

JOSUÉ CARVALHO VIEGAS

**DIAGNÓSTICO DOS AGENTES E PROCESSOS ATUANTES NA FRAGMENTAÇÃO
DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PERICUMÃ, AMBIENTE DE
AMAZÔNIA MARANHENSE**



JOSUÉ CARVALHO VIEGAS

**DIAGNÓSTICO DOS AGENTES E PROCESSOS ATUANTES NA FRAGMENTAÇÃO
DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PERICUMÃ, AMBIENTE DE
AMAZÔNIA MARANHENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP/FCT - Campus de Presidente Prudente para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Produção do Espaço Geográfico

Orientador: Prof. Dr. Messias Modesto dos Passos

Presidente Prudente

2015

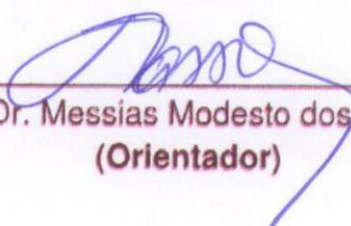
FICHA CATALOGRÁFICA

V712d Viegas, Josué Carvalho.
Diagnóstico dos agentes e processos atuantes na fragmentação da paisagem na bacia hidrográfica do rio Pericumã, ambiente de Amazônia Maranhense / Josué Carvalho Viegas. - Presidente Prudente : [s.n.], 2015
175 f.

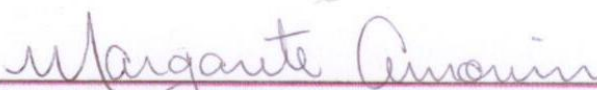
Orientador: Messias Modesto dos Passos
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Modelo GTP. 2. Geotecnologias. 3. Bacia hidrográfica do rio Pericumã. I. Passos, Messias Modesto dos. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

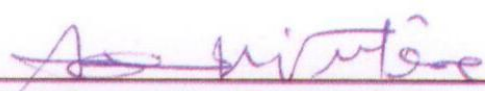
BANCA EXAMINADORA



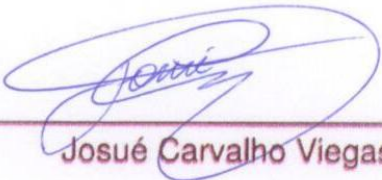
Prof. Dr. Messias Modesto dos Passos
(Orientador)



Profª. Drª. Margarete Cristiane C. Trindade Amorim
(UNESP/FCT)



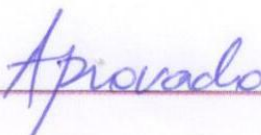
Prof. Dr. Antonio Cordeiro Feitosa
(UFMA/DEGEO)



Josué Carvalho Viegas

Presidente Prudente, 14 de outubro de 2015.

Resultado: _____



DEDICATÓRIA

À família que tenho: minha eterna avó (in memoriam), minha mãe e irmão, perdão pelas minhas falhas e ausências, as minhas tias pelos inúmeros momentos de ajudas e stress, a minha noiva e seus pais, os quais eu considero como meus também. Tenho em vocês a gratidão, companheirismo e amor necessários para a vida de um jovem pesquisador.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, a construção de uma Dissertação de Mestrado é como a edificação de uma casa, envolve um projeto, conjunto de pessoas, afazeres e detalhes que se encaixam verticalmente ou horizontalmente. Em sua concretização, necessita de um mutirão, em que cada pessoa ou instituição financiadora deixa suas marcas em forma de contribuição. Nesse sentido, é pertinente fazer jus, em forma de agradecimento, a alguns nomes e instituições que contribuíram direta ou indiretamente para este trabalho de Mestrado.

Necessariamente:

A Deus pai, pela vida que me conferiu e por tudo que consentiu que eu conseguisse até o presente dia;

✓ À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de Bolsa de Mestrado e pela Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE) para a realização de estágio no Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território – CEGOT, abrigado na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal.

In memoriam:

✓ Aos meus eternos avôs Anacleto Viegas e Neuza Viegas, que, na segunda metade do ano de 1983, lutaram pela vida daquele que um dia, depois de 32 anos, viria a ser o primeiro mestre em geógrafo da família;

À base da minha família:

✓ A minha mãe Josefina Viegas, que, com todas suas dificuldades, repassa palavras de perseverança em momentos de luta, para que eu alcance os objetivos e as metas determinadas. Levo sempre comigo suas palavras: “Meu filho, depois da tempestade sempre vem a bonança”;

✓ Ao meu irmão Samuel Viegas, que dedica um tempo inestimável junto da nossa mãe, contribuindo para meus afastamentos em viagens acadêmicas e durante todo o tempo de aula e estágio do mestrado;

✓ Às tias Marias (José e dos Santos), cujo apoio foi essencial para a realização deste momento, principalmente, as brigas em conjunto em relação ao que tenho que fazer ou não;

De modo, especial:

À valiosa amiga e companheira Taíssa Rodrigues, que, com todas suas brigas em sentido teórico/conceitual, desenvolvidas durante a vida acadêmica, e, sem dúvida, com suas ideias, o esforço pela construção deste trabalho teria sido muito mais penoso;

✓ Ao caríssimo prof. Dr. Messias Modesto dos Passos, primeiramente por aceitar-me como aluno de mestrado, por estar sempre disposto na indicação dos caminhos para o entendimento da paisagem, pelas conversas como amigo dentro ou fora do universo acadêmico, em momentos oportunos de descontração quer seja na praça dos tamarineiros, dentro da cantina da UNESP ou em sua residência, pelos puxões de orelha e pela confiança depositada na concretização deste trabalho;

✓ Ao nobre prof. Dr. Lucio Cunha, em viabilizar a oportunidade em estagiar no CEGOT na Universidade de Coimbra. Almejo um retorno;

Ao companheirismo e carinho:

À tia Lourdes, Sr. Crisóstomo (seu Jandaia) e Tácito, pelo apoio durante os mais de dois anos, de deslocamentos quer saindo, quer retornando a São Luís e, sem dúvida, pelo carinho e auxílio quase que diários nos últimos 8 anos;

✓ Ao irmão enrolado e confuso de nome fácil, Paulo Roberto Pereira, carinhosamente apelidado por mim de “Paulete”. Particularmente tenho um respeito pela sua humildade em pessoa e suas inúmeras ajudas, mesmo à distância;

À instituição:

Aos professores da Pós em Geografia da UNESP/PP, que muito contribuíram para conquista e concretização desta Dissertação, em especial à Professora Dr^a. Margarete Amorim, ao Prof. João Osvaldo Nunes que aconselhou sobre os caminhos que deveriam ser adotados e ao Prof. Antonio Cezar Leal pelo acolhimento nas dependências do GADIS;

✓ A toda a equipe da seção de Pós e demais funcionários da UNESP/PP, em especial a Cintia e Tamae pelo apoio e atenção nos momentos de esclarecer dúvidas;

✓ A Universidade Federal do Maranhão – Campus do Bacanga, que muito contribuiu para as jornadas de campo;

✓ Aos Professores Rickely Leandro Marques e José Raimundo Campelo Franco da Universidade Federal do Maranhão – Campus de Pinheiro, que colaboraram no atendimento das solicitações e abertura dos espaços da UFMA/Campus de Pinheiro;

Aos amigos e colegas da UNESP e da UFMA:

✓ As meninas da república do Maru, Liriane Barbosa e Larissa Dorigon, que durante dois anos de perto ou de longe dividiam alegrias e tristezas;

✓ Aos colegas da UNESP/PP, Rodrigo, Afonso, Andrés, Baltazar, Carla, Tássio (baiano), Flávio e Priscila, que oportunizaram momentos de conversa em momentos de descontração ou em situações de discutir qualquer tema dentro ou fora da geografia;

✓ À amiga Márcia Vanessa, pela primeira correção ortográfica e normalização deste trabalho, e pelos momentos de descontração ao telefone, bem como a generosidade do meu compadre Eduardo Pereira em repassar palavras de incentivo, nos primeiros momentos do curso de mestrado;

✓ Ao Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais da cidade de Pedro do Rosário, na pessoa da amiga Lenôra Luar e seu “Panada”, que durante os trabalhos de campo pela Bacia do rio Pericumã, distribuíram apoio e compromisso local;

✓ Aos amigos do NEPA, em especial ao professor Dr. Antonio Cordeiro Feitosa, ao grande Ulisses e à professora Dr^a Zulimar Márita pelo apoio institucional.

✓ Ao nobre professor Dr. Marcelino Farias, pelos esclarecimentos e caminhos que deveriam ser percorridos;

✓ E, por fim, aos companheiros do NEPA pelas jornadas a trabalhos de campo e tarefas no grupo, em especial a Larissa Marques, Daylla Passinho, Marcus Aurélio, Naiara Marques e Darcilene.

EPÍGRAFE

*Se nós nos encontramos, pouco versados do que o nosso
oponente na batalha... "Fujamos"... Preparamo-nos... E
enfrentemos o desafio em um novo combate. À vista disso, não
há homem algum que possa viver sem confiança, pois ela
marca a certeza naquilo que devemos alcançar e ser.*

Adaptado do mestre Sun Tzu

A arte da guerra

(2011)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE FOTOGRAFIAS	13
LISTA DE MAPAS	15
LISTA DE CARTAS	16
LISTA DE QUADROS	17
LISTA DE TABELAS	18
LISTA DE SIGLAS	19
RESUMO.....	21
RESUMEN.....	22
ASPECTOS INTRODUTÓRIOS E MOTIVAÇÕES PELA TEMÁTICA	23
OBJETIVOS.....	28
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
CAPÍTULO 1	30
1 ETAPAS, MATERIAIS E TÉCNICAS UTILIZADAS PARA O ALCANCE DO “(IN)VISÍVEL NA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DA BHRP.....	31
1.1 Etapas.....	32
1.2 Materiais utilizados	34
1.3 Técnicas utilizadas.....	36
1.3.1 Delimitação da área de estudo	36
1.3.2 Mosaicos das imagens	36
1.3.3 Correção geométrica ou registro	37
1.3.4 Correção atmosférica	38
1.3.5 Recorte da área de interesse	40
1.3.6 Componentes principais	41
1.3.7 Geração de índices	42
1.3.7.1 Normalize Difference Vegetation Index - NDVI	42
1.3.8 Classificações das imagens	44
1.4 Levantamentos em campo	45
1.5 Aplicação de entrevistas	48
1.6 Análise exploratória espacial e temporal dos dados de campo em laboratório: mapas, cartas e informações produzidas do ambiente em estudo	49
ARCABOUÇO TEÓRICO.....	51
CAPÍTULO 2	52
2 A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS – TGS E O TRIPÉ GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM – GTP	53
2.1 Suas utilizações nos estudos propostos pela Geografia	53
2.2 A fragmentação e mudanças da paisagem	57
2.3 A bacia hidrográfica como sistema ambiental de análise pela Geografia ...	60
CAPÍTULO 3	63

3 A BHRP NO CONTEXTO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL E DA AMAZÔNIA LEGAL (MARANHENSE).....	64
3.1 Entendimento sobre geotecnologias aplicadas ao estudo da fragmentação de paisagem da bacia hidrográfica do rio Pericumã	69
3.1.1 Cartografia digital	70
3.1.2 Geoprocessamento de dados.....	71
3.1.3 Sensoriamento Remoto aplicado ao espaço geográfico.....	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
CAPÍTULO 4	74
4 DIAGNÓSTICO DOS AGENTES E PROCESSOS QUE ATUAM NA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DA BHRP: exposição geoambiental e socioeconômica do complexo natural territorial.....	75
4.1 Caracterização geo-humana da Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã.....	75
4.1.1 Aspectos Gerais dos fatores físicos locais da BHRP	76
4.1.1.2 Geologia e Geomorfologia.....	76
4.1.1.3 Clima e Vegetação	84
4.1.1.4 Hidrografia e Solos	85
4.2 Aspectos gerais dos agentes humanos.....	87
4.2.1 População e atividades econômicas	89
4.2.2 A delimitação do espaço geográfico da BHRP	90
4.2.3 Sistemas atmosféricos que regulam a dinâmica hidrológica e influenciam paisagens da BHRP	99
4.2.4 Fatores modeladores do relevo da BHRP, indícios de um ambiente fragmentado pelas intervenções geo-humanas.....	102
4.2.5 Leitura da cobertura da terra nos últimos 40 anos: Observar, descrever, quantificar e qualificar a estrutura da paisagem	110
4.2.5.1 Classificação da cobertura e uso da terra na área da BHRP	112
4.2.5.2 Quantificação da estrutura espacial da paisagem: matriz, manchas ou fragmentos no ambiente da BHRP.....	132
4.2.5.3 Principais usos da terra na BHRP para o ano de 2014, visualização da exploração do território local	135
CAPÍTULO 5	142
5 ENSAIO SOBRE A GEO-FOTO-GRAFIA DA PAISAGEM DA BHRP: uma articulação com as entradas do GTP.....	143
5.1 Por que uma Geo-foto-grafia da BHRP?.....	144
5.1.2 Os caminhos percorridos pela geo-foto-grafia da bacia hidrográfica do rio Pericumã	145
O Geossistema	146
O Território dos homens.....	150
A Paisagem Humana	154
CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
REFERÊNCIAS.....	161
ANEXOS	173
ANEXO: 1.....	174

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mosaico resultante da combinação de duas cenas que cobrem a área da BHRP.	37
Figura 2: Correção geométrica com erro menor que 15 metros	38
Figura 3: Imagem resultante da correção atmosférica (esquerda). Imagem bruta sem correção atmosférica (direita)	40
Figura 4: Área de interesse com os limites físicos da bacia hidrográfica do rio Pericumã, sob imagem corrigida atmosféricamente (direita)	41
Figura 5: Principais componentes - vegetação, áreas úmidas, solo exposto, áreas construídas	42
Figura 6: Apresentação dos valores de Índice de Vegetação da área estudada	44
Figura 7: Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental – RHANO representa 9% e 91% da drenagem, respectivamente, dos Estados do Pará e Maranhão	65
Figura 8: Recorte territorial da Amazônia Legal brasileira	67
Figura 10: Articulação da cobertura cartográfica	77
Figura 11: Pontos cotados em imagem Topodata e os limites da bacia hidrográfica do rio Pericumã com outras bacias, bem como seu limite com o oceano Atlântico.....	94
Figura 12: Perfil topográfico em área teste a oeste da BHRP	96
Figura 13: A bacia hidrográfica do rio Pericumã é um sistema aberto para o mar no norte do Maranhão	101
Figura 14: Identificação do modelado da cabeceira da bacia hidrográfica do rio Pericumã, utilização de Imagens Satélite Landsat dos anos de 1977, 1984 e 2014	104
Figura 15: Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Pericumã, criado a partir de imagem Topodata/SRTM ano base 2000	106
Figura 16: Evolução da cobertura da terra da BHRP entre os anos de 1975 a 2014 ..	116

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Aplicação de entrevista à moradora e professora, próximo à escola da comunidade	48
Fotografia 2: Falésias na formação barreiras (baixa bacia); Fotografia 3: Ambiente com pântano salino (trecho médio da bacia); Fotografia 4: Cordões litorâneos e paleodunas (trecho médio); Fotografia 5: Depósito sedimentar a jusante da Barragem do Pericumã (baixa bacia); Fotografia 6: Falésia e praia decorrentes dos processos erosivos e acumulação de sedimentos pela ação do mar (baixa bacia)	82
Fotografia 7: Os manguezais que margeiam o vale do rio Pericumã no baixo curso são fontes da biodiversidade e de alimento para a população ribeirinha; Fotografia 8: Mangue branco, vermelho e siriba ou preto	85
Fotografia 9: Placa indicativa de comunidade remanescente quilombola no entorno da área estudada	88
Fotografia 10: Vista parcial da comunidade de Santa Rosinha no município de Pedro do Rosário, situada no extremo sudoeste da BHRP e Fotografia 11: Praia da comunidade de Araoca, localizada no município de Guimarães, extremo noroeste da bacia hidrográfica	95
Fotografia 12: Sucos erosivos na cabeceira do rio Pericumã; Fotografia 13: Animais criados soltos, influenciando os processos de compactação e erosão na área de cabeceira da bacia	105
Fotografia 14: Medição da largura e profundidade de canal no alto curso do rio Pericumã, evidências de processos erosivos em fundo de vale e desmoronamento de margem do canal principal. Comunidade de Pericumã dos Araújo, também conhecida como Cachoeira do rio Pericumã.	108
Fotografia 15: Linha indicativa de recuo e processo resultante do solapamento do mar nas falésias– Município de Alcântara. Fotografia 16: Vista parcial do trecho do antigo Farol de Itacolomi	109
Fotografia 17: Na fotografia é demonstrada a “roça de toco” – um sistema de cultivo praticado pelos agricultores da BHRP. As roças seguem um ciclo itinerante. Na ampliação da fotografia, verifica-se o solo queimado e pequenas mudas de milho com 15 dias	136
Fotografia 18: Pescador em ambiente de manguezal, localizado próximo à baía de Cumã. Nesse espaço geográfico, os pescadores usam embarcações, instrumentos e hábitos diferentes dos praticados pelos pescadores do trecho médio da bacia hidrográfica	137
Fotografia 19: Vista parcial da ocupação humana na cidade de Pinheiro, localizada no trecho médio da BHRP	138
Fotografia 20: O olhar atento do pequeno lagarto X A objetiva da câmera do pesquisador, em uma macrofauna de um sistema complexo – Furta-cor da Amazônia maranhense	146
Fotografia 21: O contato continente/oceano e pescadores em praia arenosa, Vista Alegre-Alcântara/MA	147
Fotografia 22: O mar, a praia e as falésias próximas ao antigo farol de Itacolomy - município de Alcântara/Maranhão, norte da BHRP	147

Fotografia 23: O balé e a incrível capacidade das jaçanãs (<i>Jacana jacana</i>), em se movimentarem no habitat (brejos, margens de rios) em que vivem	148
Fotografia 24: Remanescente de vegetação da Floresta Amazônica ombrofila densa, Sul da BHRP	148
Fotografia 25: Garça-branca-grande nos campos alagados da média bacia do Pericumã, próximo à cidade de Pinheiro/MA.....	149
Fotografia 26: A ação erosiva decorrente dos movimentos periódicos das águas do mar (marés) em encostas com manguezais, às margens do rio Pericumã	149
Fotografia 27: Pescador deslizando com sua canoa a motor nas águas do rio Pericumã, cidade de Pinheiro, médio trecho da BHRP	150
Fotografia 28: Vaqueiro da alta bacia do Pericumã Fotografia 29: Mulher quebradeira de coco babaçu na alta bacia do Pericumã.....	151
Fotografia 30: Pescadores em processo de retorno ao porto, depois de um dia de atividade de pesca, área do Litoral Ocidental Maranhense, baía de Cumã - cidade de Guimarães	152
Fotografia 31: Agricultor (lavrador) semeando maniva em solo queimado, “roça no toco”	153
Fotografia 32: Os meninos do alto trecho da BHRP remetem a particularidades das comunidades tradicionais locais.....	154
Fotografia 33: O velho e atinado pescador – com sua frase – “o descanso do guerreiro” vive há 91 anos na comunidade de Ponta de Areia é um símbolo da Baía de Cumã, município de Alcântara	155
Fotografia 34: O reflexo da casa abandonada do pescador nas águas rio Pericumã, médio trecho da BHRP, próximo à Barragem do rio Pericumã – município de Pinheiro	155
Fotografia 35: Pesador que tem a “sagrada devoção pelo Padre Cícero” - Porto de Baixo - Guimarães.....	156
Fotografia 36: Barco em que está escrita a palavra “curacanga - mito folclórico”	156

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Limite da bacia hidrográfica do rio Pericumã e área dos municípios drenados	25
Mapa 2: Transectos realizados na BHRP, seguindo a direção sul - norte e transectos intermediários no sentido leste – oeste	47
Mapa 3: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 1975	123
Mapa 4: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 1984	124
Mapa 5: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 1994	125
Mapa 6: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 2006	126
Mapa 7: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 2014	127
Mapa 8: Usos da terra na BHRP para o ano de 2014	141

LISTA DE CARTAS

Carta 1: Formações geológicas da bacia hidrográfica do rio Pericumã.....	78
Carta 2: Unidades geomorfológicas encontradas na BHRP	83
Carta 3: Distribuição das classes de solo na área de estudo da BHRP	86
Carta 4: Mapa com o limite topográfico do divisor de água e demonstrativo de áreas testes com a altimetria da BHRP	97
Carta 5: Informações sobre a declividade em combinação com a drenagem da BHRP	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Aplicação do modelo GTP na área de estudo da BHRP	32
Quadro 2: Descrição das etapas realizadas para a concretização da Dissertação	33
Quadro 3: Fluxograma esquemático de como apreendemos o modelo GTP para a pesquisa	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de cobertura da terra e hectares identificados entre os anos de 1975 a 2014 na BHRP.....	115
Tabela 2: Exemplificações da visualização com chave de interpretação para o diagnóstico da cobertura da terra da BHRP, com utilização de imagens Landsat 5 e 8 (anos de 2006 e 2014)	128
Tabela 3: Índices de fragmentação identificados para a paisagem da BHRP, ano de 2014	133

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

BEPE - Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior

BHRP - Bacia Hidrográfica do Pericumã

CEGOT - Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território

DEGEO – Departamento de Geociências

DGPS – *Differential Global Positioning Systems*

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DOS - *Dark Object Subtraction*

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

GADIS - Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial

GLCF – *Earth Science Data Interface*

GNSS – *Global Navigation Satellite System*

GTP – Geossistema, Território e Paisagem

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IRS - Imagens de Sensoriamento Remoto

MA - Maranhão

MDE - *Digital Elevation Model*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MSS - *Multispectral Scanner*

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*

NDVI - *Normalize Difference Vegetation Index*

NEPA – Núcleo de Estudo e Pesquisas Ambientais

OLI - *Operational Land Imager*

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PP – Presidente Prudente

PPGG – Programa de Pós-Graduação em Geografia

RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

RVI - *Ratio Vegetation Index*

SP – São Paulo

SR – Sensoriamento Remoto

SRTM - *Shuttle Radar Topographic Mission*

TGS - Teoria Geral dos Sistemas

TM - *Thematic Mapper*

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

UNESP – Universidade Estadual Paulista

USGS - *United States Geological Survey*

UTM - Universal Transversa de Mercator

WGS - *World Geodetic System*

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

ZEE/MA - Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do rio Pericumã - BHRP abrange os territórios da Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense e Microrregião da Baixada Maranhense, ambas pertencentes à Mesorregião norte do Maranhão, situadas administrativamente na Amazônia Legal. Em termos gerais, objetivou-se no presente estudo: analisar os agentes e processos naturais e antrópicos responsáveis pela fragmentação da paisagem, relacionando-os com o uso e ocupação da terra, por meio de teorias e conceitos do Modelo - GTP em combinação com técnicas de análise e ferramentas de Geotecnologias. Especificamente: identificar os principais fatores e agentes que modificam e fragmentam o território e as paisagens; compreender a dinâmica do Geossistema, o território e a paisagem do local ao longo das últimas quatro décadas, utilizando imagens orbitais como ferramentas de análise espacial e temporal; determinar novas áreas em processo de alteração, decorrente das atividades da humanidade sobre a natureza; por último, formular informações e inventários socioambientais georreferenciados em formato de banco de dados como subsídio a novas pesquisas acadêmicas, auxílio a órgãos públicos e privados sobre o potencial e fragilidades da área. Para o alcance dos objetivos propostos na Dissertação são descritas as etapas de estudo, a exposição dos materiais e procedimentos dos dados auxiliares como levantamento e análise da bibliografia relacionada ao tema e à área da pesquisa; aquisição e análise de material cartográfico e de sensoriamento remoto. As atividades de campo: registros fotográficos e aplicação de entrevistas e questionários e utilização de softwares para análises das imagens orbitais. Infere-se que a Bacia Hidrográfica do rio Pericumã é um ambiente caracterizado por intensa dinâmica decorrente de atividades sazonais e humanas que movimentam os agentes modeladores em nível local e regional. Os resultados demonstram a complexidade e a dinâmica da área estudada. Por meio da classificação da cobertura da BHRP, foi possível identificar as seguintes classes: áreas construídas; campo salino; restingas e praias; planície de maré; manguezal; campo seco; campo úmido; remanescentes de vegetação ombrófila densa; vegetação ombrófila aberta; capoeira; solo exposto; corpos hídricos; coberturas por nuvens e sombras de nuvens, bem como seu enquadramento dentro do modelo GTP. A vegetação nativa de floresta ombrófila densa, se limitou ao quantitativo de 14% de cobertura da terra para o ano de 2014. A BHRP apresenta áreas com diferentes usos da terra, como áreas agrícolas; pesca e lazer; ambientes de ocupações humanas e com solo exposto; exploração fluviomarinha e pastagem; extração mineral não metálica; área de preservação permanente; estradas pavimentadas e vicinais e exploração vegetal. O estudo atual fornece subsídios para novas pesquisas científicas e acadêmicas, com vistas à melhoria da qualidade de vida da sociedade local.

Palavras-chave: Modelo GTP; Geotecnologias; Bacia hidrográfica do rio Pericumã.

RESUMEN

La Cuenca Hidrográfica del río Pericumã – BHRP, abarca los territorios de Micro-región del Litoral Occidental Maranhense y en la Micro-región de la Baixada Maranhense, ambas pertenecientes a mesorregión norte del Estado de Maranhão, situadas en el territorio de la Amazonia Legal. En términos generales, se ha objetivado en la presente investigación: analizar los agentes y procesos naturales y antrópicos responsables por la fragmentación del paisaje, haciendo la relación de estos con el uso y ocupación de la tierra, por medio de teorías y conceptos del Modelo GTP combinados a técnicas de análisis y herramientas de geotecnología. Y, específicamente: Comprender la dinámica del geosistema, el territorio y el paisaje del local a lo largo de las últimas cuatro décadas, utilizando imágenes orbitales aéreas en proceso de alteración decurrente de las actividades humanas sobre la naturaleza; por último, formular informaciones y inventarios socio ambientales geo-referenciados en formato de banco de datos como subsidio para nuevas investigaciones, auxilio a instituciones públicas y privadas sobre lo potencial y las fragilidades de el área. Para el alcance de los objetivos propuestos en la disertación son descritas las etapas del estudio, la exposición de los materiales y los procedimientos de los datos auxiliares como el levantamiento y análisis de bibliografía relacionada con la temática y el área de la investigación; la adquisición y el análisis del material cartográfico y de teledetección remota. Las actividades de campo: El registro fotográfico y la aplicación de entrevistas y cuestionarios y, además, la utilización de software para el análisis de las imágenes orbitales. Se concluyó que la cuenca hidrográfica del río Pericumã es un ambiente caracterizado por una intensa dinámica decurrente de actividades sazonales y humanas que mueven los agentes modeladores en los niveles y regionales. Los resultados señalan la complejidad y la dinámica del área de investigación. Por medio de la clasificación de la cobertura BHRP, fue posible identificar las siguientes clases: áreas construida; campos salinos; restingas y playas; planicie de marea; manguezal; campo seco; campo húmedo; remanentes de vegetación ombrofila densa; vegetación ombrofila abierta; capoeira; suelo expuesto; cuerpos hídricos; cobertura por nubes y sombras de nubes; así como su encuadramiento en el modelo GTP. La vegetación nativa de la floresta ombrofila densa se limitó a 14% de la cobertura de la tierra en el año de 2014. La BHRP presenta áreas con diferentes usos de la tierra, como agrícolas; pesca y recreación; ambientes de ocupaciones humanas y con suelo expuesto; exploración marítimo-fluvial y pastajes; extracción mineral y no metálica; área de conservación permanente; autopistas pavimentadas y secundarias; y exploración vegetal. La investigación fornece auxilios para nuevas investigaciones científicas, con vistas a la mejoría de la cualidad de vida de la sociedad local.

Palabras clave: Modelo GTP, Geotecnología; Cuenca hidrográfica del río Pericumã.

A

SPECTOS INTRODUTÓRIOS E MOTIVAÇÕES PELA TEMÁTICA

Os estudos propostos pela Geografia e demais ramos do conhecimento vivem um momento ímpar devido à necessidade de compreensão mais avançada dos sistemas terrestres. São inúmeras as interconexões entre as mais diferentes áreas científicas, recentemente mais complexas e diversificadas em razão do rápido crescimento populacional e da ocupação dos mais diversos ambientes, alguns utilizados além de sua capacidade de resiliência e seus limites.

Nessa perspectiva, os diagnósticos sobre as fragmentações da superfície terrestre encaixam-se perfeitamente na Geografia, pois são estudos importantes para o entendimento do funcionamento natural do ambiente, bem como as influências exercidas pelo homem, estabelecidas ao longo do tempo e espaço. Para tanto, os pesquisadores que buscam respostas sobre a fragmentação das paisagens terrestres auxiliam-se em procedimentos como: obtenção de relatos da formação histórica, caracterização dos aspectos físicos do ambiente, análise das inter-relações dos elementos naturais (geossistemas) com as populações humanas, organização do território (práticas econômicas) e novas configurações da paisagem. Como pilares para esses procedimentos são utilizados teorias, conceitos e técnicas de apreciação das alterações geoambientais, socioeconômicas e socioculturais do espaço geográfico.

Objetivando diagnosticar os agentes e processos responsáveis pela fragmentação e transformação do espaço geográfico, salienta-se nessa pesquisa o compromisso investigativo que identifique e analise as características de uma bacia hidrográfica no norte do estado do Maranhão, uma vez que, para essa bacia hidrográfica, não existem pesquisas avaliativas, mensuráveis, demonstrativas e reflexivas acerca da fragmentação da paisagem e dos elementos naturais locais como um todo.

Diante das complexidades e diversidades, objetivamos alcançar novos conhecimentos por meio da produção para uma Dissertação de Mestrado, na tentativa de contribuir com o desenvolvimento científico e, em busca de respostas para o

equilíbrio da sociedade com o ambiente da Bacia Hidrográfica do rio Pericumã - BHRP, ambiente de Amazônia Legal Maranhense, tendo em vista a totalidade do global ao local.

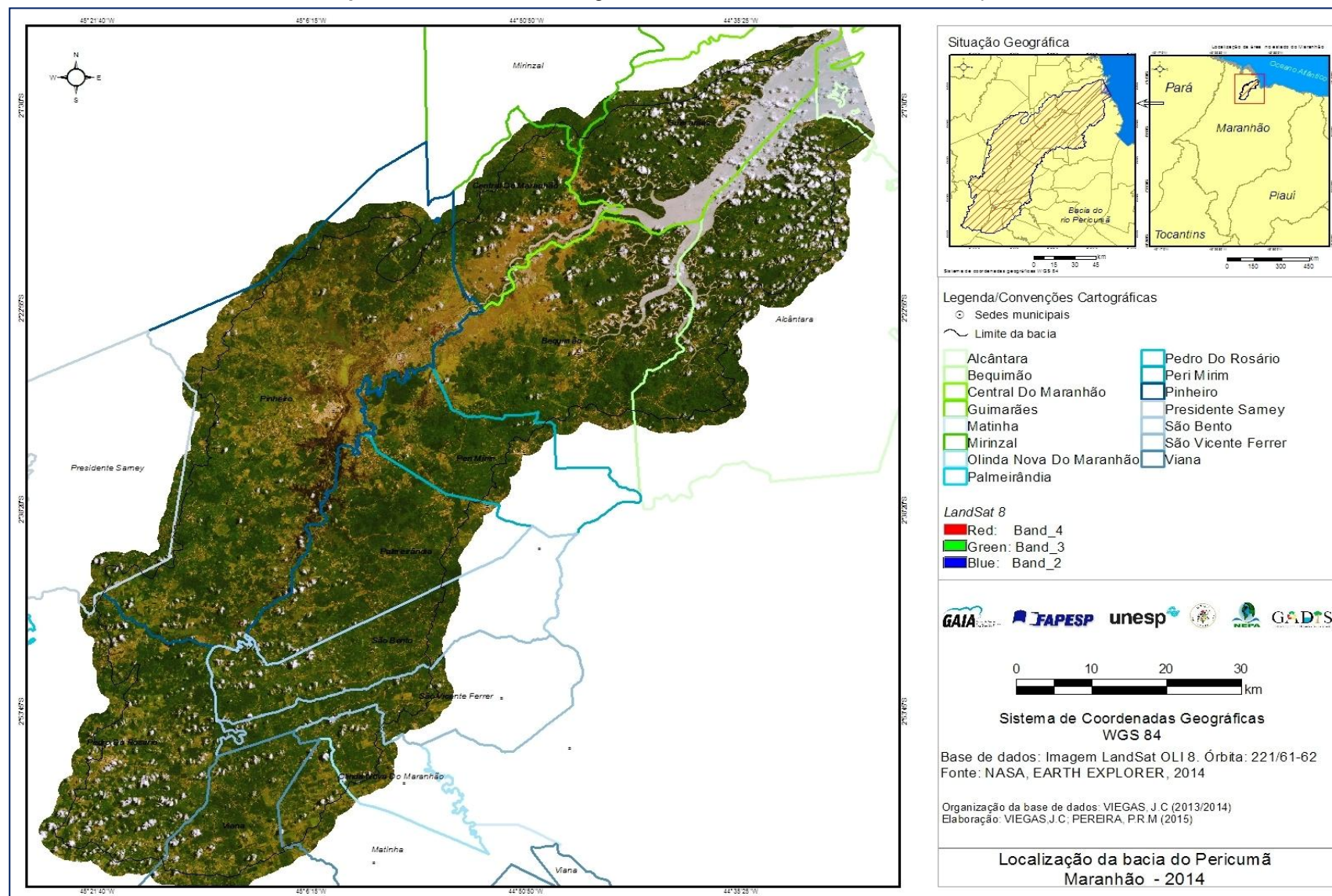
Ressalta-se que, a partir das informações deste diagnóstico estudo, podem ser realizadas novas pesquisas científicas, adaptações das metodologias utilizadas ao planejamento territorial local, avaliações dos usos e formas de ocupação das terras para fins agrícolas, pastoris e florestais dos últimos 40 anos, com vistas na previsão de evolução - prognósticos do ambiente da Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã.

As motivações pelo estudo da fragmentação da paisagem na BHRP decorrem da importância de se dar continuidade às atividades realizadas durante projetos de pesquisa da graduação em Geografia. Tendo em cenários, as dinâmicas e complexidades das inter-relações homem-natureza do Norte do Estado do Maranhão, pois o Maranhão é notável pelo caráter de transição de ambientes com particularidades distintas. Nesse contexto, expõe-se a localização, posição e situação geográfica da área estudada, a qual levou em consideração a divisão territorial do IBGE para o estado do Maranhão (BRASIL, 2013).

A área de estudo abrange parte dos municípios da Mesorregião Norte do Maranhão, sendo cinco (05) da Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense e dez (10) da Baixada Maranhense, os quais não são drenados na totalidade pela BHRP (Mapa 1). A Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense e a Microrregião da Baixada Maranhense, se inserem são inseridas na Mesorregião norte do Maranhão e situadas na Amazônia Legal (art. 2º Lei 5.173/66), a Lei foi instituída como forma de planejar e promover o desenvolvimento social e econômico da região amazônica.

A Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense apresenta unidades geomorfológicas notáveis, como as Reentrâncias Maranhenses, onde rias afogadas converteram-se em planícies aluviais ostentadas por “baixos” lodosos e ilhas formadas pela deposição de sedimentos carregados pela ação das marés. O litoral ocidental é, portanto, bastante recortado (MARTINS e OLIVEIRA, 2011).

Mapa 1: Limite da bacia hidrográfica do rio Pericumã e área dos municípios drenados



Fonte: Base de dados EARTH EXPLORER (2014); elaboração por Viegas e Pereira

Já de acordo com Lopes (1923, 1931), a região da Baixada Maranhense possui uma grande extensão de campos naturais, com o maior conjunto de bacias lacustres da região Nordeste do Brasil (Costa-Neto *et al*, 2001), tendo áreas inundáveis intercaladas por zonas emersas com cerrado, babaçuais e floresta amazônica (LOPES, 1970; FEITOSA e TROVÃO, 2008).

Feitosa (2006) cita que a Baixada Maranhense possui um relevo ora plano, ora com pequenas ondulações, tendo variação de altitude pequena e os sítios urbanos localizados sobre uma superfície residual de forma tabular e subtabular, com colinas de baixa declividade. O local contém extensas áreas rebaixadas que são alagadas durante o período chuvoso, dando origem a extensos lagos interligados por um sistema de drenagem com canais divagantes, associados aos baixos cursos dos rios, como o Mearim, Grajaú, Pindaré e Pericumã (BRASIL, 1991).

No ambiente da BHRP, o principal corpo hídrico da área estudada é o rio Pericumã, juntamente com o sistema lacustre local, os quais dão origem a um ambiente fluviolacustre complexo, caracterizado por intensa dinâmica decorrente de atividades sazonais naturais e humanas que movimentam os agentes modeladores, que influenciam o modelado e a organização da paisagem (VIEGAS, 2012; BRASIL, 2006).

Nesse contexto, essa Dissertação objetiva, de maneira sistêmica, diagnosticar os agentes e processos que atuam na modificação de uma unidade física. Para tanto, entende-se que o espaço geográfico da BHRP deveria ser estudado nas interações natureza e sociedade como um todo, sendo pertinente a utilização de teorias, conceitos e metodologias geográficas para diagnosticar-prognosticar as dinâmicas paisagísticas da bacia hidrográfica em questão, pois avaliar e explicar as grandezas espaciais dos sistemas terrestres são objetivos trabalhados pela Geografia, bem como as interações sociedade/natureza que ocorrem no sistema terrestre das bacias hidrográficas.

Além da introdução com as motivações que levaram ao estudo sobre o “Diagnóstico dos agentes e processos atuantes na fragmentação da paisagem na bacia hidrográfica do rio Pericumã” e os objetivos da pesquisa, a dissertação está organizada em cinco capítulos, cujo teor é descrito, genericamente, a seguir.

Capítulo 1– descrevemos os procedimentos metodológicos utilizados nas etapas, materiais e técnicas para o alcance do “(in) visível” na fragmentação da paisagem da BHRP, que compreendem os trabalhos de gabinete como leituras

bibliográficas; interpretação cartográfica; processamento de imagens de satélite e confecção de mapas; não menos importante, os trabalhos de campo, fornecendo subsídios para a caracterização e validação fiel do espaço geográfico da área pesquisada.

Capítulo 2 – arcabouço teórico, com as seguintes subdivisões: Teoria Geral dos Sistemas - TGS e o tripé Geossistema - Território e Paisagem – GTP e suas utilizações nos estudos propostos pela Geografia em estudos socioambientais; fragmentação e mudanças da paisagem; a bacia hidrográfica como sistemas ambiental natural de análise pela geografia.

Em sequência, apresenta-se o capítulo 3, em que se enquadra a BHRP no contexto da região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental e da Amazônia Legal (maranhense). No decorrer do capítulo, expomos teoricamente as diferenças entre cartografia digital, geoprocessamento e sensoriamento remoto, isto é, as chamadas geotecnologias aplicadas ao estudo da fragmentação da paisagem local.

Chega-se aos resultados da pesquisa no capítulo 4, em que é apresentado o diagnóstico dos agentes e processos que atuam na fragmentação da paisagem da BHRP. Primeiramente com a exposição geoambiental e socioeconômica do complexo natural territorial da área e com a delimitação física do espaço geográfico em estudo. Será demonstrado a identificação e o mapeamento de fatores modeladores do relevo do ambiente e os resultados sobre a análise da cobertura e uso da terra nos últimos 40 anos, com a utilização de classificações das imagens de satélites do programa Landsat, bem como a fragmentação da paisagem local.

Já no último capítulo, exibiu-se um ensaio sobre a geo-foto-grafia da paisagem da BHRP na perspectiva de articulá-la com as entradas do GTP. Trata-se, no item subsequente, da necessidade de representação e interpretação geo-foto-gráfica da paisagem apreendida durante os trabalhos de campo. Por fim, apresenta-se as considerações finais da Dissertação.

O

BJETIVOS

Como objetivo geral desta pesquisa, apresenta-se a necessidade de diagnosticar os principais agentes e processos naturais e humanos responsáveis pela fragmentação da paisagem, utilizando-se do conceito de Geossistema, da formação do Território e da Paisagem, em combinação com técnicas e ferramentas em Geotecnologias.

Já no âmbito dos objetivos específicos, foram idealizados os seguintes:

- a) identificar os períodos históricos de ocupação do território e os diferentes tipos de cobertura e uso da terra;
- b) compreender a dinâmica do Geossistema, do território e da paisagem do local ao longo das últimas quatro décadas, com utilização de imagens orbitais como ferramentas de análise espacial e temporal;
- c) avaliar o grau de modificação da cobertura da terra e sua influência na paisagem nos últimos 40 anos;
- d) determinar novos cenários e áreas susceptíveis ao processo de alteração decorrente de mudanças naturais e antrópicas;
- e) produzir informações e inventários socioambientais georreferenciados em formato de banco de dados disponibilizado pela REBAX e NEPA;
- f) subsidiar informações a novas pesquisas acadêmicas, órgãos públicos e privados, bem como suporte para a tomada de decisões sobre o potencial e fragilidades da área, em benefício da população local.

Para o desenvolvimento e concretização da pesquisa sobre o diagnóstico dos agentes e processos que atuam na fragmentação da paisagem da BHRP, foram necessários diferentes procedimentos de laboratório e campo, pois compete ao pesquisador eleger os caminhos mais adequados para se percorrer e executar as tarefas, visando obter o produto final.

No intuito de atingir os objetivos indicados nesta dissertação de mestrado, foram adotados os procedimentos metodológicos descritos no Capítulo 1, a seguir:

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Fragmentos de uma paisagem do Pericumã

"Aqui tinha uma nascente, continha muita água e agora... ela foi embora para o fundo do chão"!

"A paisagem do Pericumã"
Álvaro de Lima, 81 anos, morador do
Pericumã

CAPÍTULO 1

1 ETAPAS, MATERIAIS E TÉCNICAS

UTILIZADAS PARA O ALCANCE DO “(IN)VISÍVEL NA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DA BHRP

Procedimentos de gabinete versaram sobre leituras bibliográficas, sobre as teorias utilizadas pela geografia, interpretação cartográfica, confecção de mapas e caracterização geográfica da área pesquisada.

Leituras do referencial teórico-metodológico, numa primeira fase, procedeu-se à escolha bibliográfica, revisão e leitura de diversos documentos (livros, teses, dissertações, monografias, artigos e materiais disponíveis em *web site*), os quais se ocupam sobre a Teoria Geral dos Sistemas - TGS¹, Geossistema, Território, Paisagem – GTP (Quadro 1);

Geotecnologias, percepção da paisagem e do “meio ambiente” (Bertalanffy, 2012; Monteiro, 2001; Bertrand e Bertrand, 2009; Passos, 1998; Ab’ Sáber, 2003, 2006; Becker, 1999, 2001; Tricart, 1977; Sochava, 1977; Christofolletti, 1979, 1981; Constanza *et al*, 1993; Mausel *et al.*, 1993; Liverman *et al.*, 1998; Turner *et al.*, 1995; Jansen, 2011; Lang e Blachke, 2009; Tuan, 1980);

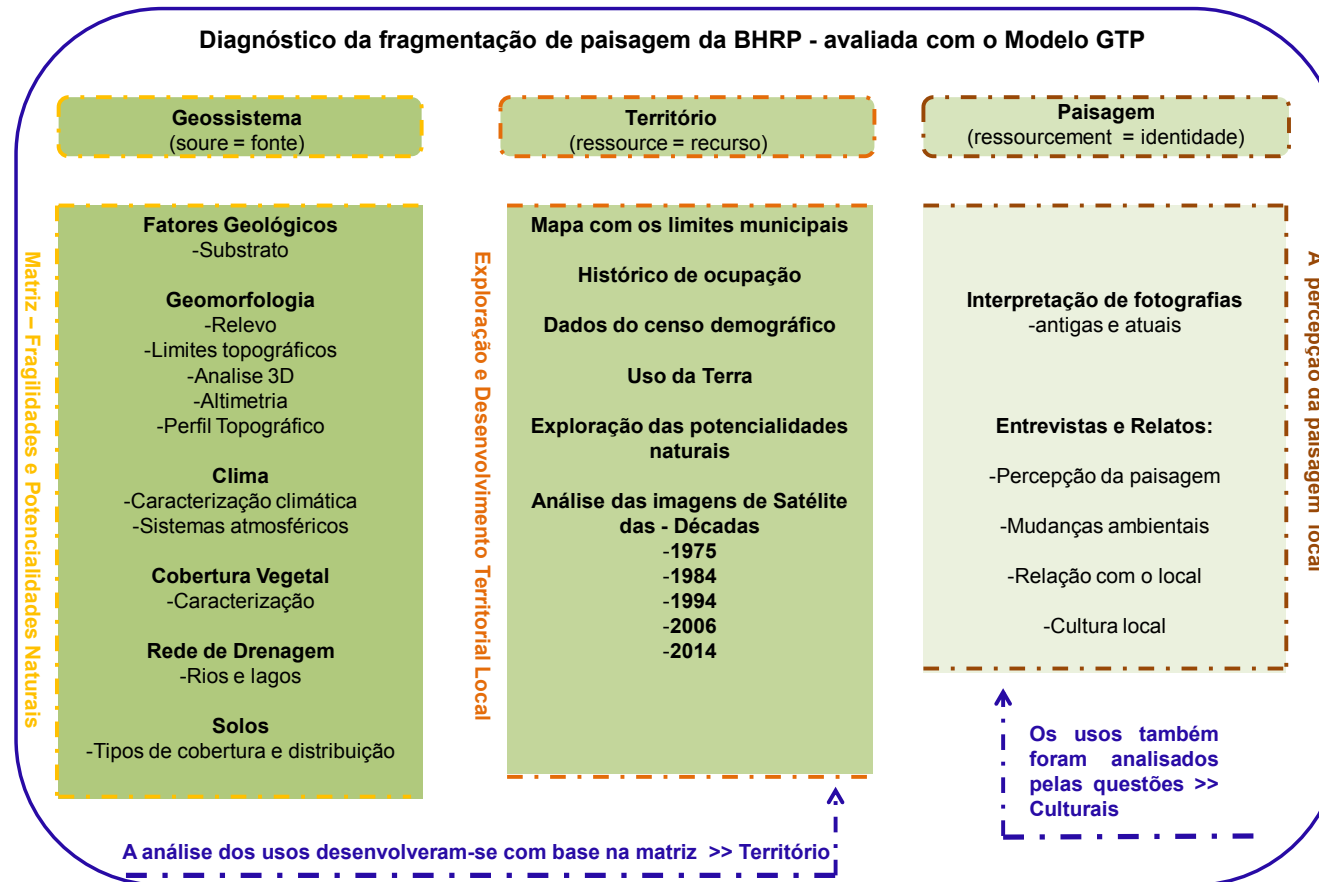
Percepção e obtenção de informações em campo - aspectos do geossistema, território da paisagem e processamento de dados orbitais.

