de pessoas analfabetas e 0,9 a 1,5% de domicílios rústicos) (Tabela 1 e Tabela 2). Essa classe abrange 8,6% da bacia nos quadrantes norte, noroeste e oeste da bacia (Figura 2).

Média Vulnerabilidade Socioambiental: Essa classe abarca 20,7% da área urbana da bacia, localizada nos quadrantes oeste e Leste (Figura 2 e Tabela 2). Tais áreas, contavam com índices de vulnerabilidade ambiental 0,6 a 0,9, com 1,1 a 5% de declividade, 3 a 26 ocupações em APP e 6 a 45% dos domicílios sem esgotamento. Sua vulnerabilidade social é 0,3 a 0,6 com estas variáveis: rendimento de R\$ 1.246,00 a 2.789,00, 4,3 a 9% de domicílios com mais 6 moradores, 5,7 a 12% de pessoas analfabetas e 1,3 a 2,6% de domicílios rústicos (Tabela 1).

Média a alta Vulnerabilidade Socioambiental: Compreende a maior parte da área da bacia (44,9%), em que a vulnerabilidade ambiental é de 0,1 a 0,8 (2,1 a 19% de declividade, 9 a 55 ocupações em APP e 16 a 95% dos domicílios sem esgotamento) e social de 0,1 a 0,5 (rendimento de R\$ 473,00 a 2.403,00, 5,5 a 11,4% de domicílios com mais 6 moradores, 7,3 a 15,2% de pessoas analfabetas e 1,6 a 3,3% de domicílios rústicos) (Tabelas 1 e 2).

Alta vulnerabilidade Socioambiental: Nessa classe as áreas possuíam os piores índices, tanto de vulnerabilidade ambiental com 0 a 0,6 (4,1 a 26% de declividade, 21 a 58 ocupações em Área de Preservação Permanente e 36 a 100% dos domicílios sem esgotamento) como a social de 0 a 0,4 (rendimento de R\$ 280,32 a 2.017,00, 6,7 a 12% de domicílios com mais 6 moradores, 8,9 a 16% de pessoas analfabetas e 2 a 3,5% de domicílios rústicos). A classe abrange 23,9% da bacia, localizada principalmente nas proximidades da rede de drenagem (Figura 2).

4. Considerações Finais

O presente trabalho permitiu fazer as seguintes considerações:

- A carta de vulnerabilidade socioambiental demonstrou que as áreas urbanas localizadas ao norte da BR-277 contam com os melhores indicadores.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

- Há uma relação direta entre as áreas com piores indicadores ambientais e os sociais, o que torna essas áreas mais fragilizadas frente às situações adversas.

Referências

- Deschamps, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental das Regiões Metropolitanas Brasileiras**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2009.
- Esteves, C. J. de O. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. **Caderno IPARDES**. Curitiba, PR, ISSN 2236-8248, v.1, n.2, p. 62-79, jul./dez. 2011.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Sinopse/Agregados_por_Setores_Censitarios/. Acesso em: set. 2012.
- Mendonça, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, jul/dez, 2004. Editora UFPR.
- Souza, L. B. e; Santos, C. B. dos. O crescimento urbano e a ocupação de áreas sob riscos de escorregamentos na região Noroeste da área urbana de Juiz de Fora – MG. **Boletim de Geografia**. Universidade de Maringá: V.1, n.1, p. 121-127, 2006.

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO NDVI APLICADO EM IMAGENS MODIS: UMA ABORDAGEM SOBRE A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO POLO REGIONAL DE GUANAMBI-BAHIA

ISRAEL DE OLIVEIRA JUNIOR¹

KEZIA ANDRADE DOS SANTOS²

DIEGO REBOUÇAS COSTA³

JOCIMARA SOUZA BRITTO LOBÃO⁴

1 Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
iojjunior@gmail.com

2 Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
kezia_peniel@hotmail.com

3 Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
kezia_peniel@hotmail.com

4 Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
juci.lobão@gmail.com

Resumo

Por meio deste estudo objetivou-se aplicar o NDVI e indicar a deterioração e degradação ambiental no polo regional de Guanambi, estado da Bahia. A referida região está inclusa na Área Suscetível à Desertificação (ASD) brasileira e foi selecionada para a realização de um estudo ambiental no intuito de subsidiar a elaboração do *Programa estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca* (PAE) da Bahia. Empregou-se o NDVI no período de 2001 a 2009 para comunicar as possíveis interferências da ação humana e do fenômeno da seca na biomassa, ao possibilitar a comparação do teor de biomassa durante os anos e relacioná-la com outros dados ambientais, como os climáticos. As imagens MODIS, com resolução espacial de 250 m, foram utilizadas para a aplicação do índice de vegetação. Na definição das classes dos mapas alguns intervalos NDVI foram testados, em função dos dados de campo, mapa de uso e cobertura da terra e imagens MODIS. Identificou-se que no período chuvoso predominam os altos índices de vegetação devido à recuperação da biomassa com a ocorrência das chuvas, mas houve anos que ocorreram baixos índices, principalmente, nos relevos depressivos e planos, onde o uso agropecuário é intenso. A ocorrência contínua dos baixos índices de vegetação, indicaram um estado de degradação ambiental em áreas dos municípios de Iuiú e Malhada.

Palavras-chave: NDVI. MODIS. Degradação ambiental.

Abstract

This study has aimed to apply the NDVI and indicate deterioration and environmental degradation at a regional center of Guanambi city, state of Bahia. That region is included in a Susceptible Area Desertification Brazilian (ASD) and was selected to carry out an environmental assessment to support the development of the state program to combat desertification and mitigate the effects of drought (PAE) state of Bahia. We used the NDVI from 2001 to 2009 to communicate the possible interference Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

of human action and drought phenomenon in biomass, to enable comparison of the biomass content over the years and relate it to other environmental data, such as weather . The MODIS images with a spatial resolution of 250 m were used for the application of vegetation index. In defining the classes of maps some NDVI intervals were tested on the basis of fieldwork, use and land cover map and MODIS images. We found that during the rainy season dominated have predominated by high rates of vegetation due to the recovery of biomass with the occurrence of rains, but there were years that were low levels, especially in depressive reliefs and plans, where the agricultural use is intense. The continued occurrence of low levels of vegetation indicated a condition of environmental degradation in areas of the cities of Iuiu and Malhada.

Keywords: NDVI. MODIS. Environmental degradation.

1. Introdução

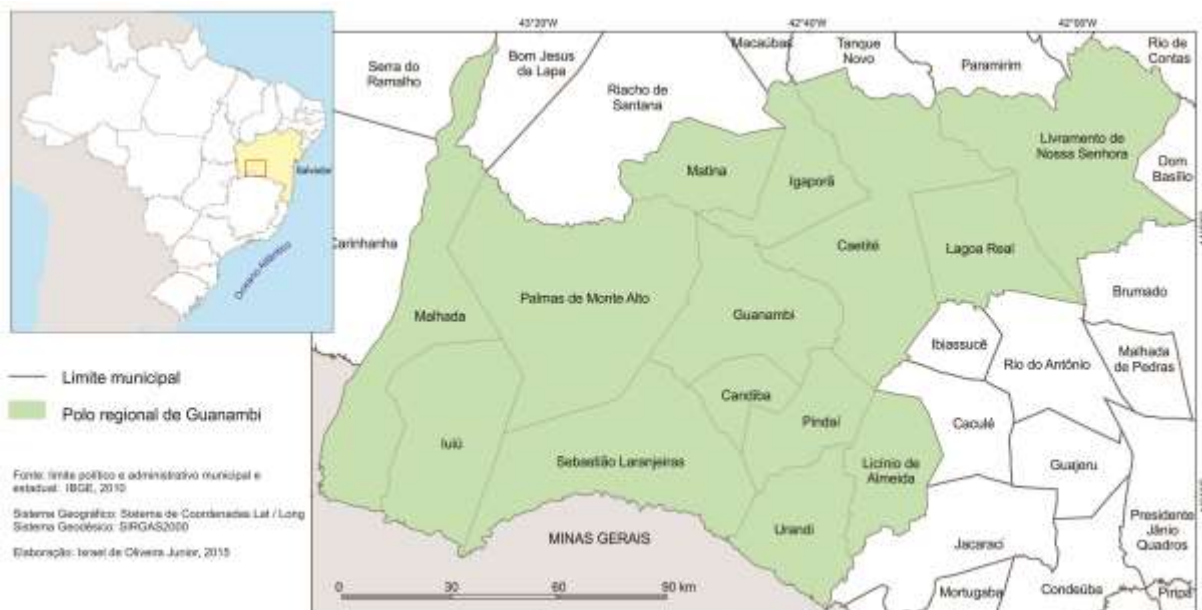
O polo regional de Guanambi (Figura 1) compõe a Área Suscetível à Desertificação (ASD) brasileira, é constituído por 14 municípios localizados no sudoeste da Bahia e possui uma extensão territorial de 19.173 km². A região foi selecionada para integrar os estudos do processo de desertificação e fundamentar a elaboração do Programa estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da Seca (PAE) da Bahia (BAHIA, 2009).

A desertificação é um problema ambiental decorrente em terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, como resultado da apropriação humana do ambiente e da variação climática (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1997). Os estudos sobre esse processo indicam a sua complexidade, devido à amplitude dos fatores causadores e impactos resultantes (BRASIL, 2005), com possibilidade de gestão, mitigação e combate. Entre alguns cenários ocasionados pela desertificação tem-se a perda da fertilidade natural dos solos, a deterioração generalizada da biomassa, o desequilíbrio na economia regional, o desemprego crescente, a interrupção ou diminuição da produção das lavouras, os processos migratórios, entre outros (SOUZA, 2006).

Por este estudo objetivou-se analisar a degradação ambiental a partir da aplicação e estudo do NDVI em imagens MODIS do período chuvoso entre os anos de 2001 e 2009. O índice de vegetação é um indicador potencial para analisar o estado do ambiente, pois comunica sobre a deterioração ambiental e a

vulnerabilidade à desertificação das áreas onde a biomassa não se recompõe, os solos permanecem expostos e/ou com baixa densidade da biomassa. A opção de selecionar o período chuvoso ocorreu em razão de estimar os cenários otimistas, pois as feições vegetais da caatinga recuperam as folhas rapidamente logo no início das precipitações pluviométricas e aumentam a sua capacidade fotossintética.

Figura 1. Localização da área de estudo – polo regional de Guanambi, estado da Bahia-Brasil



2. Procedimentos Metodológicos

O polo regional de Guanambi é dominado pelo clima tropical semiárido, com médias pluviométricas entre 693 mm e 1012 mm anuais, temperaturas médias anuais elevadas, em torno de 23° C, as chuvas são concentradas entre os meses de novembro e março (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 1999) e irregulares, pois existem anos que elas faltam, caracterizando o fenômeno da seca. Os compartimentos geomorfológicos, associados aos solos mais comuns da região são: depressões periféricas e interplanálticas, com latossolos e cambissolos; Serra Geral do Espinhaço, Chapada Diamantina e planalto Sul Baiano, constituídas por neossolos (BRASIL, 1982). As

depressões são massivamente ocupadas por agropecuária, com destaque para a pecuária bovina e cultivos agrícolas de ciclos curtos.

Neste estudo, por meio do software ENVI 4,7, aplicou-se o NDVI em imagens MODIS, com resolução espacial de 250 m, no intuito de comparar as variações multitemporais da biomassa do período chuvoso regional, devido à alta resolução temporal dos produtos MODIS. Após a seleção dos produtos MOD13 do período chuvoso, apoiada pela análise do balanço hídrico dos municípios regionais (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 1999), selecionou-se as bandas do vermelho (V) e infravermelho próximo (IVP) para aplicação do índice.

As imagens MOD13 são disponibilizadas depois de pré-processadas: correção geométrica, atmosférica e radiométrica; assim, após aquisição, houve a necessidade de reprojeta-las, recortá-las e criar o mosaico da área de estudo. Em seguida, foram realizados os seguintes procedimentos: (i) aplicação do NDVI; (ii) testes para a definição dos limites das classes do NDVI, os quais foram comparados com realidades observadas nos estudos de campo e dados secundários, como o mapa de uso e cobertura da terra; (iii) determinação de quatro classes do índice, de acordo com a densidade da biomassa e importância para o estudo da desertificação. Assim, produziu-se nove mapas para o período chuvoso.

As informações obtidas foram integradas no Sistema de Informações Geográficas (SIG), para posterior análise, comparação, integração com os demais dados e informações ambientais do polo e análise da vulnerabilidade à desertificação. O índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) foi proposto por Rouse e outros (1973 apud Jensen, 2009) e é obtido por meio da equação:

$$\text{NDVI} = (\text{pivp} - \text{pv}) / (\text{pivp} + \text{pv}) \quad (1)$$

onde, pivp é a reflectância no infravermelho próximo e pv é a reflectância no vermelho e os valores geralmente variam de -1 a 1. Nas imagens MODIS o NDVI varia de 0 a 1; quando há valores negativos, representam áreas que o sensor não conseguiu captar informações sobre os alvos. Os mapas foram produzidos na escala de 1/1.000.000, tendo como Sistema Geodésico de referência: SIRGAS 2000.

3. Resultados e Discussão

Os testes para a determinação das classes do NDVI ocorreram em função do estudo das características da densidade da biomassa regional em campo, mapa de uso e cobertura da terra e das imagens MODIS. Devido a relação entre a densidade da biomassa e deterioração ambiental, definiu-se as classes NDVI em quatro intervalos (Quadro 1), que estão inclusos em uma escala de zero a um, na qual os valores próximos a zero referem-se a ausência de vegetação e os valores mais altos indicam maior vigor da biomassa.

Quadro 1 – Definição das classes de NDVI

Intervalo NDVI	Características das classes	Classe NDVI
0,000 a 0,299	Solo exposto ou pouca biomassa	Baixa densidade
0,300 a 0,499	Densidade de biomassa rarefeita	Média densidade
0,500 a 0,699	Boa quantidade de biomassa	Média alta densidade
0,700 a 1,000	Alta densidade de biomassa	Alta densidade

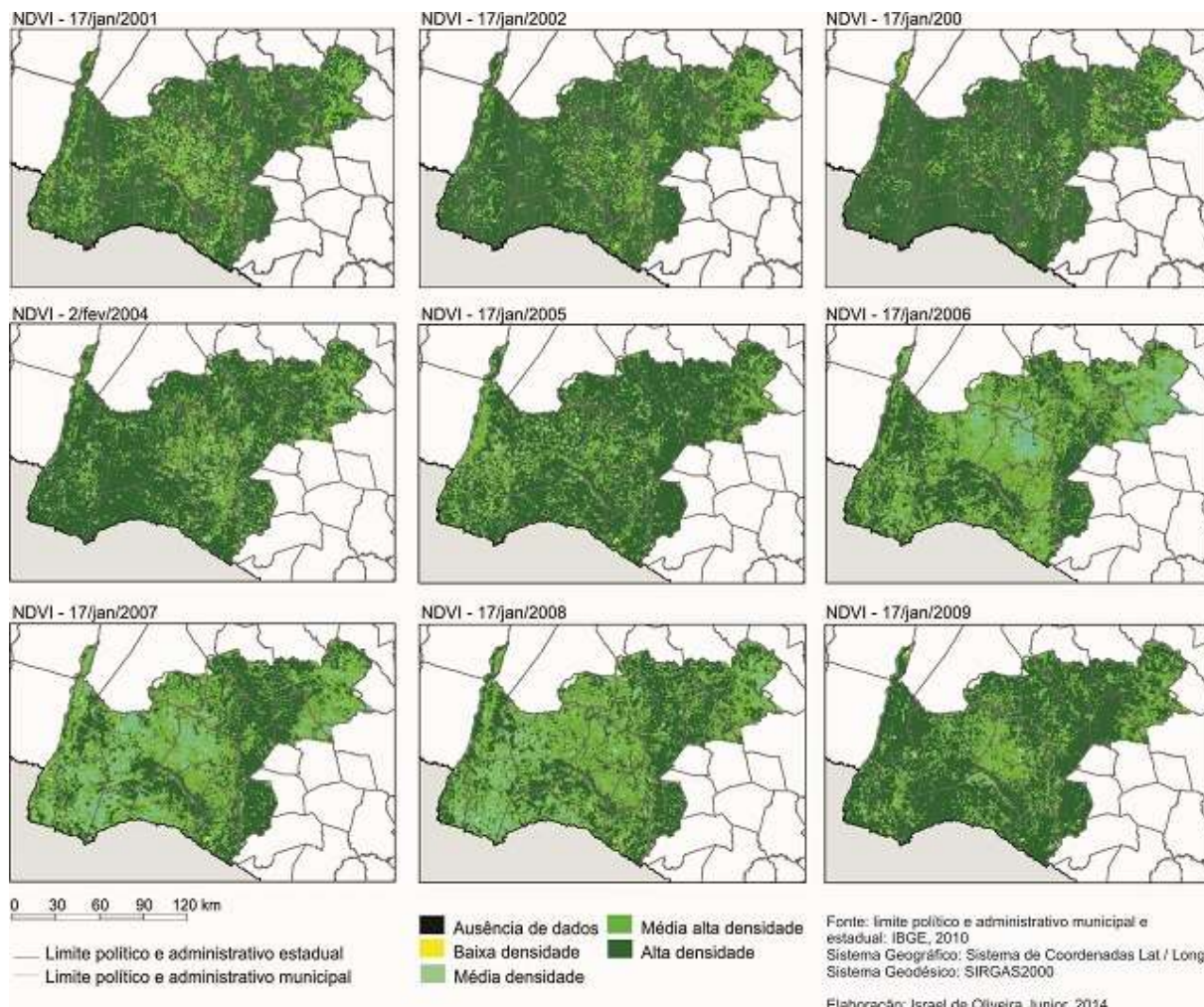
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2015

Os NDVI gerados para o período chuvoso demonstram que no ano de 2001 (Figura 2) as classes de maior biomassa (média alta densidade e alta densidade) representam, respectivamente, 28,8% e 70% da área de estudo. As classes de menor biomassa (baixa densidade e média densidade) são quase inexistentes, totalizando 1,16%, e parte delas corresponde a espelho de água, formado principalmente pelos açudes do Ceraíma, localizado no município de Guanambi, e Covas da Mandio, em Urandi. Essa é uma realidade comum para os períodos chuvosos dos anos de 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 e 2009 (Figura 2). O predomínio das referidas classes do NDVI deveu-se às precipitações pluviométricas que ocasionam alterações no meio ambiente, como a continuidade do plantio, recomposição das folhas da vegetação e germinação de plantas.

Em 2006, a densidade da biomassa apresentou mudanças significativas (Figura 2), pois houve uma redução da classe alta densidade e um aumento da classe média densidade, equivalendo, em ordem, 42,3% e 9,4%. Isso é verificado, também, nos anos de 2007 (Figura 2) e 2008 (Figura 2), o que expressa a baixa recomposição da biomassa. Apenas em 2009 (Figura 2) ocorreu uma recomposição

mais acentuada da classe alta densidade, que passou a representar 71,9%, enquanto que a classe média densidade abrangeu 1,4% de toda área.

Figura 2 – Mapas NDVI do período chuvoso entre os anos de 2001 e 2009 – Polo regional de Guanambi-Bahia.



Nos levantamentos de dados em campo, alguns fatores preponderantes da dinâmica ambiental do polo foram identificados, com reflexos importantes nos mapas NDVI: i) no início da estação chuvosa a vegetação recobre homogeneamente toda a superfície de solo, com reflexos na predominância dos índices mais altos do NDVI; ii) os cultivos frequentes são temporários e inicia-se no período das precipitações pluviométricas e contribuem para elevar o NDVI; iii) a recomposição de espécies pioneiras de porte herbáceo e sem diversidade biológica, como a *Sida galheirensis* Ulbr., conhecida popularmente por velame, no período chuvoso, que aumenta os valores do índice de vegetação. A presença desse tipo de vegetação é comum nos

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

ambientes apropriados para exploração dos recursos ambientais e onde a vegetação nativa foi suprimida.

4. Considerações finais

A aplicação do NDVI no período chuvoso do polo regional de Guanambi possibilitou a identificação da predominância da alta densidade da biomassa entre os anos de 2001 e 2009, em função das precipitações pluviométricas, que favorecem o início dos cultivos agrícolas, a germinação de espécies pioneiras e a recuperação das folhas das feições vegetais da caatinga.

As classes mais baixas do NDVI se distribuíram nos relevos de menor declividade, onde são desenvolvidas com maior intensidade as atividades agropecuárias. Verificou-se que as áreas mais vulneráveis localizam-se no centro, oeste e extremo leste do polo. O estudo multitemporal do índice tornou a aplicação desse indicador ambiental para o semiárido coerente, pois permitiu a diminuição dos erros interpretativos dos estados ambientais em função de fenômenos naturais, como as secas.

Referências

- Bahia, Instituto de Gestão das Águas e Clima. 2009. **Programa estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca.** Disponível em: < <http://www.inga.ba.gov.br/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=1&lid=91> >. Acesso em: 3 fev. 2010.
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, 2005.
- Brasil, Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL:** Folha SD.23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982.
- Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente.** São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- Organização das Nações Unidas. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1997.
- Rouse, J.W.; Haas, R..H.; ScHell, J. A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **Third Symposium of ERTS,** Greenbelt, Maryland, USA, NASA, SP-351, v. 1, p. 309-317, 1973.
- Souza, M. J. N. A problemática ambiental: cenários para o bioma da Caatinga no nordeste do Brasil. In: Silva, J. B. da; Lima, L. C.; Dantas, E. W. C. (Orgs.). **Panorama da Geografia brasileira II.** São Paulo: Annablume, 2006.
- Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Balanco hídrico do estado da Bahia.** Salvador: SEI, 1999.

AValiação Espaço Temporal da Cobertura Vegetal por Meio da Aplicação do Índice de NDVI no Baixo Curso do Rio do Peixe - Oeste Paulista/SP

RENATA PEREIRA PRATES¹
CARLA RODRIGUES SANTOS²
PAULO CESAR ROCHA³

1 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/PP
prates.renat@gmail.com

2 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/PP
carlars2013@gmail.com

3 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/PP
pcrocha@fct.unesp.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo analisar a variação temporal da cobertura vegetal dos anos de 1985, 2005 e 2014 através da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), gerado por imagens de satélite do Landsat 5 / TM e imagens do Instituto de investigação espacial e OLI de 2014, Landsat8 sensor (USGS), na bacia hidrográfica do rio do Peixe, localizada no Oeste Paulista - SP. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada foi realizado no software ArcGis 10.1 e reclassificadas de acordo com o tipo de uso e cobertura da terra. Os resultados indicaram que o uso e cobertura da terra de 1985, 2005 e 2014, indicaram alto grau de degradação do meio ambiente e mudanças nas classes de uso, especificamente de solo exposto, entre 1985 e 2005. O NDVI foi significativamente destinado a esta análise e permitiu compreender as mudanças ambientais ao longo dos anos analisados, no qual foi possível relacionar os dados apresentados com a configuração territorial da região que por conta do processo histórico de ocupação o Oeste do Estado de São Paulo, intenso desmatamento, que aliado a alta susceptibilidade natural à erosão contribuiu para a formação de numerosas feições erosivas e, conseqüentemente na degradação do solo e no assoreamento dos corpos d' água.

Palavras-chaves: Sensoriamento remoto. Uso da terra. Degradação ambiental

Abstract

This paper aims to analyze the temporal variation of vegetation cover of the years 1985, 2005 and 2014, applying the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), generated by satellite images of Landsat 5 / TM images and Space Research Institute and OLI 2014. Landsat 8 sensor (USGS), in the River basin of Peixe, located in the west of São Paulo - SP. The Normalized Difference Vegetation Index was performed through the software GIS 10.1 and reclassified according to the sort of land use and land cover. The results demonstrated that the use and land cover in 1985, 2005 and 2014 indicated a high degree of environmental degradation and changes in land use classes, specifically bare soil between the years of 1985 and 2005. The NDVI was significantly useful at this analysis and allows us to understand the environmental changes over the years. In which case, it was possible to Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

correlate the submitted data with the territorial configuration of the region, that on account of the historical process of occupation of the west of São Paulo, massive deforestation, which combined with high susceptibility to natural erosion contributed to the formation of numerous erosional features and hence in land degradation and siltation of water bodies

Keywords: Remote sensing. Land use. Environmental degradation

1- Introdução

A intensificação das atividades humanas ao longo dos anos sobre a natureza tem contribuído para aumento de diversos impactos ambientais. É preciso compreender que os seres humanos na Natureza assumem uma forma contraditória, mesmo sendo parte dela, por ser uma de suas espécies biológica, o homem modificar e transforma a natureza, a partir da sua organização social e capacidade de trabalho (Rodriguez, Silva e Cavalcanti, 2007).

O avanço das técnicas de sensoriamento remoto tem contribuído para uma geração significativa de dados e informações obtidos pelos sensores orbitais. Logo, a comunidade científica se deparou com a necessidade de elaborar métodos para transformar a informações contidas nas imagens de satélites e derivar parâmetros relacionados à vegetação (AFFONSO et. al., 2009).

Segundo Moreira (2003), podemos encontrar na literatura mais de 50 índices de vegetação, porém, os mais utilizados são o Razão Simples (RVI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

O princípio do NDVI está relacionado à absorção da radiação na região espectral do vermelho, pelas clorofilas presentes nas células vegetais e ao espalhamento ou reflectância pelas folhas da radiação na região do infravermelho próximo. Conforme suas condições biofísicas, a vegetação pode apresentar diferentes comportamentos espectrais, o que pode levar uma determinada espécie a responder diferentemente à absorção de radiação vermelha ou a reflectância do infravermelho próximo em razão de um déficit hídrico, nutricional ou à idade da planta (SARTORI et. al., 2009).

A vegetação possui uma intensa absorção devido à clorofila na região do vermelho (0,63 – 0,69 μm) e uma intensa energia refletida na região do infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μm) devido às estruturas celulares das folhas (JENSEN, 2000).

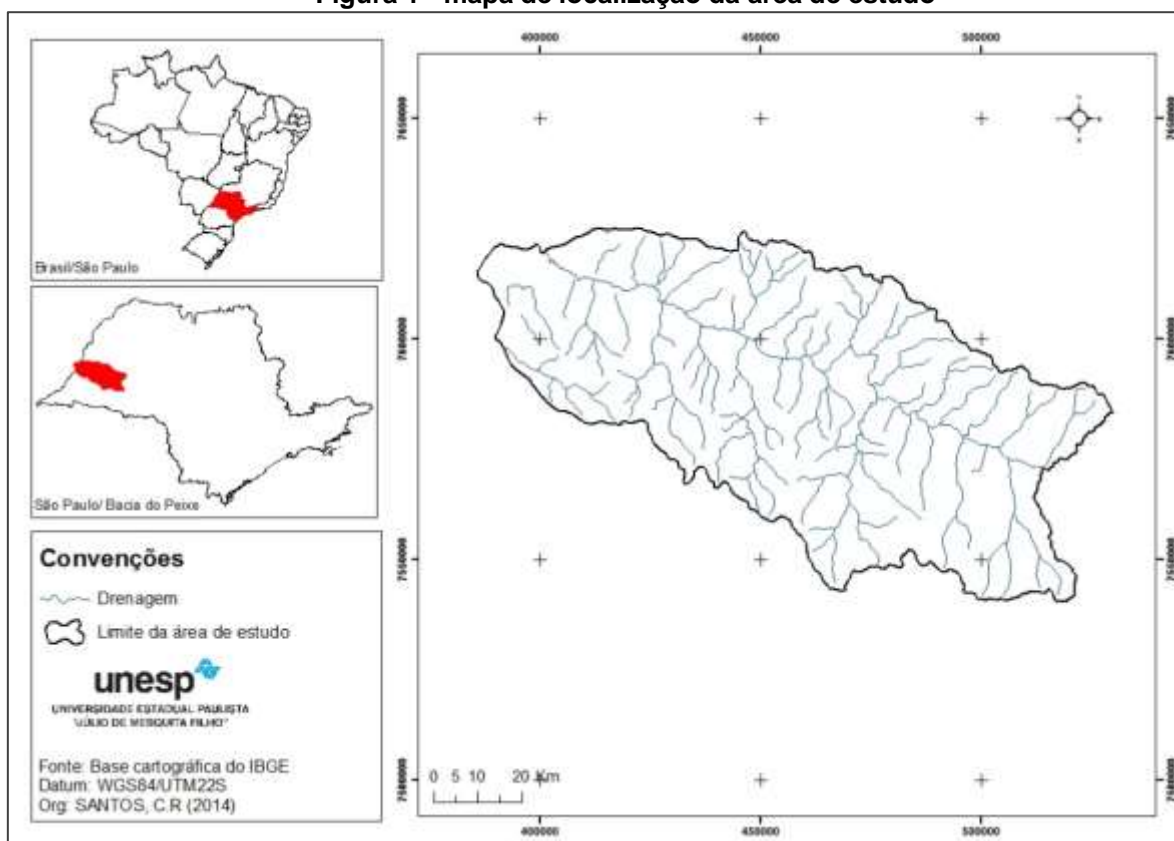
Nesta perspectiva, o objetivo desse trabalho foi analisar as variações temporais do uso da terra e cobertura vegetal dos anos de 1985, 2005 e 2014, através da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) gerado por meio de imagens do satélite LANDSAT 5/TM e LANDSAT 8/OLI, no baixo curso da bacia hidrográfica do rio do Peixe, Oeste do Estado de São Paulo.

2 - Metodologia

2.1- Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na região oeste de São Paulo no baixo curso da bacia hidrográfica do rio do Peixe, conforme apresentando na figura 1. A bacia em questão é constituída por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná, do período mesozóico e depósitos aluvionares de idade cenozóica. As unidades litoestratigráficas aflorantes presentes pertencem ao Grupo São Bento (formação Serra Geral), Grupo Bauru (Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília) e Depósitos Cenozóicos.

Figura 1 - mapa de localização da área de estudo



A região pertence ao Planalto Centro Ocidental, de acordo com Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo em escala 1:1.000.000 (IPT, 1981b), com predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplainados e, Planícies Fluviais que ocorrem nos vales com preenchimento aluvial.

Segundo Monteiro (1973), a região sudoeste do Estado de São Paulo, situa-se em uma zona de transição climática onde a circulação atmosférica é controlada pela dinâmica das massas tropicais, setentrionais e meridionais. Destas massas de ar, observa-se que a frente polar Atlântica é responsável pela produção de maior quantidade de precipitação na região.

2.2 - Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento desse trabalho foram utilizadas imagens landsat5, provenientes do sensor TM dos anos de 1985 e 2005, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e landsat 8, sensor OLI DE 2014, adquiridas no USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), órbitas 222 e 223 ponto 75, com resolução espacial de 30 metros.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), foi realizado no *software* ArcGis 10®, através da ferramenta *Raster Calculator*, a partir da diferença entre as refletâncias das bandas no infravermelho próximo e das bandas no visível, dividido pela soma das refletâncias dessas duas bandas. Essa diferença é normalizada pela somatória das reflectâncias, dada pela formula: $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$, Onde: NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; NIR: Reflectância no infra-vermelho próximo; RED: reflectância no vermelho.

Em seguida, averiguou-se a resposta espectral obtido por cada imagem em relação ao NDVI, a fim de reclassificar o NDVI quanto ao tipo de usos: água, solo exposto, pastagem e agricultura, vegetação rasteira e vegetação densa.

3 - Resultados e Discussão

Observa-se ao analisar os usos do solo e cobertura vegetal dos anos 1985, 2005 e 2014, percebemos que o grau de degradação e ocupação do solo nos três anos é considerado bastante intenso.

A classe que sofreu maior variação de cobertura vegetal é a de solo exposto, principalmente entre os anos de 1985 e 2005, na qual em 1985 tínhamos 43,8% de solo exposto e em 2005 houve um decréscimo considerado para 13,80% (tabela 1). Essa variação pode estar relacionada ao processo histórico de ocupação de todo o Oeste do Estado de São Paulo, onde ocorreram mudanças de uso da terra em meados da década de 1980, com introdução de culturas como a cana-de-açúcar e de citricultura na região.

Ao analisarmos os resultados é possível identificar que deste o ano de 1985 até o ano de 2014 a área de estudo apresenta-se poucas áreas com vegetação, dos 6810,07 km² (100%) da bacia, temos uma média de 5,67% de vegetação rasteira e 2,62% de vegetação densa.

A vegetação rasteira apresenta um lento crescimento no ano de 1985 de aproximadamente 1,61% e, para o ano de 2005 8,17%. O crescimento é positivo e demonstra um processo de regeneração da vegetação na área, contribuindo para a conservação da bacia. Já no ano de 2014 há uma diminuição para 7,25% de vegetação rasteira, conforme apresentando na tabela 1.

Tabela 1– uso da terra e cobertura vegetal a partir dos dados de NDVI.

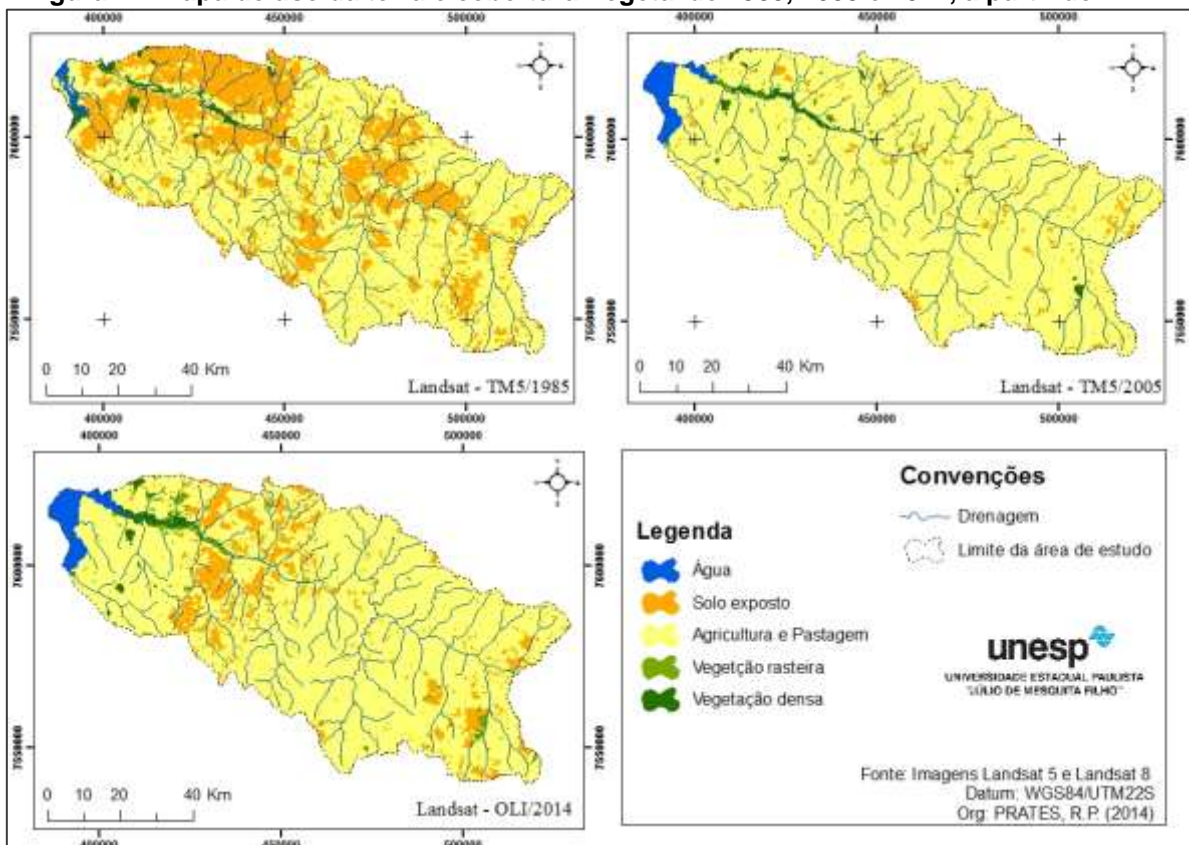
Classes de Uso	Ano de 1985		Ano de 2005		Ano de 2014	
	Área (Km ²)	Área (%)	Área (Km ²)	Área (%)	Área (Km ²)	Área (%)
Água	79.32	1.16	139.60	2.05	152.00	2.23
Solo Exposto	2983.05	43.80	939.45	13.80	1573.05	23.10
Agricultura e Pastagem	3428.20	50.34	4971.75	73.01	4467.88	65.61
Vegetação Rasteira	109.78	1.61	556.56	8.17	493.46	7.25
Vegetação Densa	209.72	3.08	202.71	2.98	123.68	1.82

Org: SANTOS, C.R. (2014).

Em contrapondo, tem-se um decréscimo constante de vegetação densa, no ano de 1985 tem-se 3,08%, em 2005 2,98%, e no ano de 2014 a vegetação é 1,82%, de acordo com a tabela 1. A vegetação densa é importante para a preservação do habitats de várias espécies, pois serve de fluxo e refúgio, além de proliferação e dispersão de sementes.

Os dados apresentados na tabela 1 mostram ainda expansão das áreas de agricultura e pastagem na região, que em 2005 ocupava uma área de 73,01%, já em 2014 há uma diminuição da classe de uso, ocupando 65,61 % da área do baixo curso do rio do Peixe. É possível observar na tabela 1 e na figura 2, que houve um aumento do solo exposto entre 2005 (13,80%) e 2014 (23,10%), que pode estar associada ao preparo do solo para inserção das culturas anuais.

Figura 2 – Mapa de uso da terra e cobertura Vegetal de 1985, 2005 e 2014, a partir do NDVI.



O aumento nos valores da água entre os anos analisados, estão relacionados com a construção da barragem "Engenheiro Sergio Motta" durante a década em 1980, e, que após um período de interrupção das obras, entrou em operação em 1999 (FERRAZ, 2002).

Nota-se (figura 2) que nos três anos analisados, a vegetação ciliar que deveria ser prioritária em todos os cursos de água, está praticamente desprovida de tipo de vegetação. Isso é um dado importante, há visto que, tanto a nova legislação do código florestal (Lei 12.651, de 25 de maio 2012) quanto à antiga legislação do

código florestal (Decreto 23.793/34), já definiam que essas áreas devem ser protegidas, com o objetivo de garantir a preservação dos rios, lagos e mananciais, evitando a ocupação de áreas de risco.

4 - Considerações finais

Através da análise dos NDVI foi possível identificar que o tipo de cobertura vegetal que predomina na área de estudo é de agricultura e pastagem, provenientes do processo de uso e ocupação da terra na região, desprovida de qualquer preocupação ambiental.

Destaca-se ainda, a importância das imagens de satélites como ferramenta para não só mapear a vegetação, mas também classificar os tipos, a quantidade, a condição da vegetação e sua resposta espectral de acordo com as características do meio físico de uma determinada área. Assim, o uso do NDVI mostrou-se satisfatório para análise da cobertura vegetal, permitindo compreender as mudanças sociais ambientais que ocorreram ao longo dos anos, a partir de uma determinada escala temporal.

Referências

- AFFONSO, A. G.; VALERIANO, D. M.; BATISTA, G. T. Caracterização da vegetação no município de Marabá, no estado do Pará, através de dados e transformações espectrais (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) do sensor ETM+ / Landsat7. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais** do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2005. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.21.01/doc/1407.pdf>>. Acesso em 27 out. 2014.
- FERRAZ, V.M. de B. (org.), KÜHL, J.C.A. DINIZ, R. de O. (2002). CESP: Pioneirismo e Excelência Técnica. Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo. São Paulo, 72p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000**. São Paulo: IPT, v-1, p. 46-8; 69, 1981
- JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment-an Earth resource perspective**. New Jersey, Prentice Hall, 2000. 544p.
- KAUTH, R. J. THOMAS, G. S. The TasseledCap: a graphicdescriptionofthespectraltemporal development of agricultural crops as seen in Landsat. In: Proceedings on the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data, 29 jun-01 jul.1976, West Lafayette, Indiana, EUA.**Anais**. West Lafayette, Indiana: Purdue University, 1976. p. 41-51.
- MOREIRA, M.A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 2.ed. Viçosa - MG: UFRV, 2003. 307 p.
- NOVO, E.M. L de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher, 1989. 308p.
- POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D. Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4145-4150
- RODRIGUEZ, J. M. M, SILVA, E. V da & CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza, Editora UFC, 2004. 222 p.
- SARTORI, A. A. C.; PIANUCCI, M. N.; SILVA, R. F. B.; ZIMBACK, C. R. L. Influência do período de estiagem no Índice de Vegetação (NDVI), no município de Botucatu-SP. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2009, Natal-RN. SBSR - XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009. v. 14. p. 4363-4369.

DIAGNÓSTICO DO USO E COBERTURA DA TERRA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA LUZIA, COM O USO DE IMAGENS LANDSAT 8

LUCÍOLA MARIA DE MELO CORDEIRO¹

MILENA DUTRA DA SILVA²

NADJACLEIA VILAR ALMEIDA³

1 Universidade Federal da Paraíba- UFPB/CCAIE/DEMA
luciolamcordeiro@gmail.com

2 Universidade Federal da Paraíba- UFPB/CCAIE/DEMA
dutra_ms@hotmail.com

3 Universidade Federal da Paraíba- UFPB/CCAIE/DEMA
nadjacleia@ccae.ufpb.br

Resumo

O ambiente tem sido exposto a diversas atividades que alteram a dinâmica e o equilíbrio do ecossistema. As bacias hidrográficas são boas alternativas para entender a dinâmica e analisar as condições de um ambiente. A pesquisa foi realizada na microbacia hidrográfica do Riacho Santa Luzia, no município de Soledade, semiárido paraibana, onde o uso indiscriminado da microbacia aumenta a vulnerabilidade do ecossistema. O objetivo principal do trabalho foi realizar um diagnóstico do uso e da cobertura do solo da microbacia hidrográfica do Riacho Santa Luzia, usando as geotecnologias como ferramentas de apoio. Para o mapeamento do uso e cobertura da terra foram utilizadas imagens multiespectrais do satélite Landsat 8 com resolução espacial de 30m e após a fusão com a imagem pancromática se alcançou a resolução de 15m. Com o objetivo de minimizar a interferência atmosférica na imagem a composição colorida utilizada foi 7R5G3B e a Classificação por Máxima Verossimilhança. A microbacia apresenta áreas de cultivo associada com vegetação arbórea arbustiva fechada e arbustiva aberta, além de solo exposto presente principalmente na zona rural da microbacia. Às classes de uso e cobertura da terra foram associados aos impactos ambientais negativos identificados nos trabalhos de campo.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Processamento de imagens. Semiárido.

Abstract

The environment has been exposed to the many activities that change the dynamics and the balance of the ecosystem. Watersheds are good alternatives to understand the dynamics and analyze the conditions of an environment. The research was conducted in the watershed of the river Santa Luzia, in the municipality of Soledade, semiarid Paraíba, where the indiscriminate use of the watershed increases the vulnerability of the ecosystem. The main objective was to perform a diagnosis of use and land cover of the watershed of river Santa Luzia, using geotechnology as support tools. For mapping land use and land cover were used multispectral Landsat 8 satellite images with spatial resolution of 30m and after the merger with the panchromatic image is achieved resolution of 15m. In

order to minimize atmospheric interference in image color composite was used 7R5G3B and rating Maximum Likelihood. The watershed has growing areas associated with shrubby tree vegetation closed and open shrubland, and above this soil especially in rural watershed. Classes of use and land cover were associated negative environmental impacts identified during field work.

Key-words: Remote sensing. Image processing. Semiarid.

1. Introdução

A emergência dos problemas ambientais provocados pelo uso indiscriminado dos recursos naturais resultou na necessidade urgente de se entender a complexa relação entre a sociedade e a natureza. Diante de tal problemática, destaca-se a importância de investigar a paisagem integrando os diversos elementos que a compõem e suas interações, incluindo os processos sociais. A relação sociedade/natureza, onde a natureza é apropriada, explorada e transformada pela sociedade, é marcada ao longo da história pela degradação do meio ambiente através da sobreexploração dos recursos naturais.

As atividades socioeconômicas exercidas no ambiente podem causar fortes impactos negativos. Nas bacias hidrográficas, em especial, dependendo da intensidade dessas atividades, os impactos podem atingir níveis mais elevados. De acordo com Teodoro *et al* (2007, p. 139), em uma microbacia hidrográfica pode ser “observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento”. O uso da microbacia como unidade de análise possibilita maior eficácia na identificação e no monitoramento dos impactos ambientais.

Bertoni e Lombardi Neto (1990) ainda destacam que uma microbacia hidrográfica constitui uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente urbano definido por ela. Neste contexto, a bacia hidrográfica é considerada como sendo o lugar adequado para pôr o planejamento ambiental e as suas vertentes em prática.

Diante da importância dessa unidade de planejamento a presente pesquisa foi realizada na microbacia hidrográfica do Riacho Santa Luzia localizada no município de Soledade, semiárido paraibano. A microbacia em questão é exposta a diversos

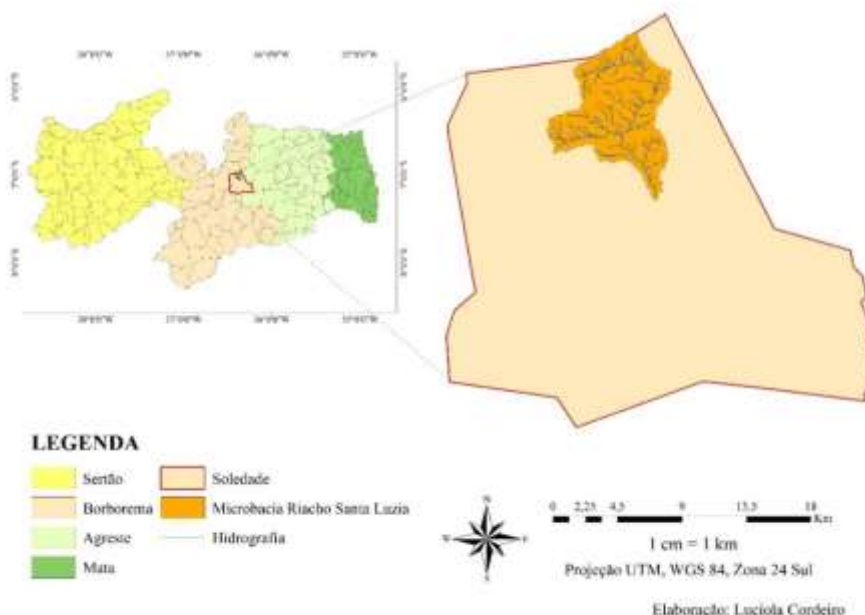
impactos ambientais, que ocorrem principalmente na zona urbana do município de Soledade que está situada próximo ao exutório da microbacia hidrográfica. Esse fator influencia diretamente na qualidade ambiental da microbacia de drenagem, pois a poluição tem aumentado bastante nos últimos anos devido ao crescimento urbano.

Mediante o exposto, utilizando as geotecnologias, informações bibliográficas e trabalhos de campo, essa pesquisa tem como objetivo realizar o diagnóstico do uso e cobertura da terra da microbacia hidrográfica do Riacho Santa Luzia destacando os principais impactos negativos decorrentes dos diferentes usos.

2. Metodologia de Trabalho

A microbacia do Riacho Santa Luzia está localizada na mesorregião do Agreste paraibano e na microrregião do Curimataú, no município de Soledade/PB (Figura 1). A microbacia do riacho Santa Luzia abrange 53 km², é contribuinte da sub-bacia do riacho Soledade e possui regime intermitente. A microbacia é predominantemente rural, mas corta no sentido norte-sudeste a sede do município de Soledade, onde concentram-se os impactos ambientais mais significativos.

Figura 1 – Localização da microbacia do Riacho Santa Luzia.



Para a classificação de uso e cobertura da terra, utilizou-se a imagem multiespectral Landsat 8 – capturada em 1º de junho de 2013. A imagem foi Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

adquirida através do site USGS - *United States Geological Survey* (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Cada uma das bandas do satélite Landsat 8 apresenta características capazes de facilitar a visualização da vegetação, em especial as bandas 3 e 5, sendo a 5 capaz de detectar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. A banda 3 auxilia no processo de reconhecimento de diferentes tipos de cobertura vegetal, além de possibilitar a identificação de áreas de cultivo (INPE, 2009). Desse modo, foi utilizada a composição das bandas: 7 (2,11 – 2,29 μm), 5 (0,85 – 0,88 μm) e 3 (0,53 – 0,59 μm) com resolução espacial de 30 metros (USGS, 2014). Essa composição de bandas 7R5G3B é utilizada para minimizar a interferência atmosférica na imagem (BUTLER, 2013).

O pré-processamento da imagem deu-se por meio da sua conversão radiométrica de 16 para 08 bits, esse processo também é chamado de *Rescale*. A partir disso, foi efetuado o empilhamento das bandas escolhidas de acordo com as suas funcionalidades. Após procedimentos de otimização da imagem, com base no processo *Pan-Sharpening*, que utiliza a imagem Multiespectral para colorir a Pancromática, a resolução espacial final passou a ser de 15 metros.

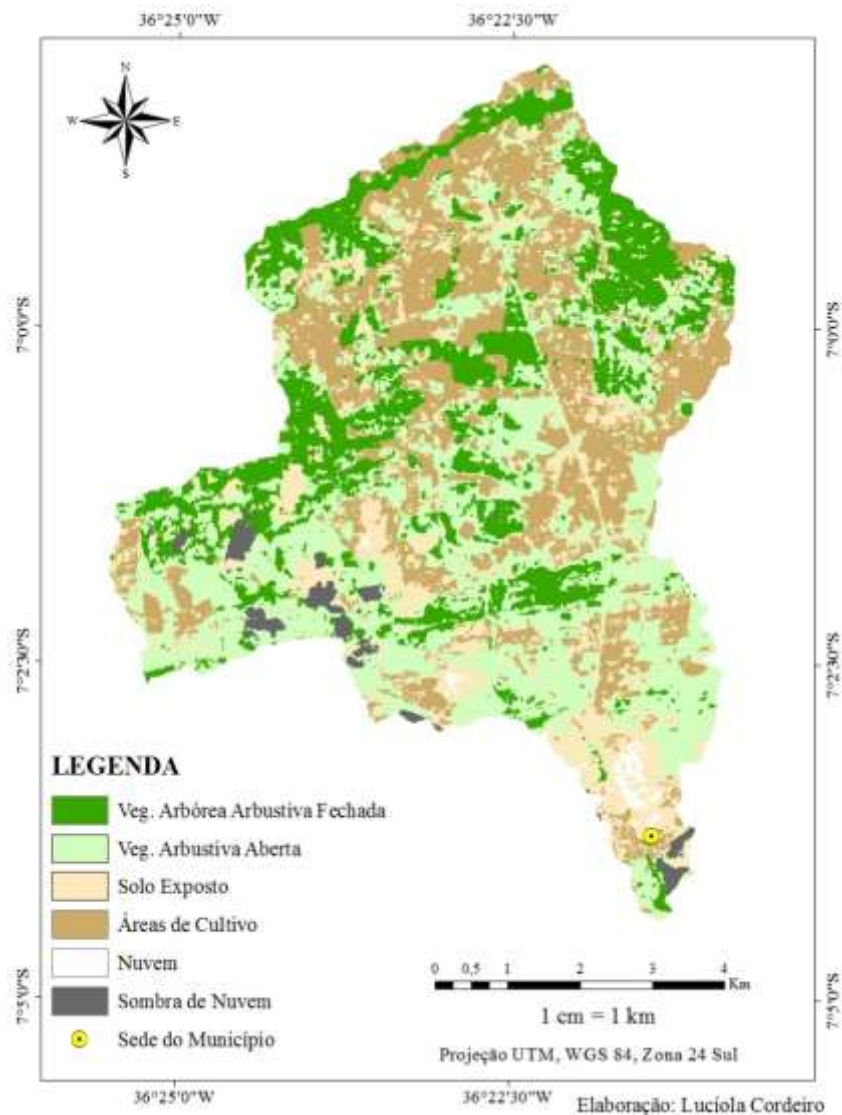
Após o pré-processamento e a composição das bandas, foi feito o recorte da imagem, utilizando o limite da microbacia. Posteriormente, seguindo o método de classificação supervisionada foram criadas amostras de assinaturas espectrais para classificação das formas de uso e da cobertura da terra. Foram utilizadas sete assinaturas: água, vegetação arbórea arbustiva fechada, vegetação arbustiva aberta, cultivo, solo exposto, nuvem e sombra de nuvem (as duas últimas para evitar equívocos do software). Essas assinaturas foram escolhidas após visitas ao local e análise da imagem Landsat 8. Foi utilizada a Classificação por Máxima Verossimilhança.

A verificação do mapeamento foi feita através de consultas às imagens atuais disponibilizadas no software Google Earth associado aos trabalhos de verificação *in loco* com uso do GPS - Sistema de Posicionamento Global com o objetivo de identificar e realizar o registro fotográfico e geodésico (coordenadas geográficas) dos principais usos e impactos ambientais negativos.

3. Resultados e Discussões

A partir da análise do mapa de cobertura e uso da terra verifica-se elevada heterogeneidade em toda a extensão da microbacia na distribuição das tipologias de uso e cobertura (Figura 2). A microbacia apresenta áreas de cultivo associada com vegetação arbórea arbustiva fechada e arbustiva aberta, além de solo exposto presente principalmente na zona rural da microbacia.

Figura 2 – Uso e cobertura da terra gerada a partir da classificação supervisionada.



Vale destacar que no mapa de classificação de uso e cobertura da terra, apesar da criação das assinaturas (nuvem e sombra de nuvem), para evitar confusão das classes, conflitos ainda foram registrados na delimitação das classes.

Algumas áreas representadas como solo exposto correspondem a zona urbana do município. Além disso, algumas áreas de cultivo foram definidas como solo exposto e vegetação arbustiva aberta, provavelmente essa confusão tenha se acentuado devido o período de preparo (limpa) do terreno pelos habitantes para cultivo na espera das chuvas.

A imagem Landsat 8, utilizada para classificação de uso e cobertura, foi capturada em 2013, ano de forte seca em todo o Nordeste em especial, no semiárido. Isso explica a exclusão da única amostra de água classificada na imagem, pois ela era mínima.

Ainda observando a Figura 2, pode-se perceber que a classe que predomina é a de vegetação arbustiva aberta (Tabela 1). Entretanto, por meio das análises *in loco*, pode-se observar que apesar da predominância dessa vegetação, há indicadores de forte degradação ambiental, causada principalmente pelo desmatamento para agropecuária (Figura 3).

Tabela 1 – Classes de uso e cobertura da terra e suas respectivas áreas.

CLASSES	ÁREA (km ²)	(%)
Vegetação Arbórea Arbustiva Fechada	11,51865	21,73
Vegetação Arbustiva Aberta	18,239175	34,42
Áreas de Cultivo	14,06025	26,53
Solo Exposto	7,8525	14,82

Nos cursos dos rios, pode-se perceber em diversos pontos que a mata ciliar também sofreu alterações, sendo mais notável na área urbana da microbacia (Figura 4). A mata ciliar foi largamente substituída por construções civis, e desmatada na parte sul da microbacia, o que aumentou a erosão nesses ambientes (Figura 5). Araujo *et al.* (2005) afirma que com relação ao uso da terra, qualquer atividade humana que exija a remoção da cobertura vegetal protetora promove a erosão.

Além da remoção da mata ciliar é comum verificar grande quantidade de resíduos sólidos descartados no rio. Os resíduos encontrados são de diversas categorias, sendo o plástico mais comumente visto. No percurso do rio, ainda na área urbana da microbacia, é possível observar resíduos de construção civil e lançamento de esgoto doméstico (Figura 6).

Figura 3 – Pecuária extensiva e construção civil nas margens do riacho.



Figura 4 – Ausência de mata ciliar, construção civil, lançamento de esgoto, erosão e assoreamento do rio.



Figura 5 – Resíduos sólidos.



Figura 6 – Cultivo de milho na zona rural da microbacia.



Data: 28/03/2014. Foto: Lucíola Cordeiro.

As áreas com grande concentração de resíduos plásticos se encontram justamente onde há grande fluxo de automóveis e alguns pedestres, o que indica que esses resíduos são descartados pelos passageiros e motoristas que passam pela ponte que dá acesso à cidade, através da BR-230.