Nessa perspectiva, também são descritos as etapas (Quadro 2) e materiais da pesquisa:

¹ A pesquisa parte de informações, fruto das leituras, avaliações, reflexões realizadas sobre a Teoria Geral dos Sistemas e Geossistema, ou seja, a entrada e a saída de elementos e processos que podem modificar o espaço geográfico.

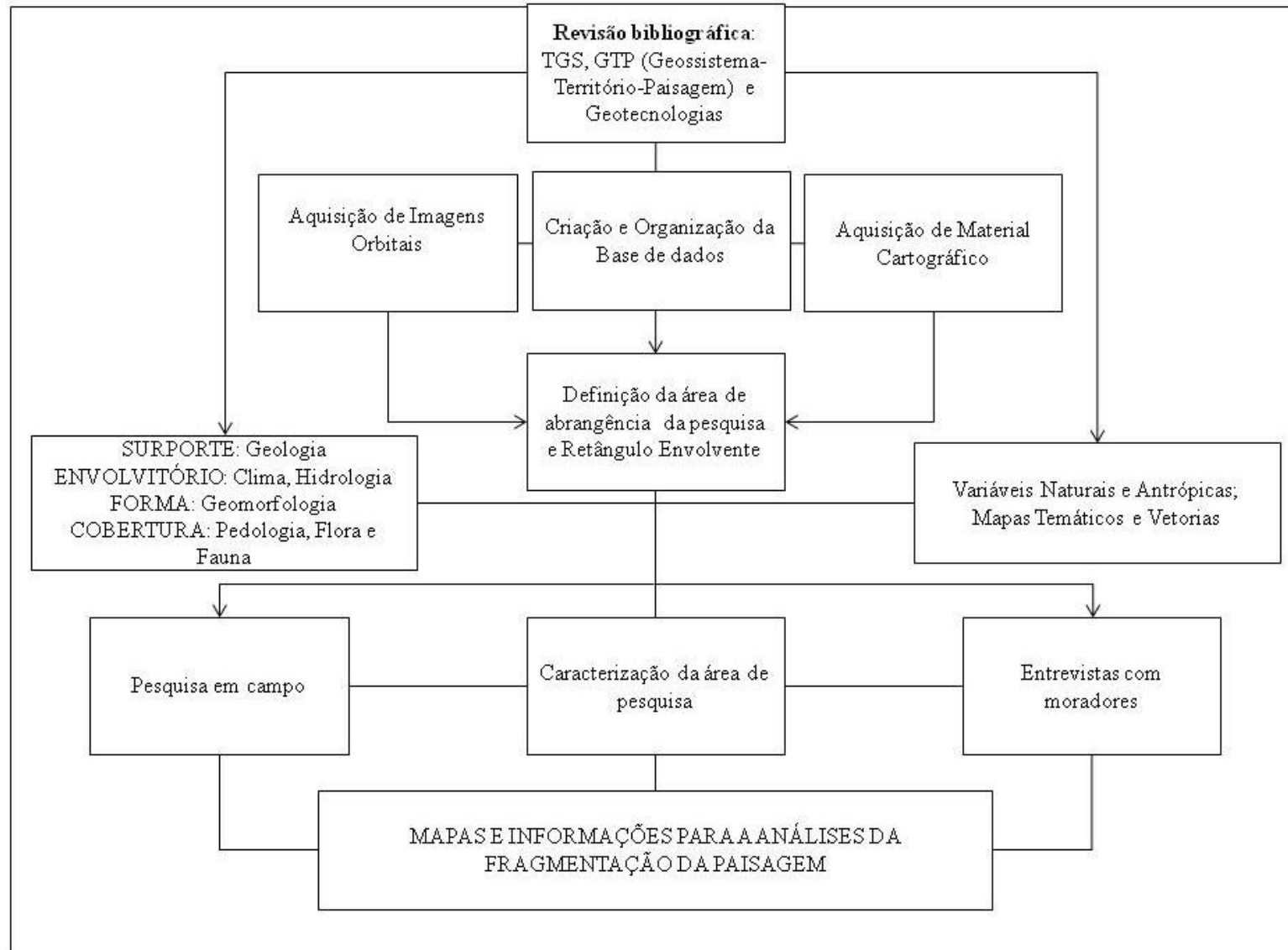
1.1 Etapas²

Quadro 1: Aplicação do modelo GTP na área de estudo da BHRP



Fonte: Colavite (2013); adaptado por Viegas (2015)

² Para a realização da referida pesquisa, algumas etapas são adaptadas de Monteiro (2001).

Quadro 2: Descrição das etapas realizadas para a concretização da Dissertação

Fonte: Monteiro (2001); adaptado por Viegas (2015)

1.2 Materiais utilizados

❖ *Notebook Pavilion dm4* com processador Intel Core™ i3 com memória RAM de 4 GB, e HD de 640 GB em sistema operacional de 64 bits - Windows 7. Computador de gabinete *Lenovo* com processador Core™ i5 com memória RAM 6 GB, e HD de 500 GB em sistema operacional de 64 bits - Windows 7 além de HD externo de 1 TB e cartões de memória de 16 e 32 GB;

❖ Imagens dos satélites *Landsat 1, 5 e 8* sensores *Multispectral Scanner - MSS, Thematic Mapper - TM e Operational Land Imager - OLI*, adquiridas nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e *United States Geological Survey - USGS*, das órbitas ponto 221-61, 221-62 dos anos 1975 (16/06), 1984 (27/06), 1994 (12/06), 2006 (24/06), 2013 (23/06) e 2014 (24/05), além de cenas de imagens ortorretificadas do *Earth Science Data Interface - GLCF*, satélite *Landsat 5* - sensor TM do ano de 2006, obtidas no site <http://glcfapp.glcg.umd.edu:8080/esdi/>, utilizadas como referência espacial para o registro (georreferenciamento) de outras imagens utilizadas na pesquisa;

❖ Imagens *Rapdeye* fornecidas pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA, que apresentam resolução espacial no caso 5 metros, bem como cartas topográficas no formato GEOTIFF de 1976 na escala de 1: 100.000, do banco de informações em Geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE;

❖ Cartas temáticas em formato PDF e arquivos vetoriais sobre Geologia das FOLHAS SA.23 - V SÃO LUÍS – NO; FOLHA SA.23 - Y SÃO LUÍS – SO; FOLHA SA.23-V-D TURIAÇU e FOLHA SA.23-Y-B PINHEIRO;

❖ Utilização de imagens *Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM* para extração de dados geomorfométricos da área de estudo com articulação compatível na escala 1: 250.000 (IBGE) mosaico com 4 (quatro) cenas TOPODATA (02S45_ZN, 02S465ZN, 03S45_ZN e 03S465ZN), refinadas de 90m para 30m, disponível em <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>;

❖ Mapas temáticos, disponibilizados por órgãos públicos. Os arquivos consistiram em vetores da litologia, solos, limites territoriais dos municípios abrangidos pela pesquisa, vegetação, hidrografia, unidades de conservação;

❖ Dados populacionais, renda, saúde e de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM;

- ❖ Dois receptores de sinal GNSS - *Global Navigation Satellite System*, modelos *Mobile Mapper 6* e *Garmim - GPSMAP 78s*;

- ❖ Três câmeras profissionais: CANON SL1- D100, T5i D700 e 70D com lentes 18-50mm, 55-250mm 3-4-6 e fixa 50mm 1.8;

- ❖ Softwares e aplicativos computacionais para suporte e implementação em diferentes etapas de processamento das imagens e *layouts* de mapas, como a plataforma *ENVI 4.8*, Sistema *ArcGis 10.1* e *Global Mapper 13*, empregados no processamento, geração, extração e cruzamento de informações ambientais e sociais, como: tabelas, vetorização matricial e criação de *layouts* de mapas parciais e finais.

Os materiais foram organizados em formato de banco de dados, pois realizou-se o abastecimento (aquisição e armazenamento) das informações. Dessa maneira, optou-se pela padronização das pastas (local físico) de arquivos em texto, vetor e raster. Após esta etapa, ocorreu a criação de campos chave de arquivos, ou seja, um “diretório pai” contendo todos os dados na memória do computador e demais subpastas, tendo em conta a ordem de importância do uso e acessos mais seguros. Em seguida, efetua-se a obtenção de arquivo em formato vetor e raster ou a criação, e extração de dados secundários de produtos de geotecnologias já existentes.

As informações foram obtidas nos sites do IBGE, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, da Agência Nacional de Águas – ANA, Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão - ZEE – MA, informações meteorológicas no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, disponíveis no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP e no laboratório de geoprocessamento do Departamento de Geociências - DEGEO da Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Os Dados populacionais, renda, saúde e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, relativos aos municípios inclusos na área de estudo, foram acessados e estão disponíveis nos sites do IBGE e do PNUD.

1.3 **T**écnicas utilizadas

1.3.1 **D**elimitação da área de estudo

A delimitação da bacia hidrográfica do rio Pericumã consistiu na geração de curvas de níveis, com determinação de cotas de maior elevação - pontos cotados, aplicação do interpolador – Krigagem, que consiste em método geoestatístico que verifica a relação espacial e temporal dos atributos e leva em consideração as características espaciais de autocorrelação de variáveis regionalizadas (VALERIANO, 2008).

O processo de manipulação das informações sobre o relevo leva em consideração a cota de um ponto de interesse pela média ponderada de sua vizinhança e é reagrupada por geoestatística (FLORENZANO, 2008, p. 77).

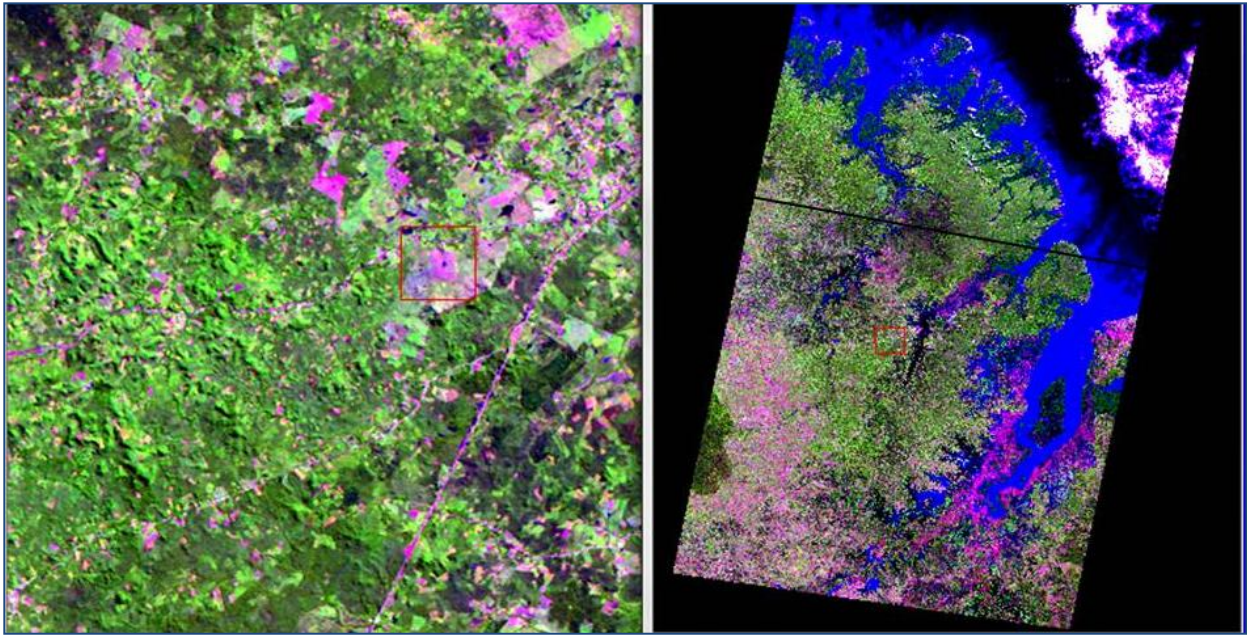
Nesse contexto, para a identificação das características geomorfológicas fluviais da BHRP, foram avaliadas imagens orbitais, empregadas na extração e criação de informações sobre os limites topográficos, declividade, drenagem, dados de elevação - *Digital Elevation Model* - MDE, determinação de riscos e fragilidades ambientais, avaliação de níveis de base, medição do comprimento longitudinal, entre outras utilidades.

1.3.2 **M**osaicos das imagens

De acordo com Cordeiro (2008), mosaica é uma composição de várias fotografias ou imagens de satélite (Figura 1), objetivando ter uma visão mais ampla de uma determinada cena, com mais realismo que os mapas, pertencentes a diferentes regiões geográficas.

Para Meneses e Almeida (2012), nas aplicações de sensoriamento remoto, é bastante comum haver a necessidade de se compor mosaicos com duas ou mais imagens, e, neste processo, frequentemente as imagens têm entre si uma distribuição de brilho variada, ou por serem de datas diferentes ou por terem variações das condições atmosféricas de uma imagem para outra. Para corrigir a diferença, é necessária a aplicação de equalização das cenas.

Figura 1: Mosaico resultante da combinação de duas cenas que cobrem a área da BHRP.



Fonte: Viegas (junho de 2014)

Para a BHRP utilizou-se as órbitas ponto 221-61, 221-62 com imagens dos anos de 1975, 1984, 1994, 2006, 2013 e 2014. Para realizar o mosaico das imagens, utilizamos o programa ENVI 4.6, com as ferramentas de equalização de histograma, suavização e linhas de corte.

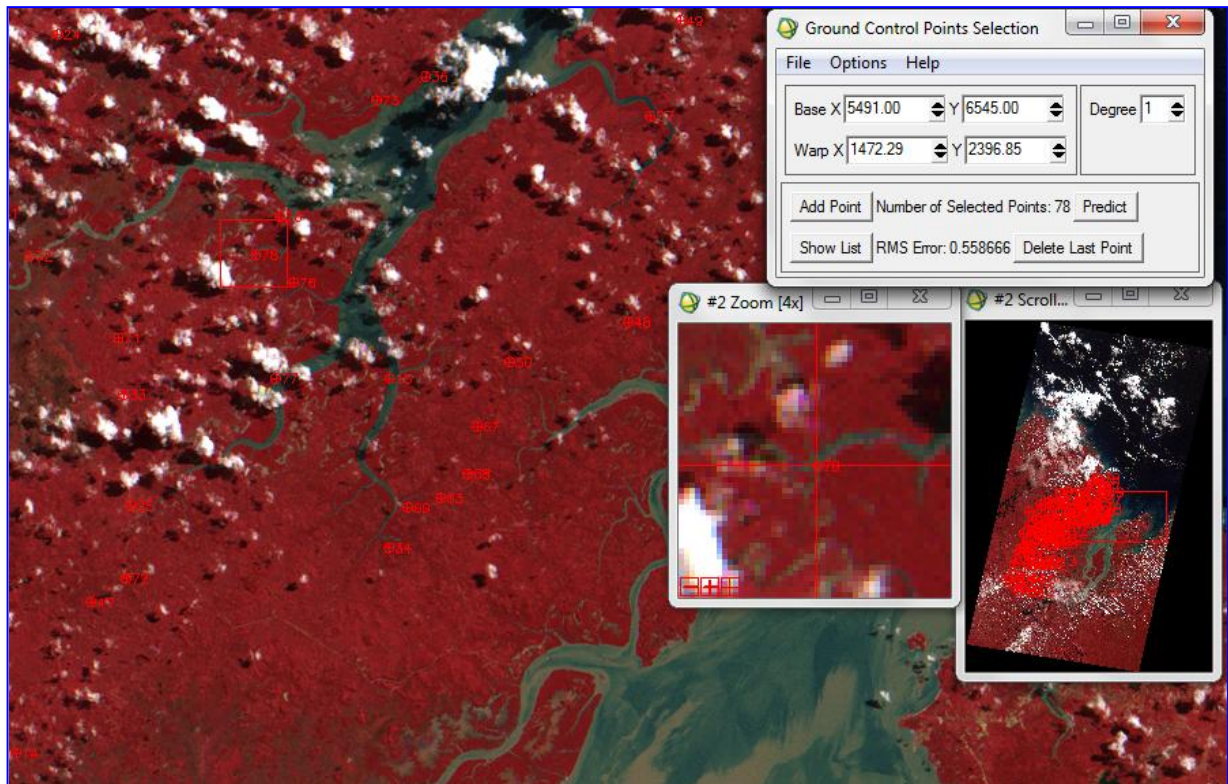
Deste modo obteve-se um melhor resultado visual (brilho e contraste), bem como o mosaico no intuito de formar uma única cena, como exemplificado abaixo.

1.3.3 Correção geométrica ou registro

Para Xiao *et al.* (2004), os registros de imagens de satélites, permitem corrigir distorções geométricas presentes nas imagens, principalmente de grandes, formato e de menor resolução espectral, as quais apresentam “leves” distorções.

Para este trabalho, a correção geométrica foi realizada no *software ENVI 4.6* (Figura 2). Para tanto se gerou um arquivo meta com 6 bandas no *software ENVI*, que permitiu a correção de todas as bandas do sensor de uma só vez, o que antecipou o tempo no processamento.

Figura 2: Correção geométrica com erro menor que 15 metros



Fonte: Viegas (junho de 2014)

Nessa etapa foram coletados pontos controles em uma imagem que já estava ortorretificada e disponibilizada no site da NASA-USGS. As coordenadas de referência ou os pontos controles utilizados foram áreas passíveis de identificação em todas as imagens usadas na pesquisa, como cruzamento de ruas e estradas, avenidas e meandros de rios. Coletou-se no mínimo 15 pontos para registrar cada cena. Para validar a correção geométrica, buscou-se chegar a um erro menor que a metade de um pixel, neste caso 15m.

1 3.4 Correção atmosférica

Destaca-se que o Sensoriamento Remoto - SR é apontado como um conjunto de atividades que ajuda os pesquisadores a caracterizar em propriedades físicas dos objetos imageados na superfície, os quais absorvem ou refletem fluxo radiante de energia (LATORRE *et al.*, 2002; FLORENZANO, 2011).

Latorre *et al.*, (2002) destacam que a radiação recebida pelo sensor é utilizada como base para se inferir suas características. Entretanto, a correlação das informações sensor - superfície apresenta limitações, uma vez que entre eles existe um

meio extremamente dinâmico: a atmosfera. A atmosfera interage com a radiação eletromagnética, o que provoca significativas alterações no fluxo radiante, proveniente do alvo ou de gases que compõem a atmosfera (LATORRE *et al.*, 2002).

Para corrigir as alterações de fluxo de energia e distorções proporcionadas pela interferências atmosféricas, podem ser utilizados alguns métodos, a exemplo, o indicado por Chavez, 1988. O método é conhecido como *Dark Object Subtraction* DOS (subtração de pixel escuro). Esse método é um dos mais antigos e amplamente utilizados, pela baixa exigência de informações retiradas da imagem e pela baixa exigência ao analista (SADECK, 2009).

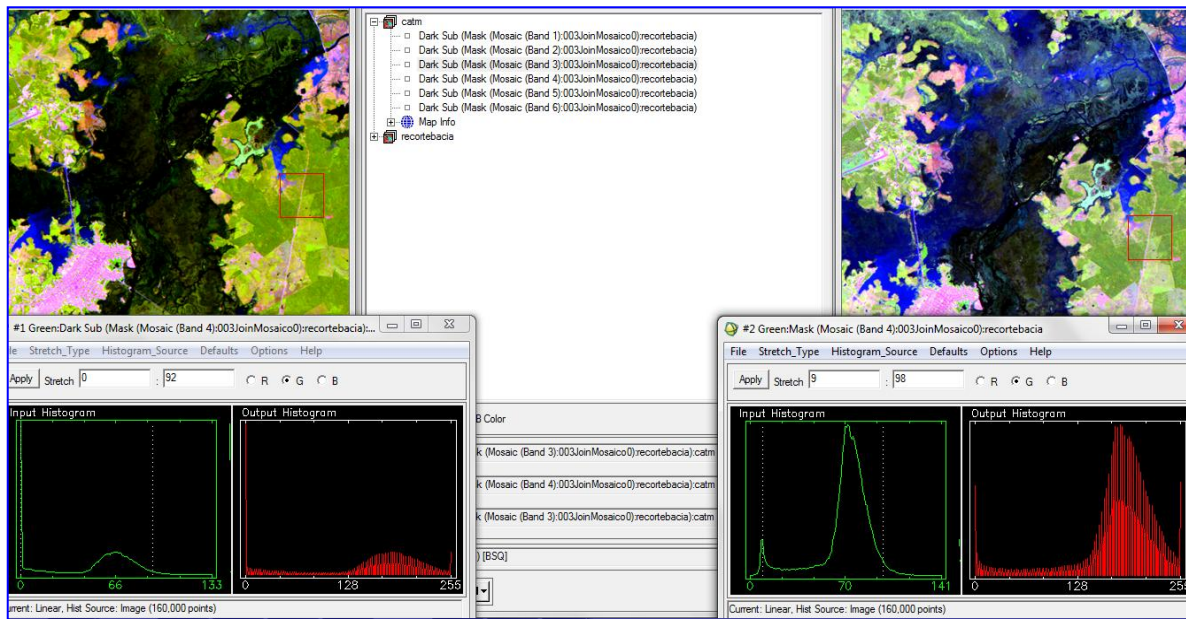
Chavez (1988) destaca que este processo converte valores de radiância absolutos para unidades de reflectância (afloramento brilho), subsidência irradiância, isto é, nesse método o autor buscou reduzir as consequências do espalhamento e a absorção dos gases atmosféricos na interferência das imagens de satélite.

Para o processamento da correção atmosférica da imagem, utilizou-se o *software* ENVI 4.6, em seguida foram consultados e anotados os valores dos dados estatísticos. Isso significou em observar o número espectral no histograma de cada uma das 6 Bandas da imagem. Posteriormente, de forma manual, digitou-se os parâmetros da subtração do pixel escuro de cada Banda, em seguida determinou-se um local da nova imagem e seu nome, por fim iniciou-se o processamento e a geração da nova imagem (Figura 3).

O objetivo da correção atmosférica é recuperar a reflectância de superfície (que caracteriza as propriedades de superfície) a partir de imagens de sensoriamento remoto, removendo os efeitos atmosféricos. A correção atmosférica foi utilizada para melhorar, significativamente, a precisão da classificação das imagens.

- ✓ Em primeiro lugar, as características ópticas da atmosfera são estimadas com recursos especiais da superfície do solo ou através de medições diretas dos constituintes atmosféricos ou usando modelos teóricos. Vários parâmetros relacionados com a correção atmosférica podem então ser calculadas pelos algoritmos de transferências radiativas, dadas as propriedades ópticas atmosféricas;
- ✓ Em segundo lugar, as imagens de sensoriamento remoto podem ser corrigidas por meio de processos de inversão que derivam da reflectância de superfície.

Figura 3: Imagem resultante da correção atmosférica (esquerda). Imagem bruta sem correção atmosférica (direita)



Fonte: Viegas (julho de 2014)

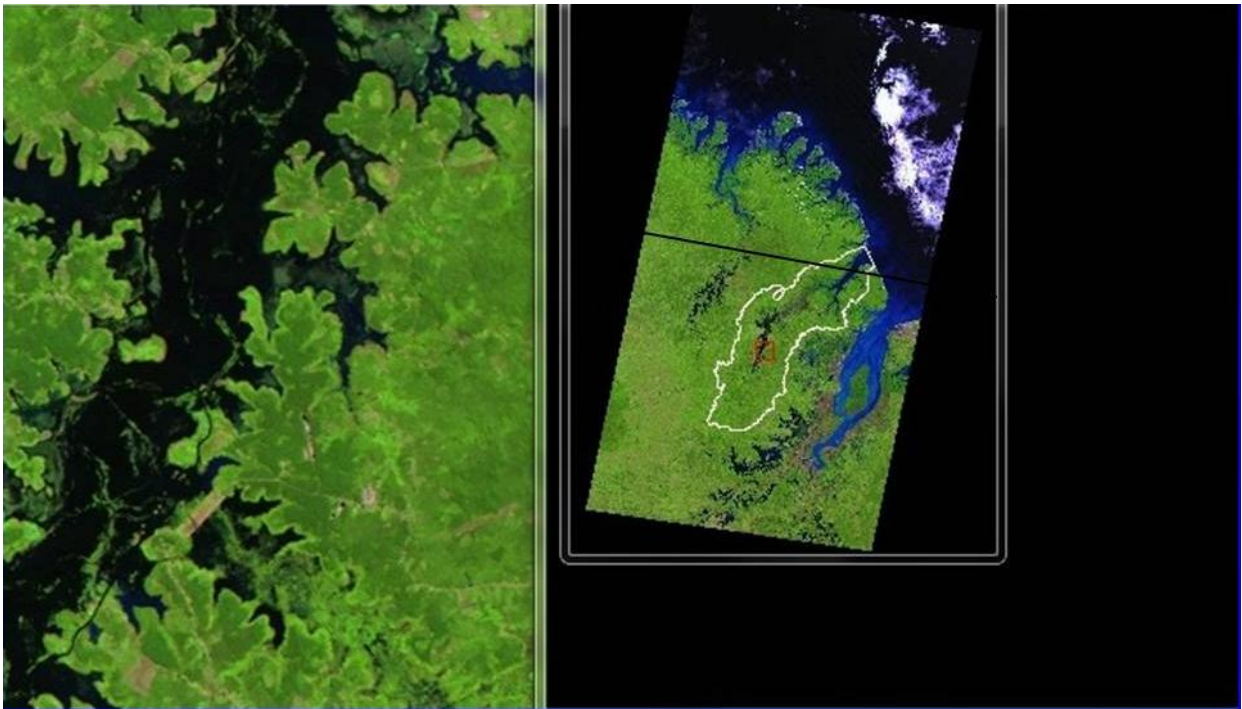
1.3.5 Recorte da área de interesse

Na interpretação de Imagens de Sensoriamento Remoto, na maioria das vezes, para facilitar sua análise e classificação, são aplicadas técnicas como a criação de região de interesse, que consiste basicamente em um corte da área de importância. As regiões de interesse geralmente são usadas no cálculo de estatísticas, para se fazer uma classificação, para produzir uma máscara e em outras operações que requeiram uma entrada interativa (ITT, 2009).

Portanto o recorte é fundamental no estudo de uma área específica. Isso acaba proporcionando ganho de tempo no processamento e tratamento final das imagens, isto é, o objetivo é diminuir os dados apresentados somente para o alvo pretendido.

Nessa perspectiva, o objetivo desta etapa foi extrair o recorte da área estudada, utilizando uma máscara vetorial criada no *Arcgis 10.1*, com os “limites físicos da bacia hidrográfica do Pericumã” (Figura 4). Na ocasião foi criado um *buffer* (área de influência) além dos limites físicos da área e, em seguida, foi aplicado o mesmo sob a imagem corrigida atmosféricamente, utilizando-se da ferramenta *Export Active Layer to RÓIs* do software *ENVI 4.6*.

Figura 4: Área de interesse com os limites físicos da bacia hidrográfica do rio Pericumã, sob imagem corrigida atmosféricamente (direita)



Fonte: Viegas (agosto de 2014)

1.3.6 Componentes principais

Com o objetivo de identificar melhor os alvos de estudo nas imagens analisadas da Bacia Hidrográfica do rio Pericumã, foi aplicada a técnica de Componentes Principais (SINGH e HARRISON, 1985). Com aproveitamento desse procedimento foi possível à redução ou remoção das redundâncias espectrais, ou seja, gera um novo conjunto de imagens cujas bandas individuais apresentam informações não disponíveis em outras bandas (SINGH e HARRISON, 1985; JENSEN, 2009).

A transformação por Componentes Principais tem como função determinar a extensão de correlação entre bandas de uma mesma imagem e removê-la através de uma transformação matemática apropriada (WATRIN *et al.*, 1996), pois, na medida em que vão sendo geradas novas imagens sem nenhuma correlação entre si, as feições espectrais serão progressivamente menos significantes (SCHOWENGERDT, 1983; RICHARDS, 1986 *apud* WATRIN *et al.*, 1996).

De acordo com Watrin *et al.* (1996):

A transformação por Componentes Principais vem sendo, em geral, empregada para reduzir a dimensionalidade dos dados, porém, devido às suas particularidades como técnica poderosa no realce de imagens, tem motivado aplicações na área de recursos naturais e na detecção de mudanças ocorridas

na cobertura do solo. Dentre essas aplicações citam-se os trabalhos de Ringrose e Large (1983) como apoio a levantamentos ecológicos em ambientes tropicais úmidos; Lee et al. (1990) para monitoramento de áreas reflorestadas com *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*; e Shimabukuro et al. (1991) como técnica auxiliar na detecção de áreas atingidas pelo fogo em ambiente de cerrado.

Como resultado da aplicação da técnica, o produto final apresentou informações de brilho associadas, às sombras de topografia e às grandes variações da reflectância espectral geral das bandas. Com isso tornou-se possível a distinção dos alvos como demonstrados na imagem, principalmente da variação da vegetação, áreas úmidas, solo exposto e áreas construídas (cidades, estradas, povoados) (Figura 5). Além disso, foi realizado um contraste que auxiliou na separação de outros alvos e demais objetos encontrados na cena.

Figura 5: Principais componentes - vegetação, áreas úmidas, solo exposto, áreas construídas



Fonte: Viegas (agosto de 2014)

1.3.7 Geração de índices

1.3.7.1 Normalize Difference Vegetation Index - NDVI

Segundo Moreira e Shimabukuro (2004), na literatura são encontrados mais de cinquenta (50) índices de vegetação, sendo quase todos obtidos de medidas da reflectância nas faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Os dois tipos mais comumente utilizados são: o NDVI e *Ratio Vegetation Index* - RVI. O NDVI consiste em um processo de razão de bandas onde se busca identificar o grau de biota vegetal (MELO, et al., 2011).

Nessa perspectiva, diversos trabalhos foram desenvolvidos, com o intuito de discutir a aplicação do NDVI como ferramenta utilizada pelo Sensoriamento Remoto, para a avaliação e monitoramento dos processos de desertificação, classificação da cobertura vegetal como forma de determinar a densidade de fitomassa foliar (Accioly et al., 2002; Teotia et al. 2003), bem como, fotossinteticamente, a atuação da vegetação em unidade de área, pois quanto maior este índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde do ambiente (MELO, et al., 2011).

De acordo com Novo (1989), à medida que aumenta a quantidade de vegetação verde, aumenta a reflexão na banda do infravermelho próximo e diminui a reflexão na banda do vermelho, fazendo com que o aumento da razão seja potencializado, realçando, assim, a vegetação.

Dessa forma, aplicou-se nas imagens utilizadas nesta pesquisa o NDVI definido por Jensen (1996), o que descreve para o cálculo a seguinte equação:

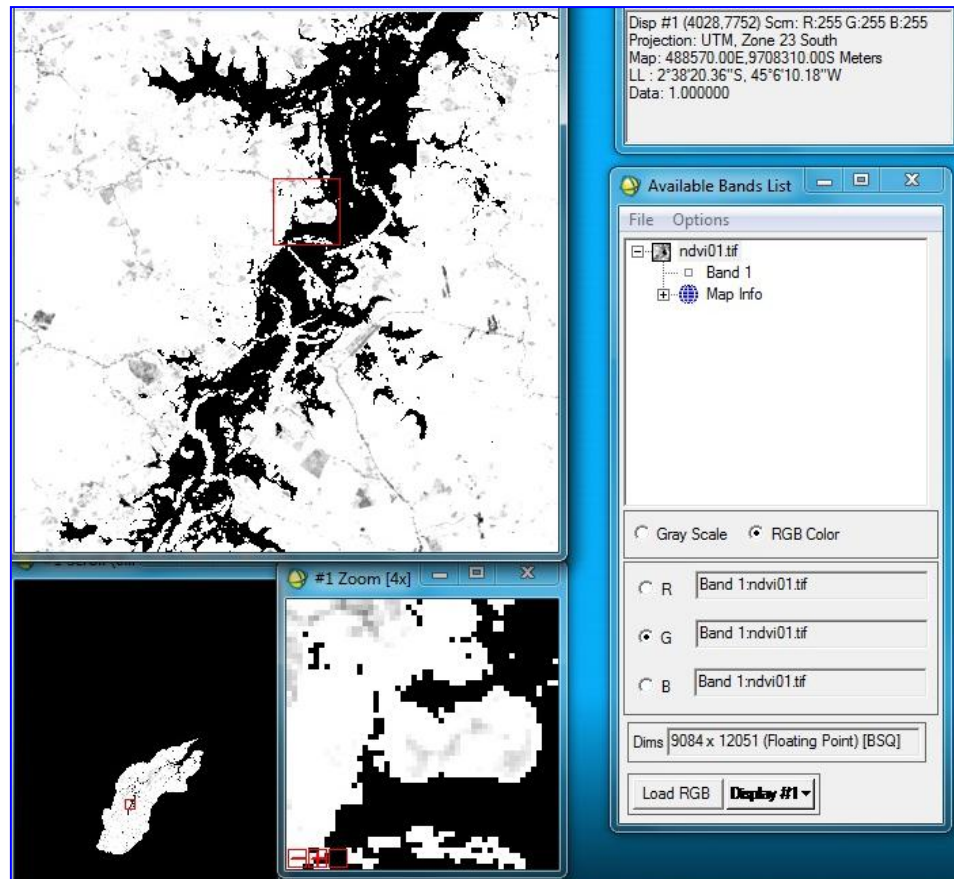
$$NDVI = (pivp - pv) / (pivp + pv)$$

Onde: pivp é a reflectância no infravermelho próximo; pv é a reflectância no vermelho e (1) é o valor de saída do pixel.

Então, para a geração do NDVI, utilizamos a ferramenta *Transform > NDVI Calculation* do software *ENVI 4.6*, em seguida aplicamos: $NDVI = [(banda\ 4 - banda\ 3) / (banda\ 4 + banda\ 3)] + offset$.

Na imagem NDVI gerada, os níveis de cinza claro mostram valores que representam variações dos valores dos índices de vegetação. Já os níveis de cinza mais escuro apresentam valores de índice de vegetação menor (Figura 6), isto é, níveis de cinza próximos a zero. Estes valores correspondem a alvos de áreas construídas (estradas, áreas urbanas), solo exposto e água.

Figura 6: Apresentação dos valores de Índice de Vegetação da área estudada



Fonte: Viegas (agosto de 2014)

A partir dos resultados alcançados com a extração do NDVI, tornou-se possível diferenciar, com maior precisão, áreas rurais com vegetação e sem cobertura, áreas urbanas com e sem cobertura vegetal. Os dados auxiliaram na determinação e coletas de amostra para a classificação das imagens.

1.3.8 Classificações das imagens

Atualmente uma grande variedade de trabalhos acadêmicos, científicos e de consultoria, empregam técnicas de sensoriamento remoto para a interpretação dos atributos que compõem o ambiente.

É nesse contexto que o uso das técnicas de classificação de imagens de satélite surge como potencial ferramenta na análise de extensas e pequenas áreas de estudo, ou quando há a necessidade de interpretação de várias imagens multitemporais, pois esse processo automatiza a extração de informações das imagens, eliminando a subjetividade da interpretação humana e reduzindo o esforço de trabalho do pesquisador analista (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Na área em estudo, aplicou-se a classificação supervisionada, pois o avalista já detém certo conhecimento do ambiente, resultando na determinação de classes e reconhecimentos de alvos: como identificação de estradas, corpos d'água, áreas com vegetação e sem cobertura vegetal e manchas urbanas.

Nessa mesma perspectiva, utilizamos os processos de classificação supervisionada, bem como demais ferramentas para melhorar a classificação e a pós-classificação.

Para a classificação das imagens de satélite da área de estudo, utilizamos a Classificação Máxima Verossimilhança - *Maximum Likelihood* do software ENVI 4.6 (AHMAD e QUEGAN, 2012).

Na aplicação dessa ferramenta, o programa pressupõe que as estatísticas para cada classe em cada banda são normalmente distribuídas e calculadas a probabilidade de que um determinado pixel pertence a uma classe específica, onde cada pixel é atribuído à classe que tem a maior probabilidade de ocorrência, isto é, a probabilidade máxima. Se a maior probabilidade é menor do que um limite especificado, o pixel permanece não classificado (RICHARDS, 1999).

Com a determinação do que seria extraído, chegou-se à obtenção das amostras para treinamento no algoritmo de classificação das imagens, as quais foram possíveis por meio de ROI, em seguida aplicadas no algoritmo de classificação *Maximum Likelihood*.

De posse do resultado do quantitativo das classes (11 a 14 classes), aplicamos a redução dos ruídos resultantes na classificação, com aplicação do filtro *majority* e, em seguida, transformação das classes de EVF (formato do arquivo do ENVI) para VETORES (shapefile - formato do Arcgis).

1.4 Levantamentos em campo

Os trabalhos de campo deram subsídios para melhorar o detalhamento e a compreensão dos resultados produzidos em laboratório, o entendimento dos agentes e processos atuantes *in loco*, como a validação do mapeamento de alguns dos fenômenos estudados. Dessa forma, as etapas, materiais e técnicas acima relacionados, não obstante limitados, proveram o conhecimentos espaciais e temporais, bem como possibilita mos diagnósticos e possíveis prognósticos da BHRP.

Nas atividades de campo, utilizou-se a metodologia de transectos, seguindo a direção sul norte e leste oeste, isto é, da alta, média à baixa bacia; e transectos

intermediários no sentido leste – oeste (Mapa 2). Resulta que os transectos foram de grande relevância e acompanharam as estradas disponíveis e trechos do principal rio da área estudada, totalizando 5.282 km percorridos. Nesse contexto, ressaltamos que a metodologia de transectos torna-se pertinente para os diagnósticos do ambiente geográfico de bacias hidrográficas com influências microrregionais e relativamente extensas.

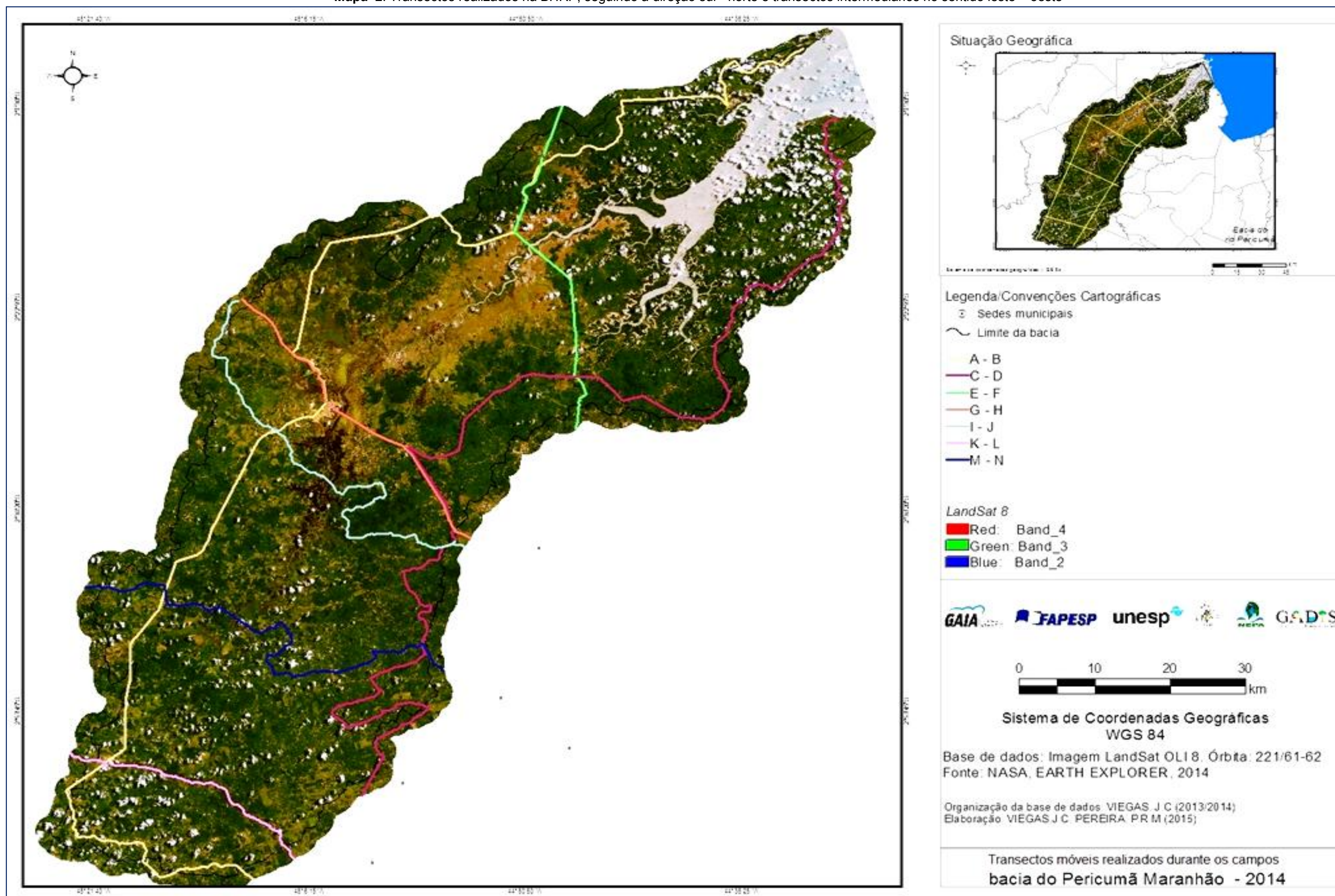
Para aplicar os conhecimentos teóricos, conceituais e técnicas desenvolvidas em gabinete, seguiram fases de levantamentos em campo, a seguir:

- ✓ Numa primeira etapa, tendo em vista o período sazonal da área;
- ✓ Coletas e informações de pontos com GPS para validação dos limites topográficos da bacia hidrográfica;
- ✓ Também ocorreram os primeiros contatos com moradores e associações de trabalhadores rurais e pescadores;
- ✓ Verificação da vegetação local, as práticas agrícolas e pecuárias;
- ✓ Medição de largura e profundidade de canais fluviais;
- ✓ Entrevistas semidirigidas com pessoas locais.

Ressalta-se que em algumas das comunidades visitadas o acesso é mais fácil em meses de inícios das chuvas e estiagem, isto é, durante os meses de janeiro a março e entre outubro a março.

Os trabalhos abarcaram setores pré - definidos das sedes municipais e comunidades rurais dos territórios administrativos de Viana, Pedro do Rosário, Presidente Sarney, Pinheiro, São Bento, Olinda Nova do Maranhão, Matinha, Perimirim, São Vicente Ferrer, Guimarães, Mirinzal, Central do Maranhão, Pinheiro, Bequimão e Alcântara. Os levantamentos de campo também serviram para aquisição de material sobre a origem e formação dos territórios municipais, registro Geo-fotográficos, percepção da paisagem e validações das classificações de cobertura e uso da terra, realizados em 35 pontos controles.

Mapa 2: Transectos realizados na BHRP, seguindo a direção sul - norte e transectos intermediários no sentido leste – oeste



Fonte: Base de dados EARTH EXPLORER (2014)

1.5 Aplicação de entrevistas

Para alcançar os objetivos gerais e específicos de uma pesquisa, os pesquisadores, precisam estabelecer quais serão as técnicas e os procedimentos metodológicos que os auxiliarão, o alcance dos resultados finais.

Conforme Ribeiro (2008), o instrumento que o pesquisador utilizará para atingir resultados ideais será estipulado por ele mesmo e dependerá de cada pesquisa.

Uma das etapas mais importantes, depois do levantamento bibliográfico é coletar dados ou informações que não seriam possíveis somente por meio da pesquisa bibliográfica e das observações (BRITO JÚNIOR e FERES JÚNIOR, 2011). Para tanto umas das técnicas utilizadas para obter informações de uma área de estudo, é a entrevista, que, segundo Brito Júnior e Feres Júnior (2011), é uma das técnicas mais utilizadas na coleta de dados.

Richardson (1999, p. 207) salienta ainda que a entrevista é uma técnica importante que permite o desenvolvimento de uma estreita relação entre as pessoas, ou seja, interação entre entrevistado e entrevistador, a criação de um contato próximo e estimulador. Dessa forma, o pesquisador passa a entender não só qual a relação mais próxima do morador com aquela região estudada, e como qual a percepção ambiental que possuem daquela área, além, de obter informações que não são encontradas em referencial bibliográfico, e sim, apenas, nas lembranças dos moradores mais antigos.

Desse modo, foram aplicadas 50 (cinquenta) entrevistas por amostragem, com base no grau de importância do morador para a comunidade e seu tempo de moradia no local. Levaram-se também em consideração os moradores mais antigos (Fotografia 1); presidentes das comunidades visitadas; pescadores e líderes comunitários da região.

Esses moradores foram entrevistados, no intuito de obter relatos sobre a percepção da paisagem, por meio de roteiro de entrevistas do tipo semi-dirigido, seguindo um trajeto pré-estabelecido. Com as entrevistas, tornou-se possível compreender o contexto da formação das comunidades inseridas na BHRP, a origem da população, formas de exploração econômica e ambiental e formulação de texto sobre o imaginário da população local.



Fonte: Pereira (fevereiro de 2015)

1.6 **A**nálise exploratória espacial e temporal dos dados de campo em laboratório: mapas, cartas e informações produzidas do ambiente em estudo

As análises dos dados de campo foram realizadas na UNESP/PP-GADIS, no CEGOT – Universidade de Coimbra e no laboratório de estudo do NEPA-DEGEO, obedecendo a um cronograma de trabalho predefinido no projeto de pesquisa, como a produção de mapas, cartas e textos.

Foram produzidos mapas com dados primários e secundários oficiais, a saber: geológico, geomorfológico e solos a partir de dados disponibilizados nos sites do IBGE, DNPM, EMBRAPA, CPRM. Quanto aos dados oficiais, não coube validá-los em campo, uma vez que se supõe que isso já tenha sido realizado pela instituição responsável. Porém, ao analisá-los, percebeu-se que algumas informações não condiziam com as avaliadas em campo e que não contavam nesses arquivos. Neste caso, coube analisar esses dados e editá-los para que o mapa final correspondesse, o mais próximo possível, à realidade observada em campo.

Em relação aos dados produzidos, como exemplos: as cartas e mapas temáticos, como os de cobertura e uso de diferentes anos, drenagem e áreas de maiores altitudes (pontos cotados), foram realizados por meio da extração de informações de imagens orbitais do programa da NASA LANDSAT dos sensores MMS,

TM, OLI e SRTM-TOPODA. Para aceitar os resultados finais dos mapas temáticos, foi necessário validá-los. Para tanto, o método de avaliação de exatidão mais simples e comumente utilizado é o da Matriz de Confusão. A partir dela é possível extrair várias medidas de exatidão, sendo a Exatidão Global a mais conhecida. A matriz é composta de informações temáticas avaliadas versus sua referência terrestre (CONGALTON; GREEN, 2009).

A etapa de validação das classificações foi realizada a partir da interpretação de pontos amostrais extraídos de imagens de média resolução do satélite Rapideye e de pontos coletados em campo por meio do GPS. Os pontos com o GPS foram coletados em alguns locais pré-definidos da área de estudo e classificados quanto a sua cobertura. Por considerar que não foram suficientes para validação, optou-se pela realização da geração de pontos aleatórios no Arcgis 10.0 para auxiliar a validação das cartas temáticas. Para tanto, foi utilizada a ferramenta *Create Random Points*, que garantiu o princípio da aleatoriedade e a boa distribuição espacial dos pontos.

Após esse processo, foi realizada uma avaliação estatística com o software ArcGis 10.0, ferramenta *Frequency*, com o objetivo de cruzar e analisar a quantidade de pontos das classes certas e erradas. A partir disso aplicou-se esses dados em uma matriz de confusão que originou o índice Kappa, o Kappa condicional, a Exatidão do Produtor, a Exatidão do Usuário e a Exatidão Global (RODRIGUES, 2014). Dessa forma obteve-se Kappas entre 0,70 e 0.80 , considerados classificações de muito boa acurácia.

Os dados e informações obtidos, por meio das entrevistas a moradores mais antigos e lideranças comunitárias foram analisados e contextualizados de forma que se consiga perceber quais as transformações ocorridas na área investigada, além de entender como eles percebem a paisagem e o ambiente nos quais estão inseridos.

Para concluir o capítulo, salienta-se que os procedimentos realizados na atual Dissertação foram idealizados e tiveram o propósito de produzir informações que deveriam ser seguidas em novos estudos. Concluí-se também que alguns trabalhos de suma importância já realizados anteriormente no local, no entanto, não tiveram a preocupação em descrever as etapas, os materiais e os procedimentos adotados, o que facilitaria o desenvolvimento de novas pesquisas sobre o ambiente da BHRP.

ARCABOUÇO TEÓRICO

Apreensão de Fragmentos na paisagem do Pericumã

Em um dia de chuvas breves no complexo territorial da BHRP, rapidamente passam vultos nunca vistos... São crianças divertindo-se em um pequeno corpo d'água límpido, próximo a uma unidade de paisagem denominada de geofácia, composta em grande maioria por vegetação prodigiosa de palmáceas (buritizeiros e juçareiras).

"A paisagem em nós"

CAPÍTULO 2

2 A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS – TGS E O TRIPÉ GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM – GTP

2.1 Suas utilizações nos estudos propostos pela Geografia

A Geografia é uma ciência que vem, desde seus primórdios, promovendo discussões sobre sua identidade, seu objeto de pesquisa e seus métodos aplicados nos estudos propostos. Passou por várias tendências e escolas de pensamento geográfico (MOREIRA, 2006; VITTE, 2007), a exemplo: a tradicional – determinista e possibilista – positivista, crítica e, desde os anos de 1960, alguns estudiosos tendem a uma compreensão mais completa, isto é, – uma abordagem nas bases sistêmica/holística e complexa (SOCHAVA, 1977; TRICART, 1977; MONTEIRO, 2001; TROPMAIR e GALINA, 2006; MORIN, 1991). O que, no nosso juízo, com base no referencial teórico, acende possibilidades para maior alcance e resultados mais vantajosos nas pesquisas, no que tange seu caráter de ciência que investiga as “inter-relações” dos componentes do espaço geográfico e das “correlações” natureza-sociedade (BERTRAND e BERTRAND, 2009).

A Geografia como ciência eminentemente pautada no estudo das “Co e Inter-relações natureza-sociedade”, desde o sucesso da Teoria Geral dos Sistemas - TGS, de Bertalanffy, no início dos anos 1950 do século XX, e posteriormente a introdução das bases teóricas sistêmicas, dentro da geografia por Sochava, em que o mesmo criou o termo Geossistema³ (BEROUTCHACHVILI e BERTRAND, 1978; TROPMAIR e GALINA, 2006). Alguns geógrafos voltam-se e procuram apresentar os principais conceitos, características e estruturas dessa abordagem, na tentativa de explicar os acontecimentos, fenômenos da natureza e comportamentos humanos sobre o ambiente natural, pois surge daí uma entidade global nova, dinâmica e complexa, ou seja, uma visão de conjunto (BERTRAND e BERTRAND, 2009; PASSOS, 1998).

³Também conceitua-se como sistema geográfico e complexo natural territorial.

Devemos destacar que os estudos e a visão de Humboldt (1768/1859) já preconizavam a análise do espaço geográfico de forma integrada (holística), porém sua face mais divulgada é a que reflete o geógrafo e naturalista rigoroso, extremamente cuidadoso na mensuração, no registro e na coleta de dados e amostras, buscando sempre compreender as conexões, por mais complexas que possam ser, para alcançar as leis e as “totalidades” que explicam a Terra e o Universo” (BECK, 1973; TROPPEMAIR e GALINA, 2006).

No entanto, com o passar dos anos, a visão total e integrada da Geografia de Humboldt cedeu lugar a divisões. Por quê?. A resposta é rápida e relativamente simples: surge a dualidade entre as Geografias, de um lado a Física e do outro uma Geografia Humana e, em seguida, a multiplicação de disciplinas. Sabemos que, mesmo que haja elos para se transformarem em ciências, continuam sendo ramos da ciência mãe das relações sociedade e natureza - *geografia*.

Dessa forma, temos que concordar que o conhecimento do todo geográfico não surge de fatos isolados (Disciplinas), passíveis de serem conhecidos por si e em si. Em que lecionar fatos geográficos isolados é uma falha (SUERTEGARAY, 2001; AB' SÁBER, 2003; BERTRAND e BERTRAND, 2009).

Na perspectiva segundo a qual o espaço geográfico não é apenas um ambiente isolado, mas, onde os processos naturais, socioeconômicos-políticos e culturais se desenvolvem de forma integrada, a inter-relação natureza - sociedade não deve ser vista em si, ou apenas em suas relações, mas compreendidas a partir de uma unidade constituída por suas intrínsecas articulações e co-determinações.

Nesse contexto, podemos citar os estudos sobre a noção de paisagem (escolas alemã, russa e francesa), pois paisagem apresenta a possibilidade de leitura e interação de sistemas naturais e sociais, através da abordagem sistêmica (BERTRAND 1968, BERTRAND e BERTRAND 2009). Essa proposta desempenha um papel epistemológico, prático e de grande importância na análise e entendimento dos agentes e processos atuantes no ambiente geográfico (PASSOS, 2013).

O entendimento de paisagem das escolas europeias trouxe contribuições significativas à Geografia brasileira, fornecendo suporte teórico e metodológico ao debate, ensino da noção de paisagem, sua evolução e a sistematização do entendimento de geossistema (CRISTOFOLLET, 1979,1980,1981; MONTEIRO, 2001).

Aceita-se que a noção de paisagem seja uma interpretação do natural e social, em que Bertrand (1968) salienta a paisagem como uma entidade global, que

possibilita a visão sistêmica numa combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos em evolução. Bertrand e Bertrand (2009) salientam que as escalas tempo - espaciais foram utilizadas como base geral de referência para todos os fenômenos geográficos e que todo estudo de um aspecto da paisagem se apoia num sistema de delimitação mais ou menos esquemático, formado por unidades homogêneas e hierarquizadas, que se encaixam umas nas outras.

Dessa forma aceitamos que há uma aproximação da noção de paisagem à de “meio ambiente”⁴, pois o meio ambiente versa no conjunto de agentes e processos que envolvem a sociedade e interagem com ela; a paisagem é uma produção interna e externa, nascida da interação da sociedade com o envoltório externo, isto é, a interface sociedade – natureza – sujeito – objeto.

Também podemos citar que a natureza e o homem se integram e interagem, o que é percebido por Marx (1963) quando descreve que a natureza, separada da sociedade, não possui significado.

Para os geógrafos, os problemas do ambiente fundam uma das principais preocupações do homem, o que favorece o surgimento dos estudos da problemática ambiental, os quais são uma tendência e ainda não estão devidamente focados na afinidade entre o desenvolvimento da produção e o processo de desenvolvimento da sociedade e exploração dos recursos naturais. Para tanto, muitas são as possibilidades de análise sobre o ambiente, principalmente em relação aos estudos que se tornam o diagnóstico do ambiente geográfico, com fins ao planejamento e gestão ambiental. Num certo sentido, a complexidade ambiental pode encontrar suporte em diagnósticos para a compreensão dos problemas advindos das relações conflitantes entre sociedade e natureza.

Nesse sentido um estudo sistematizado e integrador dos conhecimentos pode ser incorporado ao processo de compreensão da complexidade ambiental, dos agentes e processos sociais, políticos, econômicos, culturais e sensoriais que atuam no espaço geográfico, isto é, uma abordagem não setorializada do ambiente e dos seus conhecimentos, completando desde a escala espacial a temporal.

De acordo com Rodríguez (2003), por meio das pesquisas sobre as escalas dos problemas, é possível o diagnóstico da paisagem, analisando os impactos sobre a paisagem e a atual conjuntura ambiental, [...] pois é possível diagnosticar os riscos

⁴ Salienta-se que o ambiente é um todo e não um “meio”.

ambientais e oferecer prognósticos para a melhoria da qualidade ambiental (RODRÍGUEZ, 2003).

Enfatizamos que analisar, interpretar e entender o espaço geográfico requer aplicações de teorias, métodos e técnicas, pois a Ciência Geográfica mostra uma complexa relação do natural ao social, com diversidade de fenômenos do ambiente, para isso necessita de perspectivas holísticas/sistêmicas na relação homem-natureza e a aplicação de diversificados métodos e técnicas.

Para tanto, Bertrand e Bertrand (2009) citam que o geossistemas deriva do ajuste entre potencial ecológico, que é um misto da soma de fatores hidrológicos, geomorfológicos e climáticos, exploração biológica, formada pela fauna, vegetação e solo, e ação antropogênica, que é ação do homem sobre o ambiente.

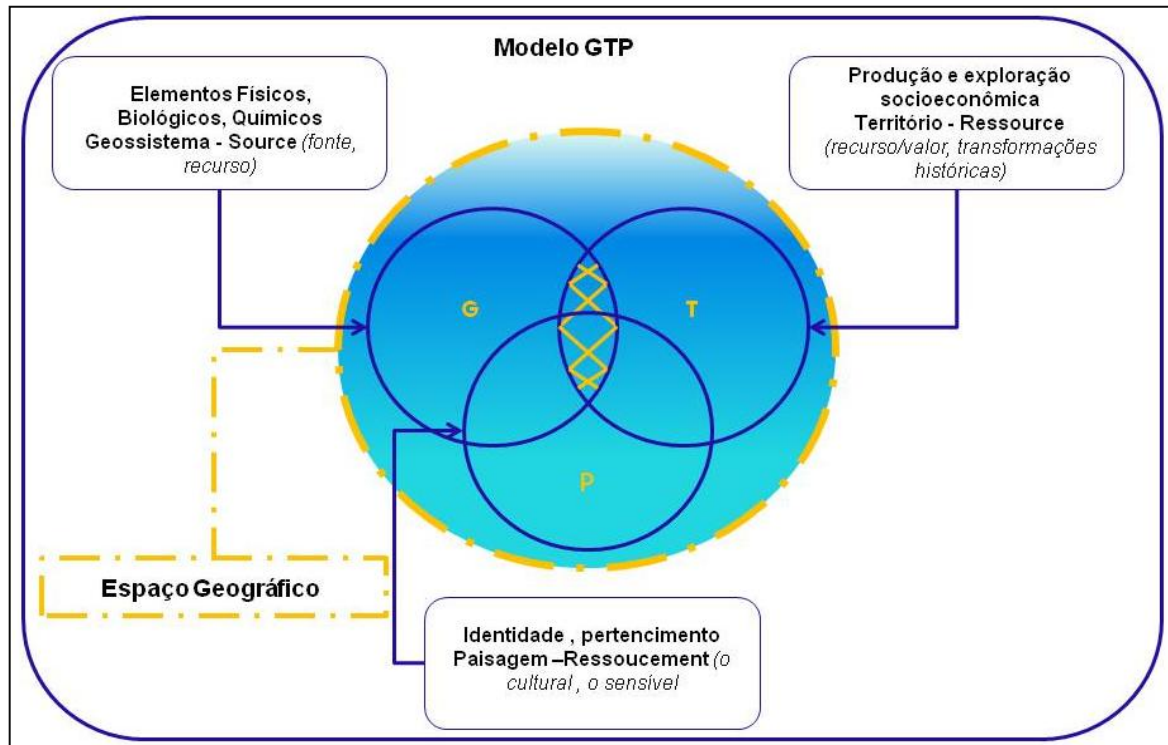
Para Passos⁵ (2008), o conceito de *geossistema* é uma entrada naturalista do ambiente antropizado, isto é, uma visão generalizada geograficamente da natureza, ou conceituação de paisagem. Todavia, Sochava afirmou que a ação antropogênica é um fator que modifica a estrutura e as características espaciais dos geossistemas.

Bertrand e Bertrand (2009), pautados na teoria, expõem que há tempos do meio ambiente. Segundo o autor, existem tempos da natureza antropizada - Geossistema; o tempo do social e o tempo econômico - Território e o tempo da identidade, das representações simbólicas, da cultura e do sensorial – Paisagem. Para Passos (2006), cada um desses tempos concebe-se em detalhes para interpretar o meio ambiente: visão naturalista, entendimento socioeconômico e sociocultural. Em outros termos, o Geossistema, o Território e a Paisagem.

Tanto Bertrand e Bertrand (2009), quanto Passos (2008) entendem que o “meio ambiente” é extremamente complexo e não pode ser apreendido a partir de um conceito “unívoco” (único), bem como pesquisado a partir de um único método isolado dos demais. Para isso, Bertrand propõe uma análise do ambiente por meio de três entradas, isto é, um modelo teórico/epistemológico e metodológico, o tripé GTP: *Geossistema, Território e Paisagem* (Quadro 3)⁶ (PASSOS 2008, p. 63).

⁵ “Pode-se definir sistema como um “modelo” consistente em um conjunto de elementos em interação”.

⁶ No modelo GTP, o espaço geográfico é formado pelo **Source** (fonte, recurso), uma compreensão da entrada naturalista; **Ressource** (recurso/valor), produção e exploração socioeconômica; **Ressoucemente**, a identidade longa que temos com a Paisagem, isto é, nossa ligação, o poder de pertencimento, em que a paisagem nasce da interação de dois elementos: (a) um objeto - um espaço geográfico qualquer e (b) um sujeito - o observador - nós como homens: o cultural o sensível (Passos, 2006). No ponto de intersecção das esferas, deve-se situar a análise geográfica. A convivência dinâmica destas esferas define e confere movimento ao espaço geográfico (Sousa, 2010).

Quadro 3: Fluxograma esquemático de como apreendemos o modelo GTP para a pesquisa

Fonte: Sousa, 2010; adaptado por Viegas

No desenvolvimento da pesquisa, o fluxograma esquemático do modelo GTP e das demais conjecturas bertrandianas são suportes para a compreensão das inter-relações dos elementos de ordem biológica, físico e químico, bem como os de ordem humana. Baseado nessa compreensão, podemos inferir que o uso do modelo GTP neste estudo determina a capacidade de estudar a relação sociedade/natureza de forma integrada. Nessa perspectiva, entende-se que a paisagem, sob a concepção bertrandiana, é objetiva e subjetiva, mostra-se no espaço geográfico, como na identidade do sujeito em relação a um ambiente geográfico qualquer.

2.2 A fragmentação e mudanças da paisagem

As pesquisas sobre as fragmentações da paisagem apresentam papel fundamental na compreensão do espaço geográfico, constituindo-se um dos aspectos mais focalizados por cientistas (Ecologistas e Geógrafos), tanto pela dimensão e variabilidade física, biológica, humana, mudanças temporo-espaciais, quanto pela necessidade em diagnosticar e analisar os elementos do ambiente, com vistas à disponibilidade de água para o consumo humano, obtenção de alimento, transporte, circulação de riquezas (organização do território) e da paisagem (cultural, sensorial) (TURNER, 1989; LANG e BLACHKE, 2009).

A fragmentação de paisagem e suas implicações relativas às mudanças e transformações socioambientais, ciclos biogeoquímico e biodiversidade, têm se tornado temas centrais nas ciências que buscam entendimento do “meio ambiente” (TURNER *et al.*, 1994, LUCC, 1996). Como resultado desse processo de entendimento, teorias, métodos e modernas técnicas surgem para os estudos da dinâmica espacial da superfície terrestre (CONSTANZA *et al.*, 1993, TURNER *et al.*, 1995).

O “conceito” de paisagem, sobretudo dentro do campo de atuação da Geografia, segue uma lógica espacial e temporal, nem sempre linear. Ou seja, a concepção de paisagem foi sendo modificada ao longo da história do pensamento geográfico e seu significado recebeu atenção diferenciada em diversos países e em diferentes períodos (SILVA, 2007).

Passos (1998) salienta que a Geografia passou a se ocupar da paisagem no século XIX com a fundação da escola alemã por A. Hommeyerem, no entanto foi com Alexandre Von Humboldt que a paisagem começou a ser tema geográfico.

Humboldt chega a criar a *Landschaft*, uma ciência da paisagem, originando um ramo da Geografia denominada “Geografia da Paisagem”. Já no período clássico, Schluter desenvolveu pesquisas sobre a *Landschaft*, termo que era utilizado para designar uma região de dimensões médias (PASSOS 1998, p. 40).

Segundo Passos (2006 p. 42), o estudioso alemão Carl Troll teve grande importância para o desenvolvimento da Ciência da Paisagem, incorporando ao conceito as abordagens contemporâneas da Ecologia, definindo o ecótopo como extensão do conceito de biótopo à totalidade dos elementos geográficos. Dessa forma, contribuiu para estruturar o futuro conceito de “geossistema”, além de propor a Ecologia da Paisagem que posteriormente se denominou “Geoecologia”. Passos ainda salienta que a partir das abordagens da Ciência Ecológica, o conceito de sistema foi plenamente incorporado aos estudos da paisagem, considerada como um sistema aberto (PASSOS, 2006 p. 43).

Já no final do século XIX, surge, na escola russa de Geografia, a ciência da paisagem com o nome de Geografia Física Complexa. Suas origens unem-se com as concepções da escola germânica, de um lado e, de outro, está clara a contribuição da Edafologia científica de Dokoutchaev (PASSOS, 2006, p. 43).

Entende-se que a ciência Geografia, ao analisar as paisagens, evolui em duas direções: uma predominantemente biofísica (Humboldt e Dokoutchaev), baseada nas escolas alemã e russo-soviética, que concebe a paisagem como um complexo

natural integral e dinâmico, e outra essencialmente sociocultural, que analisa a paisagem como um espaço social ou uma entidade perceptiva. Ambas ressaltam a visão de paisagem como análise do todo em uma dimensão espacial e temporal.

No entanto, Lang e Blachke (2009) citam que as estruturas e padrões espaciais são considerados como manifestações e processos que ocorrem em diferentes planos de escala, fazendo com que os trabalhos das feições espaciais e estruturais observáveis e mensuráveis na paisagem possam ser caracterizados as condições e desenvolvimento das mudanças temporais do ambiente geográfico.

De acordo com Forman e Godron (1986):

As paisagens possuem três características fundamentais, a saber: estrutura (relações espaciais entre os ecossistemas que as compõem); a função (interação entre os elementos espaciais) e a mudança (alteração das duas primeiras características ao longo do tempo).

Nesse contexto, é possível observar, descrever, qualificar e quantificar os costumes da sociedade em determinadas épocas de sua existência, bem como saber quais os padrões de intervenção dos elementos que a formam, possíveis fragmentações de ambientes, surgimento de manchas e corredores nos sistemas ambientais (FORMAN; GODRON, 1986).

A fragmentação de paisagem e suas implicações relativas às mudanças e transformações socioambientais, ciclos biogeoquímico e biodiversidade têm se tornado temas centrais nas ciências que buscam entendimento do “meio ambiente” (TURNER *et al.*, 1994; LUCC, 1996). Como resultado desse processo, novas teorias e modernos métodos surgem para os estudos da dinâmica espacial da superfície terrestre (CONSTANZA *et al.*, 1993; TURNER *et al.*, 1995).

Souza (2010) cita que, com a intensificação das questões ambientais, a Geografia passou a se preocupar com a construção de um conhecimento mais profundo sobre a relação do ambiente natural com a sociedade, considerando que o homem é promotor de profundas modificações da natureza pela via do sistema econômico, político e cultural e de sua organização. O autor destaca que os geógrafos são os intercessores entre certo conhecimento naturalista e formas de análise social.

Com base nas perspectivas de abordagem exposta, ressaltamos que os geógrafos devem utilizar as inter-relações dos conhecimentos da ciência geografia para entender as co-determinações entre os sistemas, áreas geográficas, sociedade, atividades culturais e as interdependência entre o espaço e os processos atuantes na fragmentação da paisagem.

Para tanto existe a necessidade de se objetivar o ambiente natural em detrimento da compreensão de suas características funcionais e sua estrutura. Em que os problemas da natureza se tornaram interrogações fundamentais as sociedades inseridas no espaço geográfico.

Os estudos das inter-relações sociedade-natureza necessitam de conhecimentos do modelo – GTP (Bertrand e Bertrand, 2009), os conceitos de paisagem (Christofoletti, 1999; Soares-Filho, 1998; Passos, 2000), a utilização de métodos e técnicas de análise espacial e temporal, formado pelas Geotecnologias - sensoriamento remoto, geoprocessamento, dentre outros (Constanza *et al.*, 1993; Mausel *et al.*, 1993; Liverman *et al.*, 1998; Turner *et al.*, 1995; Lang e Blachke, 2009).

Dessa forma, aceitamos que as características ambientais e a integridade das paisagens podem ser avaliadas pelo grau de fragmentação, em que os pesquisadores envolvidos buscam encontrar evidências da quantidade, qualidade e também das formas assumidas pela paisagem do espaço geográfico. Nessa temática, salientamos que algumas áreas oferecem grande potencial para o teste, desenvolvimento, validação de métodos, técnicas e procedimentos aplicados à fragmentação da paisagem, a exemplo do diagnóstico da BHRP, ambiente inserido na no norte do estado do Maranhão (Viegas *et al.*, 2014), notável pelo caráter de transição (FEITOSA e TROVÃO, 2008).

2.3 A bacia hidrográfica como sistema ambiental de análise pela Geografia

Para a Geografia e áreas afins, o entendimento do funcionamento dos corpos hídricos e áreas adjacentes, sempre foram fundamentais para a fixação das populações locais, pois, com esse conhecimento, torna-se possível a fixação humana.

Do ponto de vista ambiental, o espaço geográfico das bacias hidrográficas e os rios que as drenam são importantes elementos de estudo, por serem, unidade natural e modeladores do relevo terrestre. No caso dos rios, eles atuam na retirada de sedimentos, oriundos das áreas mais elevadas e deposição em terrenos com menor gradiente topográfico (ROSS, 1983). Já as bacias hidrográficas são definidas como a menor unidade de planejamento do ambiente.

Desse argumento supracitado, cabe aqui conceituar o entendimento de “bacia hidrográfica” como sistema natural de análise espacial e temporal (Rodriguez e

Silva, 2013), uma vez que a bacia hidrográfica é compreendida como a área pela qual a água é drenada e flui para um único ponto de saída, notório como seção ou setor de controle (CHORLEY, 1962). Todos os corpos hídricos que nascem nas cabeceiras e nas partes elevadas de uma bacia hidrográfica escoam para uma seção a jusante ou infiltram para o subsolo (CHRISTOFOLETTI, 1979). O setor de controle é também conhecido como exutório (ROSS, 1983).

Nas cabeceiras de drenagem, o escoamento ocorre por meio de canais/rios tributários, que drenam a água da chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas (LEOPOLD *et al.*, 1964). Dessa forma, os rios são responsáveis pelo intemperismo, erosão das rochas, transporte e deposição dos sedimentos, bem como fornecem alimentos às população locais (STRAHLER, 1950 - 1952; CHORLEY, 1962; CHRISTOFOLETTI, 1979; RHOADS, 2006).

Tendo essas características gerais, as bacias hidrográficas são sistemas superficiais complexos e dinâmicos, pois suas origens e influências atuam na configuração do modelado da superfície terrestre e nos padrões espaciais da paisagem (SOCHAVA, 1977; CHRISTOFOLETTI, 1981).

Por apresentarem entradas e saídas de energia e matéria, as bacias hidrográficas e seus rios que as drenam, determinam o constante processo de morfogênese, resiliência, sinergia (Tricart, 1977), retroalimentação do ambiente e novas configurações na paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1979, 1999, 1980; GRANELL-PÉREZ, 2004).

Deste modo, destacam-se a problemática e os estudos sobre as bacias hidrográficas como sistemas ambientais, os quais se constituem uma tendência e, ainda não está devidamente enfocada entre as potencialidades dos recursos, em benefício da produção e o processo de desenvolvimento da sociedade.

Com essa perspectiva, muitas são as possibilidades de análise a serem realizadas sobre esse ambiente, principalmente em relação ao estudo que foca o zoneamento, a cartografia de paisagem e a gestão ambiental do território.

Dessa forma, estudos sistematizados e integrados podem ser incorporados e criam subsídios à compreensão da análise das bacias hidrográficas, perfazendo os processos sociais, políticos, econômicos e culturais. Outro aspecto importante é que o homem tem participado como agente acelerador dos processos de desequilíbrio da paisagem, principalmente pelas atividades do setor produtivo e das ações humanas

diretamente desenvolvidas nesses sistemas ambientais (FORMAN e GODRON, 1986; TURNER, 2001; TROPPEMAIR, 1988).

O estudo das bacias hidrográficas como sistemas ambientais é alternativa de análise objetiva, bem como podem ser analisadas do ponto de vista subjetivos. Nesse contexto identificar e caracterizar as formas de organização e utilização dos recursos naturais das bacias é um ato de diagnosticar e posteriormente prognosticar as formas de ocupação e uso dos recursos do território, ou seja, é possível observar, descrever, quantificar e qualificar as intervenções exercidas com os costumes humanos sobre os espaços geográficos humanizados.

CAPÍTULO 3

3

A BHRP NO CONTEXTO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL E DA AMAZÔNIA LEGAL (MARANHENSE)

Fruto das leituras, revisão bibliográfica, interpretação de mapas e campo, chegou-se ao entendimento que, dentro do contexto das Regiões Hidrográficas brasileiras, oficialmente a BHRP encontra-se dentro da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental - RHANO (Brasil, 2006) (Figura 7), bem como está inserida por completo dentro do que a Lei estabelece como Amazônia Legal. Em termos específicos, todo o norte maranhense está inserido na RHANO e no “retalho” territorial que hoje é estimado como da Amazônia Legal brasileira.

No primeiro caso,

As Regiões Hidrográficas brasileiras foram criadas no intuito de produzir subsídios à elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, que configurou-se como um importante marco para a materialização do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, por conseguinte, a gestão sustentável das águas (BRASIL, 2006, p. 15). Além do mais, a construção do PNRH contou com a participação de segmentos envolvidos no uso de recursos hídricos, tendo as metas de fortalecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a promoção de um vasto processo de inclusão e participação social, além da elaboração de uma base técnica consistente de informações (BRASIL, 2006, p. 14).

Para dar subsídio ao processo de elaboração do PNRH, foram desenvolvidas diversas pesquisas, dentre as quais, a formulação dos denominados Cadernos Regionais de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006). O Governo Federal identificou 12 regiões hidrográficas, sendo sete delas formadas pela bacia de um rio principal, exemplos: Amazonas, Araguaia-Tocantins, Parnaíba, São Francisco, Paraná, Paraguai e Uruguai, e outras cinco regiões formadas por bacias menores. Para cada uma das 12 Regiões Hidrográficas, configura-se uma caracterização da área em estudo e a formação de base físico-territorial de informação.

Brasil (2006) cita que, para a caracterização da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, considera-se as Bacias do Gurupi, Itapecuru e Mearim como a primeira subdivisão da Região Hidrográfica e as Sub-bacias do Gurupi, Litoral PA01,

Litoral PA02, **Pericumã**, Turiaçu, Itapecuru, Litoral MA01, Munim e Mearim como a segunda.

Figura 7: Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental – RHANO representa 9% e 91% da drenagem, respectivamente, dos Estados do Pará e Maranhão



Fonte: Brasil (2006); adaptação por Viegas

Segundo Brasil (2006), a RHANO tem uma área de abrangência de 254.100 km², cerca de 3% do Brasil, e cobre os estados do Pará (9%) e Maranhão (91%). Possui uma densidade demográfica de 0,7 hab/km² (muito baixa) (BRASIL, 2006, p. 15). Compreende 223 municípios, sendo os mais importantes no Estado do Maranhão, São Luís capital e cidades de porte médio, como: Balsas, Imperatriz, Bacabal, Caxias, Barra do Corda, Santa Inês, Pinheiro, Codó e Coroatá (BRASIL, 2006; IBGE, 2013).

No entanto, algumas informações são generalizadas para toda a área de abrangência da RHANO e algumas bacias que a compõem, em especial informações sobre a área da BHRP, por exemplo: o principal rio da bacia, os dados desatualizados da população, os limites topográficos, municípios drenados, entre outras informações, e na falta de especificações desses conhecimentos, opta-se por apresentar nos resultados informações que podem contribuir com a formulação de novos estudos sobre a área.

Já a Amazônia Legal brasileira (Figura 8) é um marco criado em 1953, através da Lei 1.806, de 06.01.1953, o qual criou a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia – SPVEA, que tinha como objetivos elaborar e conduzir um plano de desenvolvimento para a região Amazônica (MARQUES, 2013 p. 163).

Para tanto, foram incorporados à Amazônia brasileira o Estado do Maranhão (oeste do meridiano 44°), o Estado de Goiás (norte do paralelo 13° de latitude sul, atualmente Estado de Tocantins) e Mato Grosso (norte do paralelo 16° latitude Sul). Em termos genéricos, é através da Lei 1.806, de 06.01.1953, que esse espaço geográfico ficou conhecido como Amazônia Legal, isto é, tinha por finalidade não só o planejamento, mas também uma tentativa de gestão do território (BRASIL, 1953).

Pouco mais de 14 anos depois, em 1967, foi criada e sancionada a Lei Nº 5.173, de 27 de outubro, que extinguiu a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) e criou a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM. Já nos anos de 1977, por meio da Lei complementar nº 31, de 11.10.1977, a Amazônia Legal teve seus limites ainda mais estendidos, isto é, foi criado o Estado de Mato Grosso do Sul pelo desmembramento de área do Estado de Mato Grosso (BRASIL, 1967; BRASIL 1977).

Marques (2013) cita que:

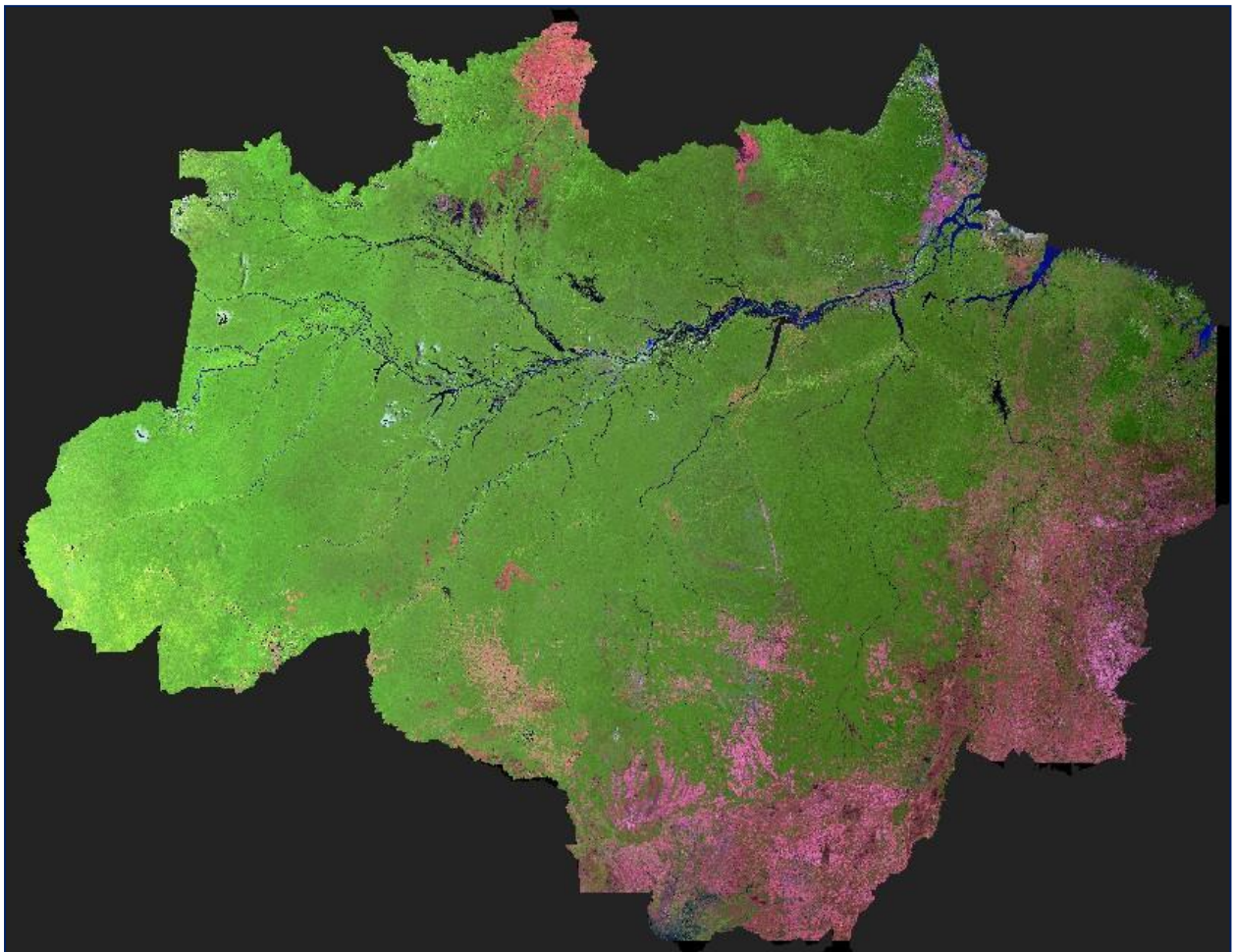
Não só a criação da SPVEA como o agrupamento de áreas a Amazônia, foi uma proposta inovadora no planejamento brasileiro, embora em seu nascedouro e sem os instrumentais e conceitos que norteariam o

desenvolvimento econômico nacional, bem como a realidade regional como no processo de desenvolvimento e industrialização nacional e nos marcos do processo de acumulação de capital presente no país.

Já Mello (2006) salienta que:

O processo de apropriação da Amazônia é marcado pela abertura de estradas e pelas ideologias de conquistas e seus conflitos, fruto do avanço da “frente pioneira”, estimulada a partir dos anos de 1970 pelas políticas governamentais, que privilegiou a consolidação da soberania nacional sobre o território, promovendo transformações sociais e ambientais na região.

Figura 8: Recorte territorial da Amazônia Legal brasileira



Fonte: INPE (2014)

Ressalta-se em especial o avanço das “frentes pioneiras”, que modificou a cobertura da terra (floresta) dantes nativa, a qual resultou em fragmentos da paisagem, bem como em novos padrões espaciais de uso. Assim, o ambiente tomou diferentes funções, a exemplo da própria organização da BHRP.

Neste sentido, Souza (2010) salienta que necessita ser do interesse do geógrafo que se avalie o “meio ambiente” ou a problemática ambiental de maneira

integrada, de modo que a natureza não seja encarada de maneira compartimentada e/ou enquanto sinônimo de ecossistema regido por leis exclusivamente naturais. É preciso ir além de certas concepções e considerar que a Geografia enquanto uma interpretação social do território, também é uma polissemia do termo “meio ambiente”.

Segundo Bertrand e Bertrand (2009, p. 83-84):

O meio ambiente é, antes de tudo, um imenso questionamento, global e confuso, quase metafísico, que a sociedade faz a si mesma e, mais precisamente, ao conjunto da comunidade científica. O meio ambiente é, em resumo, o que sobra quando as diferentes ciências não esqueceram nada em seus respectivos domínios, ou seja, todas as interconexões, e mais precisamente aquelas que fazem interagir os fatos naturais e os fatos sociais. Enfim, trata-se menos de uma ciência do que de uma consciência, coletiva e multiforme, à qual cada disciplina é obrigada a responder sob pena de desqualificação.

Nessa conjuntura, do ponto de vista ambiental e social, por a BHRP estar inserida em territórios de grande interesse, para estudiosos, biólogos, historiadores e, em especial, os geógrafos, o local ainda apresenta-se com significativas nascentes de “rios protegidas” por decretos, biomas de transição fortemente modificados e áreas de Proteção Ambiental, como a Área de Proteção Ambiental da Baixada maranhense – APA da Baixada e parte da Floresta dos Guarás. No entanto, essas áreas são consideradas como áreas de “tensão ecológica”, sujeitas a alterações irreversíveis.

Contudo, o bioma amazônico, assim como os outros de transição que estão dentro da área da BHRP, apresenta grande valor devido à abundância de recursos, atuando como um grande reator do equilíbrio, sinergia e estabilidade do geossistema local.

Todavia é a partir da década de 1970, com as políticas de ocupação e desenvolvimento de toda a área norte- nordeste da Amazônia maranhense, os agentes e os processos que atuam na modificação do ambiente passaram a acelerar a fragmentação do ambiente local, como é perceptível nas informações sobre a malha viária da região. Com esse resultado alcançado, conseguiu-se fortalecer a ideia inicial da pesquisa e ratificar o quanto o estudo foi necessário para diagnosticar o grau de atuação dos agentes e processos que modificam e fragmentam a paisagem do ambiente estudado.

3.1 Entendimento sobre geotecnologias aplicadas ao estudo da fragmentação de paisagem da bacia hidrográfica do rio Pericumã

Desde o Sistema Global de Navegação por Satélite – GNSS (Monico, 2008) até a construção de um programa em Sistema de Informações Geográficas, obtenção, processamento e interpretação de imagens capturadas por satélites (Câmara *et al.*, 2003), aviões tripulados, Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT, as geotecnologias são aproveitadas em atividades de preservação ambiental (Xavier e Zaidan, 2004), socioeconômicas, monitoramento e segurança do território (MIRANDA, 2005).

Nesse contexto, entende-se genericamente como Geotecnologias: o conjunto de tecnologias (hardware e software) envolvidas na coleta, tratamento, análise e modelos de dados geoespaciais, com o interesse de originar conhecimento através de métodos e técnicas, os quais podem abranger geoprocessamento, cartografia digital, sensoriamento remoto, entre outras informações espacializadas e georreferenciadas em nível confiável.

As Geotecnologias, ainda, apresentam limitações desde a aceitação em instituições privadas, quanto em instituições públicas. Isso se dá devido ao uso de certas funções que existem nos programas e a facilidade de manipulação e rapidez em processamentos e resultados, por exemplo, acabamento do *Layout* de mapas, cartas e vetorização de dados geográficos.

Atualmente, no mercado das geotecnologias, há centenas de programas pagos, bem como livres e o uso de um ou outro depende do custo benefício, como: tempo para o processamento das informações (tese, dissertações, projetos ambientais), disponibilidade de recurso financeiro, aprendizagem do manipulador, oportunidade de emprego no mercado de trabalho, entre outras situações. Afinal, de que adianta possuir um programa livre se o projeto “empaca” (trava) no aprendizado ou em pequenas funcionalidades e na restrição de aquisição de licenças pagas.

É verdade que, nas geotecnologias atuais, existem alternativas para quase todo e qualquer tipo de problema, que caminham entre programas pagos ou livres, objetivos de pesquisa, metas, necessidade do pesquisador e na aplicação em seus estudos. Por esta razão, entre usar os programas e qual geotecnologia, são descritas três etapas fundamentais no uso das geotecnologias utilizadas para alcance dos resultados da Dissertação, tais como: a utilização da cartografia digital,

geoprocessamento e sensoriamento remoto, processadas em programas prioritários *Arcgis* 10.1 e *ENVI* 4.6.

3.1.1 Cartografia digital

Para Freitas (2014, p. 24), ao incluirmos a história da Cartografia ao longo do tempo, observamos sua evolução em sintonia com os grandes avanços tecnológicos da humanidade, pois os avanços tecnológicos nos diferentes momentos históricos pelos quais passou o homem ditam os passos da Cartografia em termos de orientação na Terra e representação do espaço e de fenômenos naturais ou produzidos pela sociedade (FREITAS, 2014, p. 24).