Como já foi dito, as áreas de cultivo se concentram na parte norte da microbacia, área na qual está inserida a zona rural. Os cultivos são de hortaliças e milho, predominantemente. Nessas áreas, ainda foi possível verificar solo exposto, como o rio sem vazão ou áreas expostas por degradação.

4. Conclusões

Pode-se concluir que a área da microbacia compreende locais bastante heterogêneos, com presença de ambientes com vegetação fechada, aberta, áreas de cultivo, além do solo exposto e da zona urbana, onde se concentram os impactos

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

ambientais negativos. Pode-se perceber facilmente a degradação nesses locais, com descarte de esgoto, resíduos domésticos e de construção civil, o que evidencia a falta de estrutura e de educação ambiental da população.

Referências

- ARAÚJO, G. H. de S., ARAÚJO, J. R. de A. e GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ed. Ícone 1990
- BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. *Erosão e Conservação dos Solos*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 5ª ed. 1999.
- BUTLER, K. **Band Combinations for Landsat 8**. 2013. Disponível em: <<http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/24/band-combinations-for-landsat-8/>> Acesso em: 21/6/14.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Os satélites Landsat 5 e 7**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php> Acesso em: 27/06/2014.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B.; O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiente local. Revista Uniara, n. 20. São Paulo. 2007.
- USGS - United States Geological Survey. **What are the band designations for the Landsat satellites?** Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php>. Acesso em: 6 de novembro de 2014.

MORFOESTRUTURA E MORFOESCULTURAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PACIÊNCIA - MA E O ÍNDICE DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

QUÉSIA DUARTE DA SILVA¹

1 Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/ DHG/ CECEN

quesiaduartesilva@hotmail.com

Resumo

O trabalho apresenta uma proposta de mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Paciência com a identificação do índice de dissecação. Esta bacia ocupa uma área de 134,97 km² (SILVA, 2012); está situada na porção centro-nordeste da Ilha do Maranhão - MA e abrange as áreas dos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, os quais estão localizados no norte do estado do Maranhão. Adota a orientação metodológica de mapeamento geomorfológico de Ross (1992, 1994, 1997 e 2006) a partir da análise taxonômica do relevo, inspirada nas concepções de morfoestrutura e morfoescultura de Mescerjakov (1968), Gerasimov e Mescherikov (1968) e na proposta de Demek (1967), ressaltando os aspectos morfológicos e morfométricos da área de estudo na escala de 1:60.000, até o quarto nível taxonômico. Todas as morfologias da área estão no interior da 1^a e da 2^a unidades taxonômicas do relevo, sendo respectivamente, a Bacia Costeira de São Luís e o Golfão Maranhense. Este golfão apresenta dois subcompartimentos morfoesculturais que incluem os relevos denudacionais e os agradacionais relacionados aos 3^o e 4^o níveis taxonômicos, sendo estes relacionados à complexidade estuarina do Golfão Maranhense. A bacia hidrográfica do Paciência apresenta índice de dissecação muito forte, considerando-se a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem.

Palavras – chave: Mapeamento geomorfológico. Bacia hidrográfica do Paciência. Taxonomia do relevo

Abstract

The paper presents a proposal for geomorphological mapping of river basin Paciência with the identification of the dissection index. This basin covers an area of 134,97 km² (SILVA, 2012), located in the central-northeastern portion Island of Maranhão - MA and covers the areas of São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar and Raposa. Adopts the methodological guidance of geomorphological mapping Ross's (1992, 1994, 1997 and 2006) from the taxonomic relief analysis, inspired by the ideas of morphostructure and morfoescultura of Mescerjakov's (1968), Gerasimov's and Mescherikov's (1968) and the proposed Demek (1967), emphasizing the morphological and morphometric aspects of the study area on the scale of 1: 60.000, to the 4th taxonomic level. All morphologies of the area are within the 1st and 2nd taxonomic units of relief, being respectively, the Bacia Costeira de São Luís and the Golfão Maranhense. This has two morfoesculturais sub-compartments that include denudational and accumulation reliefs to the 3rd and 4th taxonomic levels, Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

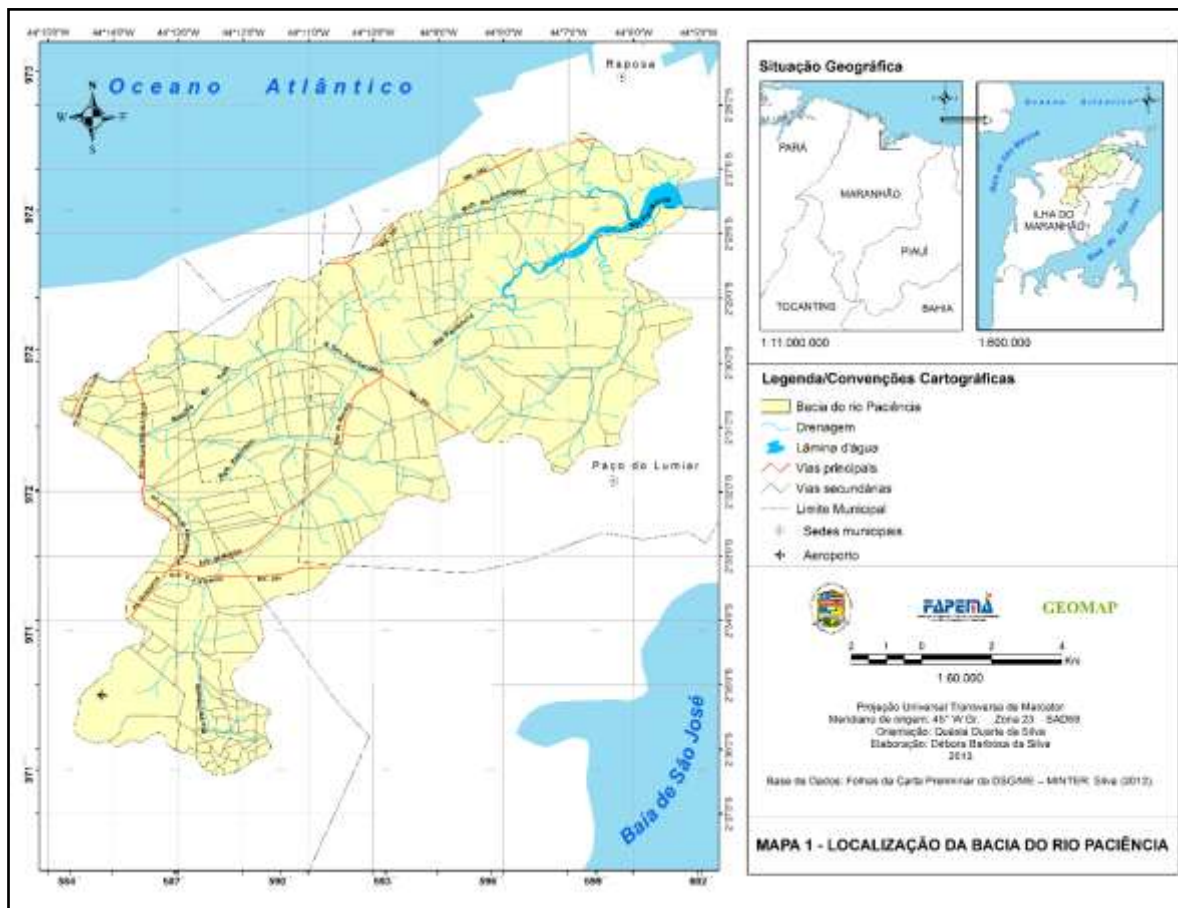
which are related to the complexity of estuarine Golfão Maranhense. The river basin Paciência has very strong dissection index, considering the altimetric amplitude and drainage density.

Key – words: Geomorphologic mapping. River basin Paciência. Taxonomy of relief

1 Introdução

A bacia do rio Paciência está localizada na porção centro-nordeste da Ilha do Maranhão entre as coordenadas 2° 26' e 2° 36' de latitude sul e 44° 05' e 44° 14' de longitude oeste de Greenwich, tendo suas nascentes na porção central da ilha, no município de São Luís, e sua foz na baía de Curupu, no município de Raposa (Figura 1). Limita-se com várias bacias hidrográficas, sendo as principais, as bacias dos rios Anil, Bacanga, Tibiri e Santo Antônio.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Silva, 2013.

Quanto à sua dimensão, a área de estudo possui aproximadamente 134,97 km² e é considerada a maior bacia da Ilha do Maranhão. As três maiores bacias hidrográficas da ilha são, em ordem crescente: Bacanga (104,38 km²), Tibiri (106,15 km²) e Paciência (SILVA, 2012).

Esta área de estudo está inserida administrativamente na microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís, abrangendo quatro municípios, São Luís (sede da capital do Estado), São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa.

Conforme o Censo Demográfico (IBGE, 2012), mais de 80% dos habitantes da microrregião em questão reside nas áreas urbanas e mais de 75% dos habitantes, nas cidades com população superior a 10.000 pessoas.

Com uma marca de 1.014.837 habitantes, o município de São Luís concentra sozinho 15,43% da população estadual (IBGE, 2012) e isto pode ser explicado pela oferta de serviços concentrados principalmente na cidade de São Luís, que é influenciada, conseqüentemente, pela sua hinterlândia.

Por se tratar de uma zona costeira com modificações intensas em função de ser uma área de interface entre o sistema continental e o marinho, com forte influência da ação humana catalizadora dos mecanismos naturais, é necessário conhecer os mais diversos sistemas naturais, dentre eles, o relevo.

Neste sentido, o trabalho apresenta uma proposta de mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Paciência com a identificação do índice de dissecação. Adota a orientação metodológica de mapeamento geomorfológico de Ross (1992, 1994, 1997 e 2006) a partir da análise taxonômica do relevo, inspirada nas concepções de morfoestrutura e morfoescultura de Mescerjakov (1968), Gerasimov e Mescherikov (1968) e na proposta de Demek (1967), ressaltando os aspectos morfológicos e morfométricos da área de estudo na escala de 1:60.000, até o quarto nível taxonômico.

2 Metodologia de Trabalho

Para o alcance do objetivo apresentado utilizou-se, como material cartográfico, o mapa de geologia da Ilha do Maranhão, na escala de 1:100.000, juntamente com os respectivos relatórios publicados por Maranhão (1998), a carta

geológica da CPRM, escala de 1:250.000, elaborada por Rodrigues et al (1994), as cartas planialtimétricas da DSG-ME na escala de 1:100.000 (BRASIL, 1980a e 1980b), a imagem de sensoriamento remoto orbital do satélite Landsat TM 5 órbita/ponto 220-62, de 10/09/2008, bandas 3, 4, 5 referente às bandas espectrais do vermelho, infra-vermelho próximo e infra-vermelho médio, com 30 metros de resolução espacial (MIRANDA e COUTINHO, 2004) e uma imagem do SRTM (NASA, 2006).

Em virtude da escala adotada, 1:60.000, a proposta metodológica de Ross foi aplicada parcialmente, uma vez que só foi possível representar cartograficamente os dados do 1° ao 4° nível taxonômico.

Para a definição do 1° nível taxonômico recorreu-se à bibliografia especializada que trata das grandes estruturas geológicas ocorrentes no estado do Maranhão, ou seja, Rodrigues et al (1994) e Veiga Júnior (2000). O segundo táxon foi definido a partir da leitura e análise dos seguintes autores: Ab' Saber (1960), Feitosa (1996), Santos (1996) e Pereira (2006).

Os dois próximos táxons foram estudados e definidos mediante consulta aos autores supracitados e interpretação das imagens orbitais e de radar, da análise das características morfométricas da bacia hidrográfica, através da vetorização das cartas topográficas da DSG/ME- MINTER (disponibilizadas na página do ZEE-MA, Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão), folhas 2, 3, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 25, 26, 31 e 32 (São Luís), referentes à área de estudo, na escala de 1:10.000 (SILVA, 2013) e dos trabalhos de campo realizados.

3 Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Paciência, assim como toda a Ilha do Maranhão, está inserida na Bacia Costeira de São Luís, sendo aqui considerada como correspondente ao primeiro nível taxonômico das unidades morfoestruturais.

O Golfão Maranhense é a unidade morfoescultural relativa ao 2° táxon. Este é um complexo sistema estuarino caracterizado por uma área rebaixada e alagadiça dos estuários afogados dos rios Munim, Itapecuru, Mearim e Pindaré, apresentando no centro a Ilha do Maranhão e outras menores.

As morfologias agradacionais e denudacionais se referem às unidades morfoesculturais do terceiro e quarto níveis taxonômicos. Os relevos agradacionais são planícies fluviais, terraço marinho, paleodunas, apicuns e planícies de maré.

As planícies de maré apresentam costa recortada e podem ser subdivididas em três áreas, inframaré, intermaré e supramaré, ocorrendo nesta última a geoforma denominada de apicum. As paleodunas, terraços marinhos e apicuns formas de relevo são observadas predominantemente nas porções norte e nordeste da bacia do Paciência.

O relevo denudacional apresenta tabuleiros com topos planos, colinas suavemente onduladas e colinas com topos convexos com declividades acima de 15%. As primeiras formas ocorrem predominantemente na porção central e centro-nordeste da ilha (SILVA, 2013).

As colinas suavemente onduladas margeiam os tabuleiros e ocupam o espaço compreendido entre as rupturas de relevo destes até as áreas mais baixas e planas, situadas próximas aos fundos de vale. As colinas com topos convexos com declividades acima de 15% são encontradas no interior dos tabuleiros e ocorrem predominantemente na porção centro-nordeste.

Esses relevos denudacionais foram examinados a partir dos dados da densidade de drenagem e da amplitude altimétrica das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão, gerando a matriz de dissecação do relevo sugerida na literatura especializada (ROSS e FIERZ, 2005; ROSS, 2006), com 5 classes, a saber, muito fraca, fraca, média, forte e muito forte (Quadro 1) .

A bacia hidrográfica do rio Paciência apresenta uma grande amplitude altimétrica e muito baixa densidade de drenagem, estando na classe 51, com uma forte dissecação do relevo (Quadro 1).

Quadro 1 – Matriz de dissecação da Ilha do Maranhão

Dd (km/km ²) A (m)	Muito baixa (1) de 0,59 a 0,98	Baixa (2) de 0,99 a 1,36	Média (3) de 1,37 a 1,75	Alta (4) de 1,76 a 2,14	Muito alta (5) de 2,15 a 2,53
Muito baixa (1) de 15 a 20,39	11	12	13	14	15
Baixa (2) de 20,40 a 25,78	21	22	23	24	25
Média (3) de 25,79 a 31,17	31	32	33	34	35
Alta (4) de 31,18 a 36,56	41	42	43	44	45
Muito alta (5) de 36,57 a 41,95	51	52	53	54	55

Fonte: Silva, 2012.

4 Considerações Finais

A partir da orientação metodológica de mapeamento geomorfológico de Ross (1992, 1994, 1997 e 2006), com base na análise taxonômica do relevo, inspirada nas concepções de morfoestrutura e morfoescultura de Mescerjakov (1968) e Gerasimov e Mescherikov (1968) e na proposta de Demek (1967), foi possível mapear a bacia hidrográfica do Paciência até o quarto nível taxonômico. Estas morfologias foram caracterizadas, especializadas e quantificadas através da elaboração do mapa geomorfológico da área em questão (SILVA, 2013).

Considerando que a área de estudo apresenta, em relação ao padrão ocorrente na Ilha do Maranhão, grande amplitude altimétrica, muito baixa densidade de drenagem, forte dissecação do relevo, alta taxa de urbanização e riscos relacionados à inundações, alagamentos e enxurradas, os quais estão sendo estudados atualmente, estas informações podem contribuir no planejamento e gestão ambiental da bacia estudada.

Referências

- AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia do estado do Maranhão. **Notícia Geomorfológica**. Ano 3, n. 5, 1960, p. 35-40.
BRASIL. Ministério do Exército. **Carta Planialtimétrica da DSG Folha Alcântara SA.23-Z-A-II**. Brasília: Diretoria do Serviço Geográfico. Mapa colorido digital. Escala 1:100.000. 1980a.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

- _____. Ministério do Exército. **Carta Planialtimétrica da DSG Folha São Luís SA.23-Z-A-V**. Brasília: Diretoria do Serviço Geográfico. Mapa colorido digital. Escala 1:100.000. 1980b.
- DEMEK, J. Generalization of geomorphological maps. In: DEMEK, J (Ed.) **Progress mad in geomorphology mapping**. Brno, IGU Commission on Applied Geomorphology, 1967, p. 36-72.
- FEITOSA. **Dinâmica dos processos geomorfológicos da área costeira a nordeste da Ilha do Maranhão**. Tese de Doutorado. Rio Claro, IGCE-UNESP, 1996.
- GERASIMOV, I.P.; MESCHERIKOV, J.A. Morphostructure. **The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences**, v. III, Fairbridge, R.W. ed., Dowden, Hulchinson & Koss Inc., Pennsylvania, 1968. p. 731-732.
- IBGE. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 05 jan. 2012.
- MARANHÃO. **Estudo de geologia**. Macrozoneamento do Golfão Maranhense. Diagnóstico Ambiental da Microregião da Aglomeração Urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário. São Luís: Sema/MMA/PNMA, 1998.
- MESCERJAKOV, J. P. Les concepts de mophostructure et de morphosculpture: un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. **Annales de Geographie**, n. 423, v. 77, set./out. 1968, p. 539-552.
- MIRANDA, E. E.; COUTINHO, A. C. (Coord.). **Brasil Visto do Espaço**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrazil.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 1 dez. 2010.
- NASA. **Shuttle Radar Topography Mission**. 2006. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprod.htm>>. Acesso: 12 fev. 2010.
- PEREIRA, E. D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do aquífero do reservatório Batatã – São Luís (MA)**. Tese (Doutorado) Rio Claro: UNESP. 2006.
- RODRIGUES, T. L. N. et al. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. São Luís. Folha SA.23-Z-A, Cururupu. Folha SA.23-X-C, Estado do Maranhão. Brasília, CPRM, 1994.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6. FFLCH-USP, 1992, p. 17-29.
- _____. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: FFLCH/USP, n. 8, p. 63-74, 1994.
- _____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 4 ed. São Paulo: Contexto, 1997.
- _____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- SANTOS, J. H. **Análise por geoprocessamento da ocupação da franja costeira ao norte da cidade de São Luís-MA**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.
- SILVA, D. B. **Feições geomórficas da bacia hidrográfica do Paciência**. Monografia de Graduação. São Luís, 2013.
- SILVA, Q.D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Tese de Doutorado. Presidente Prudente: [s.n], 2012.
- VEIGA JÚNIOR, J. P. **Carta geológica**. Recife: CPRM, 2000a./Folha SA.23-X/Z SÃO LUÍS NE/SE, color – colorido), Escala 1:500.000.

Agradecimentos

Ao meu Deus; à Universidade Estadual do Maranhão pelas bolsas concedidas aos alunos; à Fapema pelo financiamento da pesquisa, aos alunos do Grupo de Pesquisa Geomap.

TIPOLOGIAS DE USO E OCUPAÇÃO NAS MARGENS DO RIO PARAGUAI EM CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL

GUSTAVO ROBERTO DOS SANTOS LEANDRO¹
AMABILE FURLAN²
CÉLIA ALVES DE SOUZA³

1 Universidade Federal Fluminense – UFF – Niterói - RJ
gustavoгеociencias@hotmail.com

2 Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Cáceres - MT
amabilefurlan2102@hotmail.com

3 Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Cáceres - MT
celiaalvesgeo@globo.com

RESUMO:

O presente trabalho teve por objetivo analisar as condições ambientais do rio Paraguai em Cáceres – Mato Grosso a partir de dois Protocolos de Avaliação Rápida de Rios e mais especificamente, auto-avaliar a adaptação realizada e sua aplicabilidade/viabilidade enquanto instrumento para o planejamento do uso do solo e gestão de recursos hídricos. A avaliação apresentou divergência quando comparadas as margens direita e esquerda em todos os pontos. Os resultados obtidos estão relacionados a fatores como tipo e morfologia de margem, período do ano (cheia ou estiagem) e acessibilidade ao recurso hídrico. Conforme apontado pela Legislação Ambiental brasileira as margens de rios constituem Áreas de Preservação Permanente – APPs e por isso deve-se manter as mesmas intactas por suas diversas funções e serviços ecológico-ambientais e socioculturais. Portanto, a metodologia empregada no presente estudo contribuiu para diagnosticar a situação atual do rio Paraguai no que diz respeito às tipologias de uso em suas margens. Nesse sentido, tornam-se imprescindíveis novos estudos que contemplem não só as questões ambientais, mas que insiram as práticas culturais em projetos ambientais a partir das atividades econômicas locais. A participação das comunidades tradicionais e ribeirinhas em todo o processo de Conservação é fundamental para resultados positivos, bem como medidas de fiscalização.

Palavras-chave: Gestão Participativa. Recursos hídricos. Cáceres – Mato Grosso.

ABSTRACT:

This present study aimed to analyze the environmental conditions of the Paraguay River in Cáceres – Mato Grosso from two Protocols of Quick Rivers Assessment and more specifically, self-evaluate the adaptation made and their applicability/viability as a tool for planning the soil usage and the water management. The evaluation showed divergence when compared to the left and the right margins at all points. The results obtained are related to factors such as type and margin morphology, period of
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

year (wet or drought) and accessibility to water resources. As pointed out by the Brazilian environmental legislation, the riverbanks are Permanent Preservation Areas – APP – and therefore must be intact for their various functions and ecological-environmental, socio-cultural services. Therefore, the methodology used in this study contributed to diagnose the current situation of Paraguay River concerning to the use of typologies on its banks. In this sense, new studies are indispensable to encompass not only environmental issues, but the cultural practices in environmental projects from the local economic activities. The participation of the traditional and coastal communities in the whole process of Conservation is the key to positive results, as well as control politics.

Keywords: Participatory Management. Water resources. Cáceres - Mato Grosso.

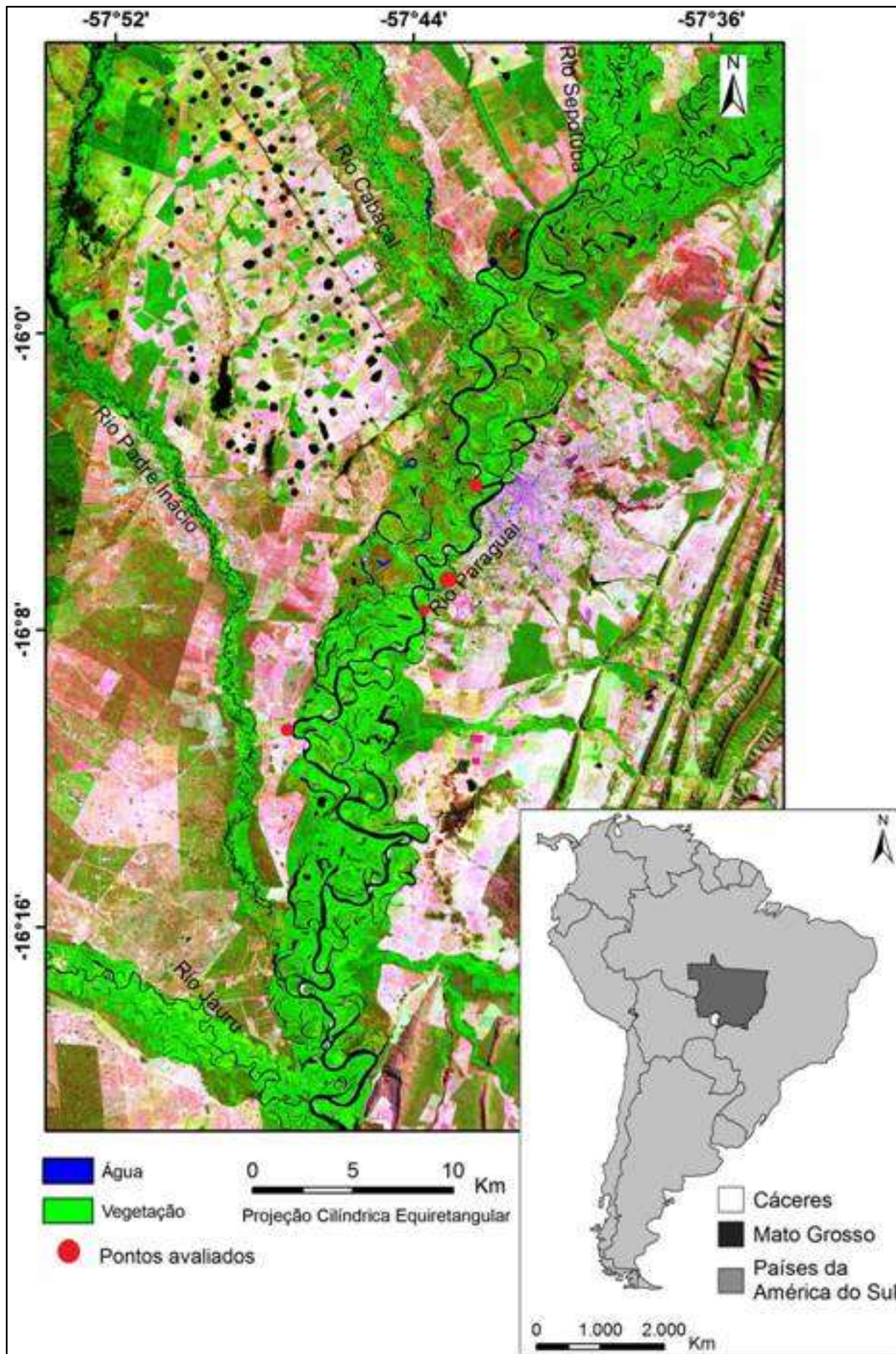
1. Introdução

Os recursos hídricos são essencialmente a base para o desenvolvimento das sociedades. Contudo, a água também é elemento fundamental nos processos ambientais que envolvem a hidrologia, ecologia e morfologia. Por isso, o uso consciente desse recurso deve ser pensado e praticado, sobretudo pelos impactos negativos que podem ser desencadeados. Sobre isso, Coelho (2013) define impacto ambiental como processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações no ambiente.

Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimuladas pelas relações entre as forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica e socialmente determinada. Conforme a autora tais processos se dão entre sociedade e natureza de forma diferencial e dinâmica, onde os impactos são escritos no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas de classes sociais e reestruturando o espaço.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo analisar as condições ambientais do rio Paraguai em Cáceres – Mato Grosso (Figura 1) a partir de dois Protocolos de Avaliação Rápida de Rios e mais especificamente, auto-avaliar a adaptação realizada e sua aplicabilidade/viabilidade enquanto instrumento para o planejamento do uso do solo e gestão de recursos hídricos.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Org: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).

2. Procedimentos metodológicos

2.1. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida

Foi realizada uma adaptação do Protocolo de Avaliação das Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats em Trechos de Bacias Hidrográficas proposto por Callisto et al. (2002) e do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios proposto por Rodrigues et al. (2012). Os resultados quantitativos foram organizados em gráficos com o *software* Excel 2010 e sua análise/discussão foi complementada por revisão bibliográfica (MARCONI e LAKATOS, 2007; ROSS e FIERZ, 2009).

3. Resultados e discussão

Nas observações empíricas e registradas fotograficamente foi possível identificar no trecho do rio Paraguai entre a Rocinha e o Barranco do Touro em Cáceres – Mato Grosso o qual possui 24,32 Km de extensão, a expansão urbana e áreas de acampamento nas margens do rio assim como áreas ocupadas pela pecuária. Os resultados apresentaram divergência quando comparados entre as margens direita e esquerda em todos os pontos o que pode ter relação com diversos fatores como tipo e morfologia de margem, período do ano (cheia ou estiagem) e acessibilidade ao recurso hídrico (Figura 2).

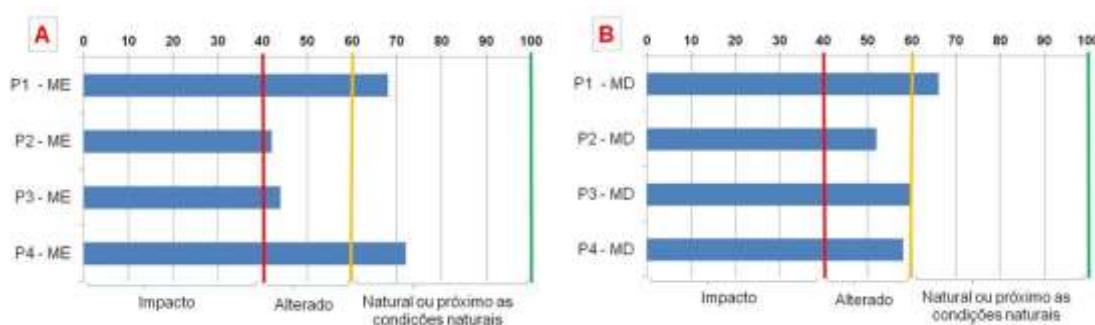


Figura 2. Condições ambientais atuais dos pontos avaliados.

Org: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).

No primeiro ponto denominado P1 – Rocinha, a mata ciliar é ocupada por alguns acampamentos, construções de madeira e de alvenaria. Constatou-se ainda a abertura de trilhas de pescadores que delimitam seus “territórios de pesca” com a

retirada da vegetação e construção de cevas (infraestrutura) no barranco e em flutuante. Este ponto sofre ainda a influência da BR 070 a margem direita do rio Paraguai que facilita o acesso da população ao local (Figura 3).



Figura 3. Usos recreativos na margem direita do rio Paraguai no Ponto P1 – Rocinha.
Fotos: Amabile Furlan (2014).

Bühler e Souza (2012) classificaram os Pontos P1, P2 e P3 de acordo com o uso da área pela população local. A classificação das autoras ocorreu para os períodos de cheia e de estiagem. O Ponto P1 por predomínio de uso foi definido como “Barranco utilizado por pescadores”, margem côncava, e “Praias por banhistas”, margem convexa. Enquanto que, P2 e P3 foram definidos como área de “Uso recreativo e residencial”.

A área de entorno do P2 – Empa é fortemente influenciada por interferências humanas condições similares às registradas em P3 – Baía do Sadao. O bairro, atualmente registrado como Jardim das Oliveiras é resultado da expansão urbana de Cáceres de forma desordenada. Apresenta inúmeras construções de alvenaria (casas, ranchos, restaurantes, clubes e o antigo frigorífico da cidade), muro de contenção e lançamento de esgoto no rio. As poucas áreas com fragmento vegetal estão sendo suprimidas com a abertura de trilhas para o acesso ao rio por pescadores e moradores. Cabe salientar que, a margem esquerda com 42 pontos obteve menor pontuação quando comparada a margem direita com 52 pontos (Figura 2).

Com a ocupação das margens do rio Paraguai por propriedades privadas, cada vez mais o acesso da maioria da população ao rio tem sido dificultado, visto que em alguns trechos ou bairros as áreas são isoladas com cercas e muros. Um exemplo é o Bairro Empa que tem a área próxima do rio, ocupada por residências e pousadas (SILVA e SOUZA, 2012).

Ao analisar os resultados referentes aos parâmetros morfológicos observa-se que os Pontos P2 e P3 – margem esquerda - obtiveram menor pontuação quando comparados à margem direita. Os resultados se alternam quando confrontados com os Pontos P1 e P4 sendo as variáveis “Estabilidade da margem”, “Proteção pela vegetação” e “Estado de Conservação” contribuintes para tal ocorrência (Figura 4). Nos pontos supracitados, P1 e P4, a margem direita é propícia aos processos erosivos devido a concavidade, altura do barranco e composição textural arenosa. O processo mais comum ocorre por solapamento basal e quedas de blocos.

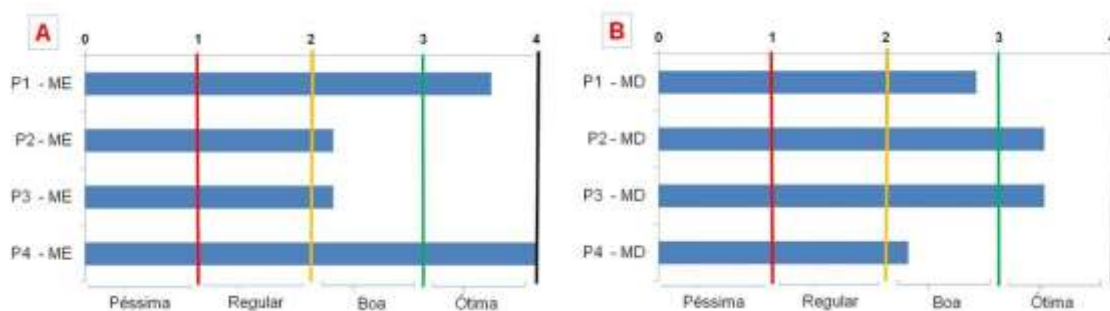


Figura 4. Pontuação dos parâmetros morfológicos avaliados.
Org: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).

O trecho do rio Paraguai, conhecido como baía do Sadao está em fase de assoreamento do canal o que pode ser aferido no período de estiagem. O processo está associado ao aporte de sedimentos e abertura de um canal artificial a montante. Cabe destacar que, o trecho refere-se a um canal secundário do rio Paraguai e que vários outros trechos vem apresentando processos similares ao longo do perímetro urbano de Cáceres (Figura 5).



Figura 5. Antropização no trecho do Ponto P3 – Sadao.
Fotos: Amabile Furlan (2014).

O quarto ponto, denominado de P4 - Barranco do Touro encontra-se em ambiente de Terraço Fluvial que são formados pela deposição de sedimentos com diferentes granulometrias, mas predominantemente arenosas. O trecho, na margem

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

direita, esta em processo de erosão devido à altura do barranco, composição textural arenosa e morfologia côncava. Associado aos fatores ambientais e morfológicos soma-se a retirada da cobertura natural em substituição por pastagem associado às remanescentes com espécies arbóreas. Na margem esquerda, as condições ambientais chegaram a parâmetros naturais. A morfologia convexa pode ter contribuído para sua preservação, pois a mesma está sujeita a inundação periódica o que limita a exploração por atividades humanas e sua antropização.

Santos et al. (2013) destacaram que, as características granulométricas observadas nas margens do rio Paraguai aliadas aos baixos teores de matéria orgânica conferem pouca estabilidade aos barrancos, facilitando a ocorrência de processos erosivos em Cáceres, Mato Grosso. Nesse sentido, torna-se imperativo a manutenção da cobertura vegetal, sobretudo nos Pontos P1 e P4 por serem os trechos com maior risco a erosão. Os Pontos P2 e P3, por referirem-se a canais secundários, os processos predominantes são de deposição de sedimentos e assoreamento do canal, mesmo com erosão marginal evidente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trecho avaliado ocorrem conflitos de ordem ambiental e socioespacial. Nesse sentido são imprescindíveis novos estudos que contemplem não só as questões ambientais, mas a partir das atividades econômicas locais. A participação das comunidades tradicionais e ribeirinhas em todo o processo de Conservação é fundamental para resultados positivos, bem como medidas de fiscalização.

Referências

- BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A. Aspectos sedimentares do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT. **Geociências**. v. 31, n. 3, p. 339-349. 2012.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 14, n 1, p. 91-98. 2002.
- COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 10 ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2013. p. 18-43.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; NALINI JÚNIOR, H. A. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG, Brasil). **Revista Ambiente. Água.** v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 69-84.

SANTOS, F. A. S.; MARIANO, R. S. R.; PIERANGELI, M. A.; SOUZA, C. A.; BAMPI, A. C. Atributos químicos e físicos de solos das margens do rio Paraguai. **Rev. Ambiente. Água.** v. 8, n. 1, p. 239-249. 2013.

SILVA, R. V.; SOUZA, C. A. Ocupação e degradação na margem do rio Paraguai em Cáceres, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional.** v. 8, n. 1, p. 125-152. 2012.

Agradecimentos

Ao Projeto *Processo de sedimentação e qualidade da água no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Bugres e a Estação Ecológica da Ilha Taiamã, MT* – vinculado à sub-rede de pesquisa ASA de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense, Rede PRO-CENTRO-OESTE MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES nº 031/2010.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MÉDIO CURSO DO RIO SUBAÉ, BAHIA - BRASIL

TAÍSE BOMFIM DE JESUS¹
TAYSE LIMA DE BRITO GUIMARÃES²
WILLIAN MOURA DE AGUIAR³
JOSELISA MARIA CHAVES⁴

1 Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS/PPGM
taisebj@hotmail.com.br

Resumo

A análise da qualidade da água se constitui um método fundamental para a determinação de seu uso, uma vez que a necessidade de água doce e limpa é primordial para a sobrevivência dos seres vivos. A avaliação dos parâmetros físico-químicos de corpos aquáticos se apresenta como a ferramenta de controle e gestão dos níveis de poluição dos sistemas aquáticos, que são respaldados pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, e que define os níveis aceitáveis desses parâmetros de acordo com a classe estabelecida para cada rio. Este trabalho tem como objetivo, avaliar a qualidade da água superficial do médio curso do rio Subaé, Bahia mediante a utilização dos parâmetros físico-químicos e dos componentes opticamente ativos: TSS e Chl-a. O rio Subaé sofre com as influências antrópicas (expansão urbana, Complexo Industrial, atividades mineradoras e existências de escória de chumbo proveniente de uma empresa já extinta), desde a nascente até a foz, localizada na Ilha de Cajaíba, São Francisco do Conde – Bahia, Brasil. Para isso foram realizadas coletas em outubro e novembro de 2014 em 4 pontos do rio Subaé, próximos a cidade de Santo Amaro- Bahia. Em campo, foram determinados os parâmetros físico-químicos (turbidez, sólidos totais, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e transparência), em laboratório foram determinados os parâmetros de clorofila-a e sólidos em suspensão. Os resultados encontrados demonstram que apenas o oxigênio dissolvido está em desacordo com a Resolução. Sendo assim, conclui-se que o ambiente, apesar de sofrer com as fortes influências antrópicas, ainda conserva sua qualidade.

Palavras-chave: Parâmetros Físico-Químicos. Bacias Hidrográficas. Influências Antrópicas.

Abstract

The water quality analysis is a fundamental method for the determination of its use, since the need for fresh, clean water is essential for the survival of living beings. Evaluation of physico-chemical parameters of water bodies is presented as a tool of control and management of pollution levels in aquatic systems, which are backed by CONAMA Resolution No. 357/2005, which defines the acceptable levels of these parameters according to the established class for each river. This study aims to evaluate the quality of surface water in the middle reaches of the river Subaé, Bahia through the use of physical and chemical parameters and optically active components: TSS and Chl-a. The river Subaé suffers from anthropogenic influences (urban sprawl, Industrial Complex, mining activities).
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

and lead slag stocks from a now defunct company), from the source to the mouth, located in Cajaíba Island, São Francisco do Conde - Bahia, Brazil. For that were harvested at October and November 2014 in four sections of the river Subaé, near the city of Santo Amaro- Bahia. In the field, we determined the physical and chemical parameters (turbidity, total solids, temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity and transparency), in the laboratory were determined chlorophyll-a and solids in suspension parameters. The results show that only the dissolved oxygen is at odds with the resolution. Therefore, it is concluded that the environment despite suffering from the strong anthropogenic influences, still retains its quality.

Key-words: Physical-chemical parameters. Watershed. Anthropogenic Influences.

1. Introdução

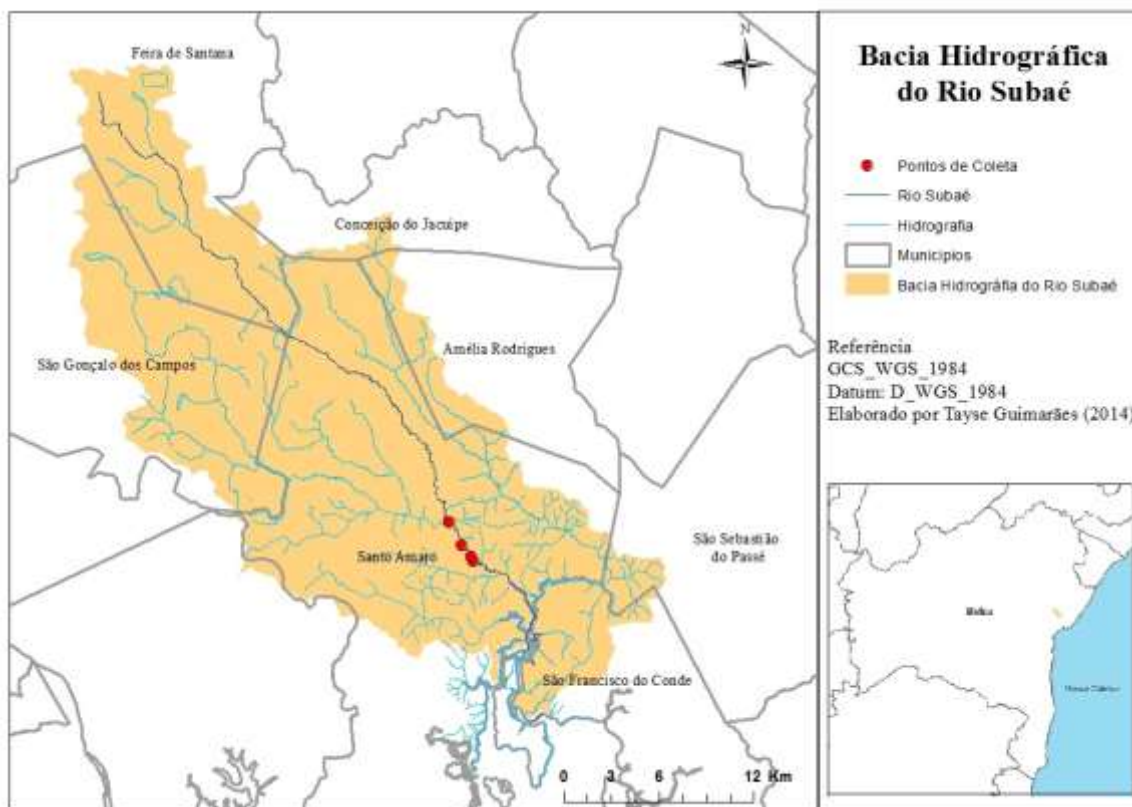
As alterações na qualidade da água dos mananciais estão diretamente relacionadas com as alterações que ocorrem no uso do solo de cada bacia hidrográfica (TUCCI & SILVEIRA, 2004). Essa avaliação de qualidade pode ser realizada através da observação e análises de alguns parâmetros, físico, químicos e biológicos, que estão interligados, e que são determinados como primordiais para o diagnóstico ambiental.

Para gerenciar os parâmetros de qualidade da água e, por conseguinte classificá-la, o país estabeleceu a partir do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) a resolução nº 357 de 2005 onde publica os valores limites dos parâmetros da qualidade da água, demonstrando os níveis permitidos de cada parâmetro físico, químico e biológico, atrelando esses níveis ao seu uso, que varia de acordo com a classe do corpo hídrico.

A bacia hidrográfica do rio Subaé (Figura 1) que perpassa sete municípios do leste da Bahia, sendo suas nascentes no município de Feira de Santana, e sua desembocadura entre os municípios de Santo Amaro e São Francisco do Conde, é considerada um rio de Classe 2, segundo dados da ANA (2013), e por esse motivo sua qualidade é mais exigente devido aos usos que são permitidos. No entanto, o rio Subaé, curso principal, apresenta parâmetros em alguns pontos, de acordo com estudos de Adôrno (2011), Cruz (2012), Silva (2012) no alto curso, e Santos (2013), médio curso, que estão em desacordo com a legislação.

Estes resultados obtidos estão diretamente ligados aos vários usos que são realizados na bacia do rio Subaé, desde a retirada da vegetação para o aumento da malha urbana, como para a agropecuária, além da instalação de inúmeras indústrias, dos mais variados seguimentos, situados ao longo curso, contaminando parte do lençol freático, de acordo com a pesquisa realizada por Lima (2009) em poços subterrâneos situados no CIS, no alto curso da bacia.

Figura 1. Localização da Bacia do Subaé e dos pontos de coleta



Fonte: Guimarães, 2014

Os pontos de coleta dessa pesquisa se encontram no município de Santo Amaro que está inserido no território de identidade do Recôncavo. O município tem uma população de 57.800 mil habitantes, segundo dados do IBGE (2010), com uma base econômica influenciada, principalmente, pela agropecuária. Santo Amaro ficou conhecida mundialmente por ser considerada a cidade mais contaminada por chumbo no mundo, devido a intensa atividade de extração metalúrgica de chumbo entre os anos de 1956 e 1993 pela empresa PLUMBUM – Mineração e Metalurgia Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Ltda instalada em seu território, que gerou entre 11.000 e 32.000 toneladas de chumbo por ano (SANTOS, 2013).

3. Metodologia de Trabalho

O campo foi realizado nos meses de outubro e novembro de 2014. O georreferenciamento dos pontos foi realizado utilizando um GPS (*Global Positioning System*) de marca Garmin, modelo GPSmap 78s.

Para obtenção dos parâmetros físico-químicos do rio Subaé foram utilizados três aparelhos de medição *in situ*: o multiparâmetro (OAKTON, 600 series), o turbidímetro e, o disco de secchi.

O multiparâmetro foi manipulado para obter os parâmetros de oxigênio dissolvido (OD), temperatura, sólidos totais, pH e condutividade elétrica. O turbidímetro foi utilizado para aquisição da turbidez. Já o disco do secchi foi empregado para avaliar a transparência da água.

3.1 Procedimentos Laboratoriais

As análises de clorofila-a e total de sólidos em suspensão foram realizadas em laboratório. No entanto, partiu-se do campo com a coleta de água dos pontos amostrais em garrafas plásticas de um litro isentas de contaminação e envolvidas em material preto (Figura 6), onde não permita entrada de luz para que não haja a realização de fotossíntese, e interfira no resultado da clorofila-a. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas com gelo até a chegada ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração em temperatura de 10 °C para posterior análise.

3.2 Determinação da clorofila

A determinação da clorofila-a (etapas abaixo) seguiu o estabelecido pelo *Standart Metodos Water and Wastwater Examination* (APHA, 2005).

Para determinar a concentração de sólidos em suspensão seguiu-se a proposta descrita por CETESB (1993) onde posterior a coleta e armazenamento da água, foi utilizado o processo de pesagem dos filtros de fibra de vidro (47 mm de diâmetro) em uma balança analítica com acurácia de 0,0001g da marca Shimadzu, modelo

AY220. Após esta etapa seguiu-se para a filtragem da amostra através de uma bomba de sucção a vácuo.

Na etapa seguinte foi levado os filtros para estufa para secagem onde foram mantidos a uma temperatura de 105 °C por 1 hora. E após este procedimento foram pesados novamente.

As concentrações de sedimentos em suspensão são determinados mediante a equação:

$$CSS = \frac{P2 - P1}{V} \cdot 1000$$

Onde:

P1 = peso inicial do filtro (g)

P2 = peso do filtro com material coletado após secagem em estufa (g)

V = volume da água utilizado para filtração

1000 = fator de conversão para miligramas

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas duas campanhas de campo realizadas nos meses de outubro e novembro de 2014 no médio curso do rio Subaé estão apresentados da seguinte forma: na tabela 1 constam os parâmetros que não possui legislação específica (CONAMA 357/2005), as Figuras x, y, z, w e v, representam os parâmetros que apresentam limite estabelecido na legislação.

A temperatura registrada não apresentou grandes oscilações entre os 4 pontos nos dois meses analisados, sendo a mínima de 24,3 °C (ponto 1/out.) e a máxima de 28,5 °C (ponto 4/nov.).

Apesar do CONAMA 357/2005 não fazer referência para CE em relação a determinação da qualidade da água, autores como Fravet e Cruz (2007) afirmam que valores de condutividade acima de 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para águas naturais indicam que está havendo impacto ambiental, pois a condutividade aumenta em função do aumento do conteúdo mineral, que pode estar relacionado a concentração de esgoto na área.

Tabela 1: Valores dos parâmetros físico-químicos analisados na água superficial, do médio curso do rio Subaé – Ba, nos meses de outubro e novembro de 2014.

	Outubro de 2014				Novembro de 2014			
Local	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04
Temp (°C)	24,3	26,1	25,7	25,3	26,6	27,3	27,9	28,5
Cond. Elétrica (µS)	298,6	288,2	272,9	259,9	225,8	208,8	210,6	197,6
Sólidos em suspensão (mg/L)	10	11	14	11	10	6	2	6
Trnsparência (cm)	55	57	49	45	64	65	65	65

Levando em consideração que a transparência é inversamente proporcional à quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos presentes na coluna d'água, ou seja, ao parâmetro turbidez (Oliveira et. al. 2012), têm-se no ambiente em estudo essa confirmação, uma vez que as medidas de transparência aumentaram no mês de novembro, onde foi verificado valores menores de turbidez em relação ao mês anterior.

Os resultados encontrados de clorofila-a no mês de outubro e de novembro de 2014 estão abaixo do que permite a resolução em questão para rios de classe dois. No entanto, verifica-se que no mês de novembro os valores de clorofila-a foram maiores que os registrados do mês de outubro, destacando os pontos 1 e 3, onde no mês de outubro possuíam valores próximos de 0 e 1 µg/L⁻¹, respectivamente, e no mês de novembro esses pontos registraram concentrações de 4,37 e 4,5 µg/L⁻¹.

Todos os valores de OD analisados em Outubro/2014, além dos pontos 3 e 4 no mês de Novembro/2014 estão em desacordo com a legislação vigente (5mg/L⁻¹).

Baixos valores de oxigênio dissolvido é característico de ambientes com grande despejos orgânicos no rio, que as bactérias fazem uso do oxigênio nos processos respiratórios para estabilização da matéria orgânica, reduzindo a concentração de oxigênio no meio (VON SPERLING, 2005).

Os valores de turbidez encontrados nas duas campanhas estão abaixo do que rege a Resolução CONAMA 357/05, onde determina para rios de classe 2 valores até 100 UNT.

De forma geral, não houve variação nos valores de turbidez entre os pontos analisados para cada mês. Nos pontos 1, 3 e 4 é observado ainda a existência de resquícios de mata ciliar protegendo o curso do rio. Já no ponto 2, que está inserido dentro de uma fazenda, grande parte da vegetação foi retirada, e onde foi encontrado o maior valor de turbidez.

Em relação ao TDS, os valores obtidos para o mês de outubro tiveram o máximo de $150,5 \text{ mg/L}^{-1}$, no ponto 1 e mínimo de $130,8 \text{ mg/L}^{-1}$ no ponto 4. No mês de novembro o máximo foi de 114 mg/L^{-1} no ponto 1 e $99,9 \text{ mg/L}^{-1}$ no ponto 4, estando todos de acordo com a legislação em questão, que determina o limite de 500 mg/L^{-1} . Corpos aquáticos que apresentam valores de TDS abaixo do permitido podem suas águas serem utilizadas para fins domésticos e industriais (FARIAS, 2006), desde que os outros parâmetros não estejam fora do padrão.

Já no mês de novembro os valores registrados variaram de neutro a levemente ácido (7,34 no ponto 1 e 6,62 no ponto 4). Os valores de pH determinado para os rios de classe 2 limitam-se de 6 a 9, segundo CONAMA 357/2005, sendo que valores muito ácidos ou muito básicos estão associados a presença direta de despejos industriais (SANTOS, 2013).

5. Considerações finais

Apesar das diversas influências antrópicas registradas ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Subaé, as condições físico-químicas analisadas no corpo aquático próximo a cidade de Santo Amaro, BA, atenderam a legislação ambiental, a exceção do oxigênio dissolvido. Valores inferiores a 5 mg/L^{-1} , isolados de outros parâmetros em desacordo com a legislação, sinaliza para os processos advindos da qualidade de saneamento ambiental da cidade.

Referências

- American Public Health Association. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. Washington, DC:, 21th Edition, 200, pp.1496..
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 1 de out. de 2013.
- Cruz, M.A.S. Avaliação da Geoquímica dos Sedimentos Superficiais das Nascentes do Rio Subaé-BA. 2012. 99p. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana – BA. 2012.
- Farias, M.S.S. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo. 2006. 153p. Doutorado (Centro de Tecnologia em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba – Pb. 2006.
- Fravet, A.M.M. F. de; Cruz, R.L. Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP. **Irriga**. V. 12, n. 2, p, 144-155. 2007.
- Lima, A.C.P. Avaliação da qualidade da água do aquífero subterrâneo do entorno do Centro Industrial do Subaé – Feira de Santana – BA. , 2009. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana – BA. 2009.
- Santos, L.T.S. de O. Análise da qualidade da água superficial do rio Subaé – Bahia e influência do uso e ocupação do solo em seu entorno. 2013. 88p. Dissertação (Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA. 2013.
- Tucci, C. E. M.; Silveira, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto alegre: editora da UFRGS, 2004. Pp35-51.
- Von Sperling, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: DESA - UFMG, (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1). 2005. 252p.

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NA CARACTERIZAÇÃO DAS BARRAS DE CANAL NO RIO PARANÁ: GUAÍRA, PR.

ALTAIR BENNERT¹
ERICSON HIDEKI HAYAKAWA²
RAFAELA HARUMI FUJITA³

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/GEA
altraque@bol.com.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná -Unioeste/GEA
ericson_geo@yahoo.com.br

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste/GEA
rfharumi@yahoo.com

Resumo

O rio Paraná é um dos mais importantes canais fluviais do Brasil e da América do Sul. Na bacia do rio Paraná localiza-se um dos maiores empreendimentos humanos da terra: a hidrelétrica de Itaipu. Seu reservatório abrange uma área de aproximadamente 160 km de extensão, desde o município de Foz do Iguaçu-Pr, até Guairá-PR. É na área de transição entre o sistema lótico do canal fluvial do rio Paraná, com o início do sistema lêntico da represa, que se observa uma série de morfologias fluviais em desenvolvimento. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é mapear as morfologias de canal de canal no rio Paraná próximo ao município de Guaíra-PR. A metodologia consistiu do uso de dados de geotecnologias, especialmente imagens dos satélites da série Landsat, aplicativos de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de Processamento Digital de Imagens. As imagens de satélite contemplam diferentes datas. A seleção das imagens baseou-se no nível de cota fluvial do rio Paraná. O mapeamento das morfologias fluviais pautou-se no uso do classificador ISOSEG, mediante segmentação prévia das imagens. Os resultados preliminares das imagens da cota máxima do canal evidenciam a formação e o aumento gradual da dimensão das barras de canal no rio Paraná. Em ambas as margens há o processo de formação de barras.

Palavras-chave: Geomorfologia fluvial, Geotecnologias. Reservatório de Itaipu

Abstract

The Paraná River is one of the most important rivers in Brazil and South America. The Itaipu dam, one of the greatest human buildings is located in the Paraná River basin. Its reservoir covers an area of approximately 160 km in length, between the city of Foz do Iguaçu – Pr and Guaíra – Pr. In the transition zone between the lotic system of the river channel of the Paraná River and the incipience of lentic system of the dam, we observe the development of several fluvial morphologies. In the context, this study identified and mapped the fluvial morphologies in the Paraná River, close to the Guaíra – Pr. The procedures consisted in the use of geotechnology data, especially remote sensing images of the Landsat series satellites, Geographic Information System (GIS) and Digital Image Processing. The satellite images include different dates. The selection of images was based in the river elevation level. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

The satellite images segmentation and ISOSEG classification was applied to map the fluvial morphologies. The preliminary results to the maximum channel level show the formation and the gradual increase of the channel bars in Paraná River. On both margins of the channel observe the channel bars formation.

Keywords: Fluvial geomorphology. Geotechnolog. Itaipu dam.

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Paraná cuja área aproximada alcança 2,6 milhões de quilômetros quadrados (Latrubesse et al, 2006), além de possuir o terceiro maior rio da América do Sul, configura-se por intenso represamento na sua porção brasileira (Stevaux, 2007). As inúmeras barragens alteram o comportamento hidrossedimentológico do canal, que continuamente busca um novo estágio de equilíbrio. No alto rio Paraná tem-se apenas um trecho de 200 km que o fluxo escoar em condições naturais. Trata-se do segmento entre a jusante do reservatório de Porto Primavera e a montante do remanso do reservatório de Itaipu, localizado próximo a cidade de Guaíra-PR.