Freitas (2014, p. 24) salienta:

Não se entende Cartografia sem tecnologia. Isso pode ser constatado desde os primitivos registros de representações cartográficas fazendo uso de pigmentos coloridos em aglomerados rochosos, modelagem em argila como os mapas babilônicos, trançados de folhas de palmeiras como os dos nativos das Ilhas Marshall da Austrália, dentre tantos outros registros cartográficos da humanidade, indicando a constante busca do homem por instrumentos que facilitassem sua sobrevivência, comunicação, orientação e transporte.

Nesse contexto, surge a Cartografia Digital, utilizada para proporcionar um modelo de representação digital de informações e dados do espaço geográfico. Através do incremento de materiais, equipamentos e metodologias são aplicados na digitalização de cartas topográficas; vetorização de dados; georreferenciamento de arquivos vetoriais e raster (pontos, linhas e polígonos). Mudança ou reprojeção de sistemas de coordenadas geográficas (Datum horizontais e verticais, zonas), bem como a finalização cartográfica de layout e impressão de mapas, cartas e plantas.

Todas essas etapas são processos e técnicas de cartografia digital, implementadas em computação gráfica para apresentação tecnicamente válida, confiável para a representação e análise do meio geográfico, e que estas disponíveis tanto em *software* livres quanto em prioritários.

Para a pesquisa que se encerra, as etapas utilizadas em cartografia digital consistiram em: vetorização de dados vetoriais e raster da área de estudo, verificação e reprojeção do sistema de coordenadas dos vetores e de raster; *layout* de mapas para publicação de artigos e capítulos de livro.

3.1.2 Geoprocessamento de dados

De acordo com Câmara e Davis (2003), o termo “Geoprocessamento” denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, com o intuito de tratamento da informação geográfica.

Dessa forma o geoprocessamento determina, de maneira crescente, as áreas de Cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia, planejamento e gestão urbana – regional - territorial. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica – SIG, permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA *et al.*, 2003). Além do mais, geoprocessamento é uma ferramenta computacional que apresenta um enorme potencial, principalmente se for baseado em tecnologias de baixo custo (Sousa, 2013), a complexidade da escala de abordagem (CANCELA D’ABREU *et al.*, 2002).

Contudo, os dados geográficos processados no desenvolvimento das pesquisas demandaram tempo de coleta, espaço de armazenamento e tempo para a manipulação, pois, durante o andamento das atividades foi necessário grande volume de soluções em problemas identificados na disponibilidade de dados adquiridos em sites de instituições públicas e privadas, resultando ao manipulador, criar novas informações como: conversão dos dados brutos; processamento de imagens no intuito de extrair informações confiáveis; Modelagem Digital do Terreno – MDT; Análise Estatística e apresentação cartográfica final. Algumas dessas informações são apresentadas em forma de cartas e mapas.

3.1.3 Sensoriamento Remoto aplicado ao espaço geográfico

Historicamente, “Sensoriamento Remoto – SR” é um termo cunhado no início dos anos de 1960 por Evelyn L. Pruitt e colaboradores. É uma das mais bem sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoração dos recursos terrestres em escala global (MENESES e ALMEIDA, 2012). As imagens são obtidas de satélites ou de aviões, onde sensores são instalados, que resultaram da evolução da ciência e tecnologia espacial (FLORENZANO, 2011).

Atualmente, o significado clássico de sensoriamento remoto é: “procedimento de aquisição de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que exista uma relação física (distância) de qualquer espécie entre o sensor (passivo ou ativo) e o objeto” (Florenzano, 2011 p. 9), isto é, por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas ou orbitais, onde o sensor capta a energia refletida ou emitida pela superfície em diferentes comprimentos de onda ou frequência (FLORENZANO, 2008).

Contudo, outras duas características importantes a se observar como função do SR refere-se ao tamanho da área observada e à resolução espectral das imagens obtidas pelos sensores imageadores, pois alguns usam múltiplas combinações de bandas, e sua resolução espacial chega à casa dos centímetros, o que facilita mapeamentos de dados naturais, monitoração ambiental, detecção de mudanças de uso e cobertura da terra (perda florestal, áreas construídas), entre outras.

Com o uso dessas informações, torna-se possível testar técnicas de investigação no intuito de responder questionamento e apontar as modificações que ocorreram no espaço geográfico de toda área da Bacia Hidrográfica do rio Pericumã e em áreas próximas. Certamente, é importante ressaltar que este estudo encontra-se aberto às novas abordagens no sentido de reforçar a ideia e análise do geossistema, o território e as paisagens da bacia hidrográfica do rio Pericumã como um todo geográfico, pois o ambiente estudado resulta dos processos que ocorrem entre a interface natureza e sociedade.

Dessa forma, podemos dizer que o trabalho oriundo da fundamentação teórica⁷ desenvolvida se constitui uma ferramenta rica para o diagnóstico e caracterização da fragmentação da paisagem, bem como acrescenta conhecimentos sobre os estudos já realizados e novas interpretações coerentes de uma determinada realidade local, pois, por meio da fundamentação teórica utilizada, foi possível alcançar o entendimento e análise da complexidade dos estudos do geossistema, a interpretação sociocultural das paisagens de um determinado ambiente e dos territórios da BHRP.

⁷ Ressalta-se, ainda, que a fundamentação teórica utilizada buscou entender como o modelo GTP, o uso de Geotecnologias, podem contribuir no diagnóstico da fragmentação e entendimento da reorganização da paisagem local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A paisagem do Pericumã em nós

Nos fragmentos da paisagem do Pericumã, buscamos nossas identidades. Passamos a entender que a paisagem daquele local é objetiva e subjetiva, tem relações entre formas, padrões e lembranças... Existem funcionalidades.

CAPÍTULO 4

4

DIAGNÓSTICO DOS AGENTES E

PROCESSOS QUE ATUAM NA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DA BHRP: exposição geoambiental e socioeconômica do complexo natural territorial

4.1 Caracterização geo-humana da Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã

A caracterização dos fatores naturais, assim como dos agentes humanos, torna-se necessária para a análise e entendimento dos processos que resultam em modificações do ambiente, tanto na escala temporal, quanto na espacial. Dessa forma, vários são os fatores naturais que atuam na transformação do ambiente, situando-se os fatores hidrológicos dentre os principais modeladores do espaço geográfico, produzindo e transportando matéria e energia, através da interação com os fatores geológico, climático e biótico, bem como os agentes antropogênicos.

Para tanto, os fatores ambientais e os agentes humanos da bacia hidrográfica do Pericumã são caracterizados por atributos particulares da região em que se inserem, constituindo-se em um sistema físico, dinâmico e complexo, formado por elementos que se inter-relacionam. É nesse contexto que a caracterização geo-humana da área de estudo faz-se necessária para a compreensão dos principais fatores ambientais do local.

De acordo com Feitosa (1989), os fatores ambientais podem ser definidos como elementos que agregam conjuntos de agentes e processos modeladores da paisagem, em que os elementos são as partes do todo. Assim, têm-se os agentes modeladores da paisagem como os elementos vinculados aos fatores ambientais e os fatores vinculados aos elementos estruturais da Terra.

4.1.1 **A**spectos Gerais dos fatores físicos locais da BHRP

4.1.1.2 **G**eologia e **G**eomorfologia

O caráter intracratônico do “Meio Norte” (Maranhão/Piauí), ou região meio-norte do Brasil, abarca partes de duas das “Províncias Estruturais Brasileiras”, (ALMEIDA *et al.*, 1977). Essas províncias favoreceram a formação de estrutura geológica sedimentar, constituída de vasto ambiente, cuja gênese está ligada às transgressões e regressões marinhas, combinadas com movimentos subsidentes e arqueamentos ocorridos do começo do Paleozóico (bacia do Parnaíba) ao final do Mesozoico, bacias de Barreirinhas e de São Luís (FEITOSA, 1996, 2006; PASTANA, 2001, p.17; BANDEIRA, 2013).

Geologicamente inserida na porção do “Meio Norte⁸”, a bacia hidrográfica do rio Pericumã compreende as cartas geológicas e cartográficas das FOLHAS SA.23 - V SÃO LUÍS – NO; FOLHA SA.23-Y SÃO LUÍS – SO; FOLHA SA.23 – V - D TURIAÇU [e] FOLHA SA.23-Y-B PINHEIRO (Figura 10), na escala 1:250.000 (PASTANA, 2001, p. 6).

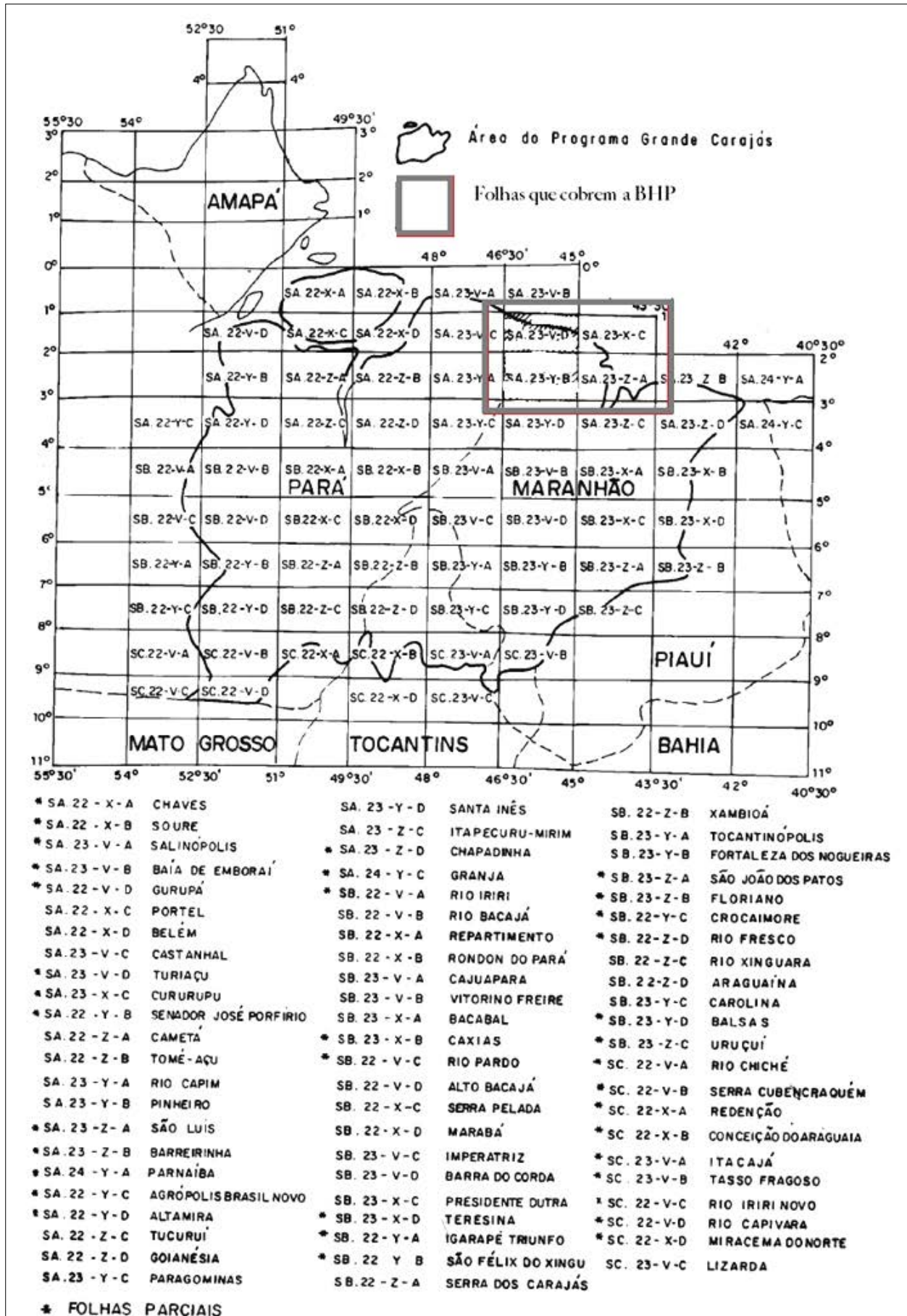
Da articulação das folhas e das cartas geológicas analisadas nesta pesquisa, observamos que o ambiente da bacia hidrográfica do Pericumã é constituído por rochas que variam no tempo geológico.

Já as características litológicas da bacia hidrográfica do Pericumã são constituídas pelo domínio de rochas sedimentares decorrentes da erosão dos crátons⁹ (Feitosa, 2006) e às unidades/formações geológicas encontradas, são descritas na Carta 1.

⁸ Porção oeste nordestina: é uma grande área de transição entre as regiões Nordeste e Norte do Brasil.

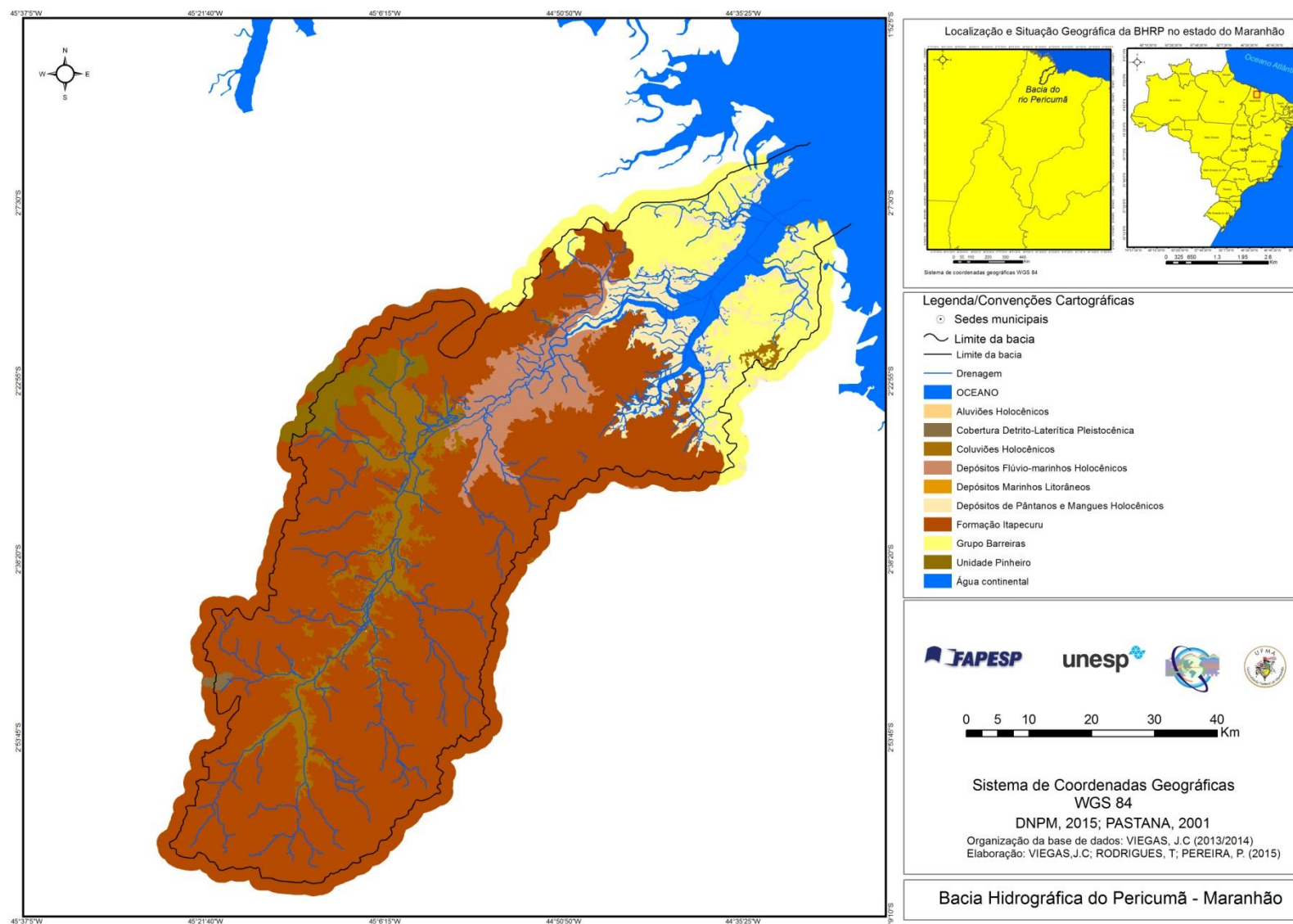
⁹ Cráton é uma região geologicamente estável, sobre a qual se assentam outras estruturas geológicas, possuindo raízes profundas no manto da Terra.

Figura 9: Articulação da cobertura cartográfica



Fonte: Pastana, 2001; adaptação de Viegas

Carta 1: Formações geológicas da bacia hidrográfica do rio Pericumã



Fonte: DNPM, 2015; PASTANA, 2001; elaboração por Viegas; Rodrigues; Pereira

- **Formação Itapecuru:**

De acordo com Veiga Júnior (2000, p. 13), o termo “Itapecuru” foi inicialmente utilizado por Lisboa 1914 que denominou de Camadas Itapecuru os sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, ao norte da cidade de Pastos Bons, posicionando-os, com dúvidas, no Permiano. Atualmente é de entendimento que a formação Itapecuru pertence ao Cretáceo Superior (Pastana, 2001, p.80), que ocupa o total de 3.724km² da área da BHRP (VIEGAS *et al.*, 2014).

Autores como Lima e Leite (1978) seguiram a posição de Campbell (1949), referindo como Formação Itapecuru ao conjunto de arenitos de cores variadas, com estratificação cruzada e plano-paralela, textura fina a grossa e intercalações de siltito e lamito (Lima e Leite, 1978), avermelhado, cinza e róseo, com intercalações de argila, em regra com estratificação horizontal (MARANHÃO, 2002).

- **Grupo Barreiras:**

Na área de pesquisa, em ambiente próximos ao oceano Atlântico, encontram-se afloramentos de rochas do grupo Barreiras (Viegas *et al.*, 2014), de idade Terciária (Pastana, 2001; Bandeira 2013). São formados por conglomerados, cascalhos, areias, siltes e argilas de cores variadas, de coloração avermelhada, creme amarelada, com granulação variando de fina à média, matriz argilosa caulinita, com cimento argila-ferruginosa, às vezes silicoso. Os sedimentos do grupo Barreiras são mal selecionados, pouco compactados e de fácil erodibilidade (TAROUÇO, 2010¹⁰). Tal formação geológica é encontrada nas zonas próximas ao litoral, evidente nas falésias (Fotografia 2).

- **Unidade Pinheiro:**

Historicamente, para Pastana (2000, p. 83):

As primeiras referências à presença de uma unidade pleistocênica na bacia de São Luís e na rede de drenagem afogada do rio Turiaçu foram realizadas por COSTA *et al.*, em 1975, englobando areias mal classificadas, misturadas com argila, além de um arenito ferruginoso, denominado grês do Pará. Em 1984,

¹⁰ Anotações, fruto da explanação realizada pelo professor Dr. José Edgar Freitas TAROUÇO (*in memoriam*), durante aula de campo no ano de 2010.

durante o desenvolvimento do Programa Turfa, pela CPRM, ROBERTO *et al.*, estudaram algumas turfeiras localizadas no município de Pinheiro (MA), quando foram definidos os parâmetros que permitiram caracterizá-las como de uso mais apropriado para a agricultura.

A Unidade Pinheiro fica em uma pequena faixa que liga as cidades de Pinheiro e Santa Helena (MA-106), de maneira especial, no divisor de águas das bacias hidrográficas do Turiaçu e Pericumã, com manchas desiguais, ocupando uma pequena área entre esse trecho da BHRP.

- ***Cobertura Detrito - Laterítica Pleistocênica:***

Segundo Lima e Leite (1978 *apud* Veiga Júnior, 2000, p. 13), estas coberturas revestem todas as unidades da Bacia do Parnaíba, posicionando-as no Tércio-Quaternário. Costa (1984 *apud* Veiga Júnior, 2000, p. 14) apresentou um modelo de formação e evolução dos lateritos, utilizando exemplos encontrados no nordeste do Pará e noroeste do Maranhão. O autor classificou os lateritos que ocorrem no Maranhão como imaturos por apresentarem um perfil geológico simples, constituído de horizontes bem definidos. Esse autor distinguiu, do topo para a base horizonte concrecionário, horizonte mosqueado, horizonte pálido e rocha-mãe (VEIGA JÚNIOR, 2000, p. 14). A cobertura detrito - laterítica ocupa alguns níveis mais baixos da topografia da bacia hidrográfica do Pericumã e desenvolve-se sobre todas as unidades de idades inferiores ao Terciário, originando também lateritos imaturos, argilo-arenosos, representados em afloramentos pelos horizontes mosqueado e/ou pálido (RODRIGUES *et al.*, 1994a; VEIGA JÚNIOR, 2000; Bandeira, 2013).

- ***Formação sedimentar do Quaternário:***

São áreas superficiais, encontradas em ambientes classificados como da Formação Açuí (Rodrigues *et. al*, 1994a), consistindo-se em depósitos sedimentares inconsolidados, de idade quaternária (Pastana, 2001), que ocorrem em locais baixos, levemente planos e planos. Tais como:

Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos, que consistem em ambiente com pântano salino (interno e externo) (Fotografia 3);

Depósitos Marinhos Litorâneos, representados pela ocorrência de acúmulo de areais, que se caracterizam por cordões litorâneos ou paleodunas que ocorrem no contato Oceano e a bacia hidrográfica do Pericumã (Fotografia 4);

Depósitos Flúvio - marinhos Holocênicos, caracterizados por intenso depósito sedimentar (Bandeira, 2013), causados pela batalha dos processos de ambiente fluvial e marinho, encontrados em planícies costeiras a jusante da Barragem do Pericumã (Fotografia 5);

Depósitos Coluvionares e Aluvionares Holocênicos, respectivamente. Estes depósitos ocorrem em pequena faixa próximo à Baía de Cumã e ao longo de todo o vale dos principais rios que drenam a região, principalmente no rio Pericumã, Itapetininga, Campinima e Bambural.

Para Veiga Júnior (2000, p. 21), os depósitos aluvionares são constituídos por areias médias, mal selecionadas, quartzosas, submaturas a maduras, apresentando intercalações de pelitos, formando os depósitos de canal, de barras de canal e da planície de inundação dos cursos médios dos rios.

Geomorfologicamente, a área de estudo se insere em uma zona do Estado do Maranhão, cujo relevo ora se apresenta plano, ora com formas tabulares suavizadas em pequenas ondulações, como é demonstrado nas unidades geomorfológicas da Carta 2.

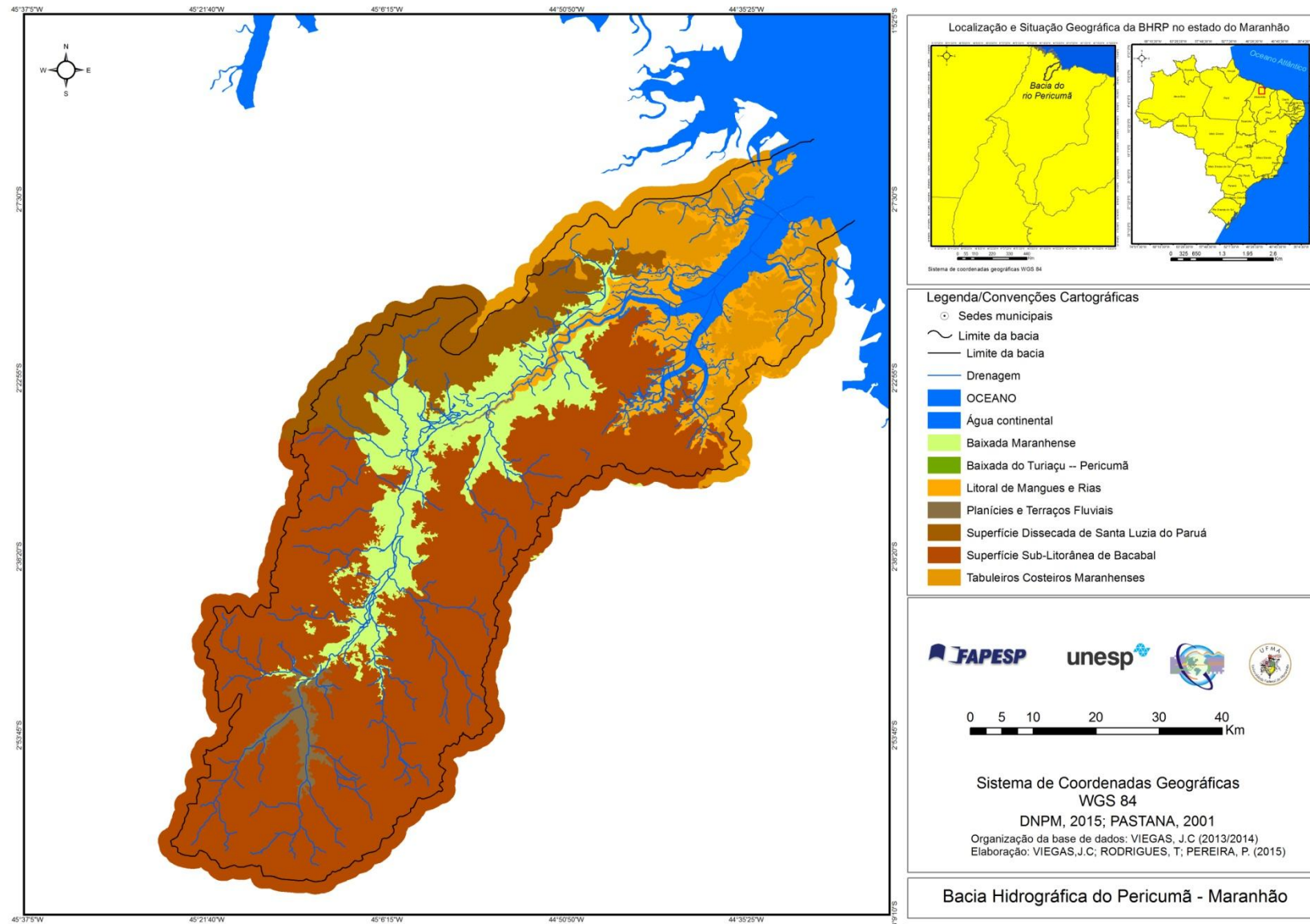
Em pontos isolados, a variação de altitude chega a 160m e os principais sítios urbanos se localizam sobre uma superfície residual de forma tabular e subtabular de até 35m, exceto a cidade de Pedro do Rosário com altitude de 80m, com colinas de baixa declividade. Ao longo dos vales dos rios, desenvolvem-se os campos naturais, inundáveis durante a estação chuvosa, formando pequenas ilhas fluviais que configuram os tesos (FEITOSA E TROVÃO, 2008). Já no trecho do Litoral Ocidental, mostram-se ambientes de pântanos salinos, falésias e praias (Fotografia 6), com zonas de grande energia onde são intensos os processos erosivos pelo mar.

Fotografia 2: Falésias na formação barreiras (baixa bacia); **Fotografia 3:** Ambiente com pântano salino (trecho médio da bacia); **Fotografia 4:** Cordões litorâneos e paleodunas (trecho médio); **Fotografia 5:** Depósito sedimentar a jusante da Barragem do Pericumã (baixa bacia); **Fotografia 6:** Falésia e praia decorrentes dos processos erosivos e acumulação de sedimentos pela ação do mar (baixa bacia)



Fonte: Viegas (janeiro de 2014)

Carta 2: Unidades geomorfológicas encontradas na BHRP



Fonte: DNPM, 2015; PASTANA, 2001; elaboração por Viegas e Pereira 2015

4.1.1.3 **C**lima e Vegetação

Geograficamente,

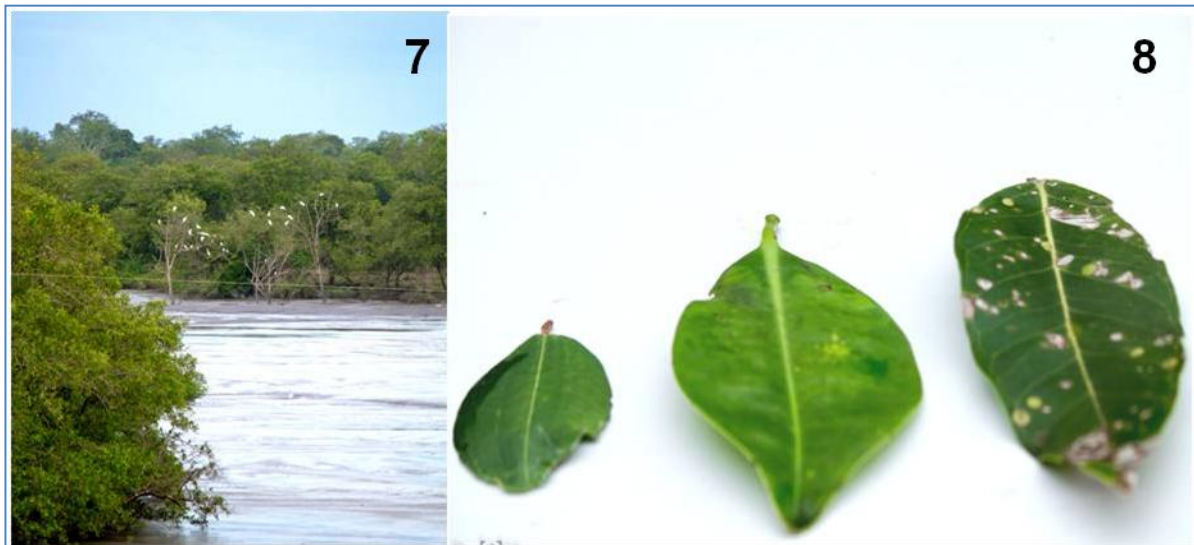
A mesorregião do norte do Maranhão se encontra próximo à linha do Equador, com isso recebe altos índices de radiação solar que se reflete nas altas médias térmicas, por volta de 27°C (FEITOSA e TROVÃO, 2008). Nesse mesmo contexto, o norte maranhense apresenta as maiores temperaturas do estado, devido à própria proximidade do paralelo principal e ao relevo de planícies (FEITOSA e TROVÃO, 2008).

As características principais do clima da área estudada é a alta pluviosidade com ocorrência de dois períodos distintos: um chuvoso e outro de estiagem, originando paisagens diferenciadas do local, em função da sazonalidade. A área de estudo apresenta clima quente e úmido, com duas estações bem definidas: uma de estiagem, entre os meses de agosto e dezembro, e outra chuvosa, de janeiro a julho, com índices pluviométricos em torno de 2000 a 2400 mm/ano, temperatura anual entre 26°C a 32°C e umidade relativa do ar variando entre 79 e 82% (FEITOSA e TROVÃO, 2008; VIEGAS, 2012). Também se analisou a organização das escalas espacial e temporal de acordo com Mendonça e Oliveira (2007) e Sant'Anna Neto (2013), para o entendimento dos condicionantes (clima e tempo) do ambiente.

Decorrente do clima semiárido da Região Nordeste e dos climas úmidos e subúmidos da Região Norte do país (FEITOSA e TROVÃO, 2008), a formação vegetal que envolve a área em estudo é parte da Floresta Ombrófila densa, conhecida na área como Matas, evidenciando testemunhos da floresta amazônica já em regime de transição. Destacam-se, ainda, formações com influência marinha e flúviomarinha, como: os Manguezais que margeiam o vale do rio Pericumã (Fotografia 7) com as espécies de mangue: mangue branco (*Laguncularia racemosa*) (Alves, 2001); o mangue de botão (*Conocarpus erecta*) (Alves, 2001); o mangue siriba ou preto (*Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*) (Alves, 2001) e o mangue vermelho (*Rhizophora harrisonii* e *Rhizophora racemosa*) (Alves, 2001) (Fotografia 8), restinga e marisma do baixo curso entre a barragem e a foz, na baía de Cumã; vegetação de campo inundáveis e secos, que se incidem por toda a planície de inundação, dos lagos e dos canais fluviais. Nesse ambiente destacam-se espécies vegetais, como: Junco (*Cyperus articulatus* L.), Aguapé (*Eichhormia crassipes* Mart.), Algodão Bravo (*Ipomoea carnea* spp.), Aninga (*Montrichardia liifera* Arr.), Mururu (*Panicum maximum* L.), e Mata-Pasto (*Cassia alata* L.) (PEREIRA, 2012); e mosaicos de florestas abertas e

vegetação degradada com babaçuais, capoeira rala e vegetação de pastos em toda extensão a oeste onde se encontram as áreas relativamente mais altas até os limites da floresta amazônica contínua (FEITOSA E TROVÃO, VIEGAS, *et al.*, 2014).

Fotografia 7: Os manguezais que margeiam o vale do rio Pericumã no baixo curso são fontes da biodiversidade e de alimento para a população ribeirinha; **Fotografia 8:** Mangue branco, vermelho e siriba ou preto



Fonte: Viegas (abril de 2014)

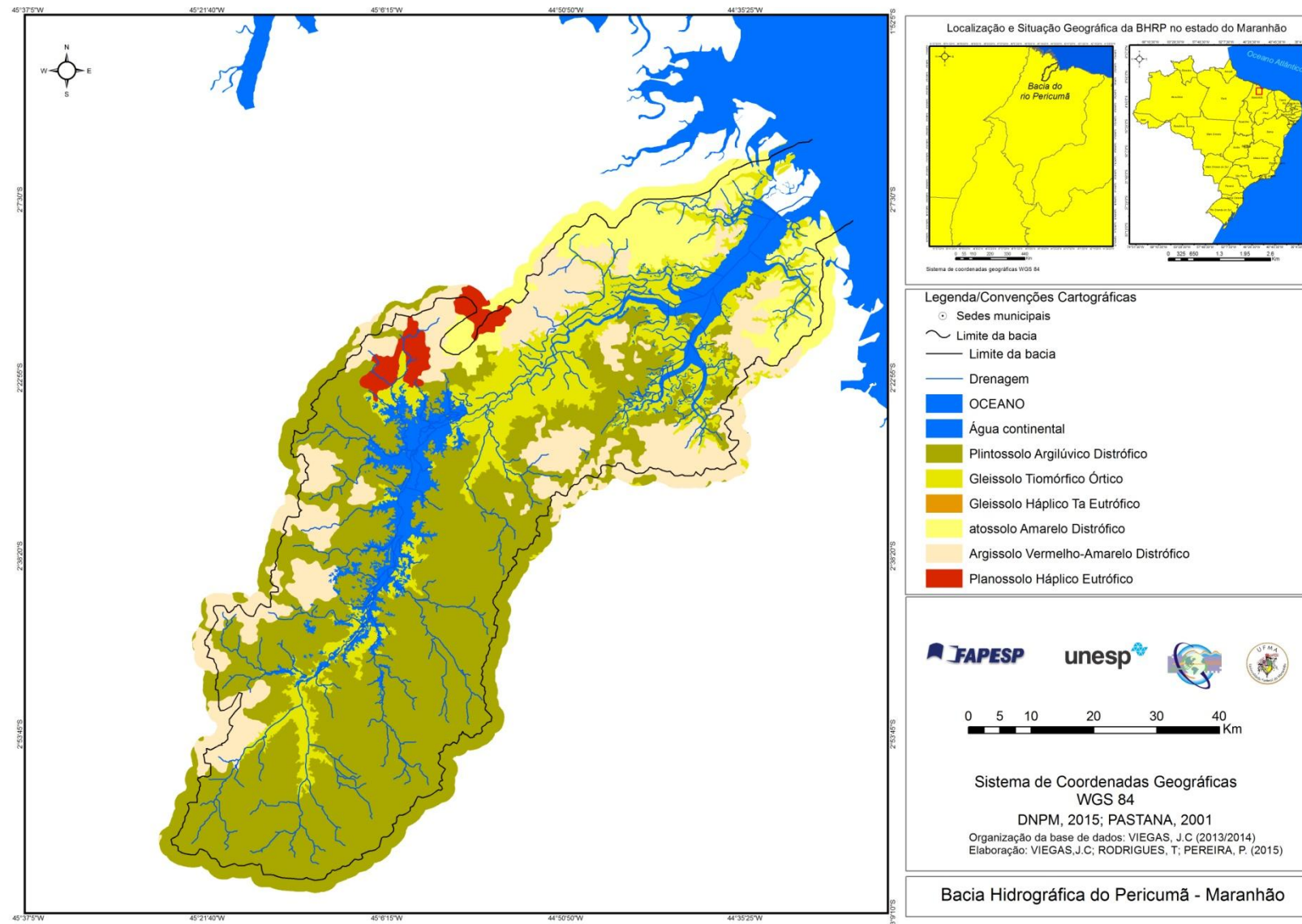
4.1.1.4 Hidrografia e Solos

A localização geográfica do Maranhão, próximo à Amazônia e aberto para o Oceano Atlântico, favorece ao Maranhão¹¹ condições hidrológicas diferentes das que ocorrem nos demais estados nordestinos. A área onde se focaliza este trabalho é uma das bacias hidrográficas secundárias do Estado do Maranhão, que desempenha papel de grande importância na economia local e regional. O principal rio é o Pericumã, que deságua na baía de Cumã (PINHEIRO, 2000).

Feitosa e Trovão (2008) salientam que, no Estado do Maranhão, as características litológicas sedimentares predominantes produzem grande variedade de tipos de solo, sendo possível identificar 19 tipos, dos quais se destacam 07 grupo, mais representativos, que ocupam 90,2% da superfície estadual. Para tanto, os solos encontrados na área de estudo são mais bem descritos na Carta de solo 3.

¹¹É o que menos sofre com problemas de escassez de água.

Carta 3: Distribuição das classes de solo na área de estudo da BHRP



Fonte: DNPM, 2015; PASTANA, 2001; elaboração por Viegas e Pereira 2015

4.2 Aspectos gerais dos agentes humanos

Descrever os agentes humanos da BHRP é uma arte de entender, primeiramente, tanto a formação histórica da Baixada Maranhense, quanto do Litoral Ocidental Maranhense. De tal maneira, torna-se necessário recorrer aos estudos do grande geógrafo maranhense, *Dr. Raimundo Lopes da Cunha, que, em suas obras O Torrão Maranhense; Uma Região Tropical; A Civilização Lacustre no Brasil, Alcântara: subsídios para a história da cidade; Ensaios de Etnologia Brasileira e Antropogeografia* (considerado verdadeiro compêndio de ciência), buscou, sobretudo, contribuir com a geografia do Estado do Maranhão e a Geografia Geral do Brasil, com seus ensinamentos no Museu Nacional. Parafraseando Raposo¹², o Doutor Raimundo Lopes, “inspirado no francês Emmanuel de Martone, entendia que a ciência da terra e do homem (Geografia), amparada pela Física e pela Biologia, e principalmente pela Sociologia, daria entendimentos sobre a relação homem-ambiente”.

Lopes (1970, p. 67), ao escrever sobre a formação humana do Maranhão, relata que houve uma importante emigração dos tupinambás da costa baiana em boa parte para o norte, até o Maranhão, através do vale do rio São Francisco, fugindo da dominação¹³ que os ameaçava. Das numerosas tribos desses tempos ainda existem as dos Guajajaras, Urubus e Canelas – além de outras menores como os Gaviões – todas se foram embrenhando nas “grandes matas” ocidentais e centrais do Maranhão (LOPES, 1970, p. 68). Tal fato sobreveio através das tentativas de conciliação ou redução: a escravidão vermelha, a catequese, a organização civil pombalina, os aldeamentos imperiais e, enfim, o “serviço de proteção” do Governo Federal, obedecendo à orientação conciliatória do “Programa Rondon¹⁴” (Ibidem, 1970, p. 69¹⁵).

Já com a introdução da raça negra na antiga capitania desde meados do século XVII, desenvolveu-se bastante no Maranhão a escravidão negra, proporcionalmente inferior aos estados da Bahia e Rio de Janeiro. No Maranhão, prevaleceu, sobretudo nos campos baixos, Litoral Ocidental e na capital (Lopes, 1970, p 69; Feitosa e Trovão, 2008), sendo os negros do interior ocupados na indústria de açúcar e os da capital em trabalhos domésticos, serviços manuais de todas as sortes,

¹² Maria da C. B. R, Academia Vianense de Letras.

¹³ Portugueses de Todos os Santos e outras capitanias orientais que chegaram ao Litoral do “desconhecido lugar” (LOPES, 1970, p.68).

¹⁴ Ideologia de “integrar para não entregar”, destacava-se como um modelo desenvolvimentista e disfarçava a doutrina de segurança nacional (conquista do território).

¹⁵ Lopes (1970).

entre outros (Lopes, 1970). Nessa perspectiva, o Maranhão foi uma das províncias onde mais se desenvolveram os Quilombos¹⁶ (Fotografia 9), pois as extintas matas estavam perto e os negros “fugitivos” das fazendas abrigavam-se frequentemente nelas e realizavam incumbidas em retaliações aos escravocratas (LOPES, 1970, p. 69).

Contextualizando a evolução de ocupação sobre o território (região) norte e noroeste maranhense, segue duas vertentes, sendo uma histórica, vista como escrita, e a outra sem o registro escrito, embora com vasta documentação de campo, tantos são os vestígios da ocupação do homem. Nessa ocupação, se misturam portugueses, franceses, entre outros povos. Os negros e os índios, inicialmente explorados como mão-de-obra escrava, ao fugirem para o interior, já mesclados, fundaram “quilombos” e mocambos, sendo os principais responsáveis pelas descobertas das riquezas em toda a região da Amazônia (PASTANA, 2000, p.34).

Fotografia 9: Placa indicativa de comunidade remanescente quilombola no entorno da área estudada



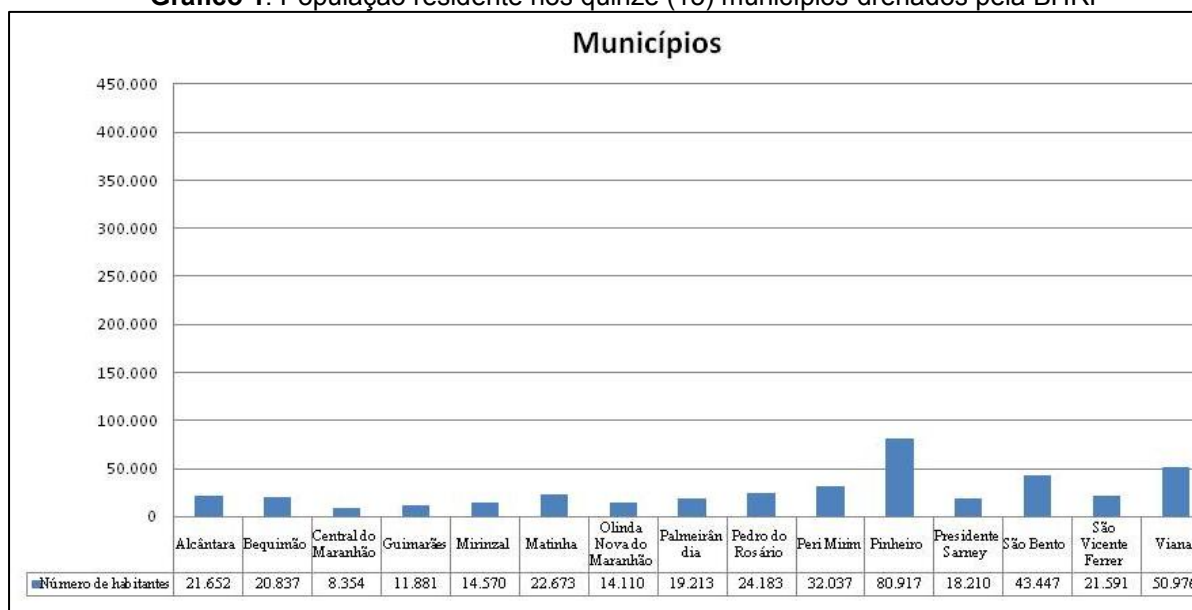
Fonte: Viegas (janeiro de 2015)

¹⁶Terras de preto, ou território negro, tal como é utilizada por vários autores (SCHMITT *et al.*, 2002).

4.2.1 População e atividades econômicas

Para a área pesquisada, usou-se dados¹⁷ do total estimado¹⁸ para a população residente nos quinze (15) municípios (Gráfico 1), sendo dez (10) da Baixada e cinco (5) do Litoral Ocidental Maranhense. Taís municípios são: Alcântara, Bequimão, Central do Maranhão, Guimarães, Matinha, Mirinzal, Olinda Nova do Maranhão, Palmeirândia, Pedro do Rosário, Peri-Mirim, Pinheiro, Presidente Sarney, São Bento, São Vicente Ferrer, Viana¹⁹.