A observação do rio Paraná a partir de imagens de satélite indicam a formação e acreção de uma série de morfologias fluviais próximos à cidade de Guaíra –PR. Nessa área há a transição do sistema lótico do rio Paraná com o sistema lêntico decorrente do remanso do reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu. Em ambas as margens do rio Paraná tem-se a formação de barras de canal laterais, cuja dimensão tem aumentado gradativamente. Nos períodos em que o rio Paraná tem seu nível reduzido, as barras tornam-se mais evidentes e chegam a comprometer o transporte por balsas ligando Guaíra-PR a Salto del Guairá-PY.

Dada à incipiência de estudos desse caráter na área, tem-se a necessidade de pesquisas que melhor caracterizem os processos que estão propiciando a formação de extensas barras de canal no trecho supracitado. A atual disponibilidade de diferentes técnicas e ferramentas de geotecnologias auxilia os estudos desse gênero. A caracterização temporal das barras de canal permitirá não só descrever a evolução das barras fluviais, mas também possibilitar reflexões das possíveis causas e implicações desse processo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é

mapear temporalmente as barras de canal no rio Paraná na porção montante do reservatório de Itaipu, próximo a cidade de Guaíra-PR.

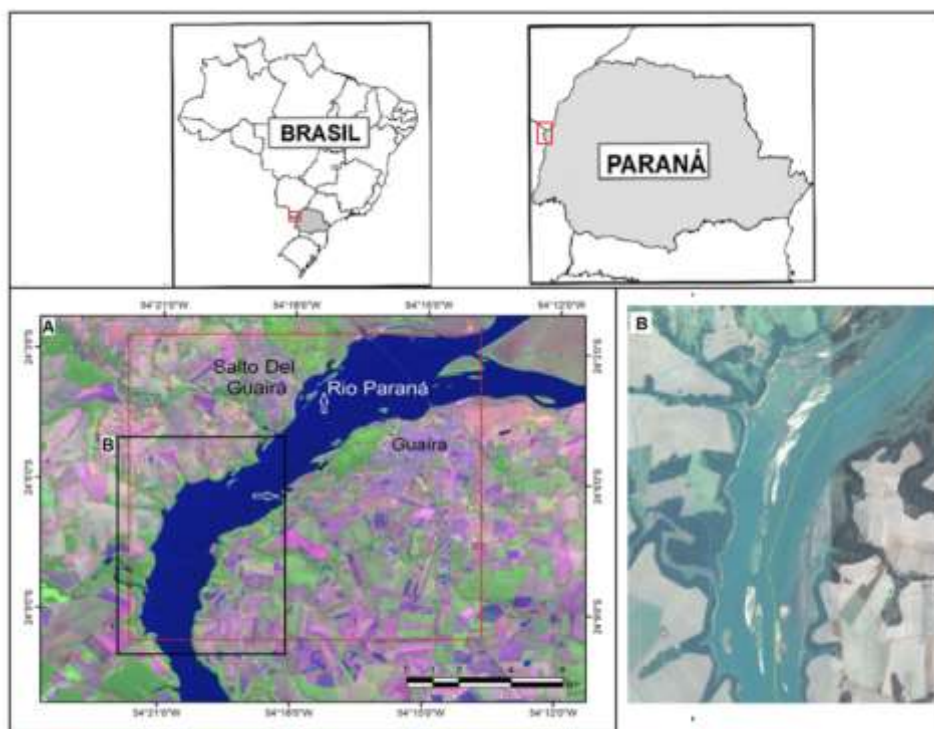
2. Metodologia de Trabalho

Os materiais utilizados para a execução do trabalho na área do estudo (Figura 1) consistem de imagens de satélites da série Landsat e aplicativos SIG (SPRING 5.2.2 e ArcGis 10.0). As imagens Landsat – sensor *Thematic Mapper* (TM) e *Operational Land Imager* (OLI) da órbita/ponto 224/77 são datadas de 09/08/1986, 15/01/2010 e 23/09/2014, e correspondem ao período de maior cota fluvial. Os dados de cota fluvial e demais dados hidrológicos referem-se à estação fluviométrica de Guaíra-PR. São provenientes da Agencia Nacional de Águas (ANA – código da estação 6484300) e compreendem o período de 1978 a 2010. As imagens de satélite foram obtidas gratuitamente de diferentes fontes: catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE - <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>), *Earth Explorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), *Global Land Cover Facility* (GLCF - <http://glcf.umd.edu/>).

Os procedimentos consistiram de: análise dos dados hidrológicos, obtenção das imagens de satélites, inserção no banco de dados geográfico em aplicativo SIG, classificação e edição dos resultados. Os dados de cota altimétrica fluvial foram ajustados e plotados em gráficos de modo a evidenciar os seus valores de máxima e mínima temporalmente. Os resultados direcionaram a escolha das imagens de satélite, selecionando-se aquelas cujas datas de imageamento coincidiram ou eram próximos dos dias de mínima e máxima. Este procedimento foi necessário para que realmente fosse identificado e mapeado o surgimento ou crescimento das barras fluviais, e não o resultado da vazante que tornam as barras já existentes proeminentes.

As imagens selecionadas foram inseridas em um banco de dados geográfico estruturado no aplicativo SPRING 5.2.2. Em seguida, procedeu-se com a redução da dimensionalidade, realização de composição colorida, segmentação e classificação. Utilizou-se o classificador ISOSEG, presente no aplicativo SPRING 5.2.2. Trata-se de um classificador não supervisionado em que as imagens são determinadas em classe sem interferência ou conhecimento do usuário (NOVO, 2010).

Figura 1 – Área do estudo indicado pelo retângulo em linha na cor vermelha. A) Imagem Landsat de 13/06/2006 (RGB543) com setas que indicam áreas de formação de barras no canal e nas margens do rio Paraná. B) Imagem obtida do *Google Earth* datada de 11/04/2014 destacando a presença de barras de canal no rio Paraná. Notar a cor verde em algumas barras indicando a instalação de vegetação, possivelmente gramíneas.



O procedimento de classificação considerou apenas duas classes temáticas: água e barras de canal. A segmentação ocorreu apenas na imagem Landsat correspondente ao infravermelho próximo. Nesta faixa espectral o delineamento entre os corpos de água e as barras de canal é facilitado. A banda do infravermelho próximo traz significativas contribuições para a delimitação de corpos d'água e até mesmo para áreas mais húmidas (MANUAL TÉCNICO DE MORFOLOGIA, 2009). Cruz e Ribeiro (2008) destacam a dificuldade de definir os valores de similaridade e área do pixel. Neste trabalho, a partir do método exploratório foram definidos os valores de cinco (5) para similaridade e área dez (10). Valores acima dos selecionados limitavam-se a segmentação das barras de canal de maior dimensão.

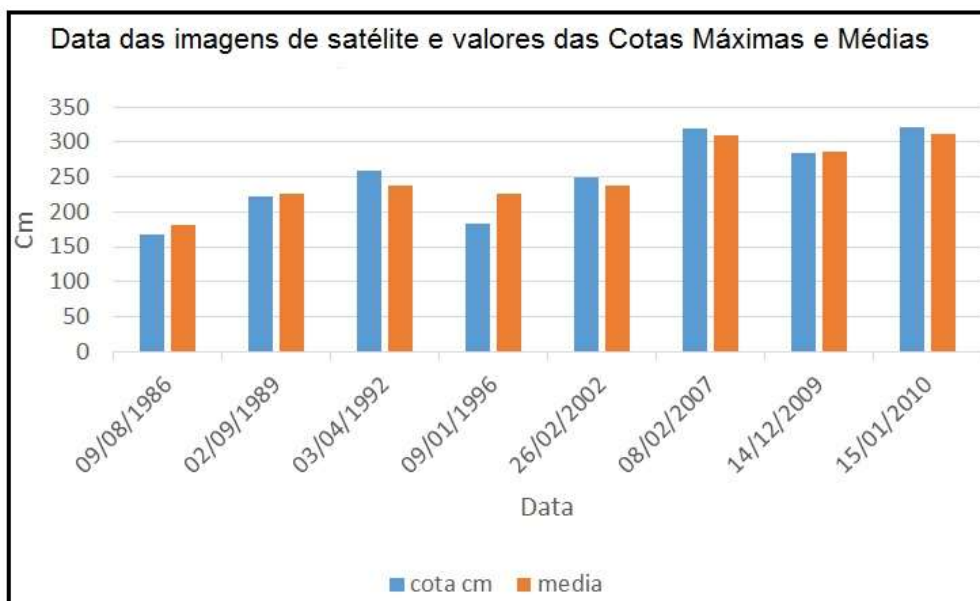
Os mapas temáticos resultantes do mapeamento foram editados a fim de corrigir possíveis erros de classificação. Em seguida, os mapas em formato matricial foram

transformados para o formato vetorial (executado no aplicativo SPRING 5.2.2). Os mapas temáticos finais consistiram da sobreposição dos vetores das diferentes datas das imagens. Este procedimento evidenciou os estágios de evolução e formação das barras de canal.

3. Resultado e Discussão

Os valores das cotas fluviais máximas do rio Paraná possuem valores próximos a média mensal do canal. A análise prévia do gráfico garantiu que as imagens selecionadas refletissem configuração semelhante do canal, mesmo em anos distintos. Desta forma, evitou que a formação ou expansão das barras fosse reflexo da vazante do canal, prejudicando assim a análise dos resultados. O critério foi utilizado para os períodos de máxima, onde o nível mais alto do rio poderia inundar as barras existentes.

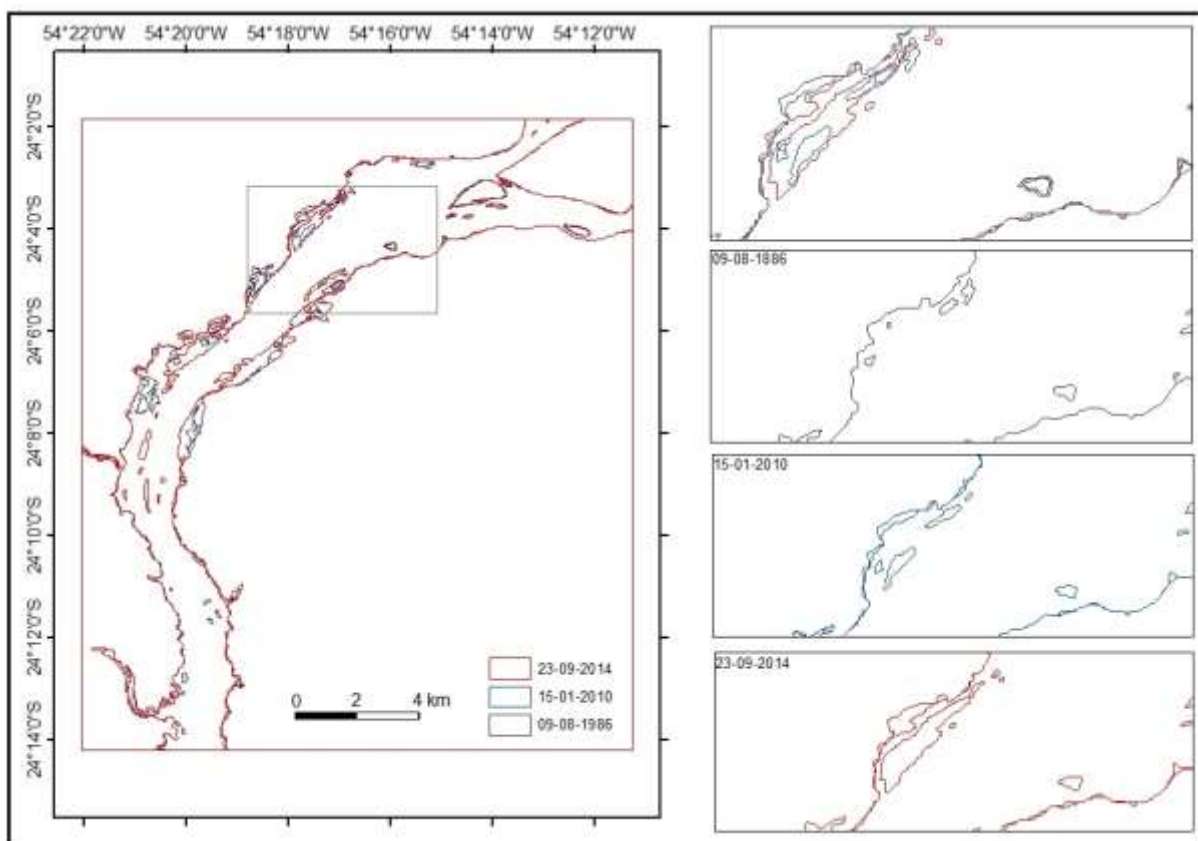
Gráfico 1- Valores das cotas máximas do mês e a média mensal para o período de imageamento



Os resultados preliminares das imagens da cota máxima do canal evidenciam a formação e o aumento gradual da dimensão das barras de canal no rio Paraná. Em ambas as margens há o processo de formação de barras. Desde o ano de 1986 até 2014, a formação de barras do tipo lateral é mais evidente, em comparação com as barras do tipo central. Barras do tipo soldamento também são evidenciadas no local. Nota-se também a gradual instalação de vegetação nas barras. Em períodos de Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

estiagem (cotas mínimas) as barras ficam mais evidentes e o nível baixo do canal compromete a navegação. Salienta-se que o projeto está em andamento, e por este motivo descreveu-se a configuração do canal em apenas três datas. Salienta-se que os dados de cotas fluviais para o ano de 2014 ainda estão sendo processados.

Figura 2 – Mapeamento das barras de canal no rio Paraná em três datas: 1986, 2010 e 2014. No detalhe, uma das áreas onde há expansão e formação das barras de canal (margem esquerda do rio Paraná).



4. Conclusão

Os dados de sensoriamento remoto contribuíram para a identificação, delineamento e verificação da evolução e formação das barras de canal presentes no rio Paraná. Evidenciou-se a gradual formação e o crescimento das barras de canal existentes no rio Paraná no trecho onde há transição entre o rio Paraná e o reservatório de Itaipu. Dada à particularidade da área, demais estudos ainda serão desenvolvidos. Estão planejadas atividades de campo para a coleta de sedimentos

suspensos, sedimentos de leito, mensuração da velocidade de fluxo, elaboração de perfis transversais do canal, dentre outros.

Referências

- CRUZ, Z,Q; RIBEIRO, G, P. Ensaio de segmentação e classificação digital de imagens CBERS utilizando o sistema spring em uma unidade de conservação ambiental estudo de caso: Parque nacional da Serra dos Orgão (PARNASO). In: **Simposio brasileiro de ciências geodésicas e tecnologias da geoinformação**. Recife- PE, 8-11 de setembro de 2008, p.000-000.
- NOVO, Evelyn M, L, DE Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. 4º ed- São Paulo: Blucher, 2010.
- MANUAL TECNICO DE MORFOMETRIA / IBGE. **Coordenação de recursos naturais e Estudos Ambientais** – 2º ed, Rio de Janeiro, 2009.
- LATRUBESSE, E; STEVEAUX, J,C; SINHA, R. **Tropical Rivers. Geomorphology**, 70, 187-2006.
- SANTOS,V,C. **Processos fluviais em barras de soldamento: Rio Paraná, PR**. 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.
- STEEVAUX, J. C. Produção, armazenamento e transferência de sedimentos por processos naturais e humanamente induzidos na bacia do rio Paraná: proposição de um modelo de fluxo hidro-geomorfológico em escala continental. **Relatório Final do Projeto CNPq** (Processo 305549/2007-3), 21p, 2007.
- SANTOS, M, L; FERNANDES, O, V, Q; STEVAUX, J, C. Aspectos Morfológicos das Barras de Canal de Rio Paraná, Trecho de Porto Rico, PR. **Boletim de Geografia**- UEM, ano 10, número 01, ano 1992.
- SOUZA FILHO, E, E. RIGON, B, T, C. Avaliação da Velocidade de Deslocamento de Barras Fluviais do Rio Paraná Por Meio de Imagens CBERS/CCD. **Revista brasileira de Geomorfologia**- v13, nº 1, 2012.

Agradecimentos

Aos integrantes do GEA (Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais). Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) ao acadêmico e pelo apoio financeiro no Projeto CNPq: Processo 472012/2014-2.

MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS FLUXOS DE DETRITOS NA BACIA DO RIO JACAREÍ – SERRA DO MAR PARANAENSE

KAREN ESTEFANIA MOURA BUENO¹
BRUNA DANIELA DE ARAUJO TAVEIRA²
FELIPE COSTA ABREU LOPES³
IRANI DOS SANTOS⁴

1 Universidade Federal do Paraná – UFPR/LHG/PPGCEO
karenmbueno@gmail.com

2 Universidade Federal do Paraná – UFPR/LHG/PPGCEO
brunattaveira@gmail.com

3 Universidade Federal do Paraná – UFPR/LHG/PPGCEO
costageo@gmail.com

4 Universidade Federal do Paraná – UFPR/LHG geografia da UFPR
irani69@gmail.com

Resumo

Em março de 2011, a Serra do Mar e o Litoral paranaense foram atingidos por um evento pluviométrico de grande magnitude, o qual ocasionou uma série de movimentos de massa e alagamentos. A bacia do rio Jacareí foi uma das mais afetadas na região da Serra do Mar, tendo em vista que ocorreram uma série de fluxos de detritos em virtude dos diversos deslizamentos, transportando grandes blocos de rocha, solo, e troncos de árvores. Os processos afetaram diversas comunidades, como a comunidade de Floresta. Os prejuízos socioeconômicos foram grandes, pois lavouras, estradas, pontes e casas foram parcialmente ou totalmente destruídas. Além disso, o abastecimento de água e luz de alguns locais foi comprometido e a ponte sobre a BR 116 foi destruída. Este trabalho consiste no mapeamento e quantificação das zonas de ruptura, transporte e deposição dos fluxos de detritos ocorridos na bacia do rio Jacareí, com base em literatura selecionada. Como resultado principal, obteve-se uma área de 5,7 km² correspondente ao processo de fluxo de detritos na bacia, sendo que, destes, 1,62 km² correspondem a zonas de ruptura, 0,8 km² a zonas de transporte e 2,86km² a zonas de deposição.

Palavras-chave: Mapeamento, fluxos de detritos, classificação por zonas.

Abstract

In March 2011, the Serra do Mar range and the Paraná coast were hit by a great rain event, which led to a series of mass movements and floods. The Jacareí basin was one of the most affected areas in the region, where a series of debris flows occurred transporting large rocks, soil, and tree trunks due to several landslides. The processes affected mainly the Floresta community. The socioeconomic losses were great including crops losses, roads, bridges and houses partially or totally destroyed. Damages on the water and light supplies were also verified and the bridge over the 116 federal route was destroyed (connection between the Paraná's capital city and the second biggest Brazil's seaport). This work consists of mapping and quantification of rupture zones, transport and debris flows deposition occurred in Jacarei river basin, based on selected literature. The main result was a debris
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

flow mapped area of 5.7 km², being 1.62 km² of rupture zones, 0.8 km² of transport zones and 2.86 km² of deposition zones

Key-words: Mapping. Debris flow. Rupture zones classification.

1. Introdução

Os fluxos de detritos são uma forma de movimento de massa rápido, induzidos pela ação da gravidade, que se formam a partir de um ou mais deslizamentos e são transportados através de canais íngremes e fechados (COSTA, 1984).

Suas principais características são: a grande mobilidade de material e alto poder destrutivo, aumentando seu volume por erosão, sendo capaz de transportar desde árvores a grandes blocos de rocha (ROCHA, 2011) e podendo atingir também áreas de baixo risco e menor declividade (FLORENZANO, 2008).

De acordo com Hungr (2005) e Gostner *et al.* (2008) um fluxo de detritos pode ser classificado em três zonas distintas, sendo elas: zona de ruptura, zona de transporte e zona de deposição.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é mapear as zonas de ruptura, transporte e deposição dos fluxos de detritos ocorridos na bacia do Rio Jacareí (localizada na Serra do Mar Paranaense) em março de 2011, com base nas classificações propostas em (HUNGR, 2005; GOSTNER *et al.*, 2008) e em imagens de satélite da área de estudo obtidas pelo *Google Earth Pro* para o ano de 2012.

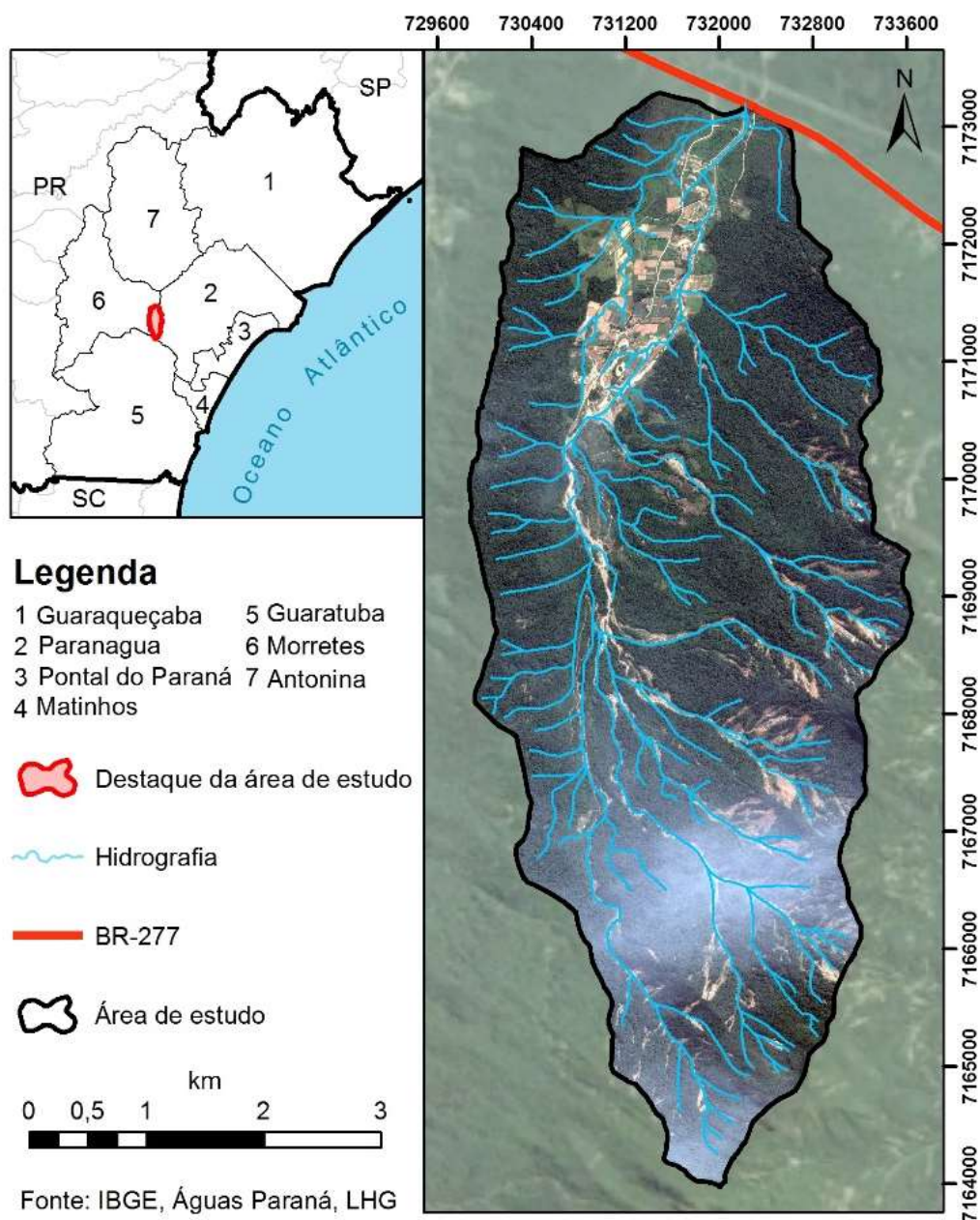
2. Material e Métodos

2.2 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Jacareí, possui uma área de 23,9 km², delimitada até a ponte da BR 116. A bacia está situada nos municípios de Morretes e Paranaguá, na Serra do Mar e litoral Paranaenses (Figura 1). Essa bacia foi escolhida em virtude de ser uma das mais afetadas pelos deslizamentos e fluxos de detritos no recente evento pluviométrico ocorrido em 11 de março de 2011.

Este evento desencadeou uma série de inundações, deslizamentos e fluxos de detritos. Os fluxos de detritos ocorreram em virtude dos diversos deslizamentos, transportando grandes blocos de rocha, solo, e troncos de árvores; afetando diversas comunidades. Os prejuízos socioeconômicos foram grandes, pois, lavouras, estradas, pontes e casas foram parcial ou totalmente destruídas.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Jacareí.



2.3 Mapeamento

Para realizar o mapeamento, primeiramente, foi elaborado um mosaico com imagens obtidas via *Google Earth Pro*, datadas do ano de 2012, que abrangem a área de estudo. O georreferenciamento da imagem foi feito no software *Global Mapper 8* na Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) Datum SIRGAS2000. A vetorização e classificação das zonas dos fluxos de detritos a partir da imagem georreferenciada foi realizada no software ArcGis 10.2.1.

A distinção entre as zonas de ruptura, transporte e deposição foram baseadas em classificações propostas por Benda e Cundy (1990); Hungr (2005); Goster et al. (2008).

A zona de ruptura localiza-se em uma falha na parte superior da encosta, ou na lateral de um barranco ou canal principal (HUNGR, 2005) e (GOSTNER *et al.*, 2008). Segundo Takahashi (1991) a ruptura pode ser condicionada pelo rompimento de estruturas ou pelo escavamento das margens de canais fluviais decorrente do aumento do escoamento superficial, desencadeando, dessa forma, o processo de fluxos de detritos.

Após a ruptura, o fluxo de detritos se movimenta na vertente, caracterizando a zona de transporte. Essa tem como característica principal o confinamento do canal, correspondendo ao caminho percorrido pelo fluxo de detritos, onde o mesmo permanece em movimento (HUNGR, 2005).

A deposição do material transportado ocorre em virtude da diminuição da declividade e da perda do confinamento do canal, onde grande parte do material transportado é depositado nos vales em forma de leques de deposição (BENDA e CUNDY, 1990) e (HUNGR, 2005).

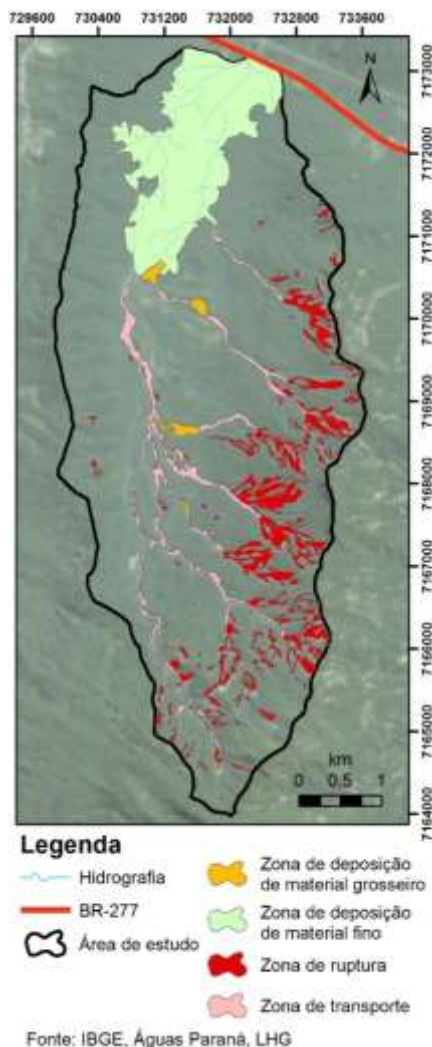
A partir da bibliografia citada foi possível identificar na imagem as três principais zonas do processo. É válido ressaltar que, além da imagem de satélite, realizou-se um campo exploratório na área de estudo em maio de 2012, que auxiliou na definição das zonas, e possibilitou, por exemplo, a classificação de duas zonas de deposição: de material grosseiro e material fino.

3. Resultados

A Figura apresenta 2 o mapeamento dos fluxos de detritos ocorridos na bacia do rio Jacareí em março de 2011, classificando-os em quatro zonas distintas: ruptura, transporte, deposição de material grosseiro e deposição de material fino.

A deposição foi classificada em material grosseiro e fino devido à constatações de campo exploratório na área de estudo. As áreas que apresentaram a predominância de grandes blocos de rocha e troncos de madeira foram classificadas como “zona deposição de material grosseiro”, enquanto que as áreas onde predominaram sedimentos finos e lama foi classificada como “zona de deposição de material finos”. Este material fino constituísse de sedimentos em suspensão depositados na planície de inundação.

Figura 2 – Áreas afetadas pelos fluxos de detritos na bacia do rio Jacareí.



De acordo com o mapeamento, 22% da área total da bacia foi afetada pelos fluxos de detritos. A Tabela 1 apresenta a área abrangida por cada zona específica na bacia.

Tabela 1 – Área abrangida por cada zona específica dos fluxos de detritos.

Zonas do fluxo de detritos	Área (km²)	Proporção da bacia (%)
Zona de ruptura	1,62	6,78
Zona de transporte	0,8	3,30
Zona de deposição de material grosseiro	0,12	0,52
Zona de deposição de material fino	2,74	11,45
Área total afetada	5,27	22,05

3. Considerações finais

A ocorrência de eventos de grande magnitude, como deslizamentos, cheias, e alagamentos, principalmente envolvendo danos socioeconômicos, desencadeiam a necessidade de estudos que possibilitem maior conhecimento dos processos. Entende-se que o mapeamento e classificação dos fluxos de detritos é um item de primeira necessidade no estudo desse processo, pois, a partir do mapeamento podem ser realizadas relações entre o processo e os condicionantes no ambiente.

A classificação do processo em zonas, de acordo com a literatura selecionada, possibilitou inferir que, a zona de deposição de materiais finos, normalmente negligenciada neste tipo de levantamento foi de maneira geral, a que afetou a área de maneira mais significativa, ocupando 11,4 % da área total da bacia, seguida da zona de ruptura, que afetou 6,8% da área da bacia nas regiões mais elevadas.

Com a realização deste mapeamento, concluiu-se que a delimitação de um fluxo de detritos por zonas distintas é eficiente para a aplicação de modelos e simulações de cenários futuros, possibilitando análises mais aprofundadas e validações de resultados. Tendo em vista que 22% da área da bacia do rio Jacareí foi afetada pelos fluxos de detritos, deve-se chamar a atenção para a necessidade de estudos na região, a fim de possibilitar o melhor entendimento do processo e adotar medidas de prevenção.

Referências

- Benda, L. E.; Cundy, T. W. **Predicting depositions of debris flows in mountain channels**. Canadian Geotechnical Journal, n.27, p. 409 – 417, 1990.
- Costa, J. E. **Physical geomorphology of debris flows. Developments and Applications in Geomorphology**. In Costa, J. E. e Fleisher, P. J. Developments and Applications of Geomorphology. Berlin: Springer-Verlag, p. 268-317.
- Florenzano, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- Gostner, W.; Bezzola, G.R.; Schatzmann, M.; Minor, H.E. Water related natural disasters: strategies to deal with debris flows: the case of Tschengls, Italy. In: Wiegandt, E. (Ed.) **Mountains: sources of water, sources of knowledge**. Dordrecht, Netherlands, pp. 221-242, 2008.
- Hungr, O. Classifications and terminology. In: Jacob, M.; Hungr, O. **Debris – flow Hazards and related Phenomena**. Chchester, UK: Springer – Praxis Publishing Ltds, pp. 9–23., 2005.
- Rocha, H. L. **Aplicação do modelo Flo-2D para simulação de fluxos de detritos na bacia do rio Cunha, rio dos Cedros/SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- Takahashi, T. **Debris Flow**, A.A. Balkema, Brookfield, Vt., pp. 165, 1991.

RELEVO E USO DOS AÇUDES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ – CE

MARCÉLIA VIEIRA TORRES¹

JOSÉ FALCÃO SOBRINHO²

1 Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA/ MAG/ PRPPG

marcella.torres@hotmail.com

2 Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA

falcao.sobral@gmail.com

Resumo

O artigo faz uma abordagem acerca da bacia hidrográfica do rio Coreaú, no estado do Ceará. Sua utilização enquanto unidade de análise é justificada porque integra as compartimentações geomorfológicas distintas, fato que propicia um melhor entendimento de seus componentes naturais e a ação humana sendo a melhor forma de acompanhar o processo de renovação e manutenção desta dinâmica, discussões estas, alicerçadas na abordagem geossistêmica. Além de ser essencial à manutenção da natureza, devido à presença e a distribuição dos recursos hídricos, tendo a água como elemento que caracteriza vida. Neste sentido, buscou-se fazer um estudo sobre os açudes que compõem a respectiva Bacia, isto é, o Gangorra situado no município de Granja (área pré litorânea), o Manhoso situado em Viçosa do Ceará (área de planalto sedimentar), Angicos (Coreaú), Várzea da Volta (Moraújo) ambos situados em superfície sertaneja, através das análises físicas e químicas da água, fundamentada nos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA, vinculando seus resultados, a forma de uso e de manejo das populações locais, e assim entender a relação que envolve homem e o meio. A partir das primeiras análises, constatou-se que em tais açudes ocorre um desencadeamento de problemas ambientais, oriundos da falta de cuidados com o meio natural, ocasionando fatores que afetarão a qualidade das águas, o funcionamento da Bacia hidrográfica e conseqüentemente a sociedade.

Palavras-chave: Compartimentação geomorfológica. Açudes. Qualidade.

Abstract

The article makes an approach on the basin of Coreaú river in the state of Ceará. Its use as a unit of analysis is justified because it integrates the different geomorphological partitioning, a fact that provides a better understanding of its natural components and human action is the best way to monitor the process of renovation and maintenance of this dynamic, these discussions, grounded in approach geosystemic. Besides being essential to the maintenance of nature, due to the presence and distribution of water resources, with water as element that characterizes life. In this sense, we try to make a study of dams: Gangorra, located in Granja shire (pre-coastal area); Manhoso, located in Viçosa of Ceará (sedimentary plateau area); Angicos (Coreaú) and Lowland Volta (Moraújo), both located in hinterland depression, through physical and chemical analysis of soil and water, the latter, based on the parameters set by CONAMA, linking their results, how to use and management of local

populations, and so understand the relationship involving man and the environment. From the first analysis, it was found that in such reservoirs is a triggering environmental problems arising from the lack of care for the natural environment, causing factors that affect water quality, the functioning of the catchment and consequently society.

Key-words: Geomorphological partitioning. Dams. Quality.

1. Introdução

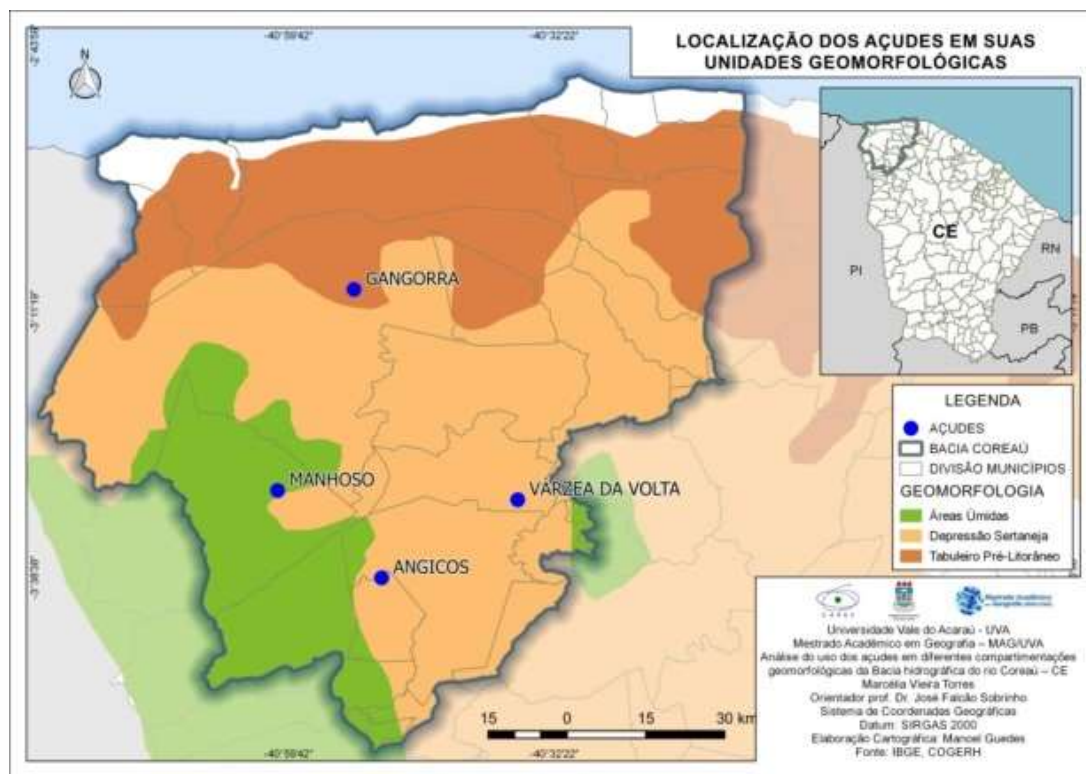
O cenário da compartimentação geomorfológica que compõe a bacia hidrográfica do rio Coreaú - CE dispõe de paisagens com relevos elevados, isto é, abrange o planalto da Ibiapaba e relevos rebaixados, designados de depressão sertaneja, além da área litorânea. Sabe-se que 90% da área, está inserida em ambiente de semiárido e, corresponde a 7,19% do território cearense. O seu rio principal, o Coreaú nasce da confluência dos rios Jatobá e Caiçara, locais oriundos do sopé do Planalto da Ibiapaba, e prolonga-se por 167,5 km até o Oceano Atlântico.

De acordo com Tonello (2005) uma bacia hidrográfica é configurada como feição importante, em especial no que se refere aos estudos de evolução do modelado da superfície terrestre. Sua utilização enquanto unidade de análise é justificada porque é essencial à manutenção da natureza devido à presença e a distribuição dos recursos hídricos, tendo a água como elemento que caracteriza vida. Além de integrar os compartimentações geomorfológicas distintas, fato que propicia um melhor entendimento dos seus componentes naturais e ação humana sendo a melhor forma de acompanhar o processo de renovação e manutenção desta dinâmica, discussões estas, que ressaltam a Geografia Física, principalmente em uma abordagem geossistêmica.

Diante de tais discussões, optou-se por abordar quatro açudes inseridos na referida Bacia, estes que constituem uma ferramenta estratégica para a convivência com o semiárido, a partir de sua expressão espacial estabelecida pelo relevo, com o intuito de discutir acerca de seu uso, ocupação, repercussões na dinâmica natural e manutenção da área, bem como, da população. De acordo com o mapa 1, os açudes analisados situam-se em áreas de Planalto sedimentar, de depressão

sertaneja e de tabuleiroPré – litorâneo. Estão localizados em Viçosa do Ceará (Manhoso), em Granja (Gangorra), em Moraújo (Várzea da Volta) e Coreaú (Angicos), os quais possuem grande importância, por conta de sua abrangência dentro da Bacia, contribuindo também para o abastecimento de vários municípios.

Mapa 1. Localização da área de estudo



Fonte; TORRES. M. V. 2014

2. Metodologia de Trabalho

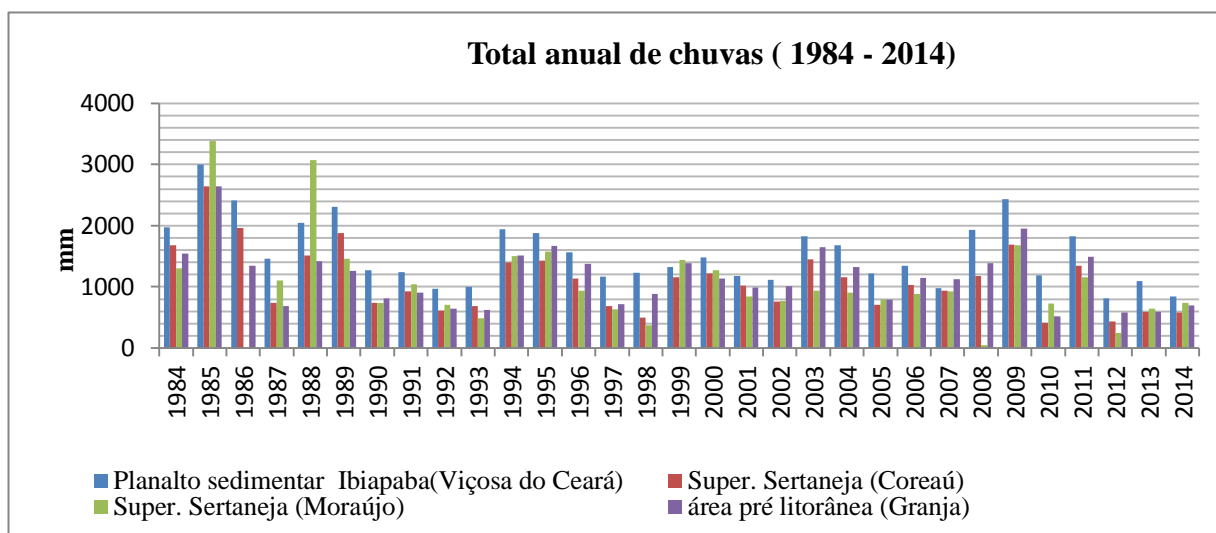
Visando o cumprimento dos objetivos, a pesquisa é desenvolvida em duas etapas, a primeira sendo as atividades de gabinete e a segunda, em campo, porém intrínsecas, tendo base, na metodologia geossistêmica. A atividade de gabinete foi realizada a partir de levantamento bibliográfico da área, objeto de estudo, considerando os índices pluviométricos dos municípios dos últimos trinta anos, por se constituir fontes de abastecimentos dos açudes. A segunda etapa consistiu nas atividades em campo, desde a coleta de água, fundamentados nos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA resoluções (20/1986; 357/2005 e 430/201), além das Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

conversas com os moradores locais, e assim, relacionar as informações com os resultados das análises.

3. Resultados e Discussões

A relação de uma bacia hidrográfica é intrínseca as formas de relevo. Já, as formas do relevo, conforme Ross (2001), estando na interface entre litosfera/atmosfera/hidrosfera e concomitante sendo produto dela, desempenha uma função importante nas pesquisas de cunho socioambiental, visto que apenas compreendendo os mecanismos gerados pelos processos endógenos e exógenos torna-se possível apreender a funcionalidade dos sistemas naturais, cujas tais formas juntamente com os demais elementos são os primeiros a serem identificados nas paisagens. Por isso, Falcão Sobrinho (2007), define o relevo como elemento que norteia decisões e planejamento do uso de determinados ambientes, fato este, importante para se estudar as bacias hidrográficas.

Gráfico 01: Índice pluviométrico por compartimentação geomorfológica



Fonte: FUNCEME (2014). Organizado por TORRES. M. V.

Neste contexto, através de uma análise integrada dos elementos que constituem a paisagem das áreas de estudo, percebe-se que a problemática dos recursos hídricos, atinge o solo e a vegetação, com reflexos impactantes na sociedade, um ponto evidente, é presença de cultivos agrícolas de subsistência nas proximidades dos açudes, prática comum na região Nordeste, a qual é feita ainda de

maneira tradicional e inadequada, associada às queimadas e desmatamentos, além do despejo de lixo nas margens dos açudes e do uso desmedido da água.

Constituem-se, neste caso, como forte influência nos processos erosivos e, conseqüentemente, na degradação dos ambientes hídricos, na qualidade das águas bem como na manutenção da Bacia, enquanto unidade ambiental, que agrupa todos os elementos naturais, representado nas distintas compartimentações do relevo, o qual pode dimensionar a própria paisagem, como um instrumento analítico propiciando o desenvolvimento social.

Ainda, é válido destacar, a situação da diminuição do regime de água nestes açudes, vinculados aos aspectos naturais, visto no (gráfico 01), através dos registros pluviométricos referentes aos últimos trinta anos nos municípios em que os açudes estão inseridos, por se constituir fontes de abastecimento dos mesmos, além de influenciar nos padrões de qualidade das águas, verificados nos períodos de estiagem e chuvoso. Vale salientar que, o período de registro de chuvas utilizado, é justificado por oferecer uma maior eficiência na análise dos dados.

Neste caso, de acordo com o gráfico 01, todos os municípios analisados, o ano de 1985 teve a maior representação pluviométrica, sendo superior a 2.500 mm e já nos últimos três anos, ocorreu uma diminuição bem perceptível em seus índices, quando comparamos com os anos anteriores. Fator este, que influencia de forma direta na agricultura, visto que nas áreas, tais práticas dependem da quantidade das chuvas e do período que as mesmas ocorrem, se concentrando entre os meses de janeiro a junho. Exercem influência também na atividade pesqueira, fatos mencionados nas conversas com os agricultores locais, em que segundo os mesmos, a “falta de chuvas torna a fisionomia das paisagens sem vida”.

Neste contexto, tem-se praticado nestes ambientes, em particular nos sertanejos, uma agricultura que tem uma duração de dois ou três anos, após esse período a área é abandonada, favorecendo o surgimento de uma vegetação secundária que não oferece nenhuma proteção ao solo, fato que contribui para o surgimento dos processos erosivos, como pode ser evidenciado nas figuras 1 e 2, que causarão assoreamento, chegando a afetar a qualidade das águas.

Nesta perspectiva, os resultados obtidos com as primeiras análises dos parâmetros físicos e químicos das águas dos referidos açudes, mostram

significativas alterações, entre os períodos de estiagem e chuvoso, ocasionados pelo aumento do volume de água e carreamento de sedimentos trazidos pelas chuvas, e também pelo alto teor de evaporação durante os meses secos, entre outros fatores. Vale destacar que em tais períodos as interferências exercidas pela ação humana são preponderantes.

Figura 1 e 2 açudes: Angicos e Várzea da Volta



Fonte: autores, 2013 e 2015.

Neste sentido, faz-se necessário apontar os parâmetros que apresentaram índices elevados. Neste caso, Lima (2008), salienta que a Cor (Pt-Co) da água é proveniente da matéria orgânica e alteração em sua coloração é oriunda de esgotos, este último verificado na área, contribuindo assim, para o aumento no resultado do açude Várzea da Volta, que apresentou um valor (80) e o Manhoso (100), valores superiores ao estabelecido pelo CONAMA, que é até (75 mg Pt).

No caso da Alcalinidade, para Libânio (2005), pode ser decorrente do pH, e serve para medir a capacidade da água em neutralizar os ácidos, pois é em função do seu teor, que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Os valores deste parâmetro nos referidos açudes se destacam, em especial, no período de estiagem. E os Cloretos estão relacionados com o alto índice de evaporação, com o curto período chuvoso, com a dissolução de sais, além do lançamento de esgotos domésticos e industriais, todos estes, existentes nas áreas, influenciando assim, nos resultados.

Já os Sólidos totais (mg/L), os Sulfatos (mg/L) e o Ferro Total (mg/L), de acordo com Lima (2008), são encontrados na água, derivados das características

litológicas, através de íons presentes na água e da salinidade do meio, mediante aos processos erosivos e carreamento de sedimentos, ocorrendo principalmente no período chuvoso, em que pode ser observado o aumento dos valores destes parâmetros, ocasionado também por despejo de esgotos e o uso dos solos com finalidades agrícolas. No que diz respeito à turbidez das águas, segundo Macêdo (2004), é causada pela dispersão dos raios luminosos devido à presença de partículas em suspensão (argilas, silte ou fontes de poluição), estas que modificam as condições de iluminação das águas, influenciando na fotossíntese, no crescimento das plantas aquáticas, e por fim afetando no consumo.

4. Considerações Finais

Percebe-se que as atividades humanas influenciam diretamente na dinâmica natural da Bacia, em particular, nos açudes analisados, estes, que sofrem devido ao uso inadequado e ocupação indevida, causando desequilíbrios em sua composição, uma vez que, as praticas agrícolas são feitas em suas proximidades, dando possibilidade ao carreamento de sedimentos para seu leito, além da presença de lixos e esgotos que geram problemas, no que diz respeito, a qualidade de suas águas.

Referências

- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. São Paulo: Cadernos de Ciências da Terra, nº 13. 1972.
- CEARÁ. Assembleia Legislativa **Caderno regional da bacia do Coreaú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009. 120p. : il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 3).
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 375** de 17 de março de 2005. Brasília. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > Acesso em 15 de setembro de 2009. P. R. Barreto & C. A. B. Garcia, Scientia Plena 6, 097201(2010) 21.
- FALCAO SOBRINHO, J. **Relevo e Paisagem – Proposta Metodológica**. Edições Sobral. Sobral (CE), 2007.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.
- LIMA, M. A. S. **Águas acumuladas em açudes e barragens na região de Santa Maria e flutuações nos seus atributos físico-químicos**. Universidade Federal de Santa Maria, 2005b. 83p. Dissertação de mestrado.
- MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 2ª Edição - Belo Horizonte – MG: CRQ – MG, 2004
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia e Geografia aplicadas à gestão territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental**, Tese de doutorado, USP, 2001.
- TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**, Dissertação de Mestrado, UFV, 2005.

INUNDAÇÕES URBANAS E A IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO: AVALIAÇÃO DO COMPARTIMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA-RJ.

CAROLINA DALTOÉ DA CUNHA¹

SANDRA BAPTISTA DA CUNHA²

1 Universidade Federal Fluminense – UFF/FAPERJ

daltoecarolina@gmail.com

2 Universidade Federal Fluminense- UFF/CNPq

sandracunha@openlink.com.br

Resumo

A ocorrência de Inundações na cidade do Rio de Janeiro está relacionada a causas naturais e agravada pela falta de controle do espaço urbano. O município do Rio de Janeiro é dividido em quatro grandes compartimentos hidrográficos: Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba, Zona sul e Jacarepaguá. O compartimento da Baía de Guanabara (343,7 km²) localiza-se na cidade do Rio de Janeiro e encontra-se altamente urbanizado, além de apresentar alta densidade demográfica. Os processos de urbanização modificam a paisagem, acentuam a taxa de impermeabilização, alteram os canais fluviais através de obras de engenharia acentuando as condições para a ocorrência das Inundações urbanas. Mensurou-se que 69,7% da área total do compartimento correspondem às classes de Área Urbana e Ocupação Irregular indicando que a impermeabilização da área de estudo é alta, sendo assim, a infiltração do solo é diminuta e o escoamento superficial pode ser acentuado em períodos de cheias agravando a ocorrência das inundações. O presente artigo propõe uma discussão sobre o tema Inundações urbana e sua relação com o aumento de áreas impermeáveis no compartimento da Baía de Guanabara. Para isso foram realizadas a análise da bibliografia existente e a confecção do mapa de uso e cobertura da terra a partir da base de dados disponibilizada pelo Instituto Pereira Passos.

Palavras-chave: Inundações Urbanas. Urbanização. Impermeabilização.

Abstract

The occurrence of floods in the city of Rio de Janeiro is related to natural causes and aggravated by the lack of control of urban space. The municipality of Rio de Janeiro is divided into four major hydrographic compartments: Guanabara Bay, Sepetiba Bay, South Zone and Jacarepagua. The Guanabara Bay compartment (343.7 km²) is located in the city of Rio de Janeiro and is highly urbanized, while maintaining high population density. Urbanization processes modify the landscape, highlight the sealing rate, alter the river channel through engineering works highlighting the conditions for the occurrence of urban flooding. Were measured to be 69.7% of the total area of the housing corresponds to the class and Urban Area Occupation Irregular sealing indicating that the study area is high, so the infiltration of the soil is low and the runoff can be enhanced in periods of full aggravating the occurrence of floods. This article proposes a discussion on the topic urban flooding and its relation to the increase in impervious areas in Guanabara Bay bay. For this were examined by analysis of Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada.** Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

existing literature and the making of the use of map and land cover from the base data provided by Pereira Passos Institute.

Key-words: Urban Floods. Urbanization. Ipermeabilization.

1. Introdução

Com uma trajetória singular de capital federal e cidade do estado, a cidade do Rio de Janeiro tem enfrentado principalmente nas ultimas décadas, um acelerado processo de crescimento urbano desordenado, sem infraestrutura necessária para que haja condições mínimas para uma vida saudável.

Uma das principais consequências da expansão urbana irregular são as inundações, provenientes da ineficácia dos canais em transportar um grande volume d'água, devido ao assoreamento do leito, gerado pelo aumento do transporte de sedimentos e de lixo para o canal, oriundo das crescentes áreas impermeáveis. Além disso, casos típicos, como a poluição das águas, também podem ser observados, em que os canais recebem diariamente efluentes domésticos e industriais, bem como resíduos sólidos (lixo), comprometendo o ecossistema ali presente.

De acordo com o Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP) o município do Rio de Janeiro é dividido em quatro grandes bacias hidrográficas: Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba, Zona sul e Jacarepaguá. O presente trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla que visa avaliar as mudanças nas redes de drenagem inseridas no compartimento da Baía de Guanabara no Município do Rio de Janeiro e está relacionada às drásticas transformações na natureza e no comportamento dos canais fluviais em áreas de crescimento urbano acelerado e desordenado, ocasionando cheias e inundações.

Sabendo-se que a bacia de drenagem é a unidade básica de um planejamento ambiental eficaz, este artigo tem como objetivos fundamentais diagnosticar o grau de equilíbrio desse sistema e entender as alterações causadas pelo crescimento das áreas impermeáveis.

O presente artigo propõe uma discussão do tema Inundações urbanas no compartimento da Baía de Guanabara e sua relação com o aumento de áreas

impermeáveis através de análise de bibliografia existente e através da análise do mapa de uso e cobertura da terra no compartimento Baía de Guanabara no município do Rio de Janeiro.

2. Pressupostos Teóricos

Segundo CUNHA (2004), as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descargas, cargas sólidas e dissolvidas). Portanto, em função do caráter integrador característico da bacia hidrográfica, esta se apresenta como unidade ambiental excelente para análise e planejamento.

Na segunda metade do século passado, com o acelerado desenvolvimento das cidades e a densificação urbana, rios urbanos passaram a inundar com maior frequência. (TUCCI, 2004.) Conceitualmente, o termo “enchente” representa o fenômeno de ocorrência de vazões relativamente grandes, e o termo “inundação” representa o extravasamento do fenômeno de enchente. Logo uma enchente pode ou não causar inundações (VILLELA e MATTOS, 1975).

Nas regiões de menor declividade a incidência de inundações e os tipos de consequências, variam no tempo e no espaço e estão associadas ao crescimento urbano. O aumento das áreas impermeabilizadas, novas via de tráfego e aterro de baixios, são exemplos de alterações físicas do terreno, que contribuem para a mudança dos padrões de drenagem e a diminuição da retenção natural agravando o quadro natural das cheias e levando a Inundações.

Além do quadro de agravamento das enchentes pela expansão urbana, a qualidade da água superficial e subterrânea é deteriorada devido a lavagem das ruas, transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto as galerias de águas pluviais levando a contaminação de aquíferos.

Esses problemas disseminam-se nas áreas urbanas, à medida que existe pouco controle sobre as diferentes entidades que atuam na infraestrutura urbana.

Obras de engenharia são frequentemente projetadas de maneira estrutural sem considerar seu impacto sobre a drenagem e o meio em que ela se insere.

Segundo Canholi (2011), o gerenciamento da macrodrenagem requer o tratamento integrado do sistema, em nível de bacia hidrográfica, considerando a natureza das cheias e as características físicas e socioeconômicas de cada região.

3. Metodologia

O procedimento metodológico do presente trabalho iniciou-se com o levantamento bibliográfico que possibilitou conceber o embasamento teórico à pesquisa junto a órgãos oficiais, organizações não governamentais atuantes na área, trabalhos acadêmicos e instituições de pesquisa que se relacionam à área de estudo e ao assunto abordado.

Para avaliar a impermeabilização do solo, utilizou-se a base de dados sobre uso e cobertura disponibilizado pelo Instituto Pereira Passos. As classes selecionadas para o mapeamento foram adaptadas segundo a escala e a necessidade da pesquisa, são elas: Área urbana, Ocupação Irregular, Solo exposto, Corpos Hídricos, Vegetação Densa e Vegetação Esparsa. Neste trabalho, consideraram-se áreas impermeáveis as classes Área Urbana e Ocupação Irregular e permeáveis as classes de Vegetação Densa, Vegetação Esparsa.