Gráfico 1: População residente nos quinze (15) municípios drenados pela BHRP



Fonte: IBGE (2014), organização por Viegas

Destaque para as cidades de Pinheiro, Central do Maranhão, Guimarães, Pedro do Rosário e Bequimão, cujo contingente populacional residente é maior no meio urbano.

A cidade de Pinheiro é o maior polo econômico na BHRP, onde se concentra uma gama de serviços da região, oferecendo os melhores serviços bancários, hospitalares, escolares, entre outros. A percepção ambiental do espaço urbano da cidade de Pinheiro permite inferir que o crescimento apresenta-se desvinculado do

¹⁷Setores censitários rurais e urbanos dos municípios e suas respectivas áreas inseridas na BHRP.

¹⁸IBGE. Estimativas da população residente com data de referência a 1º de julho de 2014, publicadas no *Diário Oficial da União* em 28/08/2014.

¹⁹De maneira generalizada para as duas Microrregiões do Norte do Maranhão, o crescimento populacional derivou do crescimento natural ou vegetativo, uma vez que o crescimento migratório só foi incrementado, à medida que a economia da região se tornava mais sólida. De acordo com dados do IBGE (2010), a estimativa para o contingente populacional para os dez (10) municípios da Baixada Maranhense, no ano de 2014, foi de 327.357 habitantes e para os cinco (5) municípios do Litoral Ocidental, total de 77.294 habitantes (IBGE, 2014).

desenvolvimento da infraestrutura urbana e socioambiental (VIEGAS, 2012, p. 42). De tal forma, encontra-se a cidade de Guimarães, segunda maior cidade dentro da bacia hidrográfica do Pericumã.

Todos os municípios inseridos na BHRP dependem diretamente do comércio de bens e de serviços, pesca, agropecuária extensiva, principalmente a criação de bubalinos no caso de municípios localizados em ambientes de campos naturais alagados. Dessa forma, o uso da terra, na área de estudo, é dominado pela agricultura de subsistência, pecuária extensiva, extrativismo vegetal e animal.

De acordo com Viegas (2012, p. 42):

A agricultura é praticada para a subsistência e o excedente é comercializado na região, com pouca ou nenhuma tecnologia, podendo-se encontrar, pontualmente, algumas áreas diferenciadas. A pecuária extensiva, com os rebanhos bovinos constituídos, na grande maioria, por “gado Pé-Duro”, é mais acessível aos pequenos criadores.

Já a agricultura familiar tradicional é a principal atividade da população da Baixada Maranhense e das planícies Costeira e Fluvial (Litoral Ocidental), embora a mecanização²⁰ já esteja presente em algumas atividades, notadamente na rizicultura (FEITOSA e TROVÃO, 2008).

4.2.2 A delimitação do espaço geográfico da BHRP

Geograficamente, de acordo com Soares (1947, p. 48), a deficiência de levantamentos topográficos dificultava o estudo e o desenvolvimento da geografia do Maranhão, pois, o simples reconhecimento do terreno evitaria que fosse suscitado, uma vez que deles houvesse a necessária da descrição, ora fosse feita com escrupulo e a indispensável minúcia.

Nesse contexto, o autor levanta questões controvertidas sobre estudos de cunho geográfico, em especial sobre o local da nascente do rio Pericumã, bem como dos estudos desenvolvidos por pesquisadores antecedentes ao seu tempo, como Cândido Mendes, em 1868; Teodoro Sampaio e Olavo Freire; R. Hausermann; Lima Campos em 1929.

Soares também questionou os instrumentos e escalas de análise baseadas nas cartas hidrográficas na escala de 1:30.000.000, 1:12.000.000, 1:6.000.000 e 1:9.000.000, dentre outros estudos cartográficos, utilizados para a determinação do ambiente do rio Pericumã e sua área de drenagem (SOARES, 1947).

²⁰ Apesar da abertura de estradas vicinais interligadas às rodovias estaduais, que facilita o acesso de moradores das comunidades a sedes municipais, as técnicas utilizadas para a produção de seus produtos agrícolas não sofreram tantas modificações.

Considera-se que, para a época, esses estudos eram o que se tinha de mais moderno e produzidos pelos institutos oficiais a pedido do Governo; igualmente se ressalta que foram de grande valia para a geografia da área. Como exemplos: o levantamento das Bacias Orientais (Silvestre, 1923 apud Soares, 1947) e o levantamento sobre a série de lagos próximo à cidade de Pinheiro, entre os quais citam-se os lagos Grande, Laguinho, Faveira e Cafundoca (MOURA, 1923 apud SOARES, 1947).

No entanto, é o Dr. Raimundo Lopes, em seu livro “*O Torrão Maranhense*”, que melhor relata sobre a área lacustre de Pinheiro: em virtude da inundação se confundem na estação chuvosa, o que deu lugar a que os cartógrafos ali colocavam como uma grande lagoa Burigativa (LOPES, 1916). Que não correspondem à realidade atual do local.

Admite-se que os estudos de Lopes²¹ são os que mais se aproximam de informações confiáveis sobre o rio Pericumã e os terrenos de sua bacia hidrográfica, para a época.

No entanto, com o aparecimento de novas técnicas de análise da escala temporal e espacial do espaço geográfico, tornou-se possível aplicar técnicas bem mais compatíveis com as necessidades de tempo e objetivos de pesquisadores sobre a bacia hidrográfica do Pericumã²². Contudo, as bases cartográficas de drenagem e elevação oficiais da área foram confeccionadas há quase 40 anos pelo IBGE e pela DSG, na escala 1:250.000 e, no ano de 1986, na escala 1:100.000.

Dessa maneira, o uso de cartas topográficas e hidrográficas muito antigas podem comprometer o desenvolvimento dos objetivos e a análise dos resultados da pesquisa, pois, no geossistema, existem elementos dinâmicos que modificam constantemente a paisagem.

Devido a questionamentos sobre as informações da área em km², extensão em km (limites físicos) e informações divergentes sobre a drenagem, surgiu para esta pesquisa a necessidade de se delimitar com maior rigor e precisão a área de estudo, bem como se oportunizar o processamento de novos dados geográficos e visualização

²¹ Detinha largo conhecimento de campo, mensurável e avaliativo, não só da Baixada Maranhense, e sim de toda a região Ocidental maranhense, além dos limites com o Estado do Pará.

²² Aceita-se que a bacia hidrográfica do Pericumã é uma das bacias secundárias (Brasil, 2006), no entanto dados publicados por Maranhão (2002) apontavam que a área total da BHRP era de 10.800 km² e 126 km de extensão. Já Lopes (2011) cita que o local é um “**sistema hidrográfico**”; para tanto, não deixa claro como chegou a essa conclusão, nem relata se realizou trabalhos de campo, apesar de relatar as diretrizes da Agência Nacional de Águas.

espacial sobre os limites da BHRP de maneira segura, pois determinar, delimitar e analisar informações, para a geografia, são necessários os objetivos de teorizar, questionar, andar, ver e conhecer.

Os resultados sobre a delimitação física e análise - topográfica e hidrográfica - do espaço geográfico da BHRP, encontram-se respaldados em procedimentos, técnicas modernas e longos trabalhos de campo, os quais, foram alcançados no intuito de determinar nova delimitação e visualização científica do local, onde tais informações foram retiradas semiautomaticamente das imagens TOPODATA, visualizadas computacionalmente, comparadas com as cartas da DSG e, principalmente, validadas em campo e representadas em mapas.

De acordo com Assad e Sano (1998), existem duas classes de representação computacional de mapas, que podem ser vetoriais e matriciais (raster), dados matriciais. Exemplo é a grade irregular TIN – *Triangulated Irregular Network* ou modelos digitais de terreno – MDT.

Já as representações vetoriais podem ser de pontos, linhas e polígonos. Têm em comum o fato de que os domínios espaciais são representados por conjuntos de traços, deslocamentos ou vetores, adequadamente georreferenciados no espaço geográfico (RODRIGUES, 1990). As informações vetoriais e matriciais são extraídas de imagens de sensoriamento remoto (SR), de radar e do tratamento de geoprocessamento de cartas topográficas.

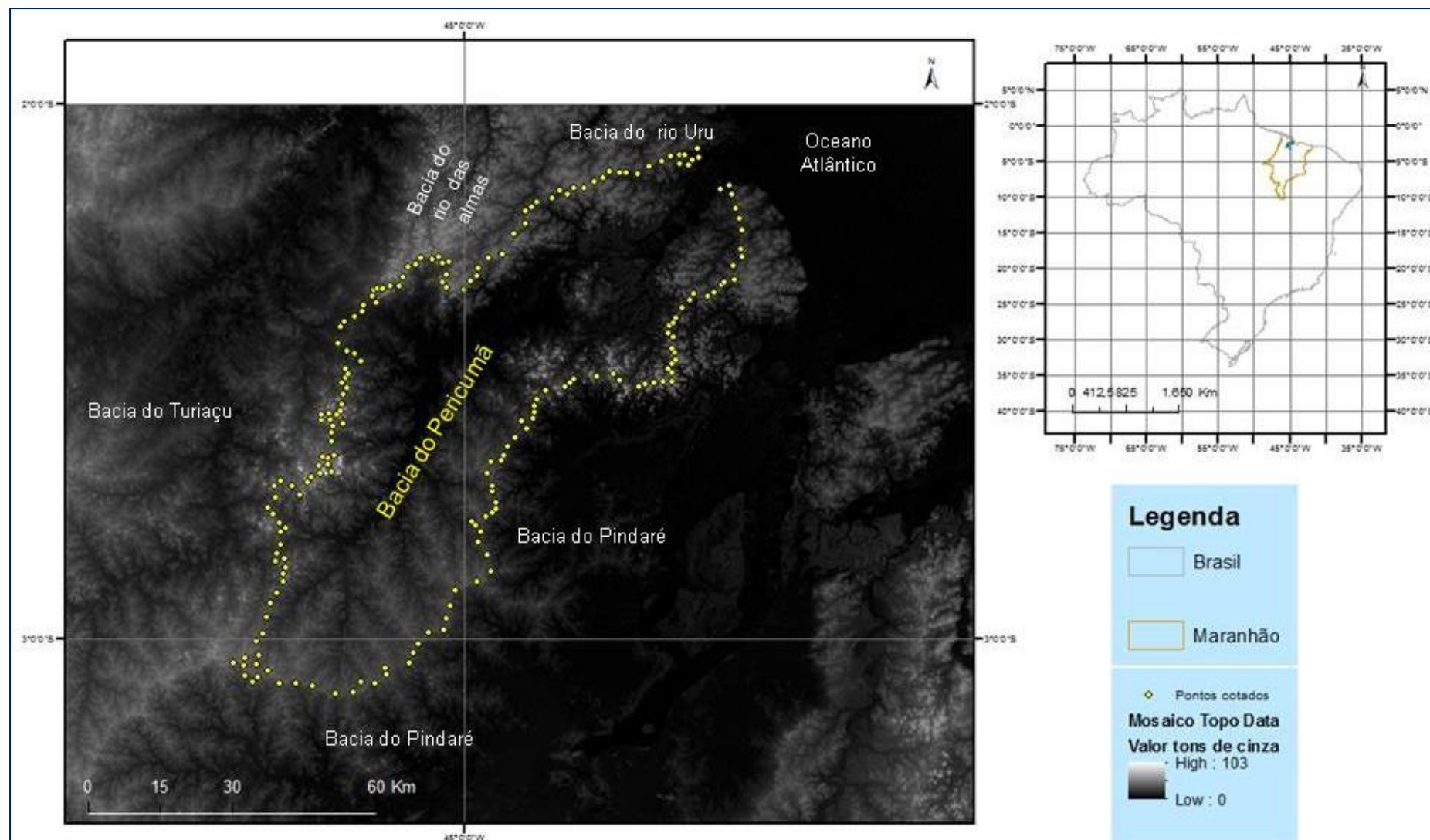
No estudo da BHRP, o uso de algumas dessas informações facilitaram os estudos direcionados à identificação e mensuração das feições do relevo (limite físico), com isso, consistiu num ganho relevante de tempo e precisão, por ser advinda de uma técnica rápida e acurada de coleta de dados de objetos em superfície no plano topográfico. Com a análise dessas informações, abriram-se possibilidades de aquisição de informações sobre as variações de altitude da superfície terrestre da BHRP e, em seguida, sendo aplicável a diversos estudos relacionados à geração e estudo detalhado de rede hidrográfica e fatores geomorfológicos da bacia hidrográfica em questão.

Nesse contexto, na bacia hidrográfica do rio Pericumã, foi possível identificar canais de até 12ª ordem. Para melhor visualização das informações, optou-se pelo uso de rios de 5ª até a 12ª ordem, pois facilitou melhor interpretação da rede de drenagem e os limites com bacias adjacentes, isto é, os limites topográficos entre as outras bacias.

Já a determinação das cotas de maior elevação foram interpoladas por krigagem (Valeriano, 2008; Florenzano, 2008 p. 77), obtendo-se vetor de linha (divisor de água) e extração das curvas de nível em intervalos de 10 metros, pois se tratou de uma área com relevo suave e relativamente ondulado. Levou-se em conta as restrições do uso das imagens TOPODATA (Valeriano, 2008) em ambientes de planície de inundação e o conhecimento prévio da topografia da área de estudo.

Com análise computacional das imagens Topodata (Figura 11) e coleta de pontos controle em campo, verificou-se que o alto curso da BHRP possui menor largura em relação ao médio curso da bacia, enquanto que a seção do baixo curso possui as características opostas, isto é, menor largura em relação ao alto curso e ao médio segmento.

Figura 10: Pontos cotados em imagem Topodata e os limites da bacia hidrográfica do rio Pericumã com outras bacias, bem como seu limite com o oceano Atlântico

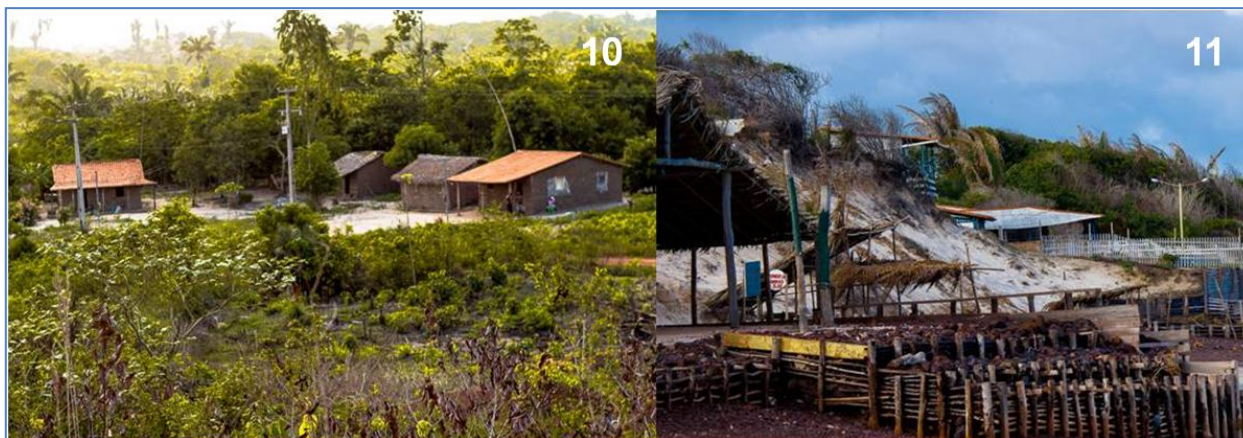


Fonte: TOPODATA-INPE (2013); Viegas *et. al* (2014a)

O ponto mais extremo da bacia encontra-se em uma área de topo entre as comunidades de Pensão e Santa Rosinha (Fotografia 10), com as coordenadas geográficas O 45° 23' 00" e S 3° 3' 49", ambas no município de Pedro do Rosário. Esse ponto situa-se a sudoeste da capital do Estado do Maranhão, em linha reta, em uma distância de 132,70 km. Já a foz da área de estudo fica distante 52,50km em linha reta da capital São Luís, a noroeste desta e está localizada nas proximidades da comunidade de Araoca – praia, município de Guimarães (Fotografia 11) localizada as coordenadas geográficas a seguir: S 02° 3' 9" e O44° 29' 58".

Do limite da foz ao ponto extremo na alta bacia, o traçado em linha reta é da extensão de 152,71 km, com uma área total de 5.085,73 (Km²), equivalente a 508.573,30 hectares e forma aproximadamente retangular. Ao norte limita-se com a bacia hidrográfica do rio Uru, a noroeste com a do rio das Almas e a nordeste limita-se com o oceano Atlântico; ao sul, leste e sudeste com a bacia hidrográfica do Pindaré; a oeste e sudoeste limita-se com a bacia hidrográfica do Turiaçu.

Fotografia 10: Vista parcial da comunidade de Santa Rosinha no município de Pedro do Rosário, situada no extremo sudoeste da BHRP e **Fotografia 11:** Praia da comunidade de Araoca, localizada no município de Guimarães, extremo noroeste da bacia hidrográfica



Fonte: Viegas (fevereiro de 2015)

Notadamente, a altimetria do relevo em estudo é distribuída em feições geomorfológicas com valores entre 0 e 40 metros, com predomínio de elevações entre 0 a 26m, com concentração de cotas entre 40 a 160 metros ao sudoeste, demonstradas em área teste utilizando a construção de perfil topográfico (Figura 12), oeste e noroeste da bacia, bem como elevações de 53 a 80 metros a leste. A explicação para essas elevações isoladas, está relacionada ao processo de transgressão e regressão marinha, ocorrido no território maranhense. Devido a esse processo de modelagem, deu-se origem a uma vasta bacia com deposição sedimentar,

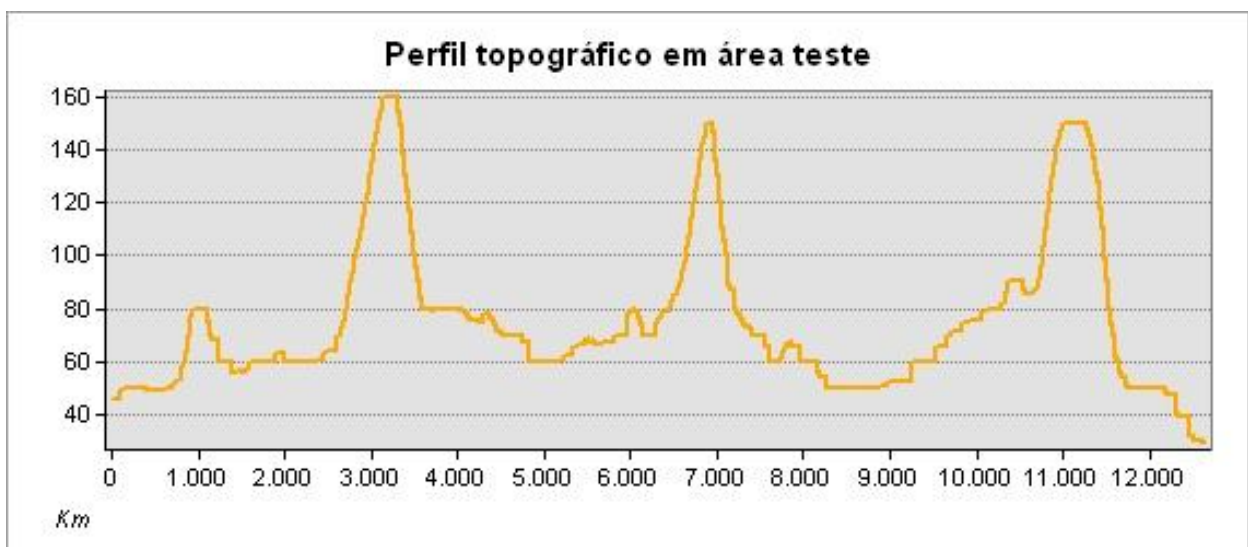
ou seja, formação de planícies fluviomarinhas e fluviolacustres, e rios influenciados com a entrada e saída de água marinha.

Destaca-se que, para a bacia hidrográfica estudada, as organizações humanas estão instaladas sobre as planícies entre 0 a 26 metros, onde uma significativa elevação do nível do mar, a construção de obras de engenharia sem um adequado estudo e planejamento podem ser responsáveis por expressiva transformação e reorganização dessas áreas de povoamento.

Os resultados²³ alcançados mostram que a utilização das imagens TOPODATA e uso de geotecnologias para a geração do limite topográfico do divisor de água (Carta 4), declividade e drenagem (Carta 5) da bacia hidrográfica do Pericumã, são resultados confiáveis e atendem os objetivos da Dissertação, por serem compatíveis com a escala de trabalho utilizada.

Contudo, no intuito de validar os limites geográficos da área de estudo, foram coletados pontos controle com *Differential Global Positioning Systems* (DGPS), tendo sido obtidos dados brutos com erro de 1,03m.

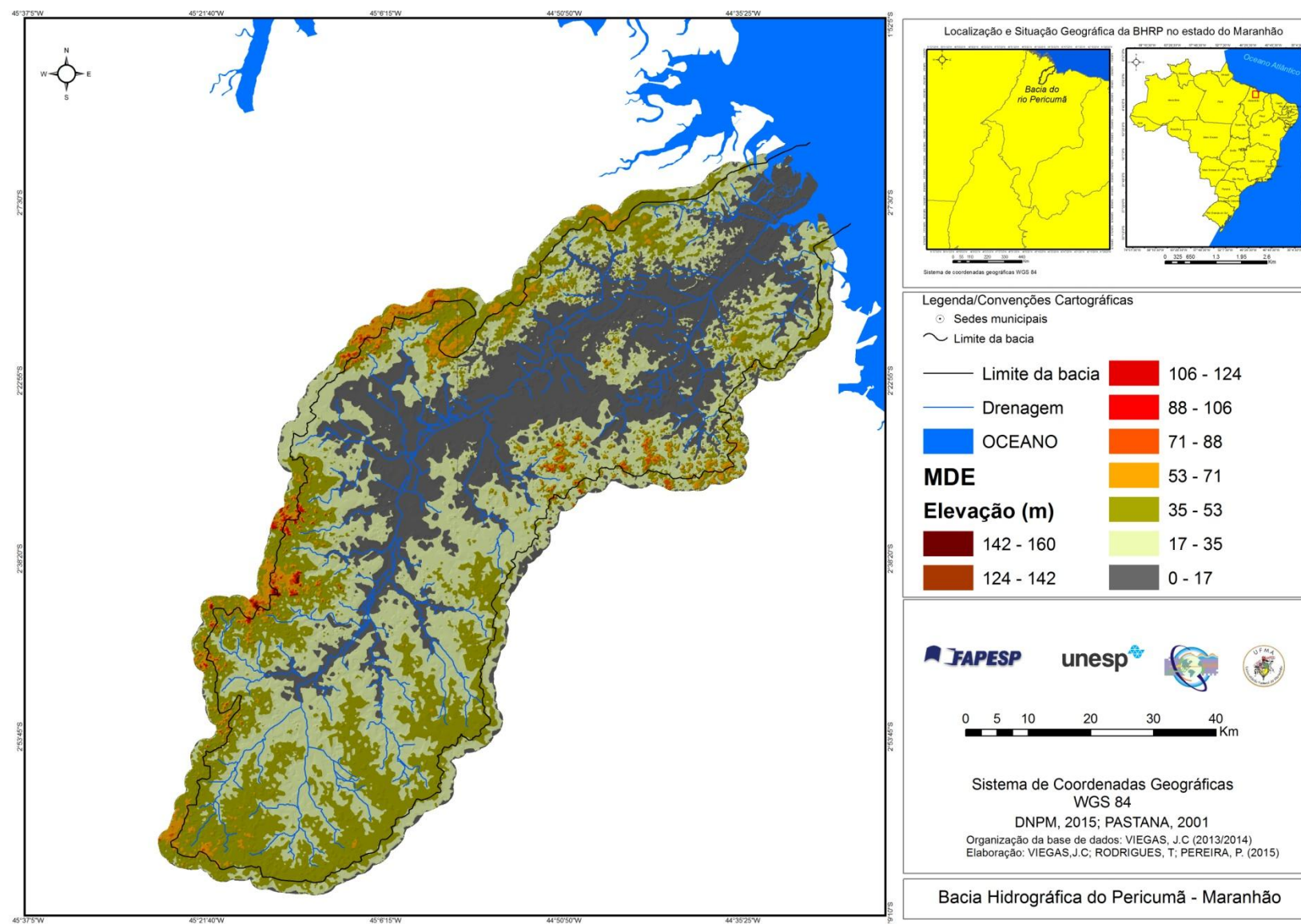
Figura 11: Perfil topográfico em área teste a oeste da BHRP



Fonte: TOPODATA, 2014; elaboração por Viegas (2015)

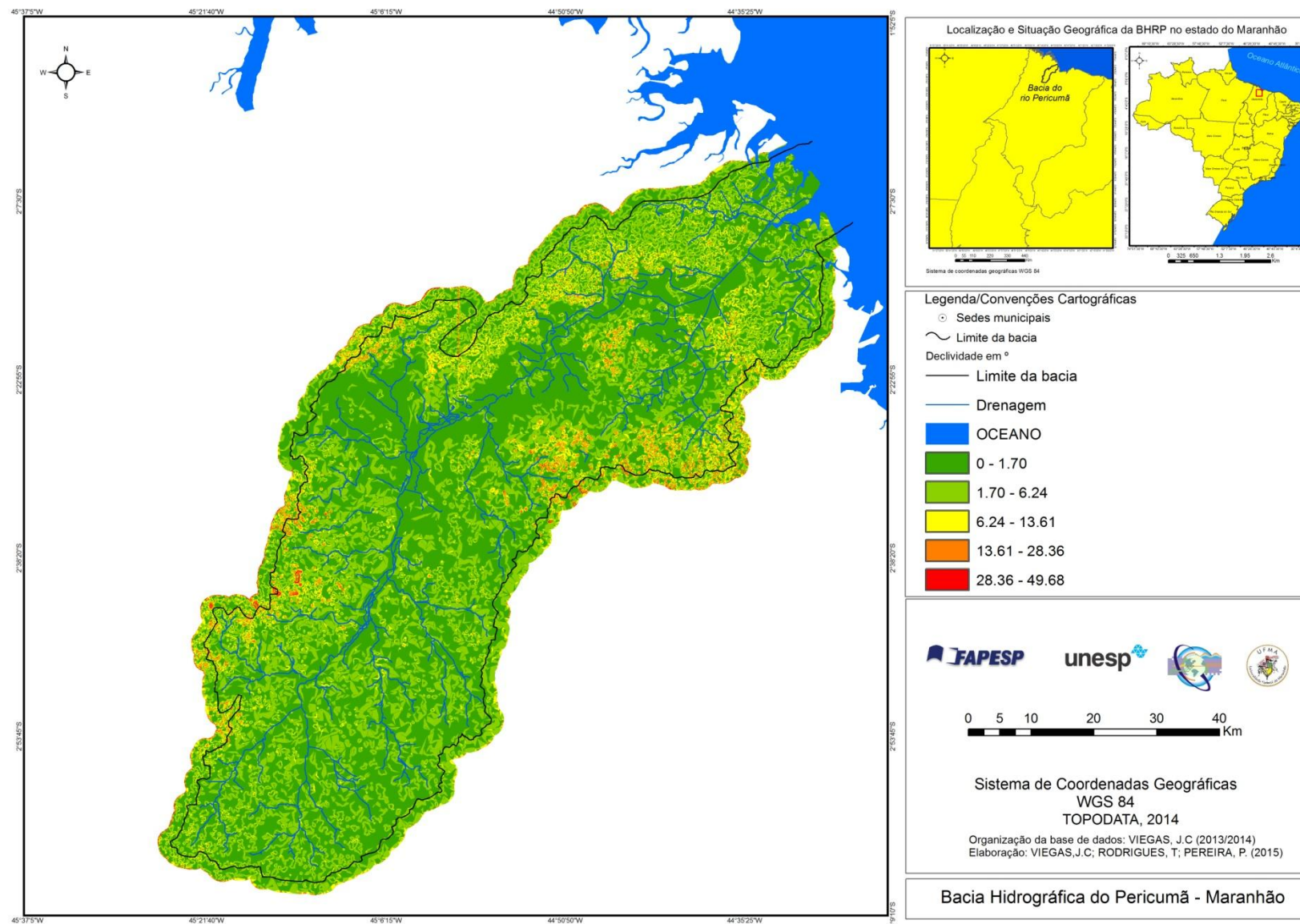
²³ Ressalta-se que as informações foram mensuradas em programa computacional e comparadas com dados oficiais (cartas DSG na escala de 1: 100.000). Tais informações foram validadas em momentos oportunos (cinco jornadas de campo).

Carta 4: Mapa com o limite topográfico do divisor de água e demonstrativo da altimetria da BHRP



Fonte: TOPODATA, 2014; elaboração por Viegas e Pereira

Carta 5: Informações sobre a declividade em combinação com a drenagem da BHRP



Fonte: TOPODATA, 2014; elaboração por Viegas e Pereira

4.2.3 Sistemas atmosféricos que regulam a dinâmica hidrológica e influenciam paisagens da BHRP

Para a geografia, o entendimento da interação entre a energia da atmosfera e a superfície terrestre auxilia estudos direcionados à identificação dos fatores limitantes e condicionantes do clima e tempo de uma determinada região; as aptidões e restrições de uso e ocupação da terra pelas populações humanas inseridas no ambiente; as formas de prevenção e controle das múltiplas variações e modificações do espaço geográfico bem como a utilização de métodos e procedimentos aplicados às características de variáveis ambientais, tornam-se ferramentas indispensáveis nos diagnósticos das bacias hidrográficas.

Nesse contexto, expomos os resultados sobre as observações dos “sistemas atmosféricos” que se colocam sazonalmente sobre a bacia hidrográfica do rio Pericumã. Tais resultados pautam-se em leituras da literatura sobre essa temática e observações de imagens de satélite geoestacionário *METOP - METEOSAT* (satélites meteorológicos) durante os dois anos de pesquisa, imagens dos satélites orbitais *LANDSAT 5* e *8* e parâmetros climáticos avaliados dos últimos 35 anos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Dessa forma, os resultados seguem informações e instruções propostas por Amorim e Sant’Anna Neto (2013, p. 79), com a inserção das escalas do clima e estratégias de abordagens²⁴. Nesse contexto, a Mesorregião do norte do Estado do Maranhão, a Microrregião da Baixada Maranhense e Litoral Ocidental Maranhense apresentam, em suas extensões, grandezas que variam de centenas de km² a milhares de km², em especial a área da bacia hidrográfica do Pericumã, que se trata de uma área com dezenas de km², isto é, o equivalente a 5.085,73 (Km²).

Com base no conhecimento da área, os principais sistemas atmosféricos que agem sobre a área de estudo são a Zona de Convergência Intertropical; os vórtices ciclônicos da troposfera superior, brisas marinhas e terrestres, brisas terrestres e marinhas.

➤ **Zona de Convergência Intertropical – ZCIT:** A Zona de Convergência Intertropical - ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuantes próximo à linha do Equador, sendo parte integrante da circulação geral da atmosfera.

²⁴ Ordens de grandezas II-III e IV, Amorim e Sant’Anna Neto (2013, p. 79).

A ZCIT tem um deslocamento entre os Hemisférios sul e norte, com posição média em torno de 3° a 5°Sul e Norte da linha do Equador. Para os meses de janeiro (verão – HS) e julho (inverno – HS). A interação terra – mar é de grande importância para se entender o posicionamento da ZCIT ao norte e ao sul do Equador (UVO, 1989).

Segundo Uvo e Nobre (1989), a ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*) e o principal sistema gerador de precipitação na região norte do Nordeste (NNE), tal fato é observado quando se considera que o pico de precipitação sobre o NNE (março e abril) ocorre exatamente na época em que a ZCIT atinge suas posições mais ao sul.

Em consonância com o exposto acima, o principal período de chuvas na bacia hidrográfica do Pericumã ocorre no início de fevereiro e termina em maio, pois é a ZCIT é o principal sistema meteorológico que provoca chuvas durante esse período. Consecutivamente, em todo o norte do Maranhão, principalmente ocorrência de grandes volumes de precipitação nos meses de fevereiro a maio, e em episódios extremos nos meses de junho e julho, de acordo com os dados da normal climatológica para o Estado do Maranhão.

➤ ***Vórtices ciclônicos da troposfera superior***

Outros sistemas atmosféricos que agem sobre a região em estudo, são identificáveis nas imagens de satélites analisadas como os vórtices ciclônicos da troposfera superior (Aragão, 1976; Virji, 1981; Kousky e Gan, 1981; Ramírez, 1996) e os sistemas de brisas marítimas – terrestres (Kousky, 1980; Uvo e Nobre, 1989).

Todos esses sistemas são importantes na ocorrência de precipitação sobre o norte do Maranhão e manifestam-se em diferentes anos de episódio extremos de precipitação, com mudanças na época de atuação, permanência, composição e amplitude (ARAGÃO, 1976; VIRJI, 1981; UVO e NOBRE, 1989).

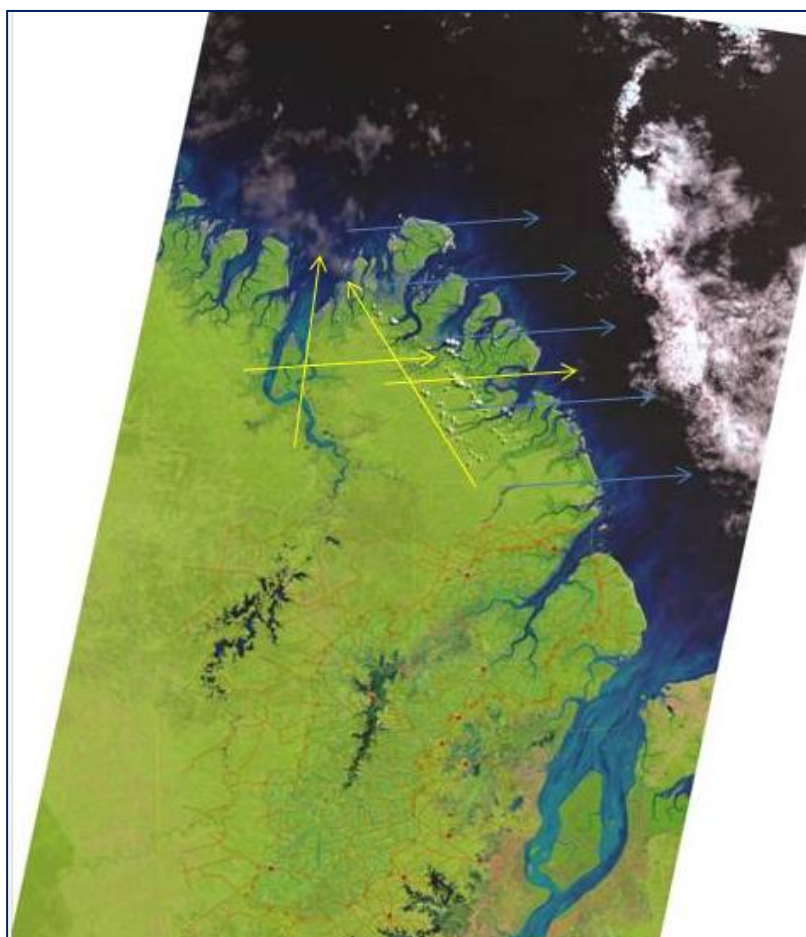
Os Vórtices Ciclônicos - VCAS é um centro fechado de baixa pressão que ocorre em níveis elevados da troposfera. Os VCAS são responsáveis pelas chuvas excessivas no oeste e no norte do Maranhão. Esse sistema se forma no Oceano Atlântico Sul e na costa leste brasileira e se desloca para oeste.

➤ ***Brisas marinhas e terrestre:*** brisas marinhas e terrestres são o aquecimento diferenciado entre continente e oceano com gradientes de temperatura de mais ou menos de 1°C por 20 km, promovendo fluxos de energia diferentes para a atmosfera, causando gradientes de pressão em determinados níveis acima da superfície, os quais impulsionam o movimento (ATKINSON, 1981).

Para o autor, este movimento gera divergência e convergência em diferentes pontos, o que faz com que se estabeleça uma célula de circulação. O aquecimento sobre o continente é maior do que sobre o oceano, implicando em gradientes de cerca de 1°C por 20km, quando o ar sobre o continente se aquece mais e se expande mais rapidamente do que o ar sobre a água.

Pelo fator de localização privilegiada no Estado do Maranhão, a bacia hidrográfica em estudo é um sistema aberto para o mar (Figura13), ou seja, a brisa marinha pode avançar quilômetros adentro do continente. Em períodos de intenso calor (estiagem), a brisa marinha amenizada e a temperatura do ar e do vento local ficam mais agradáveis. A brisa terrestre, em determinadas épocas do ano, é ocasionada pela grande quantidade de energia liberada pelo aquecimento de lagos e pelo aquecimento da brisa marinha ao longo do deslocamento sobre o continente.

Figura 12: A bacia hidrográfica do rio Pericumã é um sistema aberto para o mar no norte do Maranhão



Fonte: INPE-LANDSAT (2006) - TM 5; elaboração por Viegas (2014)

Os resultados alcançados mostram que a utilização de imagens de satélite e o uso de geotecnologias no estudo da fragmentação da paisagem devem obedecer às grandezas e às respectivas escalas temporais e espaciais de investigação.

Entretanto, ocorrem problemas nas análises das imagens da área, pois nem sempre estão disponíveis imagens atualizadas do recorte de interesse; as distorções das imagens (projeção); a área possível de visualização ocorre à incidência de grande acúmulo de nuvens e suas respectivas sombras na área estudada. Dessa forma, essas informações limitam os usos das imagens na análise da cobertura da terra e seus usos.

4.2.4 Fatores modeladores do relevo da BHRP, indícios de um ambiente fragmentado pelas intervenções geo-humanas

O modelado do relevo das bacias hidrográficas, em grande parte, é condicionado pelo setor conhecido como exutório, isto é, ocorre nas cabeceiras de drenagem, o escoamento da água da chuva, por meio de canais tributários, onde drenam sedimentos e substâncias dissolvidas, os quais são drenados para um único ponto a jusante (LEOPOLD *et al.*, 1964).

Nas cabeceiras das bacias hidrográficas, ocorrem processos erosivos ativos, como o recuo de cabeceiras de rios por erosão remontante, modificações dos padrões de drenagem e casos raros de capturas fluviais (CHRISTOFOLETTI, 1975, 1977, 1979). O recuo de cabeceira é um processo natural da esculturação do relevo, desenvolvido através do escoamento das águas de superfície. Esse processo consiste na escavação e aprofundamento do leito pelos cursos d'água, que rebaixam o fundo do vale no sentido de jusante para montante (ROSS, 1983).

A erosão remontante, além do alargamento e do aprofundamento do canal, aumenta o comprimento dos corpos hídricos, o qual pode ser bem rápido e alcança vários metros em alguns anos, em solos mais erodíveis. No entanto, Ross (1983) salienta que o processo de erosão remontante se faz quase sempre lentamente e sua maior ou menor evolução está diretamente relacionada às condições naturais, tais como: a distância do nível de base local ou regional, gradiente topográfico do perfil longitudinal do rio, a natureza litológica, o volume d'água, os detritos sólidos em transporte e as condições climáticas da área.

Os padrões de drenagem, de acordo com Christofolletti (1980), referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade

morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

A determinação dos padrões de drenagem, para uma bacia hidrográfica e para os rios que a drenam, são importantes devido à caracterização e análise do ambiente natural, os quais revelam muito sobre o terreno, a vegetação, os solos da área, para a utilização dos recursos naturais, incluindo a construção e ampliação de cidades e até mesmo a construção de barragens e outras estruturas de engenharia humana.

Já as capturas fluviais consistem no desvio natural das águas de uma bacia hidrográfica para outra, promovendo a expansão de uma bacia de drenagem, em detrimento da bacia vizinha (CHRISTOFOLETTI, 1975). Dessa forma a captura fluvial é um processo de erosão ativa da drenagem de cabeceiras de um rio sobre outro.

A identificação e mapeamento dos fatores modeladores do relevo podem revelar a evolução erosiva remontante em canais fluviais, bem como a ação erosiva e acumulativa de sedimentos sobre áreas costeiras - marinhas, incluindo “rias afogadas” (vale fluvial afogado) pela ação do mar, praias e falésias litorâneas.

No primeiro caso, para a bacia hidrográfica do Pericumã, o estudo tornou-se possível por meio da utilização do conjunto de imagens do Satélite Landsat 1, 5 e 8, respectivamente dos, anos de 1977, 1984 e 2014, aplicadas à área teste e da geração do modelo digital de terreno – MDT para determinação dos níveis de bases locais.

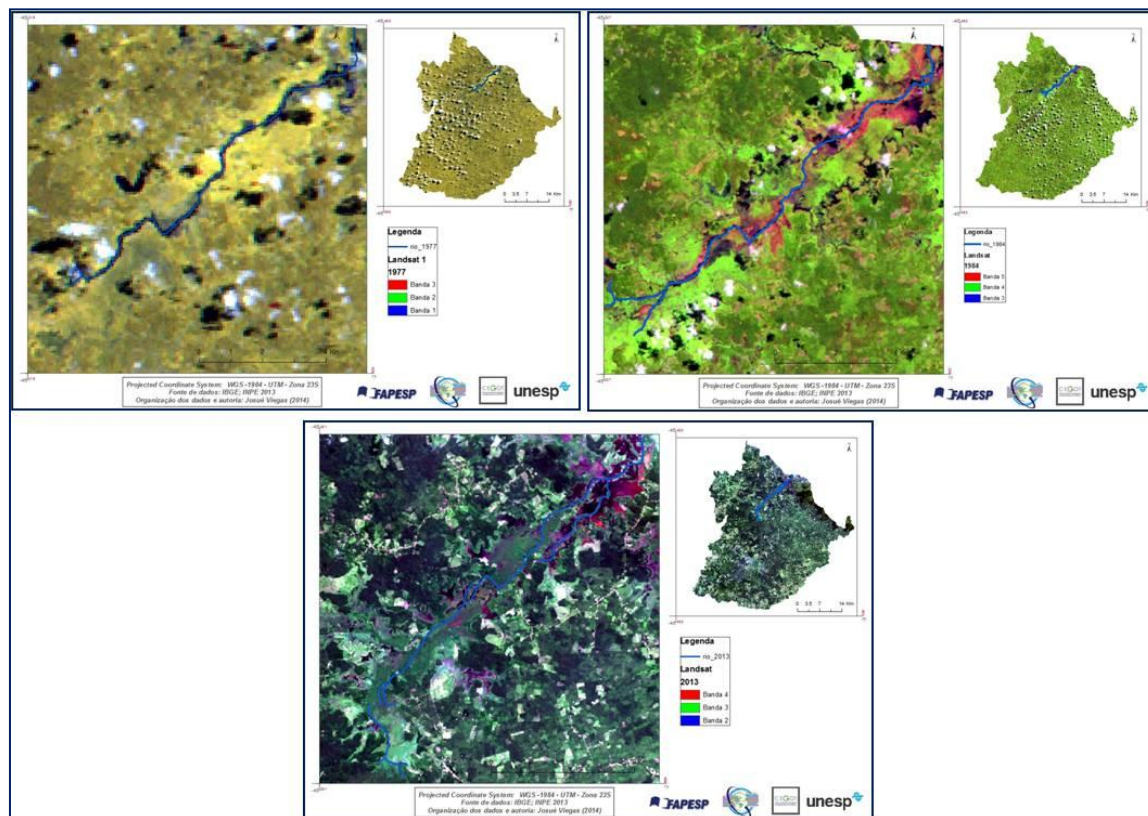
Já os processos de erosão marinha estão ligados ao recuo progressivo e ativo das falésias, as quais são feições geomorfológicas pontuais do ambiente costeiro estudado, assim como fontes extraordinárias de sedimentos para os estuários e praias inseridas na BHRP.

Para Suguio (1992, p. 60), as falésias marinhas podem ser definidas como: “alcantilado de faces abruptas ocasionadas pela ação erosiva das ondas do mar sobre as rochas”. O autor ainda classifica que, quando a falésia se acha em processo de erosão contínua, pode-se falar em falésia marinha ativa (viva). Quando cessa a erosão, tem-se a falésia marinha estável (morta) (SUGUIO, 1992, p. 60).

Os resultados apontam significativas mudanças do corpo hídrico principal e no terreno próximo à área costeira, em que as mudanças mais expressivas estão interligadas diretamente a três processos: evolução do modelado do relevo - erosão remontante em cabeceiras e ação do mar sobre o continente; interferências dos fatores

climáticos e modificações antropogênicas. Para tanto é expostos um conjunto de imagens utilizadas na análise e suas interpretações, sendo os resultados descritos no item abaixo.

Figura 13: Identificação do modelado da cabeceira da bacia hidrográfica do rio Pericumã, utilização de Imagens Satélite Landsat dos anos de 1977, 1984 e 2014



Fonte: Base de dados EARTH EXPLORER e INPE-LANDSAT; elaboração por Viegas (2014)

Com base nas imagens de satélites e fruto das validações em campo, a erosão remontante na cabeceira da bacia hidrográfica do Pericumã, primeiramente, é associada à erosão de fluxo linear, com ocorrência de filetes de escoamento superficial e pequenas ravinas (Fotografia 12).

Este último processo erosivo vai avançando a montante (regressão), originando capturas naturais de pequenos sulcos e microravinas, promovendo a expansão da drenagem. Também podem unir-se a isto os processos de compactação e pisoteio do gado, criado de forma extensiva nos campos próximos à área (Fotografia 13).

Já a interpretação visual da imagem Landsat e da rede de drenagem para o ano de 1984 permitiram identificar e mensurar o processo erosivo remontante ao longo do curso superior do rio Pericumã, com o quantitativo de 16.554 km, isto é, um avanço remontante de 2.043m em sete anos, o equivalente a 291.85 metros de erosão por

ano. Nota-se, também, o início do surgimento de canais meandantes, com acentuadas curvaturas e braços mortos (abandono de canais).

Tais modificações são mais perceptíveis para o ano de 2014, onde o traçado principal se apresenta com um segmento de 18.763km, um avanço de 2.209km em relação ao ano de 1984 e de 4.252m entre os anos de 1977 a 2014.

No entanto, na mesma imagem, é identificado um segmento isolado de 3.939 km, o que indica futuramente a captura fluvial desse segmento pelo rio principal, onde a diferença do comprimento erodido aumentaria para 6.148km em relação ao intervalo de 2014 – 1984, e de 8.191km entre os anos de 1977 a 2014.

Fotografia 12: Sucos erosivos na cabeceira do rio Pericumã; **Fotografia 13:** Animais criados soltos, influenciando os processos de compactação e erosão na área de cabeceira da bacia

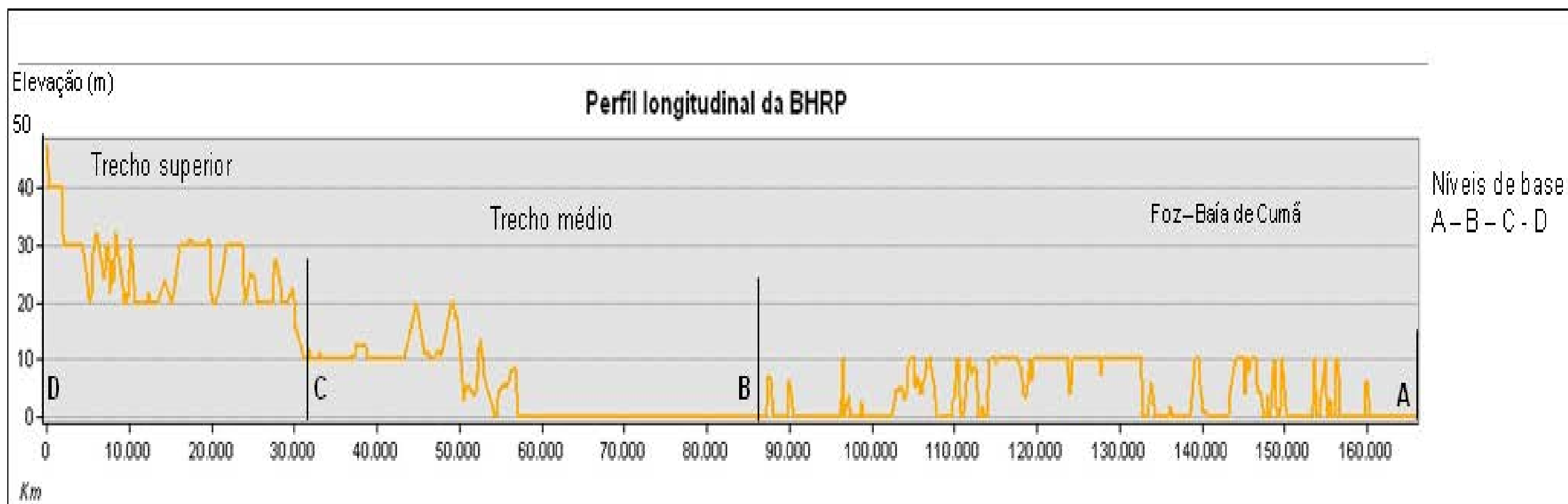


Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

Em decorrência dos diagnósticos sobre o perfil topográfico da BHRP e dos os trabalhos de campo, inferimos e destacamos que o processo erosivo da área teste – trecho superior, até o ano de 1979, era controlado principalmente pelos níveis de base A (Nível do mar) e D (nível de base local), demonstrado na figura 15. Já depois do ano de 1981, ocorreu à formação de dois níveis de base artificiais²⁵ (B e C).

²⁵ Os resultados apontam que, com a construção da barragem e dragagem, ocorreu uma quebra de seção abrupta no rio Pericumã, a qual está localizado nos níveis B – Barragem do Pericumã e C - comunidade de Cachoeira (**Fotografia 14**). Dessa forma, o trecho superior, médio e baixo curso da bacia e limitado, respectivamente, pela comunidade do Roque a comunidade de Pericumã dos Araújo (Cachoeira), de Pericumã dos Araújo a Barragem do Pericumã, e da mesma, a foz localizada frente ao município de Guimarães - MA.

Figura 14: Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Pericumã, criado a partir de imagem Topodata/SRTM ano base 2000



Fonte: TOPODATA-INPE (2013); elaboração por Viegas

Considera-se que as informações oriundas do perfil topográfico, as leituras e cálculos das distâncias com as imagens Landsat forneceram um resultado preciso da topografia e avanços do rio principal, ao longo dos pontos e linhas de interseção traçados, as quais mostram informações sobre a geometria do vale fluvial em sentido longitudinal, possibilitando, com isso, melhor entendimento do comprimento do canal principal, as rupturas de declive, simetrias e ou dissimetria do ambiente do principal corpo hídrico da bacia hidrográfica ora em estudo.

Também inferimos que, no ano de 1977, isto é, antes da construção das obras de engenharia, o limite a jusante do corpo hídrico ao nível de base C, o alto curso do rio Pericumã apresentava-se com a extensão de 14.511km.

Nesse contexto, o rio Pericumã recuou em direção a jusante aproximadamente 212m por ano. Já no segundo intervalo de tempo (36 anos), o corpo hídrico avançou o equivalente a 227.52 metros ano. De acordo com a literatura, nota-se que os processos erosivos em canais fluviais são mais intensos entre os meses com maiores quantitativos pluviométrico.

Salienta-se ainda, que o processo erosivo pode não ter ocorrido de modo igual para todos os anos e que se deve levar em consideração o segmento isolado de 3.939m. Tal hipótese precisa ser verificada e validada em um conjunto de imagem com menor intervalo de tempo, medição de vazão em campo e monitoramento com estacas fixas. Apesar disso, o significativo aumento do traçado do corpo hídrico em estudo está também ligado às modificações antropogênicas, ou seja, à construção de obras de engenharia.

Sabe-se que a construção das barragens e aterros ao longo da BHRP e, em especial, no trecho médio do Pericumã, estes contribuíram para o surgimento de novos níveis de base topográficos que ajudam a regular a vazão hídrica e modeladora do ambiente. Os níveis de base identificados foram quatro, isto é, dois naturais e dois artificiais.

Dessa forma, as características geomorfológicas fluviais de toda a BHRP passaram por significativas alterações em face da construção e nos anos posteriores a sua construção, em que teve como objetivo minimizar a penetração da água salgada, facilitar a navegação, reduzir as enchentes em áreas urbanas e agrícolas e regularizar as vazões de água nos período chuvoso e de estiagem.

Para tanto, a barragem é aberta com o intuito de escoar a água em excesso. A abertura das comportas causa aumento na velocidade da água, sobretudo em dias

de grande pluviosidade e o aumento da intensidade do fluxo solapa as margens côncavas dos canais fluviais, escava e aprofunda os cursos no médio e alto curso do Pericumã (Fotografia 14), retira sedimentos e os coloca em áreas de menor declividade.

Fotografia 14: Medição da largura e profundidade de canal no alto curso do rio Pericumã, evidências de processos erosivos em fundo de vale e desmoronamento de margem do canal principal. Comunidade de Pericumã dos Araújos, também conhecida como Cachoeira do rio Pericumã.



Fonte:Viegas (fevereiro de 2014)

É de suma importância ressaltar que a construção da barragem beneficiou a população local, pois, antes da sua construção, a população local sofria com a escassez sazonal de água e com a salinidade dos campos que, por sua vez, inviabilizavam alguns usos econômicos e o ambiente tinha características diferenciadas das atuais, por influência da salinidade da água da Baía de Cumã.

Por outro lado, nesse mesmo período, o rio Pericumã passou pela modificação na sua dinâmica natural, já que no ambiente ocorreu a construção de canais artificiais, como dragagem do leito principal, e tais intervenções modificam a configuração natural da BHRP.

Quanto aos processos de erosão marinha na área da bacia hidrográfica do Pericumã, é identificada no recorte geográfico de contato do oceano com o continente (zona de interface ar, terra e mar), acompanhada na linha costeira, especificamente, no

sentido leste a oeste, isto é, no trecho que segue entre o antigo Farol de Itacolomi (Fotografias 15 e 16), localizado no município de Alcântara, até a praia de Aruoca, no município de Guimarães.

Fotografia 15:: Linha indicativa de recuo e processo resultante do solapamento do mar nas falésias– Município de Alcântara. **Fotografia 16:** Vista parcial do trecho do antigo Farol de Itacolomi



Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

Esse processo erosivo é bem observado nas feições geomorfológicas abruptas (falésia) ,na linha de costa. As falésias surgem do solapamento das estruturas sedimentares (Suguio, 1998) pela ação do mar, decorrentes do fluxo e refluxo das marés que escava a base do paredão e resulta no desmoronamento do topo. Em associação à ação do mar, há o trabalho eólico, gravitacional e a saturação do solo, cuja combinação acarreta no processo erosivo de recuo das barreiras formadas pelos sedimentos da formação geológica do Grupo Barreiras.

O jogo de avanços e recuos oceanográficos, atuação de fatores atmosféricos e as características hidrogeológicas (eventos exógenos) remodelam todo o Litoral Ocidental Maranhense. É um fenômeno natural determinado pela energia desses agentes, que contribui no carregamento de sedimentos para áreas adjacentes (transporte de areia), orientam as correntes marinhas com “formação de entrada de barras”, isto é, os locais denominados pelos pescadores para determinar a foz de rios e entradas de canais de maré, bem como a formação de cordões arenosos e avanço do mar sobre o continente, a exemplo do indicativo do recuo das falésias, dessa forma esses processos reconfiguram constantemente o ambiente costeiro.

Contudo, a área costeira da bacia dispõe de pouca ou nenhuma informação mais aprofundada sobre o recuo das falésias e condições das praias locais. A carência

de tais informações dificulta a compreensão minuciosa de como esses fenômenos evoluíram na escala espacial e temporal local e como fragmentam a paisagem. Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de se proceder a estudos específicos e pontuais sobre o ambiente de interface ar – terra – mar das fisionomias da BHRP.

4.2.5 Leitura da cobertura da terra nos últimos 40 anos: Observar, descrever, quantificar e qualificar a estrutura da paisagem

Para o ser humano, especialmente os geógrafos, o entendimento da estrutura da paisagem torna-se um procedimento essencial para a sua caracterização, ou seja, detectamos as paisagens sob forma de arranjos espaciais com determinadas feições e relações socioculturais (LANG e BLASCHKE, 2009; PASSOS, 2013). Provavelmente isso está relacionado com a história do nosso desenvolvimento conectivo. Além dessas características, o entendimento da paisagem fornece subsídios fundamentais para o planejamento integrado que objetiva conciliar as atividades humanas às naturais (PAESE *et al.*, 2012; METZGER, 1999).

Segundo Lang e Blaschke (2009), as estruturas e padrões espaciais são considerados como manifestações e processos que ocorrem em diferentes planos de escala, fazendo com que os trabalhos das feições espaciais e estruturais observáveis e mensuráveis na paisagem, possam ser caracterizados as condições e desenvolvimento das mudanças temporais do ambiente geográfico. É com esse argumento que defende-se que as paisagens possuem três características fundamentais: estrutura, função e mudança, respectivamente, isto é, relações espaciais entre os “ecossistemas”²⁶ que as compõem, interação entre os elementos espaciais e alteração das duas primeiras características ao longo do tempo e escala pelas ações humanas (FORMAN e GODRON, 1986).

Dessa forma, é oportuno observar, descrever, quantificar e, sobretudo, qualificar a paisagem no plano das Co e Inter-relações os costumes da sociedade com a natureza, bem como saber quais os padrões de intervenção nos elementos que a formam e determinam. Para tanto, os estudos desses processos dependem de metodologias que investigam os arranjos espaciais e sociais das paisagens, ou seja, a

²⁶ Troquemos o entendimento de Ecossistemas pela compreensão de geocomplexo, pois o conceito de ecossistema é unívoco (Bertrand, 2009).

matriz da paisagem, o surgimento de fragmentos, as manchas, a formação de corredores nos sistemas ambientais e a leitura do observador com o objeto de estudo.

Contudo foram escolhidos procedimentos que tiveram a finalidade de monitoramento em campo, análise automática da condição atual e de mudanças dos padrões espacial e temporal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Pericumã, isto é, a escolha de *software* que tenha a função de detecção de mudanças, e a escolha de métricas de paisagem, as quais determinem o grau de alterações do ambiente estudado.

Dessa forma, foram calculados os índices de fragmentação da paisagem através da extensão gratuita para o ArcGis 10.1 (*Patch*), pois o programa e a ferramenta utilizados foram capazes de calcular uma grande variedade de estruturas espaciais da paisagem, como a matriz e as manchas-fragmentos no ambiente da BHRP. Por fim, conseguimos descrever as causas e efeitos da fragmentação da paisagem.

Entende-se que atualmente uma grande variedade de trabalhos acadêmicos, científicos e de consultorias (meio ambiente) utilizam técnicas de sensoriamento remoto e necessitam de metodologias para a interpretação dos atributos que compõem o meio e como ocorrem as modificações da paisagem.

É nesse contexto que o uso das técnicas de classificação de imagens de satélite surge como potencial ferramenta na análise de extensas e pequenas áreas de estudo ou quando há a necessidade de interpretação de várias imagens multitemporais, pois esse processo automatiza a extração de informações das imagens, eliminando a subjetividade da interpretação humana e reduzindo o esforço de trabalho do analista (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Para exposição dos resultados, torna-se necessário o entendimento genérico sobre “classificação de Imagem de Satélite”, pois se entende que foi uma etapa fundamental para a concretização das demais etapas da Dissertação.

Dessa forma, classificação de imagem é:

o artifício de extração de conhecimento em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos que são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse”. A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, na qual cada “pixel” tem coordenadas espaciais X, Y e uma espectral L, que representa a radiância do alvo em todas as bandas espectrais, ou seja, para uma imagem de K bandas, existem K níveis de cinza associados a cada “pixel” sendo um para cada banda espectral. O conjunto de características espectrais de um “pixel” é denotado pelo termo atributos espectrais (SPRING, 2006, p. 2).

Segundo Meneses e Sano (2012), há diversos métodos de classificação de cobertura da terra que são divididos seguindo diferentes critérios: classificação paramétrica e não-paramétrica, classificação espectral e espacial, e classificação supervisionada ou não supervisionada. A maioria dos classificadores executa a classificação por pixel, que se utiliza somente da informação espectral de cada pixel para encontrar regiões homogêneas a partir de medidas de distâncias, ou de probabilidades de um pixel pertencer a uma classe específica. Para tanto, apresenta-se resultados com base na classificação supervisionada.

4.2.5.1 Classificação da cobertura e uso da terra na área da BHRP

A classificação supervisionada requer conhecimentos prévios dos alvos encontrados na cena, a fim de classificar a imagem nas classes de interesse pré-fixadas pelo analista. O algoritmo necessita ser treinado para poder distinguir as classes uma das outras (MENESES E SANO, 2012), isto é, conhecimento da área e, em seguida, definição do que vai ser extraído da imagem analisada pelo analista.

Nesse processo o analista escolhe pequenas áreas de amostras na imagem, contendo pixels que sejam bem representativos e que apresentam características diferentes e espacialmente bem distribuídas na cena. As amostras também podem ser identificadas com a ajuda de outras fontes, tais como: dados coletados no campo, mapas (Meneses e Sano, 2012), NDVI, componentes principais e cartas da área de estudo (ITT, 2009).

Dessa forma, com a aplicação da classificação supervisionada, tornou-se possível diagnosticar as modificações ocorridas na cobertura da terra dos últimos 40 anos da BHRP.

A partir dos resultados alcançados das classificações das imagens Landsat dos anos de 1975, 1984, 1994, 2006 e 2014 para a área da BHRP, como demonstrado abaixo (Figura 17), bem como das leituras e interpretações de material apropriado sobre cobertura da terra do norte do Maranhão e extensos trabalhos de campo, no propósito de validar os resultados, observa-se até 14 tipos de cobertura da terra.

Na classificação da cobertura da BHRP, além do conhecimento da área, utilizou-se o Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (2012) e o Manual de Classes de Uso e Cobertura do Solo da CPRM. Dessa maneira, identificou-se:

-Áreas construídas: espaços com sistema viário pavimentado e ocupações humanas com edificações, com conglomerado dos sistemas urbanos das cidades e dos distritos rurais (povoados). Ressalta-se que a detecção dessa classe de cobertura ficou limitada à resolução espacial das imagens de 80 e de 30 metros, bem como as informações físicas dos alvos, isto é, ocorreram distorções entre o que era solo exposto, área construída, campo salino, restingas e praias. Tais conflitos foram contornados com as edições dessas coberturas;

-Campo salino: ambiente com influência fluviomarinha, localizado geralmente entre o manguezal, encosta, áreas de campo seco ou campo úmido. Na paisagem da BHRP, é representado como sendo ambientes de apicuns, os campos salinos do Pericumã também apresentam vegetação rasteira;

-Restingas e Praias: na BHRP, esses ambientes são concentrados no trecho de contato continente–oceano. Apresentam padrão na paisagem de faixas alongadas com o acúmulo de areia, paralelamente à linha de costa, caracterizados em forma de praias, dunas e cordões arenosos (acúmulos de sedimentos) com predominância de vegetação herbácea e arbustiva;

-Planície de maré: faixa de terras sem cobertura vegetal. Na paisagem, é identificada como um ambiente que fica visível entre a vegetação de mangue e a menor cota das marés em tempo de vazante;

-Manguezal: vegetação com influência fluviomarinha. Margeiam o vale do rio Pericumã no baixo curso e toda baía de Cumã. As principais espécies encontradas são o mangue branco, vermelho e siriba (preto);

-Campo seco: corresponde às áreas com formações herbáceas. Encontram-se no baixo e médio curso da bacia hidrográfica do Pericumã, sendo limitadas entre as áreas de apicuns e terra firme (baixo curso). Já no médio curso da bacia, limitam-se às coberturas de campo úmido, áreas com capoeira, vegetação nativa e aberta;

-Campo úmido: essa classe de cobertura na BHRP está localizada em áreas baixas e planas, sazonalmente alagadas. Concentra-se a jusante da barragem do Pericumã e apresenta-se com uma cobertura vegetal higrófila de vázea, periodicamente influenciada pela dinâmica fluviolacustre da região;

-Remanescentes de vegetação ombrófila densa: essa classe agrega os remanescentes florestais primários ou nativos da floresta que compreende o domínio

do bioma amazônico. Apresenta maior número de remanescentes no alto trecho da BHRP;

-Vegetação ombrófila aberta: é avaliada por ser um tipo de cobertura de transição, isto é, faciações da Floresta Ombrófila densa. Na paisagem da BHRP, é melhor representada pelas fácies de vegetação do gênero das palmáceas como a *Attalea speciosa Mart. Ex Spreng.* (babaçu), geralmente encontradas em ambientes menos úmidos. É considerada uma cobertura que compõe um sistema de tensão ecológica.

-Capoeira: são coberturas florestais secundárias em estágio sucessional. Surgem depois da supressão da vegetação nativa (primária), motivada pela agricultura de subsistência, pecuária ou corte e retirada da madeira de valor econômico. Posteriormente ocorrem o abandono da área e a sucessão natural da vegetação em pouco menos de 6 anos;

-Solo exposto: áreas carentes de vegetação ou de qualquer outro tipo de cobertura. Correspondem aos ambientes em processos de erosão (voçorocas), áreas de extração mineral, estradas e ruas sem pavimentação;

-Corpos hídricos: coberturas que se referem ao oceano Atlântico, baía de Cumã, rios e lagos mais expressivos no ambiente da BHRP;

-Coberturas por nuvens: área com informação do topo da atmosfera e **Sombras de nuvens:** área sujeita à projeção das nuvens sobre a superfície da terra.

As áreas em hectares ocupada pelas diversas classes de cobertura da BHRP foram calculadas com base na soma dos polígonos digitais da classificação supervisionada e encontra-se discriminadas, na tabela 1.

As informações da cobertura da terra são base para a formulação de mapa de uso da terra, por exemplo, a destinação de área para a construção de vias durante as décadas de 1975 a 2014, assim como a identificação de áreas com agricultura, entre outros usos. Nesse contexto, apresentamos resultados sobre a cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Pericumã em mapas anexos.

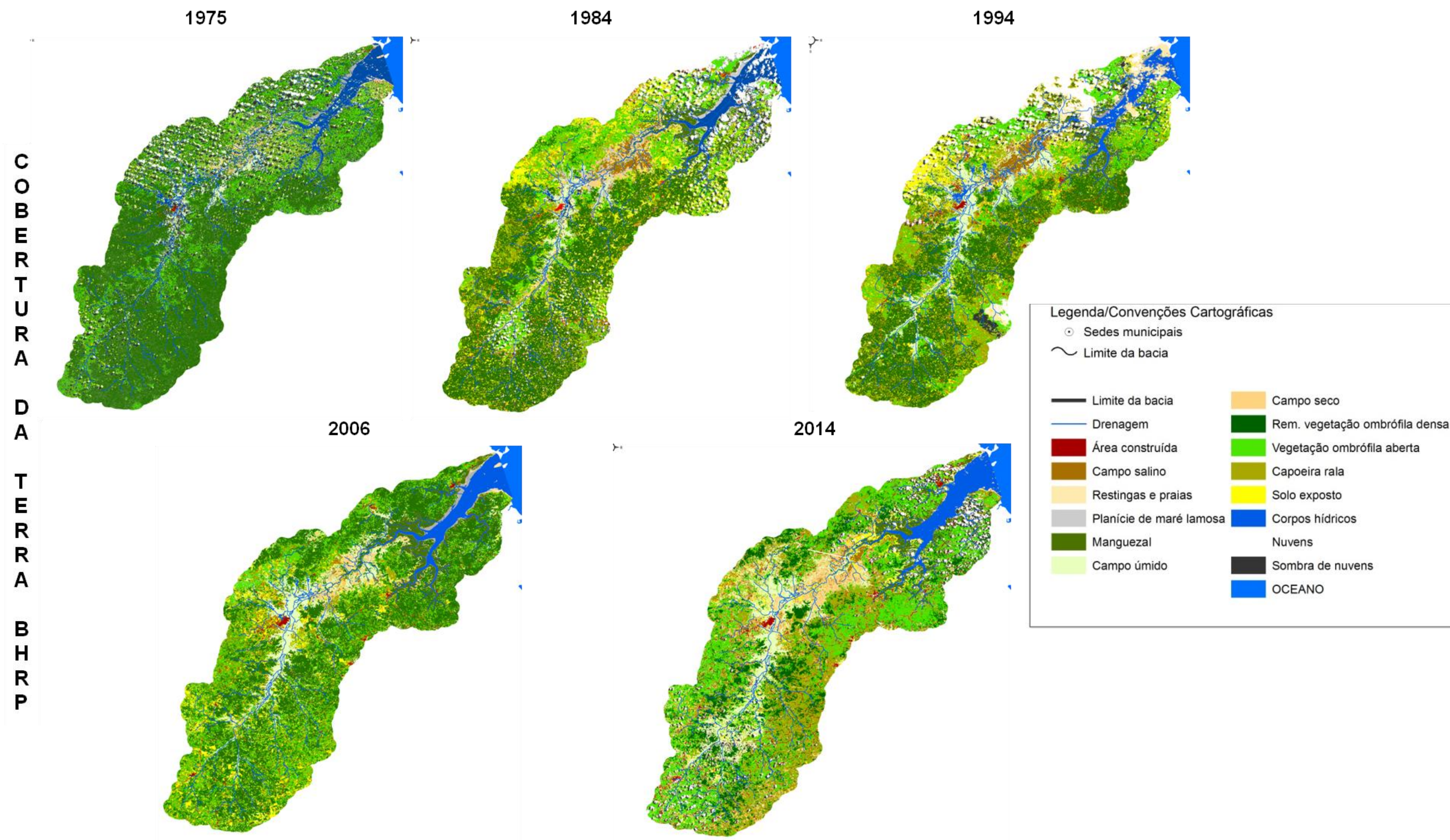
Ressalta-se ainda, que essas informações abasteceram o banco de dados que será disponibilizado à comunidade acadêmica e demais grupos organizados, residentes na área de estudo. Uma vez que a população local desconhece as conjunturas estruturais que modificaram o geossistema, o território e as paisagens da BHRP, decorrentes das modificações naturais e/ou humanas do local.

Tabela 1: Classes de cobertura da terra e hectares identificados entre os anos de 1975 a 2014 na BHRP

	Classes de cobertura	1975	1984	1994	2006	2014
1	Área construída	3.860	5.382ha	10.300ha	14.483ha	22.626ha
2	Campo salino	X	16.057ha	14.825ha	17.714ha	15.875ha
3	Restingas e praias	13.122ha	X	12.246ha	14.47ha	13.813ha
4	Planície de maré lamosa	3.116ha	5.030ha	5.072ha	1.917ha	4.800ha
5	Manguezal	17.439ha	18.401ha	23.518ha	22.559ha	22.785ha
6	Campo úmido	X	54.977ha	52.088ha	56.326ha	53.651ha
7	Campo seco	27.778ha	21.156ha	52.733ha	22.534ha	42.130ha
8	Rem. vegetação ombrófila densa	130.561ha	120.270ha	80.560ha	49.615ha	21.617ha
9	Vegetação ombrófila aberta	46.675ha	95.637ha	145.749ha	151.142ha	167.663ha
10	Capoeira	X	57.780ha	68.732ha	74.492ha	101.921ha
11	Solo exposto	15.161ha	50.662ha	63.743ha	65.146ha	61.220ha
12	Corpos hídricos	31.854ha	19.757ha	24.369ha	27.404ha	28.299ha
13	Nuvens	37.633ha	40.775ha	32.917ha	X	24.614ha
14	Sombra de nuvens	24.690ha	24.914ha	10.798ha	X	20.834ha

Fonte: Viegas

Figura 15: Evolução da cobertura da terra da BHRP entre os anos de 1975 a 2014



Salienta-se que, no princípio da pesquisa, a primeira provocação técnica foi encontrar disponível e com boa qualidade imagens de satélite adequadas para o tratamento, já que avaliar a cobertura da terra na área norte do Maranhão, em determinadas épocas do ano, torna-se complicado devido à quantidade de nuvens. Este foi sem dúvida um dos problemas encontrados na pesquisa.

Com todos os obstáculos que em algum momento desmotivaram o andamento da Dissertação, identificaram-se as classes de cobertura da terra para os anos de 1975, 1984, 1994, 2006, 2014 (Mapas em Anexo), bem como foram realizadas as estimativas de áreas em hectares de cada classe.

Na área da BHRP, distingui-se, no ano de 1975 (Mapa 3), onze (11) classes de cobertura, a saber: ambientes de campo seco, os quais representavam aproximadamente um total de 27.778ha; áreas construídas, com um total de 3.860ha; ambientes com corpos hídricos, 31.854ha; manguezal, 17.439ha; planície de maré lamosa, 3.116ha; ambientes de restingas e praias com 13.122ha; florestas remanescentes de vegetação ombrófila densa com 110.561ha; e vegetação ombrófila aberta, tendo o quantitativo de 65.675ha; ambientes de solo exposto com 15.161ha; e, não menos importante, 37.633ha cobertos por nuvens, além de 24.690hectares com sombras de nuvens.

Como se trata das primeiras imagens da região, não foi possível correlacioná-las com anos anteriores. No entanto, a seguir coloca-se alguns resultados qualitativos sobre a cobertura do ano de 1975.

A visualização da cobertura da terra na imagem, para o ano de 1975 apresentou dificuldades na caracterização da cobertura de algumas classes, devido a uma grosseira (com baixa resolução) resolução espacial e espectral. No entanto, os resultados obtidos das cenas do satélite Landsat-1 sensor MSS de 1975 para a bacia, apesar de todos os problemas envolvendo a resolução espacial (resolução de 80 metros), os conhecimentos alcançados são valiosos sobre as características da superfície terrestre daquela época, uma vez que os levantamentos realizados mais antigos para o local são frutos de dados do Projeto RADAM de outubro de 1971 a junho de 1975.

Já o diagnóstico da cobertura da terra para o ano de 1984 (Mapa 4), com o uso das imagens do Landsat 5 sensor TM, proporcionou melhor resolução espacial na acurácia de identificação das classes de cobertura da terra, bem como o

posicionamento geométrico das formas da paisagem em relação ao mapeamento anterior, isto é, a imagem de 1975 com sensor MSS.

Dessa forma, a utilização dos dados do sensor TM garantiu uma diferenciação das classes, devido a melhores resoluções espaciais, espectrais (maior número de bandas) e radiométricas (mais níveis de cinza) do que o mapeamento do ano de 1975 que apresenta apenas quatro canais (4 bandas) dispostos nas regiões do visível e infravermelho próximo. Já no mapeamento do ano de 1984, trabalhamos com a opção de 7 bandas nas regiões do visível, infravermelho próximo, médio e termal. No entanto, utilizou-se apenas o visível, o infravermelho próximo e médio.

Nesse contexto, para o ano de 1984 as seguintes classes de cobertura da terra, a saber: áreas de campo seco, que representavam quase o total de 21.156ha; áreas construídas com um total de 5.382ha; ambientes com corpos hídricos, 19.757ha; manguezal 18.401ha; planície de maré lamosa, 50.030; florestas remanescentes de vegetação ombrófila densa com 62.270ha; ambientes de vegetação ombrófila aberta com o quantitativo de 95.637ha; solo exposto com 50.662ha; 40.775 hectares cobertos por nuvens, e a projeção dessas sombras de nuvens com o quantitativo de 24.914ha.

Também são identificados, pela primeira vez, os ambientes de campo úmidos; campo salino e áreas com capoeira. Diferentemente da imagem do ano de 1975, não é possível identificar os ambientes de restingas e praias. Tal fato pode ter ocorrido em função da grande quantidade de nuvens sobre o continente - oceano no período de passagem do satélite.

No ano de 1984, percebe-se o aumento das áreas construídas (estradas, comunidades rurais e cidades), bem como uma significativa perda da vegetação nativa por áreas de capoeiras e aumento da vegetação ombrófila aberta.

Entre os anos de 1970 até o final da década de 1980, ocorre na região a implementação de projetos de infraestrutura, isto é, a construção de estradas que passaram a interligar os principais municípios da região, além de facilitar o acesso à capital São Luís em menor espaço de tempo, pois, antes da construção das vias, para se chegar à capital, demorava-se até 6 dias de barco.

Se por um lado a construção das estradas facilitou o deslocamento entre municípios, por outro, não contribuíram para a preservação do potencial ambiental da região, como é perceptível no espaço temporal avaliado entre os anos de 1975 a 1984.

Para o ano de 1994 (Mapa 5), as mudanças da cobertura da terra da BHRP seguiram padrões crescentes, com o ambiente da bacia apresentando as seguintes

informações: ocorreu um aumento significativo da área de campo seco, que passou a representar o total de 52.733ha, isto é, um acréscimo de mais de 50%; o mesmo ocorreu para as áreas construídas que passaram a ter 10.300ha.

Percebe-se ainda que, no ano de 1994, ocorreu a diminuição da cobertura formada pela classe de campo salino com 14.824ha; aumento dos ambientes com corpos hídricos, 24.369ha; ampliação da área com planície de maré lamosa, 5.072ha e do manguezal com o equivalente a 23.518ha; redução da cobertura formada pelo campo úmido, 52.088ha; diminuição das florestas remanescentes de vegetação ombrófila densa e, consecutivamente, avanço dos ambientes com coberturas com vegetação ombrófila aberta, o qual passou a ter quantitativo de 145.749ha.

Nesse mesmo contexto, as áreas com capoeira passam a representar um total de 68.732ha; houve a elevação da área com solo exposto com 63.662ha. Comparadas com o ano de 1984, ocorreu o decréscimo das áreas cobertas por nuvens e de suas projeções na superfície da BHRP. Diferentemente da imagem do ano de 1984, detecta-se ambientes de restingas e praia.

Os resultados de 1994, quando comparados com a década anterior, apresentam redução de algumas coberturas, bem como aumentos de outras. Para tanto, pode-se levantar algumas explicações a fim de entender essas mudanças. Tanto a diminuição, quanto o aumento de áreas (classes de cobertura) podem ter sido influenciados por questões naturais e humanas.

No primeiro caso, sabe-se que, entre os anos de 1990 a 1993, como mostram os dados climáticos oficiais analisados na Dissertação (estações meteorológicas de São Luís, Turiaçu e Zé Doca)²⁷, ocorreu um processo de seca na região norte do Maranhão (forte ocorrência de El Niño), e os baixos índices de precipitação desse período influenciaram na não recuperação da vegetação do ano de 1994. Em outras palavras, os baixos índices de chuva no ano de 1993 deixaram resquícios para o ano de 1994, isto é, *stress* hídrico nas vegetações. Dessa forma, a área foliar diminuiu e a resposta espectral do solo se confundiu com a vegetação.

No caso das questões humanas, a população local, em busca de melhorias nas questões econômicas (desenvolvimento) e qualidade de vida, em 1994, intensificou as reconfigurações do ambiente em que vive. Isso se deu através de atividades como o corte de árvores para construção civil, mobilização das forças políticas locais para o

²⁷ Para cada conjunto de imagens, analisou-se os dados climáticos do ano anterior, os três (3) meses antes da data de aquisição da imagem, como os três meses depois, além da ocorrência dos fenômenos atmosféricos de influência global e regional.

desmembramento e emancipação político-administrativa de novos municípios, os quais seriam criados em 1996, irregulares tratamentos da terra abandonada de anos anteriores, construção de novas estradas e pavimentação asfáltica das antigas. Com essas e outras transformações, temos o ano de 1994 como um marco divisório na paisagem geográfica da BHRP.

Já na imagem do ano de 2006 (Mapa 6), quando comparada com o ano de 1994, os resultados apontam aumento na cobertura de áreas construídas, motivada pelo crescimento populacional e das cidades, ampliação do campo salino e dos ambientes de restingas e praias. Esse fato é decorrente do nível baixo da maré na hora de passagem do satélite. Nesse mesmo contexto, as áreas de planície de maré lamosa e demais coberturas de ambientes fluviomarinhas ficaram mais aparentes na classificação.

Ainda no ano de 2006, observa-se uma pequena redução da cobertura de manguezal. A mudança pode ser associada à diminuição de nutrientes na água, erosão marinha, supressão com corte das espécies e/ou alteração da circulação por transporte e deposição de sedimentos (sedimentação eólica). Ressalta-se que é necessário a validação em estudo específico de algumas áreas com essas características. Percebe-se ainda o aumento da cobertura de campo úmido e diminuição dos ambientes com campo seco. Essa alteração é proporcional e associa-se diretamente ao elevado nível de pluviosidade e acúmulo d'água nas áreas de menor gradiente topográfico.

Já a cobertura composta pela floresta remanescente de vegetação ombrófila densa que apresentava 69.560 hectares no ano de 1994, passou a ter o quantitativo de 58.615ha em 2006. No mesmo período, observa-se o aumento expressivo na cobertura de ambientes com vegetação ombrófila aberta, bem como as áreas de capoeira e solo exposto tiveram ampliação. É notório que tais alterações são inversamente proporcionais entre as classes, isto é, com a diminuição da vegetação nativa aumentam as áreas com solo exposto e vegetação secundária ou em regeneração natural.

A cobertura por corpos hídricos exibiu aumento dos hectares, e a principal consequência foi o avanço da superfície do conjunto preenchido pela água nos leitos dos rios e lagos (conjunto fluviolacustre da BHRP). Para o ano de 2006, não ocorreram áreas cobertas por nuvens e, consecutivamente, sombras de nuvens, isso se deve a boa condição atmosférica da hora de passagem do satélite na região.

Na última imagem analisada (ano de 2014), os resultados assinalam modificações acentuadas (Mapa 7) quando comparadas com o ano de 2006 e com os anos anteriores a essa data. Nesse contexto percebe-se o aumento de 56,22 % de áreas construídas em relação a 2006, isso significa que a área mais que duplicou em menos de 10 anos, motivada pelo crescimento da população que impulsionou a malha urbana com novas áreas para construção de residências e abertura de estradas.

Salienta-se ainda que, nesse mesmo período, a região ganhou fortes investimentos do Governo Federal, como foi o caso do Programa Luz para Todos. Como consequência, durante a instalação dos ramais da rede elétrica, foi necessária a supressão de vegetação nativa ou exótica.

Quando comparado com o ano de 2006, percebe-se a diminuição da cobertura de campo salino, restingas/praias e planície de maré lamosa. Esse fato está relacionado à subida do nível do mar em curto prazo para o mesmo período da imagem, isto é, houve uma diferença de amplitude da maré entre a cota mínima e máxima.

Também é observado pequeno acréscimo de manguezal, em que os impactos possivelmente envolvidos com o crescimento da área de mangue podem estar relacionados ao acúmulo e diminuição da entrada de sedimentos, que modificam o equilíbrio dos estuários, maior tempo de permanência da água salina e crescimento de mudas em direção a antigas áreas de campo salino, maior entrada de água salina nos canais fluviomarinhas e diminuição do fluxo de água doce. Afirma-se ainda que são desconhecidas especificamente as alterações sobre o manguezal local, o que nos remete à necessidade de estudos detalhados sobre tal cobertura e modificações.

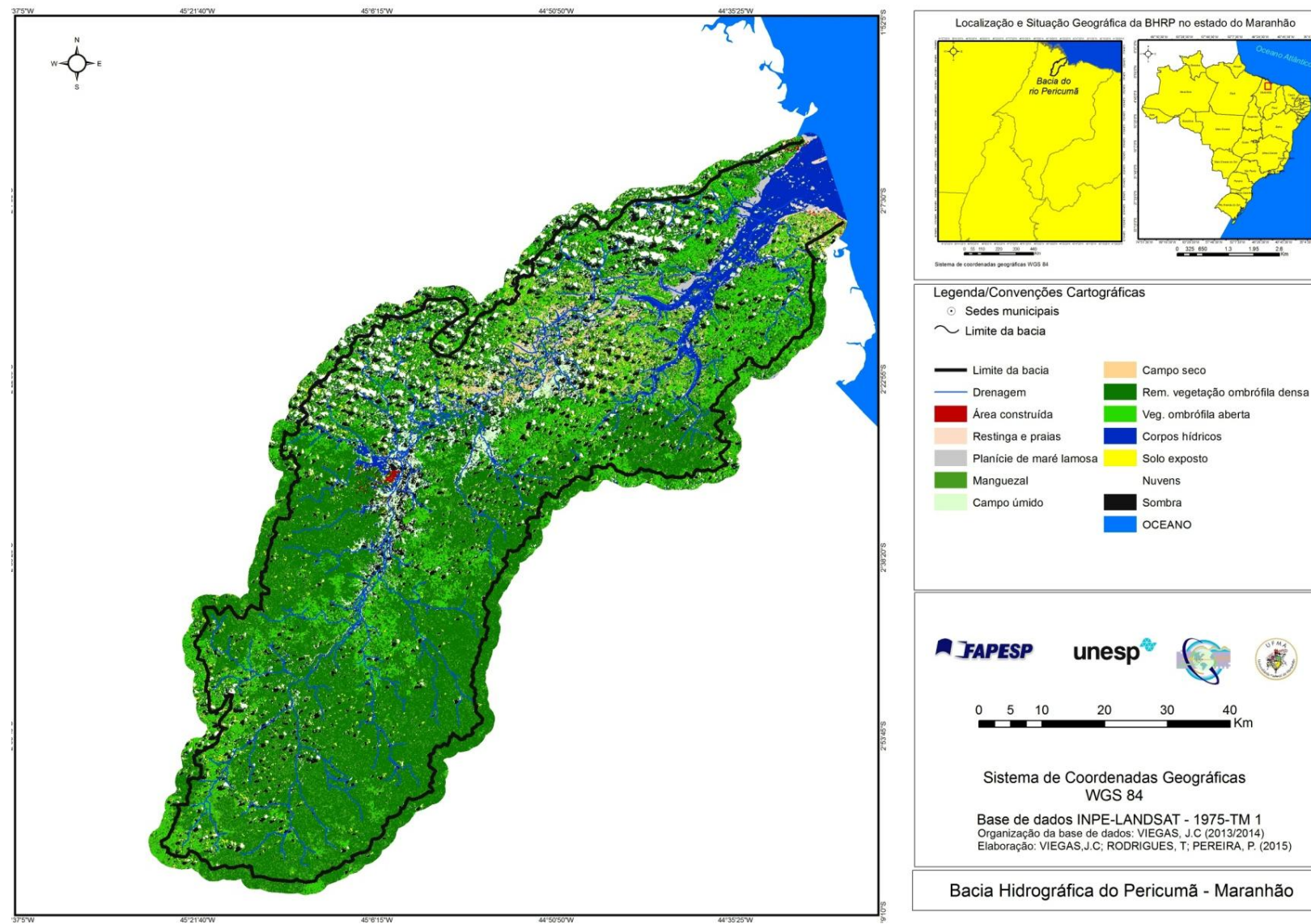
Ainda no ano de 2014, ocorreu a redução da área de campo úmido. Sucessivamente percebe-se o aumento das áreas de cobertura com campo seco, favorecidas pela baixa precipitação e o não preenchimento da planície de inundação. Avanço das áreas com cobertura de vegetação ombrófila aberta, expressiva ampliação de capoeira e pequena diminuição do solo exposto. Essas modificações são motivadas pela supressão de vegetação nativa, aparecimento de exemplares exóticos e sucessão ecológica natural da vegetação. Mudanças anteriormente citadas influenciaram o decréscimo da floresta remanescente de vegetação ombrófila densa. Nota-se, também, pequena alteração nos corpos hídricos, além da presença de nuvens e sombras de nuvens.

Em resposta a inquietação sobre a “provocação de como encontrar disponível e com boa qualidade, imagens de satélite adequadas para o tratamento”, chega-se aos seguintes resultados. As imagens deveriam ter as seguintes características. I – rejeitada devido à cobertura de nuvens, além de problemas técnicos (ruídos, falhas); II – aceitável, porém com pouca presença de nuvens e névoa (vapor d’água) até 20%; III, favorável com poucos problemas técnicos; e, IV - totalmente utilizável sem problemas técnicos, nuvens e névoa, isto é, com qualidade 100% para interpretação e processamento.

Notoriamente, para se chegar a estes resultados, foram necessárias uma caracterização e análise das áreas com as respectivas classes que poderiam ser identificadas por meio de processamento digital, visualização com chave de interpretação (Tabela 2) em laboratório e validadas em campo, de forma que houve o enquadramento no tipo de estrutura envolvente e que são pertencentes, como: o geossistema, as geofacies, os geótopos, os territórios e as paisagens (complexo territorial natural humanizado).