Segundo a metodologia empregada por Galvão (2008), as áreas de ocupação urbana densa são definidas em função da quantidade de construções e ruas asfaltadas que geralmente estão mais consolidadas, pois são mais antigas. As áreas de ocupação irregular são aqui consideradas parte das áreas impermeáveis, no entanto apresentam terrenos vazios e presença de resquícios de vegetação. A impermeabilização do solo será avaliada através das diferentes classes identificadas no mapeamento. Utilizou-se o software ArcGis desktop 10 para a classificação dos diferentes usos e cobertura da terra.

4. Resultados e Discussões

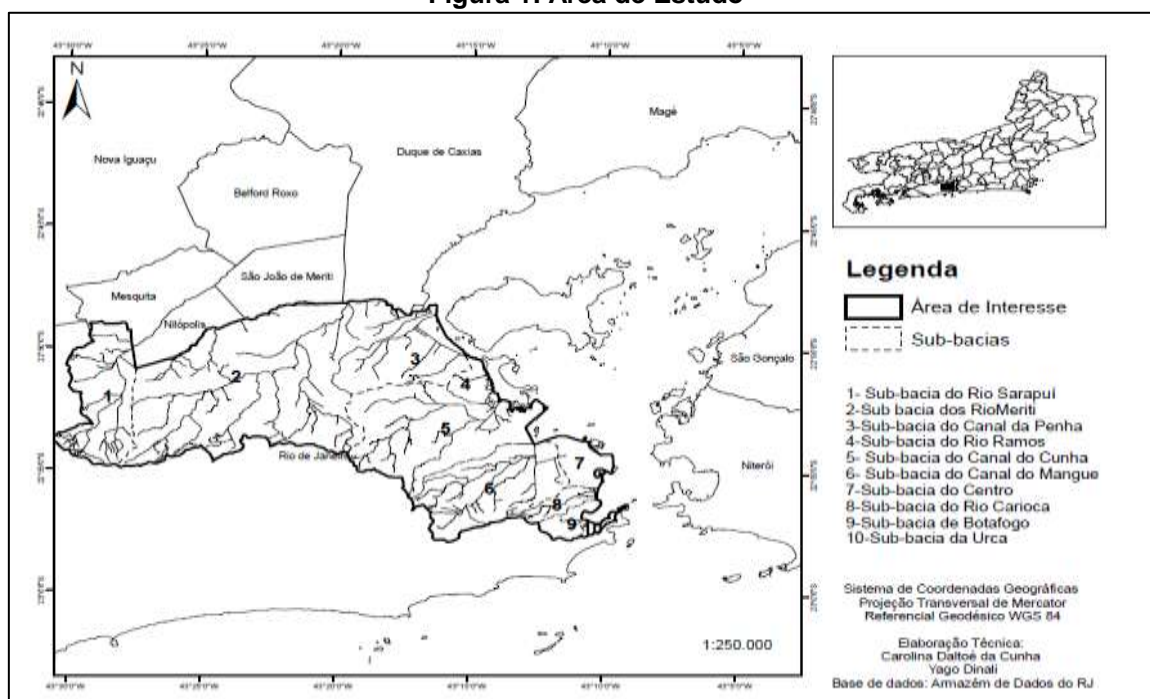
O compartimento da Baía de Guanabara é formado por dez sub-bacias (Figura 1), no entanto a rede de drenagem observada no compartimento apresenta

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

como principal característica a ausência de um rio principal e a forte pressão antrópica, resultante do intenso processo de urbanização existente na zona Norte da cidade do Rio de Janeiro.

De uma maneira geral as nascentes deste compartimento apresentam um forte controle estrutural, que condiciona uma alta densidade de drenagem com padrão variável entre dendrítico, treliça e retangular. Nos cursos médios, já na área urbana, os rios passam a correr em canais retificados completamente urbanizados.

Figura 1: Área de Estudo



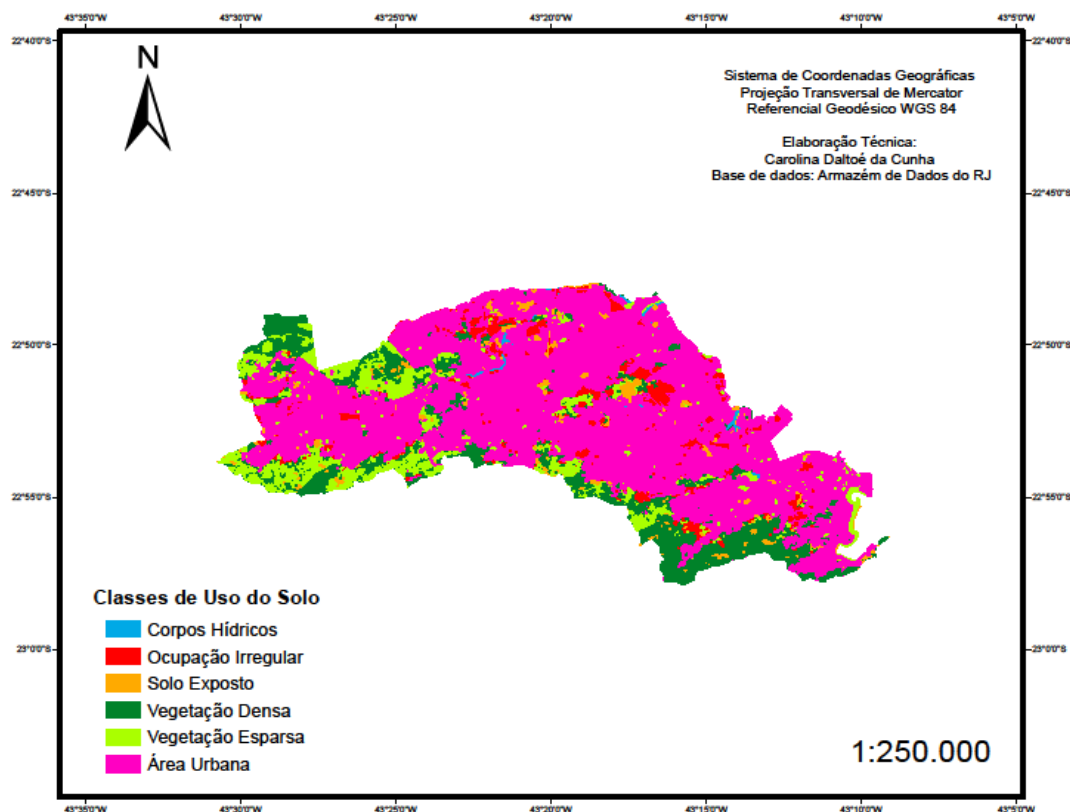
Na linha de costa, os rios desembocam em áreas com pouca renovação, pela pouca ação da maré, devido ao estrangulamento de canais espremidos entre o continente aterrado e ilhas também soldadas por intervenção urbana.

Para Dias (2014) os múltiplos usos e ocupação da terra influenciam de modo diferenciado a capacidade de infiltração de água no solo. O espaço urbano é o tipo de ocupação que mais influencia na impermeabilização do solo. As construções de benfeitorias públicas e privadas como vias de acesso e prédios, são fatores que acentuam a impermeabilização do solo, tornando diminuta a capacidade de infiltração do solo e em contrapartida aumenta-se o escoamento superficial, tornando o solo mais suscetível aos eventos de enchentes.

O mapeamento das classes (Área urbana, Ocupação Irregular, Solo Exposto, Corpos Hídricos, Vegetação Densa e Vegetação Esparsa) do compartimento em estudo (Figura 2) possibilitou a verificação das coberturas da terra predominante na Área de estudo.

O crescimento urbano exerce forte pressão no ecossistema original da cidade do Rio de Janeiro, causado pelo desmatamento nas áreas de encostas dos maciços dando lugar à expansão das favelas aqui representadas pela categoria Ocupação Irregular (24,51km²- 7,2%).

Figura 2: Uso e Cobertura da Terra no compartimento hidrográfico da Baía de Guanabara



Ainda de acordo com o mapeamento, as áreas consideradas permeáveis são compostas pelas classes de Vegetação Densa (54,6 km²- 16%) e Vegetação Esparsa (38,1 km²- 11%), correspondendo a apenas 92,7km²- 27% do total da área do compartimento, sendo notória a escassez de espaços verdes propícios a infiltração e a percolação da água no solo. A classe Área Urbana mostrou-se

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

predominante, correspondendo 214,8km² - 62,5% do total da bacia. Considerando a classe referente à Ocupação Irregular (24,51km² - 7,2%) como também impermeável, o percentual destas duas classes soma 69,7% do total da área do compartimento.

Esses valores indicam que a impermeabilização da área de estudo é alta, sendo assim, a infiltração do solo é diminuta e o escoamento superficial pode ser acentuado em períodos de cheia agravando a ocorrência das inundações.

5. Conclusão

A cidade do Rio de Janeiro tem uma predisposição à ocorrência de enchentes onde sua configuração em planícies costeiras entre montanhas, favorece tanta a ocorrência de precipitações intensas, de efeito orográfico, quanto altas velocidades de escoamento. A configuração do sítio à cidade um cenário natural único, mas gera, também uma série de problemas relacionados aos processos naturais afetados pela expansão urbana principalmente pela ocupação dos morros e em aterros sobre o mar e mangues resultando no agravamento das inundações.

O elevado grau de urbanização da área de estudo em questão gera diversos impactos socioambientais como o aumento das vazões máximas, aumento da produção de sedimentos devido à ausência da proteção natural das superfícies e à produção de resíduos sólidos e degradação da qualidade da água. Estes impactos, em conjunto, trazem consequências negativas à população, principalmente as que vivem no leito maior dos rios, pois com o aumento das vazões máximas conjuntamente com obstruções nos canais – torna-se propício a ocorrência de inundações.

Referências

- CANHOLI, A.P.; GRACIOSA, C.P. Enchentes Na Cidade Do Rio De Janeiro – Causas E Soluções– Estudo De Caso: Bacia Do Canal Do Mangue. In: XIX Simposio Brasileiro De Recursos Hídricos, 1p. Maceió, AL, Brasil, 2011.
- CUNHA S, B & GUERRA A.J.T Degradação Ambiental. In: Cunha S.B e Guerra A.J. T (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 353.
- DIAS, L.S.M. Enchentes Na Sub-Bacia do Canal Do Cunha.(Rj) : Uma Avaliação. 28 p. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia)- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013
- GALVÃO, R. S. Drenagem Urbana e Planejamento Ambiental: Vale do rio São João Mendes (Niterói/RJ). 14 p. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.



Territórios Brasileiros: Dinâmicas,
Potencialidades e Vulnerabilidades
28 de junho a 04 de julho de 2015
Teresina - Piauí

TUCCI, C.E. M Gerenciamento integrado das Inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão da Água na América Latina** v.1, n. 1, pp.61-62, 2014.
VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975, p.138.

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM JUAZEIRO DO PIAÚI, POR MEIO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)

FRANCÍLIO DE AMORIM DOS SANTOS¹

CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO²

¹Instituto Federal do Piauí – IFPI/Campus Piripiri

francilio.amorim@ifpi.edu.br

² Universidade Federal do Piauí – UFPI

cmsaboia@gmail.com

Resumo

O presente estudo objetiva analisar a degradação da cobertura vegetal no município Juazeiro do Piauí, a partir do Índice de Vegetação por Diferença normalizada (NDVI). Os resultados do NDVI mostram que ocorreram mudanças no padrão da cobertura vegetal dos solos em Juazeiro do Piauí, pois as classes Moderadamente Alta, Moderada e Baixa apresentaram redução, respectivamente, de 0,1%, 7,1% e 8,5%; a classe Moderadamente Baixa apontou aumento de 15,7% e a classe de Solo Exposto não evidenciou aumento em valores percentuais. Os dados sugerem não ter havido evolução de áreas degradadas, posto os valores dos intervalos obtidos na classificação do NDVI para a vegetação, não ter indicado aumento de solo exposto, ter indicado redução da classe de baixa proteção e aumento da classe de moderadamente baixa proteção, oferecida pela cobertura vegetal permitindo inferir possíveis estágios de sucessão ecológica.

Palavras-chave: Índice de Vegetação por Diferença normalizada (NDVI). Degradação. Cobertura Vegetal.

Abstract

This study aims to analyze the degradation of the vegetation cover in the Juazeiro do Piauí, from the Vegetation Index (NDVI). The results show that the NDVI changes have occurred in the pattern of vegetation cover soil in Juazeiro do Piauí, since classes Moderately High, Moderate and Low decreased, respectively, 0.1%, 7.1% and 8.5%; the Moderately Low class showed an increase of 15.7% and the Solo class Exposed showed no increase in percentages. The data suggest that there was no evolution of degraded areas, since the values of the intervals obtained in the NDVI classification for vegetation, bare soil did not indicate increase, have shown reduction in low-class protection and increased moderately low class protection, offered by vegetation allowing to infer possible stages of ecological succession.

Keywords: Vegetation Index (NDVI). Degradation. Vegetation Cover.

1 Introdução

As atividades humanas, por meio das práticas agropecuárias e extrativistas, resultam em variadas perturbações ao equilíbrio dinâmico dos sistemas ambientais, com supressão da cobertura vegetal. Uma técnica que tem sido bastante utilizada para análise da cobertura vegetal em áreas suscetíveis à desertificação a exemplo do município Juazeiro do Piauí, diz respeito ao Índice de Vegetação por Diferença normalizada (NDVI), que se baseia na aplicação de operações matemáticas entre bandas de sensores de satélites. Para o estudo foram utilizadas as bandas 3 e 4 do sensor TM do satélite Landsat 5. Desse modo, o estudo buscou analisar a degradação da cobertura vegetal no município Juazeiro do Piauí, a partir do Índice de Vegetação por Diferença normalizada (NDVI).

2 Fundamentação Teórica

Em estudos ambientais deve-se considerar a ação antrópica como um dos elementos que compõem o quadro natural, por meio da troca de energia e matéria entre a sociedade e a natureza. Dessa forma, o tema degradação ambiental tem se tornado o principal objeto de pesquisa da Geografia Física e seu caráter ambientalista prima pela compreensão da organização social cuja interferência nos processos naturais causa degradação (MENDONÇA, 1989).

Dentre os vários elementos da paisagem, a cobertura vegetal figura como um dos principais visto que, segundo Tricart (1977), intervém na diminuição da erosão pluvial e no regime hídrico, devido a interceptação por parte das folhas das precipitações, ao amortecimento da velocidade da gota, a diminuição da velocidade do vento e ao aumento da turbulência da passagem do ar.

Existem vários métodos para quantificar a perda/ganho da cobertura vegetal, utilizando imagens de sensores de satélites, dentre eles destaca-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que permiti mensurar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área.

Trabalhos como os de Accioly et al. (2005); Ribeiro; Tanajura; Centeno (2007); Araújo et al. (2010); Aquino (2010), Costa et al. (2011); Ferrari; Santos;

Garcia (2011); Melo; Sales; Oliveira (2011), fizeram uso de imagens de satélite para análise da cobertura vegetal, em áreas suscetíveis à desertificação.

2 Metodologia

A metodologia empregada possui natureza quanti-qualitativa e a pesquisa tem natureza exploratória, pois buscou analisar a degradação da cobertura vegetal no município Juazeiro do Piauí, a partir do Índice de Vegetação por Diferença normalizada. O Índice de Vegetação por Diferença normalizada (NDVI) foi o método empregado, conforme Equação 1.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (1)$$

Em que:

NDVI é o *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada*;

NIR é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Infra-Vermelho Próximo (0,76 a 0,90 μm);

R é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69 μm).

Foram adquiridas imagens para os anos de 1985 e 2009 junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens apresentam as seguintes características: ponto/órbita 218/63 e data de passagem 29/09/1985 e 01/10/2009. Através a função *Reclassify* do ArcGIS 10.1, as classes de *NDVI* para os anos de 1985 e 2009 foram reclassificadas (Ver Tabela 1).

Tabela 1 - Reclassificação das Classes de *NDVI*, para 1985 e 2009.

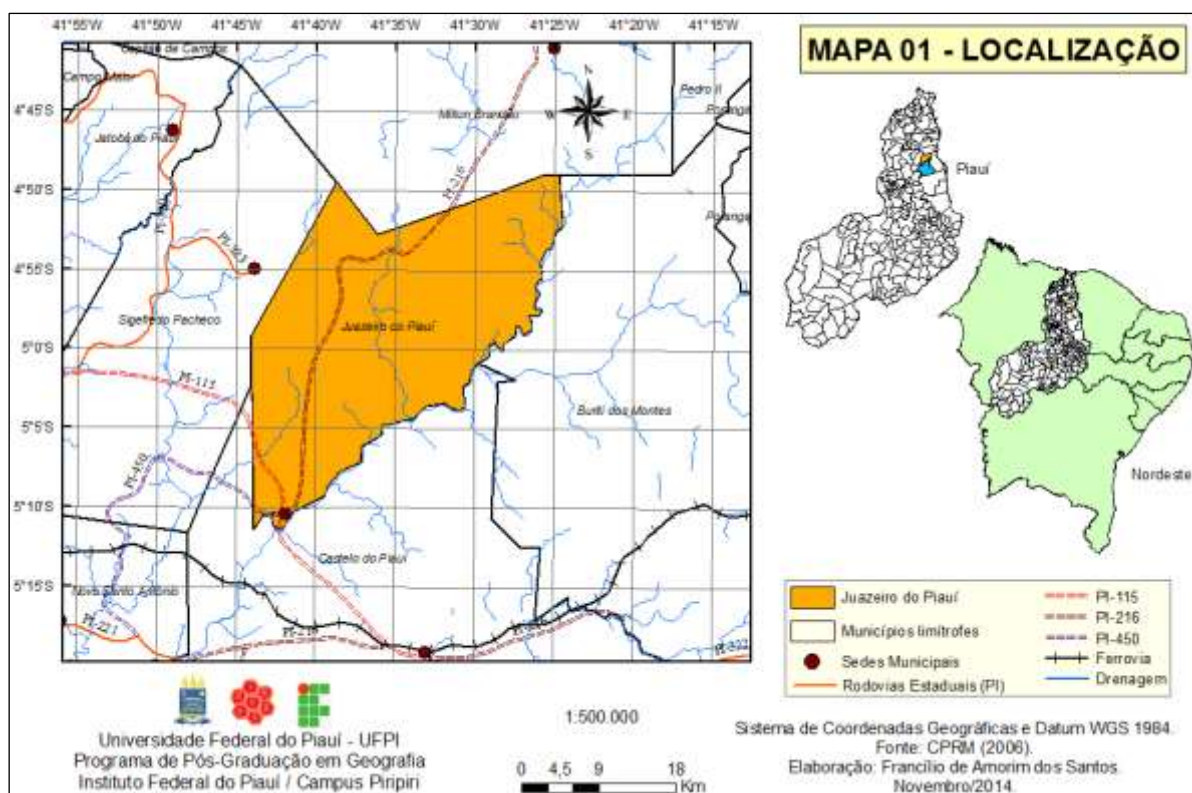
Reclassificação	Faixa de NDVI	Intervalo
1	Moderadamente Alta	0,6 a < 0,8
2	Moderada	0,4 a < 0,6
3	Moderadamente Baixa	0,2 a < 0,4
4	Baixa	> 0 a < 0,2
5	Solo Exposto	< 0

Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.

3 Resultados e Discussão

O município de Juazeiro do Piauí situa-se na Macrorregião do Meio-Norte, Território do Desenvolvimento dos Carnaubais e Aglomerado 6 (PIAÚÍ, 2006). O município possui área de 827,2 km² e limita-se ao norte com Sigefredo Pacheco e Milton Brandão, ao sul com Castelo do Piauí e Buriti dos Montes, a leste com Buriti dos Montes, a oeste Castelo do Piauí e Sigefredo Pacheco; sua sede situa-se a 158 km de Teresina e está nas Coordenadas Geográficas de 05°10'19"S e 41°42'10"O, conforme Figura 1 (AGUIAR e GOMES, 2004; IBGE, 2013).

Figura 1 - Localização do município de Juazeiro do Piauí.



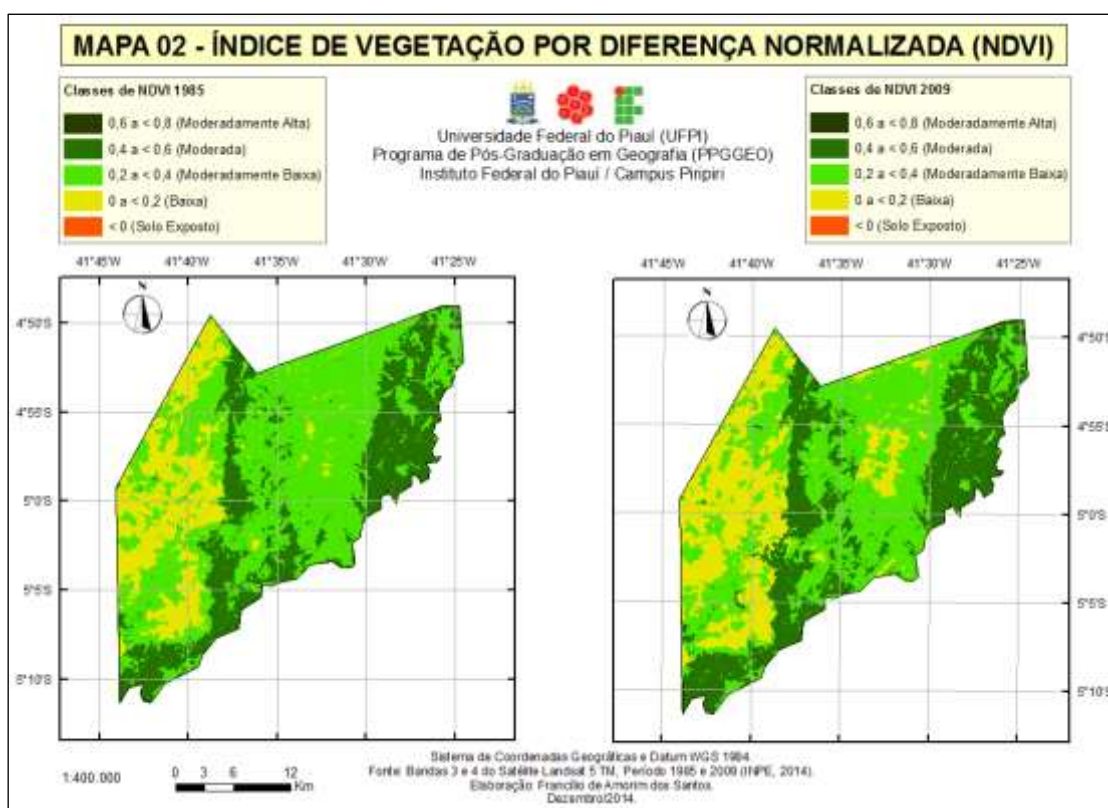
Fonte: CPRM (2006).

As imagens do satélite Landsat 5 TM permitem afirmar que a cobertura das terras do município de Juazeiro do Piauí apresenta significativas mudanças no que diz respeito ao seu padrão de proteção oferecida pela cobertura vegetal. De acordo com o mapa de NDVI (Ver Figura 2), houve diminuição das Classes Moderadamente

Alta, Moderada e Baixa, e aumento das Classes Moderadamente Baixa. A classe Solo exposto em termos percentuais não sofreu alteração.

A Tabela 2 possibilita afirmar que considerando os anos de 1985 e 2009 as classes Moderadamente Alta (0,6 a < 0,8), Moderada (0,4 a < 0,6) e Baixa (0,2 a < 0,4) tiveram redução em seu padrão de proteção, respectivamente, de 0,1%, 7,1% e 8,5%. Os dados sugerem que em 7,2% da área do município houve degradação posto ter havido redução da vegetação nas classes de Moderadamente Alta (0,6 a < 0,8), e Moderada (0,4 a < 0,6) proteção oferecida pela cobertura vegetal. A classe de cobertura vegetal baixa (0 a < 0,2) que em 1985 ocupava 20% da área passou em 2009 a ocupar apenas 11,5%, evidenciando uma redução de 8,5% nesta classe, acredita-se que tal redução deva-se ao aumento da classe Moderadamente Baixa (0,2 a < 0,4) que aumentou em 15,7% seu padrão de proteção, evidenciando assim melhoria na proteção oferecida pela cobertura vegetal. A classe de Solo Exposto quando considerado valores percentuais não evidenciou alteração.

Figura 2 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do município de Juazeiro do Piauí, comparação entre os anos de 1985 e 2009.



Fonte: INPE (2014).

Os dados sugerem não ter havido evolução de áreas degradadas, posto os valores dos intervalos obtidos na classificação do NDVI para a vegetação, não ter indicado aumento de solo exposto, ter sugerido redução da classe de baixa proteção e aumento da classe de moderadamente baixa proteção, permitindo inferir possíveis estágios de sucessão ecológica.

Tabela 2 - Distribuição absoluta e relativa dos valores de NDVI em Juazeiro do Piauí, comparação para anos de 1985 e 2009.

Classes de Proteção do NDVI	Área no Nível (km ²)		% da Área Total	
	1985	2009	1985	2009
Moderadamente Alta	2,5	1,6	0,3	0,2
Moderada	230,8	172	27,9	20,8
Moderadamente Baixa	427,7	557,5	51,7	67,4
Baixa	165,4	95,1	20,0	11,5
Solo Exposto	0,8	1	0,1	0,1
Total	827,2	827,2	100%	100%

Fonte: Pesquisa direta. Santos (Org.), 2014.

4 Conclusões

O resultado do NDVI mostra que o padrão de proteção da vegetação em Juazeiro do Piauí apresentou alterações, pois houve redução em 7,2% nas classes Moderadamente Alta e Moderada. Na classe de baixa proteção pode-se constatar redução da ordem de 8,5% entre 1985 e 2009; na classe solo exposto não houve alteração em valores percentuais, porém na classe Moderadamente Baixa houve aumento de 15,7%. A redução da classe baixa, manutenção da classe solo exposto e aumento da classe Moderadamente Baixa indica melhorias no padrão de proteção do solo. Possivelmente tenha havido sucessão ecológica nestas áreas, que passaram a ter cobertura vegetal do tipo moderadamente baixa (NDVI > 0,2 a < 0,4).

O NDVI permitiu análises das transformações da cobertura vegetal de forma rápida e eficiente, deste modo sugere-se o emprego do mesmo para monitoramento da vegetação para os demais municípios do estado do Piauí.

Referências

- ACCIOLY, Luciano José de Oliveira et al. Avaliação de alvos em áreas sob desertificação no semi-árido paraibano com base nos sensores Hyperion e LANDSAT 7 ETM+. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 de abril, INPE, 2005.p.347-353.
- AGUIAR, Robério Bôto de e GOMES, José Roberto de Carvalho (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Juazeiro do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.
- AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. **Estudo da degradação / desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe - UFSE. São Cristóvão, 2010.
- ARAÚJO et al. Calculo de NDVI no suporte ao estudo de desertificação no município de Orocó - PE. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE**, 27-30 de Julho de 2010. p.001-006.
- COSTA, Marcos Fávero et al. Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal na RPPN Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES. In: **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 30 de abril a 05 de maio, INPE, Curitiba - PR, Brasil. 2011.p.1918-1925.
- FERRARI, Jéferson Luiz; SANTOS, Alexandre Rosa dos; GARCIA, Ricardo Ferreira. Análise da vegetação por meio da subtração de imagem NDVI na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Horizonte, Alegre, ES. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, n. 3, jul./set. 2011.p.003-018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados. **Cidades**. 2013. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em dezembro de 2013.
- INPE - Instituto de Pesquisa Espaciais. **Catálogo de imagens**. Disponível em <http://www.dgi.inpe/CDSR/>. Acesso em março de 2014.
- MELO, Ewerton Torres; SALES, Marta Celina Linhares; OLIVEIRA, José Gerardo Bezerra de. Aplicação do índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos cavalos, Crateús-CE. **Revista RA'E GA 23** (2011), p.520-533, Curitiba, Departamento de Geografia - UFPR.
- MENDONCA, Francisco. **Geografia física: ciência humana?** – São Paulo: Contexto, 1989.
- PIAUI. Gabinete do Governador. Palácio de Karnak. **Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006**. Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências.
- RIBEIRO, Marcelo Guimarães; TANAJURA, Elmo Leonardo Xavier; CENTENO, Jorge Antonio Silva. Monitoramento de período de seca utilizando subtração de imagem NDVI: Estudo de caso do Reservatório do Irai - PR. In:**Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p.1055-1062.
- TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO E DO USO E COBERTURA DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE CAMPO LARGO DO PIAUÍ

ANTONIO CARLOS DOS SANTOS¹
LÉYA JÉSSYKA RODRIGUES SILVA CABRAL²
GUSTAVO SOUZA VALLADARES³

1 Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH/PPGGEO
baulive@hotmail.com

2 Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH/PPGGEO
leyarodrigues@hotmail.com

3 Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH/PPGGEO
valladares@ufpi.edu.br

Resumo

O presente artigo tem como objetivo mapear, classificar e caracterizar as unidades de relevo, o uso e cobertura da terra do município de Campo Largo do Piauí, localizado na microrregião do Baixo Parnaíba. Foram utilizadas imagens óticas do Landsat OLI 8, folhas topográficas, modelo digital de elevação SRTM e selecionadas as bandas 6,5 e 4 do sensor, correspondentes respectivamente ao espectro do infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho em ambiente SIG. Como resultados da pesquisa foram gerados os mapas temáticos de unidades geomorfológicas, uso e cobertura da terra e a sobreposição de ambos. Através do mapa de geomorfologia identificou-se sete unidades: os terraços e planícies fluviolacustres, os depósitos coluviais e lacustres, os agrupamentos de mesas, as mesas, os tabuleiros, os vales associados às mesas e os vales associados aos tabuleiros. E do uso e cobertura da terra foram definidas sete classes: Água; Babaçu, Pasto e Floresta; Campo, Arbusto e Lavoura; Capoeira e Babaçu; Carnaúba e pasto; Floresta com babaçu e Solo exposto. Conclui-se que a unidade de relevo de maior destaque foram os tabuleiros costeiros com 44% da área e a classe de uso e cobertura da terra Floresta com Babaçu é a mais frequente ocupando cerca 25,52% da área total de Campo Largo do Piauí.

Palavras-chave: Geotecnologia. Mapas temáticos. Campo Largo do Piauí.

Abstract

This article aims to map, classify and characterize the relief units, the use and land cover in the city of Piauí Campo Largo, located in the micro region of Lower Parnaíba. Optical images were used Landsat OLI 8, topographic sheets, digital SRTM elevation model and selected bands 6,5 and 4 of the sensor, corresponding respectively to the mid-infrared spectrum, near infrared and red in a GIS environment. The results of the survey were generated thematic maps of geomorphological units, land use and land cover and the overlap of both. Through the geomorphology map we identified seven units: the terraces and fluviolacustres plains, colluvial and lacustrine deposits, tables groups the, tables, trays, coupons associated with tables and valleys associated with trays. And use and land cover were defined seven classes: water; Babassu, Pasture and Forest; Field, Bush and Crop; Capoeira and rubs; Carnauba

and pasture; Forest babassu and Solo exposed. We conclude that the most outstanding relief unit were the coastal plains with 44% of the area and the use of class and land cover forest with rubs is the most frequent occupies approximately 25.52% of the total area of Piauí of Campo Largo.

Key-words: Geotechnology. Thematic maps. Piauí of Campo Largo.

1. Introdução

As formas de relevo constituem o objeto da Geomorfologia (CHRISTOFOLETTI, 1980), que representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica, e é o seu aspecto visível, sua configuração, que caracteriza o modelado topográfico de uma área. As formas de relevo foram esculpidas pela ação de processos, definidos como uma sequência de ações regulares e contínuas que se desenvolvem de maneira relativamente bem especificada e levando a um resultado determinado.

O estudo do uso e cobertura das terras consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização, ou a caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste determinado solo, onde o seu mapeamento em determinada região é de extrema importância para a compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, uma vez que o meio ambiente está em constante transformação devido ao aumento das atividades antrópicas (BRITO, 2005).

O município de Campo Largo do Piauí apresenta características geoambientais de sua paisagem que, nas últimas décadas, vem sendo modificadas, resultante do adensamento populacional em áreas de assentamentos e que, para sobreviver, explora as potencialidades dos recursos naturais como floresta, rios, fontes e solos para a produção de arroz, feijão, mandioca e milho principalmente. Exploração essa que, na maioria das vezes, ocorre de maneira inadequada podendo acarretar vários problemas de ordem física e socioambiental neste município. Dentre toda a abordagem temática proposta sobre geomorfologia e o uso e cobertura das terras, esta pesquisa teve como objetivo mapear, classificar e caracterizar as unidades de relevo como também do uso e cobertura das terras do município de Campo Largo do Piauí, em uma escala compatível a 1:100.000.

2. Metodologia de Trabalho

O município de Campo Largo do Piauí, no estado do Piauí, está localizado na microrregião do Baixo Parnaíba piauiense, compreendendo uma área de 434,18 km². Tem como limites ao norte o município de Matias Olímpio e o estado do Maranhão, ao sul com Barras e Nossa Senhora dos Remédios, a leste com Matias Olímpio, São João do Arraial e Esperantina, e a oeste com Porto, Nossa Senhora dos Remédios e o estado do Maranhão. Sua sede municipal situa-se entre as coordenadas geográficas de 03°48'43" de latitude sul e 42° 37'44" de longitude oeste de *Greenwich* e dista 197 km de Teresina (BRASIL/CPRM,2004).

Para o mapeamento das unidades geomorfológicas do município de Campo Largo do Piauí, utilizou-se como metodologia, os critérios de avaliação de Lima (1987), porém com uma compartimentação mais detalhada, a partir do reconhecimento das unidades em campo. Para a descrição das unidades de relevo encontradas, utilizou-se ainda o manual técnico de geomorfologia do IBGE (2009), Casseti (2009) e o Dicionário Geológico- Geomorfológico (GUERRA,1978).

Na constituição do mapa de geomorfologia foi baixada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE a imagem de altimetria. A partir da altimetria foi criado o mapa de declividade e o de curvatura. No mapa de declividade utilizou-se a ferramenta *arctoolbox>SpatialAnalyst tools>Surface>slope*. Para o mapa de curvatura utilizou-se a ferramenta *arctoolbox>SpatialAnalyst tools>Surface>curvature*. Na geração do mapa final realizou-se uma composição de bandas falsa cor com os mapas de altimetria, concavidade e declividade. Além da interpretação de imagens de satélite óticas e do mapa topográfico na escala 1:100.000 folha SA. 23–Z– D-V MI BREJO (BRASIL/ME/DSG 1979).

Na geração do mapa temático de uso e cobertura das terras foi utilizado o método de classificação não supervisionada com o uso do software *ArcGIS 10*. A classificação foi realizada a partir da ferramenta *ArcToolbox>SpatialAnalyst Tools>Multivariate>Iso Cluster UnsupervisedClassification*. Na geração da imagem foram utilizadas 20 classes. Na etapa seguinte as 20 classes foram identificadas e agrupadas segundo uma legenda que indicou os corpos d'água, áreas com agricultura, pastagem, tipos de vegetação, entre outros. A aferição foi realizada no

campo por meio de coleta de amostras de controle. Na conclusão final do trabalho realizou-se a interpretação visual e edição final. Foram utilizadas imagens do sistema de sensores *Landsat OLI 8*, órbita/ponto 219/063, datada de 17 setembro de 2013, composição falsa cor 654 RBG, com resolução espacial de 15 m obtida através da fusão da banda pancromática 8.

A elaboração do mapa de interseção foi possível através da utilização da ferramenta *intersect* do software *arcgis 10* que integrou os dados no cruzamento dos mapas produzidos nas etapas anteriores de geomorfologia e de uso e cobertura.

4. Resultados e Discussão

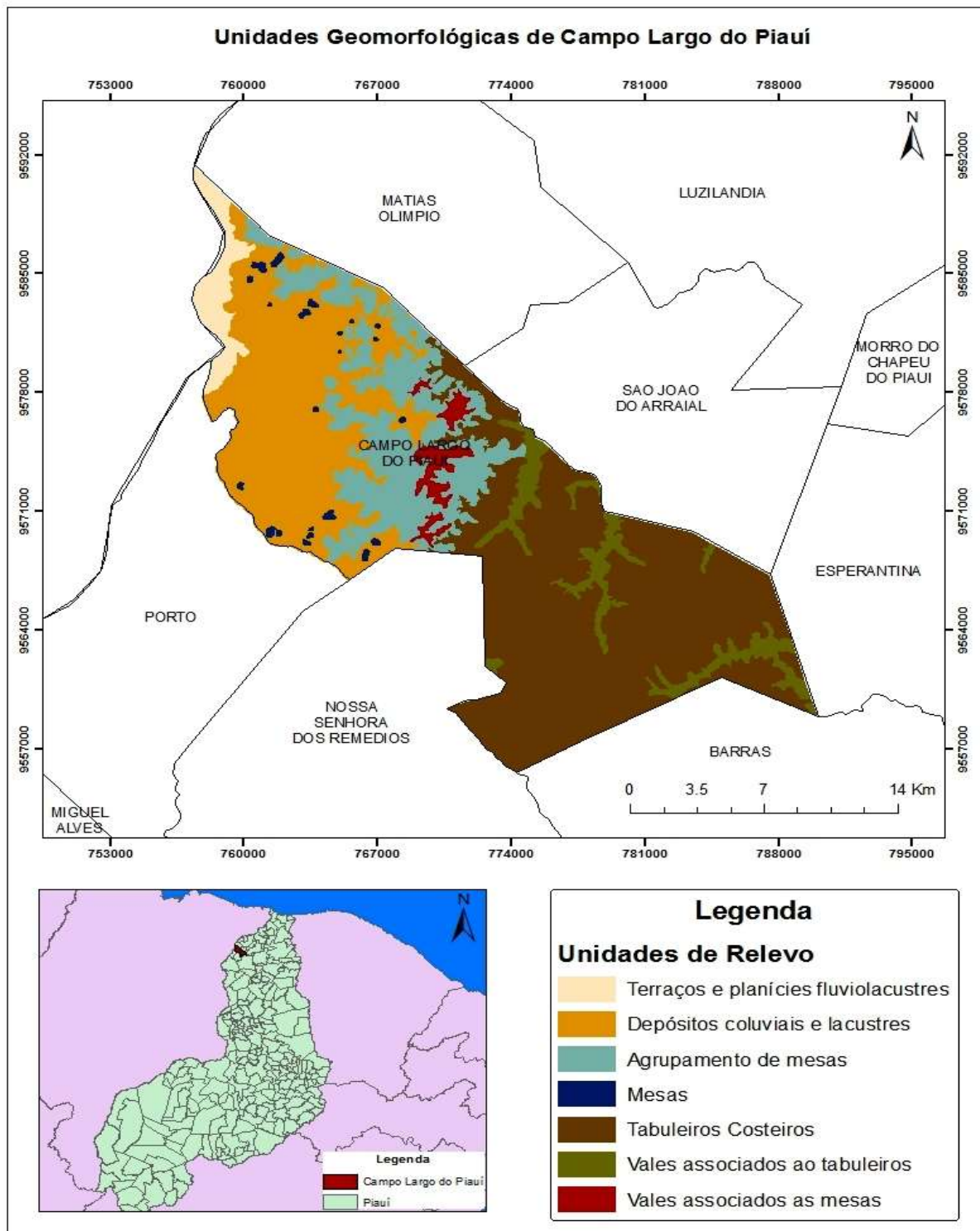
Tendo como referência a proposta de classificação do relevo piauiense, proposta por Lima (1987), o município localiza-se no Baixos Planaltos do Médio-Baixo Parnaíba, que tem como compartimentação iniciada com o arco norte dos sedimentos Paleozóicos das Formações Serra Grande e Pimenteiras, no contato com a Formação Barreiras.

Com o cruzamento das informações, através dos mapas temáticos e os trabalhos de campo, foi possível delimitar sete unidades geomorfológicas para a área de estudo, sendo duas de acumulação, os terraços e planícies fluviolacustres, os depósitos coluviais e lacustres, e cinco de dissecação, os agrupamentos de mesas, as mesas, os vales associados às mesas e os vales associados a tabuleiros conforme Figura 1.

Através das imagens *Landsat 8* georreferenciada, com a classificação não supervisionada utilizada por Câmara et al. (1996), foi possível identificar vinte classes na imagem da área de estudo, as classes com semelhanças visuais após checadas em campo foram agrupadas em sete unidades. As classes de uso e cobertura das terras definidas no município de Campo Largo do Piauí foram: Água, Babaçu, Pasto e Floresta; Campo, Arbusto e Lavoura; Capoeira e Babaçu; Carnaúba e Pasto; Floresta com babaçu; Solo exposto, conforme Figura 2.

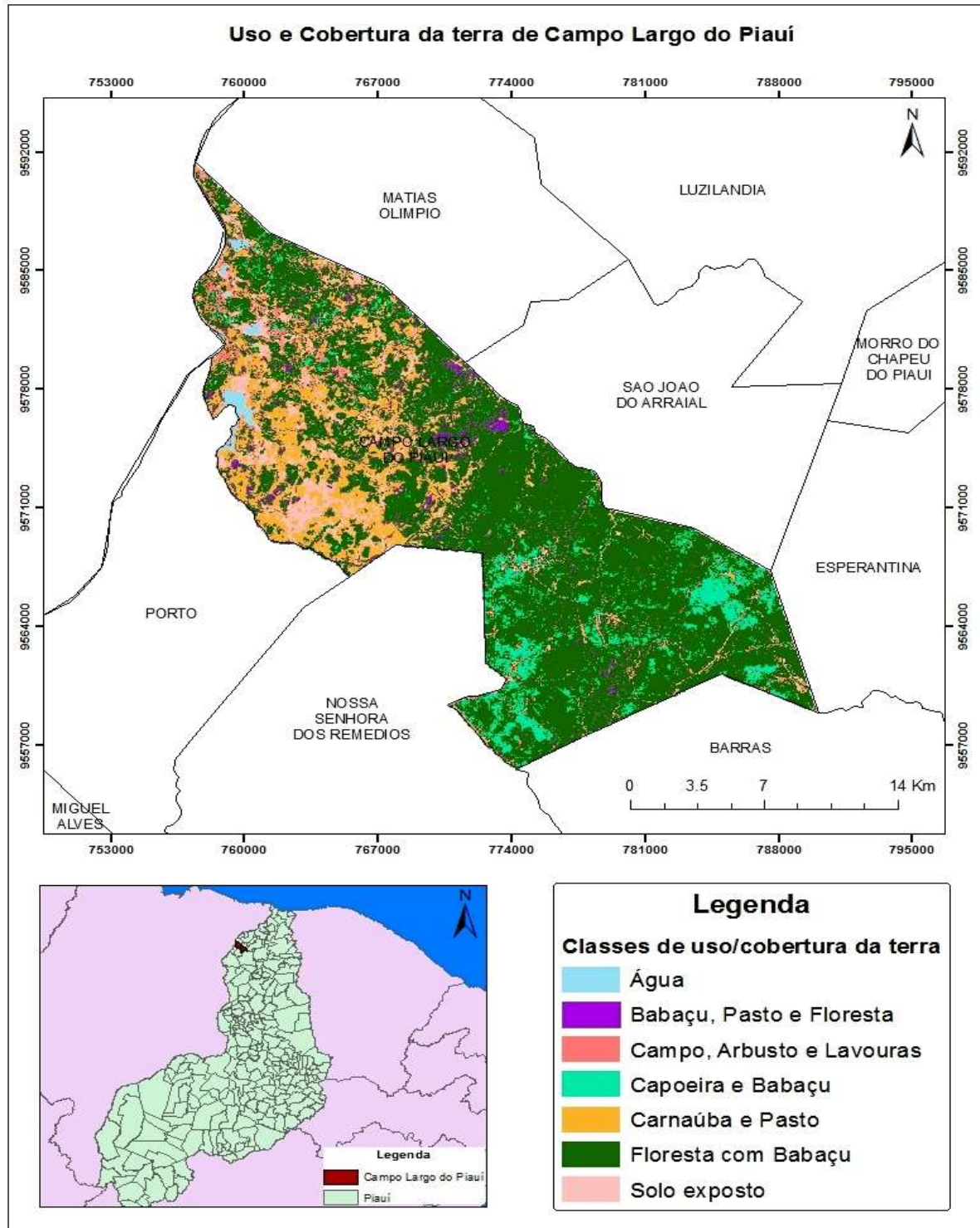
Através do uso da ferramenta *intersect*, do *ArcGis 10* foi feita a sobreposição dos mapas de unidades geomorfológicas e de uso e cobertura das terras do município de Campo Largo do Piauí. Os principais resultados deste procedimento são apresentados na Tabela 1.

Figura 1: Mapa das unidades geomorfológicas do município de Campo Largo do Piauí.



Fonte: LANDSAT 8 / OLI, Lima, 1987 e Pesquisa de Campo.

Figura 2: Mapa de Uso e cobertura das terras do município de Campo Largo do Piauí.



Fonte: LANDSAT 8 / OLI e Pesquisa de Campo

Associados às visitas de campo os dados permitem inferir que: A unidade de relevo de maior destaque no município são os tabuleiros com área de 191,44 km² com a classe de uso e cobertura Floresta com Babaçu presente na maioria desta feição ocupando 75% do total da área. Em seguida tem-se os depósitos coluviais e lacustres com presença de Carnaúba e Pasto em 30% da sua área de 115,2 km². O agrupamento de mesas com uma área de 73,5 km² onde 49,9% do seu território é ocupado por Floresta com Babaçu. Os vales associados aos tabuleiros ocupam uma área de 26 km² com 74,7% ocupado com Floresta com Babaçu. Os terraços e planícies fluviolacustre compõe uma área de 15,9 km² no qual 31,45% desse relevo é coberto por Floresta com Babaçu. Os vales associados às mesas ocupam um total de 8,7 km² da área do municipal onde 34,48% desse relevo é ocupado por Floresta com Babaçu. E por último a unidade de relevo mesas com uma área de 3,6 km² e coberta em sua maioria com Floresta com Babaçu representando cerca de 45,83%.

Tabela 1: Unidades geomorfológicas e Uso e Cobertura das terras de Campo Largo do Piauí por área e porcentagem.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA (%) DO USO COBERTURA DAS TERRAS								
	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)	A	BPF	CAL	CB	CP	FB	SE
Terraços e Planícies Fluviolacustre	15,9	3,6	8,8	12,58	22,65	2,83	13,2	31,45	8,49
Depósitos coluviais e lacustres	115,2	26,5	2,52	14,75	7,05	2,4	30,38	26,9	16
Agrupamentos de Mesas	73,5	17	0,05	21,19	1,37	1,13	21,5	49,9	4,86
Mesas	3,6	0,9	0	20,83	0,27	4,44	27,22	45,83	1,38
Tabuleiros Costeiros	191,4	44	0,19	5,8	2,1	15	1,1	75	0,81
Vales associados às mesas	8,7	2	0,01	27,7	0,69	0,34	32,18	34,48	4,6
Vales associados aos tabuleiros	26	6	0,61	5,76	5,92	6,55	4,23	74,7	2,23
TOTAL	434,3	100							

A= Água; **BPF**= Babaçu, Pasto e Floresta; **CAL**= Campo, Arbusto e Lavoura; **CB**= Capoeira e Babaçu; **CP**= Carnaúba e Pasto; **FB**= Floresta com babaçu; **SE**= Solo exposto

Fonte: LANDSAT 8 / OLI, Lima, 1987 e Pesquisa de Campo

5. Conclusões

Os mapas temáticos produzidos são úteis para fins de planejamento, sendo que através deles é possível diagnosticar e identificar as potencialidades existentes na área de estudo, bem como áreas que devem ser indicadas para proteção e conservação. Tem sua importância no maior nível de detalhe, uma vez que o Piauí só tem mapa em escala generalizada. O uso de geotecnologias foi eficiente no mapeamento geomorfológico e de uso e cobertura das terras, fornecendo elementos para o maior detalhamento da área estudada.

Referências

- BRASIL, Ministério de Minas e Energia/CPRM. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea/Diagnóstico do Município de Campo Largo do Piauí**. 1ª edição. Fortaleza – CE, 2004, 19p.
- BRASIL. Ministério do Exército – Diretoria de Serviço Geográfico. **FOLHA SA-23-Z-D-V MI BREJO**. Região Nordeste do Brasil – 1:100.000. Ano 1979.
- BRITO, J.L.S.; PRUDENTE, T.D. **Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+/ Landsat 7**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 37-46, jun. 2005.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R.; FREITAS, U.; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling**. **Computers and Graphics**, v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 15 ago. 2014.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 20 de junho de 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980, 2 a. ed. 188p.
- GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 175p. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_geomorfologia.pdf. Acesso em 30 out. 2013.
- LIMA, I.M. F. Relevo piauiense: uma proposta de classificação. **Carta CEPRO**, v. 12, n. 2, agosto/dezembro, 1987.

SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO VERDE (REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PARANÁ): SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO ESPAÇO

OTACÍLIO LOPES DE SOUZA DA PAZ¹

LUIZA ALBERTI TORRENS²

1 Universidade Federal do Paraná – UFPR/DGEO

otacilio.paz@gmail.com

2 Universidade Federal do Paraná – UFPR/DGEO

luizatorrens@gmail.com

Resumo

Atividades antrópicas desordenadas associadas com fatores naturais como a altitude, a declividades e os solos contribuem para a ocorrência de desastres naturais com as inundações. A bacia do Rio Verde, região metropolitana de Curitiba, se reveste de importância visto que abriga o reservatório do Rio Verde que fornece água para a refinaria Presidente Getúlio Vargas da Petrobrás e parte da população local, sendo assim necessários estudos de ordem sócio-econômica-ambiental que visem uma melhor gestão desse espaço e de seus recursos. O presente estudo teve como objetivo elaborar um mapa de suscetibilidade à inundação na bacia do Rio Verde levando em consideração fatores como hipsometria, declividades, solos e cobertura vegetal. Como metodologia, em ambiente SIG, atribui-se pesos a cada classe dos fatores considerados na análise e posteriormente, pelo método de AHP, atribui-se pesos de importância a cada fator. Por fim, fez o cruzamento entre as camadas raster gerando o mapa de Suscetibilidade à inundação. Como principais resultados constatou-se que cerca de 3/4 da bacia do Rio Verde são classificados com baixa-média suscetibilidade à inundação e 1/4 como alta-altíssima suscetibilidade à inundação. O presente trabalho reforça o potencial do SIG para análise ambiental e suporte a tomada de decisão de agentes e/ou órgão públicos para uma melhor gestão do espaço.

Palavras-chave: SIG. Inundação. Meio Ambiente.

Abstract

Unplanned urbanization associated with natural factors like altimetry, declivity and type of soil contribute to the occurrence of natural disasters like inundation. The Rio Verde watershed, located in Paraná State, is very important because its reservoir provides water for the Presidente Getúlio Vargas refinery and for local population, requiring environmental and social studies in this area. In this paper, we create the susceptibility inundation map of Rio Verde watershed. In the methodology, we work with in GIS environment, you assign weights to each class of the factors considered in the analysis, followed by the AHP method, and importance weights are assigned to each factor. Finally, did the crossing between the raster layers generating the susceptibility inundation map. The main results it was found that about 3/4 of the Rio Verde watershed are classified as low-medium susceptibility of

inundation and 1/4 as high-very high susceptibility of inundation. This study reinforces the GIS potential for environmental analysis and support decision-making agents and / or public body for better management of space.

Key-words: GIS. Inundation. Environmental.

1. Introdução

Nos últimos anos, o adensamento urbano e a expansão das áreas agrícolas dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba foram intensificados de maneira desordenada, sem que houvesse um controle eficaz sobre o uso e ocupação do solo. Processo esse que gera impactos negativos tanto para o meio ambiente como para a população.

O uso inadequado do solo concomitantemente com fatores físicos do relevo como a declividade, hipsometria e a pedogênese, contribuem para o encadeamento de desastres naturais extremos, dentre estes, os eventos hidrometeorológicos estão entre os maiores responsáveis pelos desastres naturais (MONTEIRO, 1991).

Neste contexto, ressaltasse a importância de pesquisas para monitorar e precaver riscos de inundações. O local de estudo escolhido foi a Bacia do Rio Verde, localizada no oeste da RMC, que abrange parcialmente os municípios de Araucária, Campo Largo, Campo Magro e Balsa Nova. É um Manancial importante para o abastecimento da população da região e para a Refinaria da Petrobrás localizada em Araucária. Caracteriza-se predominantemente pela ocupação rural ao longo de sua extensão, enquanto a urbanização se concentra na porção oeste da bacia (CANEPARO, S. C.; PASSOS, E; FRICK, E. L.; SILVA, J. J. I; SOUZA, L. F., 2010).

Segundo Castro (2003), normalmente, as inundações provocam grandes danos materiais e humanos. Quando extensas, em áreas densamente habitadas, podem danificar ou destruir habitações mal localizadas e pouco sólidas. Já nas áreas rurais as inundações destroem ou danificam plantações e exigem esforço para o salvamento de animais.

Sendo assim, pretende-se elaborar o mapeamento da suscetibilidade à inundação para a Bacia do Rio Verde, a fim de analisar quais são os locais com maior suscetibilidade para a ocorrência destes eventos. E desta forma evitar

prejuízos socioambientais orientando políticas públicas de planejamento e organização territorial.

2. Materiais e Métodos

A base de dados usada foi fornecida pelo Laboratório de Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Geográficas da UFPR – LAPIGEO/UFPR. Os planos de informações usados, assim como a qualidade e a data de referente a cada um, encontra-se descritos no quadro 1.

Quadro 1 – Fonte dos dados usados na análise espacial.

Plano de Informação	Qualidade/Escala	Ano	Fonte
Cobertura Vegetal	Resolução de 5 metros	2009	Imagem SPOT Projeto Rio Verde
Tipo de Solos	1:10.000	2010	Projeto Rio Verde
Curvas de Nível	1:10.000	1976	Cartas COMEC
Pontos Cotados	1:10.000	1976	Cartas COMEC
Limites da Bacia	1:10.000	2000	Cartas COMEC

Fonte: Os autores, 2015.

Foram considerados como fatores relevantes a suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do Rio Verde a hipsometria, os solos, cobertura vegetal e a declividade. Gerou-se o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) e a declividade por meio das curvas de nível, pontos cotados e a rede hidrográfica.

Posteriormente foram atribuídos pesos a cada uma das classes presente nos planos de informação de cada fator, conforme ilustra o quadro 2. Em seguida, as classes foram convertidas nos pesos atribuídos por meio da ferramenta *reclassify* presente no *software* ArcGis 10.1, modulo ArcMap. A atribuição de pesos as classes nesta em na etapa seguinte foi feita de acordo com a literatura consultada em com base em observações *in loco*.

Para o mapeamento, seguiu a sugestão de Lima (2010) associando principalmente as áreas com baixa declividade a solos com menor capacidade de

drenagem e levando em consideração as características da paisagem da bacia, com atenção especial as atividades antrópicas presentes na mesma.

Quadro 2 – Peso atribuídos a cada tema dos fatores considerados na análise.

Solos	Cobertura Vegetal	Declividade	Hipsometria	Peso
-	Corpos d'água	0 – 3% (Plano)	<875	10
Cambissolo	Planície de Inundação com Campos Edáficos	3 – 8% (Suavemente ondulado)	875 – 900	9
Gleissolo	Área Edificada	-	900 – 925	8
-	Solo Exposto	-	925 – 950	7
Argissolo	-	-	950 – 975	6
-	Agricultura e pastagens	-	975 – 1000	5
-	-	8 – 20% (Ondulado)	-	4
Nitossolo	-	20 – 45% (Fortemente Ondulado)	-	3
-	Reflorestamento	-	1000 – 1025	2
Latossolo	Sucessão em Estagio Inicial da FOMM	45 – 75% (Montanhoso)	1025 – 1050	1
	Floresta Ombrófila Mista Montana - FOMM	>75% (Fortemente Montanhoso)	>1050	

Fonte: Os autores, 2015.