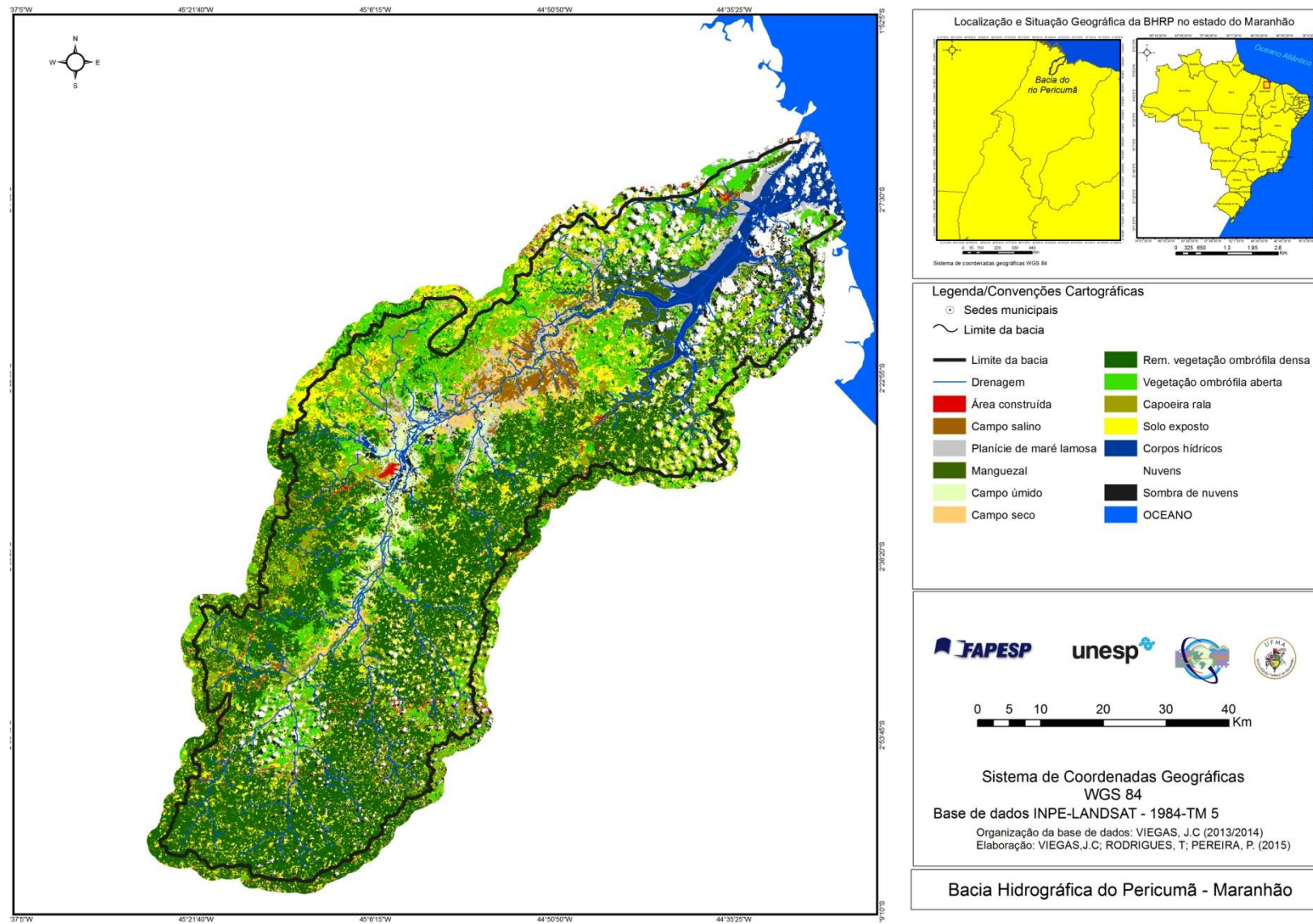
Dessa forma, identificam-se as maiores mudanças e como estão correlacionadas à perda ou aumento da cobertura da terra da área, devido aos desmatamentos para a construção de estradas e das cidades, supressão da vegetação para, em seguida, ocorrerem plantações de subsistência que garantem alimentos de pequenos agricultores, corte e queima com fins agrícolas (agricultura no toco).

Mapa 3: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 1975



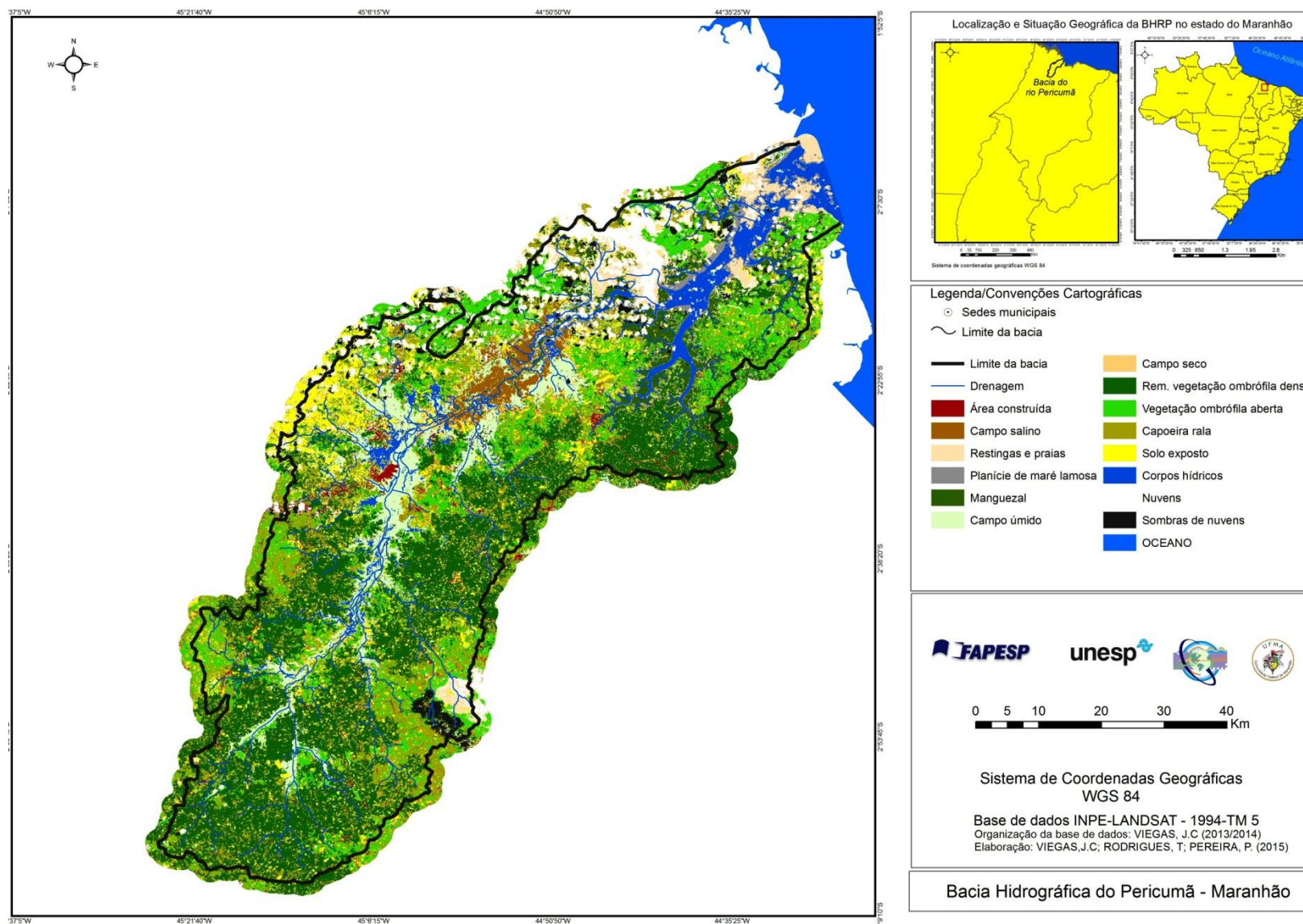
Fonte: Base de dados INPE-LANDSAT - 1975-TM 1, elaboração por Viegas, Rodrigues; Pereira

Mapa 4: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 1984

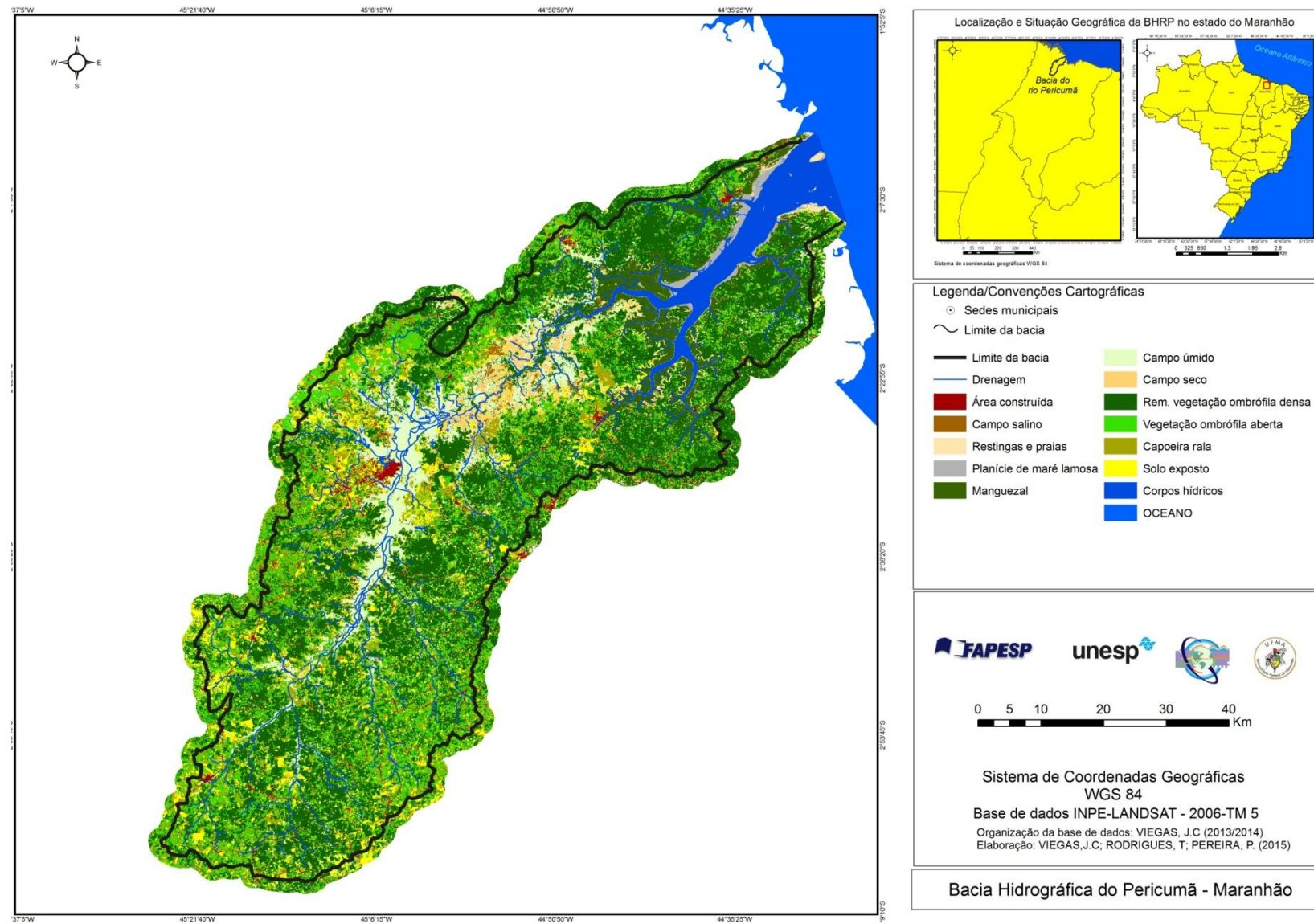


Fonte: Base de dados INPE-LANDSAT - 1984-TM 5, elaboração por Viegas; Rodrigues; Pereira

Mapa 5: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 1994

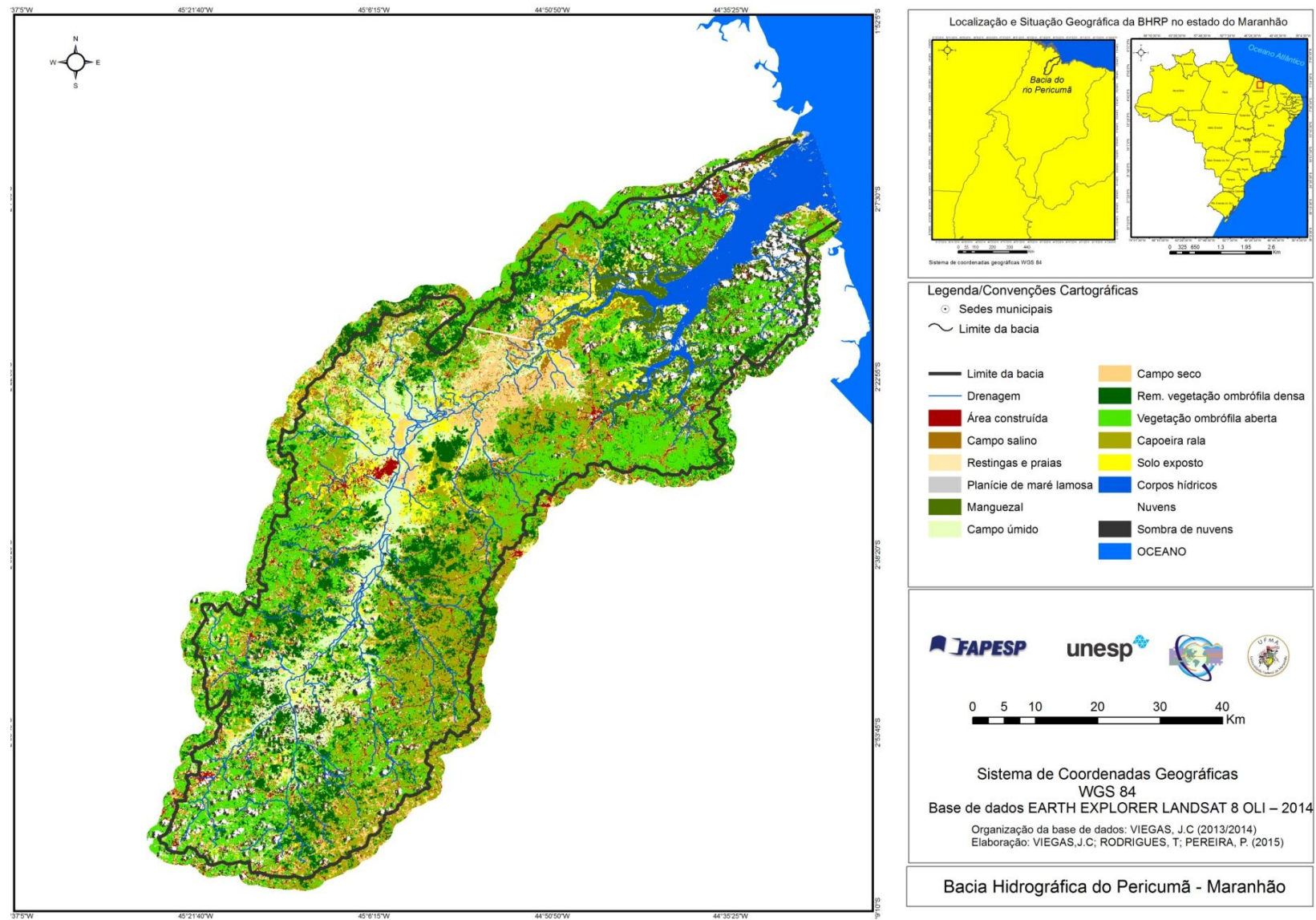


Fonte: Base de dados INPE-LANDSAT - 1994-TM 5; elaboração por Viegas; Rodrigues; Pereira

Mapa 6: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 2006

Fonte: Base de dados INPE-LANDSAT - 2006-TM 5; elaboração por Viegas; Rodrigues; Pereira

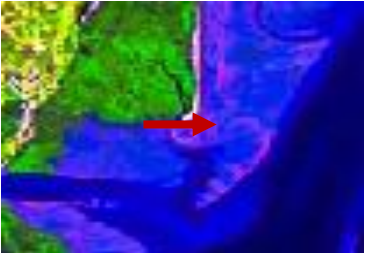
Mapa 7: Classes de cobertura da terra obtidas para o ano de 2014

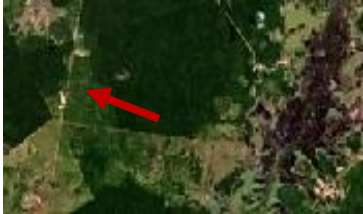


Fonte: Base de dados EARTH EXPLORER LANDSAT 8 OLI – 2014; elaboração por Viegas; Rodrigues; Pereira

Tabela 2: Exemplificações da visualização com chave de interpretação para o diagnóstico da cobertura da terra da BHRP, com utilização de imagens Landsat 5 e 8 (anos de 2006 e 2014)

Classes de cobertura da terra	Imagem	Cor e composição RGB	Localização	Padrões espaciais e contexto no GTP
Área construída		Variações de laranja (4) (3) (2)	São as cidades, vilas, ruas e estradas, localidades de ocupações humanas em geral	Formas irregulares com tamanho que varia de metros a km ² , apresentam texturas rugosas e lisas e são territórios complexos.
Campo salino		Marrom claro, escuro e tons de lilás (4) (3) (2)	Localizado entre o manguezal e áreas de campo seco e úmido, inserido em ambiente fluviomarinho	Formas regulares com tamanho médio, apresentam texturas lisas. Enquadram-se horizontalmente como geofácia.
Restingas e praias		Tom de bege e branco (5) (4) (3)	Contato continente-oceano, compostas por vegetação rasteira e arbustiva com dunas e cordões arenosos	Formas alongadas com tamanho médio. Apresentam texturas lisas e rugosas, e enquadram-se como geofácia

Planície de maré lamosa		Tom de Cinza (5) (4) (3)	Cobertura visível entre a vegetação de mangue e a maré vazante	Formas alongadas, tamanhos variáveis e textura lisa. São geótopos.
Manguezal		Verde escuro (4) (3) (2)	Vegetação com influência fluviomarinha, que margeiam o baixo curso do rio Pericumã e baía de Cumã	Apresentam formas irregulares de tamanho variável de metros a km², com texturas rugosas. São geofácies.
Campo úmido		Variações de cinza e verde (5) (4) (3)	Área baixa e plana, alagada sazonalmente. Localiza-se em topografia de até 5 metros, isto é, área de planície.	Forma variável com tamanho geralmente em km², de textura lisa, horizontalmente enquadra-se como geofácies.

Campo seco		Variação de rosa, lilás e laranja (5) (4) (3)	Encontrados principalmente como área de transição de área úmida à terra firme, em área de planície.	Forma variável de tamanho médio, com textura lisa. São geofácies.
Remanescente de vegetação ombrófila densa		Verde (4) (3) (2)	São remanescentes da vegetação primária e encontram-se nas áreas mais elevadas da bacia.	Forma irregular, horizontalmente de tamanho variável e textura rugosa. Verticalmente enquadram-se como geofácies.
Vegetação ombrófila aberta		Variação de verde (4) (3) (2)	Coberturas de transição. Encontram-se em áreas levemente onduladas	Formas irregulares, horizontalmente de tamanho pequeno, textura lisa e rugosa. Verticalmente enquadram-se como geofácia.
Capoeira		Variação de cinza e verde claro (4) (3) (2)	Coberturas florestais secundárias em áreas levemente onduladas e onduladas	Formas irregulares de tamanho pequeno e textura lisa. Enquadram-se como geótopos.

Solo exposto		Variação de bege e laranja (4) (3) (2)	Sem cobertura vegetação e encontrado tanto em áreas rurais, quanto urbanas	Apresentam formas arredondadas e/ou retangulares, de tamanhos variáveis com textura lisa. São geótopos.
Corpos hídricos		Ciano (5) (4) (3)	São ambientes formados pelos lagos, rios, baías e oceano	Têm formas alongadas e/ou arredondadas, com tamanho variável e texturas lisas. São geossistemas complexos.
Nuvens		Tom de branco e ciano (4) (3) (2)	Presentes na atmosfera	Formas alongadas e ou arredondadas, com tamanho variável de metros a km² de texturas lisas. Fazem parte do sistema atmosférico.
Sombra de nuvens		Preto (4) (3) (2)	Aparentes na superfície	Formas alongadas e arredondadas de tamanho que vai de metros a km², com textura lisa.

Fonte: Base de dados INPE-LANDSAT - 2006-TM 5; EARTH EXPLORER LANDSAT 8 OLI – 2014; elaboração por Viegas

4.2.5.2 Quantificação da estrutura espacial da paisagem: matriz²⁸, manchas ou fragmentos²⁹ no ambiente da BHRP

Decorrente da perda e com a modificação da cobertura da terra da bacia hidrográfica do Pericumã, é perceptível a formação de novas estruturas espaciais, como manchas/fragmentos, os quais resultaram das transformações que ocorrem sobre a matriz, isto é, mudanças na vegetação nativa da região.

Dessa forma, a paisagem da BHRP como um todo exibe alto nível de mudanças, isso significa que o ambiente passou por algum tipo de efeito de fragmentação, principalmente o bioma amazônico que recobria aproximadamente 84% da bacia no ano de 1975 e, no ano de 2014, passou ao quantitativo aproximado de 16%.

Nesse contexto, os resultados da pesquisa apontam que as áreas com remanescentes florestais primários (vegetação ombrófila densa), hoje, apresentam expressivo risco de desaparecimento e/ou servem de ambientes propícios à conservação e ou preservação de espécies, tanto da fauna, quanto da flora nativa.

Ressalta-se ainda, para que não exista o desaparecimento por completo dessas manchas de vegetação, é pertinente a utilização de instrumentos de políticas que priorizem a manutenção dessas áreas remanescentes e a recomposição florestal de áreas adjacentes, que visem à conectividade das manchas/fragmentos da paisagem, isto é, a formação de corredores de vegetação.

Na configuração da cobertura da terra da bacia, ficou evidenciada a localização de áreas potenciais para a conservação, e os resultados mostram que os remanescentes de vegetação ombrófila densa com maiores dimensões são encostados e reúnem-se em algumas porções da área sul e central e em pontos isolados em toda área da BHRP.

Salienta-se ainda que, na pesquisa, foram utilizados cálculos de uma série de variáveis que compõem a estrutura da paisagem da área de estudo, e que essas informações podem ser utilizadas para a construção de prognósticos futuros em estudos diferentes, que podem determinar a função e as mudanças na paisagem.

²⁸ A matriz pode ser a Floresta Amazônica.

²⁹ Manchas da paisagem são os pontos de desmatamento, pastagem, capoeiras (vegetação secundária).

Como resultados, são apresentados abaixo (Tabela 3) cálculos de fragmentação da paisagem, que correspondem aos diferentes índices de fragmentação encontrados para a BHRP, os quais são representados e fornecem valores quantitativos de extensão da área dos fragmentos. As informações foram alcançadas com base em cada classe identificada na classificação de cobertura da terra.

Notoriamente, nos resultados da pesquisa, não foi realizada a distribuição espacial (mapas) da estrutura que compõe a paisagem para todos os anos analisados (conjunto de 5 imagens), isto é, não são demonstradas as alterações (mudanças) na estrutura do mosaico geoambiental ao longo dos últimos 40 anos. No entanto, apenas para o ano de 2014 (recente).

Ainda foi possível quantificar e qualificar a estrutura da paisagem com detalhamento das mudanças ocorridas e da função da paisagem no ano de 2014. Dessa forma, ficou confirmada a importância de se diagnosticar os agentes e processos atuantes na fragmentação e como se apresenta a estrutura da paisagem dentro do contexto geográfico e geoambiental local, composta pelos seguintes índices.

Tabela 3: Índices de fragmentação identificados para a paisagem da BHRP, ano de 2014

CLASSE 2014	CA	TLA	NumP	MPS	TE	ED
Área construída	226	226	15719	14	921	0.04
Campo salino	129	129	7502	17	440	0.03
Campo seco	321	321	11193	29	848	0.03
Campo úmido	717	717	29641	24	2038	0.03
Capoeira rala	1019	1019	24678	41	2550	0.03
Corpos hídricos	283	283	1178	240	258	0.01
Manguezal	208	208	3105	67	317	0.02
Nuvens	208	208	4218	49	454	0.02
Planície de maré lamosa	5	5	273	18	17	0.04
Rem. vegetação ombrófila densa	746	746	15282	49	1514	0.02
Restingas e praias	108	108	6880	16	431	0.04
Solo exposto	212	212	17818	12	903	0.04
Sombra de nuvens	246	246	9234	27	680	0.03
Vegetação ombrófila aberta	1511	1511	21716	70	3072	0.02

Fonte: Viegas

Realizou-se o cálculo dos índices de área, em que a Área da classe (CA), consistiu na soma das áreas de todas as manchas que cabem a uma única classe

encontrada para o ano de 2014 alcançou-se também bem como foi alcançado o resultado da Área da paisagem (TLA), isto é, chegou-se aos resultados da soma das áreas de todos os fragmentos encontrados na paisagem da BHRP.

Em seguida realizamos os cálculos dos índices de densidade e tamanho, ou seja, foram feitas as medidas da configuração da paisagem, com o Número de Manchas (NUMP), que consistiram na quantificação do número de fragmentos existentes em cada classe da paisagem. Com o NUMP encontrado, foi possível descobrir qual era o tamanho médio dos fragmentos (MPS), o que permitiu medir a dimensão média dos fragmentos.

Por fim, chega-se aos resultados dos Índices de bordas, em que calculamos o Total de Bordas (TE), isto é, foram efetuadas as somas de todas as bordas das classes da paisagem, bem como o cálculo da Densidade de bordas (ED), que é a representação da quantidade de bordas relativa à área da classe.

A identificação dos índices permitiu inferir que, com o aumento na proporção de bordas, pode-se formar um conjunto de mudanças no equilíbrio do ambiente, pois, com a alteração na proporção das bordas dos fragmentos, pode ocorrer a elevação da temperatura do ar e, consecutivamente, ocorre um déficit de pressão de vapor d'água, alterando as relações ecológicas entre populações da fauna, flora e meio abiótico na parte interna dos fragmentos. Assinala-se que é necessário estudo específico sobre o efeito das bordas da paisagem local.

Salienta-se ainda que os fragmentos (manchas) foram os menores elementos observáveis na paisagem da BHRP em modificação, sendo a mais importante unidade espacial a ser preservada e conservada.

4.2.5.3 Principais usos da terra na BHRP para o ano de 2014, visualização da exploração do território local

No item proposto, considera-se a nomenclatura oficial do IBGE sobre uso da terra, além da conceituação em diferentes pesquisas, em nível nacional e internacional sobre a temática.

Dessa forma, adota-se o termo “Uso da terra” para compreender que são todas as atividades de natureza humana, exercidas com algum fim sobre o espaço geográfico, tais como: áreas em processo de expansão urbana ou urbanizadas, atividades industriais, áreas destinadas a pastos e criação de gado, espaços agrícolas, moradia, vias de comunicação, extração mineral e animal, entre outros.

Com base no ponto de vista acima, por meio da classificação supervisionada das imagens utilizadas na pesquisa e das entrevistas em campo, foi possível identificar as classes de uso da terra para a BHRP no ano de 2014 (Mapa 8). Os resultados verificados se apoiam no diagnóstico de cobertura da terra de 2014, a saber:

Áreas Agrícolas: Nessas áreas da BHRP, a agricultura é realizada em propriedades de pequeno a médio porte, com ocorrência em lotes de terra familiares ou aforadas (mediante um pagamento ou foro anual) de pequenos proprietários. As populações, habitualmente inseridas nessas terras, dispõem de poucos incentivos financeiros, geralmente insuficientes insumos agrícolas e tecnológicos para aumentar a produção.

Os produtos e subprodutos oriundos da lavoura, em regra geral, são vendidos nas comunidades locais, em feiras das cidades e os excedentes destinados à complementação da alimentação da família do agricultor. Tipicamente, as propriedades rurais são de subsistência, e os lavradores praticam a chamada “roça de toco” (Fotografia 17), que consiste em técnica agrícola antiga, passada entre gerações.

Durante a preparação da terra, ocorre a queima da vegetação. Devido a isso, o solo perde rapidamente os nutrientes, e, portanto, as consequências são a baixa fertilidade e natural diminuição da produtividade da roça.

Os principais produtos são: mandioca, arroz, milho, feijão e algumas hortaliças, plantados da mesma forma como faziam os primeiros habitantes. Os cultivos são itinerantes, condicionados pelas ações atmosféricas sazonalmente e condições dos solos.

Fotografia 17: Na fotografia é demonstrada a “roça de toco” – um sistema de cultivo praticado pelos agricultores da BHRP. As roças seguem um ciclo itinerante. Na ampliação da fotografia, verifica-se o solo queimado e pequenas mudas de milho com 15 dias



Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

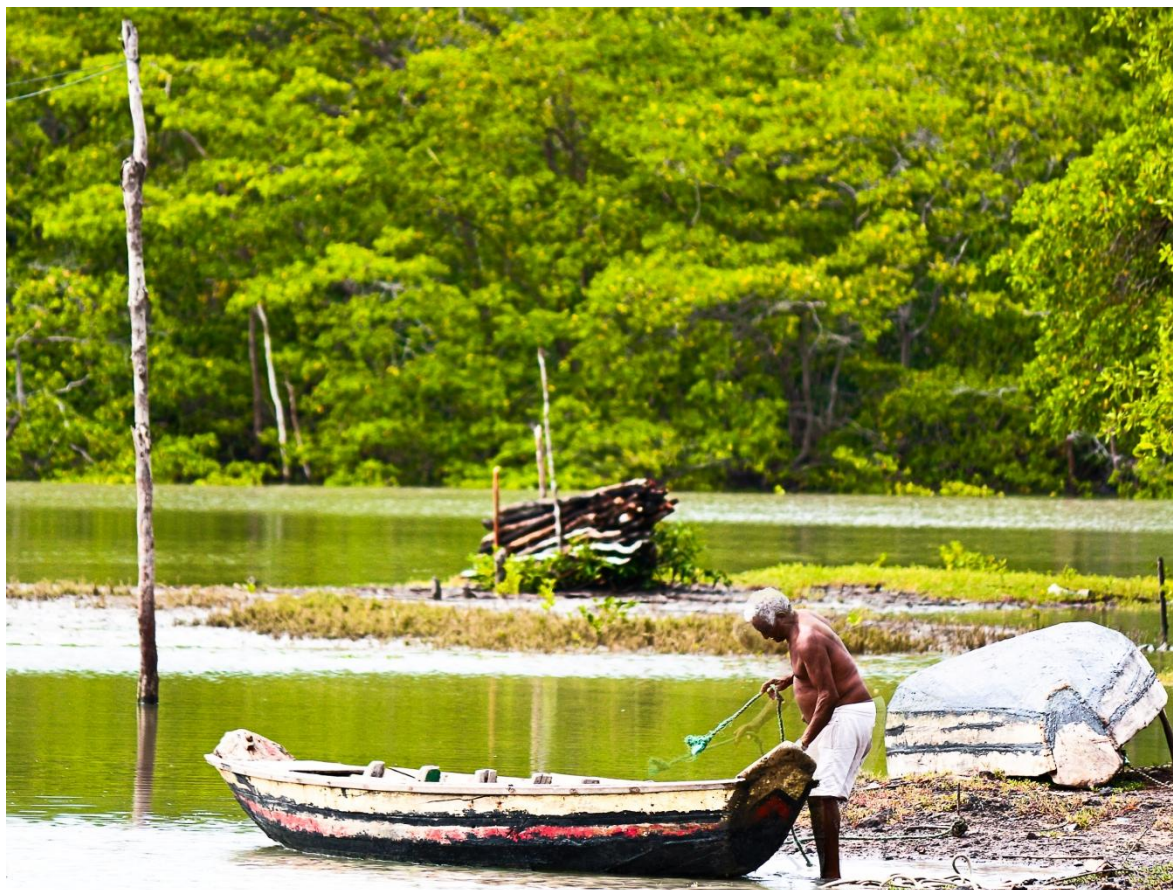
Pesca, obtenção de água e lazer: a pesca praticada na área tem papel importante na economia local, principalmente, na vida das comunidades localizadas ao longo de toda planície fluviolacustre e marinha, em especial no médio curso do rio Pericumã e em toda extensão da baía de Cumã (Fotografia 18).

A pesca tem uma importância social e econômica para as populações locais. Sem alternativa de outras fontes de renda, os pescadores recorrem aos corpos hídricos da região para garantir o sustento diário e a renda extra.

Os corpos hídricos da região também servem para obtenção de água para consumo humano, além de serem ambientes de lazer e vias de deslocamento de

produtos a populações localizadas próximas a esses ambientes, as quais concentram o maior contingente populacional.

Fotografia 18: Pescador em ambiente de manguezal, localizado próximo à baía de Cumã. Nesse espaço geográfico, os pescadores usam embarcações, instrumentos e hábitos diferentes dos praticados pelos pescadores do trecho médio da bacia hidrográfica



Fonte: Viegas (dezembro de 2014)

Ocupações humanas e solo exposto: no primeiro caso, são espaços da BHRP que envolvem áreas com infraestrutura urbana e rural (cidades, vilas), com edificações de um até três andares. Possui sistema de ruas pavimentadas e com solo exposto, dispondo de serviços de limpeza pública, esgotamento sanitário precário, transporte, energia e comunicação telefônica.

No caso do solo exposto, são áreas descontínuas tanto na zona rural, quanto na zona urbana, desprovidas de cobertura vegetal e ocupam superfícies mais significativas em ambiente rural. Os usos desses espaços, também, se destinam a futuras edificações de casas, estradas, construção de criadouros de peixes, formação de pastos e preparo da terra para agricultura.

Fotografia 19: Vista parcial da ocupação humana na cidade de Pinheiro, localizada no trecho médio da BHRP



Fonte: Viegas (abril de 2015)

Exploração fluviomarinha e pastagem: o uso consiste na pesca artesanal em ambiente de água salobra, coleta de mariscos e a catação de caranguejo. Essas são as principais atividades econômicas desenvolvidas pelos extrativistas locais.

Em áreas mais elevadas, ocorre a criação de gado e a utilização dos campos como pastos naturais. O local tem grande variedade de espécies de peixes e pássaros, destaque para o guará, ave típica de penas vermelhas que habita toda a região norte do Maranhão.

Antes da construção das principais estradas da região, o principal canal desse ambiente servia como via hídrica que facilitava o acesso de barco à capital São Luis.

Extração mineral não metálica: esse uso limita-se próximo às áreas de ocupação humana, consistindo diretamente na retirada de materiais da mina para a construção civil. Os principais minerais são areias, argilas, rochas (pedra para alvenaria) e cascalhos, utilizados como agregados na edificação das residências. Alguns passam pelo beneficiamento, como a argila vermelha usada na produção de telhas e tijolos em pequenas olarias e cerâmicas da região.

Área de preservação permanente: mesmo sendo ambientes considerados áreas de preservação permanente pela lei, o manguezal da BHRP passa por degradação derivada, principalmente, do uso e aplicação de atividades humanas, cujas modificações causam desequilíbrios no ambiente local.

Nos resultados da pesquisa, destaca-se ainda o uso do ambiente como fonte de extrativismo vegetal e animal ao longo de todo o trecho. É verificada a supressão da vegetação e a retirada da madeira nas comunidades locais. Nas cidades de Bequimão e Guimarães, percebe-se a construção de aterros que bloqueiam a entrada natural da cunha salina, construção de estradas, pontes, instalações de linhas elétricas e construção de palafitas. Também ocorre a exploração da pesca artesanal, coleta de mariscos e caranguejos e pesca de camarão.

Estradas pavimentadas e vicinais: o uso dessas áreas destina-se na interligação das estradas locais às rodovias estaduais. Por meio dessas é realizado o acesso de moradores das comunidades a sedes municipais e à capital São Luís, por onde também circulam os bens e as riquezas da região.

Exploração vegetal: Na BHRP, o extrativismo vegetal ocorre, principalmente, na forma de exploração de palmáceas como a amêndoa de babaçu (*Orbignya phalerata*, Mart.), frutos da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) ou do açaí (*Euterpe oleácea*, Mart.), Buriti (*Mauritia Flexuosa*), frutos do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.), retirada de lenha, madeira para construção de casas e produção de carvão.

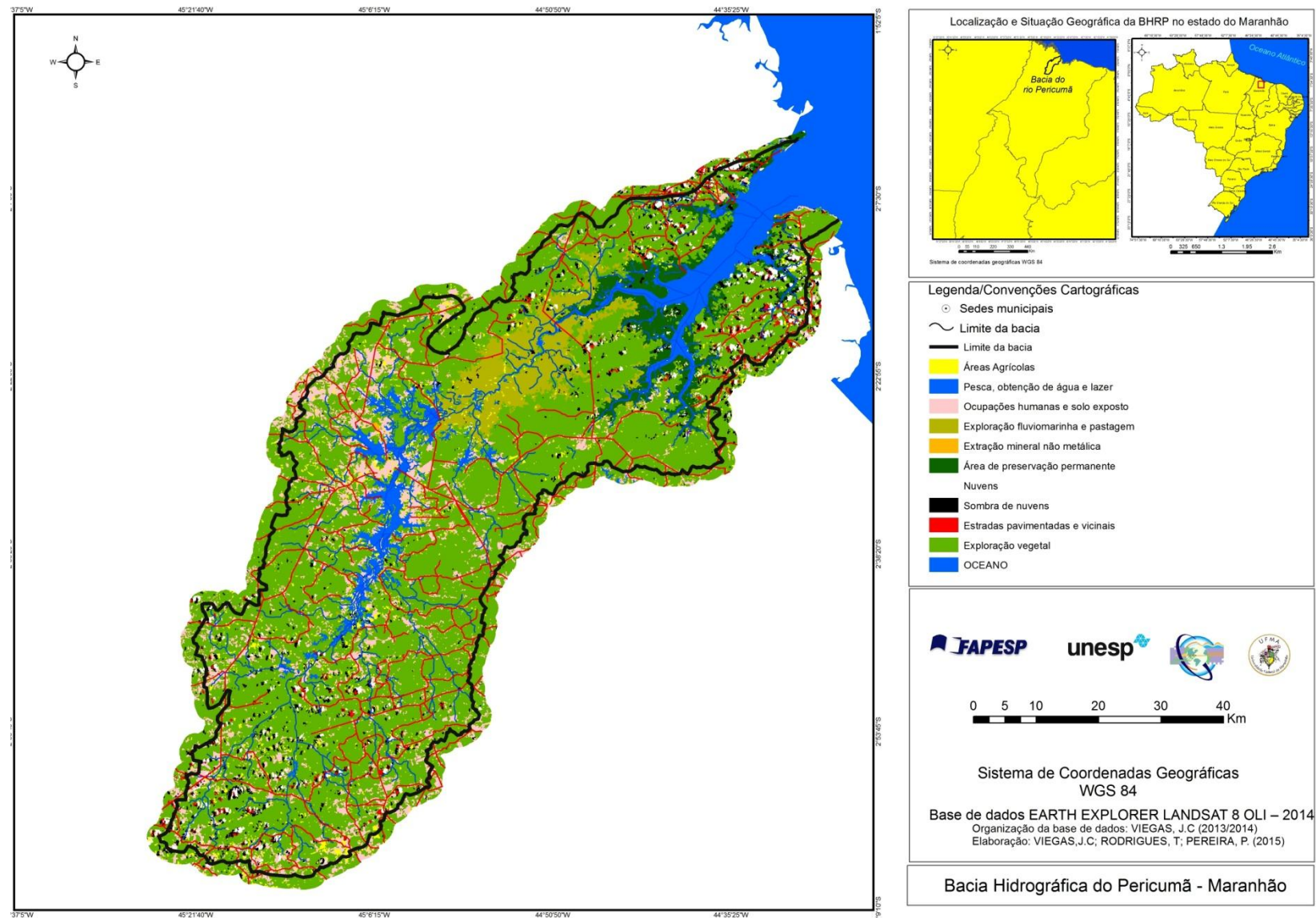
A exploração do babaçu é uma das principais atividades extrativistas vegetal. Sob o ponto de vista ambiental, a atividade não causa impacto perceptível, por ser baseada na coleta de frutos, sem necessidade de derrubada da palmeira. Sob o ponto de vista social, essa atividade garante a sobrevivência de muitas famílias.

Recentemente, ocorre nas comunidades locais da região um processo de corrida pelos frutos da palmeira juçara, motivada pela ação de atravessadores dos frutos que os levam para as sedes municipais e pequenas indústrias de beneficiamento

do produto. Em seguida, o subproduto (polpa) é comercializado em academias e lanchonetes de alimentos naturais. A consequência negativa é a ocorrência de escassez dos frutos, o que pode causar insegurança alimentar das comunidades tradicionais. Nesse contexto, torna-se necessária maior atenção sobre o potencial desse uso.

Considera-se que a principal importância com o diagnóstico dos usos da terra da BHRP foi perceber como o geossistema, os territórios e as paisagens locais são utilizados pelas populações humanas inseridas no espaço geográfico em questão. Dessa forma a identificação dos usos da terra visou propiciar quais são as restrições e potencialidades, uma vez que os resultados apontam significativas contribuições para futuros processos de planejamento e gestão dos recursos naturais.

Mapa 8: Usos da terra na BHRP para o ano de 2014



Fonte: Base de dados EARTH EXPLORER LANDSAT 8 OLI – 2014; elaboração por Viegas e Rodrigues

CAPÍTULO 5

5

ENSAIO SOBRE A GEO-FOTO-GRAFIA DA PAISAGEM DA BHRP: uma articulação com as entradas do GTP

A geo-foto-grafia é um excelente recurso utilizado nos estudos sobre o geossistema, o território e a paisagem, pois, com seu uso, pesquisadores formulam interpretações e determinam significados sobre as modificações que ocorrem no espaço geográfico.

Dessa forma, obtêm-se informações do ambiente, caracteriza-se os aspectos físicos e humanos das localidades investigadas, identificam-se as alterações geoambientais e analisam-se as correlações dos elementos naturais que compõem a paisagem e as inter-relações que o homem exerce com ela.

A geo-foto-grafia consiste na técnica de examinar as imagens dos objetos capturadas por um sensor ativo ou passivo e, em seguida, o observador deduz as significações da imagem, pautando-se em sua visão e conhecimento da realidade.

A fotografia vem, assim, enriquecer de detalhes e dados os acontecimentos e fenômenos, transformando-se num poderoso instrumento de auxílio às pesquisas acadêmicas e científicas (PEREIRA, 2012, p.169).

Nesse contexto, o uso da geo-foto-grafia como procedimento representativo e interpretativo da paisagem na bacia hidrográfica do Pericumã – um ambiente complexo com diversidade na Amazônia Legal maranhense.

Entende-se que, por meio do uso dessa técnica, tornou-se possível registrar e identificar imagens dos elementos naturais e fatores socioambientais que se mostram nas fotografias extraídas da área objeto de estudo, bem como foram deduzidas as significações do ambiente geográfico.

5.1 **P**or que uma Geo-foto-grafia da BHRP?

A geo-foto-grafia da BHRP surgiu mediante a necessidade de se verificar um procedimento técnico didático, representativo e interpretativo do espaço vivido em questão, pois, a geo-foto-grafia, no campo de atuação da geografia, tem o enfoque revelador das relações coexistentes do espaço geográfico, isto é, as co e intercalações existentes da sociedade/natureza.

Nesse contexto, Passos (2004) cita que “a fotografia veio para contribuir na renovação de um sistema de representação em mutação. Ela tomou o lugar da pintura e, ao mesmo tempo, modificou as especificidades operatórias com caráter do dispositivo de artialização” (PASSOS, 2004, p. 178).

Ao nosso entendimento, a fotografia, utilizada pela Geografia, desempenha função pedagógica que auxilia a pesquisa, tendo destaque no ensino como recurso que teve e tem o papel de apresentar, de forma mais concreta, as realidades do espaço geográfico.

Para Azevedo (2009), a fotografia vem sendo utilizada em diversas atividades no âmbito da produção do conhecimento e é desde o século XIX, sobretudo no século XX, que a fotografia passou a ter maior importância no conjunto de documentos históricos, dos quais fazem parte o relato oral, os diários íntimos, os discos e as pinturas.

Dessa maneira, a leitura da fotografia deriva, antes de tudo, de uma Geografia, pois torna sempre identificável um geossistema, o território ou a paisagem real. Além disso, permite realizar um esboço rápido e significativo das situações presentes no espaço geográfico, segundo a lógica do território.

5.1.2 Os caminhos percorridos pela geo-foto-grafia da bacia hidrográfica do rio Pericumã

As representatividades e interpretações das fotografias registradas ao longo da área objeto de estudo é fundamentalmente o acréscimo de conhecimento sobre o ambiente, em que surgiram da reflexão inicial levantada em sala de aula, conversas com o orientador, leituras sobre a temática, além da motivação geo-foto-gráfica, é o prazer em desenvolver um trabalho novo sobre a geo-foto-grafia da BHRP.

Nas fotografias apresentadas a seguir, objetiva-se não apenas a visualização em forma ilustrativa da área de estudo, porém torna-se necessário instigar, aos olhos da subjetividade, as significações das imagens capturadas no ambiente da Bacia Hidrográfica do rio Pericumã.

Contudo, tem-se a provocação de instigar os questionamentos sobre as formas de apropriação dos recursos naturais, da organização do território, bem como a percepção da paisagem e os usos do ambiente do ponto de vista o social, econômico, cultural (a identidade local).