Logo, a declividade foi considerada como fator mais importante tendo peso superior ao tipo de solos, a cobertura vegetal e a hipsometria. Pela análise empregada, o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposto por Saaty (1977), os fatores foram hierarquizados a fim de se atribuir pesos de importância conforme mostrado no quadro 3. Os pesos atribuídos podem ser observados no quadro 4.

Quadro 3 – Escala de valores AHP de comparação pareada.

1	Importância Igual
3	Importância Moderada
5	Importância Essencial
7	Importância demonstrada
9	Importância Extrema
2, 4, 6 ou 8	Valores Intermediários
1/7, 1/5 e 1/3	Valores Inversos

Fonte: Câmara et. al (2001). Adaptação: os autores, 2015

Com o peso de cada fator calculado, por meio da ferramenta *Raster Calculator* multiplicou-se os pesos pelos fatores e depois os mesmos foram

somados, gerando assim o mapa de suscetibilidade à inundação para a bacia do Rio Verde.

Quadro 4 – Pesos de importância relativa atribuídas a cada fator.

	Hipsometria	Uso e Cobertura da Terra	Solos	Declividade	Peso
Hipsometria	1	1/2	1/3	1/5	0.0851
Uso e Cobertura da Terra	2	1	1/2	1/2	0.1519
Solos	3	2	1	1/3	0.2398
Declividade	5	3	3	1	0.5232

Fonte: os autores, 2015

3. Resultados e Discussões

O mapa de suscetibilidade à inundação da bacia hidrográfica do Rio Verde está representado na figura 1. Os valores de área em metros quadrados referentes a cada nível de suscetibilidade encontram-se descrito no quadro 5.

De acordo com o modelo gerado, a maior parte da bacia possui áreas com baixa ou média suscetibilidade à Inundação, cerca de 44,37% e 30,61% respectivamente, totalizando aproximadamente 3/4 da bacia. As áreas classificadas com Baixíssima suscetibilidade à inundação são poucos representativas (0,24%).

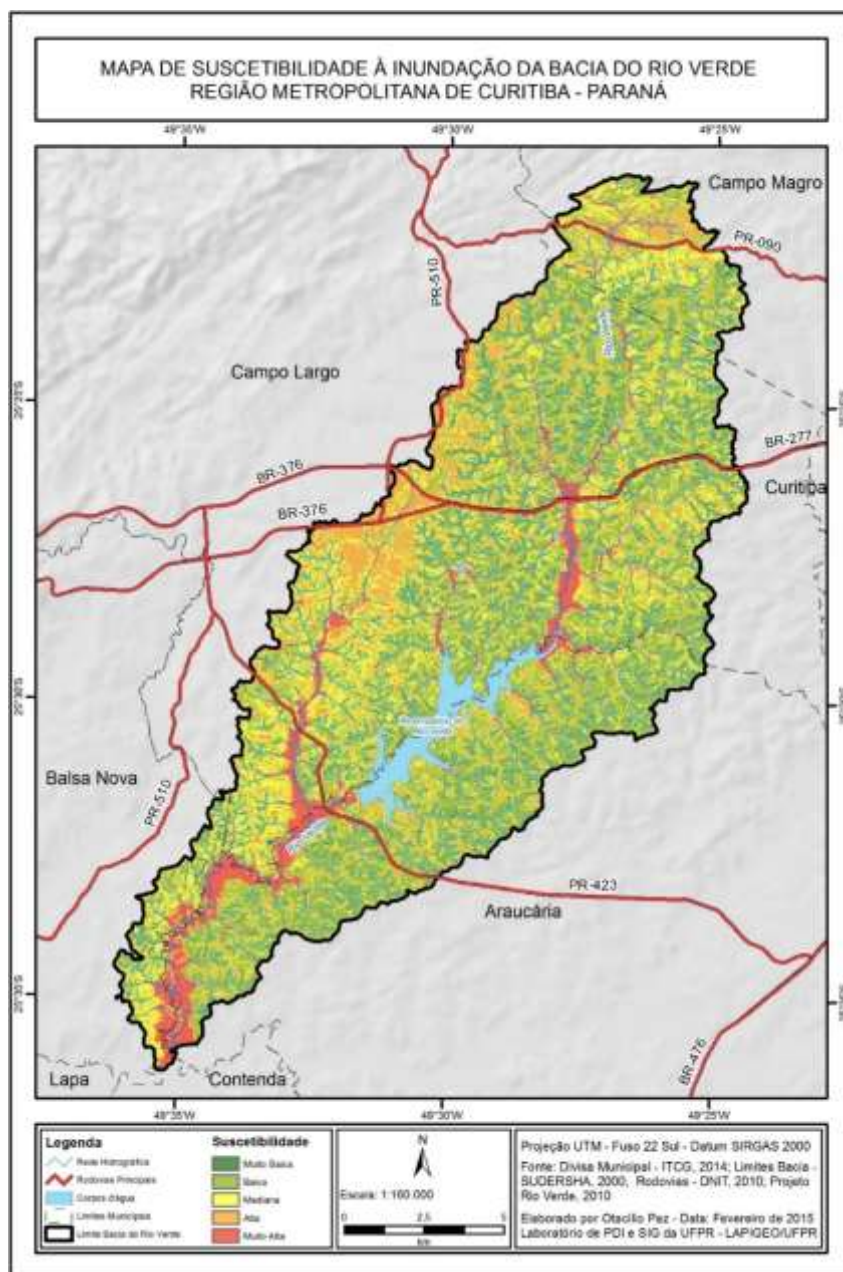
Áreas com alto ou altíssima suscetibilidade à inundação (17,07% e 7,95%, respectivamente) somam em torno de 25% da bacia. Essas áreas são aquelas que possuem relevo mais plano, solos com baixa capacidade de drenagem, e uma cobertura vegetal pouco densa ou mesmo compostas por áreas urbanizadas.

As grandes manchas classificadas com altíssima suscetibilidade à inundação próximas ao reservatório do Rio Verde, presentes na porção sul, oeste e nordeste da bacia ocorreram pela combinação de baixas altitudes e baixas declividades com Gleissolos. Os poros presentes nesses solos com horizonte glei permanecem saturados por água por um tempo prolongado (LEPSCH, 2002). Cabe destacar também que algumas dessas são as planícies de inundação do rio verde.

Já as áreas classificadas com alta suscetibilidade à inundação concentradas em maior parte na porção oeste da bacia ocorreram principalmente pela combinação de baixa declividade com as áreas edificadas presentes na área. Essa área merece atenção especial pois se trata de grande parte da cidade de Campo Largo.

Na área ao norte da bacia, no município de Campo Magro, onde se concentra uma pequena mancha classificada como alta suscetibilidade à inundação está ocorreu em função da combinação de baixa altitude, baixa declividade e de uma pequena mancha urbana concentrada nesse local.

Figura 1- Suscetibilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Verde.



Fonte: os autores, 2015.

Quadro 5 – Área e porcentagem das classes de suscetibilidade à inundação.

Suscetibilidade à Inundação	Área em quilômetros quadrados	Porcentagem
Muito Baixa	0,57 km ²	0,24%

Baixa	106,02 km ²	44,37%
Mediana	73,15 km ²	30,61%
Alta	40,17 km ²	16,81%
Muito Alto	19,05 km ²	7,97%
Total	238,96 km ²	100,00%

Fonte: os autores, 2015

Observando o mapa como um todo nota-se o predomínio das manchas verde indicando uma baixa suscetibilidade à inundação. Esse resultado ocorreu em função de fatores físicos como a declividade, altitude e solos não favorecerem a suscetibilidade de inundação. Nessas áreas o relevo é ondulado (declividade de 12% a 30%), os solos possuem uma melhor capacidade de drenagem (Nitossolo e Latossolos) e altitudes medianas (entre 925m a 1000m). Sendo assim, os fatores físicos pesaram mais em relação às ações antrópicas (áreas de cultivo e pastagem).

Esse modelo concorda com resultados obtidos por Caneparo et. al. (2012) onde as mesmas áreas classificadas com alta-altíssima suscetibilidade à inundação estão próximas ou, na maior parte dos casos, são as mesmas classificadas com fragilidade ambiental emergente moderada, alta ou muito alta. Essas áreas coincidem principalmente nas planícies de inundação do Rio Verde e na mancha urbana de Campo Largo. Os resultados também coincidem com Silva (2009) sobre as Áreas de Preservação Permanente ocupadas por atividades antrópicas nocivas.

Os resultados aqui apresentados somados com os resultados de Caneparo et. al. (2012) e Silva (2009) destacam que as áreas próximas as margens do Rio Verde e da mancha urbana de Campo Largo são áreas frágeis que necessitam de ações de agentes ou órgãos públicos voltados a preservação ambiental e regras para o assentamento da população, podendo esse estudo auxiliar num futuro plano de zoneamento ambiental para a área como proposto por Paz et. al. (2014).

4. Considerações finais

Pelo método empregado, cerca de 3/4 da bacia hidrográfica do Rio Verde são classificados com baixa-média suscetibilidade à inundação. Aproximadamente 1/4 são classificados como alta-altíssima suscetibilidade à inundação.

Os resultados aqui apresentados podem subsidiar agentes e/ou órgãos públicos em ações acerca da gestão do uso e ocupação desse espaço. Nesse caso, torna-se necessário um trabalho de gestão compartilhada, devido à extensão da bacia do Rio Verde que abrange quatro municípios, e desta forma, evitar prejuízos socioambientais. Esse trabalho também destaca a eficácia do uso de SIG para gerar material para o processo monitoração ambiental e a de tomada de decisões, buscando o desenvolvimento sustentável da área estudada.

Referências

- CANEPARO, S. C.; PASSOS, E.; FRICK, E. L. SILVA, J. J. I; SOUZA, L. F. Desenvolvimneto de uma Metodologia de identificação dos conflitos entre o uso da terra e as restrições legais por meio de um Sistema de Informação Geográfica- Estudo de Caso Bacia do Rio Verde- PR- Brasil, 2010.
- CANEPARO, S. C.; PASSOS, E. MURATORI, A. M. Avaliação da Fragilidade Ambiental na Represa do Rio Verde Araucária – Região Metropolitana de Curitiba – Paraná – Brasil. **Revista Geonorte**. V. 2. N. 4. p. 216-228, 2012.
- CASTRO, A. L. C. Manual de desastres. Volume I - Desastres Naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=47a84296-d5c0-474d-a6ca8201e6c253f4&grou p Id=10157.
- LEPSCH, I. F. Formação e Conservação Dos Solos. Oficina de Textos. São Paulo. 2002.
- LIMA, L. M. M. Mapeamento da Suscetibilidade á Inundação na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre-RS. 2010. 175 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.
- MONTEIRO, C. A. F. Clima e Excepcionalismo - conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Editora da UFSC, v. 01. 239p. Florianópolis, 1991.
- PAZ, O. L. S.; FANTINELI, D. S.; OLIVEIRA, A.; SILVA, J. S. I. Proposta de Zoneamento Ambiental Para a Bacia Hidrográfica do Rio Verde, PR. Disponível em: http://www.cinfop.ufpr.br/cd_siepe_14/enaf/pid_9.html acesso em 17.fev.2015.
- SAATY, T. H. A scaling method for priorities in hierarquical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, v.15, 1977, pp. 234-281.
- SILVA, J. J. I. Identificação dos Conflitos Territoriais na Bacia Hidrográfica do Rio Verde – PR, através de Sistemas de Informações Geográficas. 2009. 99 p. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

USO DE GEOPROCESSAMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DE FORMAS DE OCUPAÇÃO E USO DA TERRA EM ÁREAS SUSCETÍVEIS A SUBSIDÊNCIA POR RECALQUE NA BAIXADA DE JACAREPAGUÁ (RIO DE JANEIRO)

REGINA PAULA BENEDETTO DE CARVALHO¹

VIVIAN CASTILHO DA COSTA²

1 Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ

reginapaulabenedettodec@gmail.com

2 Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ

vivianuerj@gmail.com

Resumo

A ocupação e uso da terra pode induzir a ocorrência de processos de subsidência em terrenos que, de acordo com suas características naturais, possuem alguma suscetibilidade a sofrer redução volumétrica dos seus sedimentos. Assim, a pesquisa tem como objetivo criar um modelo de análise ambiental utilizando SIGs, para identificar áreas suscetíveis à ocorrência de processos de subsidência por recalque na Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. Os resultados indicam que as áreas planas constituídas por turfas e mangues, utilizadas para expansão da ocupação urbana, como áreas industriais, residências, comércios e serviços são as mais suscetíveis ao rebaixamento superficial.

Palavras-chave: Análise multicritério. Subsidência. Uso da terra.

Abstract

The occupation and land use can induce the occurrence of processes of subsidence on land which, according to its natural characteristics, have some susceptibility to undergo volumetric reduction in their sediments. Thus, the present research proposes a model of environmental analysis using GIS, to identify susceptible areas to the occurrence of subsidence processes by repression in Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. The results indicate that the flat areas consisted of peat lands and mangrove, used for expansion of urban occupation, as industrial areas, residential, commerce and services have the highest susceptible to surface depression.

Key-words: Multicriteria analysis. Subsidence. Land use

1. Introdução

A sociedade tem por vezes criado situações arriscadas para sua sobrevivência na medida em que ocupa e modifica o uso da terra em áreas naturalmente suscetíveis a ocorrência de processos naturais, tais como são os

fenômenos erosivos, movimentos de massa, enchentes, inundações e de subsidência da superfície.

Neste ultimo caso, a ocupação em áreas suscetíveis a subsidência podem acelerar e aumentar o rebaixamento da superfície quando a causa desse processo está relacionada ao recalque dos solos, ou seja, a redução volumétrica dos terrenos por perda de fluidos nos solos, produzindo deslocamentos e rearranjos de partículas individuais (Guidicini e Nieble, 1976). Sistemas ambientais com condições de baixa ou nula declividade, tendência a deposição de sedimentos e acúmulo de água, e elevada umidade e fluidez da argila, em geral possuem alta suscetibilidade a subsidência. O potencial de instabilidade dos terrenos com aquelas características, pode comprometer as estrutura dos equipamentos e desencadear o desabamento de instalações residenciais, industriais, etc. Além disso, quando a suscetibilidade a subsidência ocorre em áreas rebaixadas, existe ainda a alta probabilidade desses eventos aumentarem a recorrência de alagamentos locais.

Se enquadra nesse exemplo a bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá, localizada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. A bacia hidrográfica é constituída pelas encostas dos maciços da Tijuca (a leste) e Pedra Branca (a oeste), e por uma planície litorânea arenosa onde se situa um complexo de lagoas costeiras. Nessa área os processos morfogenéticos configuraram terrenos sedimentares de diferentes aspectos geológicos, topográficos e pedológicos, com áreas mais ou menos suscetíveis a rebaixamento superficial.

Apesar da bacia da Baixada de Jacarepaguá apresentar características naturais potenciais a subsidência por recalque, a área foi historicamente ocupada de forma desordenada, negligenciando estudos, como o de Roncarati e Neves (1976), que indicavam a probabilidade de ocorrência do fenômeno. Desde meados de 1980, a mesma é vista como vetor de crescimento e de investimentos imobiliários do município e com isso, a alta especulação sobre os terrenos impulsionou a ocupação não só para áreas passíveis de edificação, mas também para as encostas, terrenos alagadiços e marginais aos rios e lagoas. Atualmente a mesma tem recebido grandes obras de infraestrutura urbana (estradas, estações de tratamento de esgoto) e instalações (hotéis, áreas de esporte, edificações, comércio e lazer) destinadas aos Jogos Olímpicos de 2016, a exemplo do que foi realizado nos Jogos

Panamericanos em 2007. Tais feitorias estão sendo construídas em ritmo acelerado para atender o contingente de pessoas frequentadoras (trabalhadores, moradores e turistas) da Baixada. Por tudo isso a bacia de Jacarepaguá tem tido cada vez mais visibilidade aos olhos da população, gestores municipais e do mercado imobiliário.

Dessa forma, a pesquisa tem por objetivo apresentar um modelo de análise em geoprocessamento das áreas suscetíveis a subsidência por recalque e suas relações com as formas de ocupação e uso atualmente inseridos na bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá (zona oeste do município do Rio de Janeiro) – Figura 1. O modelo é baseado na análise multicritério e utiliza programas de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) para indicar áreas e morfologias antrópicas que apresentem tendências a sofrer com a incidência desses fenômenos.

A abordagem multicritério no geoprocessamento proporciona ao usuário ferramentas de análise espacial complexas, cruzando e gerando novas informações capazes de auxiliar no planejamento do território municipal, a exemplo do que vem ocorrendo na cidade do Rio de Janeiro, que tem sido sistematicamente mapeada pela Prefeitura, em especial pelo Instituto Pereira Passos (IPP), em suas transformações de ocupação e uso do espaço urbano utilizando SIGs.

2. Metodologia

Em princípio, foi realizado o levantamento das bases cartográficas em órgãos e sites de Instituições públicas. Os dados adquiridos foram relativos a terrenos geológicos Quaternários (SMAC, 1998), pedologia (Embrapa, 2004), uso da terra (IPP, 2011), declividade e pontos cotados (IPP, 2000a; 2000b). Estes dois últimos foram utilizados para gerar o modelo digital de terreno – MDT, no programa ArcGIS 10.1, por meio da ferramenta *3D Analyst Tools/Raster Surface/Slope*, criando um *arquivo raster* com classes de declividade em graus. Através do mesmo programa os outros dados vetoriais também foram convertidos em raster e, utilizando uma máscara da área da bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá, os mesmos foram recortados através da ferramenta *clip*. Em seguida os mapas temáticos, convertidos no formato raster, foram transportados, georreferenciados e reclassificados no programa Vista Saga 2.00 (UFRJ). Para isso foi utilizado o módulo

de *Avaliação Ambiental*, que proporciona a aplicação da análise multicritério, onde são atribuídos pesos para cada mapa temático, e notas para as categorias dos mapas em função dos atributos ambientais que podem interferir na suscetibilidade a subsidência ocasionada por recalque dos terrenos. A utilização da análise multicritério parte do pressuposto de que as componentes ambientais são igualmente importantes para desencadeamento dos fenômenos, e portanto foram atribuídos pesos equivalentes para os mapas de terrenos geológicos, pedologia, declividade e ocupação e uso da terra. Assim, a variação da suscetibilidade ocorre por meio das derivações de cada componente, que por suas características específicas proporcionam maior ou menor potencial a sofrer rebaixamento da superfície. Isso é feito por meio da atribuição de notas (de 0 a 10) aos atributos de cada mapa temático.

A atribuição das notas aos atributos dos mapas temáticos foi realizada consultando periódicos que discutem o tema e também por meio de consultas aos especialistas no intuito de complementar o entendimento acerca de características geológicas, pedológicas e do relevo que aumentam a probabilidade à incidência de recalque. Durante a efetuação do cruzamento dos mapas algumas classes foram bloqueadas por não possuírem representatividade analítica para aquele processo. Nesse caso enquadram-se: as áreas de declividade entre 40° a $66,4^{\circ}$, afloramentos rochosos e as águas continentais, atributos temáticos que não foram avaliados. No caso do mapa de ocupação e uso da terra, todas as classes receberam nota 5 permitindo que durante o cruzamento, o peso da variável fosse considerado na suscetibilidade, mas sem que houvesse variações específicas por categorias, já que se trata de um estudo de suscetibilidade. Assim, as classes de ocupação e uso da terra puderam ser identificadas e relacionadas às áreas de maior e menor potencial a processos de subsidência por recalque, com resultados mais específicos e menos genéricos quanto à importância desse tema já que se trata de grandes áreas de abrangência em condições muito específicas de uso antrópico.

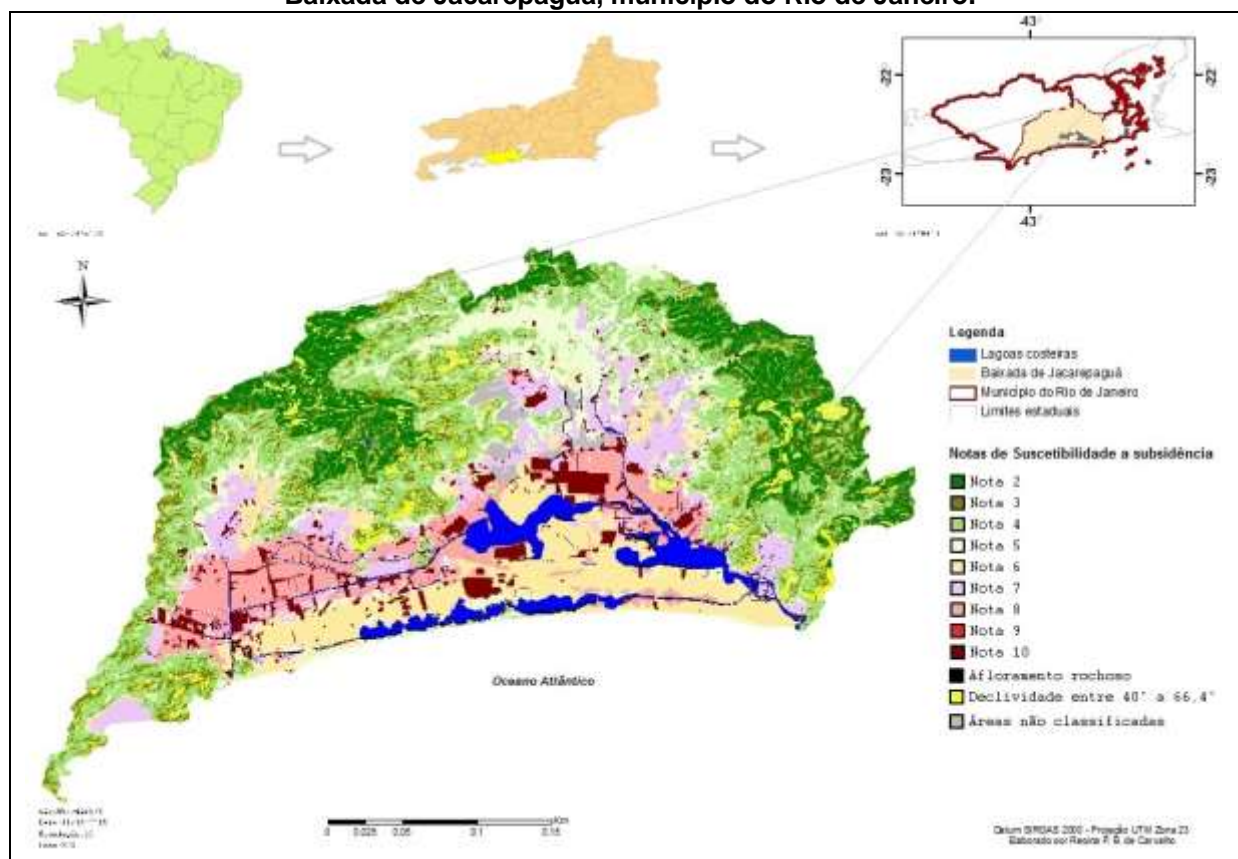
Por fim, foi realizada a álgebra de mapas cruzando os quatro planos de informações (terrenos geológicos, declividade, pedologia e uso da terra). O modelo gerou um mapa indicando áreas com notas de 0 a 10 sobre o potencial de suscetibilidade a processos de subsidências por recalque relacionado com tipos

específicos de ocupação e uso da terra: Muito baixa (nota 0, 1 e 2), baixa (nota 3 e 4), intermediária (nota 5 e 6), alta (nota 7 e 8) e muito alta (nota 9 e 10). As notas foram agregadas de dois em dois para identificação das áreas de menor/maior suscetibilidade.

3. Resultados e Discussão

O resultado do mapa mostra que as áreas de muito baixa (notas 0, 1 e 2) e baixa (notas 3 e 4) suscetibilidade a subsidência por recalque são terrenos declivosos (acima de 23.3°), formadas pelo embasamento cristalino, camadas de areia preta ou leques aluviais, constituídas por latossolo e brunizém e ocupadas especialmente por gramíneas ou vegetação arbórea arbustiva (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização e avaliação da suscetibilidade a subsidência por recalque na Baixada de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro.



Nas áreas de suscetibilidade intermediária se concentram os terrenos de baixa topografia constituídos por restingas e solos areno-quartzosos, com

ocupações predominantemente de residências urbanas consolidadas em áreas de baixa encosta, no entorno dos maciços litorâneos da Pedra Branca e Tijuca, além da faixa entre o litoral e o complexo lagunar (notas 5 e 6).

Nas áreas de alto (notas 7 e 8) e muito alto potencial (notas 9 e 10) a incidência de recalques situam-se em declividade de até 5.7°, nos terrenos alagadiços constituídos por turfas e mangues, solos orgânicos ou gley, próximos a foz dos rios, os maciços litorâneos e o complexo lagunar.

A maior parte das áreas sujeitas a inundação foram classificadas como de alta suscetibilidade com nota 8, e se localizam a oeste da lagoa de Jacarepaguá e norte da lagoa da Tijuca, englobando as áreas de muito alta suscetibilidade. Outras classes de uso da terra identificadas na classe de alto potencial a recalques foram as favelas, áreas com infraestrutura de lazer, educação e saúde, e principalmente áreas com ocupações urbanas residenciais (notas 7 e 8).

Dentre as áreas de alta suscetibilidade a recalques estão os terrenos localizados na margem norte da lagoa do Camorim, próximo à foz do rio Arroio Fundo, onde foi construída a Vila do Pan no ano de 2007. Em 2011 foi constatado o comprometimento das estruturas devido a não conclusão da base de sustentação durante a execução da obra (Figura 2). Os terrenos alagadiços acabam sofrendo “rebaixamentos na medida em que o peso das edificações em sua superfície força sua compactação” (Carvalho, 2013, p. 103).

Figura 2 - Problemas geotécnicos e estruturais na Vila do Pan causados por processos de subsidência por recalque dos solos. Fonte: Jornal do Brasil (2014).



As notas mais elevadas (nota 10) são atribuídas a várias áreas isoladas, e se concentram na porção oeste e centro-norte da baixada com uso urbano não edificado. Áreas classificadas com a nota 9 se concentraram na margem sul da lagoa do Camorim, onde predomina a cobertura vegetal arbórea-arbustiva, e nos terrenos a nordeste da mesma lagoa, onde são mapeadas ocupações de favela

(Morro das Pedras) e alguns trechos sujeitos a inundação, muitas delas sendo degradadas no que resta de vegetação, a exemplo da Reserva de Marapendi com planos para as futuras instalações do Campo de Golfe e a Vila Olímpica.

4. Conclusões

O modelo de análise em SIG, realizado através do módulo de avaliação ambiental do programa Vista SAGA e do programa ArcGIS 10.1, se mostrou eficaz na identificação de áreas com tendência a subsidências causadas por recalque dos solos e em sua relação com os tipos de ocupações e usos da terra. Constatou-se que áreas de alta e muito alta suscetibilidade coincidem com situações reais atualmente vivenciadas pela população residente na Baixada de Jacarepaguá.

No entanto, seu uso é aplicável apenas para análise de áreas em escala pequena ou de média abrangência, com resultados adequados a gestão e não no âmbito pontual, em alto nível de detalhamento. Para isso é necessário que sejam realizados levantamentos específicos, mais verticalizados acerca das condições geotécnicas e das infraestruturas de forma a complementar estudos que almejem o maior detalhamento de informações.

Referências

- Carvalho, R. P. B. de (2013), Ocupação dos solos em terrenos marginais às lagoas costeiras: mudanças e perspectivas ambientais frente à expansão urbana – O caso da lagoa de Jacarepaguá (Rio de Janeiro). Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos. Mapeamento pedológico do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa, 2004. 1 mapa. Escala: 1:50.000.
- Guidicini, G.; Nieble, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1976.
- Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP). Mapa de isolinhas do município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPP, 2000a. 1 mapa. Escala 1:10.000.
- _____. Pontos Cotados na cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPP, 2000b. 1 mapa. Escala 1:10.000.
- _____. Mapa de ocupação e uso da terra 2011. Rio de Janeiro: IPP, 2011. 1 mapa. Escala 1:10.000.
- Jornal do Brasil. Moradores da Vila do Pan 2007 sofrem com afundamento. Publicado em 21/04/2014. Disponível em <http://www.jb.com.br/fotos-e-videos/galeria/2014/04/21/moradores-da-vila-do-pan-2007-sofrem-com-afundamento-2/>. Acesso em 19 fev. 2015.
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC). Prefeitura. Mapa terrenos sedimentares Quaternários da Baixada de Jacarepaguá. Rio de Janeiro: SMAC, 1998. 1 mapa. Escala 1:50.000.
- Roncarati, H.; Neves, L. E (1976), **Estudo preliminar de sedimentos recentes superficiais da Baixada de Jacarepaguá**. (Eds.) Petrobras, Rio de Janeiro (RJ), Brasil. 89p. Relatório técnico.

ANÁLISE DA DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS LINDOS-TO ENTRE 1990 E 2014

AION ANGELU FERRAZ SILVA¹

1 Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG, *campus* Sabará
aion.silva@ifmg.edu.br

Resumo

Nesse trabalho foi realizado o estudo da dinâmica da cobertura e uso da terra do município de Campos Lindos, no Estado do Tocantins. O objetivo do estudo foi avaliar e quantificar a dinâmica espacial nos anos de 1990 a 2014. A metodologia baseou-se no uso de imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e 8, os quais passaram por técnicas de processamento digital de imagens (modelo linear de mistura espectral, segmentação e classificação), interpretação visual, técnicas de geoprocessamento e informações coletadas em campo. As classes de cobertura e uso da terra foram generalizadas para melhor compreender a dinâmica espacial local e sintetizados em: formações florestais; formações savânicas; áreas agrícolas, pecuária e área urbanizada. Os resultados demonstram que em 24 anos os totais de áreas com vegetação natural (savanas e florestas) diminuíram 28% e as áreas antrópicas (agricultura, pecuária e urbanização) aumentaram 557%, com destaque para a área destinada à agricultura, que cresceu 3.498% em relação a 1990. Esse fato foi ocasionado principalmente pelo aumento vertiginoso de áreas destinadas à agricultura de soja na porção leste do município, a qual foi responsável pela supressão de 22,3% de áreas savânicas. Durante o período analisado o município tornou-se o maior produtor estadual de soja.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Geoprocessamento. Landsat.

Abstract

This work carried out the study of the dynamics of the cover and land use in the city of Campos Lindos, at the State of Tocantins. The objective of the study was to evaluate and quantify the spatial dynamics between the years 1990 to 2014. The methodology was based on the use of satellite images from Landsat 5 and 8, which passed by digital image processing techniques (linear mixing of model spectral, segmentation and classification), visual interpretation, geoprocessing techniques and information collected in the field. The cover and land use classes were generalized to better understand the local spatial dynamics and summarized as follows: forest formations; savanna formations; agricultural areas, livestock and urbanized area. The results show that in 24 years the total areas with natural vegetation (savannas and forests) decreased by 28 % and anthropic areas (agriculture, livestock and urbanization) increased by 557%, especially in the area devoted to agriculture, which rised 3,498 % compared to 1990. This was caused mainly by the sharp increase in areas designated for soy agriculture in the eastern portion of the municipality, which was responsible for the suppression of 22.3 % of savanna areas. During the period under review the city became the largest state producer of soybeans.

Key-words: Remote Sensing, Geoprocessing, Landsat.

1. Introdução

O Brasil possui dimensões continentais e conhecer os seus recursos naturais e a dinâmica das atividades humanas sempre foram um grande desafio. O país utiliza desde a segunda guerra mundial diversas geotecnologias para mapear seu território, de aerolevantamentos (principalmente pelo projeto RADAM Brasil) até o uso de imagens de satélites orbitais. Essas ferramentas são cruciais no levantamento dos diferentes usos e coberturas da terra no território brasileiro, sendo grandes contribuintes em quaisquer estudos que envolvam essas temáticas (ROSA, 1992).

Dentre as regiões do território brasileiro que possuem maior dificuldade de mapeamento destaca-se o Bioma Cerrado. Mesmo com a utilização de sensores orbitais ainda existem desafios que devem ser levados em consideração no mapeamento do uso e cobertura da terra, tais como: a grande extensão do bioma; a ocorrência de nuvens; a dificuldade de diferenciação das fitofisionomias; e os problemas intrínsecos à aquisição dos dados (FERREIRA *et al.*, 2007).

O município de Campo Lindos está localizado na porção nordeste do Estado do Tocantins, entre as latitudes 7° 53' e 8° 33' Sul e longitudes 47°10' e 46°27' Oeste, possuindo área total de 3245,21 km² (Figura 1). Conforme a metodologia de Thornthwaite, a regionalização climática é de clima úmido subúmido com pequena deficiência hídrica (C2wA'a'), possuindo médias anuais de 1600 mm a 1800 mm de chuva e 26°C a 27°C de temperatura média do ar (TOCANTINS, 2012).

Desde 1988 o Estado do Tocantins vem apresentando diversas alterações no uso e cobertura da terra em áreas de Cerrado, gerada sobretudo pelo agronegócio. O objetivo foi compreender a dinâmica do uso da terra entre 1990 e 2014 no município de Campos Lindos, atualmente o maior produtor de soja do Estado.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Campos Lindos-TO



2. Pressupostos teóricos

A principal definição de Sensoriamento Remoto é a aquisição de informações da energia eletromagnética refletida de um objeto ou alvo sem que ocorra contato físico com os mesmos. A obtenção dessas informações pode ser de diversos tipos, desde levantamentos aerofotogramétricos até sensores orbitais (ROSA, 1992).

Das diferentes formas de extração de informações provenientes dos produtos de Sensoriamento Remoto, a classificação da cobertura e uso da terra é uma importante técnica de identificação de feições naturais e/ou antrópicas, que possibilita compreender suas dinâmicas na superfície terrestre. Os resultados podem variar de acordo com a metodologia de classificação empregada. Dentre elas destaca-se o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME). O MLME considera que o valor do pixel em qualquer banda é a combinação linear da resposta de cada alvo. Ao mensurar as quantidades dos elementos puros que formam o pixel misturado é possível gerar imagens frações de vegetação, sombra e solo (PONZONI *et al*, 2012).

Um dos fatores preponderantes na classificação de imagens orbitais é a utilização do algoritmo. Entre eles há o algoritmo Iseseg, que permite classificar de forma automática o conjunto de regiões de uma imagem segmentada, utilizando a área e seus atributos estatísticos de média e matriz de covariância (INPE, 2015).

Todos os dados espaciais e não espaciais são processados por algoritmos num Sistema de Informações Geográficas (SIG) e armazenados em um Banco de Dados Geográfico. É nesse último onde os dados são agrupados e recuperados, facilitando a organização e a espacialização das informações (CÂMARA *et al*, 2000).

3. Metodologia de Trabalho

Primeiramente foi estruturado o banco de dados no formato *PostgreSQL* com sistema de projeção cartográfica UTM 23 Sul e Datum SIRGAS 2000. Foram utilizados os seguintes dados: imagens dos satélites Landsat 5 (15/08/1990) e Landsat 8 (01/08/2014) da órbita 221 e ponto 66 (USGS, 2015); e vetores dos limites municipais e hidrografia (IBGE, 2015). Também utilizados os *softwares* de SIG Spring 5.2.7, para realizar as classificações das imagens de satélite, e o QGIS 2.6.1 e suas extensões, para efetuar as análises de geoprocessamento e os mapas finais.

Para gerar a classificação das imagens de satélite foi realizado a princípio o MLME nas imagens Landsat 5 e 8. Posteriormente foi feita a segmentação de cada imagem-fração utilizando os limiares de similaridade de 8 e área de 44 pixels. A classificação pelo algoritmo Isepeg (com limiar de aceitação de 99,9%) utilizou as imagens-fração segmentadas e as assinaturas espectrais dos alvos identificados em campo para estabelecer 9 classes. Essas classes foram generalizadas em 5 grandes classes, conforme adaptação do IBGE (2012; 2013), definidas como: Formações Florestais (Floresta Estacional, Mata Ciliar e Cerradão); Formações Savânicas (Campo, Cerrado Sentido Restrito e Vereda); Áreas Agrícolas; Pecuária; e Área Urbanizada. Após essa etapa foi efetuado a pós-classificação por processos automatizados e de interpretação visual das classes definidas pelo algoritmo.

A partir das classificações realizadas foi realizado o mapeamento da dinâmica da terra de 1990 a 2014 através da técnica de intersecção espacial, identificando onde e quais foram as mudanças de classes de mapeamento no período estudado.

4. Resultados e Discussão

O mapeamento das classes de cobertura e uso da terra em 1990 mostram que o município de Campos Lindos ainda apresentava o predomínio de áreas com vegetações naturais, principalmente do tipo savânica (72,62%) e em menor proporção do tipo florestal (21,68%). Na região ainda existia um baixo grau de intervenção antrópica, totalizando somente 5,01% de pastagens e 0,67% de áreas agrícolas, localizadas principalmente nas próximas as matas ciliares. Em 1990 não foram identificadas áreas urbanizadas, pois o município foi criado em 05/10/1989 mas sua instalação ocorreu somente em 01/01/1993 (Figura 2 e Tabela 1).

Após 24 anos o município de Campos Lindos teve uma drástica alteração da cobertura da terra em seu território, ocasionado pela substituição da vegetação natural por atividades antrópicas. As áreas destinadas ao plantio de soja (24,2%) e pastagem (7,46%) corresponderam em 2014 a 31,66% da área do município. As áreas com formações florestais e savânicas tiveram reduções de suas extensões, contabilizando 19,66% e 48,66% do município, respectivamente. Nessa época a área urbana correspondeu a somente 0,01% ou 0,29 km² (Figura 2 e Tabela 1).

Figura 2 – Imagem Landsat 5 (A) e classificação da cobertura e uso da terra (B) em 1990

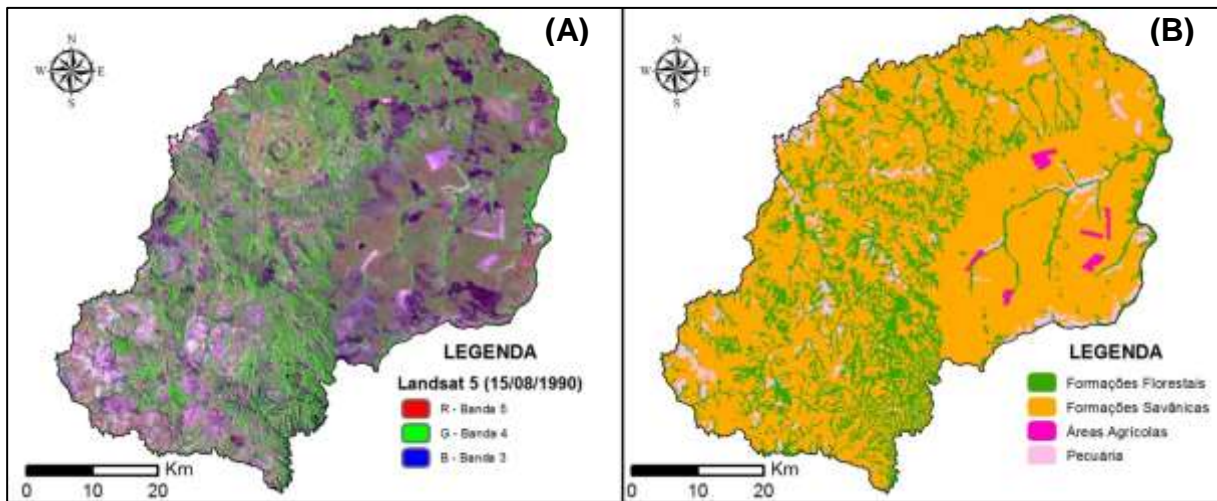
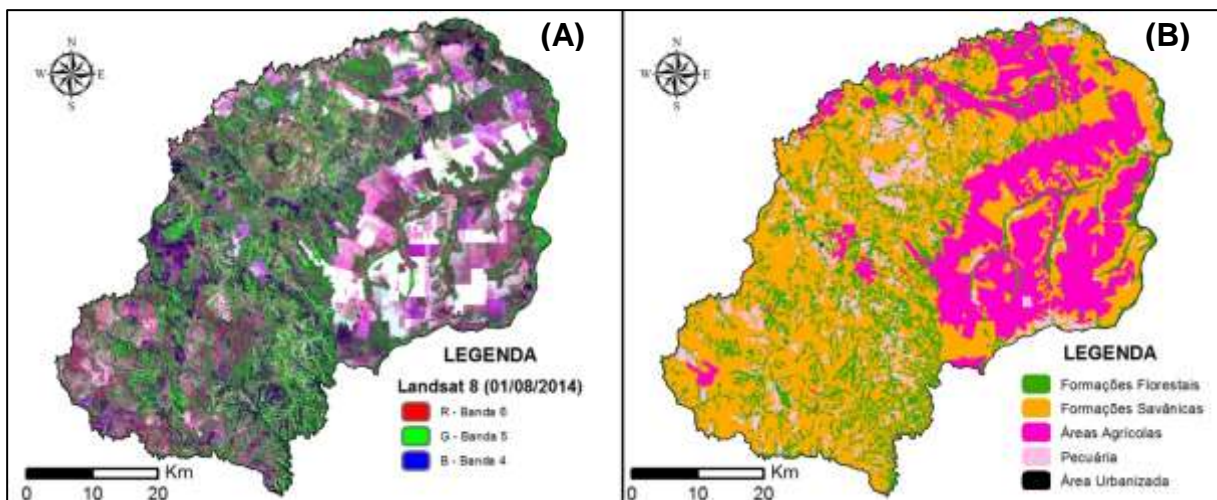


Figura 3 – Imagem Landsat 8 (A) e classificação da cobertura e uso da terra (B) em 2014



Ao comparar o uso e cobertura da terra nos anos de 1990 e 2014 é possível verificar modificações contundentes. O crescimento das áreas destinadas ao cultivo da soja tiveram o aumento de 3.498% e o da pecuária de 48,88%. Em comparação houve o decréscimo de 27,5% de áreas com vegetações naturais, com perda de 9,33% de florestas e 32,99% savanas em à suas ocupações totais em 1990.

Tabela 1 – Área ocupada pelas classes de cobertura e uso da terra em Campos Lindos-TO.

Classes	1990		2014	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Formações Florestais	703,67	21,68	638,02	19,66
Formações Savânicas	2356,71	72,62	1579,27	48,66
Área Agrícola	21,83	0,67	785,39	24,20
Pastagem	162,71	5,01	242,24	7,46
Área Urbanizada	-	-	0,29	0,01
Total	3245,21	100,00	3245,21	100,00

Ao analisar a dinâmica espacial foi possível verificar a supressão de áreas de formação florestal para a abertura de novos pastos (65,76 km²) e áreas agrícolas (8,16 km²) (Tabela 2).

Tabela 2 – Matriz de área ocupada pela mudança do uso e cobertura da terra de 1990 para 2014

CLASSES		2014									
		FF		FS		AA		Pe		Urb	
		Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
1990	FF	628,57	19,37	1,15	0,04	8,16	0,25	65,79	2,03	-	-
	FS	2,31	0,07	1520,83	46,86	723,06	22,28	110,74	3,41	0,07	0,00
	AA	-	-	1,08	0,03	18,29	0,56	2,46	0,08	-	-
	Pe	7,14	0,22	56,21	1,73	35,89	1,11	63,26	1,96	0,22	0,01

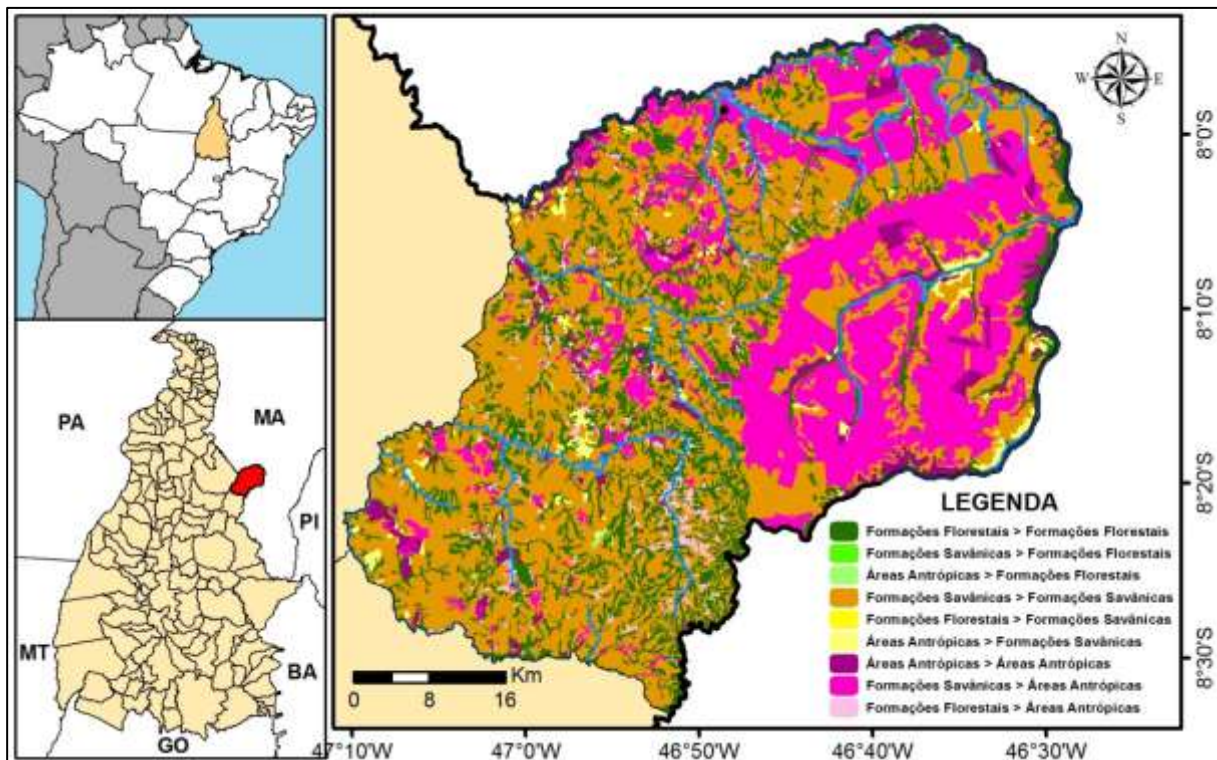
FF=Form. Florestais; FS=Form. Savânicas; AA=Áreas Agrícolas; Pe=Pecuária; Urb=Área Urbanizada

O aumento das áreas antropizadas ocorreu em detrimento das áreas com vegetação natural, sendo mais preponderante nas áreas originárias de savanas, com a supressão de 723,06 km². O uso foi feito principalmente para o cultivo da soja, com destaque para o quadrante leste do município (Figura 5).

O total de 81,55 km² de áreas antrópicas em 1990 ainda continuavam tendo a mesma finalidade em 2014, onde as áreas agrícolas possuíam 18,29 km² e a pecuária 63,26 km². A área referente à sede do município em 2014 (inexistente em 1990) ocupou 0,22 km² de áreas de pecuária e 0,07 km² de savanas.

Em contrapartida 90,67% das áreas de florestas e 67,01% das áreas de savana em 1990 ainda estavam preservadas em 2014, além de 63,35 km² que eram destinados à pecuária em 1990 e foram abandonados, dando lugar aos estágios iniciais de regeneração de formações florestais (7,14 km²) e savânicas (56,21 km²).

Figura 5 – Mapa da Dinâmica da cobertura e uso da terra de 1990 a 2014



5. Considerações finais

A metodologia e os referenciais teóricos empregados foram fundamentais por possibilitar uma melhor compreensão das dinâmicas de cobertura da terra e as intervenções humanas no município de Campos Lindos.

Em 24 anos os processos desenvolvimentistas ligados ao agronegócio da soja transformaram o município no maior produtor dessa cultura no Tocantins e um dos principais da Região Norte do país. As áreas de cultura agrícola foram ocupadas principalmente em locais originalmente pertencentes a formações savânicas, com redução de 33% de área, além de perda de 9,3% de áreas florestadas pelo avanço da pecuária em comparação a 1990. As áreas com vegetações preservadas em 2014 foram 68,32% do município, possibilitando ainda a expansão de novas áreas destinadas à agropecuária, conforme a legislação ambiental vigente no país.

Referências

- Câmara, G.; et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- _____. **Manual técnico de uso da terra**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- _____. **Malha digital dos municípios**. Disponível em: <geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/> Acesso em: 10 jan. 2015.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Segmentação de Imagens**. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/segmentacao> Acesso em: 20 jan. 2015.
- Ferreira, M.E.; et al. 2007. Desmatamentos no bioma Cerrado: uma análise temporal (2001-2005) com base nos dados MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p.3877-3883.
- Rosa, R. **Introdução ao Sensoriamento remoto**. Uberlândia: Editora UFU, 1992.
- Tocantins (Estado). Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Palmas,TO: SEPLAN, 2012.
- United State Geological Survey (USGS). **Landsat Missions**. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/> Acesso em: 20 jan. 2015.
- Ponzoni, F. J. ; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ANÁLISE TEMPORAL DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS – RS NOS ANOS DE 200 E 2014

IGOR DA SILVA KNIERIN¹

ARIVANE GEREMIA²

ROMÁRIO TRENTIN³

LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA⁴

1 Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
igorknierin@gmail.com

2 Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
vane.geo.ufsm@gmail.com

3 Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
romario.trentin@gmail.com

4 Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
lesrobaina@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho consiste no reconhecimento da dinâmica do uso da terra como subsídio para o diagnóstico das potencialidades e limitações associadas ao planejamento territorial e tomada de decisão. Com base nisso, o trabalho teve como objetivo, apresentar o mapeamento do uso da terra do município de São Francisco de Assis, RS, nos períodos de 2000 e 2014. A área de estudo localiza-se no oeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil entre as coordenadas geográficas 54°47'02" a 55°29'00" de longitude oeste e 29°11'30" a 29°42'20" de latitude sul. Metodologicamente, a pesquisa compreendeu a realização de levantamento bibliográfico através da consulta, leitura e seleção de bibliografias, além de trabalhos de campo realizados na área de estudo a fim de reconhecimento da mesma, seguido dos mapeamentos do uso da terra de acordo com os referidos anos de 2000 e 2014. Com base nisso chegou-se ao resultado de oito classes temáticas, identificadas em: Corpos hídricos; Depósitos de areia; Silvicultura; Campo; Lavoura; Solo exposto; Floresta e mata ciliar; e Área urbana. Verificou-se que nos períodos analisados (2000 e 2014), as principais mudanças ocorridas na área de estudo referem-se ao aumento das classes agricultura, solo exposto, silvicultura e depósitos arenosos. Diante dos dados obtidos, indica-se que o uso da terra do município, apresenta-se fortemente atrelados a prática da pecuária, em campos, e a agricultura, tendo destaque a introdução da silvicultura nestes últimos anos e o avanço das áreas de áreas.

Palavras-chave: Uso da Terra. São Francisco de Assis – RS. Planejamento.

Abstract

This work consists on the recognition of land use dynamics as an aid in the diagnosis of potentials and limitations associated to the territorial planning and decision making. Based on this, the study aimed to present the mapping of land use of São Francisco de Assis, RS, in the period of 2000 to 2014. The

studied area is located in the west of Rio Grande do Sul State, Brazil between geographic coordinates 54°47'02 "to 55°29'00" west longitude and 29°11'30 "to 29°42'20" south latitude. Methodologically, the research involved a literature review, through consultation, reading and selection of bibliographies and field work in the studied area in order to recognize it, followed by mapping the land use in accordance with those years 2000 and 2014. Based on this, we came to the result of eight thematic categories identified in: Water Bodies; Sand deposits; forestry; field; crops; exposed soil; Forest and riparian vegetation; and urban area. It was found that in the analyzed periods (2000 and 2014), the main changes in the studied area refer to the increase in agriculture classes, exposed soil, forestry and sand deposits. Thus, the data indicate that the use of the municipality's land is strongly linked to the practice of livestock in fields, and agriculture, with emphasis in the introduction of forestry in recent years and the advancement of areas sands.

Key-words: Land use. São Francisco de Assis – RS. Planning.

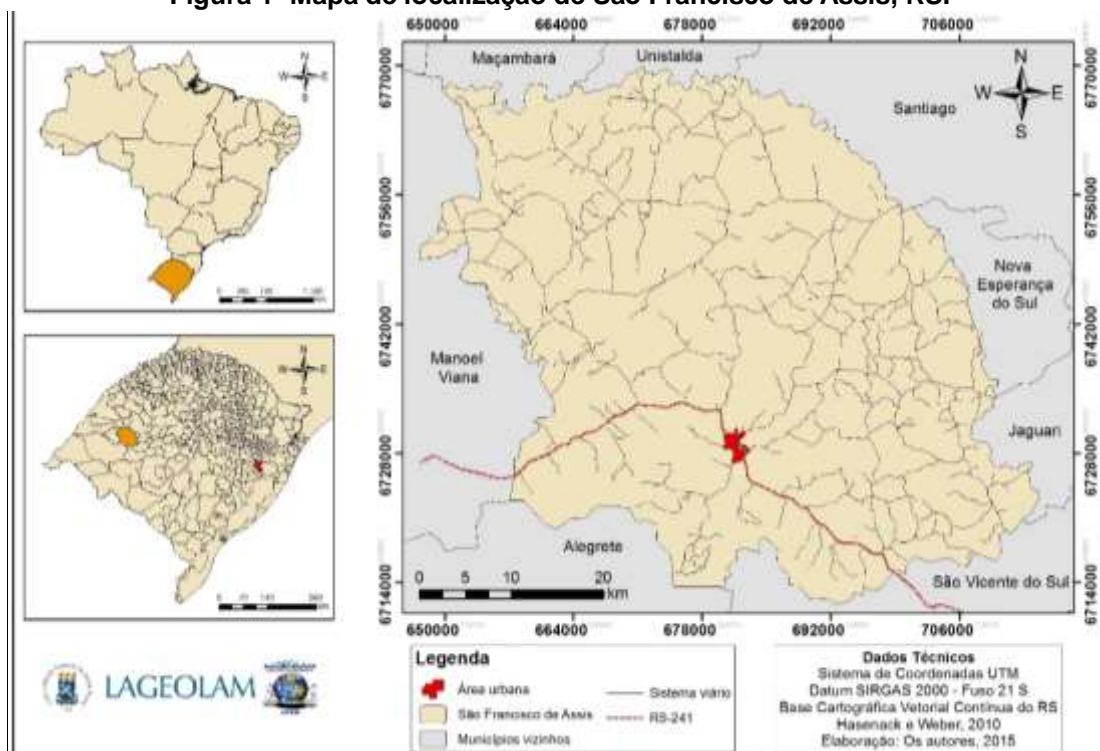
1. Introdução

A intensidade dos processos de uso da terra associado à velocidade das transformações da paisagem exige, atualmente, estudos voltados para o ordenamento adequado do território, enfocando suas potencialidades e restrições no planejamento e tomada de decisões. O reconhecimento do uso que se faz da terra em uma unidade territorial política, possibilita o desenvolvimento de técnicas que visem o monitoramento constante de determinada região, para que possam auxiliar na conservação dos recursos naturais.

Para o estudo, a análise temporal da dinâmica do uso da terra se fez possível através da utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento que constituíram-se em um instrumento que possibilitou a compreensão dos elementos do meio físico-natural e de suas inter-relações com as atividades antropogênicas. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar o mapeamento e análise do uso da terra do município de São Francisco de Assis, RS, nos períodos de 2000 e 2014.

A área de estudo localiza-se no Brasil Meridional, no oeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 54°47'02" a 55°29'00" de longitude oeste e 29°11'30" a 29°42'20" de latitude sul (Figura 1), a qual situa-se na área de contato entre o Planalto das Missões e a Depressão do Ibicuí (Robaina *et al.*, 2010).

Figura 1- Mapa de localização de São Francisco de Assis, RS.



Organização: Os autores, 2015

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho foi desenvolvido a partir do processo de revisão da literatura em bibliografias e trabalhos relacionados à temática proposta, além de trabalhos de campo realizados na área de estudo a fim de reconhecimento da mesma.

Para a elaboração dos mapeamentos foram adquiridas imagens de satélites através do aplicativo *GLOVIS (Global Visualisation Viewer)* do Landsat-5 em órbita e pontos 223/081 e 224/080 referentes ao período de março de 2000, e imagens do Landsat-8 com órbita e pontos 223/081 e 224/080 compreendidas, respectivamente, em período final do mês de fevereiro e em período inicial do mês de março de 2014. Estas foram selecionadas, nestes períodos de tempo, por apresentarem melhor qualidade em termos de cobertura de nuvens nas datas combinadas dos anos.

De posse das imagens, estas foram georreferenciadas e gerados dois mosaicos, um para cada ano (2000 e 2014). Após isso, foi adotado o método de classificação supervisionada máxima verossimilhança - MAX-VER e, para isso utilizou-se o *software* Envi 4.8, desenvolvido pela Exelis VIS.

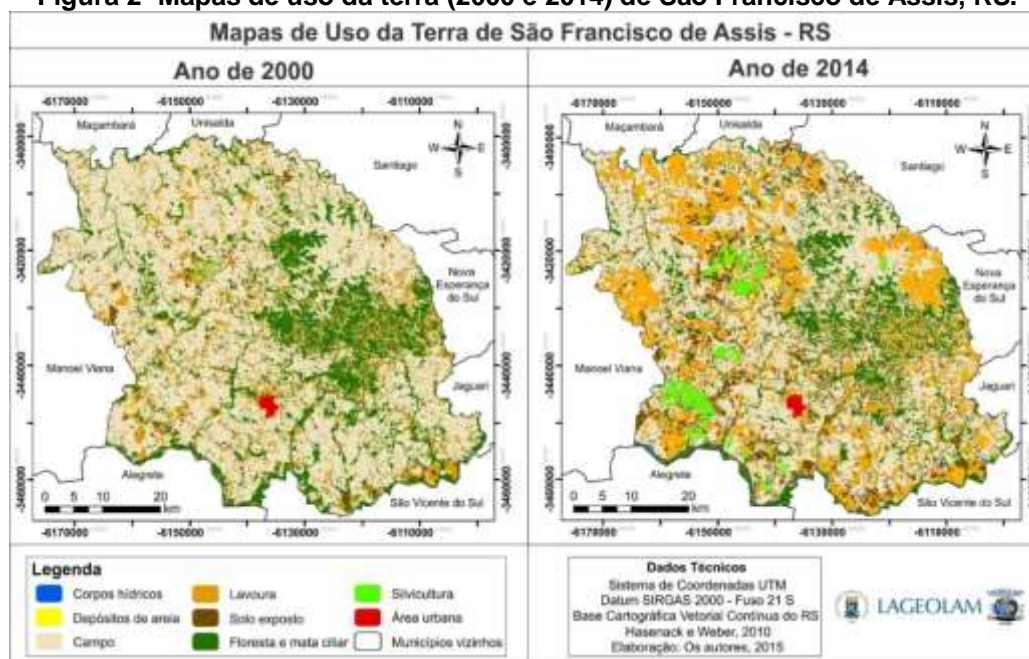
Considerando as características da área de estudo foram adotadas as classes temáticas: Corpos hídricos; Depósitos de areia; Silvicultura; Campo; Lavoura; Solo exposto; Floresta e mata ciliar; e Área urbana. Em decorrência dos elevados valores percentuais de confusão das amostras face à similaridade das respostas espectrais, entre áreas de solo exposto e área urbana do município, não foi inclusa a classe área urbana junto a classificação, sendo esta, vetorizada e posteriormente sobreposta ao resultado final da classificação das demais classes no ArcGIS versão 10.2.

Como validação para as classificações, foram utilizadas imagens em maior detalhe através do *Google Earth*, como suporte no processo de seleção das amostras a fim de melhor discriminação dos elementos da paisagem e por fim, foi avaliado o coeficiente *Kappa* das duas classificações, conforme Landis e Koch (1977).

3. Resultados e Discussão

A análise determinou a ocorrência de oito classes temáticas para a área de estudo, definidas em: Corpos hídricos; Depósitos de areia; Silvicultura; Campo; Lavoura; Solo exposto; Floresta e mata ciliar; e Área urbana (Figura 2).

Figura 2- Mapas de uso da terra (2000 e 2014) de São Francisco de Assis, RS.



Organização: Os autores, 2015

Para a validação das classificações, foram observados os valores dos coeficientes *Kappa*, onde identificou-se o valor de 0.9884 para a classificação de 2000 e 0.9654 para a classificação de 2014. Com base nisso, pode-se qualificar os resultados das classificações como excelentes, conforme os parâmetros propostos por Landis e Koch (1977).

A Tabela 1, apresenta quantificação das classes de uso da terra de São Francisco de Assis, através das áreas no município em quilômetros quadrados (km²) e em valores percentuais (%), para os anos de 2000 e 2014.

Tabela 1- Quantificação (km² e %) das classes de uso da terra de São Francisco de Assis, RS.

Classes	Área em 2000		Área em 2014	
	km ²	%	km ²	%
Corpos hídricos	3,54	0,14	8,75	0,35
Depósitos de areia	10,55	0,42	19,11	0,76
Silvicultura	2,69	0,11	55,98	2,23
Campo	1565,57	62,41	1168,01	46,56
Lavoura	308,64	12,30	567,34	22,62
Solo exposto	115,79	4,61	344,77	13,74
Floresta e mata ciliar	495,48	19,75	337,85	13,47
Área urbana	6,44	0,26	6,89	0,27
Total	2508,70	100,00	2508,70	100,00

Organização: os autores, 2015.

A classe corpos hídricos incorpora as unidades de corpos d'água relacionados aos segmentos de cursos fluviais que integram a rede de drenagem, assim como açudes oriundos à irrigação em pequena escala e no abastecimento de água para as atividades pastoris. Esta classe, apresentava-se em uma área de 3,54 km², equivalendo 0,14% da área de estudo em 2000, passando a ocorrer em área de 8,75 km², conferindo 0,35% da área do município no ano de 2014.

A classe depósitos de areia refere-se aos areais e aos depósitos arenosos associados as marges dos cursos fluviais, em especial, dos rios Ibicuí e Jaguari na área de estudo. Esta classe cobria área de 10,55 km², o que representava 0,42% da área de estudo em 2000, a qual apresentou um aumento da sua área de abrangência para 19,11 km², equivalendo 0,76% da área do município no ano de 2014.

A classe silvicultura refere-se as áreas de florestas plantadas as quais destacam-se o Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), em especial, nas porções de colinas onde os solos apresentam-se dregradados, com a ocorrência de processos erosivos. Esta classe cobria área de 2,69 km² representando 0,11% da área do município em 2000, passando sua área de abrangência a 55,98 km², compreendendo 2,23% da área de São Francisco de Assis em 2014.

A classe campo, caracteriza-se pelos locais com presença de gramíneas com pecuária extensiva. Esta classe apresentava-se em uma área de 1565,57 km² o que representava 62,41% da área do município no ano de 2000, passando a ocorrer em 1168,01 km², que representa 46,56%, da área em 2014, tendo uma diminuição de sua área total.

A classe lavoura corresponde às áreas associadas às atividades agrícolas, com culturas em lavouras temporárias de arroz, trigo, soja, feijão, milho, batata-doce, cana-de-açúcar, fumo, mandioca, melancia, melão e sorgo (IBGE, 2012). Com base em sua área, a classe cobria 308,64 km², representando 12,30% da área do município no ano de 2000, a qual apresentou um aumento significativo de sua área, cobrindo 567,34 km², equivalendo a 22,62% da área de estudo em 2014. O aumento da área de abrangência desta classe deve-se, em especial, devido ao aumento da cultura da soja e do milho no município.

A classe de solo exposto refere-se as áreas associadas às atividades agrícolas, em que marcam os diferentes estágios de manejo do solo para as atividades de plantio. Esta classe apresentava-se distribuída em área de 115,79 km², equivalendo 4,61% no ano de 2000, observando sua área de abrangência aumentar para 344,77 km², equivalendo a 13,74% da área de estudo em 2014.

A classe de floresta e mata ciliar representa as áreas com vegetação nativa ao longadas encostas e seguindo os cursos fluviais da rede de drenagem. A classe cobria uma área de 495,48 km², o que representava 19,75% da área total do município em 2000, passando a uma área de abrangência de 337,85 km², o que corresponde a 13,47% da área de São Francisco de Assis em 2014.

A classe área urbana caracteriza-se pela concentração urbana do município. Nesta classe observou-se um pequeno aumento, a qual apresentava-se em área de 6,44 km², representando 0,26% da área do município em 2000, passando a ocupar

área de 6,89 km², o que equivale a 0,27 da área de São Francisco de Assis no ano de 2014.

4. Considerações Finais

O reconhecimento da dinâmica do uso da terra do município de São Francisco de Assis, através da utilização do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, possibilitou o acompanhamento temporal dos diferentes tipos de uso da terra, ocorridos nos anos de 2000 e 2014 na área de estudo. Com base nisso, foi possível analisar oito classes temáticas, definidas em: Corpos hídricos; Depósitos de areia; Silvicultura; Campo; Lavoura; Solo exposto; Floresta e mata ciliar; e Área urbana.

Em síntese, pode-se destacar que as principais mudanças ocorridas no período (2000 a 2014) referem-se na diminuição da área de abrangência das classes Campo e Floresta e mata ciliar, e o aumento das classes Lavoura, Solo exposto, Silvicultura e Depósitos de areia, as quais, com exceção dos desta última, associam-se ao panorama econômico de São Francisco de Assis, com suas atividades voltadas, em especial, ao seu setor primário.

Desse modo, denota-se que o município se caracteriza por apresentar seus usos baseados na agricultura, na pecuária extensiva em campos, tendo a silvicultura, um grande avanço no período analisado. Associado a este fenômeno, tem-se o avanço dos areais, que embora sejam um fenômeno natural, podem ser agravados devido aos usos incompatíveis com as fragilidades da área.

Referências

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção Agrícola Municipal - Lavoura temporária - 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431810&idtema=123&search=rio-grande-do-sul|sao-francisco-de-assis|producao-agricola-municipal-lavoura-temporaria-2012>> Acesso em: 01.fev.2015.
- Landis, J. R.; Koch, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.
- Robaina, L. E. S.; Trentin, R.; Bazzan, T.; Reckziegel, E. W.; Verdum, R.; De Nardin, D. Compartimentação Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: Proposta de Classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, p.11-23, 2010.

Agradecimentos

Trabalho desenvolvido com apoio financeiro de Projetos FAPERGS e CNPq.

VULNERABILIDADE SOCIAL NO BAIRRO MÃE LUIZA, NATAL/RN, BRASIL: METODOLOGIA E APLICAÇÃO EM ESCALA DE DETALHE

YURI MARQUES MACEDO¹
LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA²
ANA BEATRIZ CÂMARA MACIEL³
ZULEIDE MARIA CARVALHO LIMA⁴

1 Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN/DGE
yurimmacedo@hotmail.com

2 Universidade do Rio Grande do Norte - UFRN/DGE
lutianealmeida@hotmail.com

3 Universidade do Rio Grande do Norte - UFRN/DGE
anaufrn@yahoo.com.br

3 Universidade do Rio Grande do Norte – UFRN/DGE
zuleide@ufrnet.br

Resumo

O presente artigo faz parte da dissertação de mestrado acadêmico em Geografia, com conclusão em março de 2015. O objeto deste trabalho consiste na identificação e análise da Vulnerabilidade Social presente em áreas de ocupação humana precária, associada à intensa dinâmica ambiental, na perspectiva dos estudos sobre o tema em Geografia. Foi definido como estudo de caso o bairro Mãe Luiza, em Natal/RN, e visou elucidar o desafio de produção de uma metodologia de análise da Vulnerabilidade Social exequível em escala de detalhe de maneira simplificada. A metodologia utilizada empregou técnicas estatísticas, com ponderação das variáveis; e técnicas geoestatísticas, utilizando ferramentas de geoprocessamento (*spatial analyst*) do software computacional ArcGis v.9.3 – em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). O que foi possível a partir da coleta de dados de campo e aplicação de questionário para produção de um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para o bairro. Com isso foi elaborado o mapa de vulnerabilidade social de Mãe Luiza, a partir da distribuição do IVS sobre malha de pontos em formato regular. O IVS resultou de questionário definido a partir de 17 variáveis ponderadas, com questões que caracterizam a vulnerabilidade social em caso de desastres naturais, promovendo a avaliação e análise deste índice e sua distribuição no bairro. Neste contexto, teríamos o mapeamento de áreas críticas e promoção de ações mitigadoras preventivas no concernente à redução de danos à população local em caso de desastres socioambientais.

Palavras-chave: Áreas de risco. Vulnerabilidade social. Mãe Luiza/Natal-RN.

Abstract

This article is part of the academic master's thesis in Geography, with completion in March 2015. The main object of this work is the identification and analysis of Social Vulnerability present in areas of poor human occupation, is associated with significant environmental dynamics from the perspective of

studies on the subject in Geography. Was defined as a case study the Mae Luiza district of Natal / RN. This work aims to elucidate the challenge of producing an analysis methodology of Social Vulnerability feasible in most simplified possible way of detail scale. The methodology employed statistical techniques, weighting of variables, geostatistical techniques in GIS (spatial data analysis) using ArcGIS v.9.3 - computer software Geographic Information System (GIS) as well as field work for data collection, to produce a social vulnerability index of the studied area. Thus, we developed the social vulnerability map of Mae Luiza, from the distribution of IVS - Social Vulnerability Index - on mesh points in regular format. This Index was produced based on data collected in the field, from questionnaire determined by reference to 17 variables of social vulnerability characteristics to potential natural disasters promoting the evaluation and analysis of this index and its distribution in the neighborhood. In this context, we would have the mapping of critical areas and promote preventive mitigating actions concerning the reduction of damage to the local population in socio-environmental disasters.

Key-words: Risk Areas. Social vulnerability. Mãe Luiza/Natal-RN.

1. Introdução

O objeto deste trabalho reside na identificação e análise da Vulnerabilidade Social presente em áreas de ocupação humana precária em locais de intensa dinâmica ambiental, na perspectiva dos estudos sobre o tema em Geografia. Definimos como estudo de caso o bairro Mãe Luiza, em Natal/RN (Figura 01). O *locus* deste estudo foi escolhido como área de por ser um conhecido local de eventos de desastre, com perdas materiais, também por destacar-se em pesquisas anteriores realizadas pelo Grupo de Pesquisa Georisco/DGE-UFRN, para o município de Natal, tendo apresentado elevado índice de risco socioambiental.

O sítio urbano de Natal está disposto sobre ambientes de tabuleiros - formação barreiras; circundados por campos de dunas fixas e móveis; cortado pelas planícies: litorâneas, fluviais, flúvio-lacustre e flúvio-marinha (OLIVEIRA, 2003). Todos esses ambientes detêm intensas limitações à ocupação urbana, principalmente quando da ausência de infraestrutura de saneamento e drenagem urbana. O bairro em questão está inserido numa área de cordão dunar, de sedimentos inconsolidados, arenosos sobre intensa ação erosiva eólica e/ou pluvial,

assim como ação de força gravitacional, com ocupação humana em acentuada declividade associada a baixo padrão construtivo.

A configuração ambiental do bairro promove o perigo de movimento de massa por suas características, que quando combinadas favorecem tal processo físico-natural, sendo potencialmente danoso à população residente à área impactada. Esses se constituem num dos principais perigos do Brasil (CASTRO, 1998). Na dinâmica ambiental brasileira tem-se como principais condicionantes dos movimentos de massa: Ação antrópica; Geomorfologia; Geologia; Clima; e Vegetação (Augusto Filho e Virgilli, 1998; Guidicini e Nieble, 1976; Guidicini e Nieble, 1984; Fernandes e Amaral, 1996. In Silva, 2011).

A população de baixa renda é vulnerável socialmente aos perigos ambientais e tecnológicos no concernente a habitações em áreas propensas a eventos de perdas físicas e materiais. No momento em que há locais de moradias (bairros, vilas, assentamentos, comunidades, etc) com imbricação da vulnerabilidade social e intensa dinâmica ambiental, há a produção de “Territórios de Risco” (ALMEIDA, 2010, p. 171). Aqui foi aplicada a uma área com tais características, marcado por habitações periclitantes, no município de Natal. O Bairro de Mãe Luiza, em uma primeira análise, tem os perigos associados à movimentação de massa: quedas, corridas; e/ou escorregamento/deslizamento.

Figura 01. Mapa de localização de Mãe Luiza, Natal/RN.



Elaboração: Yuri Marques Macedo (2014).

Dessa forma, o objetivo principal analisar e mapear as áreas de vulnerabilidade social, determinadas a partir da produção do índice de Vulnerabilidade Social do Bairro Mãe Luiza. Nesta direção temos como objetivos específicos: elaborar e analisar o mapa de vulnerabilidade social para o bairro; propor que o nível de vulnerabilidade social está diferencialmente disposto na área de estudo; produzir e divulgar uma metodologia plausível para análise de vulnerabilidade social em escala de detalhe.

A figura 01 delinea o recorte espacial da área de estudo para este trabalho e para a pesquisa geral, tal como evidencia a malha de amostragem distribuída de maneira regular, com equidistância de 75m entre cada ponto.

1. Pressupostos Teóricos

Ao estudar as áreas de vulnerabilidade sociais e os riscos naturais de uma localidade devemos ter em mente a necessidade de se compreender tanto a dinâmica dos elementos naturais que compõem um território, como também os condicionantes sociais que expõem um indivíduo ou grupo de indivíduos a uma situação de risco. São alguns conceitos e temas fundamentais a estes estudos que são produzidos por diversos autores ao longo do desenvolvimento deste tema até a atualidade: Riscos, Perigos, Vulnerabilidade, Desastre e Catástrofe são fundamentos dos estudos sobre vulnerabilidade socioambiental.

No presente trabalho usamos como fundamento os conceitos de Risco e Perigo propostos por Veyret (2007) e Smith (2001), respectivamente, autores que se enquadram como expoentes do desenvolvimento desta vertente da Geografia, assim como Blaikie et al. (1994), do qual utilizou-se o conceito de vulnerabilidade, em um apanhado conceitual de Susan Cutter (1996).

O risco é uma construção social, está diretamente ligado à concepção da população em relação a algum perigo potencial de causar danos físicos e perdas materiais de grande montante, uma população pode não ter a percepção de que está em risco. “Risco é a percepção de um indivíduo ou Grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse grupo ou indivíduo” (VEYRET, 2007, P.24).

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

De forma simplificada, pode-se considerar o risco vinculado a um acontecimento que pode realizar-se ou não. Contudo, a existência de um risco só se constitui quando há a valorização de algum bem, material ou imaterial, pois não há risco sem a noção de que se pode perder alguma coisa. Portanto, não se pode pensar em risco sem considerar alguém que corre risco, ou seja, a sociedade. (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005, p. 27).

Portanto, a partir das concepções expostas acima, o Risco socioambiental pode ser conceituado pela seguinte equação:

$R = P \times V$, onde: R = Risco; P = Perigo e V= Vulnerabilidade.

O termo Perigo é utilizado como tradução mais adequada ao *Hazards*, desenvolvido nos Estados Unidos por White et al. (1927). Perigo seria o agente causador de danos ou prejuízos materiais e/ou imateriais. Ou ainda para Veyret “esse termo é, às vezes, empregado também para definir as consequências objetivas de uma álea³ sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo” (VEYRET, 2007, p.24).

Para Smith (2001), o perigo é uma inelutável parte da vida e é uma das componentes do risco. Para o autor, perigo é uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto risco é a probabilidade da ocorrência de um perigo e de gerar perdas. (ALMEIDA, 2010, p.99).

A vulnerabilidade seria a mensuração da capacidade de cada indivíduo para se preparar, lidar, resistir e possuir habilidade de resiliência quando exposto a um perigo. “A vulnerabilidade mede os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados”. (*Dictionnaire de l’environnement*, 1991, apud VEYRET, 2007, p.24). Esta existirá a partir de um perigo em um dado contexto geográfico e social, pois há lugares mais propensos à ocorrência de fenômenos danosos do que outros, bem como indivíduos que por diversos fatores – sociais, políticos, culturais e etc. – possuem menos capacidade de resistência. Devemos levar em consideração também o tempo (cronológico), tendo em vista que a vulnerabilidade pode apresentar sazonalidades, podendo aparecer nas mais variadas escalas temporais. (MARANDOLA; HOGAN, 2006).

3

Segundo (Veyret, 2007, p.24) álea seria o “acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico e sua probabilidade de realização”. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O termo equivalente em inglês é *hazard* e em português o termo é “perigo”.

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Diferente dos conceitos de risco e perigo, o conceito de vulnerabilidade ainda não há um consenso bem definido, havendo assim, múltiplas definições para o que seria vulnerabilidade. Cutter (1996) realizou um apanhado de definições conceituais para o tema entre os anos de 1980 e 1995. Onde definiu 18 conceitos diferentes de vulnerabilidade. Com esta percepção, a vulnerabilidade social é uma condição de susceptibilidade a algum evento potencial de causar danos materiais e físicos à população residente em ambientes de intensa dinâmica natural, como os já citados acima. É preciso determinar o conceito de vulnerabilidade utilizado no trabalho:

(...) Por vulnerabilidade queremos dizer as características de uma pessoa ou grupo em termos de sua capacidade de prever, lidar com, resistir e se recuperar do impacto de um perigo natural. Trata-se de uma combinação de fatores que determinam o grau em que a vida de alguém e os meios de subsistência são postos em risco por um evento discreto e identificável na natureza ou na sociedade (BLAIKIE et al, 1994).

De início, os trabalhos sobre riscos naturais eram eminentemente vinculados às feições físicas e naturais, porém a partir da década de 1980 com o conceito de vulnerabilidade os estudos sobre perigos naturais passaram a considerar também os aspectos sociais.

Para a produção do IVS – Índice de Vulnerabilidade Social para o Bairro de Mãe Luiza tomamos como ponto de início a metodologia utilizada em 2010 por Almeida. O qual se fundamentou no Índice Paulista de Vulnerabilidade Social, elaborado pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Fundação SEADE) do Estado de São Paulo (SEADE, 2008). Esta metodologia foi adaptada em função das variáveis sociais propostas serem produzidas em escala não compatível com o nível de detalhe a que propomos neste artigo. Visando atender os fatores e variáveis que caracterizam condição de vulnerabilidade social, utilizamos dados coletados a partir de questionário e trabalho de campo em escala de detalhe.

Para operacionalizar este nível de amostragem optamos pelo levantamento sobre uma malha regular, que foi disposta na área de estudo com equidistância de 75 metros em Mãe Luiza, conforme representado no mapa de localização (Figura 01). Em cada ponto (ou nó) desta malha, foi aplicado questionário por unidade domiciliar. Este dado, conseqüentemente, será representativo de seu entorno correspondente. Cada ponto foi plotado em GPS portátil modelo Garmim Vista-cx,

com erro de precisão médio de 10 metros. A partir desse procedimento podemos nos localizar e coletar os dados em todos os pontos dispostos nos limites do Bairro.

O ponto de maior complexidade e atenção desta etapa do trabalho se deu com a escolha de variáveis que representassem características de desvantagem social. Foi baseado em variáveis que caracterizam condições de vulnerabilidade social aos eventos possíveis de desastres ambientais, pesquisamos diversos autores que aplicaram questionários nesta temática com êxito em suas análises, trabalhos como Almeida (2010), Guerra (2009), Azevedo (2010), Zanella (2011) e Veyret (2013), foram consultados na definição das perguntas/variáveis. Para nosso questionário de campo elegemos 17 perguntas, cada pergunta representa uma variável de vulnerabilidade social proposta, onde ponderamos com valores decimais entre -1 e 1, com classes de pesos de acordo com a importância do fator para a vulnerabilidade social (Quadro 01), como resultado final. Tal definição foi possível a partir de discussões pelo grupo de estudo GEORISCO, seus professores e pesquisadores a fim de consenso, em constante construção.

Quadro 01 – Descrição das variáveis de vulnerabilidade social.

Variáveis (Vn)	Descrição	Legenda	Peso
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	(0) Masculino; (1) Feminino	0,3
V2	Idade do Responsável pelo domicílio	Número de anos	0,01
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Número de moradores	0,25
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Número de Crianças	0,3
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Número de Idosos	0,3
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Número de pessoas	0,3
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Número de Homens adultos	-0,1
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	(6) Analfabeto; (5) Fundamental incompleto; (4) Fundamental completo; (3) Médio incompleto; (2) Médio completo; (1) Superior	0,05
V9	Renda total do domicílio	(4) Até 1 s.m.; (3) de 2 a 3 s.m.; (2) De 4 a 6 s.m.; (1) De 7 s.m. acima	0,2
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	(0) sim; (1) não	0,1
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	(0) sim; (1) não	0,1
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	(0) sim; (1) não	0,1
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	(0) sim; (1) não	0,1
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	(0) sim; (1) não	0,1

V15	Reformas e melhorias estruturais nas habitações recentemente	(1) sim; (0) não	-0,2
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	(0) sim; (1) não	0,075
V17	Moradores com experiência em situações de desastre (perigo) socioambiental	(0) sim; (1) não	0,1

3. Resultados e Discussão

As variáveis definidas satisfazem critérios para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social, que são eles: suscetibilidade (exposição), capacidade de resposta (ações em pós-desastre); adaptação aos eventos (resistência; capacidade de enfrentamento; ações preventivas). Deste modo, a amostragem inicial de coleta de informações foi de 1 questionário para cada 39,90 domicílios da área de estudo, observamos que esse valor tem um erro agregado, pois os pontos de amostragem extrapolam o limite topográfico do Bairro visando a maior produtividade na interpolação do resultado encontrado.

O produto final de toda a análise desta etapa do trabalho reside no IVS – Índice de Vulnerabilidade Social, espacializado em ambiente S.I.G. – Sistema de Informações Geográficas, com uso do Software computacional ArcGIS Versão 9.3. Sendo representado a partir da interpolação dos valores pontuais, com utilização da ferramenta de geoprocessamento: Análise espacial (geoestatística) *Natural Neighbor* (Vizinho Natural). Com o resultado classificamos a partir do método *natural breaks* (quebras naturais). Este índice a princípio fora espacializado em 5 níveis ou classes: Grupo 1: Vulnerabilidade Social baixa; Grupo 2: Vulnerabilidade Social média; Grupo 3: Vulnerabilidade Social média a alta; Grupo 4: Vulnerabilidade Social alta; Grupo 5: Vulnerabilidade Social muito alta.

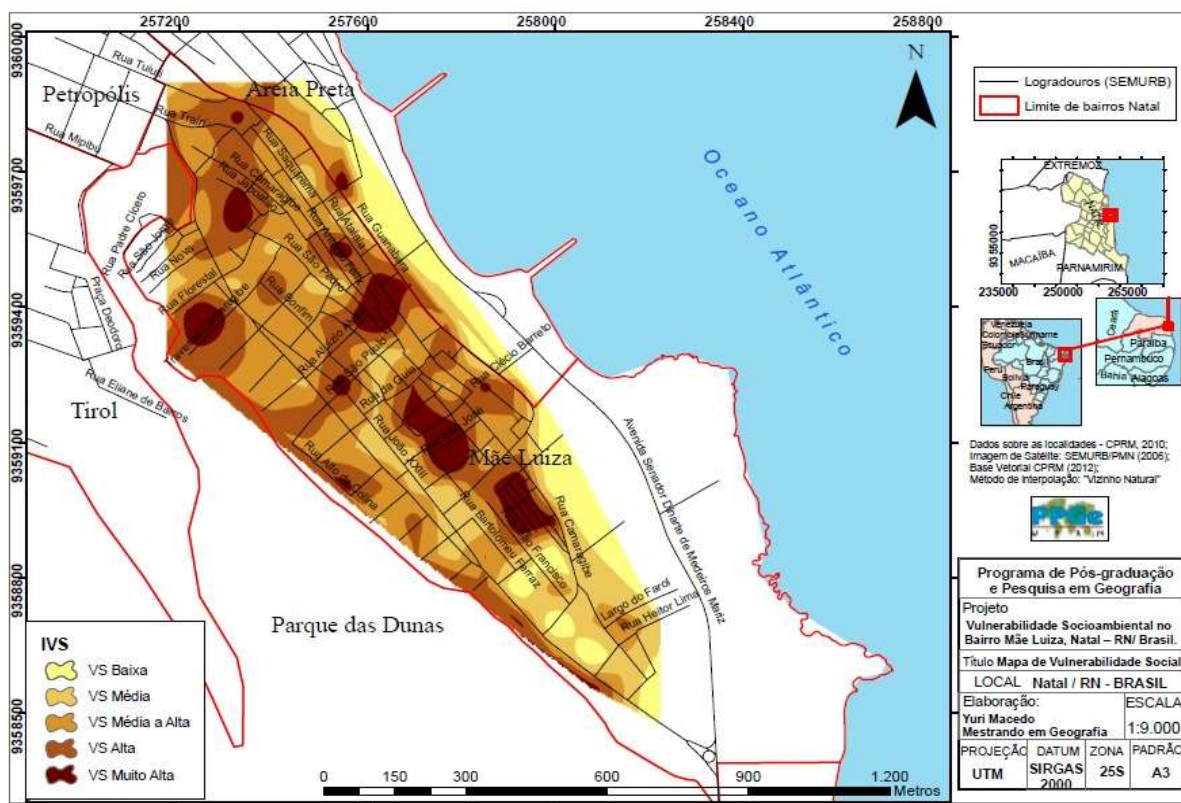
Pode-se perceber no mapa que a área urbanizada do bairro tem grande parte sobre condição de Vulnerabilidade Social Alta ou Muito Alta. Essa condição, associada às características topográficas, promove uma perigosa relação, que aumenta o nível de risco socioambiental da população no bairro, surgindo a necessidade de atenção voltada a dirimir o problema na área. Foram identificadas pelo menos 5 áreas críticas de IVS muito alto, onde já conhecemos como locais periclitantes quanto às habitações e população residente.

As áreas com VS muito alta e alta apresentadas no mapa coincidem, em certa maneira, com as áreas de risco apontadas pela Defesa Civil de Natal. Desta forma, baseado em características sociais especificamente, o resultado detalhou a espacialidade da vulnerabilidade social pelo bairro, evidenciando novas áreas não mapeadas pelo órgão

municipal citado. Também mostra de modo direto a que locais se devem direcionar ações de mitigação dos problemas, assim como políticas de função social para estes locais de maior vulnerabilidade social, e conseqüentemente maior risco de ocorrência de desastre, como deslizamentos como no caso.

Deste modo, faz-se latente a proposição de medidas mitigadoras deste problema. São necessárias ações como: promoção de educação do risco socioambiental à população residente; melhorias estruturais em saneamento básico e arruamento no bairro; projetos de melhoria habitacional nas áreas de maior risco socioambiental; produção e promoção de mapeamento, cadastramento e remoção de moradias em risco eminente de desastre; consórcio de instituições voltadas a uma agenda comum sobre o tema no bairro; entre outras.

Figura 02: Mapa de Vulnerabilidade Social.



Elaboração: Yuri M. Macedo (2014)

4. Considerações finais

A partir do conhecimento de campo da área de estudo e o Mapa de Vulnerabilidade Social de Mãe Luiza produzido, pode-se perceber que a metodologia representou a realidade local de maneira satisfatória, sem distorções expressivas nem mascaradas sobre o Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

resultado final. Há de se evidenciar que a construção teórico-metodológica das análises e tabulação dos dados tem que ser discutida e desenvolvida. Porém as bases para o êxito nesta atividade se encontram estruturados sobre uma metodologia inovadora no concernente aos estudos de risco socioambiental em escala de detalhe.

Neste sentido, a vulnerabilidade social de um local pode ser analisada nesta perspectiva de trabalho, a qual foi parte integrante de uma pesquisa maior, de dois anos, em nível de mestrado, se enquadrando dentro das expectativas, de maneira profícua para o desenvolvimento e avanço desta área de estudo, dentro da Ciência geográfica.

Referências

- ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos. Bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Unesp, Rio Claro, Tese de Doutorado, 2010. 278p.
- CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil: estudo de risco e medicina de desastres.** Ministério do Planejamento e Orçamento. Brasília. 1998, 283p.
- CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de O.; RIO, G. A. P. do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p.11-30, 06 dez. 2005.
- MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. **As dimensões da Vulnerabilidade.** São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 20, n. 1, p.33-43, jan/ mar. 2006.
- NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, p.167-179, 2004/2005.
- NATAL. Prefeitura Municipal. Secretaria Especial do Meio Ambiente e Urbanismo. **Instrumentos de Ordenamento Urbano.** Natal: SEMURB, 2009.
- OLIVEIRA, Frederico Fonseca Galvão de. **Caracterização e diagnóstico de impactos ambientais em Natal/RN com apoio de geoprocessamento.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFRN, Natal, 2003.
- SILVA, Eliane L. **Aplicação de Modelo de Predição de Escorregamentos Para Gestão de Riscos de Desastres Como Subsídio às Políticas Públicas Locais no Município de Vitória/ES.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Brasília. Brasília. 119p. 2011.
- VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2007.

METODOLOGIAS DE INVENTARIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO PAISAGÍSTICO: UMA CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

JACIELE CARINE SELL¹
ADRIANO SEVERO FIGUEIRÓ²
ANDRÉ WEISSHEIMER DE BORBA³
1 Universidade Federal de Santa Maria
jacics@gmail.com

Resumo

Nos últimos anos os tópicos relativos à geoconservação vêm ganhando ênfase e espaço dentro da geologia. A temática da geoconservação está se consistindo em uma área de vanguarda e interface com as demais geociências e dentre elas, também a geografia, que busca uma possibilidade de reforçar o debate entorno da conservação da paisagem. Ao se aproximar da geoconservação, a geografia se apropria também de suas ferramentas e metodologias. Cada uma das etapas da geoconservação – inventário, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento – precisam ser baseadas em critérios estabelecidos de acordo com os objetivos do trabalho e com as especificidades do território que se pretende estudar. Assim, na tentativa de identificar o patrimônio paisagístico do pampa uruguaio-sul-rio-grandense visível a partir das estradas, e também reconhecer os elementos abióticos, bióticos e antrópicos que o compõe, será apresentada uma proposta de inventariação e quantificação do patrimônio paisagístico, adaptada de diferentes métodos de avaliação do geopatrimônio.

Palavras-chave: Paisagem. Geoconservação. Pampa uruguaio sul-rio-grandense.

Abstract

In recent years, topics related to geoconservation are gaining space and importance within geology. Geoconservation is becoming an emergent field of study and an important interface with other sciences, like geography, which seeks a possible way to reinforce discussion regarding landscape conservation. In the process of convergence with geoconservation, geography can also incorporate its tools and methodologies. Each of the steps of geoconservation – inventory, quantitative evaluation, classification, conservation, valuing, divulgation and monitoring – is based on pre-established criteria according to the objectives of the work and to the specificities of the territory under study. This study aims at identifying the landscape heritage of the 'Uruguayan-Sul-rio-grandense pampa' as observed from roads and highways, as well as at recognizing abiotic, biotic and human elements that landscapes comprise. In order to do so, this paper presents a proposal for the inventoring and quantitative assessment of the landscape heritage, adapted from different methodologies of geoheritage assessment.

Key-words: Landscape. Geoconservation. Uruguayan-Sul-rio-grandense pampa.

1. Introdução

Produto e registro de uma sequência de acontecimentos que constituem a evolução do planeta e da sociedade ao longo do tempo, algumas paisagens precisam conservadas. Supostamente, as que demandam maior urgência e necessidade de conservação compõem o patrimônio paisagístico de determinada região. Segundo Gray (2004), para definir se determinada paisagem é um patrimônio, é necessário atribuir-lhe valores, os quais podem ser de ordem científica, educacional, cultural, estética (paisagística/cênica), econômica, ou ainda o valor intrínseco. Pereira (2006) inclui nesta relação também os valores ecológicos.

Dessa forma, antes de propor estratégias de conservação é preciso definir uma metodologia que permita avaliar o patrimônio paisagístico em questão. Neste trabalho, foram analisadas diversas metodologias, aplicadas em áreas territoriais específicas, as quais vêm sendo utilizadas para inventariar e avaliar o geopatrimônio no Brasil e em Portugal. O objetivo desta pesquisa é identificar e avaliar o patrimônio paisagístico do pampa uruguaio-sul-rio-grandense visível a partir das estradas, reconhecendo os elementos abióticos, bióticos e antrópicos que o compõe. Para isso, será apresentada uma proposta de inventariação e quantificação do patrimônio paisagístico, adaptada de fichas de avaliação do geopatrimônio (patrimônio geológico e geomorfológico) de Pereira (2006), Lima (2008), Fassoulas et al. (2012) e Nascimento et al. (2008).

2. As raízes da paisagem: geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação

Seja visando proteger a flora e a fauna, ou as feições geológicas e geomorfológicas importantes, a proteção do meio natural não deve ser feita em detrimento das necessidades humanas. Essa defesa de uma abordagem sistêmica para compreensão da paisagem é feita por Romero e Jiménez (2002). Os mesmos autores defendem que é preciso conhecer seus elementos e componentes em sua particularidade, a fim de buscar compreender suas interconexões. Esses elementos, de acordo com Bertrand (1972), podem ser distribuídos em 7 classes ou componentes: morfoestruturais, climáticos, morfoesculturais ou geomorfológicos,

hidrológicos, antrópicos, cobertura vegetal e cobertura edáfica. Tais componentes podem ser agrupados, ainda, em outros três subsistemas, o antrópico, o biótico e o abiótico.

No entender dos autores (ROMERO e JIMENEZ, 2002), os elementos que compõem a paisagem não possuem o mesmo grau de importância, ou seja, não estão no mesmo plano. Existe uma evidente hierarquia entre os componentes e elementos da paisagem na manutenção do seu controle estrutural, e não considerá-la, seria como “começar a casa pelo telhado”. Ao referir-se à estrutura e hierarquia da paisagem, Romero e Jiménez (2002) dividem os seus componentes em dois grandes subgrupos: as macroestruturas e as mesoestruturas. As primeiras possuem menor suscetibilidade a mudança (mais independentes) e são compostas pela estrutura geológica e pelo clima. As macroestruturas apresentam estabilidade e independência e definem a estrutura básica do território onde irão se assentar e se sobrepor os demais componentes que se manifestam na paisagem. Já as mesoestruturas compõem-se dos demais elementos constituintes da paisagem, como água, solo, vegetação, fauna, relevo e intervenção antrópica. São os elementos mais dinâmicos e vulneráveis de uma paisagem e, conforme os autores (*op. cit.*) dependem da matéria e da energia controladas pelas macroestruturas.

Considerando que a geodiversidade constitui, segundo Gray (2004, 2008), uma abreviação de “diversidade geológica e geomorfológica”, ou seja, os fatores abióticos da paisagem, pode-se afirmar que a geodiversidade agrega as raízes da paisagem. Trata-se, conforme aponta Stanley (2000), da “variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que produzem paisagens, rochas, minerais, solos e outros depósitos superficiais formadores do arcabouço que sustenta a vida na Terra”. Toda a variedade de feições, contextos e domínios geológicos e geomorfológicos existentes em um território compõe sua geodiversidade.

Aqueles componentes da geodiversidade importantes para a humanidade por razões outras que não a extração de recursos, e cuja preservação é desejável para as atuais e futuras gerações, foram definidos por Eberhardt (1997 *apud* Sharples, 2002) como patrimônio geológico e geomorfológico, ou simplesmente geopatrimônio. Cada um desses componentes tem sido chamado de “lugar de interesse geológico” ou apenas de “geossítio”, do inglês *geosite*: ocorrência ou afloramento de um ou

mais elementos da geodiversidade, bem delimitada geograficamente, que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro (Brilha, 2005). O geopatrimônio consiste no conjunto dos geossítios de um determinado território (país, estado, município, unidade de conservação), ou seja, daqueles locais que melhor representam a geodiversidade de uma dada região.

Tais conceitos – geodiversidade e geopatrimônio – formam a base para as estratégias reunidas sob a designação de geoconservação: preservação e valorização da porção abiótica da natureza. A geoconservação envolve: proteção legal das feições geológicas e geomorfológicas de destaque em unidades de conservação; valorização da geodiversidade e do geopatrimônio junto às comunidades locais; educação geocientífica a crianças, jovens e adultos; e ainda, geoturismo consciente, qualificado e sustentável, trazendo recursos externos e movimentando a economia local (Brilha, 2005; Borba, 2011).

3. Inventariação e quantificação do patrimônio natural do pampa uruguaio-sul-rio-grandense

Avaliar e quantificar a geodiversidade de um território não constituem tarefas simples. Realizar um inventário do geopatrimônio de uma região é uma atividade complexa. Por isso, é importante deixar claro a importante contribuição que a geologia, através da geoconservação, traz para esta etapa das pesquisas. No entanto, diante da necessidade geográfica de considerar outros elementos além dos abióticos na conservação da paisagem, uma proposta de quantificação dos Locais de Interesse Paisagístico (LIP) é aqui apresentada.

Definidos o âmbito e os objetivos da inventariação, passa-se para a quantificação do patrimônio paisagístico. Informações básicas para localização e identificação do geossítio compõe a primeira etapa da ficha de avaliação. No intuito de contemplar uma avaliação qualitativa, os itens 2 e 3 da ficha referem-se ao interesse patrimonial (tipos de valor e grau de importância) e a síntese (descrição sumária, interesses principais para geoconservação e evolução paisagística).

A avaliação numérica que dará origem ao valor paisagístico (VPais – 100%), foi subdividida em valor geológico-geomorfológico (VGeo – 20%); valor cultural (VCult –

20%); valor ecológico (VEco – 20%) e valor estético (VEst – 40%), categorias que contemplam os elementos abióticos, antrópicos e bióticos da paisagem. O valor estético é incluído com maior peso por ser considerado de relevância em função do objetivo da pesquisa, que envolve a atratividade turística e a importância do fator visual para quem interage com uma paisagem desde a estrada ou rodovia. Assim, o VPais é a média ponderada dos demais valores.

A variável VGeo é resultado da avaliação de 7 indicadores: a) Abundância/Raridade relativa do geossítio dentro da unidade de paisagem; b) Integridade do geossítio em função da deterioração; c) Representatividade do geossítio como recurso didático e processos geomorfológicos; d) Diversidade de elementos geomorfológicos e sua importância; (visibilidade de mais de uma unidade de paisagem no mesmo mirador/ponto); e) Elementos geológicos, no controle geomorfológico ou com valor patrimonial; f) Existência de conhecimento científico associado ao geossítio; g) Abundância/raridade do geossítio dentro da área de estudo (Pampa Brasil-Uruguai). Cada indicador recebe uma nota que pode ser 3, 5, 7 ou 10. Sendo assim, quanto maior a raridade (menor número de ocorrências dessa paisagem houver na unidade de paisagem e na área de estudo), menor deterioração, melhor exemplo de evolução geológica e recurso didático, maior variedade de elementos com interesse geológico-geomorfológico, maior diversidade de locais de interesse geológico e maior produção científica sobre o LIP avaliado, maior será o seu VGeo.

A variável VEco é resultado da avaliação de 8 indicadores: a) Abundância/Raridade relativa do ecossistema dentro da unidade de paisagem; b) Integridade do(s) ecossistema(s) em função da deterioração; c) Representatividade do(s) ecossistema(s) como recurso didático; d) Diversidade de elementos biológicos visíveis a partir da estrada; e) Existência de fauna ou flora rara, endêmica, ameaçada de extinção e/ou protegida por lei; f) Relação do ecossistema com as formas de relevo; g) Existência de conhecimento científico associado ao(s) ecossistema(s); h) Abundância/raridade do(s) ecossistema(s) dentro da área de estudo. Cada indicador recebe uma nota que pode ser 0, 3, 5, 7 ou 10. Assim, quanto mais raro/singular, mais preservado, mais ilustrativo e didático, mais

diversificado e rico em espécies importantes, mais adaptado às condições de relevo e mais conhecido for o ecossistema relacionado ao LIP, maior será o seu $VEco$.

A variável $VCult$ é resultado da avaliação de 7 indicadores: a) Apropriação/utilização de elementos da paisagem por populações próximas para atividades econômicas; b) Influência da paisagem na identidade local, em seus mitos, lendas, história ou religião, etc.; c) Uso da paisagem em símbolos locais (municipais ou departamentais); d) Uso da paisagem em manifestações artísticas; e) Compatibilidade entre o uso da terra e a integridade da paisagem; f) Presença de elementos culturais tradicionais; g) Hábitos e costumes da região. Cada indicador recebe uma nota que pode ser de -10, -1, 0, 3, 5, 7 ou 10. Assim, quanto maior a apropriação dos elementos da paisagem por populações próximas em suas atividades econômicas, maior influência na identidade local, maior uso em seus símbolos locais e em manifestações artísticas, maior o $VCult$ do LIP. Da mesma forma, quanto mais elementos culturais tradicionais compuserem a paisagem e quanto maior a compatibilidade entre uso da terra e a integridade da paisagem, contribuem para uma melhor avaliação do LIP. Caso a paisagem ilustrar perfeitamente os hábitos, costumes e/ou tradições da região, o LIP receberá nota 10, porém, caso a paisagem em seu estado atual, além de não ilustrar, também agredir a cultura local, sua pontuação será negativa (-10).

A última variável que compõe o $VPais$ é o $VEst$, e resulta da avaliação de 9 indicadores: a) Cores e tonalidades distintas; b) Diversidade de elementos (forma de relevo em destaque, rocha exposta, vegetação, água, fauna visível, antropização); c) Mosaico de texturas (diferentes texturas de cercas, postes, casas, rochas, vegetação de grande porte, campos, etc.); d) Ângulo de observação/amplitude visual; e) Condições de visibilidade; f) Irregularidade na topografia; g) Singularidade/raridade da paisagem; h) Animais ou vegetais notáveis, com visibilidade a partir do ponto de observação; i) Preservação. Cada indicador recebe uma nota que pode ser de 0, 3, 5, 7 ou 10. Para resultar em um $VEst$ alto, o LIP precisa ser colorido, com grande diversidade de elementos, possuir um mosaico amplo de texturas, um bom ângulo de observação, boas condições de visibilidade, formas e linhas irregulares, abruptas, com desníveis significativos, possuir raridade, ser bem preservado e contar com a presença de espécies animais e/ou vegetais

nativas. Da mesma que os indicadores das variáveis anteriores foram buscados e adaptados de Pereira (2006) e Lima (2008), os referentes ao VEst utilizaram como base trabalhos da área do turismo e das estradas paisagísticas.

Além do VPais, a avaliação é composta de outro escore, o valor de gestão (VGest – 100%), que equivale a média ponderada do valor de uso (VUso – 70%) e do valor de preservação (VPres – 30%). A variável VUso resulta da avaliação de 6 indicadores: a) Condições de acessibilidade; b) Condições de visibilidade; c) Proximidade com cruzamentos entre estradas; d) Conectividade entre pontos de observação; e) Proximidade a povoados/centros urbanos; f) Número de habitantes (moradores próximos como potenciais turistas). Da mesma forma, cada indicador recebe uma nota que pode ser de 0, 1, 3, 5, 7 ou 10, e o maior VUso será do LIP mais acessível, disponível para o maior número de pessoas, com maior visibilidade, conectividade e proximidade a povoados e a outros pontos de observação. Por sua vez, a variável VPres é o resultado da avaliação de apenas 2 indicadores: a) Integridade em função da deterioração e b) Vulnerabilidade da visualização à deterioração antrópica. As notas atribuídas são de 0, 3, 5, 7 ou 10. Quanto menos vulnerável e menos deteriorado, maior será o VPres do LIP.

Assim, quando um LIP apresentar elevado VPais e elevado VGest, terá um grande potencial para estratégias de conservação; quando o LIP tiver elevado VPais e baixo VGest, ele ainda pode ter potencial para conservação, desde que haja manejo para melhorar seu valor de uso e/ou iniciativas de preservação para diminuição da vulnerabilidade/deterioração. Porém, em qualquer situação em que o VPais for baixo, o LIP não terá potencial para conservação.

4. Considerações necessárias

Não há intenção aqui de elaborar uma proposta padrão para inventariar e quantificar as distintas paisagens. Ao contrário, acredita-se que cada ambiente possui sua singularidade que precisa ser considerada na avaliação. O intuito é apresentar uma nova possibilidade que pondere também outros elementos, que não abióticos, na avaliação.

Apesar de reconhecer a importância da objetividade em procedimentos avaliativos, não foi desconsiderada a subjetividade, seja na definição de valores, proporções, pesos (ponderações), intervalos e conceitos. Assumir e reconhecer a importância da subjetividade vai ao encontro da crença em uma ciência não neutra. Propor iniciativas para um uso diferente do patrimônio natural (e não apenas como recurso natural) é um exemplo claro.

Por fim, é importante e urgente que a ciência geográfica, principalmente a geografia física, passe a se aproximar e se apropriar de metodologias quantitativas de avaliação do patrimônio natural. Trata-se também de uma maneira de legitimar e ampliar as propostas de conservação da paisagem.

Referências

- BORBA, A.W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, 38(1): 3-13. 2011.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: USP, 1972.
- BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage: Braga, 2005.
- FASSOULAS, C., MOURIKI, D., DIMITRIOU-NIKOLAKIS, P. & ILIOPOULOS, G. **Quantitative assessment of geotopes as an effective tool for geoheritage management**. *Geoheritage*, 4(3): 177-193. 2012.
- GRAY, M. 2004. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Wiley, Chichester, 448p.
- Gray, M. 2008. **Geodiversity: developing the paradigm**. *Proceedings of the Geologists' Association*, 119: 287-298.
- LIMA, F.F. **Proposta metodológica para inventariação do patrimonio geológico brasileiro**. 2008. 103f. Dissertação de Mestrado em Patrimonio Geológico e Geoconservação. Escola de Ciências. Universidade do Minho. Disponível em http://www.dct.uminho.pt/mest/pgg/docs/tese_lima.pdf. Acesso em: 04 de junho de 2014.
- NASCIMENTO, M. A. L., RUCHKYS, U. A., MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para proteção do patrimônio geológico**. Sociedade Brasileira de Geologia: Natal, 2008.
- PEREIRA, P.J.S. **Patrimônio Geomorfológico: conceitualização, avaliação e divulgação Aplicação ao Parque Natural de Montesinho**. Tese de Doutorado em Ciências: Área do conhecimento – Geologia. Universidade do Minho. 2006.
- ROMERO, A.G.; JIMÉNEZ, J.M. **El Paisaje en el Ámbito de la Geografía**. Cidade do México: UNAM, 2002.
- SHARPLES, C. 2002. **Concepts and principles of geoconservation**. Tasmanian Parks and Wildlife Service, electronic publication, 81p.

MAPEAMENTO GEOMORFOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ZENDRON – BLUMENAU – SC

GERSON LANGE FILHO¹

CLAUDINEI TABORDA DA SILVEIRA²

1 Universidade Federal do Paraná - UFPR - PPGGEO

gersonlange86@gmail.com

2 Universidade Federal do Paraná - UFPR - PPGGEO - DG - LAGEO

claudinei.ufpr@yahoo.com.br

Resumo

A utilização da geomorfometria em atividades de mapeamento pode ser orientada por diferentes metodologias, destacando-se as técnicas de inferência espacial que visam identificar distintas unidades de relevo na paisagem por meio da análise digital do terreno. Entre essas técnicas destaca-se o mapeamento automatizado baseado na proposta de Weiss (2001), designada de Índice de Posição Topográfica, sendo esta derivada de um algoritmo que mensura a diferença entre a elevação de um ponto central e a média de elevação ao seu redor com um raio predeterminado de análise na paisagem, que por sua vez foi aplicado na classificação morfológica do relevo para a bacia hidrográfica do Zendron, situada no bairro Valparaíso, região sul do município de Blumenau - SC, na escala 1:10.000. Visando encontrar a melhor janela, foram empregadas janelas retangulares amostrais de distintos tamanhos, 7x7 e 21x21, correspondendo ao raio de análise de 35 e 105 metros, respectivamente. Sobre os resultados foram aplicados diferentes intervalos na discretização dos valores obtidos. Os resultados se mostraram interessantes, destacando-se a adoção dos intervalos com valores de dois desvios padrões para os dois tamanhos de 2 janelas. A janela retangular composta por 21 pixels foi a que apresentou maior semelhança com a topografia local. Por fim, cabe ressaltar que o uso de mapeamento automatizado poder ser utilizado em diversas áreas das geociências, principalmente na cartografia geomorfológica, pois torna-se uma proposta menos onerosa.

Palavras-chave: Análise digital do terreno. Geomorfometria, Inferência espacial.

Abstract

The use of geomorfometria in mapping activities can be driven by different methodologies, spatial inference techniques of highlighting the aim of identifying distinct relief units in the landscape through the digital terrain analysis. These techniques highlight the automated mapping based on the proposal of Weiss (2001), designada Topographic Position Index, which is derived from an algorithm that measures the difference between the elevation of a central point and the average elevation of around with a predetermined radius of analysis in the landscape, which in turn was applied to the morphological relief rating for the watershed of Zendron, located in the Valparaíso district, southern

city of Blumenau - SC, scale 1: 10,000. In order to find the best window, sample rectangular windows of different sizes were used, 7x7 and 21x21, corresponding to the analysis of radius 35 and 105 meters, respectively. On the results were applied in different intervals discretization of values. The results were interesting, especially the adoption of intervals of two values standard deviations for the two sizes of 2 windows. The rectangular window consists of 21 pixels showed the similarity to the local topography. Finally, it should be noted that the use of automated mapping can be used in several areas of geosciences, mainly in geomorphological mapping, because it is a less costly proposal.

Key-words: digital terrain analysis; geomorphometry and spatial inference.

1. Introdução

O uso de técnicas e ferramentas no campo das geotecnologias, oriundas da evolução científica e tecnológica das últimas décadas, proporcionou a geomorfologia um amplo campo de aplicações em suas pesquisas, principalmente para apoiar a leitura, análise e interpretação das formas do relevo.

Um mapa geomorfológico deve considerar cinco variáveis imprescindíveis inerentes ao objeto de estudo da geomorfologia: morfometria; morfografia; morfogênese; morfodinâmica e a morfocronologia. Dessas variáveis, o mapeamento geomorfométrico consegue contemplar a primeira e possibilita a interpretação para a segunda. A geomorfometria é definida como a ciência da análise quantitativa da superfície terrestre (PIKE 2000). Guerra & Guerra (2011), corroboram com essa definição descrevendo que a geomorfometria pode ser compreendida como a medida das formas de relevo, ou seja, uma geomorfologia quantitativa.

A aplicação da geomorfometria em atividades de mapeamento permite a compartimentação morfológica do relevo por meio da integração de técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas - SIG, pois o uso de *software* SIG contempla ferramentas de derivação de dados morfométricos. A utilização da geomorfometria pode ser orientada por diferentes métodos, destacando-se as técnicas de inferência espacial que visam identificar distintas unidades de relevo na paisagem por meio da análise digital do terreno, que por sua vez, foi empregada na consecução do presente trabalho. Esse método é apoiado na proposta de Weiss (2001), que sugere o descritor do terreno TPI (*Topographic Position Index*), traduzido como IPT (Índice de Posição Topográfica).

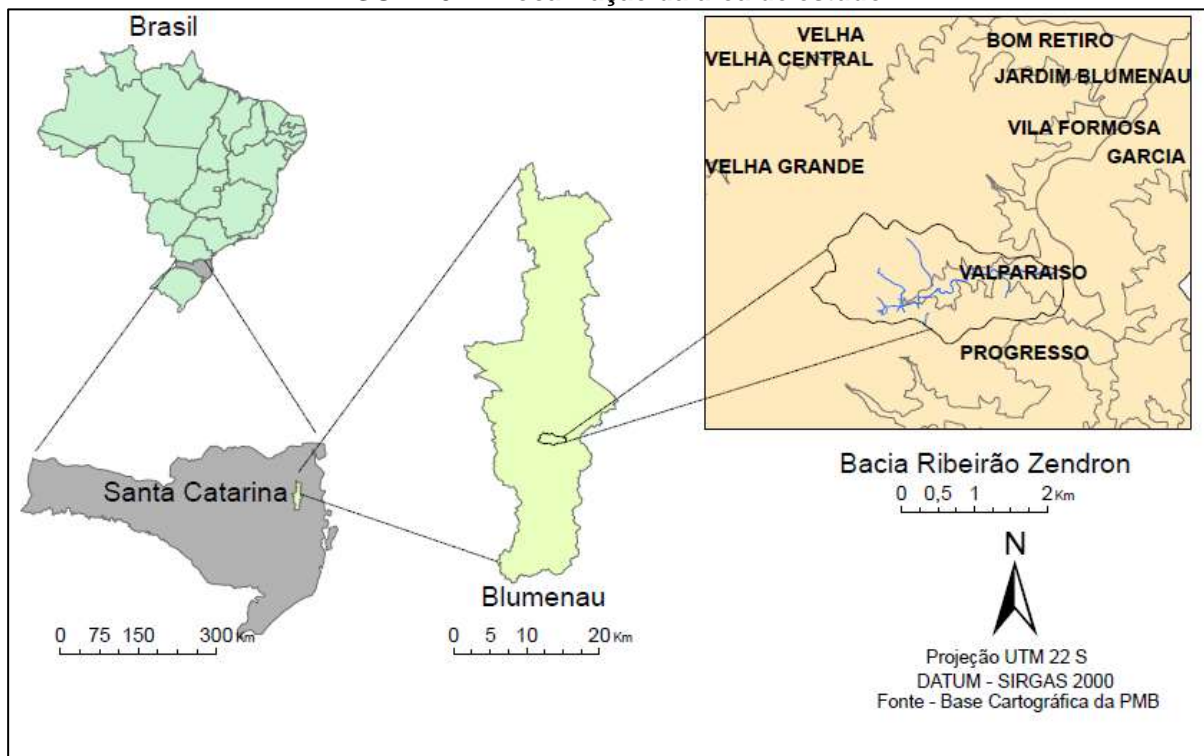
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Nesse sentido, essa proposta alternativa de mapeamento automatizado foi adotada visando a classificação morfométrica do relevo para a bacia hidrográfica do Zendron na escala 1: 10.000.

1.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do Zendron (figura 01) compreende uma área de 3,65 km². Está situada no bairro Valparaíso, região sul do município de Blumenau - SC. É composta por rochas da Formação Ribeirão do Bode e Ribeirão Carvalho (Basei *et al.*, 2011), ambas do Grupo Itajaí do Proterozóico Médio a Inferior e por depósitos sedimentares continentais Quaternários (CPRM, 1981), correspondentes aos aluviões do ribeirão Garcia, um dos afluentes do rio Itajaí-açú.

FIGURA 01 – Localização da área de estudo.



Organização: Lange (2015).

Em termos geomorfológicos a bacia encontra-se inserida nos domínios morfoestruturais dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos (IBGE, 2009), que por sua

vez contempla os domínios morfoesculturais representados pelos compartimentos das Serras do Leste Catarinense (IBGE, 2006).

2. Materiais e Métodos

A partir dos dados planialtimétricos na escala de 1:10.000 com isolinhas de 5 metros, e com base na proposição de Hengl (2006), foi adotada uma resolução espacial de 5 metros para a geração do MDT. O polinômio empregado no cálculo das derivadas direcionais para a declividade foi de Horn (1981), elaborado por meio de janelas móveis 3x3 no MDT.

Para a geração do mapa geomorfométrico foi adotada a técnica de mapeamento automatizado baseado na proposta por Weiss (2001), que utiliza dados de MDT e calcula para cada pixel a declividade e a diferença na elevação com os vizinhos, sendo que a partir destas variáveis é atribuída uma classe de relevo (planície, vale, planalto) a cada pixel da área de estudo. A proposta de Weiss (2001) é derivada de um algoritmo que mensura a diferença entre a elevação de um ponto central (Z_0) e a média de elevação (Z) ao seu redor com um raio predeterminado (R), expresso pela equação (1):

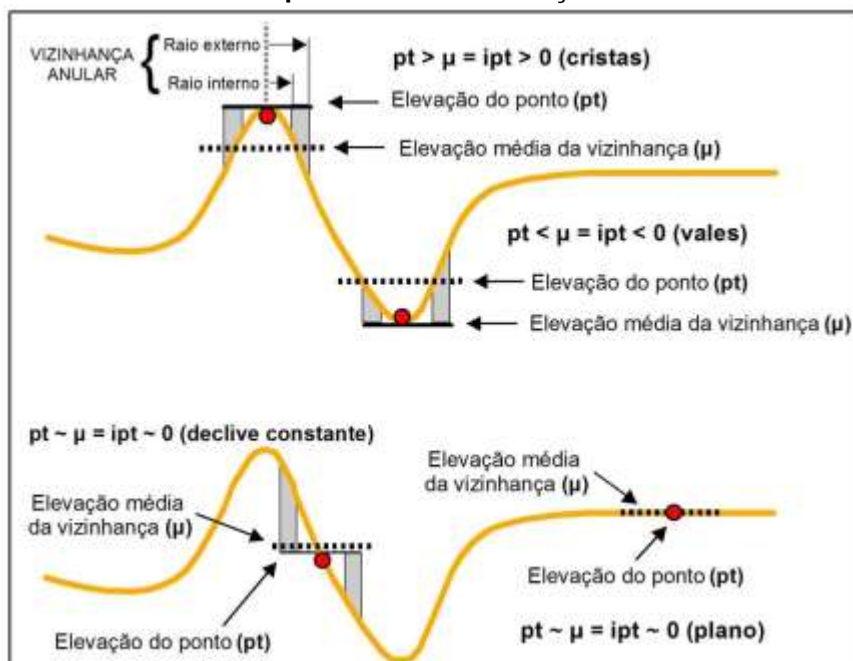
$$IPT = Z_0 - Z \quad \text{Equação (1)}$$

Conforme Weiss (2001), quando os resultados obtidos pelo IPT apresentam valores positivos, os mesmos representam locais que são mais elevados que a média do seu entorno, caracterizando, por exemplo, cristas e topos de morros. Para os locais mais rebaixados que a média de seu entorno, os valores serão expressos em negativo, caracterizando vales, linhas de talvegue ou depressões. As áreas planas, serão representadas por valores próximos de zero, sendo expressas por superfícies de declive constante. Esses exemplos podem ser verificados na figura 02.

Para reproduzir a proposta de Weiss (2001), foram empregadas janelas retangulares amostrais de distintos tamanhos, 7x7 e 21x21, correspondendo ao raio de análise de 35 e 105 metros, respectivamente. Essa reprodução foi gerada no uso do *software* ArcGis 10.2.2 (ESRI, 2014), onde foi gerado o mapa IPT com base nos

dados de entrada, aplicando o intervalo de 2 desvios padrões (a proposta original considera o intervalo de 01 desvio padrão) descritos na tabela 01.

FIGURA 02 - Valores do ponto central em relação a média da vizinhança.



FONTE: Weiss (2001).

TABELA 01 - Determinação das classes morfológicas adaptado de Weiss (2001).

Posição Topográfica	Parâmetros
Cristas e topos	> 2 desvio padrão
Vertentes Elevadas	> 0,5 e ≤ 2 desvio padrão
Vertentes Intermediárias	> -0,5 e < -0,5 desvio padrão; declividade < 5 °
Áreas planas	≥ -0,5 e ≤ -0,5 desvio padrão; declividade ≥ 5 °
Vertentes Inferiores e Vales em "U"	≥ -2 e < 0,5 desvio padrão
Vales em "V"	< -2 desvio padrão

3. Resultados e Discussões

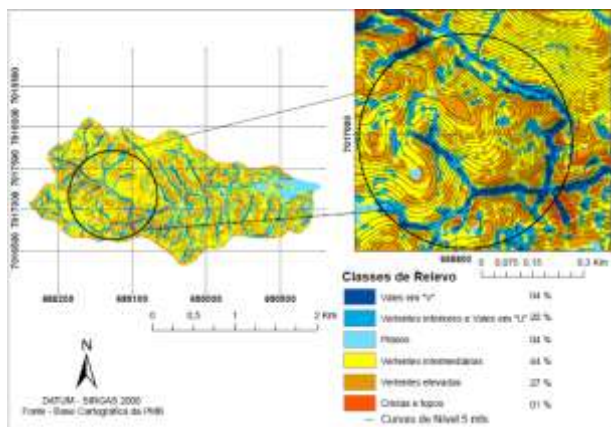
A representação de uma determinada feição ou morfologia do relevo, esta diretamente relacionada com o tamanho do pixel adotado para a geração do MDT, que por sua vez encontra-se relacionado com a tipologia das janelas amostrais: retangular (adotada no presente trabalho), circular, anelar (adotada na proposta

original) ou irregular, e seu respectivo tamanho de feixe de análise de vizinhança, gerado com os parâmetros descritos na tabela 01, resultará em um determinado raio de análise da paisagem. Verificou-se que o IPT é, portanto, dependente do fator de escala.

Os resultados gerados no presente trabalho possibilitaram analisar a classificação morfológica do relevo para a bacia hidrográfica do Zendron, adotando tamanhos distintos tanto para as janelas amostrais, como para os valores de desvio padrão.

Analisando a figura 03, constata-se que a classe de relevo com maior representatividade na área de estudo, é caracterizada pelas vertentes intermediárias (44%), seguida pela classe de vertentes elevadas (27%). Por outro lado, observa-se que apenas 04% da área é contemplada pela classe de relevo plano. Esses resultados são concordantes com a literatura local, assim com a realidade de campo, constatada na figura 04.

FIGURA 03 - Índice de Posição Topográfica. Janela amostra retangular: raio de 35 metros (07 pixels). Adotando um intervalo de valores igual a dois desvios padrões.



Organização: Lange (2015).

FIGURA 04 - Representação parcial da área de estudo. No canto superior direito da foto esta representada a classe de vertentes elevadas (E), e no inferior direito, a classe de vertentes intermediárias (I).

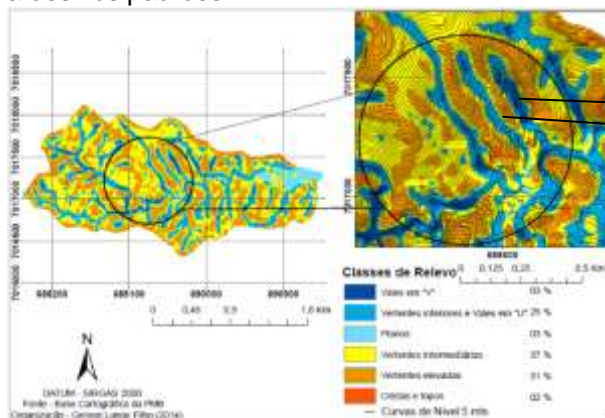


Organização: Lange (2015).

Para a janela amostral retangular 21 x 21, representada pelo raio de análise de 105 metros (figura 05), verificou-se, a exemplo da janela com 35 metros, que o intervalo de discretização mais adequado foi de duas vezes o valor de desvio padrão, pois o mesmo possibilita segmentar as classes de relevo com maior representatividade. Nesse sentido, destaca-se as classes vales em "V" e vertentes

inferiores/vales em "U", representando 03 e 25 %, respectivamente. Esses valores denotam as características presentes no compartimento geomorfológico denominado de Serras do Leste Catarinense, caracterizadas por controles estruturais, com média e alta dissecação de relevo (figura 06).

FIGURA 05 - Índice de Posição Topográfica. Janela amostral retangular: raio de 105 metros (21 pixels). Adotado um intervalo de valores igual a desvios padrões.



Organização: Lange (2015).

FIGURA 06 - Visão aérea parcial de vales em (V) em meio a vertentes elevadas (E) de alta declividade.



Organização: Lange (2015).

Analisando os resultados descritos do IPT, constata-se que a adoção dos intervalos com valores de dois desvios padrões, nas 02 janelas amostrais adotadas, teve uma maior correspondência com a realidade da topografia da área em foco, pois possibilitou uma maior representatividade da mesma. No que tange a adoção da janela mais adequada para representar as classes de relevo da bacia hidrográfica do Zendron, pode-se considerar que a janela retangular contemplada por 21 pixels (figura 05), correspondente a análise de 105 metros de área, apresentou os resultados mais satisfatórios, haja vista a resolução do MDT empregada no presente estudo (05 metros), bem como pela semelhança das classes de relevo existentes na bacia e constatadas a campo (figura 06). Esta janela demonstrou na compartimentação do relevo, unidades mais homogêneas e contínuas na transição das classes adotadas, fato que possibilitou uma maior fidedignidade com as curvas de nível da base cartográfica da área de estudo, e principalmente com a realidade verificada em campo.

4. Considerações Finais

Dessa maneira, destaca-se que essa tentativa mostrou-se interessante, pois correspondeu com a realidade das classes de relevo existentes na área enfatizando que o uso de mapeamento automatizado poder ser utilizado em diversas áreas das geociências, principalmente na cartografia geomorfológica, pois torna-se uma proposta menos onerosa, otimizando-a principalmente em locais de difícil acesso.

Referências

- BASEI, M. A. S; DRUKAS, C. O; NUTMAN, A. P; WEMMER, K; DUNYI, L; SANTOS, P. R; PASSARELLI, C. R; CAMPOS, N. M. C; SIGA JR, O; OSAKO, L. The Itajaí foreland basin: a tectono-sedimentary record of the Ediacaran period, Southern Brazil. **International Journal of Earth Sciences**, V. 100, n. 2-3, p. 543-569. 2011.
- CPRM, 1981. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Folha Blumenau, SG.22-Z-B-IV-4. Projeto Timbó-Barra Velha**. Brasília: CPRM. 1981.
- ESRI. **ArcGis, Spatial Analyst, 3D Analyst**. Versão 10.2.2 Environmental Systems Research Institute, 2014.
- GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Bertrand Brasil, 9 ed. Rio de Janeiro, 648p, 2011.
- HENGL, T. Finding the right pixel size. **Computers & Geosciences**. New York, v. 32, n. 9, p. 1283-1298, Nov. 2006.
- HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. **Proceedings of the IEEE**, n. 69, v. 01, p. 14-47, 1981.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil**. 2º ed. Rio de Janeiro: IBGE 2006. Projeção Policônica Escala: 1:5.000000.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2º Ed. (Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais) **Manual Técnico de Geociências nº 5**. Rio de Janeiro: IBGE 2009. 182 p.
- PIKE, R. J. Geomorphometry - diversity in quantitative surface analysis. **Progress in Physical Geography** 24 (1), 1–20., 2000.
- WEISS, A.D. **Topographic Position and Landforms Analysis**. The Nature Conservancy, Northwest Division, Seattle, WA. 2001.

MAPEAMENTO DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLANÍCIE COSTEIRA DO ESTADO DO PIAUÍ

RONEIDE DOS ANTOS SOUSA¹
GUSTAVO SOUZA VALLADARES²

¹Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH/PPGGEO
roneide_2@hotmail.com

²Universidade Federal do Piauí – UFPI/DGH/PPGGEO
valladares@ufpi.edu.br

Resumo

Os estudos geológicos apresentam informações mais remotas sobre a formação, a evolução e a estabilidade terrestre, e auxiliam muito na construção dos cenários passados e atuais. As unidades geológicas da planície costeira do estado do Piauí caracterizam-se pela ocorrência de sedimentos terciários do Grupo Barreiras, e por sedimentos reportados do período quartenário. Dessa forma, este artigo objetiva identificar as unidades dos depósitos sedimentares da planície costeira piauiense. O mapeamento foi realizado a partir da interpretação de imagens dos mosaicos Landsat OLI 8, da definição das quebras de relevo, feições onde ocorrem os contatos litológicos, geradas automaticamente dos dados SRTM e com base nas informações bibliográficas e mapeamentos já existentes CPRM (2006), Cavalcanti (1996, 2000), RADAM (1981) entre outros. Como resultados foram identificadas 10 unidades: Delta e canais Fluviais, Depósitos eólicos não vegetados, Depósitos aluviais de planície de inundação, Depósitos flúvio marinhos, Depósitos eólicos vegetados, Depósitos flúvio lacustres, Paleodunas, Depósitos marinhos e eólicos, e por fim o Grupo Barreiras. Contudo o método de geoprocessamento e sensoriamento remoto se mostraram eficazes na delimitação das unidades.

Palavras-chave: Depósitos Quaternários. SIG. Planície Costeira

Abstract

Geological studies have remote information about the formation, evolution and terrestrial stability, and greatly assist in the construction of past and current scenarios. The geological units of the coastal plain of Piauí state characterized by the occurrence of Tertiary sediments of the Barreiras Group, and reported sediments of the quaternary period. Thus, this article aims to identify the units of the sedimentary deposits of Piauí coastal plain. The mapping was carried out based on the interpretation of images of Landsat mosaics OLI 8, the definition of relief breaks, features occur where the lithological contacts, automatically generated from SRTM data and based on bibliographic information and mapping existing CPRM (2006) Cavalcanti (1996, 2000), RADAM (1981) among others. The results were identified 9 units: Delta and River, wind Deposits not vegetated channels, alluvial deposits of floodplain, marine fluvial deposits, vegetated wind deposits, lacustrine fluvial deposits, paleodunes, marine and wind deposits, and finally the Barriers Group. However the GIS and remote sensing method proved effective in the delimitation of the units.

Keywords: Quaternary deposits. SIG. Coastal Plain

1. Introdução

O ambiente costeiro, segundo Florenzano (2008), caracteriza-se por mudanças espaciais e temporais, estas que resultam na diversidade de feições geomorfológicas e geológicas de uma determinada área. Ainda segundo a autora, esse dinamismo costeiro é oriundo da interação complexa dos processos deposicionais e erosivos, a citar a ação das ondas, correntes de marés, correntes litorâneas e os fluxos de sedimentos advindos do sistema fluvial, além das ações antrópicas, estas que são responsáveis por mudanças significativas na paisagem natural desses ambientes.

Dessa forma, a caracterização e o estudo dos ambientes costeiros atuais e passados são de fundamental importância, pois além de reconstituir a história geológica do ambiente, fornece informações que podem propiciar intervenções que minimizem o impacto negativo para a sociedade e futuras gerações, sobretudo no que diz respeito à ocupação desordenada dessas áreas, bem como o intenso processo erosivo em praias do tipo arenosas, a exemplo das praias piauienses. (FLORENZANO, 2008).

2. Material e método

2.1 Localização da área de estudo

O estado do Piauí está localizado a oeste da região Nordeste do País, tem pouco mais de 2,5 milhões de habitantes distribuídos em uma área de 252.378,5 km², estabelecendo a menor densidade demográfica do Nordeste, da ordem de 10,6 habitantes por quilômetros quadrados. A população do Piauí representa 6% e 1,7%, respectivamente, da população do Nordeste e do Brasil. (IBGE, 2010)

A planície costeira do estado do Piauí está localizada na porção norte do litoral piauiense e no nordeste setentrional do Brasil. Apresenta uma linha de costa de 66 km no sentido Leste-Oeste, que vai desde a baía das Canárias (no Delta do

Parnaíba), até o limite com Ceará, na baía formada na foz dos rios Ubatuba e Timonha. No sentido sul-norte ela se localiza entre o Grupo Barreiras e o Oceano Atlântico. (BAPTISTA, 1975; FUNDAÇÃO CEPRO, 1996).

A zona costeira piauiense aparece como uma área de grande potencial turístico no qual vem sendo alvo de ocupação desordenada, especulação imobiliária, agropecuária entre outros. Incluídas nessas áreas encontra-se os municípios litorâneos de Parnaíba, Luís Correia, Cajueiro da Praia e Ilha Grande de Santa Isabel.

O recorte espacial da área de pesquisa se referente às folhas topográficas SUDENE/DSG Parnaíba (SA 24 Y-A-IV) e Bitupitá (SA 24 Y-A –V), ambas na escala 1:100.000, referentes as terras piauienses, localizadas entre as coordenadas UTM 9668000/182000 W e 9668000/250000.

O objeto em estudo ainda integra parte da Área de Proteção Ambiental (APA), do Delta do Parnaíba criada pela União através do Decreto de 28 de agosto de 1996, com grandes extensões de praias arenosas que formam diferentes paisagens de importância socioeconômica e ambiental o que justifica o desenvolvimento de atividades antrópicas em toda a planície costeira, a citar a pesca artesanal, o turismo, a extração mineral e vegetal, a aquicultura, e a urbanização.

2.2 Mapa dos depósitos sedimentares

Neste mapa foram identificados os depósitos sedimentares da planície costeira do Piauí. A análise das imagens de satélite, referentes à textura e coloração da imagem permitiu destacar a existência de diferentes unidades litológicas que pode ser diferenciada na paisagem costeira. Os trabalhos de campo permitiram o reconhecimento dos sistemas litológicos e pode completar as informações obtidas em gabinete.

O programa Arcgis 10.2 auxiliou na elaboração do mapa, pois através de seu plano de informação temático, permitiu identificar a área que cada unidade litológica ocupa em relação planície costeira do Piauí. Foram identificadas as unidades: Delta e canais Fluviais, Depósitos eólicos não vegetados, Depósitos aluviais de planície de

inundação, Depósitos flúvio marinhos, Depósitos eólicos vegetados, Depósitos flúvio lacustres, Paleodunas, Depósitos marinhos e eólicos e Grupo Barreiras.

3. Resultados e discussão

Os estudos geológicos apresentam informações mais remotas sobre a formação, a evolução e a estabilidade terrestre, e auxiliam muito na construção dos cenários passados e atuais. Essas informações servem para análise dos tipos e da dinâmica superficial dos terrenos. Elas subsidiam as interpretações sobre o relevo, solo e processos de erosão, entre outros dados. Além disso, podem demonstrar a capacidade de suporte e ações humanas sobre o meio físico. (SANTOS, 2004)

As unidades litoestratigráficas da planície costeira do estado do Piauí caracteriza-se pela ocorrência de sedimentos terciários do Grupo Barreiras, e por sedimentos reportados do período quaternário, estes representados pelas dunas e aluviões, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Unidades Litoestratigráficas da planície costeira do Piauí.

Era	Período	Unidades litoestratigráficas	Litologia	Morfogênese
Cenozóico	Quaternário	Aluviões	Areias, Argilas e Cascalhos/Diatomitos	Acumulação - A
		Dunas Móveis	Areias esbranquiçadas, quartzosas, finas a média/Eólico Litorâneo e Flúvio Marinho	Acumulação - A
			Dunas estabilizadas	Areias finas a média, coloração de cinza claro a alaranjado no topo e avermelhada na base/Eólico Litorâneo.
	Terciário	Grupo Barreiras	Arenitos argilosos, coloração variegada (tons avermelhados, amarelos e esverdeados, granulação fina a média)	Dissecação – D

Fonte: CAVALCANTI, 1996

O período terciário está representado pelo Grupo Barreiras. Sua gênese está vinculada inicialmente a mudanças climáticas com alternâncias de glaciações (regressão marinha) e interglaciações (transgressão marinha). Em 1902, coube a

Branner a primeira utilização da terminologia Barreiras, para nomear as camadas sedimentares expostas nos tabuleiros da costa atlântica nordestina. Inicialmente, essa denominação tinha apenas um caráter morfológico, adquirindo conotação estratigráfica, sendo que a partir de Moraes Rêgo (1930), que ao estudar sedimentos terciários da Amazônia, correlacionou-os com aqueles aflorantes no litoral do Nordeste, denominando-os de série Barreiras, termo também adotado por Oliveira e Leonardo (1943). (MORAES FILHO, 1999)

De acordo com Moraes Filho (1999) foi Oliveira e Andrade Ramos (1956) que nomearam esses sedimentos de formação Barreiras, nomenclatura utilizada posteriormente por Kegel (1957), que ressaltou a presença de uma unidade basal formada por camadas caulínicas, a que chamou de formação Infra Barreiras. Bigarella e Andrade (1964), citado por Moraes Filho (1999) afirma que a partir de observações realizadas próximo a Recife, propuseram a elevação da formação Barreiras à categoria de grupo, composto pelas formações Guararapes (basal) e Riacho Morno.

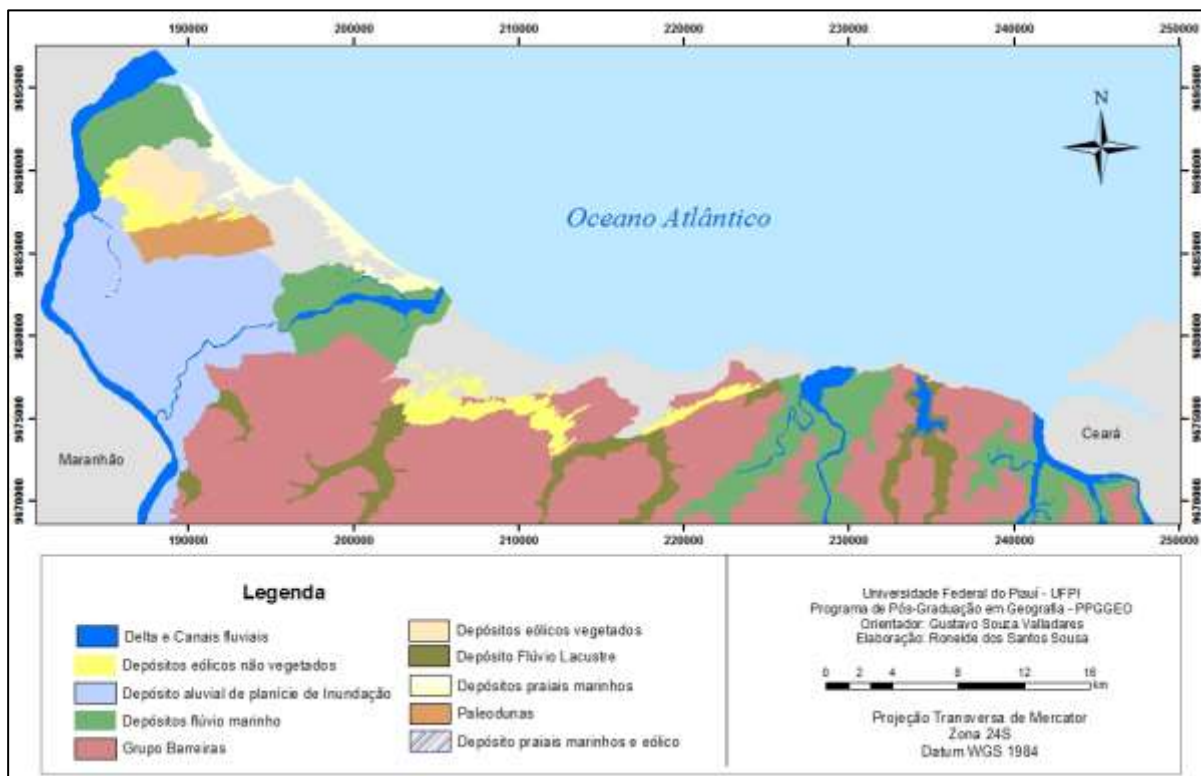
Dessa forma, esta unidade apresenta-se como uma faixa alongada de largura variável disposta paralelamente à linha de costa atual. É formada por sedimentos Tércio-quadernários mal selecionados, de textura areno-argilosa e coloração avermelhada, creme ou amarelada, muitas vezes apresentando um aspecto mosqueado. Forma um relevo tabular, com suave inclinação em direção ao litoral. Essas formações são interrompidas pelos estuários dos rios que atingem o litoral. A posição estratigráfica dessa unidade encontra-se sobreposta, discordantemente, a superfície de erosão das rochas pré-cambrianas do embasamento e sotopostas, na região litorânea, aos depósitos eólicos. (RADAMBRASIL,1981)

O Período Quaternário é caracterizado por sedimentos mais recentes nos quais correspondem: **Delta e canais Fluviais-** Esta unidade corresponde ao delta do Parnaíba, este que traz um grande volume de sedimentos, sua origem é resultado da ação combinada dos agentes fluviais, bem como a ação das ondas marés e correntes marítimas, esta unidade corresponde, também, a drenagem da planície litorânea a citar o rio Igarçu, Cardoso, Camurupim e o Carpina. **Depósitos marinhos e eólicos** – Esta unidade corresponde a uma área plana resultante de

acumulação marinha, onde comporta praias, canais de maré, cristas de praia, restingas, ilhas barreira. Ocorre nas baixadas litorâneas sob a influência dos processos de Agradação marinhas. Corresponde, também, a áreas de planícies eólicas representadas por áreas aplanadas entre as dunas constituídas de sedimentos eólicos em laminações lisas, bem como estratificações cruzadas truncadas entre as dunas ativas.

Depósitos eólicos não vegetados – Esta unidade corresponde aos campos de dunas móveis cuja forma varia em função do estoque de sedimentos fornecidos por um sistema fluvial ou costeiro e do regime de ventos. A forma mais comum encontrada no litoral piauiense são as do tipo barcanas, são formadas por neossolo quartzarênico. **Depósitos eólicos vegetados**- Esta unidade corresponde a áreas de depósitos eólicos onde são encontradas dunas estabilizadas por vegetação, podendo ser encontradas próximas as áreas de dunas móveis e no interior da planície costeira. **Paleodunas** – Esta unidade corresponde a área de antigas dunas agora estabilizadas e com processo de Pedogênese avançado. Mapa 1.

Mapa 1 – Unidades Geológicas da Planície Costeira do Piauí.



Depósitos aluviais de planície de inundação – Esta unidade corresponde a áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagadas, comportando meandros abandonados e cordões arenosos. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial, contendo material fino a grosseiro, pleistocênico e holocênico. Apresentam areias, argilas e calcário em sua composição. **Depósitos flúvio marinhos** -Esta unidade corresponde a uma área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha sujeita a inundações periódicas, apresenta areias, argilas e calcário/ sedimentos de conchas e matéria orgânica. **Depósitos flúvio lacustres**- Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre. Ocorre em setores sob o efeito de processos combinados de acumulação fluvial e lacustre, sujeitos a inundações periódicas com barramentos, formando os lagos. **Depósito praias e marinhos**- corresponde aos depósitos junto à atual linha de costa o que forma às faixas de praias com superfície arenosa de acumulação marinho rasa, constituído por areias quartzosas de coloração acinzentada. **Grupo Barreiras**- corresponde ao embasamento da Planície Costeira.

4. Considerações finais

A partir do mapeamento geológico foi possível determinar que as nove unidades mapeadas na planície costeira piauiense são reflexos de morfoestruturas, vinculadas aos processos de morfoesculturação quaternária, com o surgimento de grandes áreas de acumulação sedimentar. As metodologias empregadas no mapeamento geológico se mostraram eficientes, na medida em que os resultados pretendidos foram alcançados. Contudo, este trabalho forneceu subsídios, mas sem esgotá-los, para o conhecimento dos depósitos sedimentares da planície costeira piauiense.

Referências

- BAPTISTA, J. G. **Geografia física do Piauí**. 2. ed. Teresina, 1975. 150 p.
CAVALCANTI, A. P. B. (1996). **Caracterização e análise das unidades geoambientais na planície deltaica do rio Parnaíba / PI**. Dissertação de mestrado. Rio Claro: UNESP / em Geografia UNESP/Associação de Geografia Teorética AGETEO, 59-78.
Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). **Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>



**Territórios Brasileiros: Dinâmicas,
Potencialidades e Vulnerabilidades**
28 de junho a 04 de julho de 2015
Teresina - Piauí

CAVALCANTI, A. P. B. **Impactos e Condições Ambientais da Zona Costeira do Estado do Piauí.** Tese de doutorado. Rio Claro: UNESP/IGCE, 2000
CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência:** IBGE, 2010.
FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
MORAES FILHO, J.C.R.; MELLO, R.C.; SAADI, A. Geologia. Projeto Porto Seguro/Santa Cruz Cabrália. Salvador: CPRM-SUREG/SA. 1999.
RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**, 21-23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1981.
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Mapa Geológico do Piauí.** Teresina: [s.n.], 2006.

Agradecimentos

Financiamento de Bolsa de Mestrado CAPES/FAPEPI - CNPQ- Edital Universal

USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MONITORAMENTO DA EXPANSÃO URBANA NA ZONA SUL DO PARQUE NACIONAL MÉDANOS DE CORO - VENEZUELA

DANIEL OVIDIO LIZCANO SANTIAGO¹
ROBERTA ARAUJO MADRUGA²

1 Instituto Nacional de Parques da Venezuela - INPARQUES
daniel_lizcano@hotmail.com

2 Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/PPGCEO
robertamadruga@yahoo.com.br

Resumo

A expansão urbana é um processo que se reflete em cidades de todo o mundo, e para poder antever os efeitos negativos do processo desta expansão sobre o meio ambiente, as geotecnologias são ferramentas de fundamental importância. Neste caso, as geotecnologias representam uma oportunidade para prevenir e mitigar dinâmicas insustentáveis das atuais formas de crescimento desordenado da população. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo analisar a expansão urbana na zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro na Venezuela, através de uma análise multitemporal, fazendo o uso de geotecnologias. Sendo assim, é necessário observar em detalhe o crescimento das áreas urbanas e suas consequências dentro de uma área protegida, em prol de fortalecer as ferramentas de avaliação em diagnósticos de estudos elaborados nas áreas de preservação. A metodologia empregada se deu através do processamento, no software SPRING versão 4.3.3, de imagens do satélite Landsat, sensores TM e ETM+, dos anos 1991, 2001 e 2011. Como resultado foram obtidos os mapas de uso e cobertura do solo da zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro, para os três anos analisados. Foi concluído que a mudança mais notável mostra o constante aumento da área urbana em relação aos demais usos analisados.

Palavras-chave: Análise multitemporal. Áreas protegidas. Uso e cobertura do solo.

Abstract

The urban sprawl is a process that reflects in cities around the world, and to be able to anticipate the negative effects of the process of expansion on the environment, the geotechnologies are extremely important tools. In this case, the geotechnologies represent an opportunity to prevent and mitigate unsustainable dynamics of current forms of disordered population growth. In this sense, this study aims to analyze the urban sprawl in the south of Médanos de Coro National Park in Venezuela, through a multi-temporal analysis, using geotechnologies. So it is necessary to observe in detail the growth of urban areas and its consequences inside a protected area, in favor of strengthening the evaluation tools in diagnostic studies produced in the protected areas. The methodology was conducted by processing, in the SPRING software version 4.3.3, by satellite images, Landsat TM and ETM + sensors, the years 1991, 2001 and 2011. As a result were obtained three land use and land

cover maps of the southern zone Médanos de Coro National Park. It was concluded that the most notable change shows the steady increase in the urban area compared to other analyzed uses.

Key-words: Multi-temporal analysis. Protected áreas. Land use and land cover.

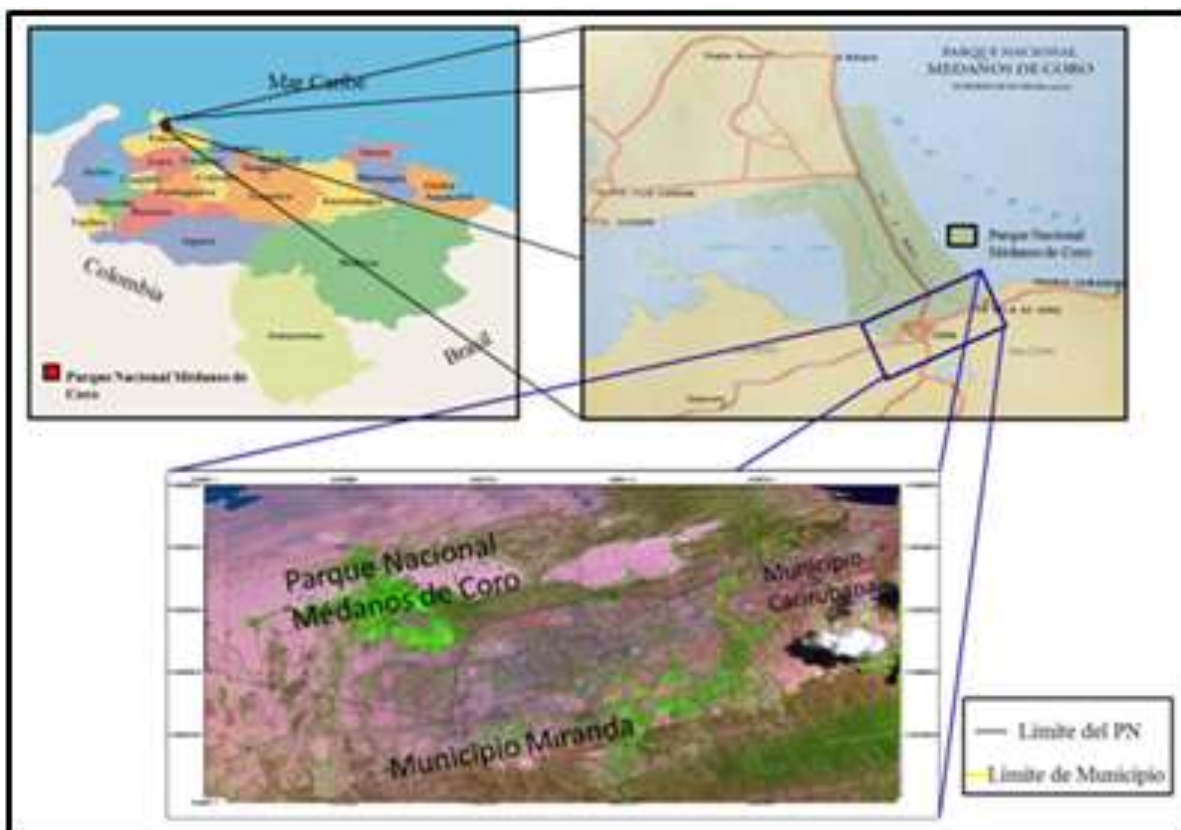
1. Introdução

No contexto geográfico a expansão urbana é um processo que se reflete em cidades de todo o mundo, não só há uma grande repercussão no aumento da população urbana como também nos processos de mudanças de uso e cobertura do solo, causando muitas vezes consequências irreversíveis em termos ambientais. É necessário destacar que, para poder antever os efeitos negativos do processo de expansão urbana sobre o meio ambiente, as geotecnologias representadas aqui pelo Sistema de Informação Geográfica, sensoriamento remoto e Sistema de Navegação Global por Satélite, são ferramentas de fundamental importância. As geotecnologias representam uma oportunidade para prevenir e mitigar as dinâmicas insustentáveis das atuais formas de crescimento desordenado da população.

O processo de urbanização na maioria das cidades da Venezuela está aumentando com grande intensidade, o que gera problemas tanto de cunho social quanto ambiental, neste caso a ocupação de espaços naturais de alto valor ecológico está regulado pelo Sistema Nacional de Parques. Este sistema possui amostras representativas de ecossistemas, paisagens e grande parte da diversidade ambiental e territorial do país, que se encontram em estado natural, cuja administração permite um manejo integrado para sua preservação. As áreas de proteção legal do Estado, como é o caso da área de estudo deste trabalho, que é delimitada pela zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro e parte dos municípios de Miranda e Carirubana do estado Falcón (Figura 1), devem limitar os usos públicos, permitindo sua proteção absoluta para as gerações presentes e futuras. Nestas áreas podem ser desenvolvidas atividades controladas, como pesquisas científicas, monitoramento ambiental, educação e recreação, contribuindo diretamente com o melhoramento da qualidade de vida dos habitantes e povoados que as circundam.

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo analisar a expansão urbana na zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro na Venezuela, através de uma análise multitemporal, fazendo o uso de geotecnologias. Portanto, é necessário observar em detalhe o crescimento das áreas urbanas e suas consequências dentro de uma área protegida, em prol de fortalecer as ferramentas de avaliação em diagnósticos de estudos elaborados nas áreas de preservação.

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Dávila e Faría (2009) destacam que conhecer as características da população que se encontra assentada no referido parque permitirá incorporar à gestão ambiental variáveis sociais para compreender que a conservação e proteção do parque transcendem o contexto biológico e, dependem diretamente da influência do ser humano que nele habita ou que se encontra em áreas adjacentes.

2. Metodologia

Para atingir o objetivo proposto foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagem 1: sensor TM/Landsat-5, órbita-ponto 006-052, data: 16-08-1991;
- Imagem 2: sensor TM/Landsat-5, órbita-ponto 006-052, data: 02-07-2001;
- Imagem 3: sensor ETM+/Landsat-7, órbita-ponto 006-052, data 01-04-2011;
- Arquivos em formato shapefile contendo informações do Parque Nacional Médanos de Coro e dos municípios do estado Falcón da Venezuela, obtidos do projeto “Asistencia Técnica para la Revisión de los Planes de Ordenamiento y Reglamento de Uso de los Parques Nacionales Médanos de Coro y Juan Crisóstomo Falcón en la Sierra de San Luís”.

Foi utilizado o software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas), na versão 4.3.3 com a finalidade de realizar o tratamento e processamento dos materiais.

A primeira etapa do trabalho se deu através da importação das bandas 3, 4 e 5 das imagens em formato TIFF e dos arquivos em shapefile para o software SPRING 4.3.3. Foi criado um Banco de Dados e um Projeto no qual se definiu a área de interesse como sendo a zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro e parte dos municípios de Miranda e Carirubana do estado Falcón, totalizando uma área de aproximadamente 23.000 ha. Posteriormente, foi realizada a segmentação de cada imagem, o método utilizado foi o crescimento por regiões, em que foram feitas diversas provas, com a finalidade de definir o melhor limite de similaridade e área de pixel. Logo em seguida, aplicou-se a técnica de classificação digital supervisionada, utilizando o algoritmo Distância de Bhattacharrya, com limite de aceitação de 99,9%.

Por último, a imagem matricial obtida foi submetida à interpretação visual, para a edição das classes que apresentaram confusão pelo classificador digital, baseada nas imagens das diferentes épocas, e também do conhecimento prévio da área em estudo. Desta forma, se obteve o mapa de uso e cobertura do solo da zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro dos anos de 1991, 2001 e 2011, permitindo monitorar as mudanças na mancha de ocupação urbana e calcular as áreas de cada classe obtida.

Figura 3 - Mapa de uso e cobertura do solo do Parque Nacional Médanos de Coro de 2001.

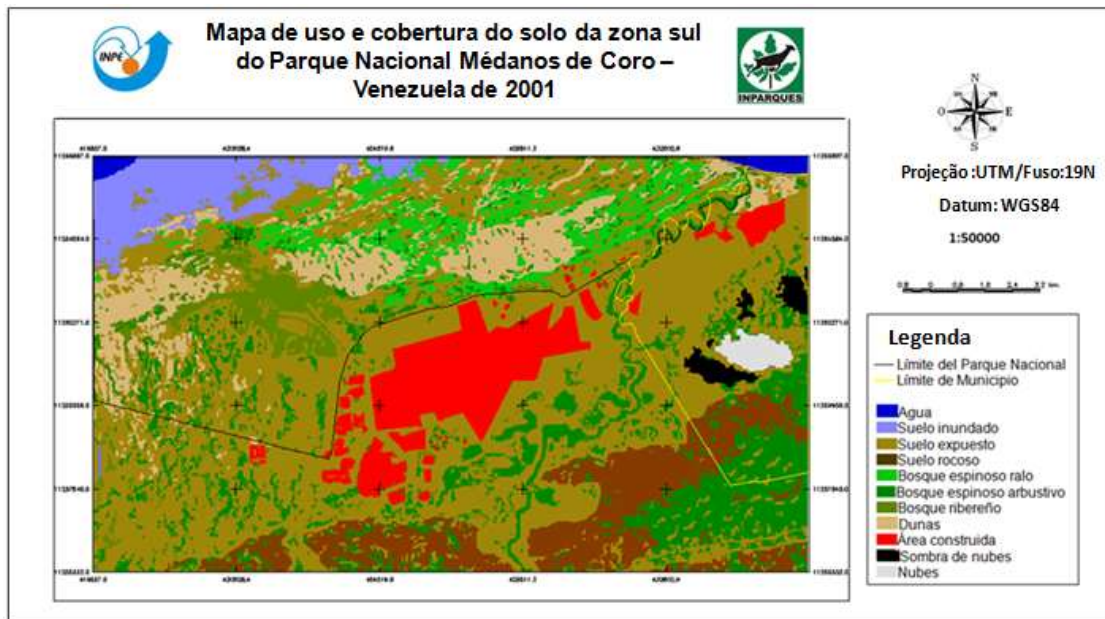
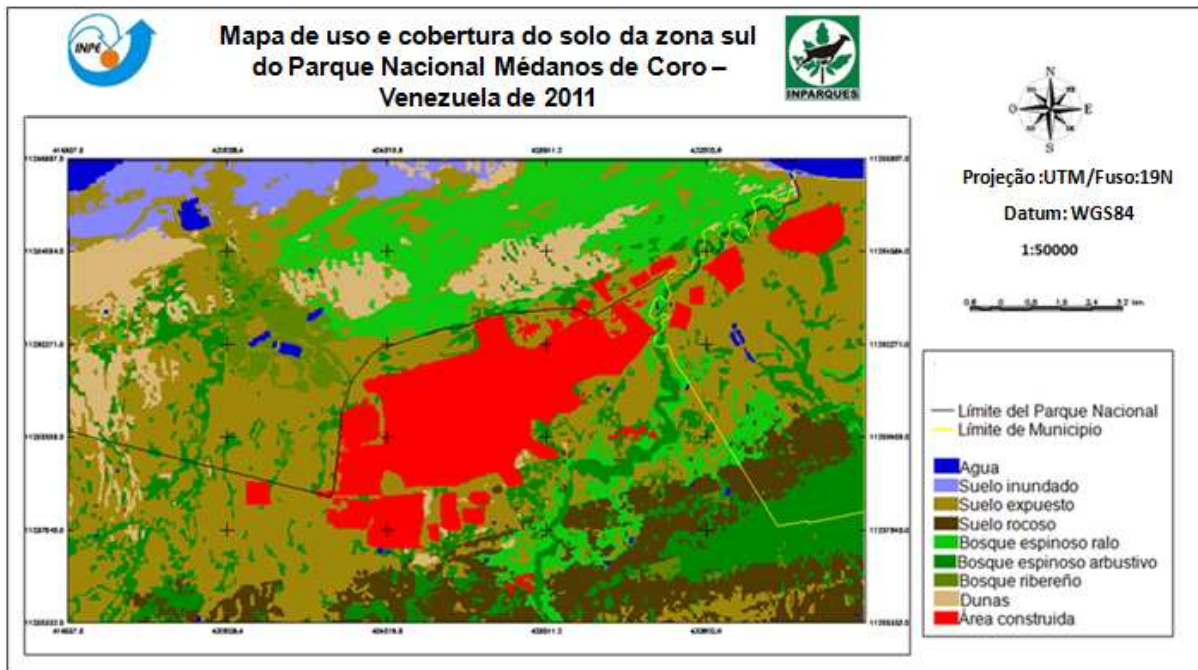


Figura 4 - Mapa de uso e cobertura do solo do Parque Nacional Médanos de Coro de 2011.



Com base na classificação digital das imagens foi possível definir 11 classes temáticas para o ano de 1991, 13 para o ano de 2001 e 11 classes para 2011, como destaca o Quadro 1.

Quadro 1 - Definição das classes temáticas.

Classes temáticas	Ano 1991		Ano 2001		Ano 2011	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Água	142,00	0,62	140,00	0,61	270,00	1,17
Solo inundado	1.045,00	4,55	1.128,00	4,91	815,00	3,54
Solo exposto	12.316,00	53,58	9.927,00	43,18	8.077,00	35,11
Solo rochoso	2.613,00	11,37	1.993,00	8,67	2.331,00	10,13
Bosque espinoso ralo	420,00	1,83	1.259,00	5,48	3.038,00	13,20
Bosque espinoso arbustivo	2.514,00	10,94	3.382,00	14,71	3.278,00	14,25
Mata ciliar	304,00	1,32	1.129,00	4,91	722,00	3,14
Dunas	2.410,00	10,48	1.932,00	8,40	1.762,00	7,66
Area construida (urbana)	1.224,00	5,32	1.743,00	7,58	2.715,00	11,80
Sombra de nuvens			198,00	0,86		
Nuvens			157,00	0,68		
Area total	22.988,00	100,00	22.988,00	100,00	23.008,00	100,00

Como pode-se observar a mudança mais notável mostra o constante aumento da área urbana em relação aos demais usos. Sendo assim, o crescimento populacional observado se deve, fundamentalmente, à expansão da urbanização no Parque Nacional Médanos de Coro, e mostra um dos fenômenos mais importantes: o despovoamento progressivo das áreas centrais e o aumento massivo na periferia urbana e semirural, em alguns lugares da Venezuela.

4. Considerações finais

Em primeiro lugar é necessário destacar que a partir das imagens de satélite foi possível verificar as diferenças no comportamento da interação da radiação eletromagnética com os diversos tipos de objetos na superfície da área de estudo.

A partir dos resultados obtidos através da elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo da zona sul do Parque Nacional Médanos de Coro e da análise da mesma área em diferentes momentos, constatou-se que ocorreram diversas

alterações nos padrões de uso e cobertura do solo, destacando a expansão da ocupação urbana, a vegetação e o deslocamento de dunas, que ocorreram no período compreendido entre os anos 1991 e 2011.

Recomenda-se que sejam realizadas algumas ações de caráter preventivo e de curto prazo, com o propósito de solucionar a problemática observada ou minimizar os impactos existentes. Como sugestão pode ser aplicada a proibição de novos assentamentos, através do controle e monitoramento contínuos pelos órgãos responsáveis, especificamente na área metropolitana de Coro e nos conjuntos habitacionais presentes dentro do limite do Parque Nacional Médanos de Coro.

Referências

- ALVES, C. D.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; SOUZA, I. D. M. **Análise Orientada a Objeto no Mapeamento de Áreas Urbanas com Imagens Landsat**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 15, n. 5, p.120-141, 2009. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/index.php/bcg/article/13904>>. Acesso em: 27 out. 2011.
- BAZI, Y.; BRUZZONE, L.; MELGANI, F. **An unsupervised approach based in the generalized Gaussian model to automatic change detection in multitemporal SAR images**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 43, n. 4, 2005.
- CAPEL, H. **La definición de lo Urbano**. Edición electrónica de trabajos publicados sobre Geografía y Ciencias Sociales. Reproducido por Estudios Geográficos de Geo crítica. n. 138-139. 1975. p. 265-301. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/sv-33.htm>> Acesso em: 07 nov. 2011.
- DÁVILA, M.; FARÍA, I. **“Asistencia Técnica para la Revisión de los Planes de Ordenamiento y Reglamento de Uso de los Parques Nacionales Médanos de Coro y Juan Crisóstomo Falcón en la Sierra San Luís”**: Revisión del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional Médanos de Coro. Caracas. 2009. 492 p.
- GÁMEZ, N.; NAVEDA, J.; CARRERO, W. **Beneficios Más Allá de las Fronteras. Gestionando Parques Nacionales (Áreas Naturales Protegidas)**. Caracas. INPARQUES, 2007.
- INSTITUTO GEOGRAFICO VENEZOLANO SIMON BOLIVAR (IGVSB). **Lectura e Interpretación de Mapas**. Programa Nacional de Catastro. 2011. Disponível em: <www.igvsb.gob.ve/web2010/documentos/manuales.pdf> Acesso em: 14 nov. 2011.
- SEGUNDO, M. **Plan de Manejo Parque Nacional Médanos de Coro**. INPARQUES, 1988.

CONJUNTO PAISAGÍSTICO DOS MONÓLITOS DE QUIXADÁ-CE: O MAPEAMENTO E O GERENCIAMENTO DO TERRITÓRIO A PARTIR DO GEOPROCESSAMENTO

CLÁUDIO ANTÔNIO VIEIRA DA SILVA¹

MURILO CUNHA FERREIRA²

1 Superintendência do IPHAN no Ceará - Iphan/CE

claudioavsilva@hotmail.com

2 Superintendência do IPHAN no Ceará - Iphan/CE

murilo.ferreira@iphan.gov.br

Resumo

Algumas paisagens naturais encontram-se muito próximas de centros urbanos e, por conta disso, sofrem as pressões no processo de urbanização e do crescimento das cidades. Muitas dessas cidades contam com planos diretores defasados e mal elaborados que se tornam instrumentos incapazes de gerir de modo adequado o ordenamento do território. Tal aspecto pode ser observado, por exemplo, no município de Quixadá, localizado na mesorregião do Sertão Central do Estado do Ceará. Este município detém grande concentração de maciços residuais, os *inselbergs*, que se destacam na paisagem do Sertão Central cearense. Devido à excepcional beleza e a unicidade do conjunto, os *inselbergs* foram tombados pelo IPHAN, recebendo o nome de “Conjunto Paisagístico dos Serrotes de Quixadá”. Apesar de os *inselbergs* estarem sobre proteção da legislação específica, a sua gestão não é efetiva. Dessa forma, o geoprocessamento seria uma alternativa a ser considerada no apoio a gestão dos bens tombados. Assim, o objetivo do artigo foi mapear os *inselbergs* de Quixadá, a fim de dar subsídios no gerenciamento do território. Para isso foram realizadas três etapas: 1) coleta dos dados; 2) visitas *in loco* e 3) elaboração do mapeamento. Os mapas confeccionados permitiram uma visão mais próxima da realidade e podem, inclusive, ser subsídios para apoiar na revisão do Plano Diretor.

Palavras-chave: Inselbergs. Geoprocessamento. Quixadá.

Abstract

Some natural landscapes are so close to urban centres and, for that reason, suffer the pressures in the process of urbanization and the growth of cities. Many of these cities have lagged and ill-elaborated masterplans that become unable to manage instruments properly planning. This aspect can be observed, for example, in the city of Quixada, in the Northeast region of the Central Interior of Ceará. This town holds great concentration of residual mass, the *inselbergs*, that stand out in the landscape of the Sertão Central cearense. Due to the exceptional beauty and uniqueness of the set, the *inselbergs* were tumbled by IPHAN, receiving the name of “Conjunto Paisagístico dos Serrotes de Quixadá”. Although the *inselbergs* are about securing the legislation specifies, its management is not effective. In this way, the GIS would be an alternative to consider in supporting the management of registered properties. Thus, the objective of the article was to map the *inselbergs* of Quixada, in order

Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Fisica Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

to give grants in the management of the territory. To this were carried out three steps: 1) data collection; 2) visits *in loco* and 3) elaboration of the mapping. The maps made allowed a closer look of reality and can even be subsidies to support the revision of the master plan.

Key-words: Inselbergs. GIS. Quixadá.

1. Introdução

Desde a instituição do instrumento do Tombamento pelo Decreto-Lei nº. 25, de 30/11/1937, que à proteção de edificações, paisagens e conjuntos históricos urbanos tem sido efetuada em âmbito nacional. Segundo o Arquivo Noronha Santos⁴, o Decreto-lei nº 25/37 normatizou na esfera federal o ato do tombamento, sendo este um dos instrumentos legais básicos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

O patrimônio material protegido pelo IPHAN, com base em legislações específicas, é composto por um conjunto de bens culturais que são classificados segundo sua natureza e agrupados em um dos quatro Livros do Tombo, a saber: arqueológico, paisagístico e etnográfico; histórico; belas artes; e das artes aplicadas. Salientando que um mesmo Bem pode ser inscrito em mais de um livro, dependendo da sua natureza e de suas características específicas. A seguir, na tabela abaixo esta disposta o quantitativo de bens tombados por Livro de Tombo e por região, onde alguns bens são numerados em mais de um livro inclusive.

Tabela 1. Divisão dos bens tombados por livro e região federativa

LIVRO DE TOMBO	BENS POR REGIÃO					TOTAL
	N	NE	CO	SE	S	
Arqueológico, paisagístico e etnográfico	07	37	08	52	15	119
Histórico	24	212	15	256	49	557
Belas artes	15	244	24	361	37	682
Artes aplicadas	-	04	-	-	-	04

Fonte: Adaptado do Arquivo Noronha Santos, 2014.

Dos 119 bens inscritos no livro de Tombo Arqueológico, Paisagístico e Etnográfico, 25 são paisagens naturais e praticamente a metade destas encontram-se no Estado do Rio de Janeiro e a outra metade é dividida entre 08 Estados.

⁴ Disponível em: <http://www.iphan.gov.br/ans/inicial.htm>. Acesso em Setembro de 2014. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Boa parte dos bens tombados como paisagens naturais são compostos de feições morfológicas do relevo, como: morros, grutas, praias, maciços e serras, sendo que em alguns casos, temos a associação entre o conjunto arquitetônico e paisagístico na constituição do bem patrimonial.

Apesar de se tratar de paisagens naturais, algumas se encontram muito próximos de centros urbanos e, por conta disso, sofrem as pressões no processo de urbanização e do crescimento das cidades. Muitas vezes, esse crescimento espontâneo e sem controle das cidades põe em risco e torna bastante vulnerável as paisagens naturais, pois muitos instrumentos de gerenciamento e ordenamento do território, como no caso dos planos diretores, acabam sendo insuficientes e incapazes de gerir de modo adequado pelo fato de estarem defasados ou por terem sido mal elaborados.

Tal aspecto pode ser observado, por exemplo, no município de Quixadá na região central do Estado do Ceará. Este município foi criado a partir da lei provincial nº 1.347 de 27 de outubro de 1870. Onde, Quixadá beneficiou-se com sua posição geográfica de “ponta de estrada” da região do sertão central cearense (SOUSA, 1960). Além disso, é um dos principais municípios da mesorregião do Sertão Central do Estado do Ceará (Figura 1), e detém uma área de, aproximadamente, 2.059,7 km² (IPHAN, 2001).

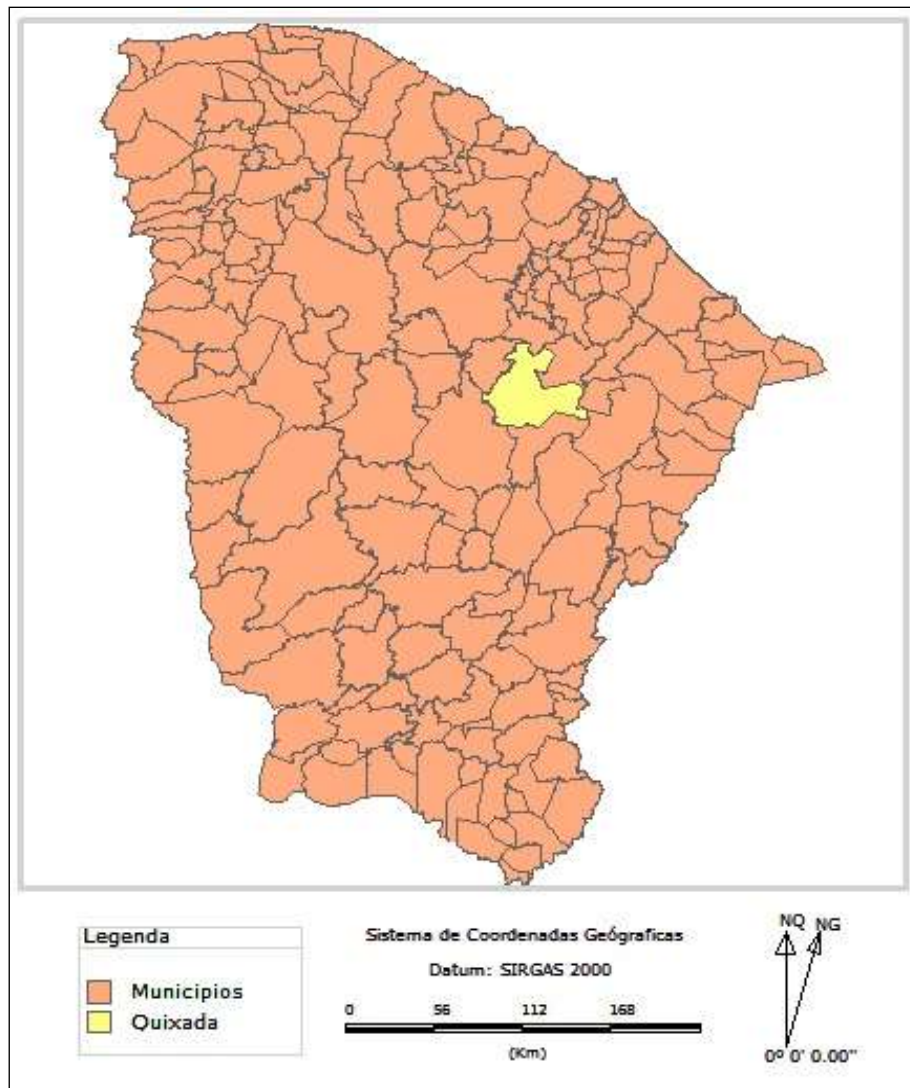
O município de Quixadá detém em seu território uma grande concentração de maciços residuais, os *inselbergs*⁵, que se destacam na paisagem do sertão central cearense e são verdadeiros vestígios de tempos pretéritos e de formações geológicas que datam do pré-cambriano e são resultado da ação do intemperismo e agentes externos do relevo que atuaram por bilhões de anos, sendo estruturas bastante rígidas que resistiram há vários tempos e eras da história geológica da Terra (Figura 2).

Sem dúvidas é a beleza natural que marca o município de Quixadá e todo esse destaque vem, sobretudo, dos seus *inselbergs*, onde alguns deles apresentam cotas altimétricas que superam os 200m. E devido a essa excepcional beleza e a unicidade do conjunto urbano/rural do município de Quixadá, partiu da

⁵ Termo alemão que designa os maciços residuais (*insel* = ilha; *berg* = montanha). Essas elevações que se destacam na paisagem semiárida dentro e nos arredores da cidade de Quixadá e que localmente são mais conhecidas como monólitos e, também, recebem o nome de Serrotes.

então escritora cearense Raquel de Queiroz (1910-2003) a solicitação para instaurar um processo de tombamento do conjunto dos monólitos de Quixadá em 1995. Com isso, o processo de tombamento foi aceito e instaurado em novembro de 1996, sob o nº 1.377-T-96 e denominado por Conjunto paisagístico dos serrotes no município de Quixadá-CE e a sua inscrição no Livro de Tombo ocorreu no ano de 2003.

Figura 1. Localização do município.



Fonte: o autor

Figura 2. Exemplo de *Inselbergs* vistos em Quixadá



Fonte: Arquivo do IPHAN no Ceará

Apesar de os *inselbergs* estarem sobre proteção da legislação federal, a sua gestão não é efetiva, pois os instrumentos de proteção não conseguem alcançar toda a dimensão do Conjunto Paisagístico dos Serrotes de Quixadá de modo efetivo. Dessa forma, as novas tecnologias da informação, como o geoprocessamento seria uma alternativa a ser considerada no apoio da gestão dos bens tombados.

Segundo Rufino et. al. (2001), é possível através do emprego do geoprocessamento realizar análises espaços-temporais para o monitoramento da evolução de determinado evento, simular cenários antes da implantação de uma determinada ação, visualizar, manusear e analisar simultaneamente várias camadas de informações, otimizando os resultados.

Diante disso, o objetivo desse artigo é aplicar técnicas de geoprocessamento para mapear os *inselbergs* de Quixadá, a fim de dar subsídios no planejamento e gerenciamento do território, como forma de garantir ao máximo a unicidade do conjunto, diante de seu caráter singular e excepcional.

2. Metodologia de Trabalho

Para atingir o objetivo proposto no artigo foram realizadas em três etapas distintas e complementares: 1) coleta dos dados alfanuméricos e material de apoio;

2) visitas *in loco*; e 3) manipulação dos dados, criação de banco de dados e elaboração do mapeamento.

A primeira etapa foi responsável pelas atribuições iniciais, identificação da problemática e conhecimento mais genérico do objeto de estudo. Foram coletados dados primários e consultados os materiais de apoio (como o dossiê do tombamento federal e o plano diretor do município). Após o conhecimento prévio do local, foram organizadas visitas *in loco* para aferir em campo aquilo que eram descritos nos documentos.

Foram realizadas 3 visitas no total (agosto e novembro de 2014 e janeiro de 2015), que foram importantes para compreender a dinâmica urbana/espacial e traçar os caminhos a serem percorridos. Também foi feito o registro fotográfico de alguns monólitos, assim como alguns problemas decorrentes da ausência de um gerenciamento na área do município, juntamente foram coletadas as coordenadas geográficas através de instrumento GPS, de modelo Garmin Etrex da série 20.

Na terceira etapa foram organizados e tabulados os dados coletados nas etapas anteriores e estas informações foram alimentadas dentro de um banco de dados criado no *software* TerraView versão 4.2.2, em seguida essas informações originaram os mapas.

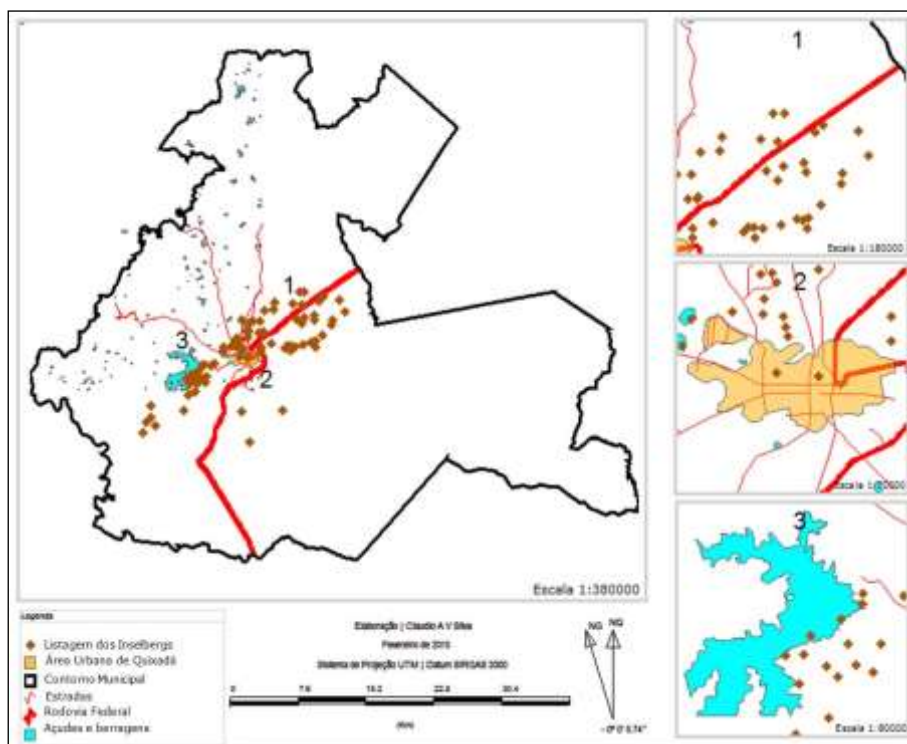
3. Resultados

De posse das informações coletadas em campo e no gabinete foram confeccionados os mapas abaixo, na qual as informações foram organizadas e tabuladas. A Figura 3 traz o panorama geral da área de estudo, na qual localiza⁶ os *inselbergs* individualmente, a rede de infraestrutura (com as estradas e rodovias), a área urbana e os corpos hídricos (salientando que foram localizados os açudes e barragens, devido ao caráter de intermitência dos rios da região).

⁶ A localização dos *Inselbergs* foi feita coletando a informação com o instrumento GPS o mais próximo possível da base dos monólitos, devido ao difícil acesso de alguns, por estarem em estradas não asfaltadas e em propriedades privadas, algumas coordenadas foram adquiridas por meio de aproximação e da triangulação das coordenadas existentes.

Na figura abaixo, os números de 1 a 3 fazem referência a três momentos observados em campo e que mereceram destaque. O número 1 se refere à proximidade da rodovia federal dos monólitos localizados na zona rural (composta, sobretudo por fazendas). Chama-se a atenção para este primeiro momento, em decorrência dos vetores de crescimento urbano nesse sentido, uma vez que esta rodovia federal, a BR 122, é o principal caminho para a capital do Estado, a cidade de Fortaleza. O número 2 se refere à influência da zona urbana consolidada em torno dos monólitos, na qual alguns se encontram dentro da zona urbana, como no caso da Pedra do Cruzeiro e da Pedra do Cemitério. E o número 3 se refere à grande concentração de monólitos nas proximidades do Açude Cedro⁷, na qual se encontra um dos principais conjuntos de inselbergs da região, inclusive a Pedra da Galinha Choca (Figura 4) (o monólito mais conhecido do município que já foi cenário de algumas filmagens cinematográficas).

Figura 3. Panorama do contexto geral de Quixadá



Fonte: o autor

⁷ A Barragem do Cedro é tombada pelo Iphan. desde 1984, no *Livro Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico* (inscrição nº 087) e no *Livro de Belas Artes* (inscrição nº 563).

Figura 4. Pedra da Galinha Choca



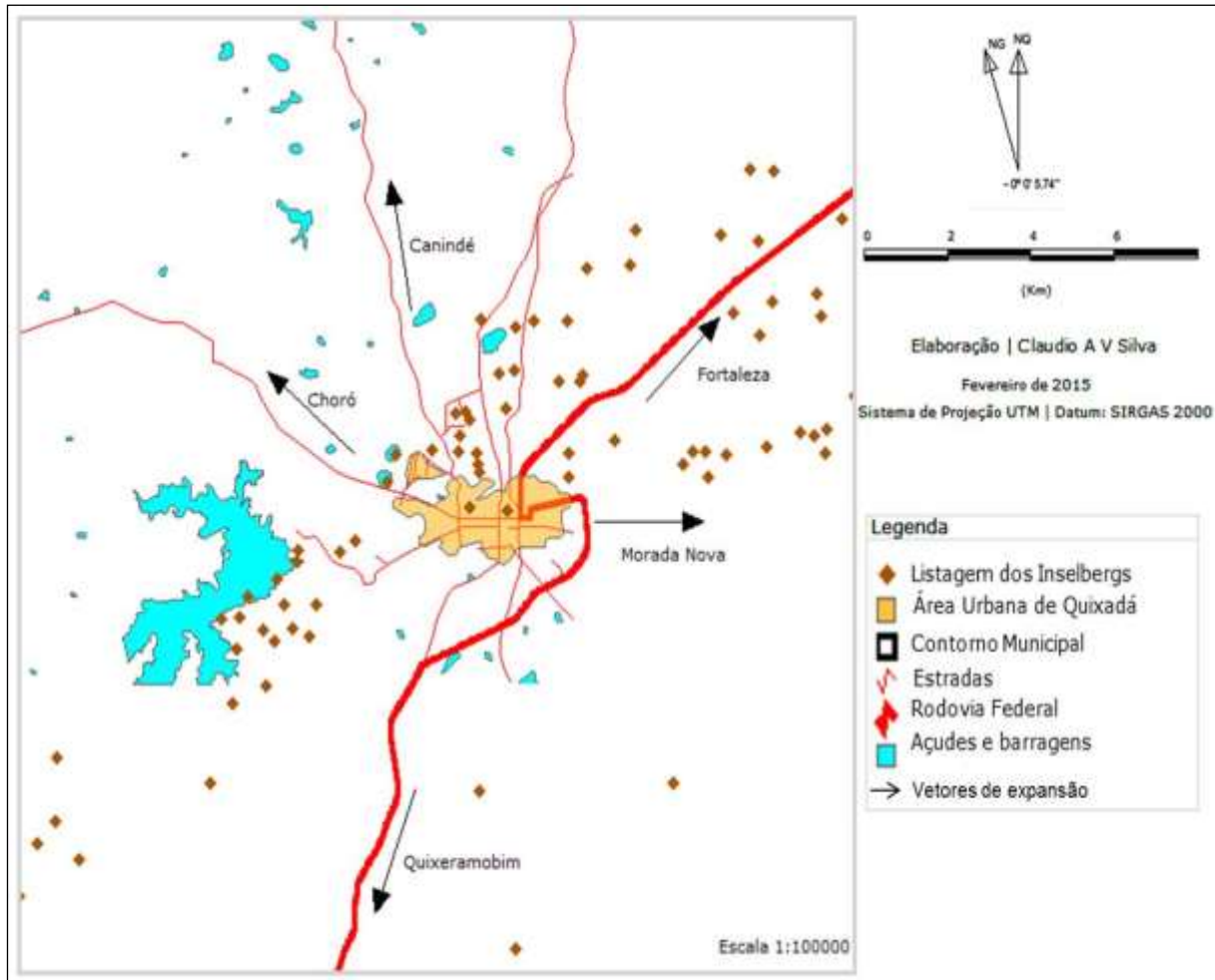
Fonte: Arquivo do IPHAN no Ceará

Devido ao aumento da urbanização e em decorrência dos investimentos na região, a área urbana vem se expandindo ao longo das estradas e rodovias (Figura 5), que são tidos como vetores do crescimento por permitirem a infraestrutura necessária para dar condições de acesso e fixação, sendo estruturas que propiciam a urbanização, entretanto quando é feito sem controle ou fiscalização, ocorrem problemas, por vezes com consequências irreversíveis no meio. Este cenário é visto em torno das áreas de expansão de Quixadá, uma vez que os instrumentos urbanísticos, como o Plano Diretor, não atendem as demandas atuais (Figura 6).

Apesar da expansão urbana em ascensão na região de Quixadá que, por consequência, têm atingido e condicionando implicações ao gerenciamento dos inselbergs e no ordenamento do território, ao observar os critérios na Declaração de Autenticidade e Integridade⁸, no contexto de Quixadá, apresenta-se quanto aos Monólitos no nível de apreciação em sua força paisagística, na coerência imagética do conjunto, na preservação de seu caráter bucólico que ainda se impõe, não obstante a proximidade com o centro urbano de Quixadá.

⁸ Textos Fundamentais da Convenção do Patrimônio Mundial de 1972. Disponível em: http://whc.unesco.org/documents/publi_basictxts_pt.pdf. Acesso em fevereiro de 2015. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

Figura 5. Direção dos vetores de expansão



Fonte: o autor

Figura 6. Problemas urbanos em Quixadá



Fonte: o autor

4. Considerações finais

O mapeamento que foi feito trouxe à tona a realidade complexa em torno dos inselbergs de Quixadá, visto que são estruturas físico-naturais de milhares de anos, na qual uma parte deles encontra-se cercadas por construções e edificações urbanas, que ameaçam a integridade e autenticidade deles.

O quadro prático e as evidências que foram levantadas nas visitas *in loco* e com a pesquisa de gabinete, permite aos gestores do município a possibilidade de apropriação da informação de modo a reavaliar o Plano Diretor municipal, visto que o mapeamento utilizando o geoprocessamento trouxe bons resultados e subsídios no planejamento e gerenciamento do território, que garantirá a excepcionalidade e singularidade do Conjunto dos Monólitos de Quixadá.

Agradecimentos

A superintendência do IPHAN no Ceará pelo apoio material e o incentivo. E ao programa de pós-graduação em Preservação do Patrimônio Cultural pelo incentivo e apoio acadêmico.

Referências

- BRASIL. Decreto-Lei nº. 25, de 30 de novembro de 1937.
Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Estudo para tombamento federal do conjunto de *inselbergs* de Quixadá-CE. 4ª Superintendência regional do Iphan/CE. Outubro de 2001, 97 p.
SOUSA, José Bonifácio de. Quixadá de Fazenda a Cidade (1755-1955). Fortaleza: IBGE – Conselho Nacional de Estatística, 1960.
RUFINO, Iana Alexandra A.; TRIGUEIRO, Edja B. Faria; MEDEIROS, Valério A. Geoprocessamento e análise sintática do passado: estudo das relações entre vitalidade urbana e preservação arquitetural no centro histórico de Natal. *In: Anais do congresso e feira para usuários de geoprocessamento da América Latina*, 7., 2001. Curitiba, 2001. 1 CD-ROM.

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTRADA PARQUE DE PIRAPUTANGA – AQUIDAUANA/MS

LIDIANE PERBELIN RODRIGUES¹

JAIME FERREIRA DA SILVA²

ELISÂNGELA MARTINS DE CARVALHO³

1 Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul – Campus de Aquidauana
lidiane_perbelin@hotmail.com

2 Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul – Campus de Aquidauana
jaime.ferreira@ufms.br

3 Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul – Campus de Aquidauana
elisangela.carvalho@ufms.br

Resumo

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) foi instituído pela lei 9.985 de 18 de Julho de 2000, com o objetivo de estabelecer critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação em todo o território brasileiro. A Área de Proteção Ambiental (APA) Estrada Parque de Piraputanga - Aquidauana/MS, localiza-se a porção centro-oeste do estado de Mato Grosso do Sul. A APA foi criada no ano de 2000, como Unidade de Conservação da categoria Uso Sustentável, entretanto, a falta de planejamento na sua criação gerou conflitos de uso e ocupação. O presente artigo buscou elaborar uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra da APA Estrada Parque de Piraputanga nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2014, visando compreender sua dinâmica e os impactos da criação da APA para a vegetação nativa. Na elaboração dos produtos cartográficos foram utilizados os *softwares* SPRING 5.0.6, ArcGis 10.0 e o *software* do sistema CAD. A análise dos mapas temáticos elaborados possibilitaram constatar que a nos primeiros cinco anos de criação da APA, cerca de 33% da vegetação nativa remanescente foi desmatada para dar lugar as pastagens. Nos anos subseqüentes o ritmo do desmatamento diminuiu, entretanto ainda manteve-se em níveis alarmantes. Para realmente proteger a biodiversidade existente na APA faz-se necessária a elaboração imediata do Plano de Manejo, visando adequar a ocupação com os objetivos de conservação da APA.

Palavras-chave: Unidades de Conservação. Gestão Ambiental. Uso e cobertura da terra.

Abstract

The National System of Nature Conservation Units (SNUC) was established by the law 9.985 enforced in 2000 in order to settle criteria and regulations on creating, rolling-out and managing Conservation Units all over the Brazilian territory. The Area of Environmental Protection (APA) Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS, is located on the middle west portion of Mato Grosso do Sul. The APA was created on 2000 as a Conservation Unit on the Sustainable Use category, however the lack of strategic planning when it was created has led to conflicts on using and occupation. The present

article aimed to produce a comprehensive multitemporal analysis of the usage and the land cover of the APA Piraputanga Park Road over the years of 2000, 2005, 2010 and 2014 to further understand its dynamics and the impacts of the Conservation Unit creation on the native vegetation. The cartographic products were elaborated with the softwares SPRING 5.0.6, ArcGis 10.0 and the CAD system software. The analysis of the produced theme maps allowed to verify that in the first five years of the APA creation, approximately 33% of the remaining native vegetation were deforested to give place to pastures. In the subsequent years the deforestation rhythm decreased yet remaining in alarming levels. In order to genuinely protect the existing biodiversity at APA, it is necessary to create immediately a Managing Plan seeking match the occupation with the APA conservation objectives.

Key words: Conservation Units. Environmental Management. Land cover and usage.

1. Introdução

As Unidades de Conservação (UCs) são criadas visando melhorar o manejo dos recursos naturais, possibilitando o salvaguardo de ecossistemas representativos. Nesse sentido, as UCs despontaram com força no âmbito nacional e internacional como forma legítima de proteger a biodiversidade (SORIANO, 2006).

No Brasil, a Lei 9.985 de 18 de Julho de 2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. O SNUC estabelece os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação em todo o território nacional, padronizando e organizando as categorias de manejo das UC's já existentes (BRASIL, 2000).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Estrada Parque de Piraputanga, localizada à porção centro-oeste do estado de Mato Grosso do Sul, foi criada no ano de 2000, período do advento do SNUC e do estabelecimento do Lei nº 2.193, de 18 de dezembro de 2000 que regula o ICMS Ecológico no estado, que destina verbas para municípios que possuem em seu território Unidades de Conservação.

A criação dessa APA não foi precedida de estudos que pudessem alcançar melhor ordenação territorial, desrespeitando o SNUC que em seu Capítulo IV, § 2º, aponta que “A criação de uma unidade de conservação deve ser precedida de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade [...]”

A falta de planejamento para a criação da APA gerou conflitos de uso e ocupação da terra, impossibilitando a proteção da biodiversidade local. Para Sousa (2011), a consolidação de uma APA somente é efetivada de fato, através de estudos elaborados por Zoneamento Ecológico-Econômico e de um Plano de Gestão.

Nesse contexto, o presente artigo pretende elaborar uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra da Área de proteção Ambiental Estrada-Parque de Pitaputanga, Aquidauana/MS, no período de 2000, 2005, 2010 e 2014, visando analisar os impactos da instalação desta unidade de conservação.

2. Metodologia de Trabalho

Foram utilizados para o mapeamento os seguintes materiais:

- Os *softwares*: SPRING 5.0.6, ArcGis 10.0, Google Earth, e o Software do Sistema CAD;
- Imagem do Satélite Landsat-8, orbita/ponto 225/74 de 07 de Abril de 2014, obtida no site da *United States Geological Survey* (USGS);
- Imagem do Satélite Landsat-5, orbita/ponto 225/74 de 07 de Maio de 2000, 07 de Março de 2005 e 12 de Abril de 2010, obtidas no Site do INPE.

A carta base da APA foi elaborado no software do Sistema CAD, a partir do memorial descritivo contido no decreto de criação da APA.

Os mapas de uso e cobertura da terra foram elaborados no software SPRING 5.0.6 e seguiram os procedimentos de Novo (1992) que preconiza a utilização de técnicas de pré-processamento, realce e classificação de imagens.

As imagens Landsat-5 foram georreferenciadas utilizando-se a ferramenta Registro disponível no SPRING. As imagens landsat-8 não necessitaram passar por esse processo, apenas ajustou-se a projeção adotada.

Posteriormente realizou-se a segmentação utilizando o segmentador por Crescimento de Regiões. Optou-se por realizar uma classificação supervisionada, com o apoio das imagens históricas disponíveis no Google Earth®. O classificador utilizado foi o Bhattacharyya, que segundo Moreira (2012) usa amostras de treinamento para realizar a classificação das regiões.

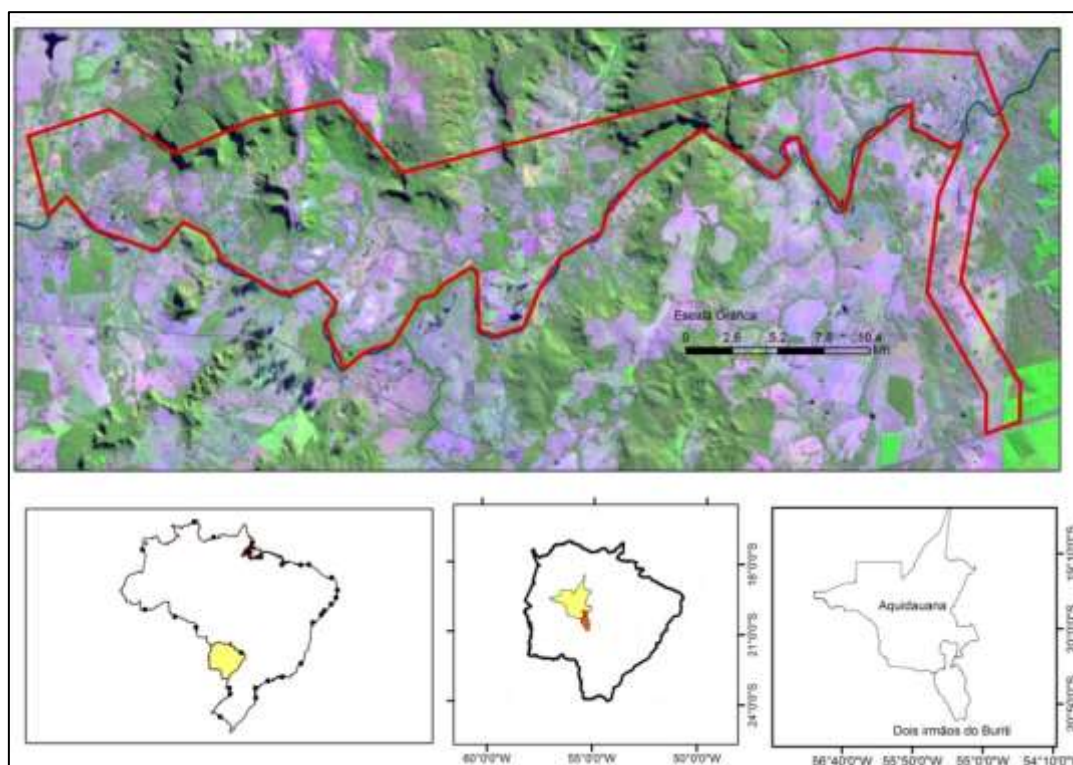
Foi obtido dessa maneira um produto preliminar. Iniciou-se então o processo de edição matricial do mapa, “que permite ao analista interagir nos resultados da classificação e corrigir erros” (Moreira, 2011, p.328).

Posteriormente os mapas matriciais foram transformados em mapas vetoriais e exportados no formato shapefile para o *software* ArcGis 10.0. onde o *layout* dos mapas foram elaborados.

3. Resultados e Discussão

Criada através do Decreto Estadual nº 9.937/2000, a Área de Proteção Ambiental Estrada Parque de Piraputanga, possui área de 10,16 km², ocupando partes do território dos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti (Figura 1). Entretanto, o cadastro da APA junto ao IMASUL-GUC (Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, Gerencia de Unidades de Conservação) foi realizado pelo município de Aquidauana.

Figura 1 Mapa de Localização da APA Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS



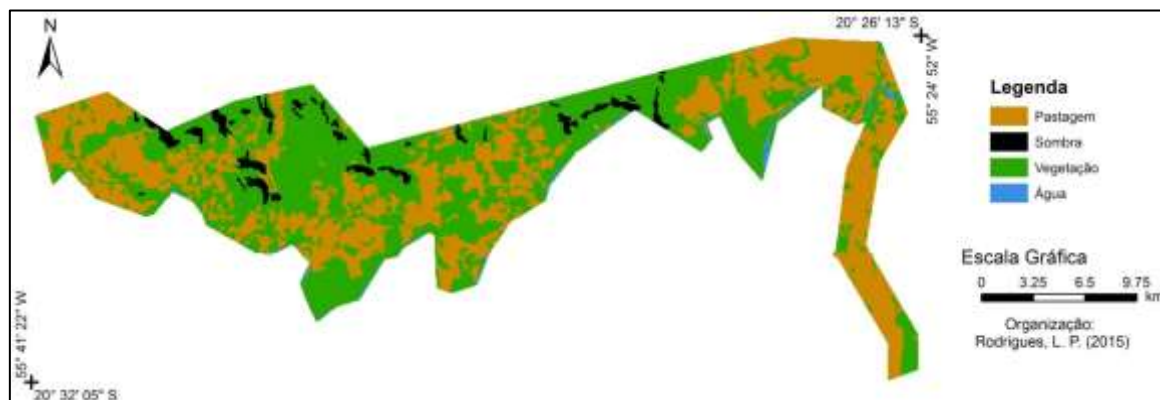
Fonte: Decreto Estadual nº 9.937/2000

A APA Estrada-Parque encontra-se encravada entre a margem direita do Rio Aquidauana e a Serra dos Distritos de Camisão e Piraputanga, braço da Serra de Maracaju, onde observa-se a presença de declividades superiores a 30%, apresentando formação de escarpas.

Por se tratar de uma Unidade da categoria Uso Sustentável é permitida o exercício de atividades econômicas que sejam compatíveis com as propostas de conservação da unidade. Na APA Estrada Parque de Piraputanga é desenvolvida atividade de pecuária extensiva, que exige grandes áreas de pastagens.

Em 2000, ano de criação da APA, a pastagem era encontrada em 43% da área, no entanto, as áreas prioritárias para conservação (mata ciliar e áreas de APP) encontravam-se preservadas, a vegetação recobria cerca de 52,2% da área, conforme Figura 2.

Figura 2 Mapa de Uso e Cobertura da terra no ano de 2000 da APA Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS



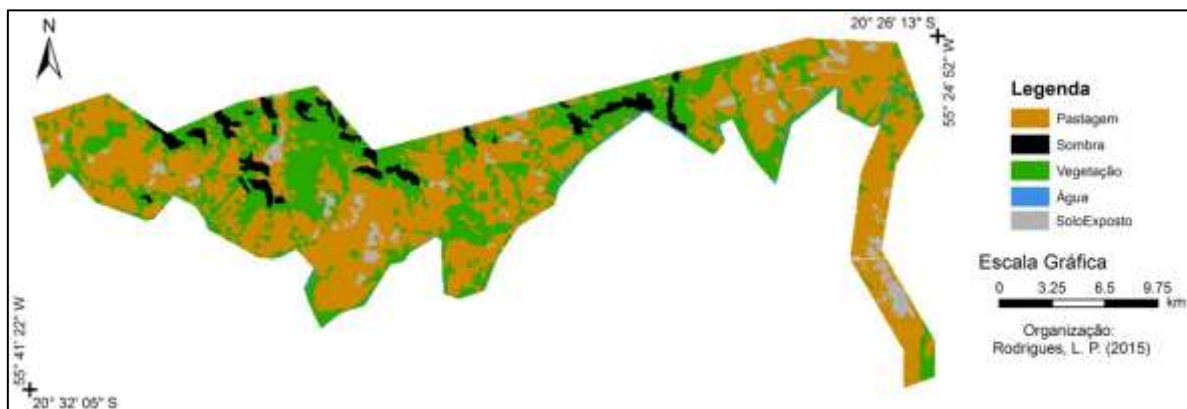
Fonte: Imagem do Satélite Landsat-5

Comparando-se o mapa de Uso e Cobertura da terra de 2000 e 2005 pode-se observar uma diminuição de 33,9% da vegetação nativa, que passou a ocupar apenas 35,5% da área enquanto a pastagem passou a recobrir 54,4% da APA (Figura 3). Em cinco anos, foram desmatados, para expansão das áreas de pastagem, 1,8km² de mata nativa. Foram identificadas no mapeamento de solo exposto, representando 4,6% da APA.

No período de 2005 à 2010, o desmatamento teve o ritmo diminuído, ainda assim, a cobertura vegetal restringiu-se a 34,6% da área, enquanto a pastagem

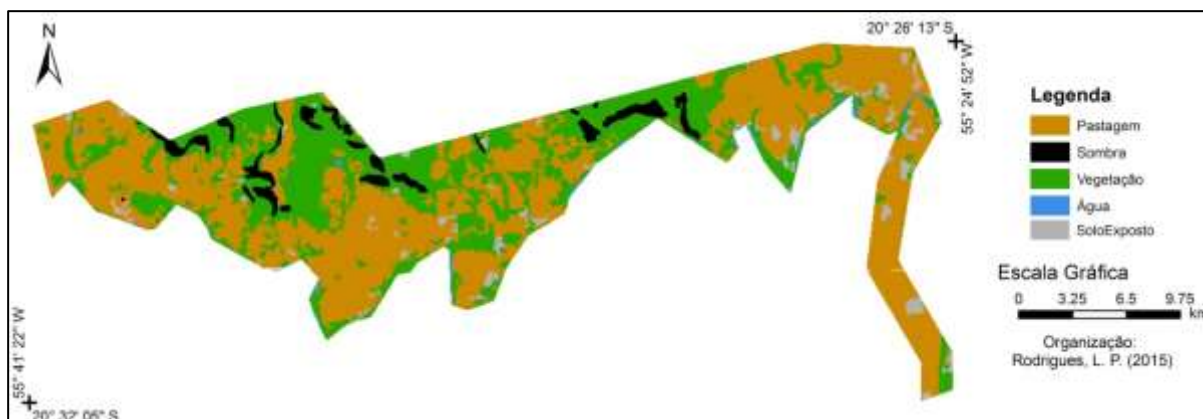
avançou, alcançando 57% da APA, diminuindo as áreas de solo exposto, que chegou aos 3,6% (Figura 4).

Figura 3 Mapa de Uso e Cobertura da terra no ano de 2005 da APA Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS



Fonte: Imagem do Satélite Landsat-5

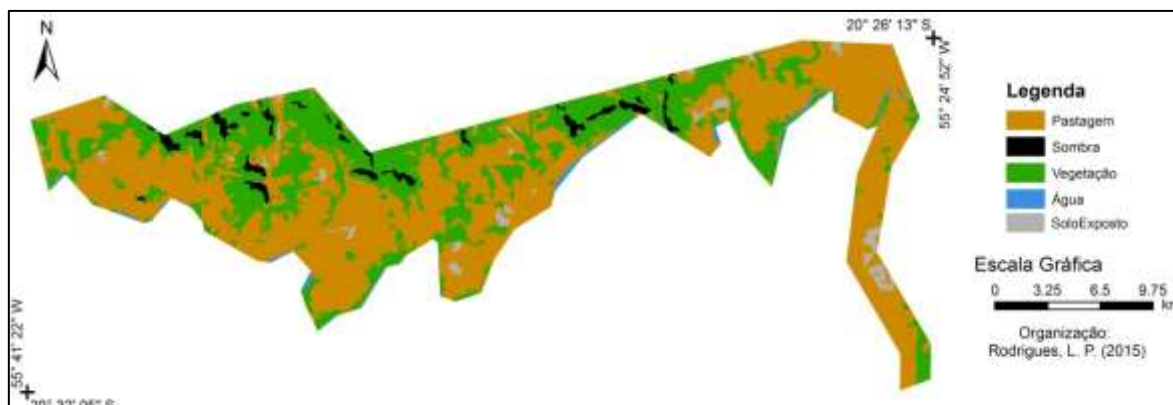
Figura 4 Mapa de Uso e Cobertura da terra no ano de 2010 da APA Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS



Fonte: Imagem do Satélite Landsat-5

No ultimo período analisado, 2010 à 2014 (conforme figura 5) as áreas destinadas a pastagem aumentaram para 61,6 %, avançando sobre a vegetação nativa e áreas de solos degradados. A vegetação diminuiu atingindo 32,6% da APA, e o Solo exposto passou a representar 2,1% da área.

Figura 5 Mapa de Uso e Cobertura da terra no ano de 2014 da APA Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS



Fonte: Imagem do Satélite Landsat-8

4. Considerações finais

As formas inadequadas de uso e ocupação da terra podem comprometer os recursos naturais e conseqüentemente as atividades produtivas e sociais, necessitando assim, de propostas de ordenamento de uso compatíveis as fragilidades do ambiente natural.

Nesse sentido, a simples criação de Unidades de Conservação não garante a efetiva proteção do meio ambiente, e os mapas temáticos apresentados demonstram que a APA Estrada Parque de Piraputanga passou pelo processo reverso, perdendo sua vegetação nativa para dar lugar à pastagem, ameaçando a biodiversidade existente na APA.

Durante a pesquisa foi identificada a inexistência do plano de manejo da UC, apesar desta já possuir mais de 14 anos de criação, o que fere o Artigo 2º do SNUC.

Para equacionar as questões legais e ambientais atinentes a APA, faz-se urgente a elaboração do plano de manejo que apresente estratégias que compatibilize o convívio entre a população local e o meio ambiente, garantindo a conservação efetiva dos recursos.

Referências

- BRASIL. Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, jul. 2000.
- MATO GROSSO DO SUL. **Decreto Nº 9.937, De 5 De Junho De 2000.** Cria a Área de proteção Ambiental Estrada-Parque de Piraputanga e dá outras providências.
- MATO GROSSO DO SUL. **Lei nº 2.193, de 18 de dezembro de 2000** - que regula o ICMS Ecológico no estado de Mato Grosso do Sul. MS: DOE , 2001.
- MOREIRA, M. A.. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 4. Ed. Atual. E ampl. – Viçosa, MG : Ed. UFV, 2012.
- NOVO, EML DE M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** Edgard Blücher, 1992.
- SORIANO, A. J. S.. **Estrada-parque: proposta para uma definição.** 2006. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro. 181 p.
- SOUSA, B. P. de. **Elaboração de base cartográfica e levantamento geoambiental, como subsídios para criação da Unidade de Conservação de uso sustentável no município de Aragominas, norte do Tocantins.** Geoambiente OnLine – Revista eletrônica do Curso de Geografia – Campus Jataí – UFG. Jataí – GO. Nº 16 jan-junho 2011. Disponível em <http://revistas.jatai.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/1194#.Uhej-5KkowE>>Acessado em 23 de Agosto de 2013

Agradecimentos

À UFMS pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica.

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS PARA MAPEAMENTO DO USO DA TERRA: ESTUDO DE CASO NO MACIÇO DO CAPARAÓ (MG/ES).

JOHNNY DE SOUZA DIAS¹
GEOVANE CAON DE OLIVEIRA²
ROBERTO MARQUES NETO³

1 Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/ICH/DG.

E-mail: geovanecaon@hotmail.com.

2 Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/ICH/DG.

E-mail: johnny_s.dias@hotmail.com.

3 Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/ICH/DG/PPGEO.

E-mail: roberto.marques@ufjf.com.br

Resumo

O presente estudo, pautou-se, primordialmente, em discutir duas metodologias de mapeamentos digitais, através do uso de ferramentas GIS, para a elaboração de um produto cartográfico destinado ao uso solo, em paisagens naturais e/ou antrópicas. A área de estudo em questão, foi o Maciço do Caparaó, localizada entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Para a elaboração das cartas, e a comparação posterior de ambas, o software da *ESRI*®, na versão *ArcGIS 10.2.2*, foi utilizado, com a obtenção de dados geoespaciais, referentes à área de estudo, em órgãos governamentais especializados. No referido programa, a manipulação das bases de dados, foi feita, gerando assim duas cartas de uso de solos, com métodos diferentes. A primeira, consistiu na classificação de máxima verossimilhança, disponibilizada pelo próprio software. A segunda, foi feita a partir de uma extensão do *ArcGIS*, *Bing Maps*, na qual é possível mapear uma área, tendo a imagem do local na íntegra, como base do mapeamento. Como resultado, o mapeamento pela extensão *Bing Maps*, mostrou-se mais preciso e com informações mais confiáveis, do que o método por classificação de máxima verossimilhança. O mapa confeccionado pela extensão *Bing Maps*, apresentou relevante vantagem do que a classificação por Máxima Verossimilhança, pois com a imagem do local, é possível distinguir os elementos de seu ambiente, com os detalhes que a imagem do local oferece, validando assim, um mapeamento mais completo e com menores possibilidades de erros e generalizações, que geralmente ocorrem, com a classificação por máxima verossimilhança, do *ArcGIS*.

Palavras-chave: Maciço do Caparaó. Mapeamento digital. Uso da terra.

Abstract

The present study, relied, primarily, in discussion of two different methodologies for digital mapping, through GIS tools, and development of a cartographic product intended for land use, in natural landscapes or anthropogenic. The study area is Caparaó mountain ridge, located between two states of Brazil, Minas Gerais and Espírito Santo. For the elaboration of maps, and the both subsequently

comparison, the ESRI ® software, in 10.2.2 version was used, with getting geospatial data related to the study area, in specialized government agencies. In that software, the manipulation of the data was made it, and so, the results consisted in two different maps of the land use, with two different methodologies. The first, based in the classification of maximum likelihood, available by software itself. The second was generated it by ArcGIS extension, named Bing Maps. In this extension, you can to map one particular area, with image of this respective area like background. As a result, the mapping with extension Bing Maps, proved to be more accurate and your information reliable, than the method by maximum likelihood classification. The map made by the extension Bing Maps presented relevant advantage, than that classification by Maximum Likelihood, because with the image of respective research area, as a background, is possible to distinguish the elements of their study area, with the details that the location of the image offers, validating a more complete mapping with less chance of errors and generalizations, which usually occur in the maximum likelihood classification, from ArcGIS.

Key-words: Massive Caparaó. Digital mapping. Land use.

1. Introdução

A Serra do Caparaó localiza-se na divisa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e está inserida na unidade geomorfológica denominada *Maciços do Caparaó*, pertencente à região da Mantiqueira Setentrional (RADAMBRASIL, 1983), com relevo acidentado que congrega as maiores elevações do sudeste brasileiro. Na Serra do Caparaó está localizado o Pico da Bandeira com 2.891m de altitude, sendo o terceiro ponto mais alto do Brasil e o maior de toda a porção leste da América do Sul (PNSC, 2014).

Segundo Heibron *et al* (2004), a Serra do Caparaó encontra-se no Órogeno Araçuaí, setor norte na Serra da Mantiqueira. Sua geologia consiste em gnaisses granulíticos e migmatitos pré-cambrianos pertencentes às *Suíte Caparaó* (NOVO *et al.* 2011) com circunstanciais ocorrências de sedimentos quaternários em rampas coluviais e outros sítios agradacionais restritos.

Os consideráveis volumes pluviométricos típicos das faixas intertropicais (1400 mm anuais) engendram perenidade à rede de drenagem, que disseca patamares escalonados acentuadamente declivosos, o que determina elevada energia à corrente, com formação de saltos e corredeiras. A malha hidrográfica presente na serra do Caparaó apresenta importância elevada para a região, pois vários dos

canais dispersados pelo maciço alimentam as bacias de importantes rios regionais, a exemplo dos rios Doce (MG/ES), Itabapoana (RJ) e Itapemirim (ES) (ICMBIO, 2015).

A área de estudo está adstrita ao domínio dos “mares de morro” (AB’SÁBER, 2003), com extensivos campos altimontanos nos patamares de cimeira e predominância de Floresta Ombrófila Densa nos flancos escarpados, tanto nas vertentes mineiras como capixabas (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2006 *apud* MACHADO, 2012).

Diante do exposto, o presente artigo tem por objetivo comparar duas técnicas de mapeamentos digitais por intermédio de ferramentas GIS e discutir suas potencialidades e limitações. As técnicas em questão são as seguintes: A) Classificação a partir da metodologia por Máxima Verossimilhança (supervisionada); B) Mapeamento através do *Bing Maps*, onde é possível delimitar atributos de uma área, a partir de sua própria imagem, com o suporte da referida extensão no *ArcGIS*.

2. Metodologia

Os procedimentos metodológicos basearam-se em coletas de informações geoespaciais cimentadas pelo uso do geoprocessamento. Para a manipulação das bases foi acionado o software *Arc.GIS 10.2.2* para delimitação do maciço a partir de um *shape* de polígonos, criado no já citado ambiente digital. As bases planialtimétrica utilizadas foram as folhas Espera Feliz (Folha SF-24-V-A-IV-1), Luna (Folha SF-24-V-A-I-4), Divino de São Lourenço (Folha SF-24-V-A-IV-2) e Manhumirim (Folha SF-24-V-A-I-3), todas na escala de 1/50.000.

De posse das ferramentas para o processamento digital das imagens, a identificação do uso da terra se deu a partir da interpretação das imagens de satélite *Landsat 5*, adquiridas junto ao site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (www.inpe.br). Das bandas obtidas, foram separadas e agrupadas as bandas RGB 5, 4 e 3 formando imagens com espectro favorável ao agrupamento de pixels para posterior classificação.

Para classificação supervisionada no software *ArcGIS 10.2.2*, usou-se o método de máxima verossimilhança. Para isso, foi criada uma tabela de atributos a

fim de associar determinada quantidade de pixels referente às classes a serem mapeadas. Deste modo, foram geradas as seguintes classes: campos de altitude com afloramentos rochosos, pastagem e florestas.

Para o agrupamento de pixels, procedeu-se a acumulação de conjunto de pontos, ou seja, cada ponto representa um pixel. Nas classes mencionadas anteriormente, para efetuar a classificação, foram amostrados entre 90 e 100 pixels por intervalo de classe, distribuídos sobre a imagem RGB 543. Foi possível visualizar que o programa interpretou que os pixels de Campos de Altitude em parte se referem à pastagem, classe que também congrega os pixels de café. Sucessivas correções foram empregadas a fim de deixar o mapa o mais próximo da realidade. Sendo assim, modificaram-se os agrupamentos de pixels de modo a tentar corrigir esta discrepância, uma vez que seria impossível ter uma maior quantidade de pastagem acima dos 2000 m de altitude em detrimento dos Campos Altimontanos, visto que a maior parte do maciço se refere a uma unidade de conservação de proteção integral (Parque Nacional do Caparaó).

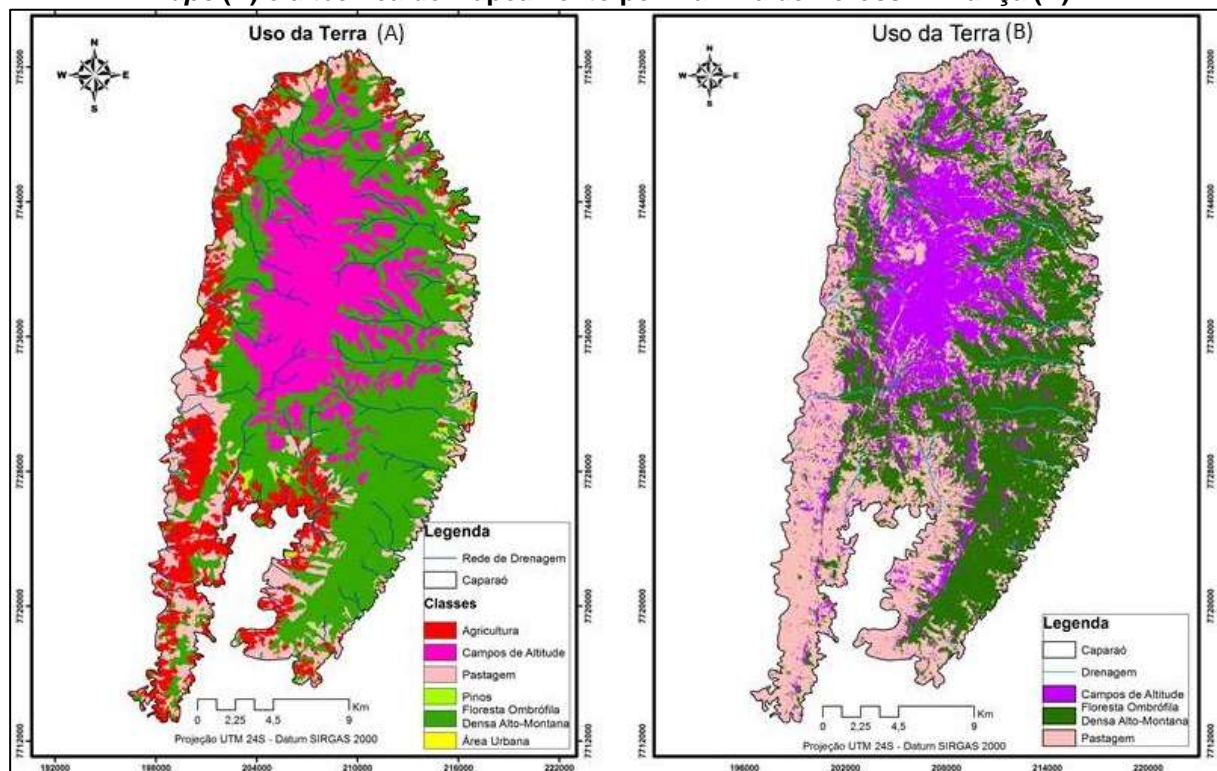
A outra técnica de classificação também foi levada a efeito por intermédio do software *ArcGis 10.2.2*. A referida técnica baseia-se no mapeamento do uso da terra através da imagem da área escolhida, sendo possível mapear elementos em escala de até 1/1.000. Para a execução do mapeamento utilizou-se uma extensão no software *ArcGIS 10.2.2*, com a finalidade de obter imagens em tempo real pelo *Bing Maps*, o que implica que a partir do momento em que o *shapefile* da área estiver georreferenciado pode-se visualizá-la sem depender de um segundo programa, fato que agiliza sobremaneira o reconhecimento de uma área dada.

Para o desenvolvimento do mapa a partir de então, é necessário ter o *shapefile* da área georreferenciada e inserir sua camada sem cor para visualização da imagem do *Bing Maps*. Subsequentemente são criados na tabela de atributos os campos correspondentes ao mapeamento. No presente estudo, contou-se com seis classes. A partir deste ponto o processo é fundamentalmente manual, ou seja, cada classe deve ser mapeada circulando cuidadosamente a área que encerra sua manifestação.

3. Resultados e Discussão

Pela comparação das técnicas foi possível concluir que o mapeamento feito por polígonos, na extensão *Bing Maps*, foi o mais detalhado e preciso. A edição das classes por este procedimento se demonstrou mais segura, justamente pela acessibilidade maior que oferece ao pesquisador, já que o mesmo pode visualizar a imagem de sua área de pesquisa na íntegra, fazendo com que seu mapeamento seja mais fidedigno. Outro ponto fundamental reside no fato do *ArcGIS* permitir fazer a edição de imagens, sobrepondo as imagens de satélite do *Bing Maps*, o que viabiliza uma maior segurança na rotina de mapeamento. Ou seja, com esta extensão, o usuário poderá mapear na íntegra, com o *shapefile* criado, todos os atributos que estão em evidência na imagem. A Figura 1 mostra os resultados da classificação mediante o emprego das duas técnicas em lume.

Figura 1: Uso da terra no maciço do Caparaó segundo a técnica de Mapeamento pelo *Bing Maps* (A) e a técnica de Mapeamento por Máxima de Verossimilhança (B).



A depender das dimensões da área de interesse, a edição do mapa pode demorar várias semanas. Em contrapartida, tudo que foi mapeado não tem

possibilidade de conter algum tipo de mesclagem de classes, além da vantagem de se conseguir mapear áreas inviáveis com as respostas espectrais do *Landsat*.

A classificação por *Landsat 5* pela técnica de máxima verossimilhança, malgrado suas restrições, revelou-se válida, e pode auxiliar os pesquisadores que necessitem lançar mão deste tipo de ação em seus trabalhos. Contudo, em relação ao primeiro, esta técnica demonstrou algumas limitações, pois, ao se gerar os polígonos, em determinado momento do mapeamento o programa generaliza informações e identifica classes e/ou atributos em lugares dispersos e questionáveis. Sendo assim, os procedimentos de correção, amparados por inspeções em campo, se projetam como uma demanda complementar a esta técnica, voltada para a dissociação de classes e minimização das mesclagens. No que concerne à escala trabalhada, fica muito restrito o mapeamento com precisão de atributos de pequena grandeza, ainda a somatória de suas áreas possa corresponder a um quinhão significativo de um determinado contexto espacial.

4. Considerações finais

O presente estudo procurou refletir sobre duas metodologias de mapeamento digital. Uma delas a partir de imagens de satélite (nesse caso, *Landsat 5*) e a manipulação de polígonos para a identificação das variáveis ambientais presentes no Maciço do Caparaó. A outra, por sua vez, também consistiu em mapear na íntegra o uso da terra na área em questão, porém, a partir de uma extensão do *Arc Gis 10.2.2 (Bing Maps)*, que disponibiliza imagens em tempo real, sendo que com o *shapefile* gerado o pesquisador pode mapear os atributos espaciais em minúcias, visualizando-os, diretamente na imagem.

Sendo assim, a segunda técnica se revelou mais precisa que a primeira, pois foi notável a facilitação que o mapeamento através da extensão *Bing Maps* possibilitou para a elaboração do mapa de uso da terra. Porém, o mapeamento de grandes áreas por meio desta técnica demanda longo tempo, sendo esta sua principal limitação. Ainda assim, pode ser integrado acessoriamente às classificações realizadas por técnicas convencionais no reconhecimento de feições

duvidosas, minimizando as generalizações e provendo um mapa mais adequado em suas aplicabilidades no planejamento e gestão territorial.

Referências

- Ab'saber, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- Heilbron M.L., Pedrosa-Soares A.C., Campos Neto M.C., Silva L.C., Trouw R. & Janasi V.A. Província Mantiqueira. In: V.M. Mantesso-Neto A. Bartorelli C.D.R. Carneiro, Brito-Neves, B.B. (orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano**. São Paulo: Editora Beca 2004, p. 203-234.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/natureza-local.html>. > Acesso em: 12.fev.2015.
- Machado, T. A flora de Bromeliaceae no Parque Nacional do Caparaó, MG/ES: tratamento taxonômico e influência das variáveis climáticas na composição de espécies no sudeste brasileiro. 2012.154 p. (UFMG/DSPACE/HANDLE/1843/BUOS-8UDJRH). Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2012
- Novo, T. A; Noce, C. M; Pedrosa-Soares, A. C; Batista, G. A. P. Rochas granulíticas da Suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: embasamento oriental do Orógeno Araçuaí. **Geonomos**, v. 19, n. 2, p. 70-77, 2011.
- Pnsc - Parque Nacional do Caparaó - Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnacaparao>; <http://www.fjp.gov.br/>. > Acesso em: 12.fev.2015.
- Radambrasil. 1983. Folhas SF. 23/24 - Rio de Janeiro/Vitória. Brasil, MME, Levantamento de Recursos Naturais, Vol. 32.