Dessa forma, optou-se por motivar o olhar e a sensibilidade dos leitores, sobre a representação e interpretação da geo-foto-grafia do espaço geográfico da bacia hidrográfica do rio Pericumã. Entretanto, dividi-se as fotografias em um sistema conceitual tridimensional - GTP, isto é, o **Geossistema**: que é uma dimensão antropizada de um conceito naturalista; o **Território**: a dimensão naturalista de um conceito social, e a **Paisagem**: um plano cultural da natureza.

O Geossistema³⁰

Fotografia 20: O olhar atento do pequeno lagarto X A objetiva da câmera do pesquisador, em uma macrofauna de um sistema complexo – Furta-cor da Amazônia maranhense



Fonte:Viegas (janeiro de 2014)

³⁰ *Source* (fonte, recurso), compreensão da entrada naturalista.

Fotografia 21: O contato continente/oceano e pescadores em praia arenosa, Vista Alegre-Alcântara/MA



Fonte: Viegas (janeiro de 2014)

Fotografia 22: O mar, a praia e as falésias próximas ao antigo farol de Itacolomy - município de Alcântara/Maranhão, norte da BHRP



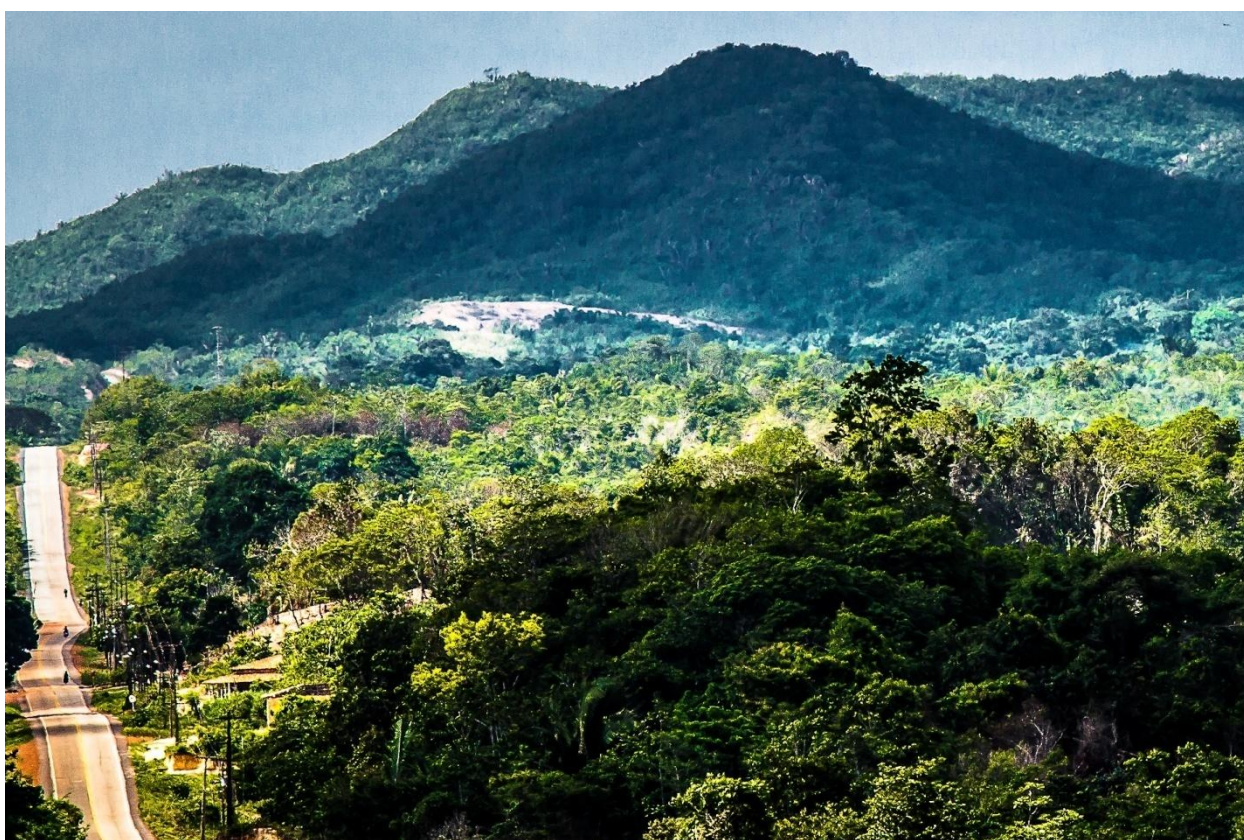
Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

Fotografia 23: O balé e a incrível capacidade das jaçanãs (*Jacana jacana*), em se movimentarem no habitat (brejos, margens de rios) em que vivem



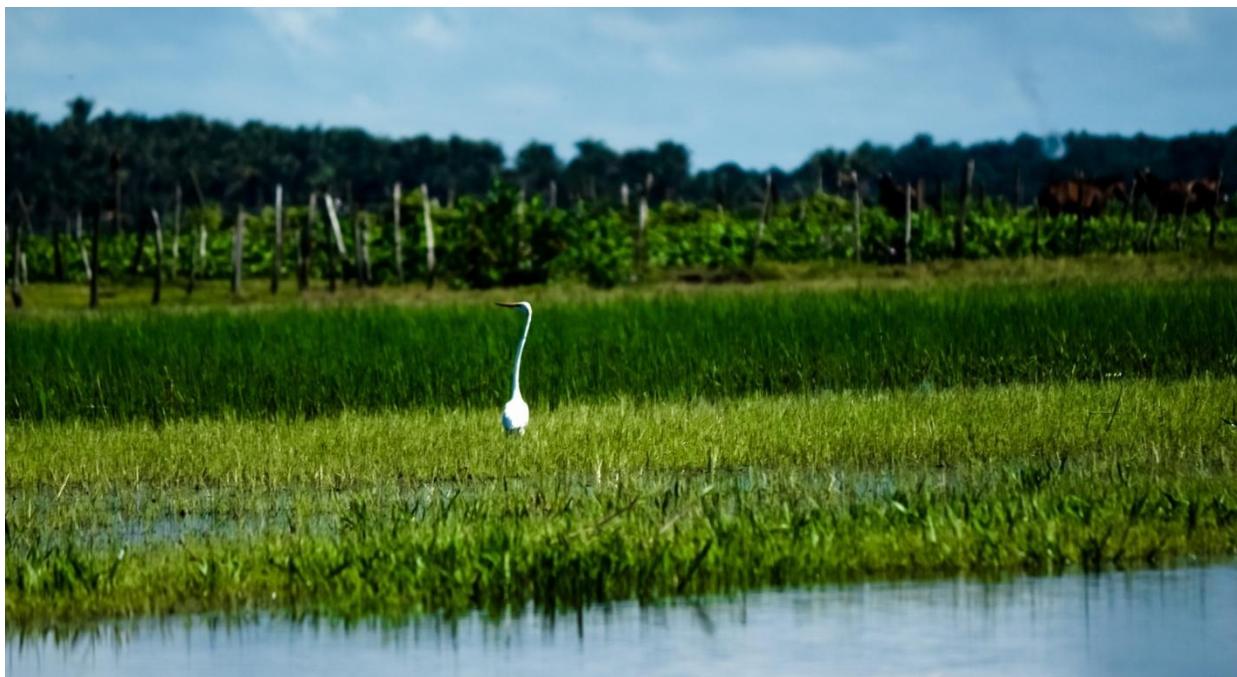
Fonte: Viegas (abril de 2014)

Fotografia 24: Remanescente de vegetação da Floresta Amazônica ombrofila densa, Sul da BHRP



Fonte: Viegas (abril de 2014)

Fotografia 25: Garça-branca-grande nos campos alagados da média bacia do Pericumã, próximo à cidade de Pinheiro/MA



Fonte: Viegas (abril de 2014)

Fotografia 26: A ação erosiva decorrente dos movimentos periódicos das águas do mar (marés) em encostas com manguezais, às margens do rio Pericumã



Fonte: Viegas (abril de 2014)

É possível reabilitar o espaço vivido ao natural e utilizar os recursos sem impor grandes mudanças ao geossistema local?

O Território³¹ dos homens

Fotografia 27: Pescador deslizando com sua canoa a motor nas águas do rio Pericumã, cidade de Pinheiro, médio trecho da BHRP



Fonte: Viegas (abril de 2014)

³¹ *Ressource* (recurso/valor), produção e exploração socioeconômica

Fotografia 28: Vaqueiro da alta bacia do Pericumã



Fonte: Viegas (novembro de 2014)

Fotografia 29: Mulher quebradeira de coco babaçu na alta bacia do Pericumã



Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

Fotografia 30: Pescadores em processo de retorno ao porto, depois de um dia de atividade de pesca, área do Litoral Ocidental Maranhense, baía de Cumã - cidade de Guimarães



Fonte: Viegas (abril de 2014)

Fotografia 31: Agricultor (lavrador) semeando maniva³² em solo queimado, “roça no toco”³³



Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

A exploração dos recursos naturais locais auxilia as sociedades humanas em suas atividades econômicas no território, com vistas à obtenção de água para o consumo humano, aquisição de alimento, transporte e circulação de riquezas.

Dessa forma questiona-se: Quais são as fragilidades e as potencialidades existentes no território (ambiente geográfico), decorrentes da exploração, organização espacial e econômica do ambiente da BHRP?

³² Pequena rama do talo da mandioca, a qual possui um olho, ou mais, destinado ao plantio nas primeiras chuvas do mês de janeiro na região.

³³ É uma agricultura itinerante, desenvolvida há séculos, a qual se utiliza de métodos de cultivo, como: corte da vegetação nativa, fogo, força humana e animal.

A Paisagem ³⁴ Humana

Fotografia 32: Os meninos do alto trecho da BHRP remetem a particularidades das comunidades tradicionais locais



Fonte: Viegas (janeiro de 2014)

³⁴ *Ressoucement*, a identidade longa que temos com a Paisagem, isto é, nossa ligação, o poder de pertencimento, em que a paisagem nasce da interação de dois elementos: (a) um objeto - um espaço geográfico qualquer e (b) um sujeito - o observador - os homens: o cultural e o sensível.

Fotografia 33: O velho e atinado pescador – com sua frase – “o descanso do guerreiro” vive há 91 anos na comunidade de Ponta de Areia é um símbolo da Baía de Cumã, município de Alcântara



Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

Fotografia 34: O reflexo da casa abandonada do pescador nas águas rio Pericumã, médio trecho da BHRP, próximo à Barragem do rio Pericumã – município de Pinheiro



Fonte: Viegas (abril de 2014)

Fotografia 35: Pesador que tem a “sagrada devoção pelo Padre Cícero” - Porto de Baixo - Guimarães



Fonte: Viegas (fevereiro de 2014)

Fotografia 36: Barco em que está escrita a palavra “curacanga”³⁵ - mito folclórico



Fonte: Viegas (abril de 2014)

Como manter o sentimento de pertencimento e a identidade dos moradores com seu local de origem (vivência)?

³⁵“Bola de fogo” aparente nos céus da região norte maranhense, contado por pescadores.

No contexto geo-foto-gráfico apresentado, o presente capítulo oferece esboço preliminar sobre o uso da geo-foto-grafia como procedimento representativo e interpretativo dos geossistemas, do território e das paisagens da bacia hidrográfica do Pericumã. Dessa forma, entende-se que, por meio do uso dessa técnica, tornou-se possível registrar e identificar imagens dos elementos naturais e fatores socioambientais e culturais que se mostram nas imagens expostas, bem como se deduz significações do ambiente geográfico e a identificação das relações coexistentes do global ao local.

A área apresenta um geossistema fortemente modificado pela exploração dos recursos naturais pelos moradores locais. No local em estudo, há toda uma estruturação montada de vias de acesso que liga as cidades a pequenos núcleos humanos, o que favorece novas reorganizações do território.

Infere-se da representação e da interpretação das geo-foto-grafias da área, a percepção da paisagem como os agentes atuantes que modificam os espaços geográficos, a estruturação das formas do espaço vivido, as características socioambientais, econômicas e culturais da área, pois as localidades geo-foto-grafadas apresentam uma significativa perda da identidade e de pertencimento pelos moradores.

Para uma melhor geo-foto-grafia local, necessita-se de aprofundamento do entendimento conceitual tridimensional do modelo GTP, isto é, o Geossistema como uma dimensão antropizada do conceito naturalista; o território na dimensão naturalista de um conceito social e a paisagem como um plano cultural da natureza. Em outras palavras, o *source* – fonte/recurso; *ressource* – recurso/valor, e; *ressoucement*, a identidade que os sujeitos têm com a paisagem, a ligação, o poder de pertencimento, em que a paisagem nasce da interação dos elementos: (a) objeto - espaço geográfico e (b) o sujeito - observador – o cultural e o sensível.

Ressalta-se ainda que, entre “tirar fotografias” e fazer uma geo-foto-grafia³⁶ do espaço geográfico, há um caminhar, isto é, existe uma distância para se percorrer, pois no primeiro caso: é só apontar e apertar o botão disparador da câmera. Já no segundo caso, necessita-se de tempo com as leituras teóricas, conceituais e as práticas técnicas, tanto da Geografia, quanto da Fotografia.

³⁶ Ocorrem propósitos artísticos, sensibilidade do olhar do Geógrafo-Fotógrafo (Geo-fotó-grafo) e interações entre sujeito e objeto no espaço geográfico em estudo.

C ONSIDERAÇÕES F INAIS

Primeiramente, consideramos que os estudos desenvolvidos pela Geografia e pelas Geociências surgem das interconexões entre os diferentes ramos do conhecimento científico, bem como de pesquisadores que buscam respostas sobre as modificações estabelecidas ao longo das escalas temporais e espaciais do ambiente geográfico, em que são utilizados teorias, conceitos e técnicas de apreciação das alterações geoambientais, socioeconômicas e socioculturais, isto é, as inter-relações sociedade-natureza.

Os resultados obtidos permitiram os seguintes encadeamentos:

- ✓ uso pertinente dos procedimentos da pesquisa contribuíram para a obtenção de relatos da formação histórica, caracterização dos aspectos físicos do ambiente, análise das inter-relações dos elementos naturais (geossistemas) com as populações humanas, a organização do território (práticas econômicas) e as novas configurações da paisagem local.

- ✓ ornou-se possível observar e analisar as modificações decorrentes de agentes e processos naturais e humanos na evolução das formas de ocupação do espaço geográfico da BHRP. Foi possível compreender as estruturas morfológicas do ambiente e sua funcionalidade.

- ✓ ressalta-se que a localidade de estudo é formada por ambientes aquáticos e terrestres, com disponibilidade de recursos essenciais para a sobrevivência da população local. Os principais agentes e processos da paisagem da área de estudo constituem fatores interrelacionados, sujeitos a modificações contínuas, tanto de origem humana quanto naturais.

- ✓ o ambiente estudado apresenta-se com características físicas marcantes e intensas dinâmicas hidrológicas sazonais. Devido a sua localização, a área apresenta clima quente e úmido, com elevado índice pluviométrico durante o período de janeiro a julho, com os maiores índices de chuva no mês de maio.

- ✓ a área estudada apresenta campos naturais, planície de inundação formada por lagos e canais fluviais, ambientes fluviomarinhos e ambientes costeiros.

✓ apresenta ainda, uma pecuária extensiva, sendo que as áreas mais altas da BHRP são utilizadas para moradia e desenvolvimento de agricultura de subsistência.

✓ o local é formado por mosaicos de florestas abertas, vegetação degradada com presença de babaçuais em quase toda a extensão. Em áreas relativamente mais altas, são encontrados remanescentes florestais do bioma amazônico. Ocorre gradativamente a substituição das formações de vegetação nativa por coberturas secundárias (capoeiras).

✓ com o uso das imagens de satélite, foi possível a observação do aumento das estradas e abertura de “clareiras” na vegetação, para passagem das linhas de transmissão de energia elétrica.

✓ construção de barragens nos campos naturais e no rio principal.

✓ observam-se reconfigurações do espaço geográfico urbano e rural.

✓ são identificados processos erosivos e de assoreamento de canais fluviais, diminuição da vegetação e compactação do solo.

✓ por meio da classificação da cobertura da BHRP, foi possível identificar as seguintes classes: áreas construídas; campo salino; restingas e praias; planície de maré; manguezal; campo seco; campo úmido; remanescentes de vegetação ombrófila densa; vegetação ombrófila aberta; capoeira; solo exposto; corpos hídricos; coberturas por nuvens e sombras de nuvens, além de seu enquadramento no do modelo GTP.

✓ a vegetação nativa de floresta ombrófila densa se limita ao quantitativo de 14% de cobertura da terra para o ano de 2014.

✓ a BHRP apresenta áreas com diferentes usos da terra, como áreas agrícolas; pesca e lazer; ambientes de ocupações humanas e com solo exposto; exploração fluviomarinha e pastagem; extração mineral não metálica; área de preservação permanente; estradas pavimentadas e vicinais e exploração vegetal.

✓ foi possível o uso da geo-foto-grafia, para registrar e identificar imagens dos elementos naturais, fatores socioambientais e culturais que se mostram aparentes no ambiente.

✓ deduziram-se significações do ambiente geográfico e a identificação das relações coexistentes, com vista em conceitos, procedimento investigativo, bem como o retrato global e local interpretativo e crítico da área por meio da geo-foto-grafia.

✓ a área apresenta um geossistema, um território e paisagens fortemente modificadas.

✓ infere-se, da representação e da interpretação das geo-foto-grafias da área, como os agentes atuantes modificam os espaços geográficos.

✓ é notória uma significativa modificação da identidade e de pertencimento pelos moradores.

Considera-se que o estudo demonstra a complexidade e a dinâmica do norte do Maranhão. Além de contribuir com o papel acadêmico e serve como subsídio a outras pesquisas científicas, com vistas à melhoria da qualidade de vida e ambiental, o que possibilitará melhor planejamento e gestão coerente do ambiente da Bacia Hidrográfica do rio Pericumã.

R

EFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. Amazônia: **do discurso à prática**. São Paulo: Edusp, 2006.
- AB' SÁBER, A. N. Os Domínios da Natureza no Brasil: **potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ACCIOLY, L. J. de O.; COSTA T. C. C .da; OLIVEIRA M. A. J. de; SILVA, F. H. B. B. da; BURGOS, N. O papel do sensoriamento remoto na avaliação e no monitoramento dos processos de desertificação do semiárido brasileiro. In: **ANAIS I SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO**. Aracaju/SE, 2002. p. 1-4. AGRITEMPO.
- AHMAD, A.; QUEGAN, S. **Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data**. (2012) Applied Mathematical Sciences, Vol. 6, no. 129, 6425 – 6436.
- ALMEIDA, F. F. M. de et al. **Províncias estruturais brasileiras**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, Campina Grande – PB, 1977. *Atas do...* Campina Grande – PB: SBG, 1977. p. 363-391.
- ALVES, J. R. P (Org.). Manguezais: **educar para proteger**. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, p 96. 2001.
- AMORIM FILHO, O. B. A Formação do Conceito de Paisagem Geográfica: **os Fundamentos Clássicos**, in: Paisagens, vol. 3. Coord. Oliveira, L.; Machado, L. M. C. P. Rio Claro: UNESP, 1998.
- ARAGÃO, J. O. R. “**Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas no Nordeste do Brasil**”. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP, Brasil, p 55. 1976.
- ASSAD, E. D. SANO, E. E. Sistema de informações Geográficas: **aplicações na agricultura**. Serviço de Produção de Informação – SPI. 2ª ed. revisada e ampliada. Brasília, 1998.
- AZEVEDO, M. H. A. **Fotografias de paisagem urbana histórica: Construção de um método de leitura**. In: II Encontro Nacional de Estudos da Imagem. 2009, Londrina/ Anais. Londrina. 12,13,14 maio.p.46-53.
- BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade - CPRM. 294 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM. Teresina, 2013.
- BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. **Bases conceituais em climatologia geográfica**. Revista Mercator, ano 08, nº16, 2009. 255-261p.

BECK, H. **Geographie**. Ed. Alber Orbis Academicus, Muenchen, 1973.

BECKER, B. K. “**Cenários de curto prazo para o desenvolvimento da Amazônia**”. Cadernos NADIAM, Brasília, MMA, 1999.

BECKER, B. K. Revisão das Políticas de Ocupação da Amazônia: **é possível identificar modelos para projetar cenários?**, Número 12, Setembro 2001, p.135-159.

BECKER, B. K. Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: **será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)?**. Confins - Revista franco-brasileira de geografia. Número 10, Outubro de 210, p. 1-20.

BEROUTCHACHVILI, N.; BERTRAND, G. **Le Geosystème ou Système Territorial Naturel**. Toulouse: Revue Géographique des Pyrénées et du Ouest, 49 (2): 167-180, 1978.

BERTALANFFY, L. von. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Tradução de Francisco M. Guimarães. – 6 ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BERTRAND, C. BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Tradução: Messias Modesto dos Passos (Org.). Maringá: Ed. Massoni, 2009.

BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Global, **Revue Géographique des pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse: 39(3):242-272, 1968.

BRASIL, **Divisão Territorial Brasileira** - 2013. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia – IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_dtb_int.shtm>. Acessado em 20 de janeiro de 2014.

BRASIL, Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do estado do Maranhão**. São Luís: SEMATUR, 1991.

_____. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Transamazônica**. Brasília, 1972.

_____. Presidência da República. **Metas e bases para a ação de governo**. Brasília, 1970.

_____. Presidência da República. **Projeto do II Plano Nacional de Desenvolvimento**, PND. Brasília, 1974.

_____. Lei Nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Seção 1 - 7/1/1953, Página 276. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-1806-6-janeiro-1953-367342-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 30 de agosto de 2014.

_____. Lei Nº 5.173 de 27 de outubro de 1967. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia; extingue a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cria a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e dá outras providências. Brasília, DF. **Diário**

Oficial da União - Seção 1 - 31/10/1966, Página 12563. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5173-27-outubro-1966-358978-norma-pl.html>> Acesso em: 30 de agosto de 2014.

_____**Lei complementar Nº 31, de outubro de 1977. Cria o Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras. Brasília, DF. Diário Oficial da União** - Seção 1 - 12/10/1977, Página 13729. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/leicom/1970-1979/leicomplementar-31-11-outubro-1977-363968-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 30 de agosto de 2014.

_____**Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. Florestas do Brasil em resumo - 2009: dados de 2005-2009.** Brasília, DF, SFB. 2009. p. 32 - 124.

_____**Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010** Brasília, DF, SFB. 2010. p. 84 - 152.

_____**Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de uso da terra.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____**Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Geoestatísticas de Recursos Naturais da Amazônia Legal.** Rio de Janeiro. IBGE, 2011.

_____**Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.** Brasília, DF, MMA, 2006.

BRITTO JÚNIOR, Á. F. d; FERES JÚNIOR. **A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos.** Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 237-250, 2011.

CÂMARA, G. DAVIS, C. **Introdução.** In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. MONTEIRO, A. M. V. (org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2003. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acessado em 15 de agosto de 2014.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2003. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acessado em 15 de agosto de 2014.

CAMPBELL, D. F. et al. **Relatório preliminar sobre a geologia da bacia do Maranhão.** Boletim do Conselho Nacional do Petróleo. Rio de Janeiro, nº 1, p. 1-60, 1947.

CANCELA D'ABREU, A., PINTO-CORREIA, T., OLIVEIRA, R. 2002. **Contributos para a Identificação e Caracterização das Unidades de Paisagem em Portugal Continental.** Volumes I a V. DGOTDU Ed. 2004.

CARVALHO, G. M. C (Org.). **Caracterização fenotípica do gado Pé-Duro do Nordeste do Brasil.** - Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010.

CAVALCANTE, I. F. A; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. J. da; DIAS, M. A. F. da S. (Org.) — **Tempo e clima no Brasil.** Oficina de Textos, São Paulo 2009.

CHAVEZ, P. S., 1988. **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data.** Remote Sensing of Environment, 24: 459–479.

CHRISTOFOLETTI, A. (1975) **Capturas fluviais**. Enciclopédia Mirador Internacional. São Paulo, vol. 5, p. 2.049-2.051.

_____. A. (1977) Considerações sobre o nível de base, rupturas de declive, capturas fluviais e morfogênese do perfil longitudinal. *Geografia*, 2 (4), p. 81-102.

_____. A. **Análise de sistemas em Geografia – Introdução**. São Paulo, Hucitec: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

_____. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher, São Paulo 1980.

_____. **Geomorfologia Fluvial**. v. 1. Ed. Edgard Blucher. São Paulo, 1981.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª. edição. São Paulo, SP: Ed. Edgard Blucher. LTDA., 1999.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and General Systems Theory**. In: theoretical papers in the hydrologic and geomorphic sciences. Washington, 1962. p. b1-b14.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistema: uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino. et al. – 7ª. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2012.

COLAVITE, A. P. **As transformações históricas e a Dinâmica atual da paisagem de Corumbataí do Sul – Paraná**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia. Maringá, Paraná. 2013.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. [S.l.]: CRC, 2009. v. 25. p. 204–205.

CONSTANZA, E. WAINGER, L. FOLKE, C. MALER, K. G. **Modeling complex Ecological Economic Systems**. Bio Science. 1993.

CORDEIRO, N. H.; **Construção de Mosaicos Georreferenciados usando imagens aéreas de pequeno formato**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação do Departamento de Informática e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

COSTA, M.L. da, Petrologisch - geochemische untersuchungen zur genese der bauxite and phosphat - laterite der region “Gurupi”. (Ost-Amazonien), Erlangen - RFA. Tese (Doutorado) Mineralogisches Institut, 1982. 189p.

COSTA-NETO, J. P. BARBIERI, R. IBÁÑEZ, M. do S.R. **Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da Baixada Maranhense**. Bol. Lab. Hidrobiologia. Volume, 14/15. 2001/2002. Universidade Federal do Maranhão. São Luís 2001/2002.

ELORZA, T. Gleba Palhano é o novo foco do setor comercial. **Jornal de Londrina - 2010**. Disponível em: < <http://www.jornaldelondrina.com.br/online> > Acesso em 22 de julho de 2013.

Fearnside, F.M. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: **history, rates and consequences**. *Conservation Biology* 19(3): 680-688.

FEITOSA, A. C. TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: Espaço Geo - Histórico e Cultural**, João Pessoa: Grafset, 2008.

FEITOSA, A. C. **Evolução morfogenética do litoral norte da ilha do Maranhão**. Rio Claro: IOGCE/UNESP, 1989. Dissertação de Mestrado.

_____. **Dinâmica dos processos geomorfológicos na área costeira a nordeste da ilha do Maranhão**. Rio Claro UNESP (Tese de Doutorado) 1996.

_____. **Relevo do Estado do Maranhão: Uma Nova Proposta de Classificação Topomorfológica**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia Tropical e Subtropical: Processos, métodos e técnicas. Goiânia, 2006.

FLORENZANO, T. C. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FLORENZANO, T. G. (org.). Sensoriamento para geomorfologia. *in*: Geomorfologia: **conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONSECA, A.; SOUZA JR. C.; VERÍSSIMO. A. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal – SAD**. Disponível em <<http://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-marco-de-2015-sad/>>. Acessado em 20 de agosto de 2015. p. 1 – 10.

FORMAN, R. T. T. GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1986.

FREITAS, M. I. C. de. Da cartografia analógica à neocartografia: **nossos mapas nunca mais serão os mesmos?**. *In*: Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume Especial Cartogeo (2014), p. 23-39.

GRANELL-PÉREZ, M. del C. **Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas**. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004, 128p.il.

GUERRA A. J. T.; CUNHA, S. B. da (orgs) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2007. 472p

ITT - **Visual Information Solutions Professional Services Group**. ENVI with IDL. Attn: Webmaster, 4990 Pearl East Circle, Boulder, CO 80301, USA. 2009.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental. Glossário – **Arco do Desmatamento**. Disponível em <<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/glossariotermino/Arco-do-desmatamento/92>> Acessado em 25 de agosto de 2015.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: **uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.

JUNK, W. J. **General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains**. In: Junk W. J., (org.) The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System. Springer-Verlag, Berlin, Germany, p. 3-22, 1997.

KOUSKY, V. E. "Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil". **Mon. Wea. Rew** 108, 488 - 498. 1980.

KOUSKY, V. E., e GAN, A., 1981, "**Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic**". Tellus, 33, 538-551.

LANG, S. BLACHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução: Hermann Kux. - São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LATORRE, M.; CARVALHO JÚNIOR O. A.; CARVALHO, A. P. F.; SHIMABUKURO, Y. E. Correção Atmosférica: **Conceitos e Fundamentos**. Espaço & Geografia, v. 5, p. 153-178, 2002.

LEOPOLD, L. B; WOLMAN, M. G; MILLER, J. P. **Fluvial processes in geomorphology**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1964, p.215-281.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética. Relatório final, etapa III. Belém: DNPM/CPRM, 1978. 190p. v. 1.

LIVERMAN, D. MORAN, E. F. RINDFUSS, R. R. STERN, P. C. (Ed). **People and pixels: linking remote sensing and Social Science**. National Academy Press, Washington. 1998.

LOPES, J. R. Bacias Hidrográficas Maranhenses: **riquezas sem igual**. Revista Água do Brasil, v.1, n.3, 2011.

LOPES, R. **A civilização lacustre do Brasil**. Rio de Janeiro. Boletim do Museu Nacional. v.1. 87-109p. 1923.

_____. **O torrão maranhense**. Rio de Janeiro: Typ. do Jornal do Comércio, 1916.

_____. **Entre a Amazônia e o Sertão**. Rio de Janeiro. Boletim do Museu Nacional. v.7. 159 -186p., 1931.

_____. **Uma Região Tropical**. Rio de Janeiro: Ed. Seleta, 1970.

LUCC. **Land-use and land cover change**. Science/research plan. Stockholm, IGBP Report no 35, HDP Report no 7. 1996.

MARANHÃO. GEPLAN-LABOGEO-UEMA. **Atlas do Maranhão**. São Luis: Labogeo, 2002.

MARQUES, G. S. SPVEA: o Estado na crise do desenvolvimento regional amazônico (1953- 1966). **REVISTA Soc. Bras. Economia Política**, São Paulo, nº 34, p. 163-198, fevereiro 2013. Disponível em < >Acessado em 15 de dezembro de 2014.

MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. Gomes de. Org. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação** – Belém: MPEG, 2011.

MARX K. **O Capital**. São Paulo: Bluker Ltda, 1963.

MAUSEL, P. WU, Y. LI, Y. MORAN, E.F. BRONDIZIO, E. S. **Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon**. Geocarto Internacional. 1993.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. 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'EGA 23 (2011), p. 520-533. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. Disponível em <www.geografia.ufpr.br/raega/>. Acessado em 25 de agosto de 2014.

MELLO, N. A. de. **Políticas territoriais na Amazônia.** São Paulo: Annablume, 2006.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília: CNPq, 2012. 266 p.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília: CNPq, 2012. 266 p.

MENESES, P. R.; SANO, E. E. Classificação pixel a pixel de imagens. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília: CNPq, 2012. 266 p.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: **descrição, fundamentos e aplicações.** 2 ed. São Paulo: Unesp, 2008.

MONTEIRO, C. A. **Análise Rítmica em Climatologia.** Climatologia, USP/IG, São Paulo, nº 1, p. 1-21, 1971.

MONTEIRO, C. A. **Geossistema: a história de uma procura.** São Paulo. Contexto, 2001.

MOREIRA, M. A.; SHIMABUKURO, Y. E. **Cálculo do índice de vegetação a partir do sensor AVHRR.** In: Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo, Oficina de Textos, 2004, cap.4: 79-101.

MOREIRA, R. **Para onde vai o pensamento geográfico? Por uma epistemologia crítica.** São Paulo: Contexto, 2006.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo.** Lisboa, Instituto Piaget, 1991.

NOVO, E. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** Edgar Blucher, São Paulo, 1989.

OLIVEIRA, R. Q. de; CARLEIAL, L. M. da F. **DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO: uma discussão das políticas públicas do estado brasileiro.** REFAF Revista Eletrônica v. 3, n. 1 (2013). Disponível em <<http://faflor.com.br/revistas/refaf/index.php/refaf/article/view/90/html>> Acessado em 31 de agosto de 2015.

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e paisagem**. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 1998.

_____. **A conceituação da paisagem**. Formação. Presidente Prudente, n.7. p 131-146, 2000.

_____. **Biogeografia e paisagem**. 2ª Ed. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003.

_____. A paisagem do Pontal do Paranapanema – uma apreensão geofotográfica. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v.26 nº 1, p 177-189, 2004.

_____. A Raia Divisória: **geossistema, paisagem e eco-história**. V. 1. Maringá: Eduem, 2006.

_____. **Para que serve o GTP** (Geossistema – Território – Paisagem). Revista Geográfica de América Central – Nº Especial EGAL, Costa Rica - II Semestre 2011.

_____. **Paisagem e Meio ambiente** (Noroeste do Paraná. Maringá: Eduem, 2013. 220p., il. color.

PASTANA, J. M. Do N., (Org). **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB: Turiaçu, Folha SA.23-V-D [e] Pinheiro, Folha SA.23-Y-B. Estados do Pará e Maranhão**. Escala 1:250.000 – Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

PÉDELABORDE, P. Introduction à l'étude scientifique du climat. Paris: SEDES, 1970. 246 p. In: Bases conceituais em climatologia geográfica. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 08, número 16, 2009. Disponível em < <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/289>>. Acessado em 15 de janeiro de 2014.

PEREIRA, R. C. de C. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem na alta bacia do rio Pericumã**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Presidente Prudente, 2012.

RAMÍREZ, M. C. V. **Padrões climáticos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil**. 1996, 109 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, 1996.

RHOADS B. L. The Dynamic Basis of Geomorphology Reenvisioned: **A process perspective on geomorphology**. Annals of the Association of American Geographers. 2006. 96: 14–30.

RIBEIRO, E. A. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. **Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais**, Araxá/MG, n. 04, p.129-148, maio de 2008.

RIBEIRO, Elisa Antônia. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais, Araxá/MG, n. 04, p.129-148, maio de 2008.

RICHARDS, J. A. (1999) **Remote Sensing Digital Image Analysis**. Springer-Verlag, Berlin, p. 240. Disponível em <
https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/plugins/filemanager/files/4260086/8/RS%20Digital%20Image%20Analysis.pdf> Acessado em 25 de agosto de 2014.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa Social: **métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, M. **Introdução ao Geoprocessamento**. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1. São Paulo, 1990. Curso Introductório. São Paulo: EPUSP, 1990. P 1-26.

RODRIGUES, T. C. S.. **Classificação da cobertura e do uso da terra com imagens Worldview-2 de setores norte da Ilha do Maranhão por meio do aplicativo Interimage e de Mineração de Dados**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014. Disponível em <<http://urlib.net/8JMKD3MGP5W34M/3G3DA4C>>. Acesso: 22 de dezembro de 2014.

RODRIGUES, T. L. das N.; FAVILLA, C. A. C.; CAMOZZATO, E.; VERÍSSIMO, L. S. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Bacabal. Folha SB.23-X-A**. Estado do Maranhão. Escala 1: 250.000. Brasília: CPRM, 1994b. 124 p. il.

RODRIGUES, T. L. das N; ARAÚJO, C. C. de; CAMOZZATO, E.; RANGRAB, G. E. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **São Luís, Folha SA.23-Z-A. Cururupu. Folha SA.23-X.C**. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1994a. 185p. il.

RODRIGUEZ, J. M. M. Geografia das paisagens, geoecologia e planejamento ambiental. **Formação**, Presidente Prudente, n.10, v.1, 2003, p.09-27.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013. 370 p.:Il.

ROSS, J. L. S. Considerações a respeito da importância da geomorfologia na questão dos limites territoriais. In: **Revista do departamento de Geografia**. Nº 2. São Paulo: USP, 1983.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SADECK. **Geotecnologias: Correção Atmosférica – ENVI 4.5**. Publicado por: sadeckgeo, dezembro 10, 2009. Disponível em
<http://geotecnologias.wordpress.com/2009/12/10/correcao-atmosferica-envi-4-5/>. Acessado em 11 de agosto de 2014.

SANT'ANNA NETO, J. L. **A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino**. Geografia - Volume 11 - Número 2

- Jul/Dez. 2002. Disponível em: <
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/6734/12407>>
 Acessado em 15 de janeiro de 2014.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Escalas geográficas do clima mudança, variabilidade e ritmo**. In: AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L. MONTEIRO, A. Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: 1ª ed. Editora, Outras Expressões, 2013.

SCHMITT, A.; TURATTI, M. C. M.; CARVALHO; M. C. P. De. **A atualização do conceito de quilombo: identidade e território nas definições teóricas** – 2002. 1-6 p. 3. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/n10/16889>>. Acessado em 15 de dezembro de 2014.

SCHOWENGERDT, R. A. **Techniques for Image Processing and Classification**. in Remote Sensing. University of Arizona. 1983. 249p.

SILVA, V. P. Paisagem: **Concepções, Aspectos Morfológicos e Significados**. Revista Sociedade & Natureza, v. 19, n. 1, 2007.

SINGH, A.; HARRISON, A. **Standadized Principal Components**. International Journal of Remote Sensing, 6 (6): 883-896, Jun. 1985.

SOARES, W. **A nascente do rio Pericumã**. A lagoa Burigativa e o lago tarira. Revista de Geografia e Historia. Ano II. Nº 2. São Luís – Maranhão, 1947. p. 42-53.

SOARES-FILHO, B. S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1998.

SORRE, M. Fondements de la Géographie (1951). In: Cahiers Internationaux de Sociologie, Vol. 5, (1948) contains: MAXIMILIEN SORRE pp. 21-37 (17 pages)
 Disponível em:<
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/40688670?uid=3737664&uid=2134&uid=4581247317&uid=2&uid=70&uid=3&uid=4581247307&uid=60&sid=21103412219747>>.
 Acessado em 28 de janeiro de 2014.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo: Ed. Lunar, 1977.

SOUSA, F. de A. S. de. Apresentação. In: **Aplicações ambientais brasileiras com geoprocessamento e sensoriamento remoto**. SILVA B. B. da. (Org). EDUFCG. Campina Grande – PB, 2013.

SOUZA, R. J. **O sistema GTP (Geossistema – Território - Paisagem) aplicado ao estudo sobre as dinâmicas socioambientais em Mirante do Paranapanema-SP**. Presidente Prudente: UNESP-FCT, 2010. Dissertação (Mestrado).

SPOSITO, E. S. Geografia e filosofia: **contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. – São Paulo: Editora UNESP, 2004.

SPRING: **"INTEGRATING REMOTE SENSING AND GIS BY OBJECT-ORIENTED DATA MODELLING"**. CAMARA, G. SOUZA, R. C. M. FREITAS, U. M. GARRIDO, J. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil** – São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

STRAHLER, A. N. **Dynamic basis of geomorphology**. Geological Society of America Bulletin, September 1952, v.63, nº.9, p.923-938.

STRAHLER, A. N. **Equilibrium theory of erosional slopes, approached by frequency distribution analysis**: Am. Jour. Sci., v. 248, 1950 p. 673-696, 800-814.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia marinha: **com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992. 171 p.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e Áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

TEOTIA, H. S.; SILVA, I. F. DA; SANTOS, J. R. DOS; VELOSO JUNIOR, J. F.; GONÇALVES, J. L. G. Classificação da cobertura vegetal e capacidade de uso da terra na região do Cariri Velho (Paraíba), através de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, Brasil**, 05 - 10 de abril 2003, INPE, p. 1969 - 1976.

TOUTIN, T.; Review article: **geometric processing of remote sensing images: models, Algorithms and Methods**. International Journal of Remote Sensing, v. 25, n. 10, p. 1893-1924, May 2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Diretoria Técnica. Rio de Janeiro, 1977.

TROPPEMAIR, H. **Metodologias simples para pesquisar o meio ambiente**. Rio Claro: Ed. do autor, 1988.

TROPPEMAIR, H. GALINA, M. H. **Geossistemas**. In Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006. Disponível em <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/69>>. Acessado em 02 de setembro de 2014.

TURNER, B.L. MEYER, W. B. SKOLE, D. L. **Global land-use/land-cover change towards an integrating study**. Ambio, 1994.

TURNER, M. G. GARDNER, R. H. O'Neill, R. V. **Ecological dynamics at broad scales, ecosystems and landscapes**. BioScience Supplement, 1995.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: **The effect of pattern on process**. Annual Revision Ecological System, v. 20, 1989.

UVO, C. B. **A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região Norte do Nordeste Brasileiro**. 1989. 99 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, 1989.

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e a precipitação no Norte do Nordeste do Brasil. Parte I: **a posição da ZCIT no Atlântico Equatorial**. Climanálise: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, v. 4, n. 7, p. 34-40, 1989.

VALERIANO, M. M. TOPODATA: **GUIA PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS GEOMORFOLÓGICOS LOCAIS**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2008.

VEIGA JÚNIOR, J. P. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **São Luís NE/SE, Folhas SA.23-X e SA.23-Z**. Estados do Maranhão e Piauí. Escala 1: 500.000. / Organizado por José Pessoa Veiga Júnior. – Brasília: CPRM, 2000.

VIEGAS, J. C. **Dinâmica da Paisagem do médio curso do Rio Pericumã, área de influência da Cidade de Pinheiro - Maranhão**. Monografia apresentada ao curso de Graduação – Universidade Federal do Maranhão - São Luís, 2012.

VIEGAS, J. C.; PASSOS, M. M.; RODRIGUES, T. C. S.; PEREIRA, P. R. M. GERAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA DE DADOS MORFOMÉTRICOS: **proposta para os novos limites do divisor de água e altimetria da Bacia Hidrográfica do Pericumã – Maranhão, BRASIL**. In: Anais da I Jornadas Lusófonas de Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica. Coimbra, Portugal, 2014.

VIRJI, H. "A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds". **Mon. Wea. Rev.**, 109, 599-610. 1981.

VITTE, A. C. (org.) **Contribuições à história e à epistemologia da geografia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 294p.

WATRIN, O. S., SANTOS, J. R.. & VALÉRIO FILHO, M. (1996). **Análise da Dinâmica na Paisagem do Nordeste Paraense Através de Técnicas de Geoprocessamento**, in: CD-ROM VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador (BA), Brasil.

WRIGHT, D. J., GOODCHILD, M. F. & PROCTOR, J. D. **Demystifying the Persistent Ambiguity of GIS as "Tool" Versus "Science"**. The Annals of the Association of American Geographers, 87(2): 346-362, 1997.

XAVIER-DA-SILVA, J. e ZAIDAN, R. T., Eds. **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 363 p.

XIAO, N, Z WU, L XJAO, Y TANG E W JUNMA (2004). **Auto Method For Ambient Light Independet Panorama Mosaics**, In 'Proceedings of International Conference on Machine Learning and Cybernetics', Vol. 6, IEE Computer Society, pp. 3851- 3852.

ZAVATTINI, J. A. **O paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira**. Revista Geografia, AGETEO, Rio Claro, v. 25, n. 3, p. 25-43, 2000.

ANEXOS

ANEXO: 1**A PERCEPÇÃO DA PAISAGEM: UM ROTEIRO PARA ENTREVISTAS****A ENTREVISTA SEMIDIRIGIDA**

Localidade: _____

Município: _____

Nome do Entrevistado: _____

Idade: _____

Nome do aplicador: _____

O senhor (a) e seus pais nasceram aqui? Se não – qual local?

Quando vieram morar aqui no povoado ou cidade?

1) Descreva como você percebe/imagina sua região.

2) Como era a região há quarenta anos atrás?

Melhorado ou piorado? Por quê?

3) Quando você pensa a sua região, qual é a primeira imagem que aparece na sua cabeça?

4) Qual é o sentimento que você tem de viver no “mundo rural” ou “mundo urbano” da Baixada Maranhense ou Litoral Ocidental Maranhense?

5) Qual é a importância do rio, riacho, igarapé, ribeirão, lago... no seu cotidiano (dia-a-dia)?

Você sabe o que é uma Bacia Hidrográfica?

Se sim, como tomou conhecimento?

6) Qual é a importância da roça (agricultura)... No seu cotidiano (dia-a-dia)?

7) Como você vê (classifica) a situação da terra, vento, vegetação, rio, animais (recursos naturais) de sua região (localidade)?

8) Como você pensa o futuro da região (local)?

9) Quais imagens de sua região você levaria em caso de uma mudança amanhã? Por que está aqui?

10) Quais fotografias você enviaria a um parente que está distante para que ele conheça a região onde vivem/estão suas origens e possam representar a terra de seus ancestrais (antigos moradores)?

11) Quais fotografias você proporia a um organismo responsável pelo turismo para promover sua região?

12) Quais paisagens, ou quais elementos das paisagens chocam mais. Qualquer coisa que você considere negativo e que você gostaria que desaparecesse.

13) Quais paisagens você pensa que deveriam ser fotografadas por que daqui a algum tempo elas não existirão mais?

Anotações e ou percepções de Campo:
