UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

MARLY SILVA DE MORAIS

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS POR PROCESSOS EROSIVOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: o caso do Parque Estadual do Bacanga, São Luís - MA

São Luís - MA
2018

MARLY SILVA DE MORAIS

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS POR PROCESSOS EROSIVOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DO BACANGA, SÃO LUÍS - MA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra

Área: Geografia

Linha de Pesquisa: Dinâmica da Natureza e Conservação

SÃO LUÍS

2018

Morais, Marly Silva de.

Impactos socioambientais causados por processos erosivos em unidades de conservação: o caso do Parque Estadual do Bacanga, São Luís – MA / Marly Silva de Morais.– São Luís, 2018.

... f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra.

1.Vulnerabilidade ambiental. 2. Processo erosivo. 3.Uso e cobertura da terra. I.Título

CDU: 504.121(812.1)

MARLY SILVA DE MORAIS

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS POR PROCESSOS EROSIVOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DO BACANGA, SÃO LUÍS – MA

Aprovada em: 10 / 09 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra (Orientador)

Doutor em Geografia

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Pós Dr. Antônio José Teixeira Guerra (Examinador Externo)

Pós - Doutor em Erosão dos Solos

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos (Examinador Interno)

Doutor em Geografia

Universidade Estadual do Maranhão

À minha mãe, pois sempre que penso em desistir lembro-me dela e ganho fôlego e sustento para questionar a realidade e superar todos os desafios.

AGRADECIMENTOS

Á Deus pelo dom da vida.

Aos meus parentes e amigos, pelo apoio incentivo, carinho e compreensão.

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), por acreditar no potencial de seus discentes.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pelo apoio e incentivo e pela oportunidade de desenvolver este projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA) pelo incentivo a participação de eventos científicos que auxiliaram a pesquisa.

Ao Laboratório de Geociências (Labgeo) da Universidade Estadual do Maranhão por proporcionar desenvolver as análises do solo e consequentemente novos conhecimentos, na pessoa de Ricardo Santana que auxiliou desde a coleta até a finalização dos ensaios.

Ao professor José Fernando Rodrigues Bezerra, pela orientação, amizade e incentivo.

As professoras Quésia Duarte da Silva e Regina Célia de Castro Pereira, pela amizade, pelos conselhos e apoio. Ao professor Cláudio Eduardo de Castro pelo incentivo e disponibilidade nas etapas finais deste projeto.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa, Jefferson Viana, Danyella França, Cristiane Mouzinho, Estervânia Cruz e Gilberlene Lisboa, pela ajuda direta em todas as fases referentes às etapas desta pesquisa.

Aos meus voluntários, Renan Mendes, Emerson Guedes, Mikaelly Bezerra, Luciano Araújo, Diego Sousa, Jéssica, Alzivan e Thayane Araújo, que estiveram presente nos trabalhos de campo e análises de laboratório, somando para o desenvolvimento da pesquisa.

A Elison Pinheiro, por toda paciência e disponibilidade na construção do mapeamento de uso e cobertura da terra. A Zeliane Costa, por todo empenho em viabilizar as entrevistas com SEMA. Ao antigo colega de graduação Pedro Wallace pelo auxílio nos dados de precipitação.

Ao Batalhão Ambiental por todas as informações fornecidas. Ao senhor Medeiros, pelas informações referentes à CAEMA.

Aos proprietários do Ecomuseu Sitio do Físico, por todas as informações fornecidas. A comunidade do rio Prata, por ter me dado o prazer de conhecer sua história de vida no Parque Estadual do Bacanga.

À todos meu muito obrigado!

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

A pesquisa teve como finalidade analisar os impactos socioambientais causados por processos erosivos no Parque Estadual do Bacanga, localizado no município de São Luís. Assim, fez-se necessário o uso de ferramentas como a matriz de impacto socioambiental adaptada de Sánchez (2013), entrevistas e o mapeamento da vulnerabilidade ambiental, considerando os meios morfodinâmicos instáveis, vulneráveis aos processos erosivos a partir da proposta de Tricart (1977), Ross (1990 e 1994), Crepani *et al*, (1996) e Tagliani (2003 e 2009). Os procedimentos metodológicos adotados constam de três etapas, descrita a seguir: a primeira refere-se à abordagem indireta através do levantamento bibliográfico e cartográfico; a segunda refere-se à abordagem direta que foi realizada através dos trabalhos de campo; e a 3ª o trabalho de gabinete, envolvendo as análises em laboratório, análise da matriz de impacto socioambiental, transcrição das entrevistas e os mapeamentos temáticos como a declividade, hipsometria, solos, propriedades físicas (densidade do solo, partículas e porosidade), índices pluviométricos, uso e cobertura da terra, resultando no mapa de vulnerabilidade ambiental do Parque Estadual do Bacanga, por meio do geoprocessamento utilizando o *software* Arcgis 10.2. Os resultados demonstram uma grande relação entre as classes de declividade, os tipos de solos e suas propriedades físicas além de chuvas concentradas indicando a intensidade da ação dos agentes geomorfológicos, pedogenéticos e manejo do solo na estruturação do ambiente em estudo. O mapa de uso e cobertura da terra constituiu um parâmetro relevante na pesquisa, demostrando que a Unidade de Conservação em questão, vem sofrendo várias formas de impactos socioambientais, devido à urbanização que atualmente chega a 73,40hab/km² causando prejuízos ao ambiente. No mapa de vulnerabilidade ambiental, a vulnerabilidade média representa 33,11% da área total do parque, seguida das vulnerabilidades forte 27,21% e muito baixa ou nula 13,66%. As classes de menores representatividade, são as vulnerabilidades baixa e muito forte, que chegaram a 13,06% e 12,96% respectivamente.

PALAVRAS CHAVE: Vulnerabilidade ambiental, Processo erosivo e Uso e cobertura da terra.

ABSTRACT

The aim of this research was to analyze environmental and social impacts caused by erosive processes at Bacanga's State Park, located in São Luís' township. Tools such as adapted socio-environmental impact matrix Sánchez (2013), interviews and maping of environmental vulnerability were used, considering the unstable and morphodinamical means, vulnerable to the erosive processes from the proposal of Tricart (1977), Ross (1990 e 1994), Crepani et al (1996) and Tagliani (2009). The methodological procedures used consist of three stages, described as: the first refers to an indirect approach trough bibliographic and cartographic survey; the second refers to a direct approach that was done trough field work; and the third office work, involving laboratory analysis, analysis of the environmental impact matrix, interviews and the thematic mappings, such as declivity, hypsometry, soils, physical properties (soil density, particles and porosity), rainfall rates, coat and use, resulting in Bacanga's State Park environmental vulnerability map, trough geoprocessing using the software Arcgis 10.2. Partial results demonstrates great relationship between the classes of declivity, types of soils and their physical properties and also concentrated rain that indicates the intensity of the geomorphologic agents intensity, pedogenic and soil management on the structuration of the field of study. The map of actual coat and use is still under construction, a relevant parameter in the research, will demonstrate that the Conservation Unit in question, has been suffering various forms of socio-environmental impacts, due to urbanization that currently is in 73,40hab/km² causing losses to the environment. In the map of environmental vulnerability, the average vulnerability represents 33.11% of the total area of the park, followed by vulnerabilities strong 27.21% and very low or null 13.66%. The lowest representative classes are the low and very strong vulnerabilities, which reached 13.06% and 12.96% respectively.

KEYWORDS: Environmental vulnerability, Erosive process and Cover and use of the land.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 19

Figura 2 – Geossistema de Bertrand 25

Figura 3 – Unidades de classificação do relevo 33

Figura 4 - Medição da profundidade da voçoroca 2, PEB 40

Figura 5 – Características gerais das voçorocas do PEB 41

Figura 6 – Coleta de amostra de solo indeformado na borda da voçoroca 13 no PEB 42

Figura 7 – Entrevista com representante da Companhia de Saneamento Ambiental - CAEMA 42

Figura 8 – Entrevista com representante da comunidade do Prata 43

Figura 9 – Procedimentos no laboratório para obtenção da densidade do solo 44

Figura 10 – Procedimentos em laboratório para obtenção da densidade de partículas 45

Figura 11 – Classes de forma de terreno 47

Figura 12 – Fluxograma estrutural da pesquisa 55

Figura 13 - Estratigrafia dos depósitos de sedimentos das bacias de São Luís, Barreirinhas e Parnaíba 56

Figura 14 – Mapa de Geologia do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 58

Figura 15 – Vista área da colina esparsa, com ocupações Irregulares próximo à voçoroca 14 62

Figura 16 – Mapa de Geomorfologia do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 63

Figura 17 – Mapa de Declividade do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 65

Figura 18 – Mapa de Curvatura do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 67

Figura 19 – Mapa de Hipsometria do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 69

Figura 20 – Mapa de Solos e Área de Ocupação do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 71

Figura 21 – Mapa de Densidade do Solo do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 74

Figura 22 – Velocidade dos ventos na Ilha do Maranhão 77

Figura 23 – Mapa de Índices Pluviométricos do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 79

Figura 24 – Vista parcial da voçoroca 1 com presença de cobertura vegetal final do período chuvoso da região 80

Figura 25 – Vista parcial da voçoroca 8 com presença de cobertura vegetal, com transporte de sedimentos em direção ao canal fluvial, final do período chuvoso 81

Figura 26 – Vista aérea da voçoroca 2 com presença de cobertura vegetal, final do período chuvoso 81

Figura 27 – Vista aérea das voçorocas 5 e 6 com transporte de sedimentos em direção ao canal fluvial, final do período chuvoso. 82

Figura 28 – Mapa de Hidrografia do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 84

Figura 29 – Mapa dos Limites do Parque Estadual do Bacanga 87

Figura 30 – Linha do tempo: síntese do histórico e limites (legislação pertinente) 88

Figura 31 – Ocupantes do Parque Estadual do Bacanga, dialogando com a SEMA e o BPA 89

Figura 32 – Área desmatada com técnica de queimadas no Parque Estadual do Bacanga 89

Figura 33 – Ocupações irregulares no Parque Estadual do Bacanga 90

Figura 34 – Mapa holandês de São Luís de 1640 91

Figura 35 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 1988 do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 93

Figura 36 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2001 do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 95

Figura 37 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2011 do Parque Estadual do Bacanga (PEB)..... 97

Figura 38 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2017 do Parque Estadual do Bacanga (PEB)..... 99

Figura 39 – Vista área de áreas com área antrópica consolidada (1) e áreas de ocupação (2) sentido nor-noroeste do PEB 101

Figura 40 – Mapa de Densidade Populacional do Parque Estadual do Bacanga (PEB) 102

Figura 41 – Vista área parcial da vegetação secundária mista na porção no-noroeste (1) e noroeste (2) do PEB 103

Figura 42 – Vista parcial do Ecomuseu Sítio do Físico 104

Figura 43 – Bordas da voçoroca 1 com gramíneas durante o período chuvoso de 2017 105

Figura 44 – Vista parcial área do manguezal com área antrópica (1) e áreas com pequenos fragmentos de gramíneas e solo exposto (2) com vestígios de queimadas. 106

Figura 45 – Vista aérea da área de extração dentro do reservatório do Batatã 109

Figura 46 – Mapa de Vulnerabilidade Ambiental do Parque Estadual do Bacanga (PEB)..... 115

Figura 47 – Vista parcial do açude Batatã próximo a comunidade Prata..... 117

Figura 48 – Vista parcial do reservatório do Batatã, com seu volume morto atingido 119

Figura 49 – Vista parcial da deposição de resíduos sólidos, proximidades da voçoroca 13 e áreas de occupações 120

Figura 50 – Vista parcial de áreas com indício de queimada, próxima a área de ocupação a noroeste do parque..... 121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Patrimônios diretamente ameaçados por erosão no município de São Luís (2008 – 2018) 17

Tabela 2 – Classes de vulnerabilidade da declividade do relevo 50

Tabela 3 – Graus de vulnerabilidade dos diferentes tipos de solos 51

Tabela 4 – Classes de vulnerabilidade da densidade do solo 51

Tabela 5 – Níveis hierárquicos das características pluviométricas 52

Tabela 6 – Graus de proteção dado ao solo de acordo com a cobertura vegetal 53

Tabela 7 – Classes de vulnerabilidade com respectivos pesos para o PEB..... 54

Tabela 8 – Litoestratigrafia do Parque Estadual do Bacanga 59

Tabela 9 – Classes de relevo do Parque Estadual do Bacanga 61

Tabela 10 – Classes de declividade do Parque Estadual do Bacanga 64

Tabela 11 – Classes de forma do terreno do Parque Estadual do Bacanga 66

Tabela 12 - Classes hipsométricas do Parque Estadual do Bacanga 68

Tabela 13 – Tipos de solos e área de ocupação do Parque Estadual do Bacanga 70

Tabela 14 – Propriedades Físicas dos solos do Parque Estadual do Bacanga 73

Tabela 15 – Normais Climáticas da temperatura de São Luís dos anos de 1961-1990..... 76

Tabela 16 – Regime Pluviométrico de São Luís – MA (2007-2016)..... 78

Tabela 17 – Média dos índices pluviométricos nas estações 78

Tabela 18 – Evolução populacional dos habitantes de São Luís..... 92

Tabela 19 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 1988 92

Tabela 20 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 2001 94

Tabela 21 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 2011 96

Tabela 22 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 2017 98

Tabela 23 – Síntese do cenário de uso e cobertura da terra do Parque Estadual do Bacanga nos anos de 1988, 2001, 2011 e 2017 100

Tabela 24 – Grau de vulnerabilidade dos solos do PEB 110

Tabela 25 – Intervalos de declividade com respectivas vulnerabilidades ambientais no PEB 111

Tabela 26 – Vulnerabilidade ambiental associada aos índices pluviométricos..... 111

Tabela 27 – Vulnerabilidade da densidade do solo 112

Tabela 28 – Fragilidade dos usos e coberturas na bacia do rio Bacanga 113

Tabela 29 – Vulnerabilidade do uso e cobertura do PEB..... 113

Tabela 30 – Classes de vulnerabilidades do PEB..... 114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Divisão taxonômica dos geossistema de Sotchava..... 24

Quadro 2 – Categorias morfodinâmicas..... 50

Quadro 3 – Impactos socioambientais relacionados aos processos erosivos 122

LISTA DE SIGLAS

BPA – Batalhão de Polícia Ambiental do Maranhão

CAEMA – Companhia de Águas e Esgoto do Maranhão

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento

DSG – Diretoria de Serviços Geográficos

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENEVA – Geração de Energia S/A

GEOMAP – Grupo de pesquisa Geomorfologia e Mapeamento

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICEA – Instituto de controle do Espaço Aéreo

IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

LABMET – Laboratório de meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão

MA – Maranhão

MDE – Modelo Digital de Elevação

PEB – Parque Estadual do Bacanga

PNAP – Plano Nacional de Áreas Protegidas

SEMATUR – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo

SNUC – Sistema Nacional de Unidade de Conservação

UC’s – Unidades de Conservação

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 EMBASAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL 22
2.1 As contribuições da geomorfologia nos estudos ambientais 22
2.2 Geossistema, Território e Paisagem 23
2.3 Vulnerabilidade e Impacto Ambiental a degradação dos solos por processos erosivos 27
2.4 Instrumentos de Ordenamento e Planejamento Territorial 33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 38
3.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico 38
3.2 Trabalho de campo 38
3.3 Análise em laboratório 43
3.4 Trabalho de gabinete 45
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 56
4.1 Contexto Geoambiental da área de estudo 56
4.1.1 Geologia 56
4.1.2 Geomorfologia 60
4.1.3 Solos 70
4.1.4 Condicionantes climáticos 75
4.1.6 Hidrografia 82
4.2 Uso e cobertura da terra como fator potencializador dos processos erosivos acelerados do Parque Estadual do Bacanga no período de 1988 - 2017 85
4.3 Índices de Vulnerabilidade Ambiental no Parque Estadual do Bacanga 109
5 Impactos socioambientais causados por processos erosivos, considerando as inter-relações dos processos físicos, político-econômicos e socioculturais 116
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 123
REFERÊNCIAS 125
APÊNDICES 138
ANEXOS 143

1 INTRODUÇÃO

A relação do ser humano com o meio ambiente, seja de maneira harmônica ou não, provocou e ainda provoca mudanças em virtude da sua ligação histórica, geralmente conflituosa, entre a sociedade e a natureza o que tem gerado profundas discursões no bojo dos chamados impactos socioambientais em todos os segmentos da sociedade (MENDONÇA *et al*, 2008).

Os impactos socioambientais decorrem principalmente do crescimento desordenado da população que consequentemente diminuiu as áreas verdes provocando entre outros problemas, a degradação do solo, ocupação nas encostas, canalização e retificação dos canais fluviais, poluição da água e do solo e erosões aceleradas (OLIVEIRA, 2008).

Neste contexto, a metodologia geossistêmica, contribui estruturalmente nos subsistemas, pois analisa a hierarquia espacial e ambiental, natural e social, de forma verticalizada (MONTEIRO, 2001). Este método discorre sobre os conceitos de paisagem e território, a partir do conhecimento histórico pautado no apoderamento da sociedade sobre os recursos naturais.

Os processos erosivos encontram-se diretamente relacionados ao desequilíbrio da paisagem, que pode ter origem natural, antrópica (através da apropriação do território) ou conjugada. Para Guerra e Marçal (2014, p.14) “a paisagem é a natureza integrada e deve ser compreendida como síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante seu conhecimento [...]”. Por sua vez o território será o espaço de interações dos subsistemas naturais, construído socialmente.

Partindo-se dos conceitos de paisagem e território, podemos definir que as Unidades de Conservação - UC’s são sistemas apropriados para avaliação dos impactos socioambientais causados pela ação antrópica (erosão acelerada), pois seu uso inadequado acarreta riscos à estabilidade quantitativa e qualitativa de todo um sistema, sobretudo a água e o solo.

Nesse sentido, a Geomorfologia como área do conhecimento que estuda o relevo, e seus respectivos processos endogenéticos e exogenéticos, vem contribuindo na temática ambiental, principalmente no planejamento das bacias hidrográficas. Assim, a erosão dos solos ganha destaque nos estudos geomorfológicos. Para Florenzano (2008) “a erosão (ou denudação), se refere à remoção do material intemperizado”.

Para Sudo (2000), a modalidade de erosão acelerada ou antrópica, caracteriza-se pela retirada das camadas superficiais dos solos, numa velocidade muito maior do que a natureza é capaz de reconstituí-las, de tal maneira que a consequência final pode ser a exposição da rocha matriz às intempéries.

A erosão é um dos principais processos de modificação da paisagem, podendo ser intensificada pela ação antrópica. Essa interferência pode ser percebida de forma direta e indireta em áreas urbanas e rurais. Tem-se observado a aceleração da atividade dos agentes e processos geomorfológicos no município de São Luís onde são identificadas zonas de risco ambiental potencial implicando perdas de patrimônio e risco de vida (Tabela 1).

Tabela 1 – Patrimônios diretamente ameaçados por erosão no município de São Luís (2008 – 2018)

ANO	PATRIMÔNIO AMEAÇADO		LOCALIDADES
	TIPO	QUANTIDADE	
2008	Casa	2	Vila Bacanga
	Rodovia	1	BR - 135
	Monumento	1	Ponta d'Areia
	Terminal hidroviário	1	Praia Grande
2009	Casa	+/- 70	Ponta d'Areia
	Rodovia	1	BR - 135
	Monumento	1	Ponta D'Areia
	Prédio	1	
	Estabelecimentos comerciais	6	
2010	Casa	15	Salinas Sacavém
		10	Areinha
2011		28	Novo Angelim
2012		3	Salinas Sacavém
2014	Rodovia	1	BR - 135
	Iluminação pública	6	
	Casa	1	Av. Litorânea
	Estabelecimentos comerciais	4	Ponta D'Areia
2015	Estabelecimentos comerciais/ Carro/Avenida	6	
	Avenida	1	Jaracati/Maranhão Novo
		1	Calhau
2016	Estabelecimentos comerciais/calçada	4	Ponta D'Areia
2017	Estabelecimentos comerciais/calçada	7	Ponta D'Areia
2018	Avenida	1	Av. Jerônimo de Albuquerque
	Avenida	2	Av. Paulista (Olho D'Água)
	Casa	+1	Sá Viana

Fonte: Jornal do Estado do Maranhão e Imparcial 2008 – 2018.

Nota-se que nos centros urbanos, onde a transformação da paisagem apresenta-se de forma desordenada, sem que haja um planejamento ambiental adequado, os problemas são eminentes, como erosão, assoreamento, poluição e contaminação dos recursos hídricos entre outros que afetam

a qualidade de vida da população (OLIVEIRA, 1999; SALOMÃO, 1999; SUDO, 2000; FULLEN; GUERRA, 2002, FULLEN; CATT, 2004; ARAÚJO *et al.*, 2005; GANGOLELLS *et al.*, 2009). De acordo Santos (2009), o uso e ocupação das terras perpassa pelo planejamento ambiental, pois representa as atividades humanas que causam pressão sobre os elementos naturais.

O planejamento ambiental é um instrumento de gestão. É um procedimento de organização de tarefas para se chegar a um fim. Segundo Hidalgo (1991), o planejamento ambiental é um processo político, social, econômico e tecnológico de caráter educativo e participativo, onde as esferas políticas, devem escolher as melhores alternativas para a conservação da natureza, para gerar um desenvolvimento equilibrado.

Para Lanna (1995), planejamento ambiental é um processo organizado que obtém informações e reflexão sobre o problema, definindo metas e ações. Ou seja, o planejamento ambiental deve considerar as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo suas vulnerabilidades diante das diferentes intervenções antrópicas na natureza, principalmente em áreas protegidas por lei.

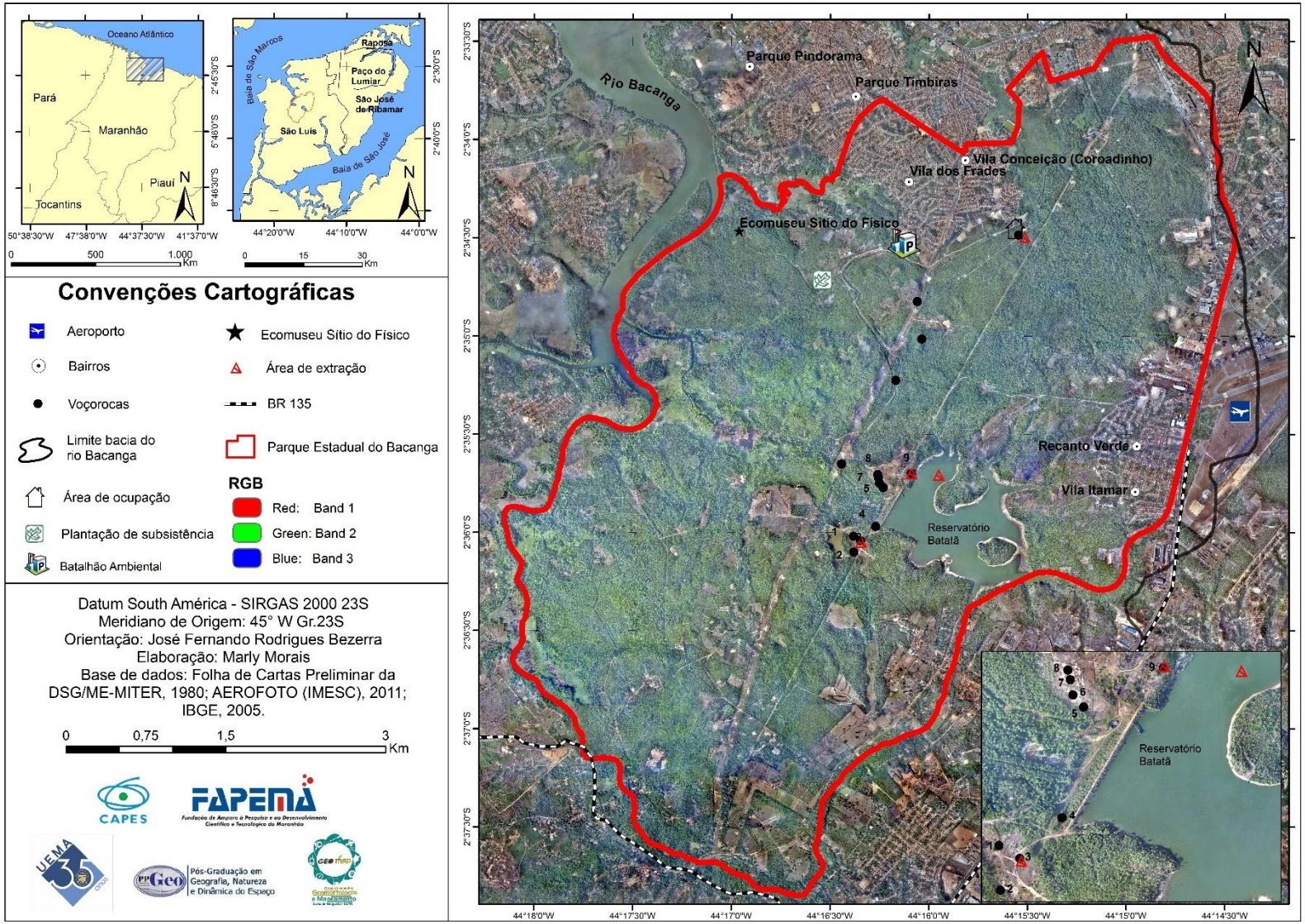
Assim mediante os inúmeros problemas ambientais e depois de eventos ocorridos mundo a fora, o Brasil através da Lei 9.985/00 criou o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) que estabeleceu uma política de âmbito nacional com normas para criação, implementação e gestão da Unidade de Conservação.

No município de São Luís, foram criadas as seguintes UC’s de responsabilidade estadual: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, Parque Ecológico Estadual Lagoa da Jansen, Área de Proteção Ambiental do Maracanã, Estação Ecológica do Rangedor e o Parque Estadual do Bacanga.

No entanto apenas a criação da UC’s não garantirá a conservação e preservação é necessário que se tenha um bom manejo destes espaços. A exemplo, o Parque Estadual do Bacanga - PEB criado através do Decreto Estadual nº 7.545 de 2 de março de 1980 com uma área de 3.075ha, localizado no centro-oeste da Ilha do Maranhão (Figura 1), sendo este espaço, a resistência da Antiga Floresta Protetora dos Mananciais criada no ano de 1944. Historicamente, desde a criação o PEB apresenta diversos problemas ambientais, acarretados principalmente pela urbanização desordenada.

Entre os problemas encontrados no PEB, consta o asfaltamento em áreas de recargas dos mananciais subterrâneos, canais de esgoto lançados diretamente nos rios sem nenhum tratamento e a retirada da vegetação nativa ocasionando a degradação do solo. A degradação do solo constitui um dos tipos de degradação ambiental mais sério em nossos dias, e a erosão hídrica acelerada é a sua forma mais grave e perceptível Noffs *et al.* (2000).

Figura 1 – Mapa de Localização do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



Ao longo da área de estudo foram identificados 14 processos erosivos em alto estágio de evolução, como as voçorocas 1 e 2 próximas ao reservatório do Batatã, o que vem a ser um agravante, devido ao elevado índice de desmatamento e ocupações irregulares, tendo também características físicas propícias à ocorrência desses processos (MENDONÇA *et al.*, 2001; BEZERRA, 2011; SATHLER *et al.*, 2005; FURTADO *et al.*, 2006; BEZERRA e GUERRA, 2007).

Portanto como as unidades de conservação são vistas como objetos dados, áreas naturais e não como objetos criados (Coelho *et al.*, 2012), têm-se a necessidade que sejam reveladas as relações entre os grupos sociais e recursos, assim como os processos de impactos socioambientais, mudanças sociais e territoriais.

Partindo desta permissa, e em função do grande potencial paisagístico e hídrico do Parque Estadual do Bacanga, após identificar processos erosivos acelerados na área de estudo no ano de 2013 durante uma pesquisa de Iniciação Cientifica desenvolvida na bacia hidrográfica do Bacanga, indagou-se a respeito das características geoambientais e a influência da comunidade (local e seu entorno) nas transformações históricas da paisagem/território? Ocorreu e ainda ocorre Planejamento Ambiental pautado no ordenamento territorial? Conciliando tais questionamentos, objetivou-se, analisar os impactos socioambientais causados por processos erosivos, considerando as inter-relações dos processos físicos, político-econômico e socioculturais, aderindo à abordagem geossistêmica, pautado nos seguintes objetivos específicos:

- Avaliar os efeitos *on* site e *off* site da degradação dos solos;
- Caracterizar os fatores ambientais e a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos da área;
- Identificar os conflitos entre a gestão do PEB com a população residente e seu entorno imediato.

Com base nos questionamentos norteadores e objetivos apresentados, esta pesquisa está inserida na linha de pesquisa Dinâmica da Natureza e Conservação, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), discorrendo sobre os impactos socioambientais causados por processos erosivos no Parque Estadual do Bacanga, São Luís - MA.

A dissertação está estruturada em 6 (seis) capítulos para compreensão dos objetivos específicos. De forma que, logo após o ensaio inicial, sucede o capítulo que apresenta os conceitos de Geomorfologia, Geossistema, Paisagem, Território, Degradação dos solos,

Vulnerabilidade Ambiental, Ordenamento e Planejamento Territorial, ressaltando a importância para os estudos ambientais.

O terceiro capítulo trata dos procedimentos metodológicos, apresentando o tipo de pesquisa, quanto aos objetivos e quanto à relação sujeito/pesquisador/sujeito. Além das etapas cumpridas para o alcance dos objetivos.

Em seguida, o quarto capítulo dispõem sobre o contexto geoambiental do Parque Estadual do Bacanga, descrevendo informações relacionadas à Geologia, Geomorfologia (declividade, hipsometria e curvatura) Solos, Densidade de solos, Condicionantes climáticos, Uso da terra, Densidade populacional e a Vulnerabilidade ambiental, relacionando com a ação antrópica e os processos erosivos encontrados. Neste apresentam-se dados gerados através dos trabalhos de campo e mapeamentos.

O quinto capítulo apresenta o Parque Estadual do Bacanga como instrumento de gestão ambiental e territorial, através da análise dos impactos socioambientais causados por processos erosivos correlacionados aos processos físicos e as tensões entre os grupos sociais envolvidos.

As considerações finais apresentam uma síntese dos resultados acerca dos impactos socioambientais causados por processos erosivos no Parque Estadual do Bacanga, incitando um novo olhar sobre o vasto campo de investigação das unidades de conservação.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL

O significativo crescimento populacional e desordenado do município de São Luís culminou em vários problemas ambientais. Este capítulo trata dos conceitos de Geomorfologia Ambiental e geossistema associados à vulnerabilidade e impactos ambientais causados por processos erosivos acelerados, para a compreensão do meio físico e dos processos antropogênicos que consequentemente alterou o território e a paisagem geográfica.

2.1 As contribuições da geomorfologia nos estudos ambientais

O desenvolvimento dos estudos geomorfológicos no Brasil é recente. A colaboração de cunho estruturado sobre o território brasileiro data do século XX, onde Aziz Nacib Ab'Saber contribui na evolução dos referidos estudos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Atualmente o conhecimento geomorfológico vem sendo aplicado como importante ferramenta no planejamento ambiental nas mais diversas regiões da superfície terrestre, com ênfase naquelas áreas com rápida expansão demográfica (CASSETI, 2005). Nesse sentido, a Geomorfologia como área do conhecimento que estuda o relevo, e seus respectivos processos endogenéticos e exogenéticos, vem contribuindo na temática ambiental.

Nesse contexto, os desastres naturais ganham destaque nos estudos geomorfológicos. Colaborando com essa perspectiva (OLIVEIRA, 1999; SALOMÃO, 1999; ARAÚJO *et al*., 2006; GANGOLELLS *et al*., 2009; GIRÃO *et al*., 2004 e 2007), afirmam que, a combinação dos fatores físicos aliado aos impactos provocados pela ação humana geram uma série de respostas geomorfológicas, típicas das cidades, como exemplo, os movimentos de massa, inundações, enchentes e processos erosivos acelerados.

A Geomorfologia Ambiental possui poucos estudos sob a perspectiva teórica-conceitual (COOKE e DOORNKAMP, 1990; MORGAN, 1995 e 2001; FULLEN e CATT, 2004; GUERRA e MARÇAL 2014; HOOKE 1988). Destaca-se nessas literaturas o homem como agente geomorfológico, a partir da análise da exploração dos recursos naturais e mudanças físicas nos ecossistemas.

De acordo com Guerra e Marçal (2006, 2010, 2012 e 2014) existem literaturas que utilizam a expressão Geologia Ambiental, no entanto as ideias abordam a Geomorfologia Ambiental. Dentre esses autores destacam-se Coates (1981), Carvalho (2001) e Suguio (1999 e 2003). De acordo com Penteado (1983) o objetivo da Geomorfologia Ambiental é minimizar as distorções topográficas, entender e atuar nos processos inter-relacionados para a restauração ou manutenção do balanço natural.

Corroborando com essa perspectiva (SUGUIO, 2000; GUERRA E GUERRA 2003; ROSS 2005 e 2008; SOUZA, 2010; SAADI, 2011), afirmam que a Geomorfologia Ambiental é a aplicação dos conhecimentos geomorfológicos ao planejamento e ao manejo ambiental, incluindo levantamento dos recursos naturais, as análises de laboratório, diagnóstico ambien/tal, monitoramento dos processos geomorfológicos, avaliação das formas de relevo entre outros. Para os autores supracitados é possível diagnosticar e prognosticar os danos ao meio ambiente, principalmente em áreas protegidas por lei com intuito de melhorar a qualidade de vida da população.

Em relação à Geomorfologia Ambiental e sua aplicação em unidades de conservação, o subsídio está, por exemplo, no zoneamento ambiental/planejamento ambiental, plano de manejo, recuperação de áreas degradadas, definição de trilhas e áreas a serem mais bem aproveitadas além de técnicas adequadas ao desenvolvimento do turismo ecológico (GUERRA e MARÇAL, 2014, p.62).

Para realização do zoneamento ambiental é necessário o conhecimento geomorfológico (integrado), visto que as UC's no Brasil sofrem diferentes pressões antrópicas, causando impactos ambientais ligados principalmente ao assoreamento dos corpos de água e desenvolvimento de processos erosivos acelerados (voçorocas), como o caso do Parque Estadual do Bacanga, São Luis-MA.

> A realidade brasileira atual mostra um quadro em que as unidades de proteção estão segmentadas e em estágio de degradação, onde urge conhecer a dinâmica da ação antrópica e a dinâmica da própria natureza, fundamentais para o processo de criação e de manutenção da UC (estudo, diagnóstico, manejo, monitoramento, recuperação, proteção, propostas, conselho gestor etc.) e, muito mais do isso, compreender o contexto socioeconômico-cultural-político em que se encontra, sem o qual não se sustenta (GAMA, 2002 *apud* GUERRA e MARÇAL, 2014, p. 63).

Assim a análise do relevo é importante não só para própria Geomorfologia enquanto abordagem sistêmica, mas também para outras Ciências da Terra que estudam os componentes da superfície terrestre, bem como a definição da fragilidade/vulnerabilidade do meio ambiente subsidiando a legislação para sua ocupação e proteção (FLORENZANO, 2008).

2.2 Geossistema, Território e Paisagem

]A análise ambiental geográfica visa compreender as relações sociedade/natureza de forma sistêmica, através dos elementos (físicos, biológicos e antrópicos) que integram o território e a paisagem geográfica.

No campo geográfico, a abordagem sistêmica possibilitou metodologias cronológicas, métodos quantitativos e atividades humanas, destacando as relações entre as

características dos elementos e as relações entre o meio ambiente e as características desses mesmos elementos (GREGORY, 1992). Destaca-se a contribuição de Chorley e Kennedy (1971), após a publicação da obra Physical Geography: *a systen approach*. Corroborando com essa temática, posteriormente sugiram vários autores utilizando o termo geossistema (BERTRAND, 1972; SOTCHAVA 1977 e 1978; TROPPMAIR, 1983, 2000 e 2007; BERTALANFFY, 1973; AB'SÀBER, 2003; CAMARGO, 2008, MONTEIRO, 1982, 1987 e 2001; RODRIGUES *et al.* 2013; RODRIGUES, 2001 e 2015).

A expressão geossistema surgiu com Sotchava (1977), como uma classe específica de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. Sendo que a hierarquia da organização é a mais importante feição do geossistema; assim, em níveis de detalhe elementar, intermediário e planetário. Segundo o autor, o geossistema subdivide-se em três estruturas dimensionais, planetária, regional e topológica, sendo as classes homogêneas são os geômeros e as heterogêneas de geócoros (Quadro 1).

Quadro 1 – Divisão taxonômica dos geossistema de Sotchava

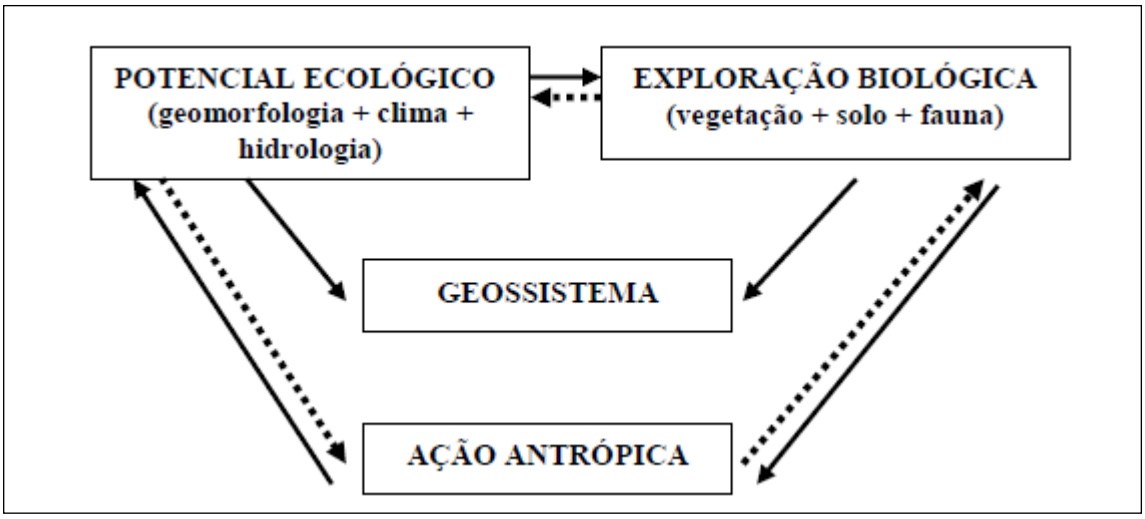
<table>
<tr><th>COLUNA DOS GEÔMEROS</th><th>COLUNA DOS GEÔMEROS</th><th colspan="2">COLUNA DOS GEÔMEROS</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Perspectiva dos tipos de meio natural (landschafts)</td><td rowspan="4">PLANETÁRIA</td><td colspan="2">Zona físico-geográfica</td></tr>
<tr><td colspan="2">Grupo de regiões físico-geográficas</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipos de meio natural (tipos de landschafts)</td><td colspan="2">Subcontinentes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Regiões físico-geográficas</td></tr>
<tr><td>Classe de geomas</td><td rowspan="4">REGIONAL</td><td>Com latitudes zonais</td><td>Com latitudes zonais</td></tr>
<tr><td>Subclasse de geomas</td><td rowspan="3">Subzona natural</td><td rowspan="3">Província</td></tr>
<tr><td>Grupo de geomas</td></tr>
<tr><td>Subgrupo de geomas</td></tr>
<tr><td>Geoma</td><td rowspan="6">TOPOLÓGICO</td><td colspan="2">Distrito (megageócoro)</td></tr>
<tr><td>Classe de fácies</td><td colspan="2">Topogeócoro (zona)</td></tr>
<tr><td>Grupo de fácies</td><td colspan="2">Mesogeócoro (zona)</td></tr>
<tr><td>Fácies</td><td colspan="2">Microgeócoro (grupos determinados)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Áreas homogênas elementares (biogeocenose)</td><td colspan="2">Áreas diversificadas elementares</td></tr>
<tr><td colspan="2">Distrito (megageócoro)</td></tr>
</table>

Fonte: Sotchava, (1977).

Para Sotchava (1977) o geossistema é o resultado da combinação de fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos associados a certos tipos de exploração biológica. Essa combinação demonstra inter-relação do potencial ecológico e a exploração biológica, ou seja, o geossistema não apresenta necessariamente homogeneidade evidente é formado de paisagens diferentes, que representam as variadas etapas de sua transformação.

Na visão bertrandiana (1972) o geossistema é subdividido em unidades de paisagem geomorfológicas, conforme a escala espaciotemporal, baseado nos estudos de Cailleux e Tricart (1956), da seguinte forma: zona, domínio, região natural, geossistema, geofácies e geótopo incorporando a ação antrópica (Figura 2), sendo as três unidades iniciais chamadas de superiores e as três restantes denominadas de inferiores (BERTRAND, 1972).

Figura 2 – Geossistema de Bertrand



Fonte: Bertrand, 2004.

Bertrand e Bertrand (2007) define geossistema como sendo uma porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, mas instável, composta de elementos físicos, biológicos e antrópicos no qual reagem interagindo, uns sobre os outros, e fazem a paisagem indissociável, sendo um único conjunto que está em constante evolução. Apesar das discordâncias metodológicas Sotchava e Betrand, é inquestionável suas contribuições para análise geografia apesar da diferenciação da aplicação, conforme afirma Monteiro.

> Atribuo esta diferença de atitude entre os dois geógrafos a influência dos seus próprios "meios" e locais de trabalho. Parece lógico que o francês, trabalhando no Pirineus-onde as mudanças se acentuam em altitude-recorresse ao relevo. Enquanto isso o russo, trabalhando nas planícies siberianas, seria natural que seu maior apoio viesse a ser revestimento biótico(vegetal-aniamal), (MONTEIRO, 2001, p.47).

Considerando a análise geossitêmica de Sotchava e Bertrand, Monteiro (2001) e Rodriguez (2015) define que a aplicação do método, deverá acontecer a partir da sua dinâmica natural e antropogênica que apresentam caráter vertical e horizontal (subsistemas), promovendo assim um estudo geográfico estruturado.

Segundo estes autores, integrando-se as variáveis naturais e antrópicas (recursos e usos/problemas), o resultado do ensaio será o esclarecimento da vulnerabilidade/resiliência, através do tempo/espaço composta da inter-relação sociedade/ambiente na construção do território/paisagem.

O território permite analisar as ações e o funcionamento da questão social e econômica no espaço. A paisagem, a construção cultural e econômica de um território (BERTRAND e BERTRAND, 2007). Essas duas categorias geográficas são amplamente discutidas por diversos autores como Deffontaine (1973), Bertrand (1972), Ratzel (1974), Sotchava (1978), Oliveira (2000), Rodrigues (2001), Schier (2003), Ab'Sàber (2003), Haesbaert (2006 e 2009), Saquet (2007, 2009, 2010 e 2013), Bertrand e Bertrand (2007) e Sposito (2009), Brito *et al.* (2011).

Numa perspectiva integradora o território traz enfoque simbólico e cultural e um peso material, de natureza econômica e política. Haesbaert afirma que:

> Dentro da dimensão material do território, é necessário, portanto, de alguma forma, considerar esta dimensão 'natural', que em alguns casos ainda se revela um de seus componentes fundamentais. Mas nunca, é claro, de forma dissociada. No fundo, a razão está com autores como Bruno Latour (1991), para quem movemo-nos muito mais no campo dos 'híbridos' sociedade-natureza. (HAESBAERT, 2009, p. 55).

Para este autor o território possui essas três vertentes (política, econômica e cultural), sendo que na perspectiva política o território é visto como um espaço circunscrito e exerce relações de poder. Na econômica é visto como fonte de recursos associado aos conflitos entre as classes sociais. Do ponto de vista cultural possui um valor metafórico de uma comunidade em relação ao seu espaço vivido. Nessa mesma vertente temos a visão de Saquet *et al.* (2009, p.82), "o território é evidentemente marcado por relações de poder numa compreensão multidimensional, constituindo campos de forças, econômicos, políticos e culturais; o território possui construções históricas e relacionais de identidades [...]".

Nesta conjuntura, a escolha da definição categórica perpassa pelos objetivos da pesquisa. Dentre a literatura consultada adota-se o conceito de território de Bertrand, que buscar o processo de formação território/paisagem através da história (meio natural e antrópico) presente no ambiente.

> O território é o espaço geográfico produzido e vivido pelas sociedades sucessivas, e se presta a dimensão histórica e arqueológica do meio ambiente, demonstrando que nas interações entre sociedade e natureza, convive o tempo do social e do econômico, do desenvolvimento, do planejamento, da gestão, da distribuição, da poluição. (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 120).

Para Guerra e Marçal (2014, p.14) "a paisagem é a natureza integrada e deve ser compreendida como síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante seu conhecimento [..]". Assim proporciona uma associação população/natureza para a compreensão dos territórios habitados.

Deffontaine (1973) e Tricart (1981) sustenta que a paisagem é uma porção do espaço perceptível a um observador onde se inscreve uma combinação de fatos visíveis e invisíveis com interações, das quais num dado momento só percebemos o resultado global, assim, não é possível dissociá-lo do fator tempo. Portanto a paisagem conduz o geógrafo a "acessar o mundo das representações sociais e da natureza, assegurando uma ligação de conveniência com os objetos naturais na sua dimensão geossistêmica" (ROSS, 2006, p. 33-34).

Dentre a literatura consultada adota-se o conceito de paisagem de Monteiro (2000, p.39) que se refere à paisagem como "Entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador), a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultando da integração dinâmica e, portanto, instável dos elementos de suporte, forma e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) e expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema) [...]".

Conforme conceitos acima elencados o geossistema é concebido entre os elementos bióticos e abióticos; o território possui aspecto de uso político, social e econômico do espaço geográfico e a paisagem é representação cultural representada através da apropriação em um determinado local. Portanto, podemos definir que as UC's, é um geossistemas apropriado para avaliação dos impactos causados pela ação natural e antrópica.

2.3 Vulnerabilidade e Impacto Socioambiental á degradação dos solos por processos erosivos

Frente ao cenário de degradação dos recursos naturais, entre eles, as degradações dos solos surgiram modelos que visam identificar, analisar e quantificar as vulnerabilidade/vulnerabilidades do ambiente, como os propostos pela Matriz de *Leopold* para avaliação do impacto ambiental (1971) e Sánchez (2013), por Ross (1994), intitulado de Análise Empírica da Fragilidade Ambiental, e Crepani *et al*., (1996) Taglani (2003), denominado de estudo de Vulnerabilidade Ambiental.

A vulnerabilidade é um termo abrangente possuindo variadas intepretações. Diante do senso comum, o Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa (1988) explica que algo vulnerável refere-se à fragilidade de um assunto ou questão ou uma situação na qual um indivíduo pode ser atacado ou ferido. No entanto sua compreensão vai além.

Vários autores abordam e discutem esse tema assimilando-o com outros conceitos, por exemplo, susceptibilidade, sensibilidade, fragilidade, adjetivando-a com outros termos de acordo com o objetivo de sua pesquisa, como Vulnerabilidade Social, Vulnerabilidade Natural e, mais especificamente Vulnerabilidade Ambiental. (TURNER *et al*, 2003a; ADGER, 2006; MARANDOLA e HOGAN 2009; KAWAKUBO *et al*, 2005; ROSS 1994; CUTTER, 2011). Neste trabalho Vulnerabilidade será explanada como Vulnerabilidade Ambiental, visando à relação mútua natureza-sociedade.

De acordo com Santos (2007), a vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o grau de exposição que determinado ambiente está sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não das atividades socioeconômicas. Corroborando com essa temática Tagliani (2003) afirmar que a Vulnerabilidade Ambiental significa maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer e deve ser avaliada segundo três critérios, a saber, Fragilidade estrutural intrínseca, Sensibilidade e Grau de Maturidade dos ecossistemas.

A **Fragilidade estrutural** intrínseca diz respeito ao substrato físico, que retrata os materiais, formas e processos e suas relações. O segundo critério, a **Sensibilidade** está condicionada pela proximidade de ecossistemas sensíveis, os quais sustentam e mantêm inúmeras funções ambientais (Groot, 1994). O **Grau de maturidade** dos ecossistemas analisa o tempo de evolução, caracterizando e determinando a fragilidade relativa dos ecossistemas frente às perturbações antrópicas como:

Essas perturbações são conhecidas como impacto ambiental. A terminologia Impacto Ambiental é comumente usada nos noticiários sempre associada a algum dano da natureza, como poluição nos rios, assoreamento, erosão entre, outros. Segundo o Art. 1º do CONAMA 01/86:

> Impacto ambiental é definido como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V – a qualidade dos recursos ambientais", (CONAMA, 1986, p. 2548).

Na literatura especializada, existem inúmeros conceitos sobre o que seria impacto, na grande maioria existe homogeneidade, apesar de serem adotadas de maneira diferenciada. Para Moreira (1992, p.113) “O Impacto Ambiental é qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes, provocados pela ação humana”. Segundo Westman (1985, p.5) “efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem”. Segundo Sanches esses efeitos podem ser definidos:

> Supressão de elementos do ambiente, a exemplo de: Supressão de componentes do ecossistema, como a vegetação; Destruição completa de hábitats (aterramento de manguezal); Destruição de componentes físicos da paisagem (escavações para construções em geral); Supressão de elementos ou componentes valorizados do ambiente (cachoeiras, carvenas). Inserção de certos elementos, a exemplo de: introdução deliberada de uma espécie exótica (sapo-cururu); introdução de componentes construídos (barragens, quebra-mares). Sobrecarga, a exemplo de: qualquer poluente; redução do hábitat ou disponibilidade de recursos; aumento da demanda por bens e serviços públicos. (SANCHES, 2013, p.34).

Nessa perspectiva adota-se inicialmente o conceito defino por Coelho (2001, p.25), “Impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e econômicas causado por perturbações no ambiente[...] não é obviamente, só resultado, é relação”. Para a autora é preciso entender que os impactos ambientais são processos de uma história não linear de sua produção. Ou seja, cada território/paisagem possui uma localização com condições ecológicas e formas de apropriação diferenciada. A partir dos conceitos acima elencados, adota-se o termo impacto socioambiental.

Conforme, Lima (2007) as formas atuais de reprodução e vida nas cidades tem gerado uma sucessão de eventos conflitantes, dentre as quais vêm auferindo proporção os impactos socioambientais. Os métodos e conceitos levam em conta diferentes escalas de análises para representar a realidade, procurando descobrir os aspectos relevantes da pesquisa (SANTOS *et al*, 2008). Por esta razão, utiliza-se “impacto socioambiental”, por abranger variáveis, naturais, sociais, culturais, econômicas e políticas. Conforme Harvey (1997) enfatiza que a causa dos problemas ambientais, está na relação conflitante sociedade/natureza.

Assim as análises devem ponderar uma “[...] interpretação qualitativa e quantitativa das mudanças de ordem ecológica, social, cultural ou estética no meio” (SANTOS, 2009, p. 110). O modelo da Matriz de Leolpod (1971) adaptada por Sánchez (2013) contém na sua concepção original 100 ações com potencial de possíveis provedores de impacto ambiental e 88 características ambientais. Cada célula mostra a inter-relação entre as ações e os fatores, considerando a magnitude e a importância de cada impacto em uma escala que varia de 1 a 10 (IBAMA, 1995).

Ao utilizar a referida matriz, o pesquisador está apenas identificando e qualificando os impactos, fazendo-se necessário outro modelo para quantificar tais perturbações socioambientais como a análise da vulnerabilidade ambiental.

O método da análise vulnerabilidade ambiental baseia-se no princípio das Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977). As Unidades Ecodinâmicas pressupõe, de acordo com Ross (1994), que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas. Essa concepção ecológica foi construída sob o prisma da Teoria dos Sistemas.

O modelo exige estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima e uso da terra/cobertura vegetal. As informações são analisadas de forma integrada gerando um produto síntese, que detalha os diferentes graus de vulnerabilidade que o ambiente possui (GRIGIO, 2003; VOLL, 2001; TAGLIANI, 2003). O detalhamento é exposto em uma escala de 1 a 5, ou seja, a vulnerabilidade é expressa pelos códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5).

As categorias expressam a vulnerabilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, determinando as áreas mais susceptíveis à erosão devido a suas características genéticas e usos do solo (KAWAKUBO *et al*., 2005). Assim a fragilidade do ambiente é a sua vulnerabilidade em sofrer qualquer tipo de dano e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem tanto natural quanto antrópico, oriundos da própria dinâmica do ambiente, como em situações de elevadas declividades e alta susceptibilidade erosiva dos solos, quanto antropogênica, a exemplo do mau uso do solo (CABRAL *et al*., 2011).

Dos processos antrópicos de degradação dos solos, a erosão acelerada é o principal e pode comprometer a produtividade agrícola e gerar impactos ambientais sobre a biodiversidade e os recursos hídricos (LAL e ELLIOT, 1994). Sobre erosão Bigarrella *et al* (2003, p.884) define que:

> [...] Erosão está ligado aos processos de desgaste da superfície do terreno com a retirada e o transporte dos grãos minerais. Implica na relação de fragmentação mecânica das rochas ou na decomposição química das mesmas, bem como na remoção superficial ou subsuperficial dos produtos do intemperismo.

Para Guerra e Cunha:

> A erosão atua, somente na porção superior do solo durante a estação úmida, enquanto a alteração química intensa das rochas age o ano todo, na superfície basal do intemperismo, a qual permanece úmida durante a estação seca. A erosão e a alteração desempenham funções distintas no processo de aplainamento (GUERRA e CUNHA, 2003, p.113):

Segundo estes autores as erosões lineares produzem feições que são classificadas de diferentes formas como, sulcos, ravinas e voçorocas. No caso da área de estudo, evidencia os processos erosivos acelerados (voçorocas).

De acordo com, Guerra (1999) a evolução de voçorocas depende da união de diversos fatores e sua reincidência ao longo do tempo, sendo que seu estágio inicial se daria pela ação da erosão por salpicamento (*splash*), que age diretamente no solo, na ruptura dos seus agregados formando uma selagem, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial (*runoff*).

Para tal estudo faz-se necessário o conhecimento geomorfológico. Conforme Guerra e Marçal (2014, p.79) "[...] é praticamente impossível diagnosticar e prognosticar a erosão dos solos, de uma determinada área sem levar em consideração a Geomorfologia". Para tal a pesquisa utiliza o mapeamento geomorfológico.

A produção de mapas geomorfológicos (morfometria – declividade e hipsometria) constitui-se um dos elementos desta pesquisa, tendo como preocupação fornecer dados para uma melhor avaliação da vulnerabilidade ambiental da área em estudo. Este por sua vez é um importante instrumento que se apresenta como base da pesquisa e não a concretização gráfica já feita (TRICART, 1977). A conclusão do mapeamento apresentará uma síntese das informações, sendo este indispensável para uma melhor análise do relevo.

Outro aspecto importante dentro da temática geomorfológica refere-se às questões metodológicas do mapeamento do relevo e adoção da escala de trabalho. Argento (2001) *apud* Bezerra (2011) considera que:

> A metodologia do mapeamento geomorfológico tem como base a ordenação dos fenômenos mapeados, segundo uma taxonomia que deve estar aferida a uma determinada escala cartográfica. Exemplificando: os agrupamentos constituídos de tipos de modelados permitem a identificação de unidades geomorfológicas, assim como os agrupamentos dessas unidades constituem as regiões geomorfológicas, surgem os grandes domínios morfoestruturais. Os mapeamentos temáticos identificados dos grandes domínios morfoestruturais e das regiões geomorfológicas são condizentes a escalas iguais ou menores de 1:100.000 como, por exemplo, a de 1:250.000; porém, os mapeamentos condizentes com as unidades geomorfológicas devem estar aferidos a escalas de até 1:50.000, (Argento, 2001 *apud* Bezerra (2011), p.48).

Para concretização deste mapeamento, foi realizada uma revisão bibliográfica das bases conceituais da geomorfologia. Sendo utilizados os trabalhos de Penk (1953), Ross (1987, 1990 e 1992) e Florenzano (2008), estes autores fornecem uma base teórico-metodológico e alguns modelos aplicados.

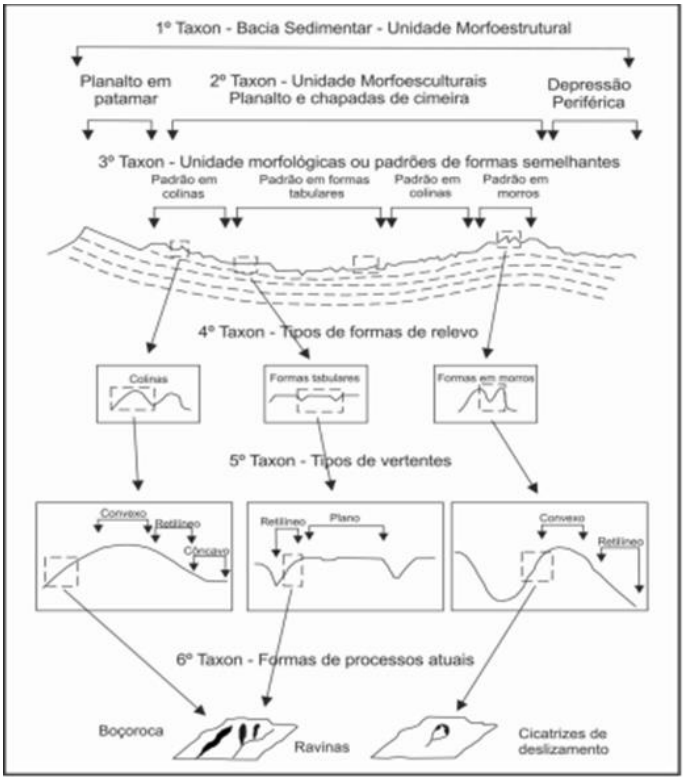
A utilização de sensores, como satélites e fotografias áreas baseia-se na metodologia de Ross (1992), norteia a pesquisa para identificação dos padrões de forma, definindo os aspectos fisionômicos dos diferentes aspectos topográficos. O mesmo autor apresenta um modelo de abordagem do relevo, constituído de seis táxons, abrangendo as grandes unidades morfoestruturais até as pequenas formas geradas recentemente no relevo. Abaixo se encontra representado este modelo (Figura 3).

O **primeiro táxon** é constituído pelas unidades morfoestruturais que correspondem às grandes macroestruturas, como os escudos antigos ou bacias sedimentares. O **segundo táxon** corresponde às unidades morfoesculturais, que equivalem aos compartimentos gerados pela ação climática ao longo do tempo geológico. O **terceiro táxon** refere-se as unidades morfológicas ou padrão de formas semelhantes, correspondentes ao agrupamento de formas relativas, sendo identificado pela topografia ou dissecação do relevo. O **quarto táxon** refere-se à unidade de padrão de formas semelhantes, individualizadas e inseridas nas unidades morfológicas do nível taxonômico anterior.

O **quinto táxon** corresponde aos tipos de vertentes ou setores das vertentes de cada uma das formas do relevo. Cada tipologia de forma de uma vertente é geneticamente distinta. O **sexto táxon** refere-se às formas menores resultantes da ação dos processos erosivos atuais ou dos depósitos atuais. Como exemplo, têm-se as formas associadas às intervenções antropogênicas como as voçorocas, ravinas, cortes de taludes, escavações e outros.

Logo após a finalização de todo mapeamento temático, será realizada a análise da vulnerabilidade ambiental com o cruzamento de informações sobre relevo/solo/clima e uso da terra, onde a analise integrada resultará num produto sintético que retrata a situação da área de estudo (ROSS, 1991).

Figura 3 – Unidades de classificação do relevo



Fonte: Ross, (1992).

2.4 Instrumentos de Ordenamento e Planejamento Territorial

Os sistemas ambientais representam entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma das suas características inerentes. A organização desses sistemas vincula-se com a estruturação e funcionamento de (e entre) seus elementos (CHISTOFOLETTI, 1999).

Nesta conjuntura, é primordial a manutenção de ambientes naturais. Por esta razão foi estabelecido no Brasil o instrumento legal para conservar e proteger a natureza, intitulado Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, define a Unidade de Conservação como o espaço territorial legalmente definido e seus recursos ambientais, dotado de atributos naturais relevantes, instituído pelo Poder Público (BRASIL, 2000).

As UC’s brasileiras de Proteção Integral, categoria do Parque Estadual do Bacanga, tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (BRASIL, 2000).

Por certo, a realidade até o momento mostra-se distante do discurso político e dos direitos e deveres legais estabelecidos, exigindo questionamento da atual concepção democrática que orienta os processos criação, planejamento, gestão e ordenamento territorial de UC's. O ordenamento territorial nas unidades de conservação dispõe de intensas discursões e conflitos, especialmente quando se discorre sobre as populações residentes no interior ou entorno.

O ordenamento territorial perpassa pela concepção de território. Anteriormente a ciência geográfica possuía a ideia concebida por Ratzel de um território como uma porção de terra (por meio de posse/propriedade ou apropriação) por um indivíduo ou conjunto de indivíduos, que passam a exercer o controle desse recorte espacial. Tais perspectivas também são encontradas em Rafestin (1993) Saquet (2003), Souza (2010) e Barbosa (2011), onde o Estado seria o agente articulador entre o povo e o solo, transformando-se no principal encarregado de coordenar o desenvolvimento desse território, garantindo e ampliando seus limites.

Segundo Haesbaert (2004, p 79) o território pode ser concebido a partir da imbricação de múltiplas relações de poder, do poder mais material das relações econômico-políticas ao poder mais simbólico das relações de ordem mais estritamente cultural. Em contrapartida Junior (2010), afirma que o território é objeto concreto decorrente da luta de classes concebida pela sociedade na construção de sua existência.

Concordando com essa perspectiva, Saquet (2011) e Medeiros (2015) estabelecem o território como, produto das relações sociedade-natureza e condição para a reprodução social; campo de forças que envolvem obras e relações sociais (econômicas-políticas-culturais) historicamente determinadas. Ou seja, para os autores o território é fruto e também é decisivo na reprodução da relação sociedade-natureza refere-se ao resultado do processo de relação das classes sociais com suas territorialidades cotidianas.

Assim são as relações sociais, formadas por um processo contínuo e, ao mesmo tempo, incoerente de desenvolvimento das forças produtivas que formarão o território.

Partindo desta visão, podemos concluir que as UC's diferenciam – se em seu cenário territorial, pois adquire com o tempo-espaço uma identidade própria necessitando que seu planejamento e ordenamento territorial sejam condizentes as suas necessidades.

A discursões sobre ordenamento territorial adquiriu na contemporaneidade nova definição e importância. Pois ao considerar a realidade dos territórios atuais (conjunto de forças econômicas, políticos e simbólico-cultural), no qual transcende a ideia de poder e ordem

agregada aos interesses da nação na visão do Estado, associa se de forma diferenciada em cada escala geográfica, que criar novos desafios à visão e implantação das políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento territorial. Mas o que seria o Ordenamento e Planejamento territorial?

Encontramos no dicionário Aurélio (1988) a definição de ordenamento "é o ato de ordenar de um território". Para o dicionário de geografia (Baud *et al.*, 1999, p.262), o ordenamento do território "corresponde, na maior parte dos casos à vontade de corrigir os desequilíbrios de um espaço nacional ou regional e constitui um dos principais campos de intervenção da Geografia aplicada. Pressupõe por um lado, uma percepção e uma concepção de conjunto de um território e, por outro lado, uma análise prospectiva.

Para os autores Ruckert (2005 e 2007), Costa (2005), Moraes (2005), Becker (2005), Barbosa (2011) e Coelho (2014), o ordenamento territorial é um instrumento de articulação transetorial e interinstitucional que tem por objetivo um planejamento integrado e especializado da ação do poder público, cuja meta a é a compatibilização de políticas em seus rebatimentos no espaço evitando conflitos de objetivos e contraposição de diretrizes no uso dos lugares e dos recursos.

Sobre este tema podemos destacar a Carta Europeia do Ordenamento do Território, onde o ordenamento territorial:

> É a tradução espacial das políticas económica, social, cultural e ecológica da sociedade. (...) É, simultaneamente, uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política que se desenvolve numa perspectiva interdisciplinar e integrada tendente ao desenvolvimento equilibrado das regiões e à organização física do espaço segundo uma estratégia de conjunto. (...) O ordenamento do território deve ter em consideração a existência de múltiplos poderes de decisão, individuais e institucionais que influenciam a organização do espaço, o carácter aleatório de todo o estudo prospectivo, os constrangimentos do mercado, as particularidades dos sistemas administrativos, a diversidade das condições socioeconómicas e ambientais. Deve, no entanto, procurar conciliar estes fatores da forma mais harmoniosa possível (CONSELHO DA EUROPA, 1988, p.9 e 10).

Diante do exposto, percebemos que anteriormente o território era centralizado nas decisões do Estado, o que na percepção deles, resolvia os problemas, pois se tinha estabilidade. No entanto, a contemporaneidade vivencia um processo de espaço e tempo complexo, resultado da globalização, onde as relações políticas, econômicas e culturais trouxeram novos desafios aos processos antes tidos como solução absoluta.

Entretanto é necessário o questionamento a cerca desse ordenamento voltados para as áreas da proteção da natureza, especialmente as unidades de conservação. Existe de fato uma

perspectiva planejada (econômico/estado, sociedade e natureza)? Esse planejamento promove a transversalidade de ações?

Para responder tais questionamentos, faz se necessário analisar os dois instrumentos principais de ordenamento territorial responsáveis por consolidar uma visão macro estratégica - o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei Nº 9.985/2000 e o Decreto Nº4.340/2002 que o regulamenta) e o Plano Nacional de Áreas Protegidas – PNAP (Decreto Nº 5.758/2006). Tais ferramentas agrupam um conjunto de premissas, que instruem todo o processo de ordenamento territorial voltado as UCs do território nacional.

Ao analisar estes instrumentos, nota-se um discurso plausível de ordenamento territorial da UC's, onde tem-se as diretrizes consolidadas e alinhadas aos atuais desafios e objetivos da criação e gestão dessas áreas, apesar de alguns artigos ainda utilizarem uma visão centralizada de poder.

Além desses dois instrumentos principais, podemos citar o Zoneamento – Ecológico- Econômico previsto na Política Nacional de Meio Ambiente e no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. O Plano de Manejo, que encontra-se inserido no SNUC, em seu Artº 27, paragrafo1º e os Planos Diretores Municipais que foram instituídos na Constituição Federal de 1988 como "instrumento básico da política urbana" (§ 1ª do artigo 182).

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é regulamentado pelo Decreto Federal nº 4.297/2002. Tem por objetivo, em linhas gerais, viabilizar o desenvolvimento sustentável de determinada região a partir da compatibilização de suas características ambientais e socioeconômicas. Para tanto, se baseia em diversos diagnósticos e análises técnicas – bem como em cenários futuros –, que visam à proposição de diretrizes gerais e específicas para unidades territoriais homogêneas (MMA, 2006). Ou seja, é um instrumento de gestão ambiental e ordenamento territorial jurídico e também geopolítico, sobre o interesse dos territórios. Segundo Becker (2010):

> O ZEE, portanto, não é um fim em si, nem mera divisão física, e tampouco visa criar zonas homogêneas e estáticas cristalizadas em mapas. Trata-se sim, de um instrumento técnico e político do planejamento da diversidade, segundo critérios de sustentabilidade, de mediação de conflitos, e de temporalidade, que lhe atribuem o caráter de processo dinâmico, a ser periodicamente revisto e atualizado, capaz de agilizar a passagem para um novo padrão de desenvolvimento. (BECKER, 2010, p. 36).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais - IBAMA (2002) indicou 12 zonas, no qual o zoneamento é instrumento de ordenamento territorial, tendo como finalidade atingir os melhores resultados no manejo interno e da zona de amortecimento das UC's.

> **I - Zona Intangível**: É aquela onde a primitividade da natureza permanece o mais preservada possível, não se tolerando quaisquer alterações humanas. **II - Zona Primitiva**: É aquela onde tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. **III - Zona de Uso Extensivo:** É aquela constituída em sua maior parte por áreas naturais, podendo apresentar algumas alterações humanas. **IV- Zona de Uso Intensivo**: É aquela constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem. O ambiente é mantido o mais próximo possível do natural. **V- Zona Histórico-cultural**: É aquela onde são encontradas amostras do patrimônio histórico/cultural ou arqueopaleontógico, que serão preservadas, estudadas, restauradas e interpretadas para o público.**VI - Zona de Recuperação:** É aquela que contêm áreas consideravelmente antropizadas. Zona provisória, uma vez restaurada, será incorporada novamente a uma das zonas permanentes. **VII - Zona de Uso Especial:** É aquela que contêm as áreas necessárias à administração, manutenção e serviços da Unidade de Conservação, abrangendo habitações, oficinas e outros. **VIII - Zona de Uso Conflitante**: Constituem-se em espaços localizados dentro de uma Unidade de Conservação, cujos usos e finalidades, estabelecidos antes da criação da Unidade. **IX Zona de Ocupação**: Temporária São áreas dentro das Unidades de Conservação onde ocorrem concentrações de populações humanas residentes e as respectivas áreas de uso. **X - Zona de Superposição Indígena**: É aquela que contém áreas ocupadas por uma ou mais etnias indígenas, superpondo partes da UC. **XI - Zona de Interferência Experimental:** Específica para as estações ecológicas, é constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem, sujeitas a alterações definidas no Artigo 9o parágrafo 4o e seus incisos da Lei do SNUC. **XII- Zona de Amortecimento**: O entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas (IBAMA, 2002, p 91-92).

O Plano de Manejo previsto no Art. 27 é a lei interna que rege as UCs. O Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com fim de promover sua integração a vida econômica e social das comunidades vizinhas (BRASIL, 2000).

Portanto, discorrer sobre planejamento e gestão consolidada por dos instrumentos acima citados, teremos como principal desafio o ordenamento territorial das unidades de conservação. Pois mesmo tendo todo esse aparato jurídico encontrar caminhos que possibilitem a concretização dessa visão estratégica ainda será um longo caminho. À medida quer, esse caminho passa pelo esforço efetivo de desconcentração e descentralização da gestão e do poder, através de iniciativas de fortalecimento dos conselhos gestores de unidades de conservação, as diferentes forças que contemplam o território ainda tendem a gerar diversos conflitos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é descritiva-exploratória/quantitativa quanto aos objetivos, visando a relação sujeito/pesquisador/sujeito. Considerando Gil (2008) as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Para Minayo (2000) as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foram realizados três procedimentos. O primeiro refere-se à abordagem indireta através do levantamento bibliográfico, o segundo refere-se à abordagem direta que foi realizada através dos trabalhos de campo, e o terceiro o trabalho de gabinete, envolvendo as análises de laboratório e o mapeamento temático e o geoprocessamento utilizando o *software* Arcgis 10.2 (licença EFL999703439).

3.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico

A bibliografia foi levantada na biblioteca central da Universidade Estadual do Maranhão, na biblioteca central da Universidade Federal do Maranhão e nos acervos pessoais do Grupode Pesquisa Geomorfologia e Mapeamento - GEOMAP do Departamento de História e Geografia - UEMA. Também foram utilizados artigos, dissertações e teses adquiridos junto ao portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, e diretamente nos endereços eletrônicos das principais revistas nacionais e internacionais sobre a temática do assunto.

O levantamento do material bibliográfico e cartográfico foi analisado de acordo com o assunto que fundamenta a pesquisa. Foram pesquisados conteúdos relacionados à território, paisagem, Geomorfologia, vulnerabilidade ambiental, impacto ambiental/socioambiental, ordenamento e planejamento territorial, erodibilidade dos solos, uso da terra, cobertura vegetal, escoamento superficial, degradação dos solos - processos erosivos e classificação dos solos em diferentes fontes, como livros, artigos científicos, dissertações e teses.

3.2 Trabalho de campo

Realizaram-se quatorze trabalhos de campo durante o desenvolvimento do trabalho, os quais ocorreram entre meses de janeiro/2017 a julho de 2018. Os trabalhos de campo tiveram

a finalidade observar a influência da ação antrópica sobre as unidades da paisagem e sua respectiva vulnerabilidade ambiental, além de permitir um contato mais verticalizado com a população local com intuito de realizar futuramente as entrevistas para entender a relação território/territorialidade.

Durante os trabalhos de campo foram catalogadas 14 voçorocas no Parque Estadual do Bacanga. Para este procedimento elaborou-se uma ficha de campo a partir de outras já elaboradas por diversos autores como Silva (2011) adaptando-a conforme a realidade local. A ficha de campo (Apêndice A) apresenta 11 itens as quais tratam dos aspectos físicos das voçorocas, tais como as dimensões (Figuras 4 e 5), tipo de material, forma de uso da área, como lixo doméstico e entulho da construção civil, dentre outras.

Para a avaliação dos impactos socioambientais foi elaborada uma Matriz de Avaliação adaptada das contribuições de Santos (2004) e Sánchez (2013). A matriz funcionou como uma espécie de caderneta de campo. Foi estruturada com 13 itens para identifica a ocorrência dos impactos socioambientais (Apêndice B).

No nono trabalho de campo, foram feitas as coletas de amostras do solo para análise em laboratório das suas propriedades físicas (Figura 6) considerando os objetivos do trabalho, onde o produto final foi à produção do mapa de densidade do solo que foi cruzado com os outros mapas temático sendo um parâmetro diferencial das demais literaturas consultadas, resultando na identificação das áreas vulneráveis aos processos erosivos do Parque Estadual Bacanga.

As amostras volumétricas foram coletadas apenas nas voçorocas 1, 6 e 13 e no reservatório do Batatã totalizando 19 amostras por conta da localização e proximidades dos processos erosivos encontrados, destinadas à verificação da densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total, coletadas com o coletor volumétrico de bordas cortantes e com 100 cm^3, nas profundidades de 10 cm. As amostras foram coletas em um anel volumétrico juntamente com o amostrador volumétrico.

Figura 4 - Medição da profundidade da voçoroca 2, PEB

Fonte: A autora, 2017.

Figura 5 – Características gerais das voçorocas do PEB

VOÇOROCA	FORMA	ILUSTRAÇÃO	FEIÇÃO	COMPRIMENTO	ALTURA/PROFUNDIDADE
1	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	67,90m	12m
2	Ramificada		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	282m	8m
3	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	4m	1,5m
4	Linear		Ravina	5m	1m
5	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	29,70m	1,10m
6	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	58,30m	1,8m
7	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	40m	1,8m
8	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	15m	1,25m
9	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	3m	1m
10	Linear		Alcova de progressão/ Lavagem do solo	17,80m	1,9m
11	Irregular		Pináculo	25,5m	6,5m
12	Linear		Ravina	25,5m	1,5m
13	Retangular	—	Alcova de progressão/ Lavagem do solo	4m	6m
14	Retangular	—	Alcova de progressão/ Lavagem do solo	10m	8m

Fonte: A autora, 2018.

Figura 6 – Coleta de amostra de solo indeformado na borda da voçoroca 13 no PEB

Fonte: A autora, 2017.

Durante o décimo primeiro e décimo quarto trabalho de campo, foram realizadas as entrevistas (Figuras 7 e 8) com a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, o Batalhão de Polícia Ambiental – BPA, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente SEMA e a comunidade Prata diretamente afetados pela implantação do Parque Estadual do Bacanga e processos erosivos mapeados na Sub – bacia da represa do Batatã seguindo um guia de tópicos conforme (Apêndice C) e termo de consentimento (Apêndice D).

Figura 7 – Entrevista com representante da Companhia de Saneamento Ambiental - CAEMA

Fonte: A autora, 2018.

Figura 8 – Entrevista com representante da comunidade do Prata

Fonte: A autora, 2018.

3.3 Análise em laboratório

Após a finalização de coletas das amostras do solo foram realizadas as análises no Laboratório de Geociências do Departamento de História e Geografia (DHG) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), para obter informações sobre a densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total.

A densidade do solo, de partículas e porosidade total das amostras dos solos coletadas (Figura 7) nas voçorocas e no reservatório do Parque Estadual do Bacanga foi determinada conforme o manual de análise de solos da EMBRAPA (2011) e método do balão volumétrico segundo Blake & Hartge (1986) e Bowes (1986).

Segundo a EMBRAPA (2011), a densidade do solo ou massa específica aparente de solos depende grandemente da composição mineral do solo e do grau de compactação. A determinação da densidade do solo foi realizada através da amostra volumétrica. Esta é colocada em lata de alumínio, de peso conhecido e anotado. As amostras são, então, levadas à estufa por 24 horas, a uma temperatura de 105° C (Figura 9).

Figura 9 – Procedimentos no laboratório para obtenção da densidade do solo

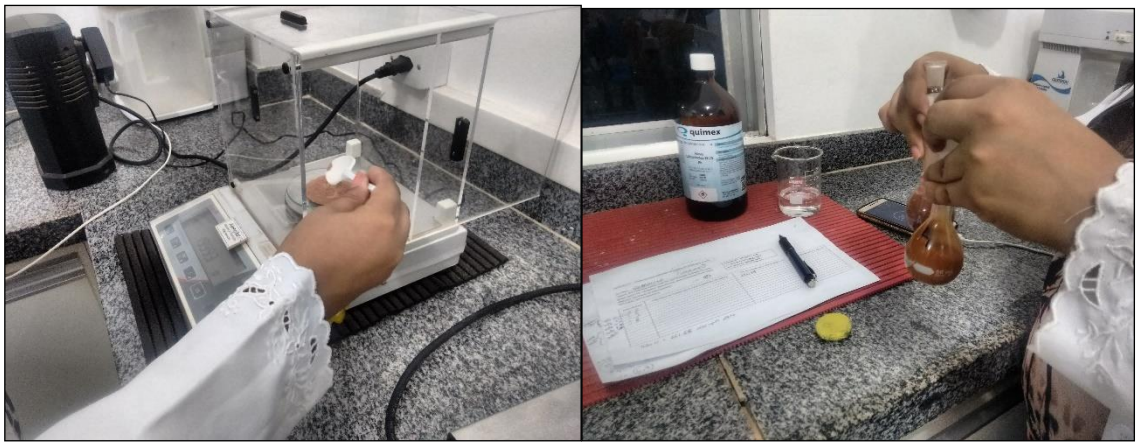
Fonte: A autora, 2017.

Posteriormente divide-se o valor do peso das amostras secas a 105° do volume do anel do coletor (neste caso, 100 cm³), utilizando a formula **Ds = a/b (g/cm³)** se obtém o valor da densidade do solo (g/cm³). A literatura aponta como referência valores até 1,3 g/cm³ como baixos e valores maiores que 1,6 g/cm³ como altos (HAMBLIN e DAVIES, 1977; DE PLOEY, 1981; GUERRA, 1995a e 1996).

De acordo com Blake & Hartge (1986), a densidade de partículas corresponde apenas à fração sólida de uma amostra de terra, sem considerar a porosidade. Para estabelecer a densidade de partículas foi utilizado o método do balão volumétrico.

Inicialmente foram retidas 20g (Figura 10) de solo seco de cada amostra para que as mesmas fossem colocadas no balão de 50ml, por meio de uma pipeta adiciona-se 25 ml de álcool etílico, agita-se o balão para eliminar as bolas de ar que se formam, posteriormente completa-se o volume do balão com álcool (anota-se o volume de álcool gasto).

Figura 10 – Procedimentos em laboratório para obtenção da densidade de partículas



Fonte: A autora, 2017.

Para obter a densidade de partículas, após todos os procedimentos acima realiza-se o cálculo com a seguinte fórmula **Ds = a/b (g/cm³).** Como valor médio, para efeito de cálculos pode-se considerar a densidade de partículas como sendo de 2,65 g.cm³. Isto porque os constituintes minerais predominantes nos solos são o quartzo, os feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades de partículas estão em torno de 2,65 g.cm³ (BRADY *et al*, 2013).

3.3 Trabalho de gabinete

Nesta etapa foram realizadas a produção dos mapas temáticos e análise dos resultados encontrados.

Para produção dos mapas foi adquirido o banco de dados de Maranhão (1998) e Bezerra (2011). Os *shapefiles* adquiridos de Bezzera (2011) são referentes à drenagem, curvas de nível, no qual havia nove cartas vetorizadas da Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército (DSG/ME- MINTER), datadas de 1980 correspondentes a São Luís, folhas 13, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 38 e 39 adquiridas no Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão - ZEE, referentes à bacia hidrográfica do Bacanga na qual o PEB está inserido, na escala de 1:10.000.

As cartas DSG que corresponde ao PEB são 22, 23, 31 38 e 39. Com o auxílio da ferramenta *extract by mask* do *software* Arcgis 10.2 as curvas de nível (linha) com intervalos de 5 (metros) e drenagem (linha e polígono) foram recortadas e corrigidas conforme a área de estudo que subsidiaram o mapa de localização e demais mapas temáticos. A partir das curvas

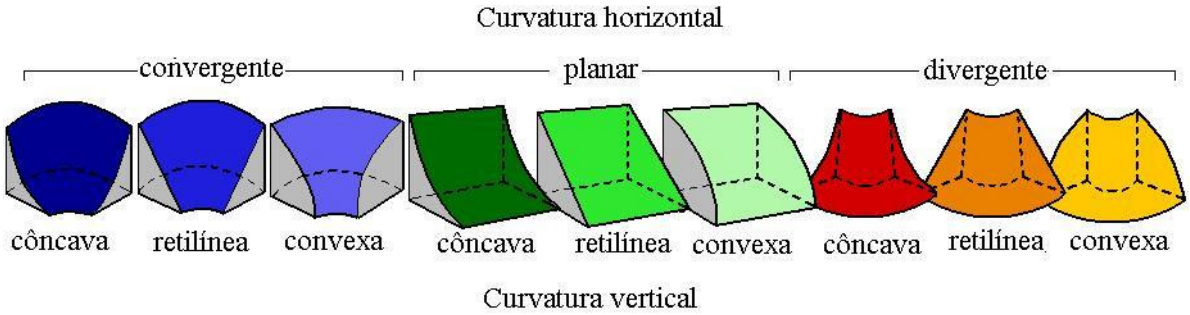
nível foi gerado o *TIN* (*Triangular Irregular Network*), com o auxílio da extensão *3D Analyst/ Create / Modify TIN / create TIN From Features"*, que é um Modelo Digital de Elevação (MDE) aonde ocorre a interpolação dos valores de altitude por meio da criação de triângulos entre uma linha e outra, criando um modelo matemático com valores de altitude. Após a criação do *TIN*, na área de propriedades/ *Simbology* desmarca-se a opção *Edge Types* ficando ativo apenas *Elevation*, escolhe-se a variação de cores e têm-se o mapa de hipsometria. Foram criadas 5 (cinco) classes de acordo a amplitude altimétrica da área de estudo e ara declividade. O mapa hipsométrico foi sobreposto ao mapa de relevo sombreado.

O mapa de relevo sombreado gera-se a partir do *raster* criado do *TIN* dando origem ao Modelo Digital do Terreno – MDT, seguindo as seguintes etapas: 3D *Analyst/Conversion/TIN from raster*. Após a criação do *raster* segue-se para o processo de criação do MDT - *Spatial Analysis Tools – Surface – Hillshade.* A sobreposição do mapa hipsométrico criado ao relevo sombreado fez-se necessário para obtenção dos elementos quanto à disposição espacial níveis topográficos. Essa associação viabiliza elaborar correlação entre propriedades geomoforlógicas acerca dos fenômenos de erosão que se processam em sua superfície, podendo estes ser de características agradacionais ou denudacionais. Para o mapa de declividade usou-se uma cópia do Modelo Digital de Elevação criado, em *TIN/*propriedades*/Simbology*/ remove-se a opção *Edge Types* e *Elevation* e adiciona-se a opção *Face Slope Whith Graduatedcolor Ram.*

A criação do mapa de curvatura ocorreu com a cópia do *raster* criado para o relevo sombreado. Primeiramente transforma-se o arquivo em formato estatístico *Arctoolbox/Spatial Analyst Tools/Neighborhood/Focal Statistcs*. Em *Spatial Analyst Tools/Map Algebra/Raster Calculator.* Subsequentemente *Arctoolbox/ Spacial Analis Tools/Surface/Curvature* (Essa etapa irar gerar os arquivos de Curvatura, Profile e Pan).

Após este processo é fundamental a reclassificação dos arquivos Profile e Plan. *Arctoolbox/Reclass/Reclassify*. Logo após e necessário realizar o processo estatístico para os novos arquivos criados (apenas com o *Plan e Profile*). Mesmo processo realizado para divisão do *raster*, neste procedimento realiza-se a soma dos dois arquivos onde resultará nas nove classes de forma do terreno(vertentes), (Figura 11).

Figura 11 – Classes de forma de terreno



Fonte: Valeriano, 2008.

O mapeamento de curvatura é primordial para ao conhecimento da direção do escoamento superficial, onde ocorre o transporte de sedimentos além de ser um testemunho dos processos geológicos e do intemperismo (BLASZCZYNSKI, 1997), as cores referentes à curvatura convergente foi adaptada por conta do azul representar a água nos estudos geográficos. O mapa de solos foi produzido e adaptado por meio do mapeamento pedológico da Ilha do Maranhão, disponibilizados nos relatórios do GERCO – Gerenciamento Costeiro (MARANHÃO, 1998).

O mapa de Geologia do PEB foi vetorizado a partir dos dados de geologia, escala de 1:100.000, produzido por Maranhão (1998a). Realizou-se também, a interpretação visual via tela da imagem sombreada do MDE do *TIN* e da aerofotografia 2009, de 10/09/2009, bandas 1, 2 e 3. Para a definição de cada unidade geológica foi criada a categoria temática Geologia com as seguintes classes temáticas: depósitos de mangue, depósitos aluvionares - relacionados aos depósitos holocênicos e pleistocênicos e ENb (Grupo Barreiras) relacionada ao Paleogeno/Neogeno. O mapeamento geomorfológico foi vetorizado considerando a proposta de Rodrigues e Brito (2000), Feitosa (1989,1996 e 2006), Maranhão (1998). A partir da sobreposição dos mapas de hipsometria, declividade, relevo sombreado e geologia.

Para o mapeamento de densidade do solo, utilizou-se os resultados da densidade de solo gerado com base nas análises de laboratório. Este parâmetro possuir estreita relação com outros atributos do solo sendo bastante usada como indicador na maioria das pesquisas, pois com o aumento da densidade do solo, ocorre diminuição da porosidade total, macroporosidade, condutividade hidráulica, absorção iônica, assim como o consequente aumento do escoamento superficial (LIMA *et al*., 2007). Assim foram retidas as médias da coleta de cada ponto. Foi necessário a criação do *shape* de pontos com as devidas coordenadas das coletas, adicionado

na tabela de atributos as médias sendo estes processados através da ferramenta estatística *spli*ne, disponível no *software* Argis, que consiste na interpolação dos dados amostrais.

O mapa de densidade populacional foi gerado com base nos dados do censo demográfico do IBGE (2010). Para gerar este mapa é necessário a criação de pontos com a respectiva população dos setores censitários. Esses dados foram processados na ferramenta *density/Kernel* (método estatístico), disponível no *software* Argis.

A classificação supervisionada foi realizada considerando os trabalhos de Ceron e Diniz, 1966; Crepani *et al*, 1996; Tagliani, 2003; Luchiari *et al*., 2011. Os mapas de uso e cobertura foram baseados na imagem do google de 1988 e 2017 e aerofotos dos anos de 2001 e 2011, que recobre toda a área de estudo. Para as imagens de 1988, 2001 e 2017 foi realizado primeiro o georreferenciamento, adicionando-se o *shapefile* do arruamento de São Luís com o mesmo sistema de coordenadas do *dataframe*, *SIRGAS* 2000, logo depois a imagem não referenciada.

Para iniciar o procedimento de georreferenciamento, deve-se aproximar ao máximo os pontos da imagem com o *shapefile*, clicar na opção *Add Control Points* da barra de ferramentas *Georreferencing* dar-se um clique em um ponto na imagem e arrastar o mouse até o mesmo ponto no *shapefile* e clica, foram necessário 4 a 6 pontos em cada fragmento das imagens. Após este processo foi realizado o mosaico das imagens seguindo as etapas *ArcToolBox → Data Management Tools → Raster → Raster Dataset → Mosaic to New Raster*.

Posteriormente, realizou-se a identificação dos grupos de pixels que representam a cobertura arbórea (Mangue e Floresta Secundária Mista), gramíneas, solo exposto, área construída e corpos d'água. Para isto foi criado um *shapefile* de pontos, na tabela de atributos, posteriormente foi adicionado um *field* com o nome classes do tipo *text*. A partir de então inicia-se a classificação supervisionada. Em *Arctoolbox/Spacial analisis Tools/multivariat/Creat Signatures*. Após a criação da assinatura em *Arctoolbox/Multivariate/Maximum Likelihood* gera-se a visualização das diferentes classes de uso da terra.

O mapa de distribuição dos índices pluviométricos foi elaborado conforme os estudos de Gai *et al*, 1998, Oliveira, 2007 e Braz *et al*, 2010, que adotaram os seguintes procedimentos: a partir do cruzamento dos dados de 5 (cinco) estações pluviométricas automatizadas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia -INMET, Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais - CEMADEN, Laboratório de Meteorologia da

Universidade Estadual do Maranhão, Instituto de Controle do Espaço Aéreo - ICEA no período de 2007 a 2016 do município de São Luís. Os dados foram interpolados na ferramenta de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW). Seguindo os passos *ArcToolBox - Spatial Analyst Tools → Interpolation → IDW* obteve-se o *raster*, que foi recortado pela *Extract By Mask* no Argis.

A hidrografia foi extraída do banco de dados de Bezerra (2011) e as sub- bacias delimitadas de acordo com SEMATUR (1992). Primeiramente transforma-se o *raster* para o formato *grid*, Para isso clique com o botão direito do mouse sobre o nome da imagem (no *layers*) e siga o caminho Data /*Export* Data. Próximo passo é *ArcToolbox*/*Spatial Analyst Tools*/*Hydrology* /*Fill*. Segue-se para gerar um *raster* com a direção do fluxo. No *ArcToolbox/Spatial AnalystTools /Hydrology / Flow Direction*. Próximo passo é gerar o fluxo acumulado *ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Hydrology/Flow Accumulation.*

Para extrair a drenagem *Spatial Analys/ Conditional/ Com.* O penúltimo procedimento é a delimitação das sub- bacias a partir de um ponto. Finalizou-se o processo com *ArcToolbox/Spatial Analyst Tools /Hydrology/Watershed.*

O mapa de vulnerabilidade ambiental do Parque Estadual foi adaptado a partir da proposta metodológica de Ross (1990, 1991, 1994), Taglani (2003) e Costa *et al.* (2006), sendo resultante dos levantamentos básicos de geomorfologia (declividade), solos e característica física do solo (densidade do solo), índices pluviométricos e cobertura vegetal / uso da terra. Utilizou-se na determinação de cada atributo a relação dos impactos socioambientais aos processos erosivos da área

Segundo Ross (2004) e Taglani (2003), esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da vulnerabilidade dos ambientes naturais.

As categorias morfodinâmicas instáveis foram definidas como aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas, enquanto as categorias morfodinâmicas estáveis são as que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto em seu estado natural (Quadro 2).

Quadro 2 – Categorias morfodinâmicas

Categorias morfodinâmicas	Características
Meios estáveis	a) Cobertura vegetal; b) Dissecação modera e c) Ausência de manifestações vulcânicas
Meios integrados	a) Balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas.
Meios fortemente instáveis	a) Condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas; b) Relevo com vigora dissecação; c) Presença de solos rasos; d) Inexistência de cobertura vegetal densa; e) Planícies e fundo de vales sujeitos a inundação; f) Geodinâmica interna intensa.

Fonte: adaptado de Tricart (1977).

Segundo Ross (1991), esta metodologia pressupõe que cada um destes elementos da paisagem seja hierarquizado em cinco classes, de acordo com sua vulnerabilidade, sendo que as variáveis mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 3,0 e as mais vulneráveis estarão próximas de 5,0 (SPÖRL et al, 2004).

Em relação às classes de declividade, Ross (1990, 1991, 1994) e Taglani (2003) propõem a adoção de intervalos de classes já consagrados nos estudos de capacidade de Uso/Aptidão agrícola associados com aqueles conhecidos como valores críticos da Geotecnia, que indicam sua influência nos processos erosivos e dos riscos de escorregamento/deslizamento. Desta forma, as classes de declividade serão hierarquizadas em cinco categorias, como indica a tabela 2.

Tabela 2 – Classes de vulnerabilidade da declividade do relevo

Categorias Hierárquicas	Classes de Declividade	Grau de Risco
Muito fraco	< 6%	25
Fraco	6 a 12%	75
Médio	12 a 20%	125
Forte	20 a 30%	175
Muito Forte	> 30%	225

Fonte: Adaptado de Ross (1990, 1991, 1994) e Taglani (2003).

Para classificar os graus de vulnerabilidades dos solos ocorrentes em uma determinada área, Ross (1994) utilizou como base as pesquisas do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e do de Campinas, São Paulo. Taglani (2003), elaborou o mapa de vulnerabilidade ambiental de uma área da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, que compreende os municípios de Pelotas Rio Grande e São José do Norte. Os tipos de solos e graus de vulnerabilidades foram especificados abaixo, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Graus de vulnerabilidade dos diferentes tipos de solos

Solos	Vulnerabilidade
Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Distrófico e Vermelho Amarelo textura argilosa	Muito baixa (1)
Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura médio-argilosa	Baixa (2)
Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Argissolo Vermelho-Amarelo textura média/argilosa	Média (3)
Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa, Cambissolos	Alta (4)
Argissolo com cascalho, Neossolo Quartzarênico, Litólicos e Areias Quartzosas	Muito alta (5)

Fonte: Adaptado de Ross (1994) e Bezerra, 2011.

Em relação a densidade do solo, sendo este um parâmetro diferencial neste trabalho, as classes de vulnerabilidades foram determinadas, considerando os estudos de (GUERRA *et al*. 1996 e GUARIZ *et al.* 2009). Os graus de vulnerabilidades foram especificados conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Classes de vulnerabilidade da densidade do solo

Categorias Hierárquicas	Densidade do solo g/m³
Muito baixo (1)	0, 30 - 0,39
Baixo (2)	0,39 – 0,77
Médio (3)	0,77 – 1,66
Forte (4)	1,66 – 1,70
Muito Forte (5)	>1,70

Fonte: A autora, 2018.

Os índices pluviométricos constituem outra importante etapa na elaboração da carta síntese de vulnerabilidade ambiental do PEB, pois as chuvas são importantes agentes

morfodinâmicos na modelagem do relevo terrestre, podendo intensificar o surgimento de processos erosivos, quando relacionada à alta densidade e o precário manejo dos solos.

Os dados de intensidade, frequência, distribuição no decorrer do ano são importantes fatores considerados na produção desse trabalho. Levando em consideração os níveis de interferência da precipitação pluviométrica na estabilidade do ambiente Ross (1990, 1991 e 1994) estabeleceu os seguintes níveis hierárquicos, conforme a tabela 5.

Tabela 5 – Níveis hierárquicos das características pluviométricas

Características pluviométricas	**Níveis hierárquicos**
Situação pluviométrica com distribuição regular superiores a 1000 mm/ano	1. Muito baixa ou nula
Situação pluviométrica com distribuição regular não muito superiores a 2000 mm/ano	2. Baixa
Situação pluviométrica anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a maço com volumes anuais de aproximadamente 1500 mm/ano	3. Média
Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, e alta concentração de chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80 % do total de chuvas com volumes anuais entre 15000 e 2000 mm/ano.	4. Forte
Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de chuvas de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900mm/ano (semi-árido).	5. Muito Forte

Fonte: Adaptado de Ross (1990, 1991, 1994).

Para a área de estudo, os dados de chuvas foram divididos em três classes conforme tabela 5, devido às peculiaridades da área de estudo, tendo em vista também as chuvas concentradas durante um determinado período do ano, o que vem a ser um agravante para o surgimento de processos de voçorocamento. A diferença entre o intervalo selecionado, em áreas com alta erosivisidade, pode ocasionar o surgimento de processos erosivos acelerados, principalmente nas áreas identificadas como forte ou muito forte vulnerabilidade ambiental.

A vulnerabilidade do uso e cobertura da terra, determinada com base nas Aerofotos, trabalhos de campo e gabinete, sendo delineadas as seguintes classes: área antrópica, floresta secundária mista, mangue, gramíneas, solo exposto e água.

Para Santos (2004), o uso e ocupação das terras retratam as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. Dada sua importância, esta

variável é tida como base para estudos ambientais. A ocupação da terra reduz e/ou potencializa o processo erosivo (BIGARELLA, 1978).

Assim, através dos estudos de Ross (1991, 1990 e 1994), Taglani (2003) e Casseti (2005) sobre a vulnerabilidade ambiental dos diversos usos e cobertura da terra onde serão estabelecidas as informações necessárias para a geração da carta síntese do PEB (Tabela 6).

Tabela 6 – Graus de proteção dado ao solo de acordo com a cobertura vegetal

Graus de proteção	**Tipos de cobertura vegetal**	**Valor**
Muito alta	Florestas, Matas Naturais, Florestas cultivadas com Biodiversidade	5
Alta	Formações arbustivas naturais (Mata secundária, Cerrado denso, Capoeira densa, Mata homogênea de Pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como cacau)	4
Média	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como (café, laranja) de nativas	3
Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino com solo ex, culturas de ciclo curto (cana-de-açúcar, soja, arroz, trigo, feijão, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento)	2
Muita baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação	1

Fonte: Adaptado de ROSS (1990, 1991, 1994) e Taglani (2003).

Todo mapeamento está disposto na escala de 1:30.000. Na área de estudo foram adotados intervalos de classes de vulnerabilidade para os diversos aspectos físicos, mais o uso e cobertura da terra. A tabela 7 mostra a síntese desses resultados com seus respectivos pesos.

Tabela 7 – Classes de vulnerabilidade com respectivos pesos para o PEB

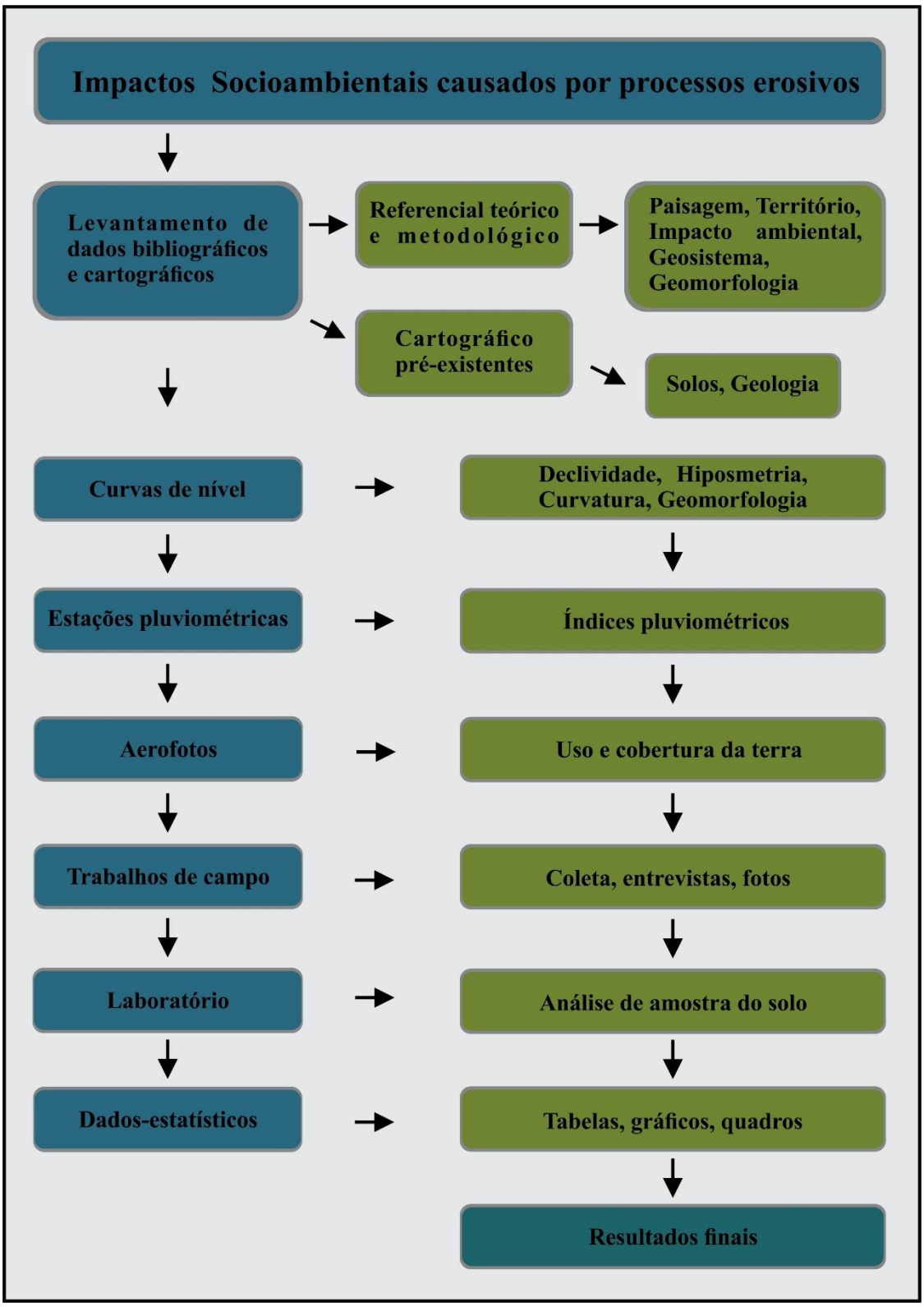
Categorias	Classes	Pesos (categorias)	Pesos (classes)
Solo	Gleissolos (G)	2	0,20 (20%)
	Gleissolos Tiomorficos (GJ) (Manguezal)	1	
	Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)	5	
	Neossolo Regolítico (RR)	5	
	Área urbana	3	
Declividade	< 3%	1	0,15 (15%)
	3 a 6%	2	
	6 a 12%	3	
	12 a 20%	4	
	20 a 55%	5	
Precipitação	1.767 - 1.772	3	0,25 (25%)
	1.772 – 1.777	4	
	1.777 – 1.783	5	
Densidade	0, 30 - 0,39	1	0,15 (15%)
	0,39 – 0,77	2	
	0,77 – 1,66	3	
	1,66 – 1,70	4	
	>1,70	5	
Uso	Floresta Secundária Mista	1	0,25 (25%)
	Mangue	1	
	Área construída	3	
	Gramíneas	4	
	Solo exposto	5	

1.Muito baixa, 2. Baixa, 3. Média, 4. Forte e 5. Muito forte.

Fonte: A autora, 2018.

No que tange à estruturação do trabalho, o esquema representado na figura demonstra de maneira geral, os procedimentos adotados durante a pesquisa para a obtenção dos resultados.

Figura 12 – Fluxograma estrutural da pesquisa



Fonte: A autora, 2018.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, detalha-se as características geoambientais da área de estudo, referentes à geologia, geomorfologia, declividade, solos, condicionantes climáticos, hidrografia, evolução do uso e cobertura do solo e a inter-relação entre eles e sua influência no desenvolvimento dos processos erosivos.

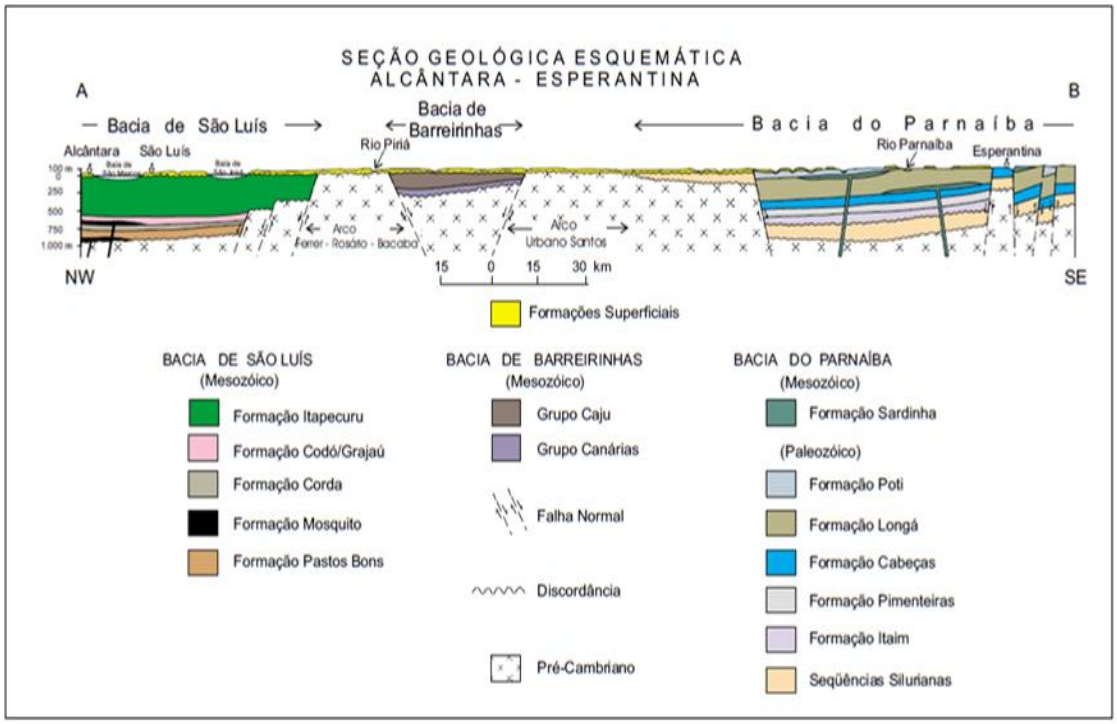
4.1 Contexto Geoambiental da área de estudo

4.1.1 Geologia

Torna-se primordial o conhecimento litológico, pois subsidiam as interpretações sobre o relevo, solo e processos de erosão, entre outros dados. Ou seja, como produto irá definir e valorizar a composição, disposição, origem e evolução das rochas (SANTOS, 2004).

Quanto à Geologia, a Ilha do Maranhão está inserida na bacia marginal de São Luís (Figura 13). Limitando-se ao norte pela plataforma continental, ao sul pelos Altos Estruturais Arco – Ferrer Urbano Santos, dispostos aproximadamente E-W, a leste pelo Horst de Rosário e a oeste pelo Arco de Tocantins (PEREIRA, 2006).

Figura 13 - Estratigrafia dos depósitos de sedimentos das bacias de São Luís, Barreirinhas e Parnaíba



Fonte: CPRM, 2000.

A estratigrafia da Ilha é composta por rochas do período cretáceo da Formação Itapecuru, da era Mesozóica, recobertas por formações superficiais de idade Cenozóica, de abrangência do Paleogeno e Grupo Barreiras, bem como coberturas lateríticas tercio-quaternárias e a Formação Açuí, apresentando coberturas pleistocênicas e holocênicas quaternárias (CPRM, 2000).

A área em estudo encontra-se inserida na Província Estrutural Parnaíba (Bacia do Grajaú) e Província Estrutural Costeira (IBGE 2011). Suas estruturas geológicas superficiais são constituídas por rochas da Formação Itapecuru, Grupo Barreiras e Açuí. Nesta última, encontraram-se depósitos aluvionares e depósitos de mangues.

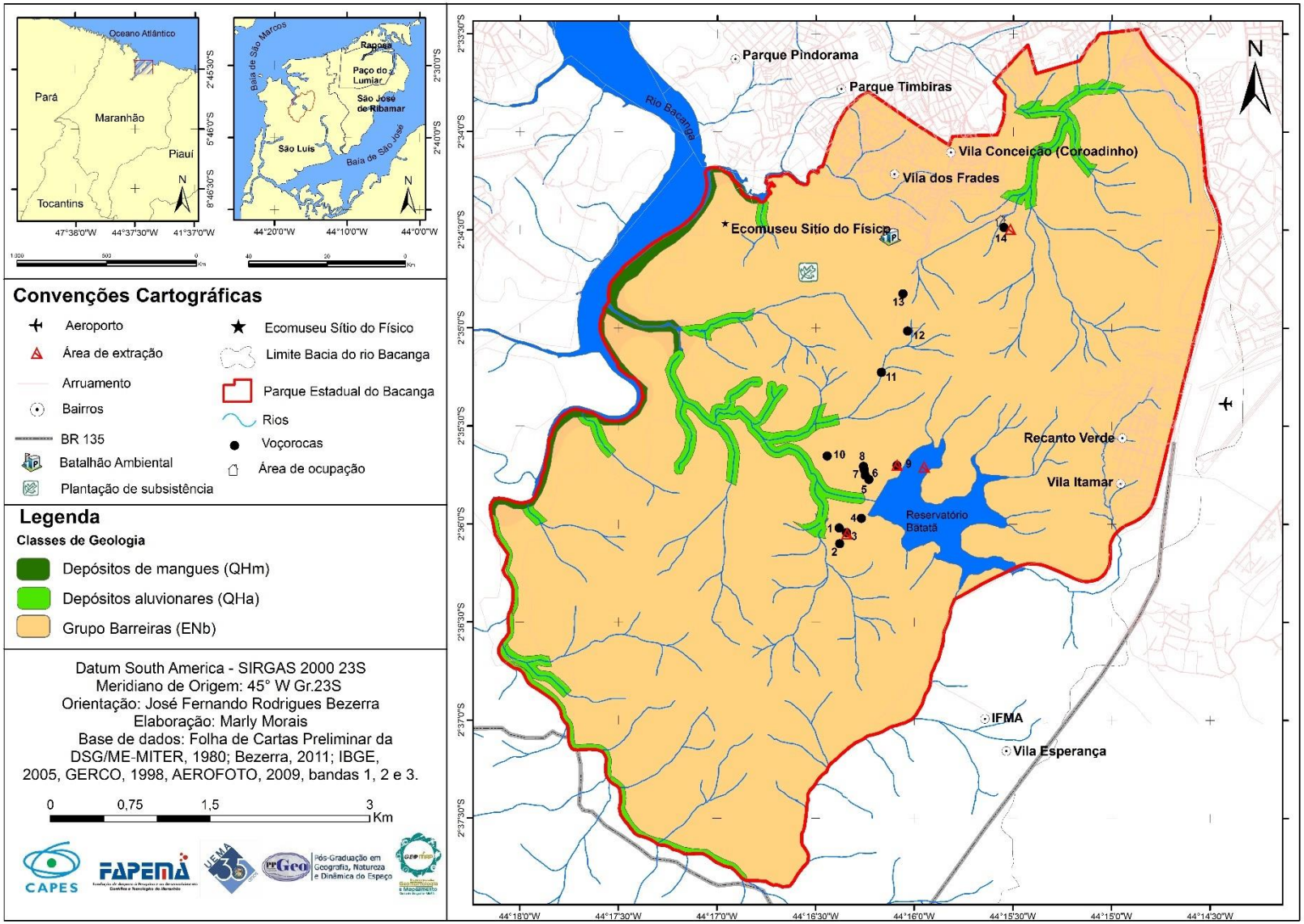
Segundo Maranhão (1998), a Formação Itapecuru constitui-se de arenitos finos e siltitos, amarelo acinzentados, argilosos, com restos de plantas; intercalando-se com folhelhos siltitos, mosqueado, maciço e plástico. Ocorre ainda arenito médio, branco amarelado, friável, arenito argiloso, de granulação fina a grosseira. Na parte superior arenitos finos, róseos e claro, com estratificação cruzada.

O Grupo Barreiras é a unidade litoestratigráfica de maior distribuição superficial (MARANHÃO, 1998), recobrindo mais de 70% da Ilha do Maranhão e 90,49% da área de estudo. Possui todo o conjunto de rochas bem estratificadas, constituída essencialmente de arenitos, com presença expressiva de pelitos na parte inferior, cuja idade varia do Paleoceno ao Pleistoceno, inclusive as lateritas.

Este grupo apresenta um perfil pouco evoluído, com sedimentos inconsolidados, argilosos, arenosos e com nódulos e blocos de concreções ferruginosas. Esses sedimentos afloram nas falésias, nas colinas, nas encostas e nos topos dos tabuleiros, com espessura máxima de 30 metros (PEREIRA, 2006).

Ainda sobre este grupo de acordo com os estudos de Bezerra (2011), possui litologia essencialmente sedimentar e em geral estratificada, inconsolidada e bastante porosa, permeável e de baixa resistência à erosão, sendo a superfície representada por arenitos muito friáveis. Essas características associada a outros fatores geoambientais, tais como o clima e a hidrografia, que atuam com muita intensidade, conferem grande vulnerabilidade da área aos processos erosivos. A Formação Açuí, corresponde em grande parte aos depósitos formados no final dos episódios do Cenozóico (Quaternário), em condições interglaciais, onde partes são de origem marinha e origem eólica, mas de uma maneira em geral relacionadas à dinâmica costeira, a exceção de alguns aluviões e coluviões (MARANHÃO, 1998). O Parque Estadual do Bacanga apresenta apenas o Grupo Barreiras e Formação Açuí (Figura 14).

Figura 14 – Mapa de Geologia do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



A Formação Açuí corresponde aos depósitos aluvionares e depósitos de mangues. Conforme a tabela 8. Os depósitos aluvionares são sedimentos presentes ao longo dos vales dos rios, e correspondem a 4,5% da área total do Parque Estadual do Bacanga.

Tabela 8 – Litoestratigrafia do Parque Estadual do Bacanga

Formação Geológica		**Área**	
		Valor relativo (%)	**Valor Absoluto (Km²)**
Formação Açuí	Depósitos aluvionares	4,5	0,39
	Depósito de mangues	1,21	1,43
Grupo Barreiras	Sedimentos areno-argilosos	90,49	17,81
	Drenagem	3,8	12
Total		**100**	**31,63**

Fonte: A autora, 2017.

Os depósitos aluvionares, possuem areias médias, mal selecionadas, quartzosas, submaturas a maturas, apresentando intercalação de pelitos, formando assim os depósitos de canal, de barras de canal e de planície de inundação dos rios (CPRM, 2000). Segundo Pereira (2006):

> Os depósitos aluvionares, pertencentes à Formação Açuí, ocorrem nas áreas de várzeas dos rios, com altitudes de 0 a 5 metros, onde predomina água doce. São representados por sedimentos arenosos a argilosos, esbranquiçados, com seixos e grânulos dispersos de lateritas, mal selecionados, com espessura inferior a 5 metros (PEREIRA, 2006, p.83).

Os depósitos de mangue são originados por processos de tração/suspensão sub-aquosa, sendo encontrados nas áreas sob a influência das marés, nas fácies de intermaré/submaré rasa, e são constituídos por lamas arenosas, plásticas, não adensadas, maciças e bioturbadas, recobertas por mangues (CPRM, 2000). Estes correspondem a 1,21% do PEB. Os 14 processos erosivos encontrados estão situados no Grupo Barreiras.

4.1.2 Geomorfologia

A Geomorfologia é um elemento relevante, que deve ser observado para determinar as áreas vulneráveis ao desenvolvimento dos processos erosivos acelerados.

> Para estudos integrados da paisagem os dados de geomorfologia são considerados imprescindíveis. A análise do relevo permite sintetizar as histórias de interações dinâmicas que ocorre entre o substrato litólico, a tectônica e as variações climáticas. O estudo da conformação atual do terreno permiti deduzir a tipologia e intensidade dos processos erosivos e deposicionais, a distribuição a textura e composição dos solos, bem como a capacidade potencial de uso. Associados a outros elementos do meio, os dados de geomorfologia podem auxiliar na interpretação de fenômenos como inundação e variações climáticas locais, são informações vitais para avaliar movimentos de massa e instabilidade do terreno (SANTOS 2004, p.79).

Ainda sobre tal permissa Klamt *et al* (1980) afirma que o relevo devido a sua influência no fluxo superficial e subsuperficial da água, influi na formação dos solos, além de controlar a modelagem da paisagem. Essa influência, associada ao tipo de clima, influencia no processo de desenvolvimento do solo.

Segundo Maranhão (1998), geomorfologicamente a Ilha do Maranhão na porção Nordeste, possui barreiras que foram moldados por processos erosivos, onde podem ser vistas as paleofalésias recobertas por sedimentos arenosos formando ambientes de sedimentação marinha e eólica com a proliferação de dunas, paleodunas e restingas.

Em direção a montante, os ambientes de sedimentação delimitam a base das encostas, que assumem formas de relevo colinoso, representando um compartimento que se interpõe entre as formas litorâneas e o tabuleiro e formas subtabulares. Esses tabuleiros, possuem altitudes que variam de 40m (no litoral) a 60m (na parte central).

Ao sul e oeste da ilha do Maranhão, a paisagem apresenta extensas áreas rebaixadas, cobertas por formações de manguezais e por depósitos de vasas que margeiam a baía de São José.

Sendo assim, a geomorfologia do Parque Estadual do Bacanga, segundo a classificação taxonômica de Ross (1992), Bezerra (2011) e Silva (2012), insere-se na morfoestrutura da Bacia de São Luís, está por sua vez apresenta quatro morfoescultura: Colina dissecada, Depósito Quaternário (eólico fluvial e flúvio – marinho/relevo agradacional) e Superfície tabular (relevo denudacional).

Baseado nessa classificação, o PEB apresenta as seguintes feições: planície fluvial, planície fluviomarinha, colinas (dissecadas e esparsas) e superfície tabular (Tabela 9).

Tabela 9 – Classes de relevo do Parque Estadual do Bacanga

Classes	Área	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
Colinas dissecada e esparssas	76,13	13,26
Planície fluviomarinha	0,39	1,21
Planície fluvial	1,43	4,5
Superfície tabular	22,05	6,97
Total	**100**	**31,63**

Fonte: A autora, 2017.

A planície fluvial representa 1,43% corresponde aos depósitos da sedimentação aluvial, onde a deposição está diretamente relacionada com a competência dos rios. Com sedimentos predominantemente de silte, argila e areia.

A planície fluviomarinha é formada por sedimentos argilosos, ricos em matéria orgânica constitui um ambiente do período Quaternário, sendo modelado de acordo com a influência da maré, localizada em áreas com manguezal, na área corresponde a 0,39%.

A superfície tabular representa 22,05% da área possui forma semelhante a planalto, terminando geralmente de forma abruta. Segundo o mapeamento realizado por Bezerra (2011) na bacia hidrográfica do Bacanga, na qual o PEB está inserido.

> Os tabuleiros representam as superfícies mais elevadas da bacia, estão dispostos principalmente na porção leste, possuindo superfícies aplainadas esculpidas nas formações Barreiras e Itapecuru. Os tabuleiros estão bastante desgastados por processos denudacionais, representando altitudes que não ultrapassam os 58 m, estando relativamente protegidos na área do Parque Estadual do Bacanga. Essas características demonstram a intensidade dos agentes morfogenéticos nas áreas próximas ao litoral, principalmente as correntes marinhas, marés, ação eólica, no período de estiagem, e a hidrodinâmica pluvial e fluvial, no período chuvoso (BEZERRA, 2011, p. 139).

Conforme colocado por Bezerra (2011) o relevo da área de estudo, apresenta feições típicas das litologias dominantes em bacias sedimentares submetidas a longos períodos de atividades dos agentes externos, originando as formas tabulares e subtabulares das superfícies erosivas intercaladas por colinas dissecada (Figura 15).

Figura 15 – Vista área da colina esparsa, com ocupações Irregulares próximo à voçoroca 14

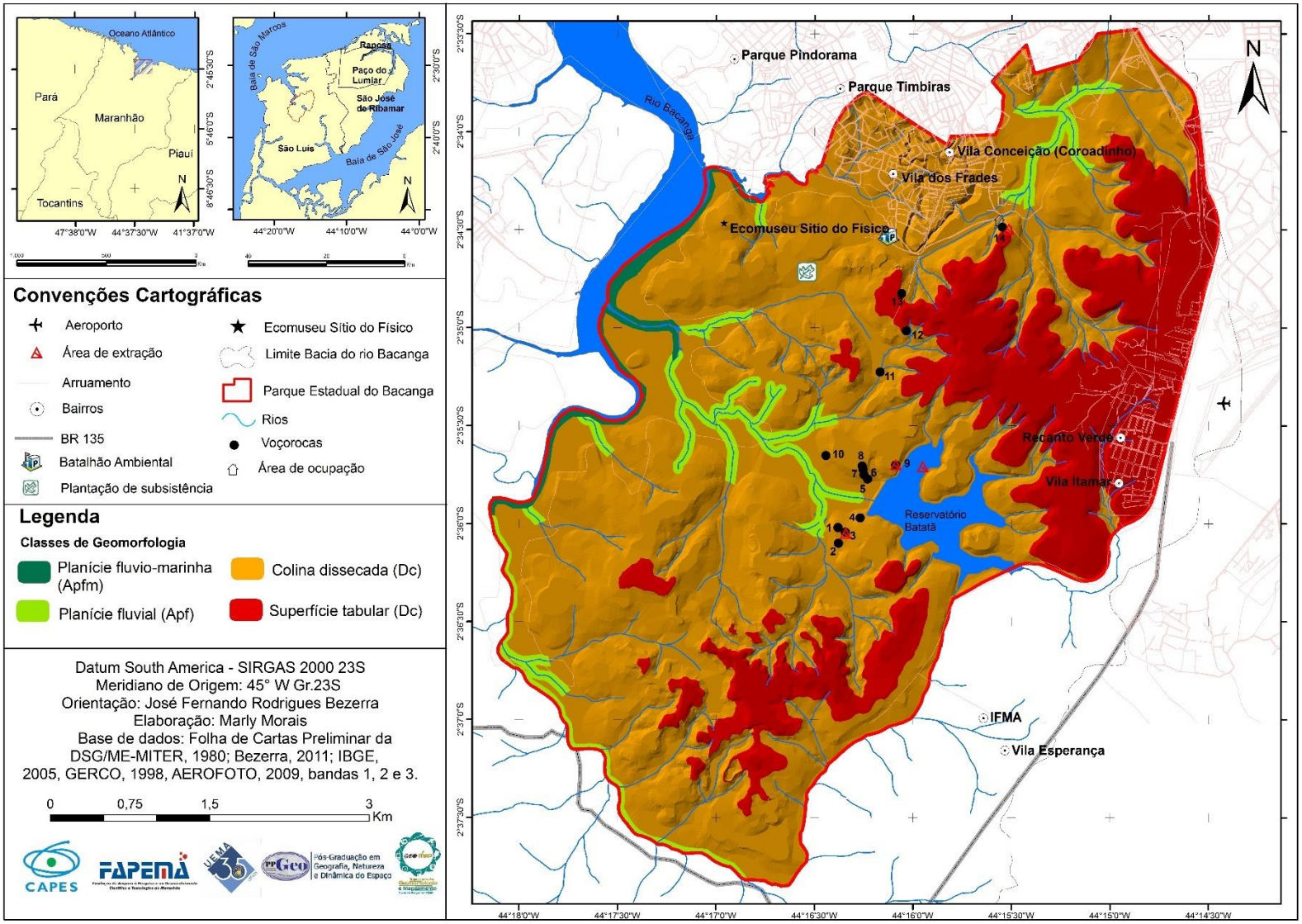
Fonte: A autora, 2018.

A superfície tabular localiza-se principalmente na porção nordeste do PEB, nela são encontradas as maiores altitudes. Logo abaixo das superfícies tabulares e subtabulares, estão as colinas dissecadas com vertentes modeladas nas Formações Itapecuru e Grupo Barreiras. Para Pereira (2006):

> Os tabuleiros são áreas de recarga do aquífero indispensáveis para manutenção das reservas hídricas da Ilha do Maranhão, pois, representam áreas altas e planas, onde a especulação imobiliária é muito forte e desenfreada. Essas áreas devem ser protegidas por lei municipal para manutenção das reservas hídricas genuinamente luduvicense. Estas áreas quando submetidas à retirada de vegetação reduzem seus espaços porosos tornando-se susceptível ao selamento, reduzindo o volume de infiltração. Este fato merece destaque, pois as áreas vegetadas do Parque e da Ilha precisam ser preservadas. Por outro lado, as áreas de alta vulnerabilidade e alto potencial situadas no divisor de água das Bacias do Rio Bacanga e Rio Tibiri apresentam intensamente urbanizadas, onde se situa a rodovia MA 205, que representa riscos iminentes para a qualidade da água da bacia (PEREIRA, p.131).

Quando aos aspectos geomorfológicos, as voçorocas 1(um) a 11 (onze) localizadas na parte central do PEB, encontram-se nos topos das colinas dissecadas convergindo em direção aos canais de drenagem enquanto as voçorocas 12 (doze) a 14 (quartoze) estão situadas na parte norte, nas bordas da superfície tabular (Figura 16).

Figura 16 – Mapa de Geomorfologia do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



A correlação do fator declividade com as formas de relevo apontam como a inclinação das vertentes interfere no desenvolvimento dos processos erosivos.

> A carta de declividade, como forma de representar quantitativamente o comportamento espacial do relevo, tem as mais diversas aplicações, especialmente nas áreas de geomorfologia, hidrologia, engenharia, atividades militares e planejamento territorial. O principal motivo disto é o fato de que a inclinação do terreno tem fundamental influência nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, nos processos de erosão do solo, no assoreamento de rios [...] (KOFFLER 1994, p.168).

O mapa das classes de declividade do Parque Estadual do Bacanga, foi elaborado considerando Feitosa (1996), optou-se pela compartimentação em cinco classes, sendo, de 0-2%, 3-6%, 6-12%, 12-20%, e < 20%. Segundo Ross (1990) essas classes denotam forte influência aos processos erosivos e deslizamentos. Essas classes foram quantificadas no programa Arcgis, e os dados estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10 – Classes de declividade do Parque Estadual do Bacanga

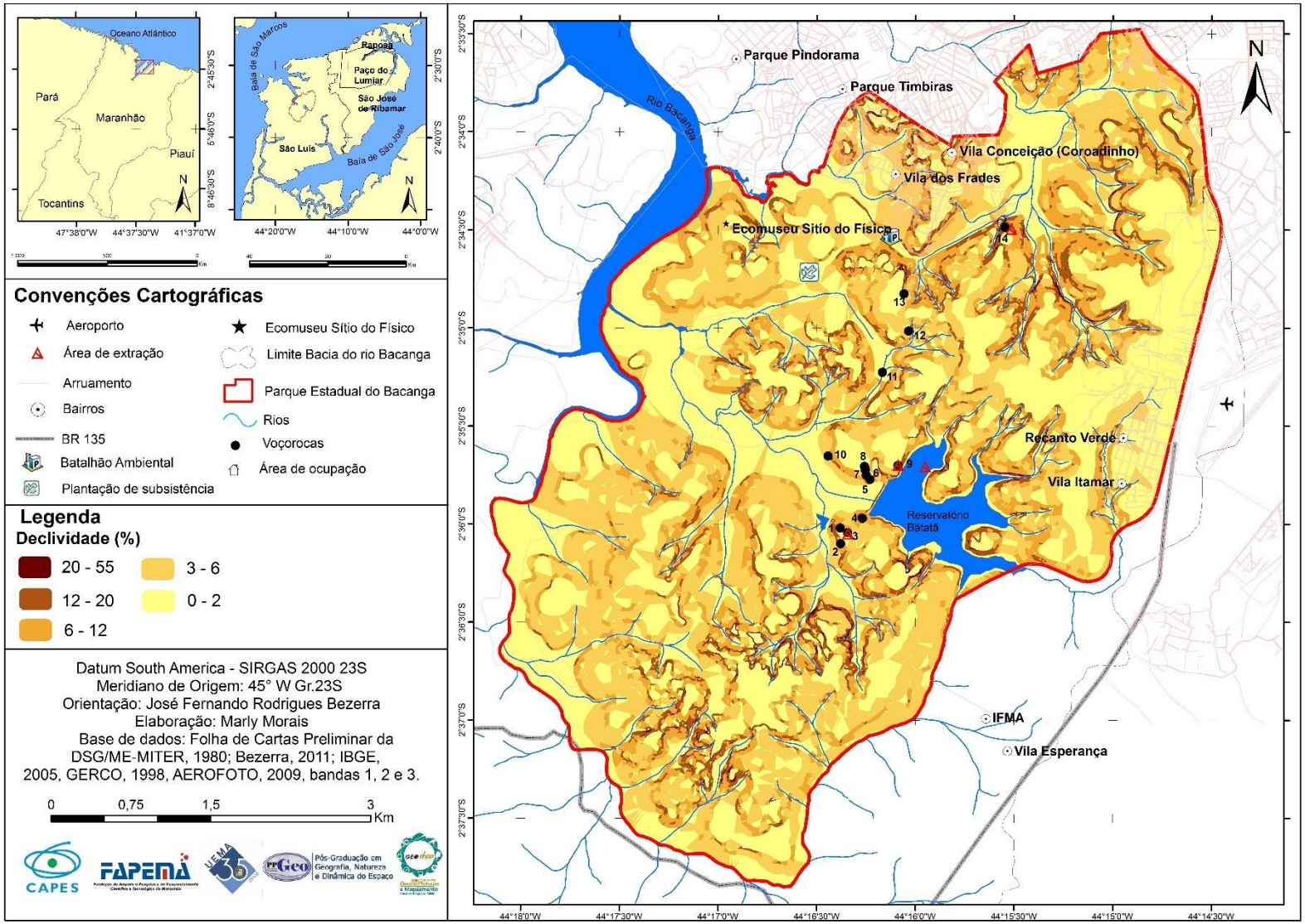
Classes	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
0 - 2 (%)	18,99	6
2 – 6(%)	34,36	10,87
6 – 12 (%)	15,96	5,05
12 – 20 (%)	19,11	6,2
20-55 (%)	11,06	3,5
Total	**99,48**	**31, 62**

Fonte: A autora, 2017.

Em conformidade com a tabela 3, a classe predominante é a 3 - 6% com 10,87km² equivale a 10,87% de toda a área de estudo. Em comparação, a classe com declividades superiores a 20% ocupam somente 3,5% da área total. As demais classes somam juntas 12,2 km², sendo 38,11% do objeto de estudo.

Em se tratando das voçorocas, 1 (um), 2 (dois), 5(cinco), 6 (seis) a 10 (dez), estão localizadas em áreas com declives 12-20%, as voçorocas 3(três), 4 (quatro) e 11 (onze) na declividade 0-2% e as demais em declives < 20% (Figura 17). Correlacionando o mapa de declividade às unidades geomorfológicas, constata-se que na porção mais elevada do PEB, a dinâmica fluvial torna-se comprometida pela presença das ocupações irregulares (PEREIRA, 2006).

Figura 17 – Mapa de Declividade do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



De acordo com o 5º táxon elaborado por Ross (1992), a curvatura horizontal das vertentes demonstra associação com o escoamento superficial (acúmulo e difusão dos fluxos de água).

Assim, nota-se que 10,51 % da área estudada apresentam vertentes com curvatura horizontal convergente, ou seja, vertentes com maior potencialidade ao transporte de partículas maiores e à erosão pluvial, onde se encontra 99% das voçorocas mapeadas.

Observou-se que 79,02% apresentaram vertentes com curvatura horizontal planar, esta representa a uma classe intermediária entre as vertentes convergentes e divergentes. As vertentes com curvatura horizontal divergente representam 10,39% da área de estudo. Configuram-se geometricamente com menor capacidade de transporte das partículas do solo conforme tabela 11.

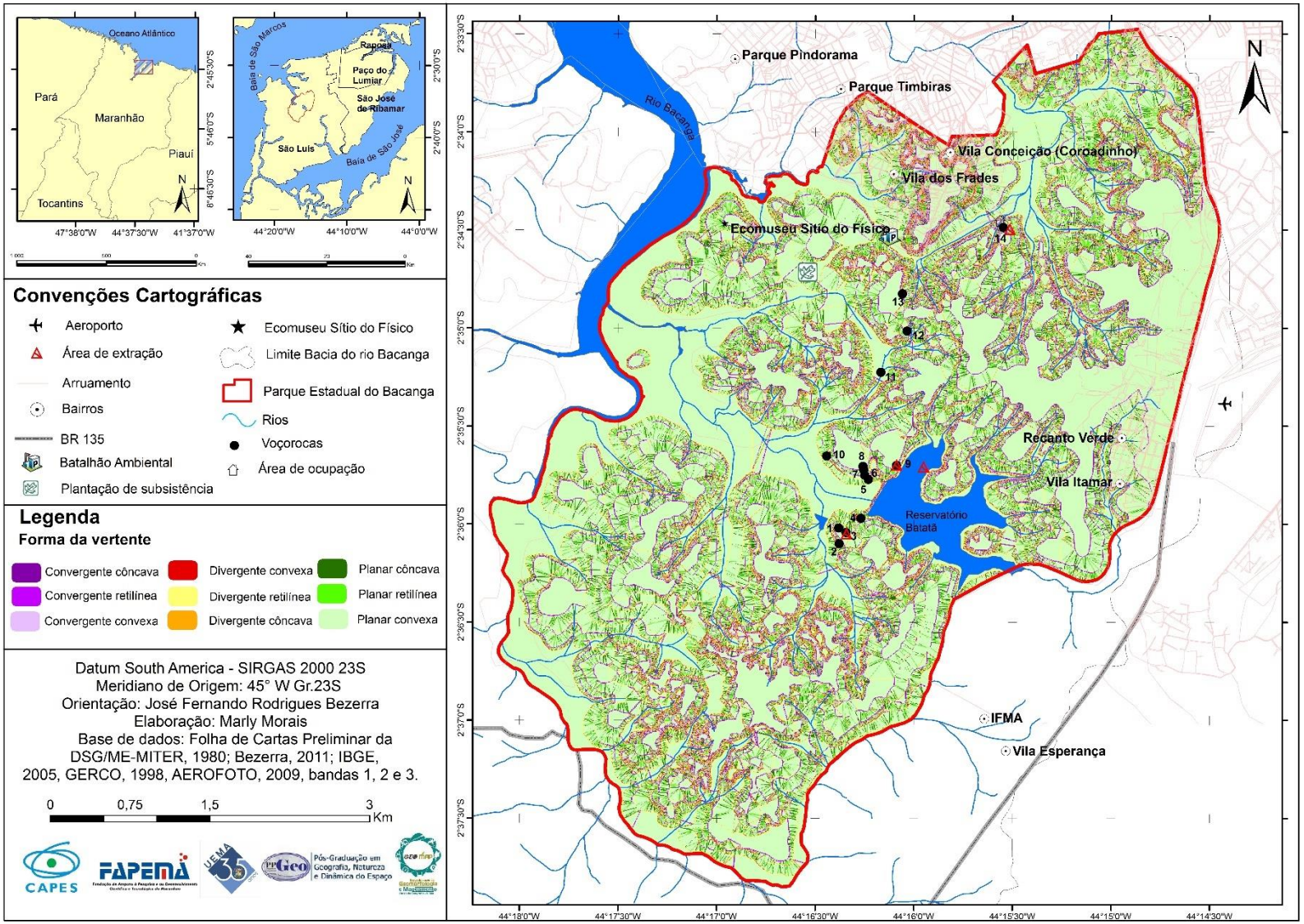
Tabela 11 – Classes de forma do terreno do Parque Estadual do Bacanga

Classes	**Área**		
	Valor absoluto (Km²)	**Valor relativo (%)**	**Total %**
Convergente côncava	0,52	1,64	10,51
Convergente retilínea	1,13	3,57	
Convergente convexa	1,67	5,27	
Planar côncava	1,56	5,56	79,02
Planar retilínea	1,18	6,79	
Planar convexa	0,56	66,67	
Divergente côncava	1,76	4,93	10,39
Divergente retilínea	2,15	3,73	
Divergente convexa	21,09	1,73	
Total	**31,62**	**99,92**	

Fonte: A autora, 2017.

Quanto à curvatura vertical, observa-se que 3,84% apresenta curvatura Côncava (acumulo de água), representando as formas de vertentes que potencializa o transporte de material detrítico (PEREIRA, 2006). A curvatura Retilínea com 4,46% indica áreas de relevo movimentado e Convexa com 23,32% nesta os fluxos de água são difusos com baixa capacidade de transportar sedimentos (Figura 18). Na montante do rio Batatã no tabuleiro, encontra-se encostas côncava-convexa e retilíneas (PEREIRA, 2006).

Figura 18 – Mapa de Curvatura do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



A hipsometria da área, apresenta uma divisão com 5 (cinco) classes em conformidade com os indicadores altímetros, determinadas através das cartas topográficas com distância de 5 (cinco) metros.

O Parque Estadual do Bacanga encontra-se inserido no tabuleiro central da Ilha do Maranhão, apresentando baixo índice hipsométrico, isto é, < 70, por conta dos agentes morfogéneticos atuantes, como os climáticos e a ação antrópica. Segundo as classes adotadas é possível observar as áreas do alto e baixo curso da bacia hidrográfica do Bacanga, na qual também é influenciado pela declividade e formas do relevo.

Ressalta-se que devido a esta altimetria é possível observar os tabuleiros com topos planos, pois na área de estudo a altimetria chega a 58m sendo estes zonas de recarga de aquífero (PEREIRA, 2006). Desta forma, a área de estudo apresenta variações de altitude, e sua representação foi extremamente fundamental para mapeamento geomorfológico e suas compartimentações apresentadas neste trabalho.

Sobre a distribuição das classes hipsométricas (Figura 19), constatou-se que 38,12% de toda a área objeto de estudo está inserida nos intervalos de 23 a 30 m, sendo uma área predominantemente recoberta por colinas esparsas, que se destaca em relação as demais. As classes de 0 a 12 m ocupam 16,12% do total, sendo a mais baixa relativamente onde se encontra os depósitos flúvio-marinhos.

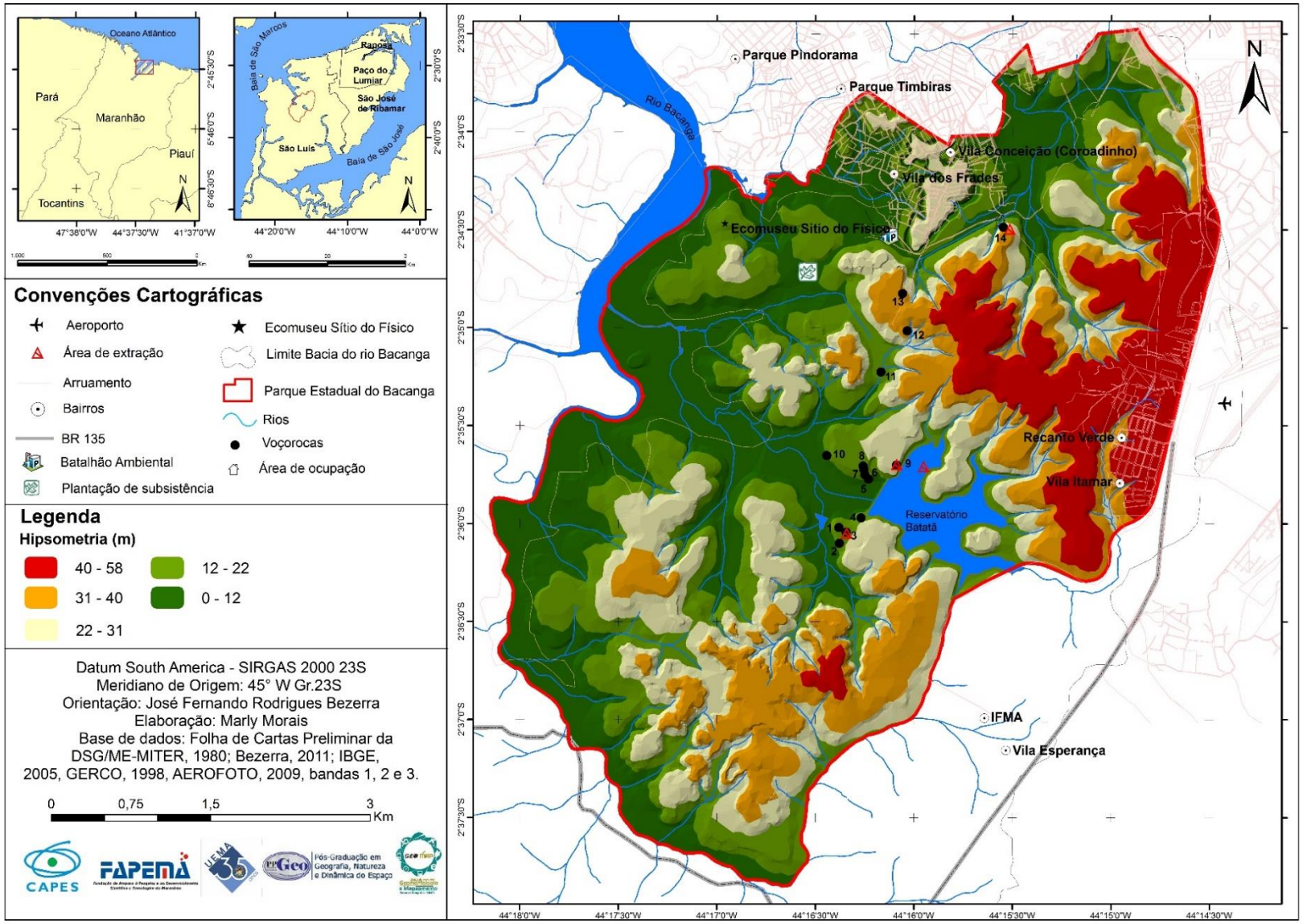
As 12-22 m ocupam 22,13%, estão presentes a planície fluvial e a classe mais elevada, onde estão situados os tabuleiros 41-58 m apresentam 9,49% de toda a área (Tabela 12).

Tabela 12 - Classes hipsométricas do Parque Estadual do Bacanga

Classes	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
40 - 58 m	9,49	3
31 - 40 m	11,38	3,60
22 – 31 m	39,24	12,1
12 – 22 m	23,25	7,5
0 – 12 m	16,12	5,1
Total	**99,48**	**31,6**

Fonte: A autora, 2017.

Figura 19 – Mapa de Hipsometria do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



4.1.3 Solos

Os solos apresentam características externas próprias (morfologia) que precisam ser estudadas e descritas com critério, uma vez que a partir delas se tem uma visão integrada da paisagem (SANTOS, 2004).

Segundo Maranhão (1998), pedologicamente a Ilha do Maranhão apresenta Podzólico Vermelho - Amarelo; Gleissolos; Plintossolo; areias quartzosas; solos litólicos, etc, seguindo a antiga classificação da (EMBRPA, 1996).

Em relação aos aspectos pedológicos da área de estudo, adotou-se a classificação da (EMBRAPA 2006, 2013). Esta utiliza seis níveis: 1º nível categórico (ordens) possui 13 (classes), 2º nível categórico (subordens), 3º nível categórico (grandes grupos), 4º nível categórico (subgrupos), 5º nível categórico (famílias) e 6º nível categórico (séries).

São encontrados na área os Argissolos Vermelho-Amarelo, Neossolos Regolíticos, Gleissolos e Gleissolos Tiomorficos (Tabela 13 e Figura 20).

Tabela 13 – Tipos de solos e área de ocupação do Parque Estadual do Bacanga

Tipos de solos	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
Argissolo Vermelho-Amarelo	8,09	2,56
Neossolo Regolítico	79,95	25,29
Área urbana	6,22	1,97
Gleissolos	4,5	1,43
Gleissoslos Tiomórficos	1,21	0,39
Total	**99,97**	**31,63**

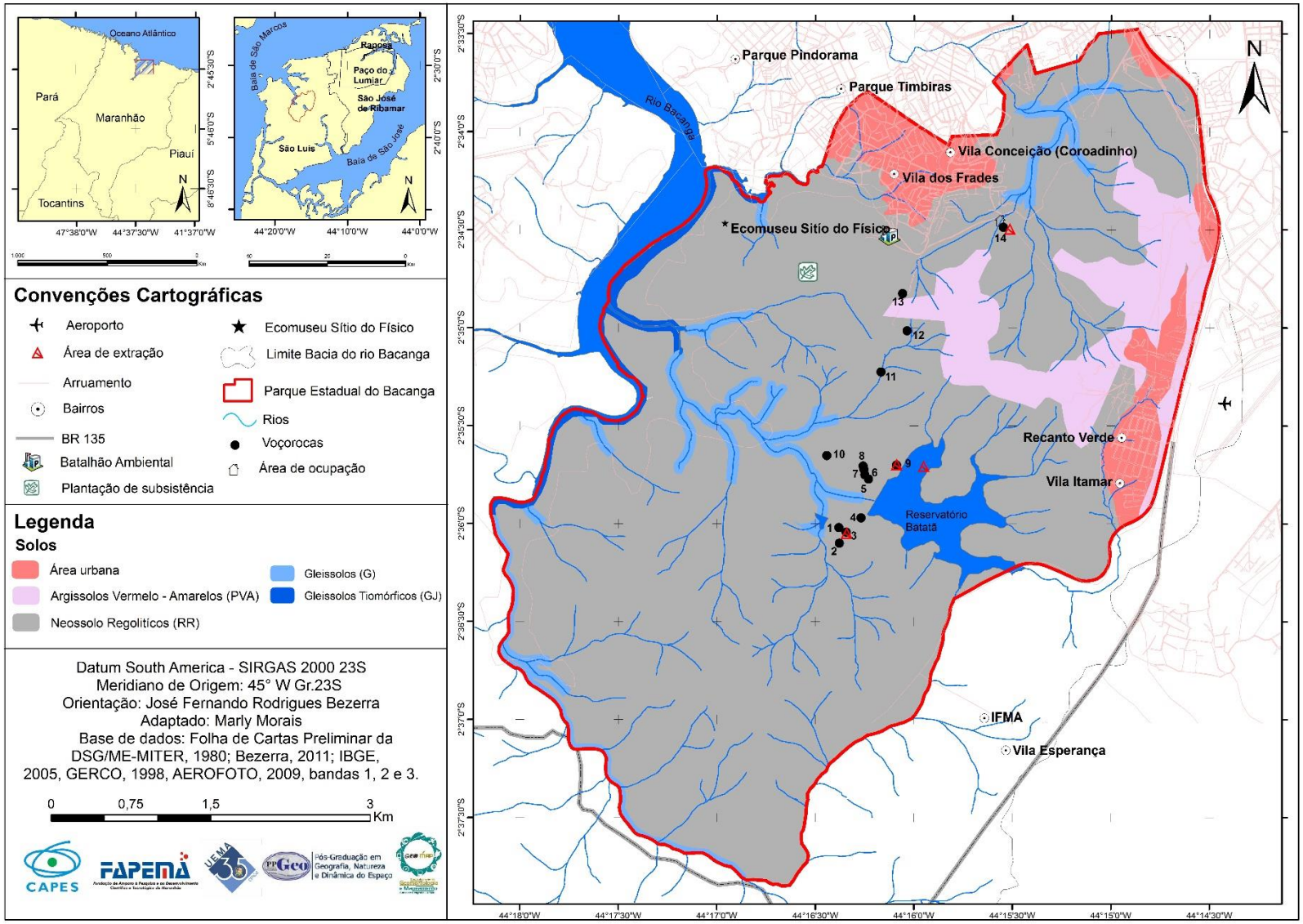
Fonte: A autora, 2017.

De acordo com estudos realizados o Parque Estadual do Bacanga apresenta:

> O solo residual, típico na área[...], caracteriza-se pela alta concentração de ferro nos sedimentos areno-argilosos, argilo-arenosos, areia fina, sendo, geralmente, capeado por extensas formações de laterita (petroplintitas), cuja gênese está diretamente relacionada com as condições geológicas e do clima tropical (PEREIRA 2006, p.72).

Os Argissolos Vermelho-Amarelo possuem aumento de argila no horizonte superficial A para o superficial B que é do tipo textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação de cores. No PEB encontram-se na porção nordeste. Os Neossolos Regolitícos são solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10cm de espessura (EMBRAPA 2006, p 181). Estes encontram-se bem distribuídos na área de estudo ocupando 79,95%.

Figura 20 – Mapa de Solos e Área de Ocupação do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



Para Bezerra (2011, p. 91) “os Neossolos Regolíticos formam solos poucos desenvolvidos, profundos, ácidos, permeáveis, muito bem drenados e com fertilidade natural muito baixa”.

“Os Gleissolos são constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E” EMBRAPA (2006, p.146), apresentam cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, dentro de 50 cm da superfície. Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e apresenta má drenagem. Este tipo de solo é encontrado na parte Central, Sul e Sudoeste do PEB, acompanhando toda a planície fluvial.

Por fim, tem-se no Parque Estadual do Bacanga a presença dos Gleissolos Tiomórficos que mesmo não constando no mapeamento realizado por Pereira (2006) e Bezerra (2011) na bacia hidrográfica do Bacanga onde o PEB está situado, encontram-se na região Centro – Sul, acompanhando a planície fluvio-marinha.

Segundo a EMBRAPA (2013) são solos de baixadas litorâneas, com pH muito baixo, sob influência de oscilações de marés. Distribuem-se nas regiões costeiras e planícies aluvionais, apresentando materiais sulfídricos ou horizonte sulfúrico dentro de 100 cm a partir da superfície.

Na área de estudo, o processo de desmatamento é intenso onde a vegetação original foi retirada deixando o solo descoberto contra a ação dos agentes pluviométricos. Além do impacto causado pelas chuvas nas encostas, podendo ocorrer, movimentos de massa, acelerando o processo erosivo (voçorocas). Por conta desse processo é necessário conhecer as propriedades físicas do solo (densidade do solo, densidade de partículas e a porosidade total). Essas propriedades ajudam a compreensão sobre a menor e maior erodibilidade dos solos (GUERRA *et al*, 1996).

Em relação densidade do solo é um importante atributo físico, por fornecer indicações a respeito do estado de sua conservação, sobretudo em sua influência em propriedades como infiltração e retenção de água no solo, desenvolvimento de raízes, trocas gasosas e suscetibilidade desse solo aos processos erosivos, e também sendo largamente utilizada na avaliação da compactação e/ou adensamento dos solos (GUARIZ *et al*., 2009), como média a literatura aponta valores menores que 1,3 g/cm³ como baixos e valores maiores que 1,6 g/cm³ como altos .

A densidade de partículas refere-se apenas à fração sólida de uma amostra de terra, não afetada pelo espaço poroso, não relacionada com o tamanho ou o arranjo das partículas, como média 2,65gm³ (BRADY *et al*, 2013). Segundo Guerra *et al* (1996), a porosidade, se relaciona de maneira inversa a densidade do solo, ou seja, à medida que aumenta a densidade do solo, diminui a porosidade aumentando o escoamento superficial.

Assim, as análises das propriedades físicas do solo da área de estudo foram realizadas conforme descrito na metodologia, chegando-se aos valores conforme a tabela 14. Em relação a densidade do solo somente a voçoroca 6 apresentou menor resultado com 1,06 g/cm³, consequentemente maior porosidade > 50%. A voçoroca 1, apresentou 1,70 g/cm³, indicando o maior nível de compactação. De acordo com os resultados encontrados e com a literatura consultada, podemos definir que quanto maior a densidade do solo, maior será sua compactação na estrutura degradada, menor sua porosidade total, consequentemente maior serão as restrições para o crescimento do sistema radicular das plantas.

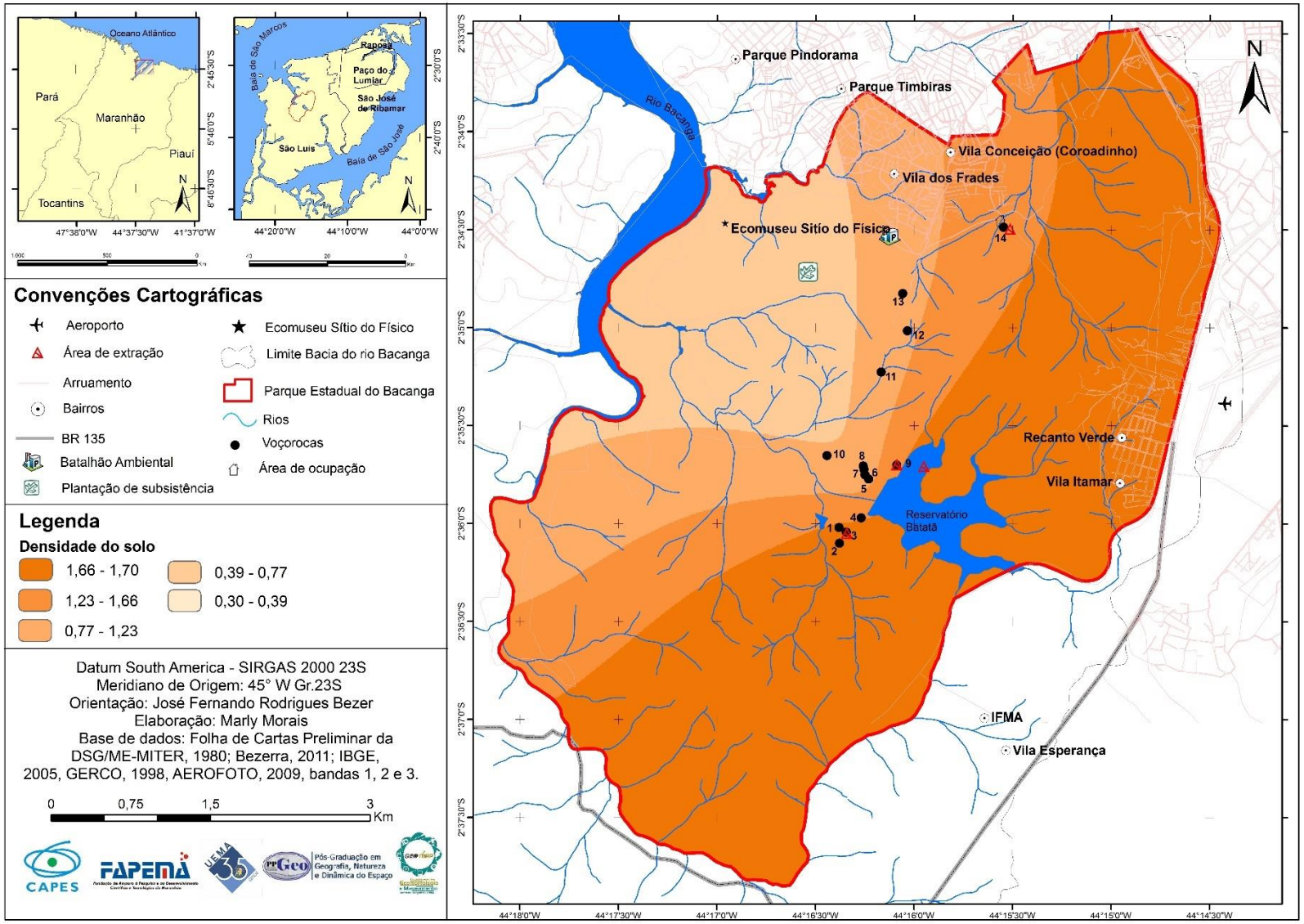
Tabela 14 – Propriedades Físicas dos solos do Parque Estadual do Bacanga

Amostras	**Densidade do solo (g/cm³)**	**Densidade de Partícula(g/cm³)s**	**Porosidade total (%)**
Voçoroca 1	1.84	2,89	36,33
	1.63	3,33	52,25
	1.79	2,53	39,52
	1.59	2,85	37,14
	1.64	2,35	30,21
Média (cm³)	1,70	2,79	39,09
Voçoroca 6	1.47	2,94*	56
	1.28	2,53	41
	1.34	2,66*	56
	1.16	2,81	52
Média (cm³)	1,06	2,73	51,25
Voçoroca 14	1.54	2,66*	43
	1.28	2,43	34
	1.49	2,66*	45
	1.73	2,63	42
Média (cm³)	1,52	2,59	41
Batatã	1.49	2,56*	41
	1.54	2,53	38
	1.56	2,5*	31
	1.72	2,66	42
Média (cm³)	1,57	2,56	38

*Apresentaram matéria orgânica
Fonte: A autora, 2017.

A partir dos dados encontrados referentes a densidade do solo foi gerado um mapeamento (Figura 21), demonstrando que os maiores valores de densidade encontram-se na porção sudoeste em direção a parte central PEB, onde foram encontradas as voçoroca 1 a 4, com os seguintes intervalos de 0,39-0,77cm³; 0,77-1,23cm³; 1,23-1,66cm³; 1,66-2,09cm³ e 2,09-2,63cm³. Os resultados alcançados estão em conformidade com estudos de Guerra *et al* (2006, p.5). “Devido à intensa ação humana, os valores da densidade aparente são altos (1,51-1,65 g / cm³), enquanto os valores de porosidade são baixos (35,19-40,21%) [...]”.

Figura 21 – Mapa de Densidade do Solo do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



4.1.4 Condicionantes climáticos

Os aspectos pedológicos da área de estudo em geral, denotam a suscetibilidade aos processos erosivos. A declividade de algumas áreas é favorável à ocorrência desses processos principalmente no período chuvoso, quando associada à ação antrópica acarreta um desequilíbrio da paisagem.

Por esta razão faz-se necessário a análise do clima, pois está diretamente relacionado com a formação dos solos, com a geologia e geomorfologia.

A caracterização do clima de um lugar é fundamental para a compreensão das geoformas, uma vez que este atua direta e indiretamente sobre a superfície terrestre, esculturando as mais diversas morfologias (SILVA, 2012). Tendo em vista o objetivo deste trabalho, precisamos entender um pouco sobre a climatologia, para isto Ayoad afirmar que:

> "A climatologia possui excepcional importância para o estudo ambiental, pois a dinâmica climática é responsável pela intensidade assumida pelos processos geomorfológicos, formação dos solos e crescimento e desenvolvimento das plantas. As próprias atividades humanas apresentam características relacionadas com os eventos climáticos" (AYOAD, 1996. p. 6).

A erosividade da chuva é a habilidade da chuva em causar erosão. Definir o potencial erosivo depende principalmente dos parâmetros de erosividade e também das características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço (GUERRA, 1999). Portanto quanto maior é a erosividade da chuva menor é sua infiltração e maior é seu escoamento superficial.

A partir da afirmação acima, optou-se por utilizar três parâmetros climáticos (temperatura, vento e pluviosidade) que apresentam significativa influência na área de estudo, e também ajudam a entender o fenômeno da vulnerabilidade ambiental pela erosividade.

Por se localizar numa região de baixa latitude, na zona costeira e apresentar altitudes modestas, a Ilha do Maranhão apresenta uma dinâmica climática única, resultante de diversos fatores, influenciados principalmente pelas massas de ar, os ventos alísios e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Segundo Koppen, a área está inserida na região com clima do tipo Aw' possuindo, portanto, dois períodos distintos: um chuvoso (janeiro a junho) e outro de estiagem (julho a dezembro). O índice pluviométrico médio fica em 2.000 mm/ano.

De acordo Ayoad (1986), São Luís também pode ser classificada com o clima tropical úmido, pois apresenta características de transição climática entre o semi-árido nordestino e tropical úmido da Amazônia. Este tipo de clima apresenta temperaturas que possuem uma variação em torno de 17,9°C a 34,4°C e que sofrem influências da massa equatorial atlântica.

Com base nos dados climáticos das Normais 1961- 1990 de São Luís (Tabela 15), as temperaturas médias do ar oscilam entre 25,7 °C em fevereiro e julho, e 27,0 °C em novembro. Para confirmação da característica úmida, observa-se o comportamento dos índices de umidade relativa do ar ao longo do ano, sendo que no mês de abril alcança-se a marca de 90%, enquanto que no mês de novembro (mês de poucas chuvas, esse número baixa para 79%).

Tabela 15 – Normais Climáticas da temperatura de São Luís dos anos de 1961-1990

Variáveis	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez	Méd/ano
Temp Máx (^{0} C)	30,0	29,4	29,4	29,6	30,1	30,4	30,2	30,7	30,1	30,2	31,4	31,1	30,4
Temp Mín (^{0} C)	23,5	23,1	23,0	23,1	23,1	22,9	22,6	23,0	23,5	23,7	24,0	24,0	23,3
Temp Méd (^{0} C)	26,1	25,7	25,6	25,8	25,9	25,9	25,3	25,9	26,3	26,6	26,9	26,7	26,1
Umidade %	85,0	88,0	89,0	90,0	89,0	86,0	86,0	84,1	81,0	81,0	79,0	81,0	84,9

Fonte: INMET, 2017.

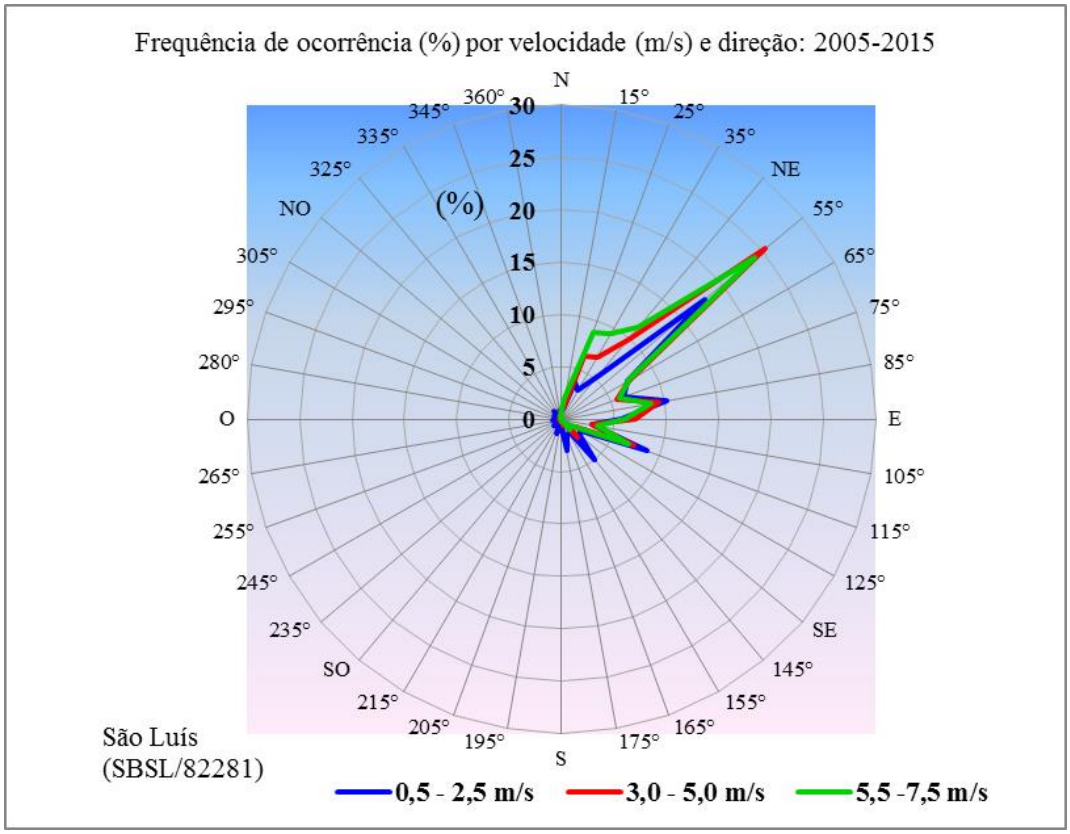
As altas temperaturas intensificam o intemperismo mecânico e atuam diretamente no intemperismo químico através da ação da água (SILVA, 2012). A região está localizada dentro do chamado Cinturão Equatorial, o que lhe confere temperaturas ao longo do ano que variam entre 25,5°C e 28,6°C apresentando máxima de 34°C e mínima de 20°C, com amplitudes diárias em torno de 7º e 8° C.

Com relação aos ventos da Ilha do Maranhão, percorrem a direção NE- E, respectivamente com 65, 3% do total anual (agosto a dezembro) e com frequência de 35,89% (janeiro a julho) (INMET, 2017).

De acordo com a escala de Beaufort[1], os ventos foram classificados como moderados, de 4º grau. Entre o período de 2005 e 2015, a velocidade média foi calculada em 4,0 m/s, com o valor máximo de 5,91 m/s, no mês de outubro, e o mínimo de 2,66 m/s no mês de maio. Por esta razão afirma-se que no período chuvoso a intensidade dos ventos diminui aumentando no período seco (Figura 22).

[1] A Escala de Beaufort classifica a intensidade dos ventos, levando em conta a sua velocidade e os efeitos resultantes das ventanias no mar e em terra.

Figura 22 – Velocidade dos ventos na Ilha do Maranhão



Fonte: INMET, 2005-2015.

Na área de estudo, durante o dia, a intensidade dos ventos apresenta uma dinâmica crescente, decaindo ao anoitecer. As brisas oriundas do continente para o mar apresentam direções S, SW e SE. Ao anoitecer, apresentam direção N, do mar para o continente.

Com relação á análise pluviométrica, o período chuvoso ocorre de janeiro a junho e o seco de julho a dezembro, os meses que mais choveu foi março, abril e maio e os mais quentes e secos foram setembro, outubro e novembro, como podem ser observados na tabela 16. A precipitação nesse período apresentou totais anuais que variaram de 977,5 a 2.486,5 mm.

Esta variabilidade pluviométrica ocorre pela irregularidade interanual, onde cerca de 90% dessa chuva tem sua precipitação no primeiro semestre do ano. E os meses de excesso hídrico provocam alagamento em diversas áreas da Ilha do Maranhão.

Tabela 16 – Regime Pluviométrico de São Luís – MA (2007-2016)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2007	26,4	407,2	264,5	527,6	220,3	95,2	116,7	0,2	0	0	0	35	1693,1
2008	184,2	365,8	667,5	539,6	315,7	230	91,8	43,4	0,3	0	0	48,2	2486,5
2009	291,5	274,4	465,7	564,8	456,9	138,2	87,2	21	0	0,2	0	7,8	2307,7
2010	100,6	82,2	256,8	240,3	248,8	224,5	89,7	7,6	0	0	21	97,8	1369,3
2011	466,5	367,3	374	522,7	343,2	182,6	127,8	42,5	0,2	88,2	5,5	0	2520,5
2012	102,2	171,3	312,8	170,2	71,9	60,3	71,5	9,4	0	3,4	0,4	4,1	977,5
2013	58,8	287,7	271,6	223,4	226,8	86	210,4	30,5	14,9	0,6	12,4	37,2	1460,3
2014	115,4	215,2	125	229,2	595,3	149,1	26,4	2,5	1,1	1,4	9,2	2	1471,8
2015	20,4	92,2	302,6	262,3	240,2	130,5	82,6	0,8	15,8	2	0,7	0,6	1150,7
2016	153,4	209,8	276,8	368,3	228,7	136,4	92,5	3,6	1,3	11,5	1	51,2	1534,5
2017	350,8	352,6	424,75	325,45	308	101	125,75	4,8	2	6	0	58	2059,15
Média													**1730,09**

Fonte: CEMADEM, 2017.

Considerando a metodologia adotada, e com base na média de sete estações automatizadas, sendo três de São Luís e as demais das cidades de Alcântara, Raposa, Zé Doca e Chapadinha (Tabela 17), foi produzido o mapa de distribuição pluviométrica do Parque Estadual do Bacanga, onde mostra que a porção centro-sul possui o maior índice de chuva. O mapa apresenta os seguintes intervalos: 1.767-1.772 mm; 1.772-1.777 mm; 1.777-1.783 mm (Figura 22).

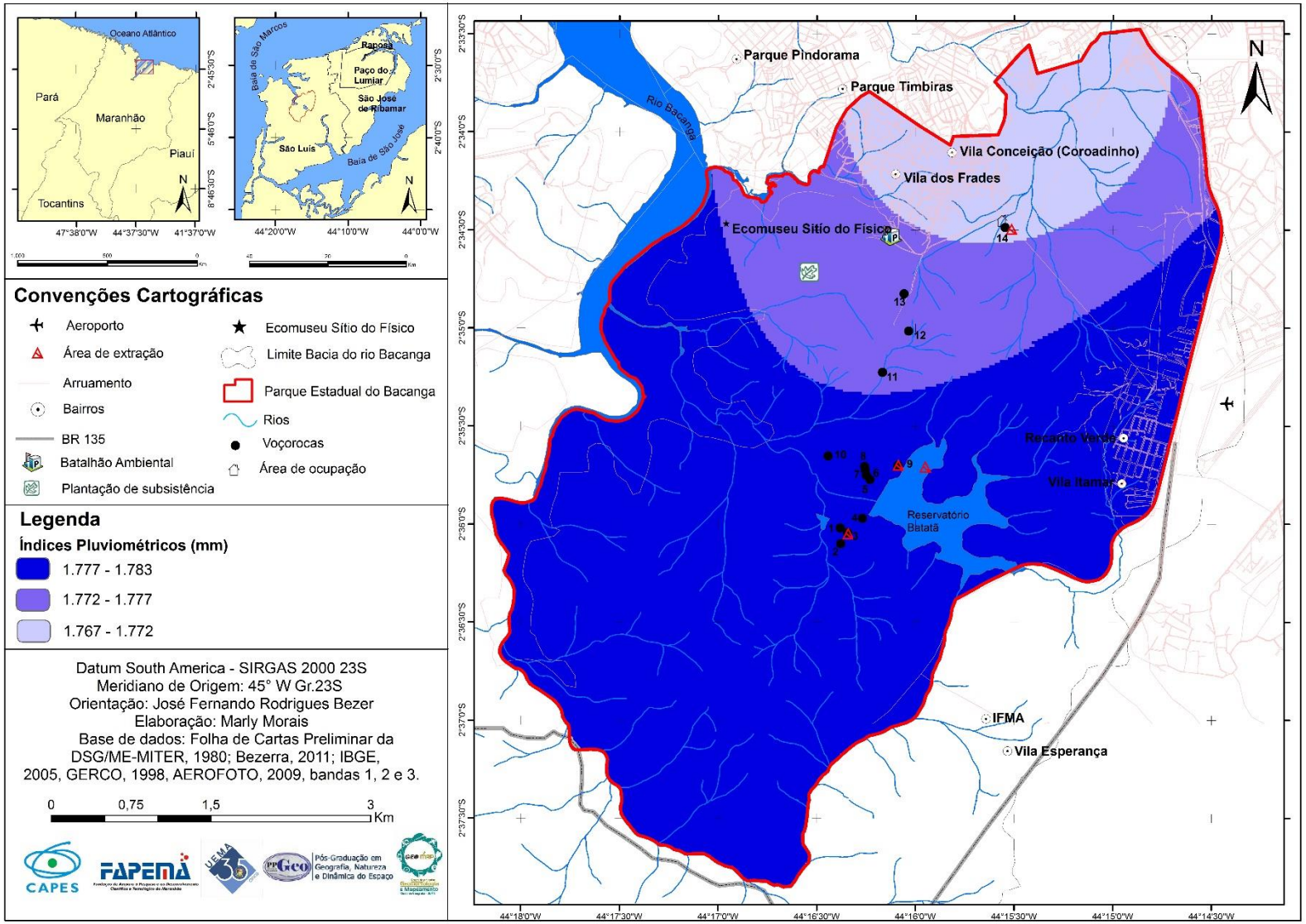
Tabela 17 – Média dos índices pluviométricos nas estações

ESTAÇÃO	MÉDIA 2007-2017 (mm)
UEMA	1683,25
Itapiracó	1971,89
Alcantara	1861,37
Bacanga	1671,41
Chapadinha	1576,48
Zé doca	1602,76
Raposa	1833,86

FONTE: LABMET UEMA/ CEMADEN/ ICEA / INMET, 2007-2017.

.

Figura 23 – Mapa de Índices Pluviométricos do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



O processo morfogenético pluvial atua nas vertentes através da mecânica ação das gotas de chuva (efeito *splash*) e do escoamento pluvial, transportando os sedimentos já intemperizados (Figuras 24-27), em direção aos fundos de vale (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 24 – Vista parcial da voçoroca 1 com presença de cobertura vegetal final do período chuvoso da região

Fonte: A autora, 2017.

Figura 25 – Vista parcial da voçoroca 8 com presença de cobertura vegetal, com transporte de sedimentos em direção ao canal fluvial, final do período chuvoso

Fonte: A autora, 2017.

Figura 26 – Vista aérea da voçoroca 2 com presença de cobertura vegetal, final do período chuvoso

Fonte: A autora, 2017.

Figura 27 – Vista aérea das voçorocas 5 e 6 com transporte de sedimentos em direção ao canal fluvial, final do período chuvoso.

Fonte: A autora, 2017.

Estes transportes de sedimentos causam perturbações e influenciam no comportamento dos canais de drenagem, modificando sua extensão relativa (BIGARELLA *et al*, 2003).

4.1.6 Hidrografia

Em relação à hidrografia a ilha do Maranhão apresenta 12 bacias hidrográficas, caracterizadas por rios de pequeno porte que deságuam em várias direções. Destacando-se Paciência e Bacanga, sendo que rio Paciência possui uma área de 143,7 Km² e o Bacanga 105,90km² (IMESC, 2011) suas drenagens seguem respectivamente para Baía de São José e de Baía São Marcos tendo em seus estuários áreas cobertas por mangue.

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do rio Bacanga que apresenta um sistema de drenagem de quinta ordem segundo a classificação de Strahler (1952) com um total de 473 canais. Seu rio principal possui aproximadamente 9.500m (MARANHÃO, 1991). Uma grande parte da área da bacia possui ecossistema de manguezal, possui intensa ação hidrológica e nota-se a distribuição sedimentar diferenciada ao longo do curso fluvial.

As principais sub-bacias que compõem a bacia do rio Bacanga são: Sub-bacia do Maracanã, Sub-bacia do rio das Bicas, Sub-bacia do Igarapé Coelho, Sub-bacia da Represa do Batatã, Sub-bacia do Ato Bacanga, sendo que quatro destas sub-bacias fazem parte do Parque Estadual do Bacanga (SEMATUR, 1922), a saber:

Sub-bacia do rio das Bicas localizada na porção norte do PEB, formada pelas drenagens cuja vertente é o rio das Bicas. É a mais exposta à degradação ambiental e consequentemente a mais poluída, uma vez que aí estão localizados bairros consolidados, sendo eles, Coheb, Sacavém, parte dos Parques dos Nobres, Timbira e Pindorama, além de bairros das ocupações irregulares como o Coroadinho e parte do Coroado, cujas áreas pavimentadas contribuíram para o aumento do escoamento superficial, como também causaram estresse na área dos manguezais. A referida sub-bacia ocupa uma área de aproximadamente 12, 86 km², destes 7,22 km² estão inseridos dentro do Parque.

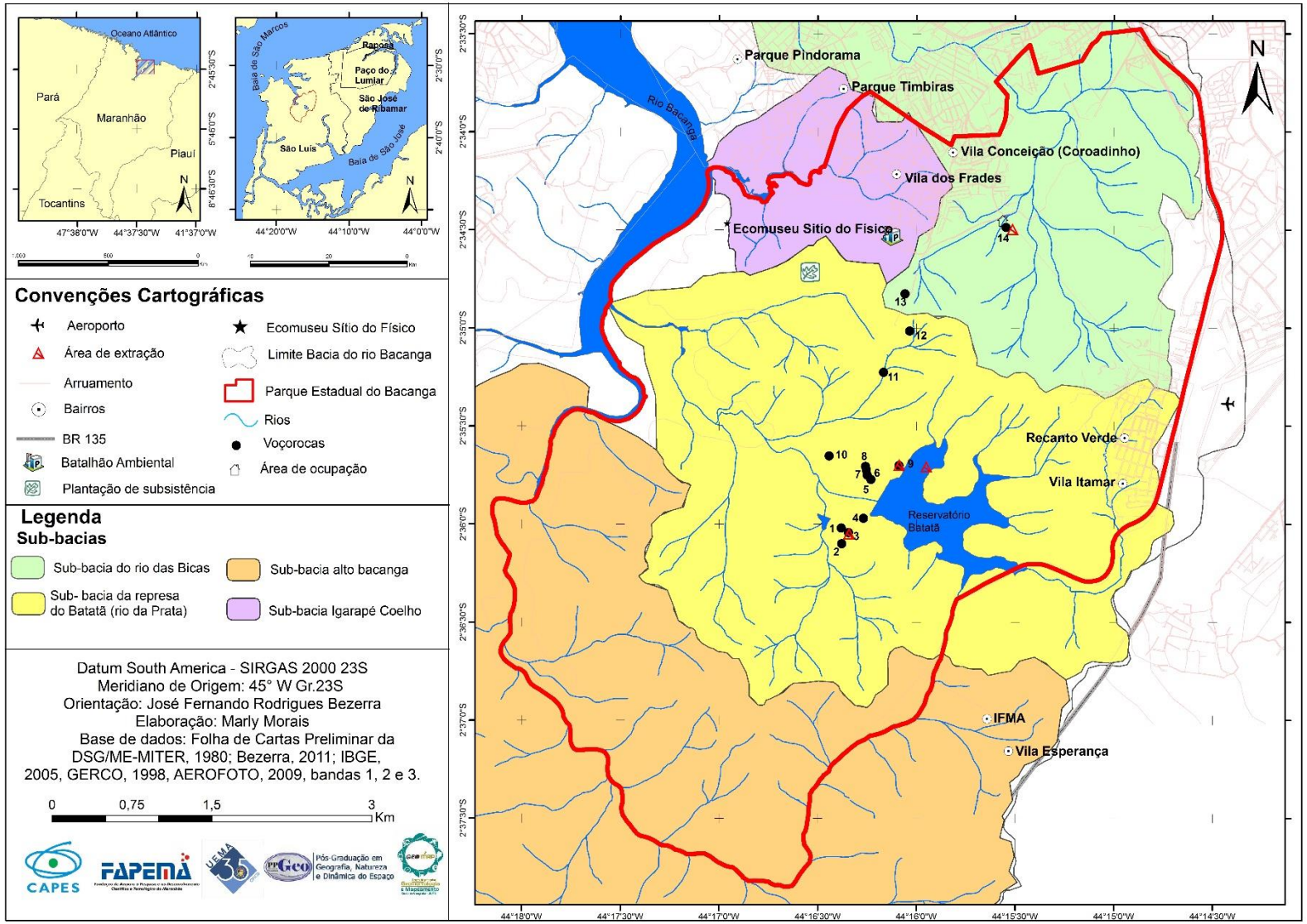
Sub-bacia do Igarapé Coelho, localizada na porção noroeste é a menor sub-bacia na área do PEB, ocupando aproximadamente 2,92km², formada pelas drenagens encontradas no Parque Timbira, bairro do Coroado e Sítio do Físico, apresenta altíssimo processo de degradação ambiental dada a sua proximidade com os bairros já citados. Com os trabalhos de campo foram identificados pequenos sítios com áreas de cultivo e criação de aves.

Sub-bacia da represa do Batatã, dadas as características geomorfológicas, nesta foi construída em 1964, a barragem do Batatã, pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), com 485 metros comprimento e altura máxima de 17 metros. Sua capacidade de acumulação de água comporta 4.600.000 m³ recebendo água oriundas do rio da Prata e rio Maracanã. Captava até 283 litros/segundo no período chuvoso, e em média 52,5 litros/segundo na estiagem (CAEMA, 2005). Atualmente encontra-se abaixo do seu volume morto devido a inúmeros impactos sócios ambientais. Esta sub-bacia possui uma área em média de 15,30km², sendo a maior e totalmente inserida na área de estudo.

Sub-bacia do Alto Bacanga, situada na porção sul, corresponde ao curso superior do rio Bacanga. Verifica-se alto índice de impactos socioambientais devido está localizada no bairro da Vila Esperança, o Instituto Federal do Maranhão (Campus Maracanã), o Hotel Fazenda, além de várias chácaras, locais estes onde é praticado o desmatamento, principalmente através de queimadas para plantio. Sua área total equivale a 36km², porém apenas 8,22km² estão dentro do Parque.

A rede de drenagem (Figura 28) que compõem o Parque Estadual do Bacanga foi delimitada conforme seu Plano de Manejo (SEMATUR, 1992), que utilizou parâmetros geomorfológicos além dos trabalhos de campo.

Figura 28 – Mapa de Hidrografia do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



4.2 Uso e cobertura da terra como fator potencializador dos processos erosivos acelerados do Parque Estadual do Bacanga no período de 1988 - 2017

Neste capítulo será apresentado a alteração da paisagem do Parque Estadual do Bacanga, através análise espaço temporal dos anos de 1988, 2001, 2011 e 2017. Inicialmente faz-se necessário um breve histórico sobre os limites do PEB, para compreensão dos territórios e impactos socioambientais existentes na área.

Histórico e limites (Legislação pertinente)

O Parque Estadual do Bacanga corresponde à parte restante da antiga "Floresta Protetora dos Mananciais da Ilha de São Luís" assim declarada pelo Presidente da República Getúlio Vargas através do Decreto-Lei Federal no 6.833, de 26 de agosto de 1944, Maranhão (1992, p.11).

O Parque supra citado, está na categoria de Proteção Integral, ou seja, não deveria existe nenhuma forma de uso no mesmo. Criado pelo Decreto-Lei Estadual nº 7.545, de 7 de março de 1980 com uma área inicial de 3.075 (três mil e setenta e cinco hectares), objetivando a preservação dos recursos naturais de grande relevância ecológica, possibilitando a realização de pesquisas cientificas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, na recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Nesse mesmo decreto, ficaram como responsáveis pela administração do Parque, a hoje Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA e a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA.

Quando criado o PEB tinha como limites – ao Norte, a Estrada de Ferro São Luís – Teresina, no trecho compreendido entre o ponto de cruzamento dessa ferrovia com a linha do Telégrafo Nacional e o lugar denominado Jordoa, e uma linha partindo deste lugar até alcançar a foz do rio das Bicas; a Oeste, o rio Bacanga até sua confluência com o rio Maracanã; ao Sul, o rio Maracanã, da foz às cabeceiras; a Leste, uma linha partindo das nascentes do rio Maracanã até chegar às cabeceiras do rio Batatã e daí até a ferrovia São Luís – Teresina; deste ponto em diante, a mesma Estrada de Ferro até alcançar a linha do Telégrafo Nacional.

No entanto, mesmo sendo uma Unidade de Conservação protegida por lei, a degradação sempre esteve presente, nos limites e nas zonas de amortecimentos do PEB (SEMATUR, 1992). Segundo Maranhão (1992) durante 36 anos a Floresta Protetora dos Mananciais foi submetida a ações devastadoras tanto pelo poder público como pela iniciativa privada, resultando na consolidação de conjuntos residenciais e bairros de classe média-baixa que logo foram dotados de serviços públicos e infra-estrutura básica como água, luz, saneamento básico (alguns bairros) e pavimentação asfáltica.

Assim por conta dessas ocupações, em 10 de abril de 1984, foi sancionado pelo Governo do Estado o Decreto Lei Estadual nº 9.550, que excluiu as áreas definitivas e irreversivelmente ocupadas ou usadas por terceiros, estabelecendo novos limites ao PEB. Subsequentemente, o Decreto Lei Estadual nº 9.677, de 06 de dezembro de 1984, deu destinação as áreas excluídas, que foram destinadas a 273 famílias carentes cadastradas na Secretaria de Trabalho e Ação Social.

Em 10 de fevereiro de 1986, novamente foi instituído um Decreto-Lei Estadual nº10.084, que destinou mais 6,5007 há (seis hectares e cinco ares) para o assentamento de 416 famílias. O avanço populacional dos bairros já consolidados em direção ao Parque, em 24 de junho de 1992 o Decreto-Lei nº 12.448 excluiu mais 1,8ha (um hectare e oito ares), destinando a implantação da Unidade Física de atendimento ao Público, criada pelo projeto minha gente. Será necessária uma intervenção correta do poder público, tendo em vista que o PEB e uma UC de proteção Integral, onde desde sua criação nunca foi criado o Plano de Manejo. Segundo Pereira (2006):

> Seu primeiro Plano de Manejo foi criado em 1992, somente oito anos depois, com o intuito de preservar a área. No entanto, sua implantação foi ineficaz frente ao elevado nível de degradação presente nas áreas do Parque, como: granja, extração mineral, áreas de lazer sem monitoramento e planejamento, áreas devastadas usadas para agricultura, invasões (Recanto Verde e Vila Itamar), desmatamentos e queimadas, que deixam o solo exposto e vulnerável (PEREIRA, 2006, p.60).

Ressalta-se que nem com a elaboração do Plano de Manejo o PEB teve sua gestão adequada, pois não foram seguidas as recomendações nele prescritas, na verdade o Plano nunca fora homologado. As ocupações continuaram acontecer e em 14 de dezembro de 2001, através da Lei Estadual nº 7.712 houve nova redução do limite, ou seja, todo instrumento legal foi ineficaz, mediante as questões eleitoreiras presente no Estado do Maranhão.

No ano de 2002, dez anos depois mesmo com toda pressão sofrida que o PEB teve seu Plano de Manejo revisado, passando a ter somente 2.634,36 há, ou seja, menos 14% da criação. Até este momento não havia conflitos territoriais, tendo em vista que o governo do estado sempre decidiu por diminuir a área do Parque ao invés de seguir as diretrizes previstas no SNUC e no PNAP.

Os limites são apresentados na figura 29, que conforme o histórico do processo de uso e ocupação do PEB e seu entorno conforme resumo na figura 30, demonstra a retirada da vegetação, o que provocou estresse da fauna e flora, assim como a desestabilização das vertentes das sub-bacias de drenagem, posteriormente provocando o assoreamento dos cursos d’água, modificando a paisagem, principalmente no entorno da UC’s, como se pode verificar no arruamento presente na figura 28.

Figura 29 – Mapa dos Limites do Parque Estadual do Bacanga

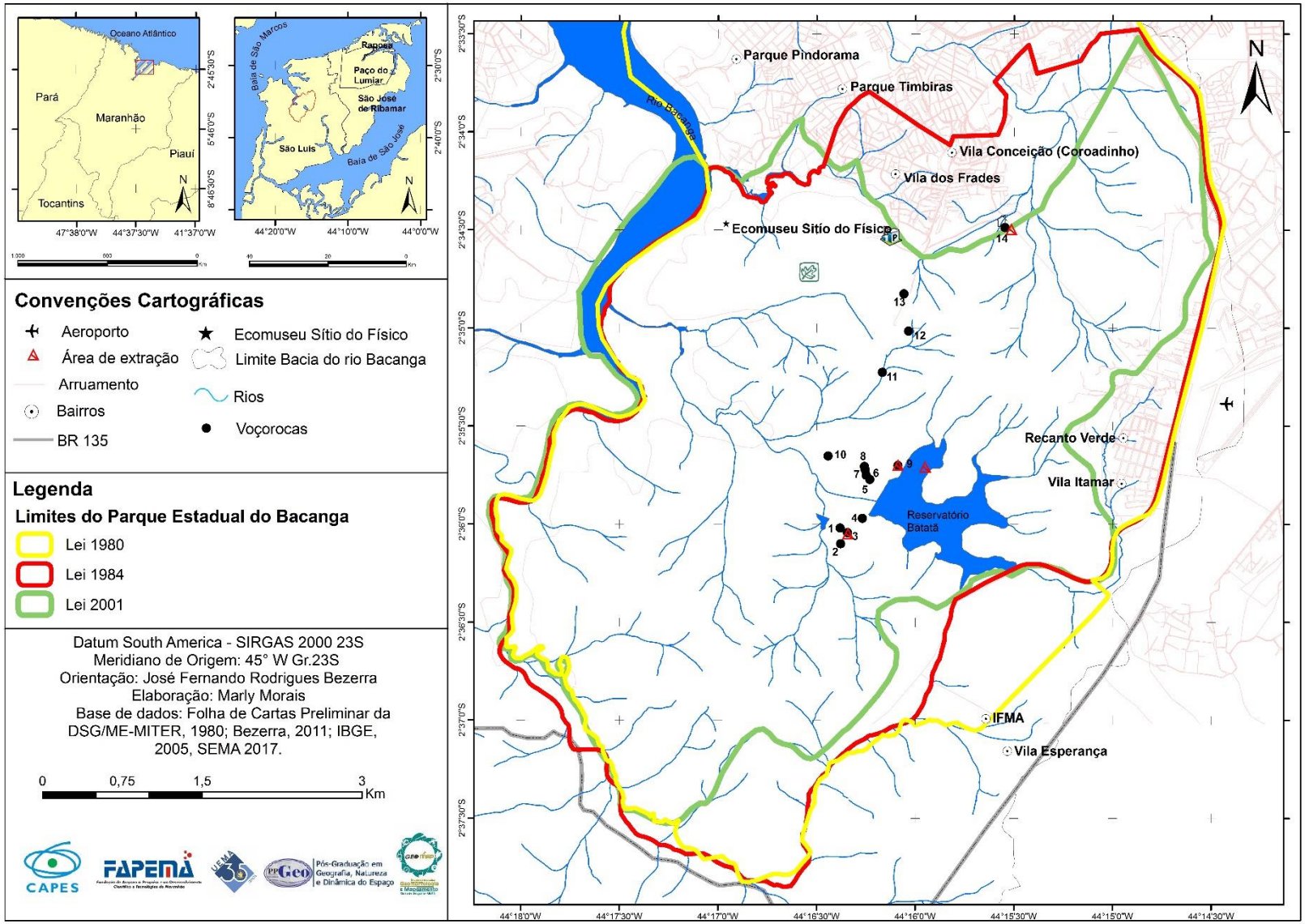
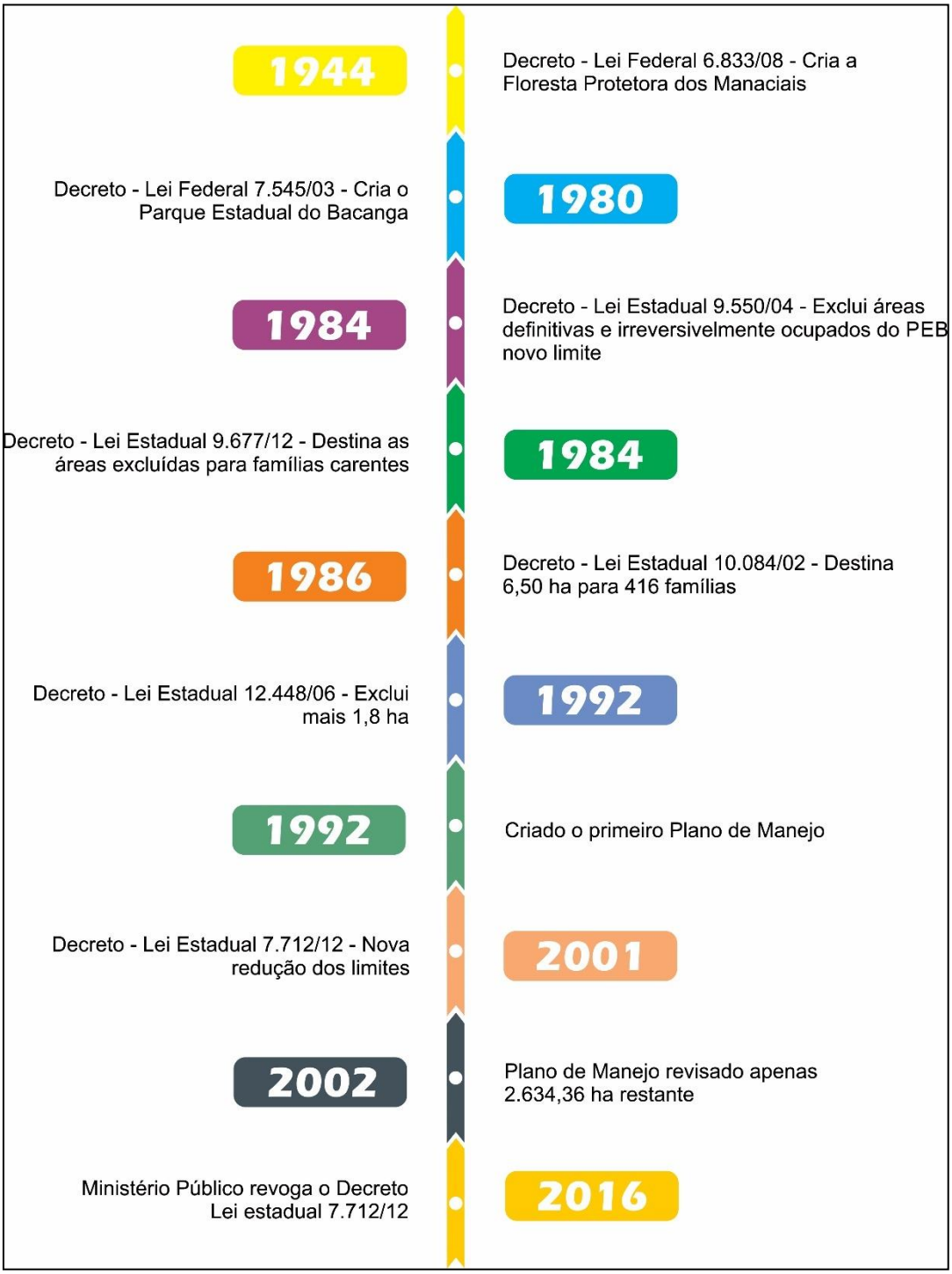


Figura 30 – Linha do tempo: síntese do histórico e limites (legislação pertinente)



Fonte: A autora, 2018.

Em meados de 2009, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA, durante uma vistoria, constou as informações prestadas pelo BPA quanto à ocupação (Figuras 31-32) de terras do PEB era verídica. “Havia um grupo de aproximadamente 100 pessoas, entre jovens, adultos, idosos e crianças portando facões com os quais faziam serviço de desmate e capina” (SEMA, 2009).

Figura 31 – Ocupantes do Parque Estadual do Bacanga, dialogando com a SEMA e o BPA

Fonte: SEMA, 2009.

Figura 32 – Área desmatada com técnica de queimadas no Parque Estadual do Bacanga

Fonte: SEMA, 2009.

Esse quadro de conflitos entre os órgãos gestores e a população local e do seu entorno, permanece até os dias atuais (Figura 33).

Após todos os processos acima citados de redução do limite do Parque oriundos das ocupações irregulares, o Ministério Público do Maranhão condenou o Estado a promover no prazo de ano, a redefinição dos limites, zona de amortecimento e objetivos do PEB, assim como a implantação do Plano de Manejo, nos termos da Lei Estadual nº 9.985/2000, sob pena diária no valor de R$ 3 mil em caso de descumprimento. Além da suspensão dos efeitos da Lei Estadual nº 7.712/2001, ou seja, por lei o PEB voltou a ter os limites do Decreto Lei Estadual nº 9.550/1984 (Ministério Público do Maranhão, 2016).

Figura 33 – Ocupações irregulares no Parque Estadual do Bacanga

Fonte: IMIRANTE, 2016.

- **Uso e cobertura da terra**

A cobertura vegetal é um dos principais fatores para contenção dos processos erosivos, pois influencia diretamente na infiltração da água, no escoamento superficial, na erodibilidade do solo e na erosividade da chuva.

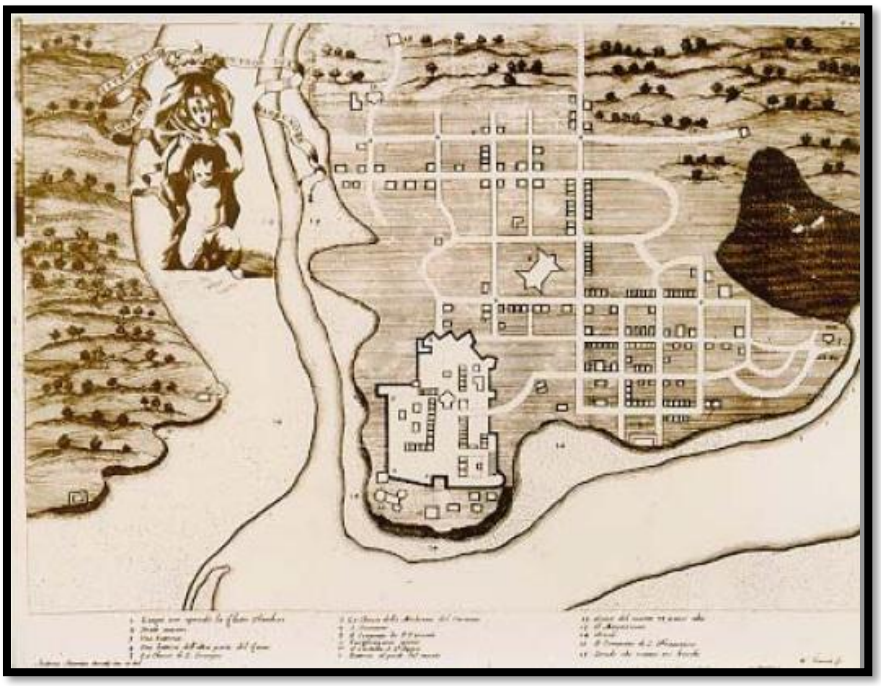
Segundo Mota (1997), as áreas desmatadas são as mais sujeitas à ação desagregadora da água e do vento, pois a vegetação tem o efeito de restringir o impacto da chuva sobre o solo, servindo como barreira física para o transporte de materiais. Neste item, será apresentado o processo de ocupação na área de estudo e suas consequências para o meio.

Desde o início da ocupação humana, houve preferência por locais próximos de rios, lagos e praias, ou seja, em locais com abundância de água. Ao observa o Brasil, nota-se existência de muitas capitais litorâneas como a cidade de São Luís, onde se encontra a maior concentração da população (IBGE, 2007).

Podemos verificar essa afirmação sobre a cidade de São Luís (Figura 34), onde seu ponto de expansão e desenvolvimento deu-se a partir dos rios Bacanga e Anil, na direção Leste

por conta da drenagem dos mesmos. Segundo Fonseca Neto (2002), A cidade de São Luís foi erguida sobre uma colina em uma ilha costeira[2], posição estratégica para controlar o acesso fluvial ao interior do território, de formato aproximadamente oval, com cerca de 50 km de comprimento, 25 km de largura e uma área total de 205 km².

Figura 34 – Mapa holandês de São Luís de 1640



Fonte - Marques, 1996.

Em relação ao processo de ocupação da Ilha do Maranhão, ao longo do tempo passou por inúmeras fases. Desde 1615, época da revolução de Guaxenduba período este que se verificam as primeiras malhas urbanas no município de São Luís, até a instalação dos dois grandes projetos industriais a ALUMAR e a VALE onde ocorreu um aumento considerável da população.

Vale ressaltar que nas décadas de 50 e 60 do século XX**,** houve à migração de famílias vindas do Sertão Nordestino, motivadas pela grande seca. Nos últimos cinco anos verifica-se o aumento da construção de conjuntos habitacionais, *shopping centers*, malhas ferroviárias entre outros acarretando na devastação da cobertura vegetal. Podemos observar esse aumento na tabela 18, na qual segundo os dados do IBGE a população Ludovicense aumentou principalmente entre os anos de 1970 a 1980 e 2000 a 2010.

[2] São resultantes do relevo continental ou da plataforma submarinha.

Tabela 18 – Evolução populacional dos habitantes de São Luís

ANO	HABITANTES
1970	265.486
1980	449.433
1990	696.371
2000	870.028
2010	1.014.837

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1970/2010
Adaptação: A autora, 2017.

Depois desse processo de urbanização, notou-se que a vegetação localizada na área de estudo sofreu alteração. Segundo Fonseca Neto (2002), as formações vegetais primitivas da Ilha do Maranhão foram quase totalmente substituídas, restando tipos de vegetação secundária mista, caracterizadas pela ocorrência de plantas herbáceas e palmáceas, nas zonas emersas, e manguezais na faixa litorânea. No município de São Luís, segundo Maranhão (1998) podem-se determinar as seguintes categorias de uso e cobertura da terra: área urbanizada, área tombada, restrita à ocupação, institucional, jurisdicional, ocupação desordenada, espaço não construído, aproveitamento econômico, lazer, turismo, expansão, diversos e águas.

No Parque Estadual do Bacanga, a partir da classificação supervisionada e de acordo com os objetivos desde trabalho de modo geral, foram identificadas seis categorias de uso e ocupação, sendo elas: área antrópica, floresta secundária mista, gramíneas, mangue e solo exposto e água.

- **Uso/cobertura da terra de 1988**

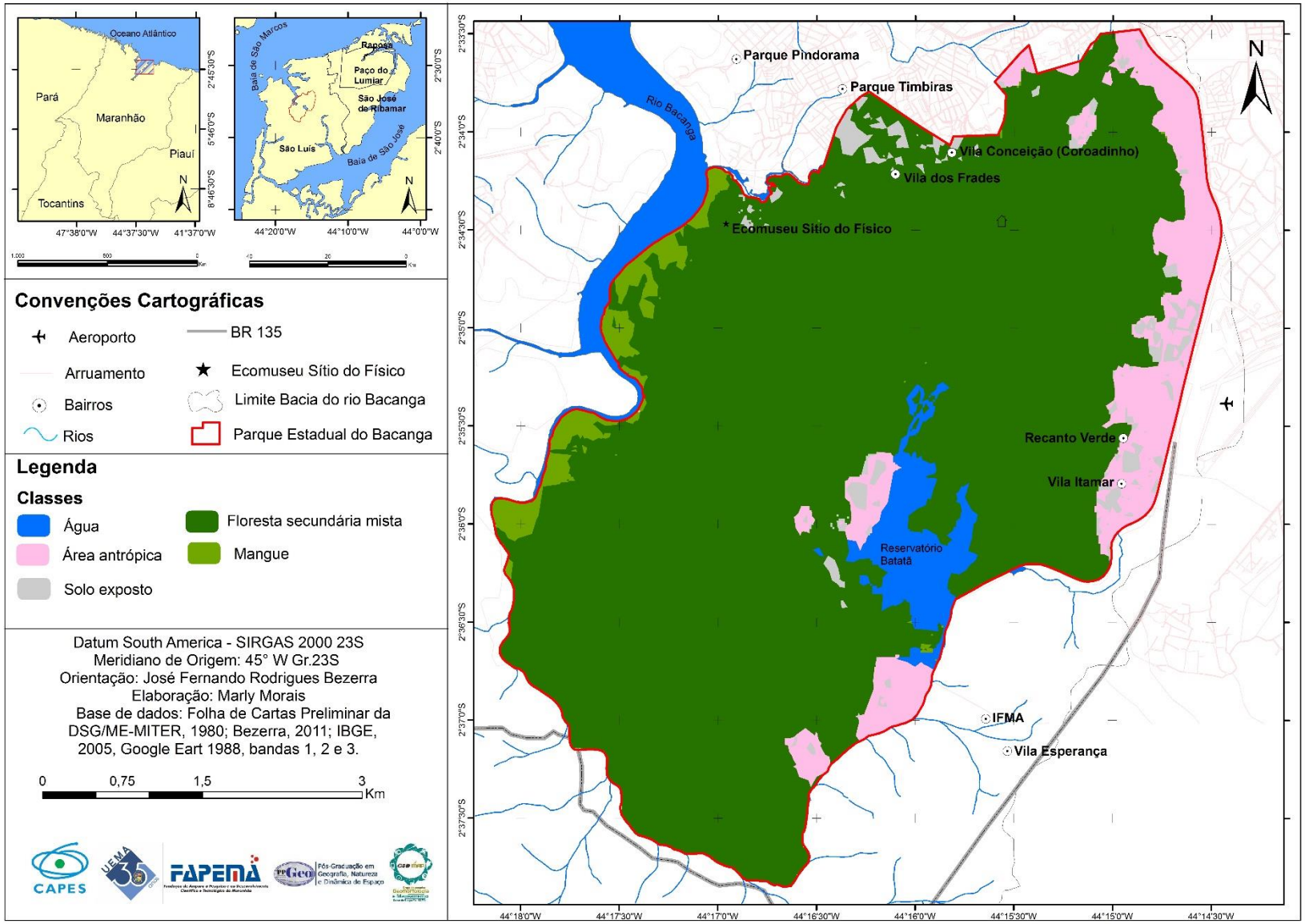
A análise da imagem de 1988 revelou que 83,43% do PEB conserva áreas florestais e 2,52% com mangue, enquanto as áreas antrópicas somavam 8,44% da área e 2,07% de solo exposto. Os 3,53% das áreas restantes correspondiam à hidrografia (Tabela 19 e Figura 35).

Tabela 19 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 1988

Categorias	Área	
	Valor relativo (%)	Valor absoluto (Km²)
Área antrópica	8,44	2,67
Floresta secundária mista	83,43	26,38
Mangue	2,52	0,79
Solo exposto	2,07	0,65
Água	3,53	1,11
Total	**99,99**	**31,63**

Fonte: A autora, 2017.

Figura 35 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 1988 do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



O cenário do uso/cobertura da terra no ano de 1988 revelou a predominância de áreas da Floresta Secundária Mista, distribuídas por todo o PEB. As áreas de mangue acompanham o rio Bacanga, o solo exposto consistia de fragmentos residuais, restritos na época na porção noroeste e a área antrópica acompanhando todo processo histórico citado anteriormente.

- **Uso/cobertura da terra de 2001**

O diagnóstico da imagem de 2001 revelou que 60,03% do PEB conservavam áreas florestais e 0,78% com mangue, enquanto as áreas antrópicas somavam 18,09% da área e 17,68% de solo exposto. Os 3,25% das áreas restantes correspondiam à hidrografia (Tabela 20).

Tabela 20 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 2001

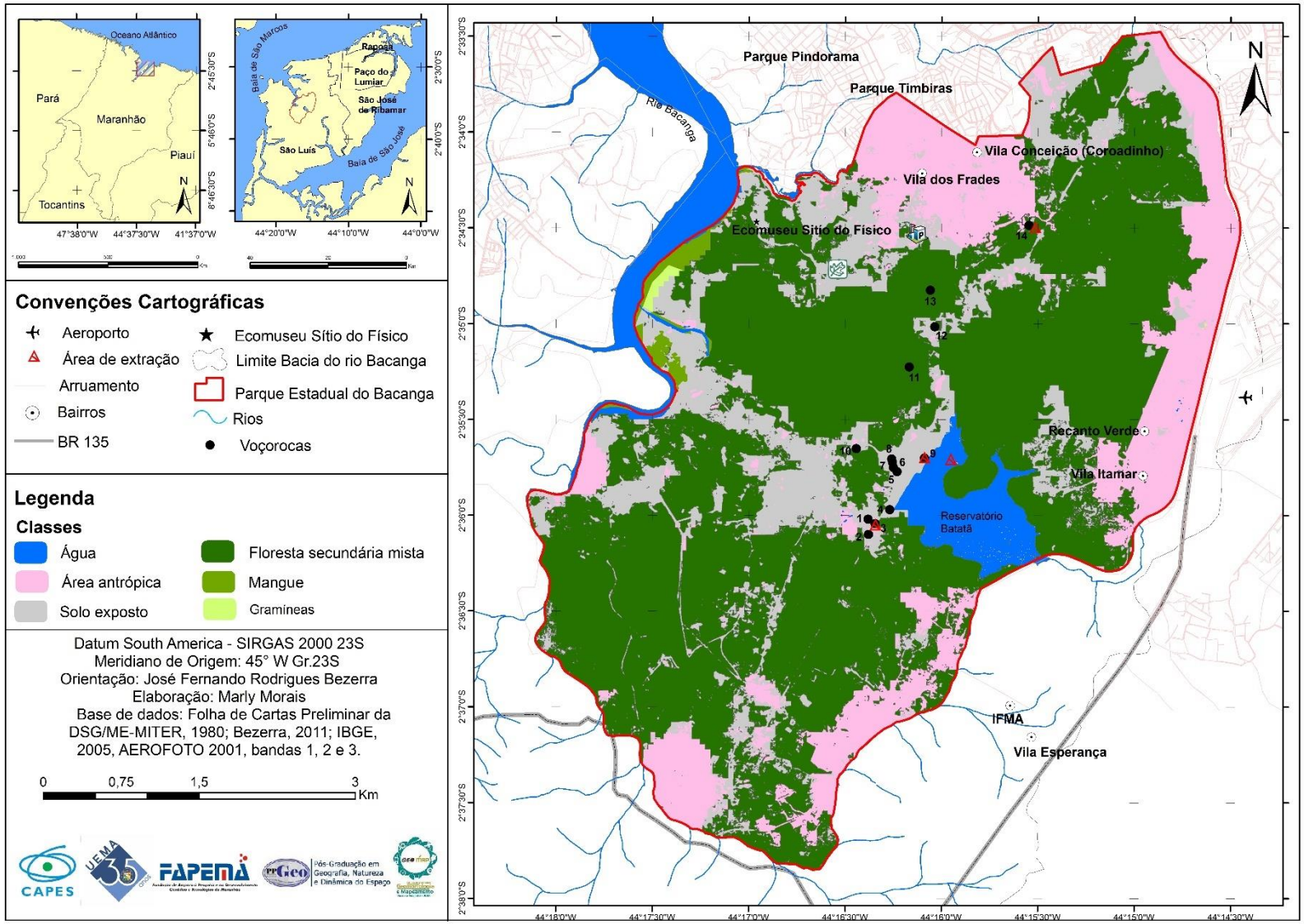
Categorias	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
Área antrópica	18,09	5,71
Floresta secundária mista	60,03	18,97
Mangue	0,78	0,24
Solo exposto	17,68	5,59
Gramíneas	0,16	0,06
Água	3,25	1,05
Total	**99,99**	**31,63**

Fonte: A autora, 2017.

Comparando o cenário de uso e cobertura da terra nos anos de 1988 e 2001 foi possível quantificar as porcentagens da evolução do uso. Constatando-se que a Floresta Secundária Mista e Mangue obtiveram uma significativa redução, visto que as duas classes ocupavam juntas, em 1988, 85,95% do total da área, e em 2001 passaram a ocupar 60,81%. Assim observa-se uma diminuição de 25,18% da vegetação em um período de 13 anos.

Em contrapartida, a classe Área Antrópica, obteve um considerável aumento no decorrer desses anos. Em 1988, ocupava apenas 8,44% do total da área, e em 2001 já ocupava 18,09%.

Figura 36 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2001 do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



- **Uso/cobertura da terra de 2011**

A avaliação da imagem de 2011 revelou que 60,13% do Parque ainda conservam áreas florestais e 0,25% com mangue, enquanto as áreas antrópicas somavam 16,65% da área e 18,99% de solo exposto. Os 3,09% das áreas restantes refere-se à hidrografia (Tabela 21 e figura 37).

Tabela 21 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 2011

Categorias	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
Área antrópica	16, 65	5,19
Floresta secundária mista	60,13	19
Mangue	0,25	0,07
Solo exposto	18,99	6,05
Gramíneas	0,88	0,27
Água	3,09	1,05
Total	**99,99**	**31,63**

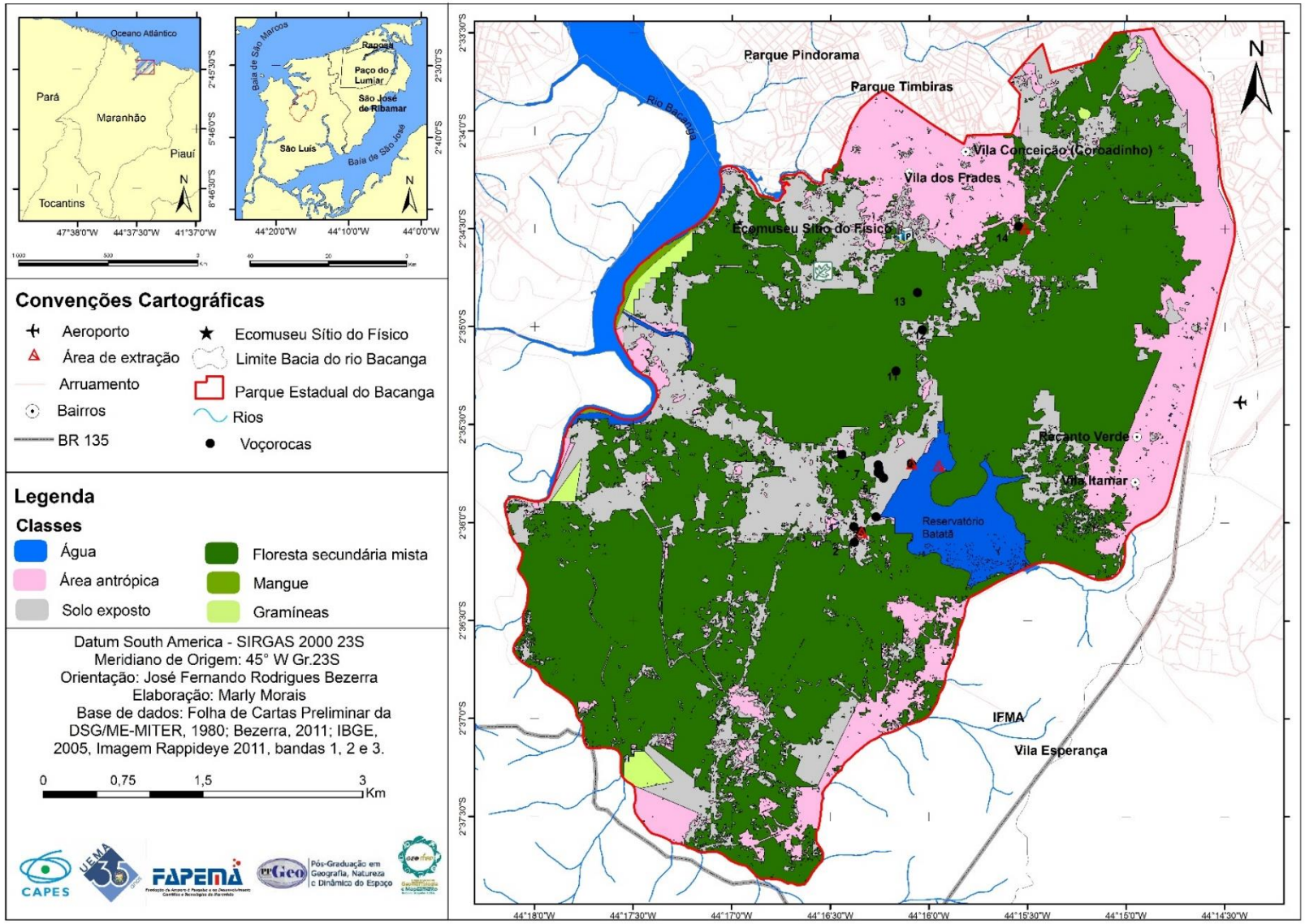
Fonte: A autora, 2018.

Correlacionando o cenário de uso e cobertura da terra nos anos de 2001 e 2011, nota-se que a floresta secundária mista cresceu 0,10% e o Mangue sofreu uma redução de 1,03%, em contrapartida o solo exposto teve um aumento de 1,33%.

O aumento da floresta secundária mista ocorreu graças à campanha “Bacanga Floresta Viva para Todos”, durante os anos de 2004 e 2006, por um Comitê operacional composto pela Associação Maranhense para a Conservação da Natureza – AMAVIDA, Planeta Vida, Instituto Maranhense de Recursos Hídricos – IMARH, Batalhão Ambiental e Secretaria de Meio Ambiente – SEMA que inicialmente tinha o objetivo de plantar um milhão de mudas nativas, no entanto até setembro de 2005, somente 1,5% do previsto havia sido concluído, ou seja, 15.000 mudas.

A campanha supracitada, não trabalhou com a sensibilização da comunidade *on site* e *of site* do PEB, sendo este um ponto negativo e seu reflexo percebido no aumento do solo exposto em áreas do manguezal.

Figura 37 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2011 do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



- **Uso/cobertura da terra de 2017**

A identificação das classes da imagem de 2017 aduziu que 61,27% do PEB conserva áreas florestais e 0,28% com mangue, enquanto as áreas antrópicas somavam 15,88% da área, solo exposto com 13,30% e a água com 2,01%. Os 0,33% das áreas restantes correspondiam à áreas não mapeadas (Tabela 22).

Tabela 22 – Cenário de uso e cobertura da terra do PEB em 2017

Categorias	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
Área antrópica	15,88	5,02
Floresta secundária mista	61,27	19,38
Mangue	0,28	0,09
Solo exposto	13,30	4,20
Gramíneas	6,92	2,18
Água	2,01	0,63
Áreas não mapeadas	0,33	0,13
Total	**99,99**	**31,63**

Fonte: A autora, 2018.

O cenário do uso/cobertura da terra no ano de 2017 demonstra um aumento de 1,14% das áreas da Floresta Secundária Mista e 0,03% do Mangue. Houve também um decréscimo de 5,69% na área de solo exposto, enquanto a gramínea expandiu-se 6,04% (Figura 38) por toda área de estudo, em comparação ao ano de 2011.

O acréscimo da floresta secundária mista ocorreu devido ao plantio de trinta e três mil mudas durante os anos de 2011 e 2012, realizada pela Itaqui Geração de Energia S/A – ENEVA e Florest Ambiental, estas contratadas pelo IBAMA, no entanto segundo relatos das empresas, nem todas as mudas floresceram pois não efetuaram a reabilitação das áreas degradadas, onde os processos erosivos encontrados já eram vistos no ano de 2001 além do não trabalho de educação ambiental com os moradores. Outro ponto que justifica-se o aumento da floresta, está no abandono de casas no interior no PEB.

Em síntese o mapeamento do uso e cobertura da terra nos anos de 1988, 2001, 2011e 2017 (Tabela 23), demonstra que oito anos após a criação do Parque, a maior parte do setor é ocupada pela floresta secundária mista mesmo com a redução dos seus limites entre os anos de 1984 a 1986.

Figura 38 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2017 do Parque Estadual do Bacanga (PEB)

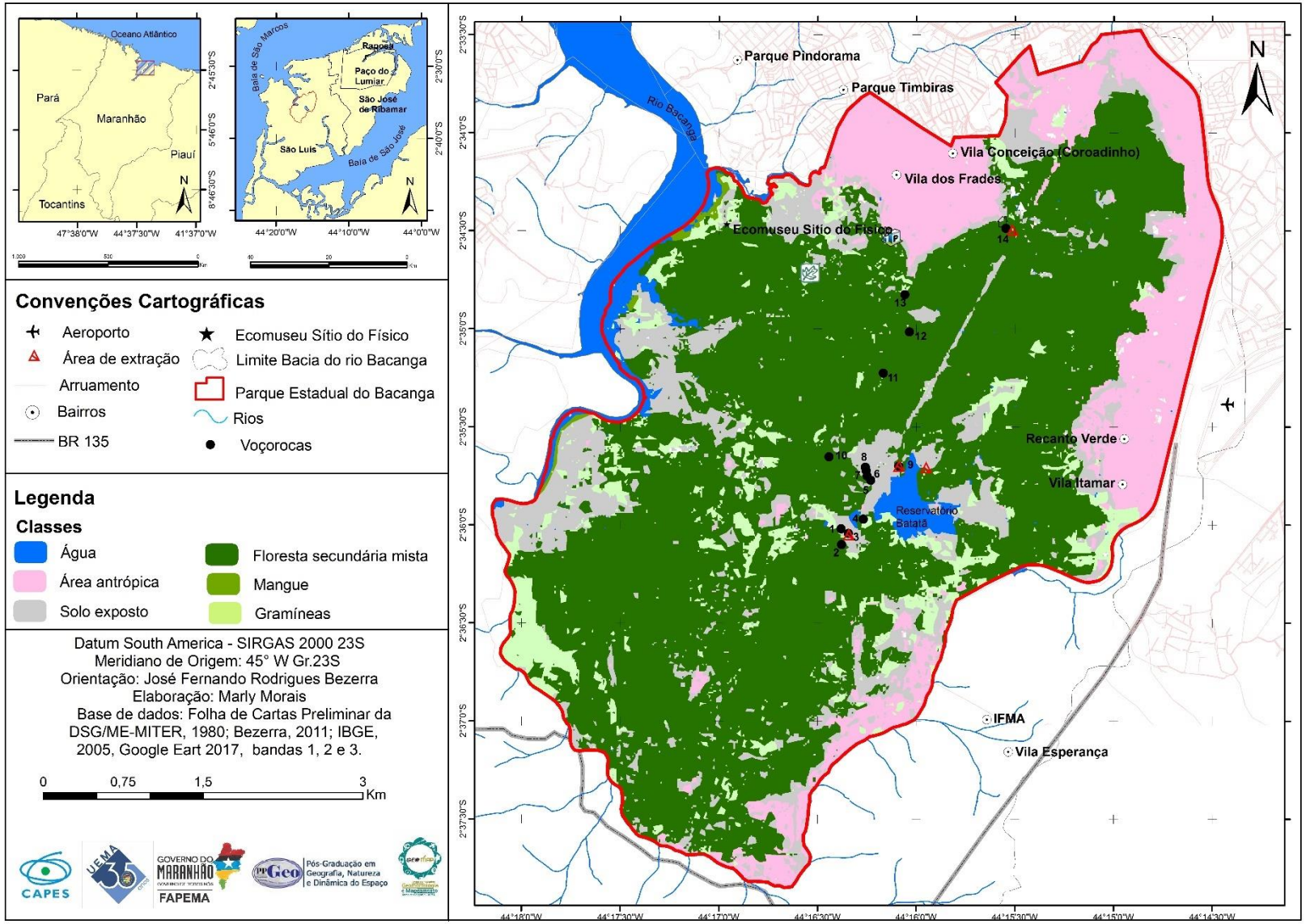


Tabela 23 – Síntese do cenário de uso e cobertura da terra do Parque Estadual do Bacanga nos anos de 1988, 2001, 2011 e 2017

ANO	CLASSE %					
	Água	**Floresta Secundária Mista**	**Mangue**	**Área antrópica**	**Solo Exposto**	**Gramíneas**
1988	3,53	83,43	2,52	8,44	2,07	x
2001	3,25	60,03	0,78	18,09	17,68	0,16
2011	3,09	60,13	0,25	16,65	18,99	0,88
2017	2,01	61,27	0,28	15,88	13,30	6,92

Fonte: A autora, 2018.

Em 2001, treze anos após a primeira imagem avaliada, revela reduções significativas na cobertura em relação às áreas de floresta e mangue, aumento do solo exposto e o surgimento da classe de gramíneas. Em relação à análise de 2011, nota-se que a redução na área antrópica e áreas de mangue, em contrapartida um aumento expressivo nas gramíneas, onde fotos revelam que mesmo após reflorestamento muitos locais encontravam-se com indícios de queimadas. O último ano analisado chama atenção para a redução de disponibilidade da água superficial, relatada em vários veículos de comunicação, ou seja, a falta d'água no reservatório que abastece 20% da população do município de São Luís – MA.

A seguir as cinco categorias (área antrópica, floresta secundária, mangue e solo exposto e gramíneas) utilizadas no mapeamento do uso e cobertura da terra nos anos de 1988 a 2017, serão descritas a seguir. Também será descrita a mata galeria que apesar de não ter sido mapeada por conta da resolução das imagens encontra-se pequenos fragmentos da mesma na área de estudo

Área Antrópica

Engloba os mais diversos tipos de construção inclusive a áreas de ocupação[3] (Figura 39). Portanto, corresponde àquelas áreas em que predominam usos residenciais padronizados (oriundos de financiamento oficial ou particular) ou áreas residenciais consolidadas, bem como áreas em que se destacam atividades terciárias. Estas últimas se relacionam aquelas áreas em que se verifica concentração e desenvolvimento de estabelecimentos comerciais e de serviços, incluindo estacionamento, superfícies gramadas e/ou arborizadas (MARANHÃO, 1998).

[3] As áreas de ocupação correspondem à forma com que a posse da terra se concretiza de fato, não significando, pois, a propriedade de direito Maranhão (1998).

Figura 39 – Vista área de áreas com área antrópica consolidada (1) e áreas de ocupação (2) sentido nor-noroeste do PEB

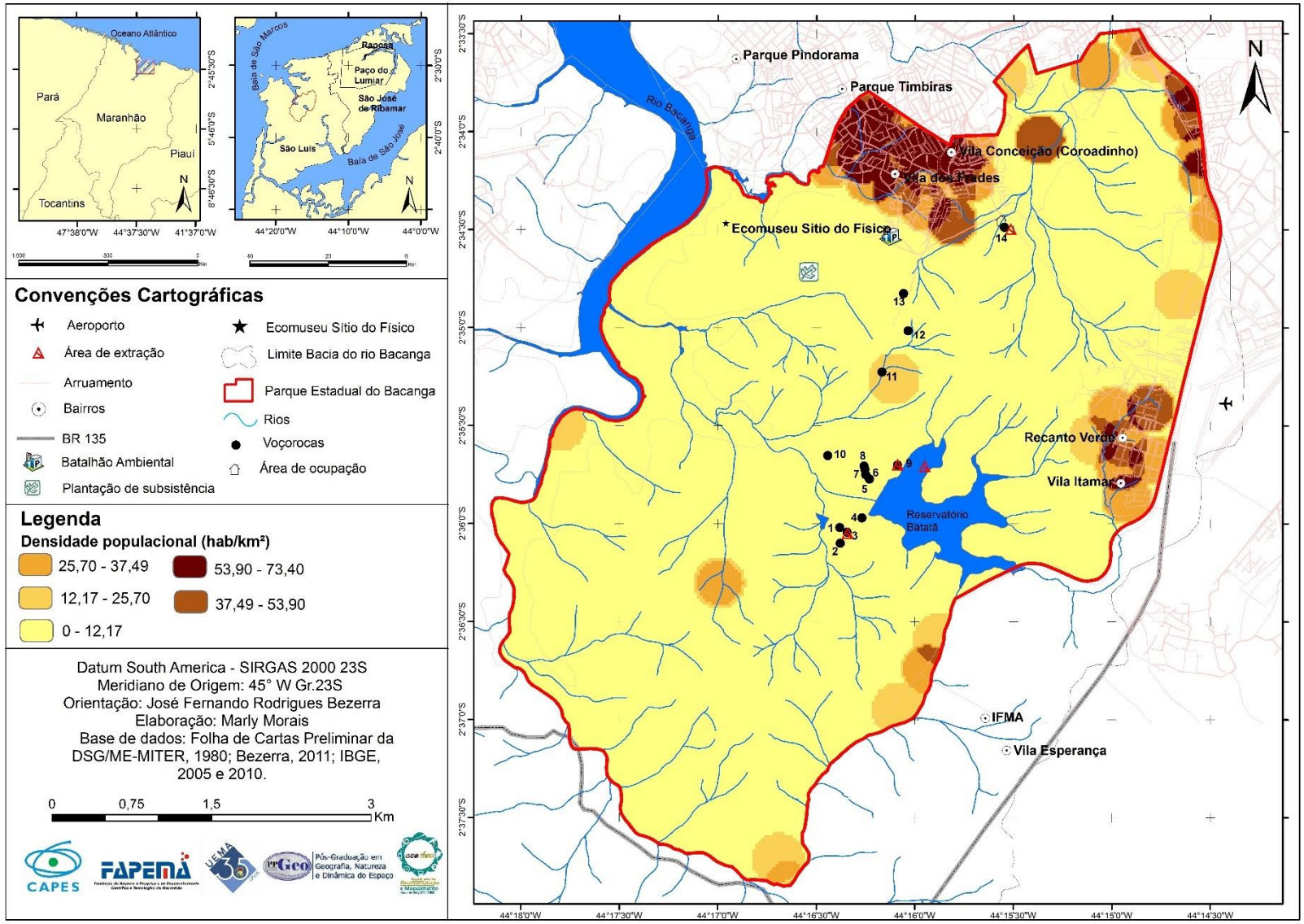
Fonte: A autora, 2017.

A população do PEB, segundo dados do IBGE (2010) é de 73,40 hab/km² esse valor equivale a um total de 4,24 % da população total do município de São Luís. Nota-se que a população na área de estudo concentra-se principalmente na porção nor-noroeste, nos bairros da Vila Conceição e Vila dos Frades.

O mapa de densidade populacional (Figura 40) representa uma divisão por setores censitários e não por bairros. Tendo em vista que o IBGE utiliza esse tipo de metodologia por conta da falta de leis de bairros no município de São Luís.

Em relação aos processos erosivos, as áreas construídas tendem a influenciar no processo de impermeabilização dos solos, ocasionando a diminuição das taxas de infiltração, e consequentemente, influenciando o aumento do escoamento superficial que pode convergir para áreas sem cobertura vegetal, gerando feições erosivas aceleradas.

Figura 40 – Mapa de Densidade Populacional do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



Floresta secundária mista

A floresta secundária mista representa a cobertura vegetal oriunda "da devastação da floresta, por processos que vão desde o arrasamento da área (...) até a retirada das árvores com valor econômico (...)". Adiciona-se a "ocorrência da vegetação secundária latifoliada (...) e as palmeiras" (MARANHÃO, 1998, p. 84). Pode ser subdividida em mata secundária de terra firme, capoeira e palmácias/babaçuais.

A mata secundária de terra firme é resultante do avanço das ocupações humanas e instalações de áreas agrícolas de subsistência principalmente nas últimas três décadas. A capoeira é muito frequente na vegetação secundária mista (Figura 41), tem o *Orbigny aspeciosa* (babaçu) como principal representante, este por sua vez é mais comum da ilha.

Figura 41 – Vista área parcial da vegetação secundária mista na porção no-noroeste (1) e noroeste (2) do PEB

Fonte: A autora, 2018.

A vegetação secundária mista é originada a partir da degradação antrópica de cobertura vegetal original de características amazônicas. A comunidade científica, afirma que os babaçuais[4] são feições resultado das atividades antrópicas, como, atividades agrícolas

[4] Palmeiras elegante que podem atingir até 20 m de altura. Estipe característico por apresentar restos das folhas velhas que já caíram em seu ápice. Folhas com até 8 m de comprimento, arqueadas. Flores creme-amareladas, aglomeradas em longos cachos. Cada palmeira pode apresentar até 6 cachos, surgindo de janeiro a abril.

baseada no método de queimadas (MARANHÃO, 1998). Durante o processo de ocupação deixou de ser Floresta Pré-Amazônica, passando a ser vegetação secundária mista.

Em algumas áreas do PEB é possível encontrar o *Mauritia flexuosa* (buriti). Também foram encontrados na área em estudo, com predominância nas bordas das voçorocas *o Byrsonima spicata* (murici) planta típica de capoeira e terra firme.

Segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA (2015) sua flora apresenta árvores como: o Babaçu, o Buriti e várias árvores frutíferas à margem direita do rio Bacanga. A fauna apresenta animais como a Preguiça, Cotias e várias espécies de aves, como Pica-pau amarelo, a Maracanã-do-buriti e o Gavião-da-cauda-branca. No parque há ainda, ruínas do complexo fabril, conhecido como Sítio do Físico (Figura 42), que possui cerca de 1.600 m² de áreas com ruínas de curtumes, fornos, tanques e armazéns.

Figura 42 – Vista parcial do Ecomuseu Sítio do Físico

Fonte: A autora, 2017.

A influência dessa cobertura vegetal aos processos erosivos acelerados reflete diretamente na qualidade ambiental da cidade, por que além de regularizar o escoamento superficial da água das chuvas diminuindo seu impacto no solo (erosão pluvial), melhora a qualidade de ar e a sensação térmica, possibilitando também um espaço de lazer. Ou seja, a

retirada da madeira e as queimadas para construções civis ou agricultura afetam consideravelmente este ecossistema.

Gramíneas

A esta categoria situa-se nas áreas próximas à floresta secundária mista e às áreas urbanizadas, aparecendo de forma sazonal e diferenciada ao longo da UC, sendo melhor identificada após o período chuvoso (Figura 43).

Figura 43 – Bordas da voçoroca 1 com gramíneas durante o período chuvoso de 2017

Fonte: A autora, 2017.

A influência desta categoria sobre os processos erosivos, também caracteriza-se na proteção do solo contra erosão, visto que existem muitos trabalhos desenvolvidos na recuperação de áreas eroditas com gramíneas, por sua capacidade de reprodução (características do sistema radicular), servindo de ancora natural do solo por melhor o nitrogênio do mesmo.

Manguezais

O manguezal é uma zona úmida, definida como "ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés" (NOVELLI ,1999, p. 7).

> Os manguezais são as formações normalmente encontradas em ambientes salobros e acompanhando os cursos d'água em trechos sujeitos à influência das marés, estuários, igarapés entre outros. A vegetação de manguezais é representada pela ocorrência do

> mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue siriba (*Avicenianitida*) e o mangue branco (*Laguncularia racemosa*) (Maranhão 1998, p.76):

Estudos realizados, afirma que no ano de 1972, o município de São Luís possuía 25.800 hectares de mangue. Em 2003, apenas 15 hectares, isso significa que em 31 anos acorreu à diminuição de 40% (MOCHEL *et al*, 2013). Segundo este estudo, as áreas mais afetadas encontram-se na bacia do rio Anil e Bacanga (em sua margem direita pertencente a área da UC).

As áreas de manguezal (Figura 44) do PEB estão sendo convertidas, de forma desordenada, em solos urbanos, nos quais o mangue não se reproduz. Tal ato além de provocar o desaparecimento da fauna e da flora, ocasiona as enchentes devido ao afunilamento das margens de rios, onde existe vegetação de mangue.

Figura 44 – Vista parcial área do manguezal com área antrópica (1) e áreas com pequenos fragmentos de gramíneas e solo exposto (2) com vestígios de queimadas.

Fonte: A autora, 2018.

"Onde há manguezal existe lama, que atua como uma esponja, bebendo a água. Com a transformação dessas áreas em solos impermeáveis, o rio transborda e inunda outros locais. Isso se torna mais grave no período das chuvas" (MOCHEL, 2006), tem-se como exemplo, as enchentes que acontece todo ano no Coroadinho bairro pertencente área de estudo.

A influência dessa categoria e seu uso vão além da minimização dos impactos sobre os processos erosivos, pois o mangue desempenha importante papel de ordem ecológica e econômica. Assim destaca-se a proteção da linha costeira, funcionando como barreira mecânica ação erosiva das ondas e marés, retém os sedimentos carreados pelos rios, constituindo-se em

uma área de deposição e depuração natural, retendo os metais pesados e servindo de abrigo para inúmeras espécies, além de ser um estabilizador climático.

Mata Galeria

A mata galeria pertence à "formação das áreas quaternárias aluviais, influenciadas ou não pelas cheias dos rios; de estrutura complexa, rica em palmeiras". Neste caso destacam-se palmáceas como o buriti (Mauritia flexuosa) e a juçara (Euterpe oleraceae) (MARANHÃO, 1998, p.43).

Enquadra-se na categoria restrita à ocupação devido ao papel que desempenha em se tratando de proteger o sistema de mananciais, principalmente os ainda não poluídos. Por se tratar de uma área de Preservação Permanente a legislação brasileira em seu artigo 4º da Lei 12.651/2012, diz que:

> I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas (BRASIL, 2012, p.4).

Na área de estudo, é possível visualizar pequenas machas desta categoria na aerofoto (2009), situadas em propriedades privadas.

A influência desta cobertura vegetal sobre os processos erosivos é alarmante, pois sua retirada provoca o aumento do assoreamento dos rios que tendem a sair do seu leito com maior facilidade durante o período chuvoso, provocando inundações e solapamento das margens. Esse assoreamento além de deixar a água barrenta, impedindo a passagem de luz, prejudicando a fauna do rio, faz com que a água escoe não permitindo sua infiltração, reduzindo as nascentes.

Solo exposto

Esta cobertura da terra, comumente aparece nas proximidades de áreas com ocupações onde acontecem a de extração de areia, silte, argila e laterita para construção civil. Sendo a cobertura vegetal constantemente utilizada para a construção de residências dentro e nos bairros circunvizinhos, causando consequentemente o aumentando das tensões no Parque

do Estadual do Bacanga, entre estes moradores e as entidades gestoras. Durante os campos realizados, foram encontradas 3 (três) extrações minerais, duas de lateritas e uma de silte, argila, dentro do reservatório (Figura 45).

> O §1º do artigo 7º da Lei 9985/2000 – SNUC, afirma, "O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais [...] Uso indireto: "aquele que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais".

Tal atividade deveria apresentar Licenciamento Ambiental segundo a Resolução CONAMA nº 001/1986, no seu Art. 2º capítulo IX. No entanto ressalta-se que o Licenciamento não seria autorizado, pois segundo a Resolução CONAMA nº 10/1988 Art. 6º define que "Não serão permitidas nas UC's as atividades de terraplanagem, mineração, dragagem e escavação que venham causar danos ou degradação do meio ambiente e /ou perigo para pessoas ou biota".

Segundo informações do antigo chefe do Departamento de Proteção e Conservação Ambiental (2007-2008), muitas extrações foram autorizadas por seu órgão gestor a SEMA entre os anos de 1999- 2001 no Parque e na APA do Maracanã. Sendo um trabalho ardo a revogação das mesmas, no entanto nem todas foram casadas. Segundo a atual gestão das UC's no Maranhão, todas as áreas de extrações encontradas foram multadas e embargadas.

As outras áreas de solo exposto no Parque são referentes as estradas vicinais, queimadas e desmatamento principalmente para cultivo.

Considerando os objetivos desse trabalho nota-se que ao longo dos anos a Barragem onde se encontra esta extração, sofre com assoreamento oriundo de processos erosivos acelerados (voçorocas), isto é comprovado pela sua profundidade atual (12 metros). É necessário um novo Plano de Manejo, e que desta vez seja considerado as áreas que a primeira vista pareça irrecuperável.

Figura 45 – Vista aérea da área de extração dentro do reservatório do Batatã

Fonte: A autora, 2018.

Por ser uma cobertura desprovida de vegetação intensifica a erosão pluvial. Na área de estudo o uso aponta vários aspectos negativos, entre eles a redução de nutrientes do solo e o avanço dos processos erosivos acelerados.

4.3 Índices de Vulnerabilidade Ambiental no Parque Estadual do Bacanga

O cruzamento das informações, como descrito nos procedimentos, resultaram no mapeamento da vulnerabilidade ambiental do Parque Estadual do Bacanga, na qual foi possível identificar as vulnerabilidades muito baixa ou nula, baixa, média, forte e muito forte. Com o mapeamento dessas áreas foi possível a indicação das áreas potencialmente mais frágeis da paisagem, sendo fundamentais para o planejamento ambiental-territorial.

A partir dos estudos de Maranhão (1998), o PEB apresenta as seguintes classes de solos (adaptados para a nova classificação da EMBRAPA, 2006): Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Regolíticos, Gleissolos e Gleissolos Tiomórficos e áreas urbanas. Os graus de vulnerabilidade dessa categoria podem ser visualizados na tabela 23.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) encontrados na porção nordeste são solos desenvolvidos de materiais da Formação Itapecuru e de sedimentos referidos ao Grupo Barreiras. Apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita (EMBRAPA, 2006).

As cores dos Argissolos Vermelho-Amarelo situam-se principalmente no matiz 5YR com valores de 4 a 6 e croma de 6 a 8; podendo em menor frequência ocorrer cores no

matiz 7,5YR com valor 4 e croma 6. São solos profundos e muito profundos; bem estruturados e bem drenados; com sequência de horizontes A, Bt; A, BA, Bt; A, E, Btetc.

Tabela 24 – Grau de vulnerabilidade dos solos do PEB

Solos	Classificação anterior	Fragilidade
Gleissolos	----------	Baixa (2)
Gleissolos Tiomorficos (Manguezal)	GleiTiomórfico	Muito baixa ou nula (1)
Argissolo Vermelho-Amarelo	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa	Muito Forte (5)
Neossolo Regolítico	Regossolo	Muito forte (5)
Área urbana	----------	Média (3)

Fonte: Adaptado de Ross (1994) e Bezerra, 2011.

Os Neossolos Regolíticos cobrem quase todo o PEB e apresenta vulnerabilidade muito forte (Tabela 23), são originários da formação Barreiras e Itapecuru. São solos com sequência de horizontes A-C-R e textura geralmente variável de arenosa a média, que apresentam por definição teores de minerais primários alteráveis superiores a 4 % nas frações areia e cascalho nos primeiros 150 cm.

De forma geral, os Neossolos Regolíticos apresentam baixo teor de matéria orgânica e elevada permeabilidade e baixa capacidade de retenção de umidade. Eles podem ser eutróficos ou distróficos, com fragipã (conceituado como um horizonte subsurpeficial, com conteúdo baixo de matéria orgânica, aparentemente cimentado) e, ou, caráter solódico, resultando em características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas distintas, resultantes de sua gênese (EMBRAPA, 2006).

Os Gleissolos ocorrem nas planícies de inundação dos rios, são mal drenados, fortemente ácidos e pouco profundos e de textura argilosa. Apresentam como característica principal, o hidromorfismo[5] (MARANHÂO 1988). Localizam-se na porção central, sul e sudoeste do parque e apresentam baixa vulnerabilidade (Tabela 23).

Os Gleissolos Tiomórficos são predominantemente desenvolvidos de materiais recentes do Quaternário (Holoceno), constituídos por sedimentos aluviais e depósitos orgânicos estão dispostos na planície de maré, preenchidas pelos manguezais, sendo constituídos por argilas, apresentam muito baixa ou nula vulnerabilidade ambiental, em relação ao início e desenvolvimento dos processos erosivos (Tabela 23).

[5] Relativo a um solo que em condições naturais se encontra saturado por água, ou excesso de umidade permanentemente ou em certos períodos do ano.

No tocante a análise da declividade das vertentes, esta possibilita evidenciar a distribuição das inclinações da superfície do terreno, sendo uma importante característica na análise do balanço de deposição e retirada de material.

Quanto maior a declividade, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, aumentando a velocidade da água e sua capacidade de transporte, responsável pelos processos erosivos que modelam as formas do relevo.

Por apresentar predominância de superfícies dissecadas e colinas esparsas (com declives suaves), foram adotados intervalos de declividade de menor peso por não possuírem representatividade espacial as áreas com maior declive encontram-se nas bordas dos tabuleiros. Os intervalos de declividades em % com suas classes de vulnerabilidade ambiental podem ser visualizados na tabela 25.

Tabela 25 – Intervalos de declividade com respectivas vulnerabilidades ambientais no PEB

Categorias Hierárquicas	Classes de Declividade
Muito baixa ou nula	< 3%
Baixa	3 a 6%
Média	6 a 12%
Forte	12 a 20%
Muito Forte	20 a 55%

Fonte: A autora, 2018.

Com base nos dados das estações pluviométricas das séries históricas do INMET, LAMET UEMA, CEMADEN e ICEA no período de 2007 a 2017, foram definidos três intervalos pluviométricos: 1.767 – 1.772 mm, 1.772 – 1.777 mm e 1.777-1.783 mm (Tabela 26).

Tabela 26 – Vulnerabilidade ambiental associada aos índices pluviométricos

Intervalo chuvas (mm)	Vulnerailidade
1.767 – 1.772	Média (3)
1.772 – 1.777	Forte (4)
1.777 – 1.783	Muito Forte (5)

Fonte: A autora, 2018.

Apesar da pequena diferença entre os intervalos, esses índices podem influenciar a aceleração dos processos morfogenéticos e a formação de feições erosivas em diferentes setores da área de estudo.

A precipitação concentrada em seis meses durante o ano na região foi considerada como importante peso na composição do mapa de vulnerabilidade. O período de estiagem, ou chuvas escassas, inicia-se em meados de julho, finalizando em dezembro, caracterizando-se por forte insolação e elevadas taxas de evaporação, peculiar às regiões próximas a linha do Equador.

Com os trabalhos de campo, pode-se perceber que no período chuvoso, o transporte e deposição dos sedimentos são maximizados, devido às características atmosféricas aqui mencionadas, formando assim diferentes feições erosivas nas áreas com alta e média vulnerabilidade.

Os atributos físicos como densidade do solo e umidade são indicadores da qualidade do solo, entendendo como qualidade do solo a capacidade deste em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra (DORAN & PARKIN, 1994).

Por esta razão a análise da densidade do solo fez-se necessária neste estudo. Suas respectivas classes de vulnerabilidade estão dispostas na tabela 27.

Tabela 27 – Vulnerabilidade da densidade do solo

Categorias Hierárquicas	**Densidade do solo g/m³**
Muito baixo (1)	0, 30 - 0,39
Baixo (2)	0,39 – 0,77
Médio (3)	0,77 – 1,66
Forte (4)	1,66 – 1,70
Muito Forte (5)	>1,70

Fonte: A autora, 2018.

Os resultados mostram que quanto maior a densidade do solo, maior será a compactação do solo, tendo menor estruturação e menor porosidade. Na área de estudo isso deve-se ao processo de desmatamento, extração mineral e áreas de ocupação.

A cobertura vegetal do Parque Estadual do Bacanga representada pela floresta secundária mista é composta por espécies de porte arbóreo e de maneira mista, entre as árvores existentes está Plantonia insignis (bacuri), Cedrella odorata (cedro-rosa), Hymenea coubaril (jatobá), Orbignya speciosa (babaçu) entre outras, se apresenta de forma não contínua e não pode ser caracterizada como uma classe única (LORENZI, 2002).

Apresenta-se como uma formação da mata pré-amazônica, predominantemente arbórea, embora com estágios diferenciados de preservação. Em certos trechos, árvores com altura variando entre 25 e 30m de altura e mais de 100 cm de diâmetro.

Estudos realizados por Bezerra (2011) na bacia hidrográfica do rio Bacanga onde o Parque está localizado a área apresentava baixo ou nula fragilidade, sendo que abaixo delas dessas coberturas, está à categoria de uso gramíneas, oriundas do processo de devastação recente, não tendo tempo suficiente para completar o processo de sucessão ecológica, devido também ao tipo de uso que é submetido, geralmente, o pastoreio, o que vem ser um fator agravante para o início de desenvolvimento de processos erosivos. Para Bezerra (2011), a categoria gramínea foi classificada como forte fragilidade ambiental.

Para o mesmo autor (BEZERRA, 2011), as áreas construídas foram caracterizadas pelas zonas impermeabilizadas com formação do rápido escoamento superficial, sendo classificada como baixa fragilidade, apesar de que nas áreas circunvizinhas com cobertura de gramínea e alta erodibilidade, o fluxo superficial concentrado possa gerar impactos negativos (Tabela 28).

Tabela 28 – Fragilidade dos usos e coberturas na bacia do rio Bacanga

Uso da terra / cobertura vegetal	**Fragilidade**
Cobertura arbórea	Muito baixa ou nula
Área construída	Baixa
Gramíneas	Forte

Fonte: Bezerra, 2011.

O mapeamento do uso e cobertura realizado verificou que as classes encontradas por Bezerra (2001) sofreram alteração no que tange a categoria de área considerando que a mesma engloba espaços de ocupações próximos a solo exposto com declives acentuados conforme pesquisa. Em relação às classes com o detalhamento da imagem de satélite da Rapideye (2011) foi possível encontrar duas novas classes conforme a tabela 29.

Tabela 29 – Vulnerabilidade do uso e cobertura do PEB

Uso e cobertura da terra	**Vulnerabilidade**
Floresta Secundária Mista	Muita Baixa (1)
Mangue	Muita Baixa (1)
Área construída	Média (3)
Gramíneas	Forte (4)
Solo exposto	Muito forte (5)

Fonte: A autora (2018).

Essa mudança no uso e nas classes de vulnerabilidades pode ser explicada pelo aumento significativo da população. Pois a área de entorno do Parque concentrava mais de 60

mil habitantes em 2001, e sua população só tendeu a crescer nos últimos anos, exercendo uma forte pressão antrópica sobre essa unidade de conservação.

Assim, o cruzamento das informações, referentes ao uso e cobertura da terra, pedologia, densidade do solo, índices pluviométricos e declividade, e com base nos trabalhos de campo na área de estudo, resultaram no mapa de vulnerabilidade ambiental do Parque Estadual do Bacanga, no qual foi possível identificar as vulnerabilidades muito baixa ou nula, baixa, média, forte e muito forte.

A aceleração dos processos morfogenéticos no parque está relacionada à expansão urbana, sem planejamento, pois a pequena amplitude altimétrica e a baixa declividade das unidades geomorfológicas não oferecem limitações para o uso e ocupação do solo, ocasionando o surgimento de vários problemas socioambientais, dentre eles, o surgimento e evolução de processos erosivos acelerados.

As quatorze feições erosivas aceleradas, classificadas de 1 a 14 estão relacionadas às vulnerabilidades média, forte e muito forte (Figura 46). Conforme observado na tabela 30, a vulnerabilidade média representa 33,11 % da área total do parque, seguida das vulnerabilidades forte (27,21%) e muito baixa (13,66%). As áreas de menores representatividades espaciais na área de estudo, são as vulnerabilidades muito forte e baixa, que chegaram a 13,05% e 12,96 % respectivamente.

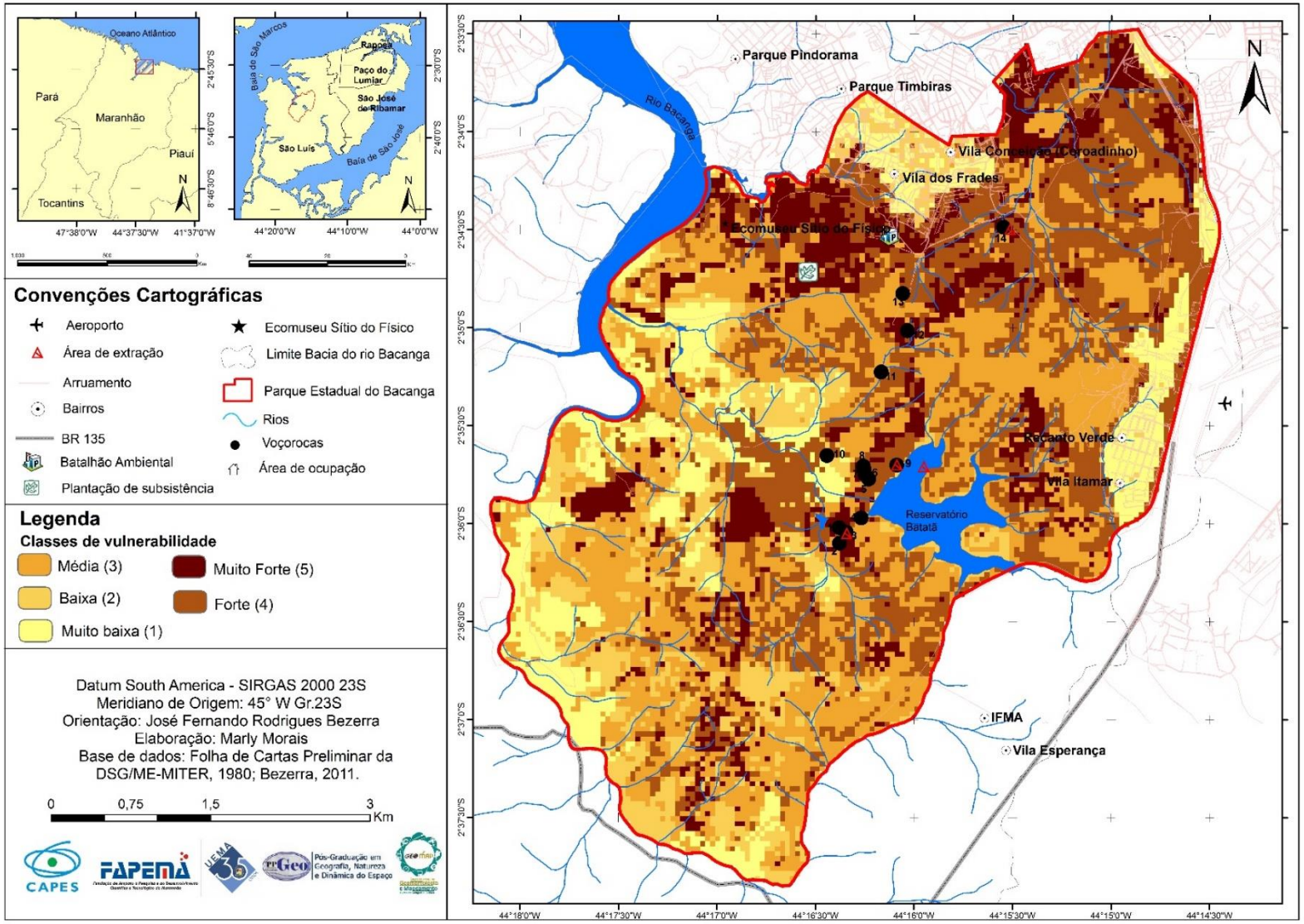
Tabela 30 – Classes de vulnerabilidades do PEB

Classes	**Área**	
	Valor relativo (%)	**Valor absoluto (Km²)**
Muito forte (5)	13,05	4,15
Forte (4)	27,21	8,60
Média (3)	33,11	10,47
Baixa (2)	12,96	4,10
Muito baixa ou nula (1)	13,66	4,31
Total	**99,99**	**31,63**

Fonte: A autora, 2018.

Contudo, mesmo a vulnerabilidade média ser a classe de maior representatividade espacial, somente a voçoroca onze está situada nesta camada, os demais processos erosivos encontrados estão localizados na categoria forte (1, 2, 3, 4, 12 e 14) a muito forte (5, 6, 7, 8, 9, 10 e 13).

Figura 46 – Mapa de Vulnerabilidade Ambiental do Parque Estadual do Bacanga (PEB)



5 Impactos socioambientais causados por processos erosivos, considerando as inter-relações dos processos físicos, político-econômicos e socioculturais

Após a abordagem geossitêmica do Parque Estadual do Bacanga, através do enfoque geoambiental associado ao uso e cobertura da terra e sua vulnerabilidade ambiental, é indispensável, para o diagnóstico integrado da realidade e objetivos deste trabalho, considerar as inter-relações sociedade/ambiente na construção do território/paisagem atual da área de estudo. Nesta perspectiva, busca-se neste capitulo identificar e analisar os impactos socioambientais causados por processos erosivos, considerando as inter-relações dos processos físicos, político-econômico e socioculturais, a partir das entrevistas realizadas com os atores sociais envolvidos *in loco*, matriz de impacto socioambiental (Apêndice B) e dados secundários.

Deste modo, adotando como base, primeiro as entrevistas realizadas na comunidade do rio da prata[6] com vinte e cinco famílias, pôde-se constatar uma série de problemas socioambientais, como por exemplo, a redução do recurso hídrico, surgimento de ravinas e voçorocas e diminuição de áreas de floresta, oriundos da instalação das linhas de transmissão Centrais Elétricas do Brasil S/A - ELETRONORTE, abertura de estradas, abertura do açude do rio da prata e extração de material sedimentar no PEB, principalmente após o ano de 2000, onde há relatos do surgimento de processos erosivos. Como as entrevistas tiveram ênfase em tópicos com questões temporais – como finalidade avaliar como era o "antes" e o "depois" da paisagem do parque e a relação de territorialidade com o mesmo – não sendo difícil perceber como a dinâmica da comunidade foi alterada em decorrência desse fato.

É importante destacar que cinco dessas famílias entrevistadas, são remanescentes de moradores do ano de 1942, ou seja, anterior a criação da floresta protetora dos mananciais e consequente ao Parque e a instalação do reservatório do Batatã. Assim, constatou-se a presença de familiares idosos que residem há mais de 60 anos no PEB que deram grande contribuição para a compreensão da relação entre a comunidade e o ambiente.

Durante as entrevistas foi recorrente o seguinte depoimento:

> [...] Nosso rio era a melhor coisa que tinha por essa região, ai fizeram esse açude, tudo aqui era brejo, ai água tomou conta de tudo, aqui as mulheres lavavam roupas, banhavam, os homens pescavam, mais eles não cuidaram do açude era bonito, tinha 9 metros, agente que limpa ele, mais ele não é mais fundo e bonito como antes[...]. (Entrevistados da comunidade)

Mediante o exposto, percebe-se a relação dos atores sociais com o ambiente natural, a expressão "nosso rio" (Figura 47) indica um caráter de territorialidade pelo recurso hídrico

[6] Os moradores que residem ao entorno do açude criado pela CAEMA no rio da prata, intitulam-se comunidade do rio prata.

local e reflexo de um princípio de zelo, além da percepção sobre a alteração da paisagem, fato este, realmente constatado durante as entrevistas.

Figura 47 – Vista parcial do açude Batatã próximo a comunidade Prata

Fonte: A autora, 2018.

No que diz respeito ao açude, percebeu-se que os moradores possuem certa percepção sobre o seu assoreamento, ficando evidente este fato quando os mesmos relacionam a existência de uma voçoroca (neste trabalho denominada de Voçoroca 2) que têm seus sedimentos carreados para o açude. Sobre este fato, os entrevistados relataram o seguinte:

> [...] Tem um buraco ali em frente, que surgiu depois que tiraram uma pedra de mais de 15 metros [...], deu pra ver essa pedra depois que eles tiraram as árvores por causa do poste, apareceu uma ponta e foram cavar, depois disso esse buraco só aumentou e assoreou nosso açude, quando chove vem muita areia pra dentro dele [...]. (Entrevistado da comunidade)

Através desde e outros depoimentos - em relação ao processo erosivo de maior representatividade espacial (voçoroca 2) - constatou-se que a mesma surgiu de forma induzida, sendo esta exclusivamente uma voçoroca antrópica, que associada a vulnerabilidade ambiental da área, tem avançado de forma alarmante. Outro ponto que chamou atenção no diálogo com a comunidade foi à relação com o Batalhão de Polícia Ambiental e a CAEMA.

> [...] Aquele IBAMA[7], vive chamando agente de invasores, vê agente pescando, vem e quebra a vara, rasga a rede [...] e a CAEMA, que não faz nada aqui a não ser tirar a água, trata nós como invasores[...] eles tinham um funcionário que vivia caçando

[7] Durante as entrevistas, era comum os moradores da comunidade do rio prata refere-se ao BPA como IBMA, tal situação explica-se pois durante muito tempo foi este órgão que administrou o PEB.

> confusão até que um dia ele apanhou, quase da morte[...], ora se chegamos aqui primeiro, acabaram como nosso rio, as árvores nem tem mais como antes, nossos olho d'água tudo seco[...]. (Entrevistado da comunidade).

Ressalta-se que sobre este episódio, as informações são conflitantes, e o funcionário do BPA relatou a seguinte versão:

> Com relação a fiscalização do parque, nós fazemos essa fiscalização diariamente, ela e realizada pelo CPU, que é o oficial ou subtenente que comanda, mais o motorista um ou dois policiais, para darem apoio [...], haja vista que dentro do parque existe algumas comunidades, e essas comunidades de vez em quando fazem algum tipo de atividade que ocasiona a depredação ou desmatamento [...], mais quando vem uma denúncia com relação a algum tipo de atividade que ocasiona em delito e crime ambiental, agente manda especificamente para verificar essa denúncia [...] a nossa relação com a comunidade, ela tem um pouco de animosidade, até por que a comunidade local ela tenta fazer algum tipo de atividade, mais sem buscar o esclarecimento necessário e comete algum tipo de crime ambiental, como a realização de fornos para fabricação de carvão [...] nós vamos lá conversamos com o morador da comunidade trazermos ele pra cá, na maioria das vezes não se multa logo de imediato, agente tentar conscientizar, quando a conscientização não surte o efeito necessário agente faz a multa [...] alguns moradores são parceiros do BPA, eles também são fiscais dentro do parque. (Representante do BPA)

Essa divergência de informação dá-se pelo fato de que órgãos ligados a Secretaria de Segurança Pública normalmente sofrem alterações em seus efetivos, enquanto os entrevistados da comunidade estão residindo no PEB há mais de dez anos (menor tempo de residência no parque), o representante do BPA está neste departamento somente há três anos. Sobre o Batalhão Ambiental, vale ressaltar que o mesmo atende todo o estado do Maranhão, contanto com apenas 110 policiais e duas viaturas.

Entretanto, com a CAEMA sucedeu a veracidade da informação:

> [...] Nossa relação é muito traumática com eles [...], tem muita gente que nasceu e cresceu ali dentro do parque, e isso era pra ter sido resolvido na época da criação, por que nas terras da CAEMA agente protegeu até um certo ponto, tinha polícia, derrubava tudo, agia com violência [...], mas para algumas pessoas naquela época, não tinha importância a água, foram deixando, como por exemplo a Vila Conceição, Coroadinho[...]. (Representante da CAEMA)

Em referência a fala final do representante da CAEMA, o mesmo retrata, os Decretos Lei Estadual de 1984, 1986 e 1992, explanados no capítulo 4.2 deste trabalho. Ao expressar seu descontentamento sobre estes acontecidos, relata a atual crise hídrica que o município de São Luís está sofrendo, onde o chamado volume morto do reservatório Batatã (Figura 48) foi atingido em junho de 2016, sem nível de água possível de bombeamento, quando criado tinha a capacidade de armazenar 4.680.000m³ de água.

Figura 48 – Vista parcial do reservatório do Batatã, com seu volume morto atingido

Fonte: A autora, 2018.

Durante as entrevistas com o BPA e a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão, ficou claro a questão da falta de ordenamento territorial do PEB, quando claramente os dois órgãos reconhece a ineficiência de gestão por haver terras, pertencentes a moradores, a CAEMA e ao Estado.

Com relação à Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Maranhão – SEMA, durante a entrevista, o órgão mostrou conhecimento de vários problemas ambientais no interior do parque, entre eles, o desmatamento e as áreas de extração, que segundo eles foram embargados e multados, assim como os conflitos existentes, segundo o exposto pelo representante da SEMA:

> Conflitos são inúmeros, a maioria das pessoas ali são posseiros ou invasores, pouquíssimos tem o título [...] Fizemos o levantamento dos principais problemas ambientais, onde mapeamos toda a área do parque e posteriormente a dividimos em setores, posteriormente foi elaborado um relatório e encaminhado ao Ministério Público e a Secretaria de Segurança pública, neste mapeamento identificou-se as áreas de extração de lateritas, silte e argila - está localizada dentro do reservatório, tirava 20 carradas de areia por dia - embagamos e multamos, as áreas de carvoaria, de plantações entre outros, além de áreas que são utilizadas para o descarte de resíduos sólidos, também identificamos vários processos erosivos. Sugerimos após este mapeamento uma nova definição do limite da UC'S, Encaminhamos também para Casa Civil para que seja votado na Assembleia Legislativa (Representante SEMA).

Além dessa problemática foi apontado a questão dos licenciamentos solicitados pela prefeitura municipal, para construções de condomínios, o qual foram todos negados mediante ao limite de 2001 ter sido revogado pelo Ministério Público em 2016, causando vários descontentamentos entre a prefeitura municipal e os empreendedores. Outra característica da secretaria, na Superintendência de Biodiversidade e Áreas Protegidas – SBAP, semelhante ao

BPA, é a faltou de recursos humanos, pois a mesma cuida de 15 unidades de conservação em todo o estado e conta somente com apenas 10 técnicos e alguns estagiários.

Ao ser questionado sobre os trabalhos de educação ambiental a SBAP, informou que existem trabalhos muito pontuais dentro do Parque realizados pelo BPA e pelo Ecomuseu Sítio do Físico, a secretaria em si, junto ao governo do estado, está promovendo atualmente o Programa Maranhão Verde, onde serão contempladas algumas famílias, que irão receber bolsas, para ajudar a recuperar e preservar a área. Sobre este programa o mesmo irá acontecer em quatro etapas, sendo no PEB o segundo projeto, que já se encontra em execução.

A temática de educação Ambiental foi levanta por dois atores sociais envolvidos com o Parque, o BPA e o Ecomuseu Sítio do Físico. Conforme mencionado, pela SEMA, a mesma acontece de forma pontual, estando mais voltada aos moradores do bairro Coroadinho (Vila dos Frades e Vila Conceição). O BPA trabalha com trinta brigadista, onde são tratados temas ambientais, com atividades teóricas e práticas - projeto desenvolvido a mais de dez anos. O Sítio do Físico realizada periodicamente oficinas e minicursos nas escolas do bairro supra citado. Nestas oficinas são trabalhadas principalmente sobre o desmatamento e resíduos sólidos. No tocante mesmo com esse trabalho realizado, foram encontrados diversos pontos de descarte de resíduos sólidos, além do desmatamento com técnica de queimadas (Figuras 49 -50).

Figura 49 – Vista parcial da deposição de resíduos sólidos, proximidades da voçoroca 13 e áreas de occupações

Fonte: A autora, 2017.

Figura 50 – Vista parcial de áreas com indício de queimada, próxima a área de ocupação a noroeste do parque

Fonte: A autora, 2017.

Portanto o panorama atual das áreas com processos erosivos no Parque Estadual do Bacanga apresenta características de degradação ambiental, ocasionada principalmente pelo desmatamento e abertura de estradas, sendo que estas atividades na área seguem uma contextualização histórica, baseada em uso para fins econômicos regionais, como a distribuição de água pela CAEMA, instalação das linhas de transmissão e extração de material sedimentar, além da ocupação intensa, nesses ambientes vulneráveis.

Nesse sentido e conforme as informações elencadas (Quadro 3) a vulnerabilidade ambiental da área associada ao surgimento de processos erosivos representam uma fonte de deterioração dos recursos hídricos, haja vista que além da falta de cobertura vegetal, os sedimentos são depositados diretamente sobre os rios e lago, onde apesar de vários períodos terem sido feitos replantio, não houve aplicação de técnicas de recuperação, controle e proteção ambiental dos ambientes degradados.

De acordo com o exposto no quadro 3, verifica-se que os processos erosivos geram impactos negativos, de magnitude forte - média, com abrangência local e regional e frequência contínua para o meio ambiente. E que o período chuvoso de junho a dezembro é favorável à evolução dessas voçorocas, juntamente com a densidade do solo, o que contribui para um ambiente ainda mais vulnerável.

Quadro 3 – Impactos socioambientais relacionados aos processos erosivos

Classe / Impacto	Natureza	Magnitude	Abrangência	Frequência
Alterações dos recursos hídricos superficiais			R	C
Alterações dos recursos hídricos subterrâneos			L	C
Alteração da qualidade do solo			L	C
Alteração da topografia			L	C
Redução da matéria prima disponível			L	C

Legenda: Natureza: Positivo - ; Negativo - ; Magnitude: Forte - ; Média - ; Fraca - ; Abrangência: L - Local e R - Regional ; Frequência: T - Temporário, I - Intermitente e C - Contínuo

Fonte: A autora, 2018.

Analisando os impactos socioambientais associado aos recursos hídricos, podemos observar que houve alterações dos mesmos, apresentando frequência contínua, natureza negativa, magnitude forte e abrangência regional e local. Destaca-se que durante os anos de 2010 a 2016 o município de São Luís – MA, obteve déficit hídrico no período chuvoso, no entanto mesmo no ano de 2017 a precipitação tenha sido acima do esperado os recursos hídricos do parque na obtiveram o nível esperado. Isso decorre das transformações espaciais a que está submetido o território da área de estudo.

Deve-se enfatizar que este quadro sucede de um agrupamento de alterações ambientais tais como redução da cobertura vegetal (este reduz a disponibilidade de matéria prima causando impactos de natureza negativa, magnitude média, abrangência local e frequência continua), escoamento superficial aumentado devido à erosão e compactação dos solos, que altera a qualidade do solo gerando impacto de natureza negativa, magnitude média, abrangência local e frequência continua.

Após análise dos dados obtidos com a aplicação da Matriz Referencial e o contexto histórico do PEB, observou-se que desde sua criação até a atualidade, a não desapropriação de terras na área; o desmatamento geralmente com queimadas; a abertura de estradas; a unidade de bombeamento associado ao uso e ocupação do solo contribuíram significativamente para o aumento da magnitude dos impactos negativos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos metodológicos utilizados nesse trabalho mostram-se satisfatórios para atingir os objetivos propostos. Pois o estudo geossitêmico, como suporte a análise da vulnerabilidade ambiental visa sua utilização como subsídio para gestão territorial de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de uso e ocupação desordenados, que ocasione os chamados impactos socioambientais, como os processos erosivos.

Embora a erosão seja um fenômeno natural e o Parque Estadual do Bacanga possua aspectos físicos (geologia, clima, relevo, cobertura vegetal e pedologia) que contribua para o surgimento de processos erosivos acelerados constatou-se que inegável a não interferência antrópica no mesmo, principalmente por ser uma Unidade de Conservação.

Temos como exemplo a retirada da cobertura vegetal, mudança na geometria dos canais, retirada de material sedimentar encontrada no PEB através da extração mineral, sendo que tal atividade não permite conciliar economia e proteção ambiental. Mostrou-se ser um problema sério dentro da área de estudo que deve acabar, antes que destrua por completo o ecossistema ali existente.

Assim a conexão de alguns fatores do meio físico (geologia, clima, relevo, cobertura vegetal e pedologia), foi possível obter uma visão geral do potencial natural aos processos erosivos na área de estudo.

Ao acrescentar o fator antrópico (uso e ocupação da terra), possível determinar o risco da ocorrência de erosão e outras vulnerabilidades (risco de inundação, movimentos de massa, comprometimento da qualidade da água) do Parque Estadual do Bacanga.

Os estudos da cobertura vegetal e uso da terra para o conhecimento da dinâmica dos ambientes tornaram-se imprescindível nesta pesquisa, pois este mapeamento temático forneceu subsídios à avaliação da vulnerabilidade dos vários tipos de usos adotados no Parque Estadual do Bacanga. Além de demonstrar que a instalação de núcleos urbanos *on site* e *off site* no parque trouxeram sérios impactos socioambientais, como o assoreamento dos rios e lago consequentes das erosão e retirada da cobertura vegetal.

Quanto à informações climatológicas também foram muito importantes na caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem. Estas informações, relativas à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, definem a intensidade pluviométrica, permitindo a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem.

O clima controla o intemperismo diretamente, através da precipitação pluviométrica e da temperatura de uma região, e também indiretamente através dos tipos de vegetação que poderão cobrir as unidades de paisagem. Desta forma, a variável pluviométrica foi classificada de acordo com sua maior ou menor intensidade e sua distribuição ao longo do ano.

As análises das propriedades físicas do solo forneceram indicações a respeito de sua conservação, subsidiando avaliação do nível de compactação e adensamento do solo. Dentre os atributos físicos do solo, a densidade do solo contribui para realização de um mapeamento temático classificado quanto o seu menor e maior grau de vulnerabilidade ambiental.

O diagnóstico qualitativo dos impactos socioambientais nortearam a listagem de implicações dos impactos observados, ponderando-se o potencial transformador do ambiente físico, biótico e antrópico, fato que o tornar relevante na prevenção de danos socioambientais, ou seja, reconhece e pode prever problemas gerados a partir da interferência antrópica e quais, entre esses, devem ser minimizados ou compensados.

Os resultados alcançados são de grande importância para o Zoneamento, consequente a elaboração do Plano de Manejo e reavaliação do uso do Parque Ambiental do Bacanga, proporcionando, uma maior agilidade no processo de tomada de decisões, servindo de subsídio para gestão territorial de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de ocupação desordenada.

É necessário atentar, principalmente ao comprometimento dos recursos hídricos da do Parque Estadual do Bacanga, uma vez que abastece 20%da população de São Luis, e desde de 2009 não tem conseguido gerar a capacidade de água necessária, por conta dos impactos socioambientais ao longo dos anos.

Portanto é necessário o respeito às normas ambientais voltadas à utilização desses recursos, bem como, o gerenciamento do espaço geográfico em busca do menor impacto possível.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ADGER W. **Vulnerability. Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences.** University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ, UK. 2006. p.1-14.

ARAÚJO, I. H. M *et al*. Urban gully assessment in São Luis city (Maranhão State), Brazil, using penetrometer data and soil properties. **In**: VI Regional Conference on Geomorphology. Goiania, 2006.

AYOAD, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos.** 4ª –ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BARBOSA, J. L. O ordenamento territorial urbano na era da acumulação globalizada. **In**: SANTOS, M. BECKER, B. K.(orgs.). Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011. 413p.

BECKER, B. K. Síntese das Contribuições da Oficina da Política Nacional de Ordenamento Territorial. IN: **Para Pensar uma Política de Ordenamento Territorial**. Anais da Oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília, 13-14 de novembro de 2003. Ministério da Integração Nacional /Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, 2005.

BERTALANFFY, L. v. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. e BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Tradução: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Ed. Massoni, 2007.

BERTRAND, G. **Le paysage entre la Nature et la Société. Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Tome 49, Fas 2, p 239-258, Toulouse: 1978.

_____. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico**. Revista RA´EGA. Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

_____. La science du paysage, une science diagonale. **In**: Revuegéographique des Pyrénées et sud-ouest, v. 43, fasc. 2, p. 127-133, Toulouse, 1972.

BEZERRA, J. F. R. **Geomorfologia e Reabilitação de Áreas Degradadas por Erosão com Técnicas de Bioengenharia de Solos na Bacia do Rio Bacanga, São Luís – MA.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 2011. p, 249.

BEZERRA, J. F. R; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e reabilitação de áreas degradadas por erosão com técnicas de bioengenharia. **In**: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Natal, 2007.

BIGARELLA, J. J *et al*. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003. v. 3. (p.877-1436).

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk. density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**: physical and mineralogical methods. Part 1. American Society of Agronomy, 1986. p. 363-375.

BLASCZCZYNSKI,J.S. Landform characterization with Geographic Information Systems. **In**: Photogramnetric Engineering & Remote Sensing, V. 63, n.º 2. 1997.183-191p.

BOWES, J.A. **Engineering properties of soils and their measurements**. Third edition. McGraw-Hill Book Company,NY.1986.

BRADY, N.C *et al*. **Elementos da natureza e propriedades do solo**. Tradução: LESPSCH, I.F. 3ed.Porto Alegre: Bookman.2013.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2000.

_____. **Decreto nº 4.297, de 10 de Julho de 2002**. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.

_____. **Lei nº12. 651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 maio de 2012.

BRASIL. Ministério do Exercito – **Diretoria do serviço geográfico. Cartas DSG**. Folha São Luís n°13, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 38 e 39, 1980.

BRAZ, R, L *et al*. Uso de séries históricas e técnicas de SIG no estudo da distribuição temporal e espacial da pluviosidade na Bacia Barra Seca localizada ao norte do Estado do Espírito Santo. **In**: XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Anais, v1, São José dos Campos – SP. Disponível: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/>; acessado em: 20/09/2017.

BRITO, *et al.* **Paisagens e as diferentes abordagens geográficas.** Revista de Geografia – PPGEO, (2011). Disponível em: < https://geografia.ufjf.emnuvens.com.br/geografia/article/view/13/13> Acesso em: 12/07/2018.

CABRAL, J. B. P *et al* . Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. **In**: GeoFocus (Artículos), nº 11. 2011.p. 51-69p.

CAEMA**. Relatório interno: Abastecimento de água da região metropolitana da Ilha de São Luís**. 2005, 4p.

CAILLEUX, A.; TRICART,J. **Le problème de la classification des faits géomorphologiques**. Ann. de Géogr.,65:162 -186. 1956.

CAMARGO, L. H. R**. A ruptura do meio ambiente: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a Geografia da complexidade.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CARVALHO, E.T. **Geologia urbana para todos - Uma visão de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, Edição do autor. 2001. 175p.

CARVALHO, E.T. **Geologia urbana para todos - Uma visão de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, Edição do autor. 2001. 175p.

CASSETI,V. Geomorfologia.*In:***http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php**. 2005. Acesso 19/01/2017.

CEMADEN. **Banco de dados meteorológicos**. 2017.

CHISTOFOLETTI, A**. Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236 p.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a systems approach**. London: Prentice Hall, 1971.

_____. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blücher. 1980.

COATES, D.R. **Enviromental Geology**. Jonh Wiley and Sons ltd.Nova York. 1981. 701p.

COELHO NETO, A. S. Redes Sociais, Participação Social e a Territorialidade como Componentes de Democratização do Ordenamento Territorial. **In**: SILVA, O. A. SANTOS, E . M. C. NETO, A. S. C. (orgs.). Identidade, Território e Resistência. Rio de Janeiro: Consequência, 2014.

COELHO, M.C.N. Impactos em áreas urbanas-teorias, conceitos e métodos de pesquisa. **In**: GUERRA, A.J.T e CUNHA, S.B (org).Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001-416p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 10, de 01 de janeiro de 1986. **Avaliação de Impacto Ambiental**. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 18 de junho de 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 10, de 14 de dezembro de 1988. **Área de Proteção Ambiental e Zonas de Conservação**. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 18 de junho de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 10, de 01 de janeiro de 1986. **Avaliação de Impacto Ambiental**. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 18 de junho de 2017.

COOKE, R.V; DOORNKAMP,J.C. **Geomorphology in environmental management: a new introdution**. Oxford Clarendon Press: Oxford. 410p, 1991.

COSTA, F. H. dos S *et al*. **Determinação da vulnerabilidade ambiental na bacia potiguar, região de Macau (RN), utilizando Sistemas de Informações Geográficas**. Revista Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro, n. 58/02, ago. 2006.

COSTA, W. M. da. Subsídios para uma Política Nacional de Ordenamento Territorial. In **Para Pensar uma Política Nacional de Ordenamento Territorial**. Brasília. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR), 2005,p.55 a 59.

CPRM. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Carta Geológica Folha Sa.23-X/Z São Luís Ne/Se** . 2000.

CREPANI, E; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE. 1996.

CUTTER, S. L. **A ciência da Vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores**. Revista Crítica de Ciências Sociais, v. 93, p. 58 – 69, 2011.

DE PLOEY, J. Crusting and time-dependent rainwash mechanisms on loamy soil. **In**: Soil Conservation Problems and Prospects.Editor: RPC Morgan. 1981. 139-152p.

DEFFONTAINES, J.-P. Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole. **Économie rurale**, 98, 1973, p. 3-13. Disponível em:< http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ecoru_00130559_1973_num_98_1_2232>. Acesso em 01 maio 2016.

DORAN, J.W; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. **In**: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F; STEWART, B.A. eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35).

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro. 1996. 412 p.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro. 2006.412 p.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro. 2013. 412p.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2º ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 2011. 212p.

FEITOSA, A. C. **Dinâmica dos Processos geomorfológicos da área costeira a nordeste da ilha do Maranhão**. Tese de Doutorado. Rio Claro: IGCE - Cp – UNESP. 249p,1996.

FEITOSA, A. C. **Evolução geomorfológica do litoral norte da Ilha do Maranhão**. Dissertação de Mestrado. Rio claro: IGCE – UNESP, 210p, 1989.

_____. **Relevo do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica**. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, 2006.

_____. **Dinâmica dos processos geomorfológicos da área costeira a nordeste da Ilha do Maranhão**. Tese (Doutorado em Geografia) – UNESP: Instituto deGeociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 1996, p.249.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988, p. 214.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo. Oficna de Textos. 2008.

FONSECA NETO, H. **Potencial de integração de uma área periférica ao centro histórico:**
FRANCO, R. A. M. **Indicadores ambientais e planejamento integrado dos recursos hídricos na microbacia do córrego do Coqueiro**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia,Ilha Solteira. 2012, p.252.

FULLEN, M.A. & CATT, J.A. **Soil Management: Problems and Solutions. Arnold Publishers**. London, 269p, 2004.

FURTADO, M. S *et al*. Processo de recuperação da voçoroca do Sacavém, São Luís-MA. **In**: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Conferência Regional de Geomorfologia. Goiânia, 2006.

GAI, T. B *et al*. Spatial and Temporal Changes in Rainfall Frequency Distribution Patterns in Israel. **In**: Theoretical and Applied Climatology. 61, 1998; p. 177-190

GANGOLELLS, M. *et al*. **A methodology for predicting the severity of enviornmental impacts related to the construction processo f residential buildings**. Building and Environment, v.44, n.3, p.558-571, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. - São Paulo : Atlas, 2008.

GIRÃO O.CORRÊA A.C *et al*. **Encostas Urbanas como Unidades de Gestão e Planejamento, a partir do Estudo de Áreas a sudoeste da cidade do Recife – PE**. Revista de Geografia. v. 24, n. 3, 2007.

GIRÃO, O. CORRÊA, A. C**. A contribuição da geomorfologia para o Planejamento da ocupação de novas áreas.** Revista de Geografia. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, n. 2, jul/dez. 2004.

GREGORY, K.J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de janeiro. Bertrand Brasil.1992.367p.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN):**

simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2003. 222 p.

GROOT, R. S. **Evaluation of environmental functions as a tool in planning management and decision making**. Ph.D. (Thesis), Part B. Agricultural University. Netherlands: Waneningen, 1994.

GUARIZ *et al*. **Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais**. Anais XIV ssimposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril. 2009.INPE, p. 7709-7716.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. **In**: Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos (Orgs): AJ.T. Guerra e S.B. Cunha. 2a edição. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1995ª. 149-209p.

_____. O Início do Processo Erosivo. **In**: GUERRA, A. J. T.; SILVA A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs). Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999.

GUERRA, A. J. T., MARÇAL, M. S. dos. **Geomorfologia Ambiental**. 1º ed. Rio de janeiro:Betrand Brasil, 2006. 192p.

_____. **Geomorfologia Ambiental**. 3º ed. Rio de janeiro: Betrand Brasil, 2010. 189p.

_____. **Geomorfologia Ambiental**. 5º ed. Rio de janeiro: Betrand Brasil, 2012. 187p.

_____. **Geomorfologia Ambiental**. 6º ed. Rio de janeiro:Betrand Brasil, 2014. 190p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). Geomorfologia do Brasil. Bertrand Brasil, 2003. 392p. HILLEL, D. **In**: Fundamentals os soil physics. Orlando, Academic Press, 1980. 413p.
Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da (orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M.(org.). **Erosão e Conservação dos Solos conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.
GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil:1996, 394p.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. **In:** Geomorfologia:- exercicios, técnicas e aplicações.(Orgs). S.B. Cunha e AJ.T. Guerra. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1996. 139-155p.

GUERRA, A. J. T. *et al*. Urban gully assessment in São Luis city (Maranhão State), Brazil, using penetrometer data and soil properties. **In**: VI Regional Conference on Geomorphology. Goiania, 2006. Disponivel em: <https://www.researchgate.net/publication/32116445> Acessado em 17/12/2017.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização: do "fim dos territórios" à multiterritorialidade**. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

_____. **Ordenamento Territorial**. Boletim Goiano de Geografia (UFG), v. 26, n.1, jan./jun. 2006.

_____.**O Mito da Desterritorialização: do fim dos territórios à multiterritorialidade**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HAMBLIN, A.P; DAVIES, B. D. **Influence of organic matter on the physical properties of some East Anglian soils of high silt content**. Jounal of Soil Science nº 28 . 1977. 11-22p.

HARVEY, D. **Justice, nature and the geography of difference**. Blackwell Publishers. 1997.

HIDALGO, P. **Proposta metodológica de Planejamento Ambiental**. Porto Alegre: 1991.

HOOKE, J. M. **Geomorphology in environmental planning**. Plymouth, John Wiley and Son Ltd. 1988. 274 p.

IBAMA. **Avaliação de impacto ambiental: Agentes sócias, procedimentos e ferramentas**. 1995.136p.

_____. Roteiro **Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**. Brasília: Edições Ibama, 2002.

IBGE. **Dados Censitários do Município de São Luís.** Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 20/06/2017.

_____.Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro. 2009,182 p.

ICEA. **Banco de dados Meteorológicos**. Disponível em < http://pesquisa.icea.gov.br/climatologia/ >. Acesso em Out/2017.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Diagnóstico ambiental da microrregião da aglomeração urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara**, *Bacabeira e Rosário*. São Luís, 2011.

IMIRANTE. Disponível em: <http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2016/11/sem-funcionar-reserva-do batata-e-ocupado-de-forma-irregular-em-sl.html>. Acesso em 07/06/17. Influência da cobertura vegetal na densidade de três solos da cerrado. **In**: Anais. II Simpósio Regional de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. 2003.

INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa- BDMET**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep acesso: Out/2017.

_____**. Normais Climatológicas do Brasil** - 1961 a 1990. Brasília, 2009. 289 p.

JUNIOR, C. J. Questão agrária, estado e territórios em disputa: os enfoques sobre o agronegócio e a natureza dos conflitos no campo brasileiro. **In**: SAQUET, M. A.; SANTOS, R. A. S. (Orgs.). Geografia agrária, território e desenvolvimento. São Paulo: Expressão Popular, 2010, p. 35-54.

KAWAKUBO *et al*. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. *In:***Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE**. 2005. 2203-2210p.

KLAMT, *et al*. **Projeto Litoral Sul de Santa Catarina –Levantamento detalhado dos solos das áreas dos projetos PAP I e II**. Porto Alegre:FUNDATEC–Escola de Engenharia. 1980.93p.

KOFFLER, N.F. **Carta de Declividade da Bacia do Rio Corumbataí para análise Digital (SIG)**. Geografia. Rio Claro, v.19, n.2, p.167-182, 1994.

LABGEO. **Banco de dados meteorológicos**. 2017.

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. **In**: LAL, R., ed. Soil erosion research methods. 2.ed. Washington, Soil and Water Conservation Society, 1994. p.141-160.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: Aspectos Conceituais e Metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LEOPOLD, L.B.; *et al*. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: U. S. Geological Survey, 1971.

LIMA, C. G. R. *et al*. **Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2007,1233-1244p.

LIMA, R. M. **Conflitos sócio-ambientais urbanos: o lugar como categoria de análise da produção de Curitiba/Jardim Icaraí.** Tese de Doutor do Pós-Gradução em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007. 198p.

MARANDOLA, E.; HOGAN, D. **Vulnerabilidade do lugar vs. Vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão**. Revista Brasileira de Estudos Populacionais, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p.161-181, jul. 2009.

MARANHÂO. **Decreto- Lei Estadual nº 7.545, de 07 de março de 1980.** Cria o Parque Estadual do Bacanga.

_____. **Decreto - Lei Federal nº 6.833, de 26 de agosto de 1944**. Cria a Floresta Protetora dos Mananciais da Ilha de São Luís-MA.

_____. **Decreto- Lei Estadual nº 9.677 de 1984.** Dá destinação ás áreas do Parque Estadual do Bacanga que foram excluídas pelo Decreto nº9.550.

_____. **Decreto- Lei Estadual nº 9.550, de 10 de abril de 1984.** Exclui áreas do Parque Estadual do Bacanga.

_____. **Decreto- Lei Estadual nº 7.712, de 24 de dezembro de 2001.** Exclui áreas do Parque Estadual do Bacanga.

MEDEIROS, R. M.V. Território, espaço de identidade. **In**: SANTOS, M. BECKER, B. K.(orgs.). Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011. 413p.

MENDONÇA, J. K. S *et al*. **Diagnóstico da erosão urbana no município de São Luís-MA**. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia (GO), 2001.

MENDONÇA, F.; LEITÃO, S. **Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos**. GeoTextos, vol. 4, n. 1 e 2, 2008.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria método e criatividade**. 16ª ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

MOCHEL, F. R *et al*. Degradação da Ilha de São Luís (MA): Processos Naturais e Antrópicos. **In**: Ecossistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental. 1ed.Editora Museu Paraense Emílio Goldi. 2013.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a História de uma Procura.** São Paulo:Contexto, 2001. 127p.

MONTEIRO, C. A. F. (Coord.) **Qualidade ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes**. Salvador: CEI, 1987.

MONTEIRO, C. A. F. **The Environmental quality in the Ribeirão Preto Region**, **SP – an attempt**. São Paulo: Commision on Environmental Problems. UGI, 1982.

MORAES, A. R. Ordenamento Territorial: Uma conceituação para o Planejamento Estratégico. **In**: Para Pensar uma Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR), 2005, p.43 a 47.

MOREIRA, Iara. Avaliação de impactos ambientais no Brasil: antecedentes, situação atual e perspectivas futuras. **In**: Manual de avaliação de impactos ambientais. Curitiba: SUHREMA/GTZ.1992.4p.

MORGAN, R.P.C. **Soil erosion and conservation**. Ed. Longman, England, 1995.

MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. 292p.

NOFFS, P. S. Áreas degradadas, **In**: NOFFS, P. S.; GALLI L. F.; GONÇALVES, J. C. Recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica. 2 ed., São Paulo. CESP, 2000. p.12-21.

OLIVEIRA, L. Percepção da paisagem geográfica: Piaget, Gibson e Tuan. **Geografia**, Rio Claro, v. 25 (2): 5-22, ago., 2000.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçoroca. **In**: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S.e BOTELHO, R. G. M. (Orgs). Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

OLIVEIRA, E. S. **Impactos socioambientais e econômicos do turismo e suas repercussões no desenvolvimento local: o caso de Itacaré- BA**. Dissertação (Mestrado em Cultura e Turismo). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008. 153p.

OLIVEIRA, J. R. T. Variabilidade pluviométrica decendial para a região Sudeste do Estado de Mato Grosso. **In**: I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Anais, v1. Cuiabá-MT, 2007; p. 1-12.

PENCK, W. **Morphological Analysis of Landforms**.Londres: McMillan, 1953.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro:IBGE, 1983.

PEREIRA, E.D. **Vulnerabilidade a contaminação do solo e aqüífero do Reservatório Batatã- São Luís(Ma).** 2006, 141f. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, IGCE/UNESP, Rio Claro, 2006.

PMSL. **Prefeitura Municipal de São Luís: Documentação aerofotogramétrica de São Luís-1973 a 2014**. São Luís:PMSl. 2014.

RATZEL, F. **Politische Geographie. München: Otto Zeller Verlag**. Osnabrück, 1974.
RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**. USP. 14, 2001, p. 69-77.

RODRIGUES, S. C. & BRITO, J. L. S. Mapeamento geomorfológico de detalhe – uma uma proposta de associação entre o mapeamento tradicional e as novas técnicas em geoprocessamento. **In**: Caminhos de Geografia, 1, p.1-6, 2000.

RODRIGUES, C. A **teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais**. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo. v. 1, n. 14, p. 112-122, 2001.

RODRIGUEZ, J. M. R. **Teoria y Metodología de la Geografía**. Editorial: Feliz Varela, 2015

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de textos.2009.208p.

_____. **Geomorfologia Ambiente, Planejamento**. Editora Contexto, São Paulo, 1990. 85p.

_____. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **In**: Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

_____. **Estudo e Cartografia Geomorfológica da Província Serrana- MT**. Tese de doutorado apresentada à FFLCH-USP São Paulo-SP, 323p 1987.

_____**. Geomorfologia ambiental e planejamento.** 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005. P.85.

_____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de textos.2009.208p

_____. **Análise Empírica da Fragilidade Ambiental dos Ambientes Naturais e Antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia, 8, p. 63-74.1994.

SAADI, A.. **A Geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerai**s. Belo Horizonte, 1996. Disponível em: < http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/5_2_0 1_04_Saadi.pdf>. Acessado em 25 de abril de 2011.

SÁNCHEZ, L.H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2ed.São Paulo:Oficina de textos.2013.583p.

SANTOS, M. E. C. M.; & CARVALHO, M. S. S. Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luiz: reconstituições paleobiológicas. CPRM, Rio de Janeiro.2004.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil: Território e sociedade no início de século XXI**. 11ed. Rio de Janeiro: Record, 2009. 473p.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SANTOS, Milton. **O dinheiro e o território**. In: Oliveira *Et al*. (Orgs). Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial, 2007.

SANTOS, R. F. dos; CALDEYRO, V. S. Paisagens Condicionantes e Mudanças. **In**: SANTOS, R. F. dos (Org.). Vulnerabilidade Ambiental. Brasília: MMA, 2007. p. 13-21.

SAQUET, M. A. **Abordagens e concepções de território**. São Paulo: Expressão popular, 2007.

SAQUET, M. A.; BRISKIEVICZ, M. **Territorialidade e identidade: um patrimônio no desenvolvimento territorial**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, v. 1, n. 31, p. 03-16, 2009.

SAQUET, Marcos Aurélio. **Por uma abordagem territorial**. In: SAQUET, Marcos Aurélio; SPOSITO, Eliseu Savério. (Org.) Território e Territorialidades: teorias, processos e conflitos. 1ª ed. São Paulo; Expressão Popular. 2009. p. 73-94.

SAQUET, M. A. **Por uma geografia das territorialidades e das temporalidades: uma concepção multidimensional voltada para a cooperação e para o desenvolvimento territorial**. São Paulo: Outras expressões, 2011.

SAQUET, M.A. **Estudos territoriais na ciência geográfica**. Ed: Outras expressões. 2013.

SAQUET, Marcos Aurélio. **Abordagens e concepções de território**. 2ª edição, São Paulo. Editora Expressão Popular, 2010.

SATHLER, R *et al*. Erosive processes in urban areas on the island of Maranhão – Brazil. **In**: Sociedade & Natureza (Special Issue), p. 161-173, 2005.

SEMA. **Processo 3304/07 – Invasão de terras no entorno do Parque Estadual do Bacanga**. 2009.

SEMA. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Parque Estadual do Bacanga**. Disponível em:< www.sema.ma.gov.br >. Acesso em 25 de junho de 2015.

SEMATUR. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Bacanga.** São Luís. 1992. 125p.

SILVA, M. L. N. **Setor de Física e conservação de solo e água**. UFLA/DCS.2011.

SILVA, Q.D. DA. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. - Presidente Prudente .Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.2012.249 f.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo dos geossistemas: Métodos em Questão**. São Paulo, n. 6, 1977. 50p.

_____. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**. USP. 14, 1978, p. 1-15.

SOUZA, C. J. O. **Dinâmica do relevo no estudo geográfico urbano: discussão teórica e prática**. Anais do VI Seminário Latino Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

SOUZA, Marcelo José Lopes de. O território: sobre espaço e poder autonomia e desenvolvimento. **In**: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa; CORREA, Roberto Lobato (org). Geografia, conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p.77-116.

SPOSITO, Eliseu Savério. (Org.) **Território e Territorialidades: teorias, processos e conflitos**. 1ª ed. São Paulo; Expressão Popular. 2009. p. 73-94.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography**. Geological Society of America Bulletin, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

SUDO, H. Processos erosivos e variabilidade climática. **In**: SANT' ANNA NETO, J. L.; e ZAVATINI, J. A. (Orgs). Variabilidade e mudanças climáticas – implicações ambientais e sócioeconômicas. Maringá. UEM. 2000.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais: passado, presente e futuro**. São Paulo: Paulos Comunicação e Artes Gráficas. Capítulo X II I "As Pesquisas Apli cadas do Quaternário ", sub -capítulos 1 e 2. P.319 a 326. 1999

SUGUIO, k. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2003. 400p.
sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35).

TAGLIANI, C. R. A. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações**. Anais: XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, INPE. 2003, p. 1657 – 1664.
textos, 2009. 184p.

TAGLIANI, C.R**. A mineração na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estratégia para a gestão sob um enfoque de Gerenciamento Costeiro Integrado.** Tese de doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 252f.
textos, 2009. 184p.

TRICART, J. **Paisagem e Ecologia**. Traduzido por MONTEIRO, C. A. F. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, 1981.

TRICART, J.**Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TROPPMAIR, H. **Ecossistemas e geossistemas do estado de São Paulo**. Boletim de Geografia Teorética. Rio Claro. v. 13, n. 25, p. 27-36, 1983.

_____. **Geossistemas e geossistema**. paulistas. Rio Claro: UNESP, 2000.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. **Geossistemas**. Mercator (UFC), v. 10, p. 79- 89, 2007.

TURNER II, B *et al*. A **Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. Proceedings of the National Academy of Sciences US (PNAS)**. Vol.100. 2003a. p. 8074-8079.

Valeriano, M. M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPE/818).2008. 72p.

VOLL, E. **Carta de Vulnerabilidade Natural da Região do Bico do Papagaio-TO**. 2001. 20 p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2001.

WESTMAN, W.E. **Ecology: Impact assessment and environmental planning**. New York: John Wiley & Sons, 1985.

APÊNDICES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

APÊNDICE A: Ficha de campo para catalogar voçoroca

1.Identificação e localização da voçoroca	Nº/ano
Bairro/Distrito:	
2. Município:	UF:
3.Dados regionais Bacia hidrográfica: Geomorfologia: Geologia: Relevo Regional: Local:	
4. Solo Nome: Fertilidade:	
Comp. Rampa: Drenagem:	
Declive: Vegetação Regional:	
Espessura do Solum:	
5.Dados Geométricos da Voçoroca Comp. Prof. Forma	
6. Caracterização da Voçoroca Tipos de erosão Estimativa da área estabilizada: ☐ Pedestal ☐ Ravinamento Vegetação dominante: ☐ Pináculo ☐ Túnel Borda: ☐ Desabamento ☐ Sulco Encosta superior: ☐ Laminar Média: Localidade: ☐ Urbana Inferior: ☐ Rural Leito:	
7. Presença de corpo de água ☐ Sim ☐ Não Qualidade da água:	
8. Uso e ocupação: ☐ Área preservada lixo doméstico ☐ aterro sanitário ☐ entulho construção	
7. Presença de corpo de água ☐ Sim ☐ Não Qualidade da água:	
6. Caracterização da Voçoroca Tipos de erosão Estimativa da área estabilizada: ☐ Pedestal ☐ Ravinamento Vegetação dominante: ☐ Pináculo ☐ Túnel Borda: ☐ Desabamento ☐ Sulco Encosta superior: ☐ Laminar Média: Localidade: ☐ Urbana Inferior: ☐ Rural Leito:	
9. Ocupação limítrofe da voçoroca:	
10. Histórico da ocupação – causas	
11. Croqui da voçoroca	

Fonte: Adaptado de Silva (2011).

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

APÊNDICE B: Matriz de impacto socioambiental

Matriz de Impacto Socioambiental

Classificação de aspectos

Aspecto significativo

Aspecto pouco significativo

Aspecto não significativo

Clasificação de impactos

Impacto muito importante

Impacto pouco importante

	Aspectos	IMPACTOS OCIOAMBIENTAIS						
		Meio biofísico			Meio antrópico			
		Perda da qualidade do solo	Redução do nível de água subterrânea	Redução da disponibilidade de água	Crescimento da população	Desmatamento	Erosão	Deposição de lixo
Uso do solo	Degradação do solo							
	Perda da vegetação							
	Alteração da topografia							
Aspectos sociais	Consumo de água							
	Resíduos sólidos							
	Consumo de materias primas (vegetação, material sedimentar)							

Fonte: Adaptado de Sánches (2013).

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

APÊNDICE C: Guia de tópicos para entrevistas

- Entrevista com a comunidade
  - Apresentação do projeto;
  - Sobre a comunidade (história, ocupação);
  - Sistema de modo de vida das pessoas (Onde trabalham, renda, utilizam recursos do Parque);
  - Serviços públicos (saúde, educação);
  - Paisagem do Parque (Desmatamento, resíduo solido/lixo, solo, voçoroca/buraco);
  - Inter-relação com a SEMA, CAEMA, BPA.

- Entrevista com gestores (SEMA, CAEMA, BPA)
  - Apresentação do projeto;
  - Sobre a gestão (tempo e ações);
  - Problemas enfrentados (comunidade, fiscalização, impactos ambientais);
  - Projetos desenvolvidos (ambientais e culturais).

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

APÊNDICE D: Termo de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado(a) e/ou participar na pesquisa de campo referente a pesquisa Intitulada **Impactos Ambientais causados por processos erosivos em Unidades de Conservação: o caso do Parque Estadual do Bacanga** desenvolvida por **Marly Silva de Morais**. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada pelo professor da UEMA, **José Fernando Rodrigues Bezerra**, a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone **nº (98) 98882-6201** email: **geomap2013@hotmail.com**.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é **Dinâmica da Natureza e Conservação**.

Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de entrevista semiestruturada (a ser gravada a partir da assinatura desta autorização). O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo pesquisador e sua orientanda.

Fui ainda informado(a) de que posso me retirar desse estudo a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP-Resolução nº 510/2016).

São Luís -MA,_____de_____de

Assinatura do(a) participante: _____

Assinatura do(a) pesquisador(a): _____

Assinatura do(a) testemunha(a): _____

ANEXOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

ANEXO A: DECRETO-LEI Nº 6.883 DE 26 DE AGOSTO DE 1944

DECRETO-LEI Nº 6.883 DE 26 DE AGOSTO DE 1944

Declara como floresta protetora, de acordo com o artigo 11, parágrafo único, do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, áreas de matas que delimita, na Ilha de São Luís, no Estado do Maranhão.

O Presidente da República, usando da atribuição que lhe confere o artigo 180 da Constituição, decreta:

Art. 1º - Fica declarada como floresta protetora de acordo com o artigo 11, parágrafo único, do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, toda a área de matas que interessam os mananciais abastecedores da cidade de São Luís, na ilha do mesmo nome, no Estado do Maranhão.

Art. 2º - Os limites da área a que se refere o artigo anterior são os seguintes: Ao Norte, a Estrada de Ferro São Luís – Teresina no trecho compreendido entre o ponto de cruzamento dessa ferrovia com a linha do Telégrafo Nacional e o lugar denominado Jordoa, e uma linha partindo deste lugar até alcançar a foz do Rio das Bicas; a Oeste, o rio Bacanga até sua confluência com o rio Maracanã; ao Sul, o rio Maracanã, da foz às cabeceiras; a Leste, uma linha partindo das nascentes do Rio Maracanã até chegar às cabeceiras do rio Batatan e daí, até a ferrovia São Luís – Teresina; deste ponto em diante, a mesma Estrada de Ferro até alcançar a linha do Telégrafo Nacional.

Art. 3º - Toda a área delimitada pelo artigo 2º ficará sujeita ao regime especial estatuído pelo art. 8º do Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934 (Código Florestal).

Art. 4º - A execução deste Decreto-Lei, quanto à demarcação das linhas divisórias nos lados do perímetro em que as mesmas não forem naturais, ou quanto à observância do disposto no Código Florestal e expresso no art. 3º ficará a cargo do Governo do Estado do Maranhão, enquanto não for estabelecido acordo florestal entre aquele Estado e a União, nas finalidades do qual deverá ser incluída a fiscalização e guarda dessas matas

Art. 5º - Este Decreto-Lei entrará em vigor 30 dias depois da data de sua publicação.

Art. 6º - Revogam-se as disposições em contrário.

RIO DE JANEIRO, 26 DE AGOSTO DE 1934, 123º DA INDEPENDÊNCIA E 56º DA REPÚBLICA.

GETÚLIO VARGAS

Apolônio Salles

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

ANEXO B: DECRETO-LEI Nº 7.545 DE 07 DE MARÇO DE 1980

ESTADO DO MARANHÃO

DECRETO Nº 7.545 DE 07 DE MARÇO DE 1980

Cria o Parque Estadual do Bacanga e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO, usando de suas atribuições legais, e

Considerando que os ecossistemas nativos ainda se encontram inatos em determinadas áreas livres, portanto, da depredação oriunda de atividades humanas inerentes a toda cidade em fase de crescimento;

Considerando a necessidade de conservar ambientes naturais favoráveis ao desenvolvimento de atividades humanas de caráter científico, educativo e recreativo;

Considerando a preservação de áreas naturais como testemunho das condições primitivas da flora e da fauna;

Considerando a diversificação do turismo em São Luís, como atividade geradora de rendas para o Estado;

DECRETA:

Art. 1º - Fica criado, no município de São Luís, o Parque Estadual do Bacanga, com os limites discriminados neste Decreto.

Art. 2º - O Parque Estadual do Bacanga, com uma área estimada de 3.075 ha (três mil e setenta e cinco hectares), compreendendo as florestas protetoras, assim declaradas pelo Decreto-Lei Federal nº 6.833, de 26.08.1944, é delimitado por uma linha assim definida: ao Norte, a Estrada de Ferro São Luís – Teresina, no trecho compreendido entre o ponto de cruzamento dessa ferrovia com a linha do Telégrafo Nacional e o lugar denominado Jordôa, e uma linha partindo deste lugar até alcançar a foz do rio das Bicas; a Oeste, o rio Bacanga até sua confluência com o rio Maracanã; ao Sul, o rio Maracanã, da foz às cabeceiras; a Leste, uma linha partindo das nascentes do rio Maracanã até chegar às cabeceiras do rio Batatan e daí até a ferrovia São Luís – Teresina; deste ponto em diante, a mesma Estrada de Ferro até alcançar a linha do Telégrafo Nacional.

Art. 3º - A área patrimonial do Parque Estadual do Bacanga fica sob a administração conjunta da Secretaria de Recursos Naturais, Tecnologia e Meio Ambiente, e da Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão.

Art. 4º - Das áreas definidas no Artigo 2º do presente Decreto poderão ser excluídas, a critério da Secretaria de Recursos Naturais, Tecnologia e Meio Ambiente, aquelas que já estejam, de forma definitiva e irreversível, ocupadas ou utilizadas desde que esta situação não afete as características ecológicas do Parque.

Parágrafo Único – A área do Parque Estadual do Bacanga poderá ser acrescida de áreas vizinhas, desde que interessem à preservação de características ecológicas e, principalmente, quando já sejam de propriedade de órgãos da pública administração.

Art. 5º - Fica a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA autorizada a continuar a utilizar, tendo em vista o alto interesse público de suas atividades, a área do Parque para fins de captação e abastecimento de água potável para a cidade de São Luís.

Art. 6º - Fica a Secretaria de Recursos Naturais, Tecnologia e Meio Ambiente autorizada a promover as desapropriações e indenizações necessárias à execução do presente Decreto.

Art. 7º - Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, EM SÃO LUÍS, 07 DE MARÇO DE 1980, 159º DA INDEPENDÊNCIA E 92º DA REPÚBLICA

JOÃO CASTELO RIBEIRO GONÇALVES
José Ramalho Barnett da Silva
Gontran Vieira Brito
Jorge Ney de Figueiredo Lopes

Prot. 1577
Publicado no Diário Oficial do Estado, 21 de março de1980 – Ano LXXIII – nº 56

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

ANEXO C: DECRETO-LEI Nº 9.550 DE 10 DE ABRIL DE 1984

ESTADO DO MARANHÃO

DECRETO Nº 9.550 DE 10 DE ABRIL DE 1984

Dá novos limites ao Parque Estadual do Bacanga, criado pelo Decreto nº 7.545, de 07 de março de 1980

O GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO, no uso de suas atribuições legais, e considerando que compete à Secretaria de Recursos Naturais, Tecnologia e Meio Ambiente excluir do Parque Estadual do Bacanga as áreas que já estejam de forma definitiva e irreversível ocupadas ou utilizadas, desde que não afetem as suas características ecológicas;

Considerando, ainda, que a exclusão dessas áreas possibilitará uma ocupação racional do Parque com vistas à execução de projetos de natureza cultural, recreativa, turística, mormente os de pesquisas voltadas ao controle ambiental;

Considerando, finalmente, o contido no processo SERNAT nº 0697/83,

DECRETA:

Art. 1º - Os limites do Parque Estadual do Bacanga, a que se refere o artigo 2º do Decreto nº 7.545, de 07 de março de 1980, passam a ser os seguintes: ao Norte, partindo-se do vértice de nº 03, situado à margem direita da Av. Médici, no Sentido Centro – Subúrbio, no entroncamento à direita da estrada que dá acesso à estação de tratamento d'água do Sacavém no rumo de 83°20' SW (oitenta e três graus e vinte minutos sudoeste), a uma distância de 369,50 m (trezentos e sessenta e nove metros e cincoenta centímetros), encontramos o vértice nº 04 (quatro), — Saindo do vértice nº 04 (quatro) no rumo de 35°20' SW (trinta e cinco graus e vinte minutos sudoeste), após 79,10 m (setenta e nove metros e dez centímetros), alcançaremos o vértice de nº 05 (cinco) — Abandonando-se o vértice de nº 05 (cinco) no rumo 53°20' SW (cincoenta e três graus e vinte minutos sudoeste), atingiremos o vértice de nº 06 (seis), depois de percorridos 56,40 m (cincoenta e seis metros e quarenta centímetros), — Deixando-se o vértice de nº 06 (seis), no rumo de 31°20' SW (trinta e hum graus e vinte minutos sudoeste) atingiremos o vértice de nº 07 (sete), depois de 181,40 m (cento e oitenta e um metros e quarenta centímetros), — saindo-se do vértice de nº 07 (sete), no rumo de 73°40' SW (setenta e três graus e quarenta minutos sudoeste), depois de 426,20 m (quatrocentos e vinte e seis metros e vinte centímetros), alcançaremos o vértice de nº 08 (oito), — Abandonando-se o vértice de nº 08 (oito), no rumo de 16°20' NW (dezesseis graus e vinte minutos noroeste), atingiremos o vértice de nº 09 (nove) depois de 278,80 m (duzentos e setenta e oito metros e oitenta centímetros), — Deixando-se o vértice de nº 09 (nove) no rumo de 46°40" SW (quarenta e seis graus e quarenta minutos sudoeste), atingiremos o vértice de nº 10 (dez) depois de 116,0 m (cento e dezesseis metros), — Deixando-se o vértice de nº 10 (dez) no rumo de 41°40'SW (quarenta e um graus e quarenta

minutos sudoeste), atingiremos o vértice de nº 11 (onze), depois de 355,00 m (trezentos e cincoenta e cinco metros), — Deixando-se o vértice de nº 11 (onze) no rumo de 40°20'SE (quarenta graus e vinte minutos sudeste), encontraremos o vértice de n° 12 (doze), depois de 165,00 m (cento e sessenta e cinco metros), — Abandonamos o vértice de nº 12 (doze) no rumo de 0°20' SE (zero grau e vinte minutos sudeste), alcançaremos o vértice de nº 13 (treze) depois de 30,30 m (trinta metros e trinta centímetros), — Deixando-se o vértice de nº 13 (treze) no rumo de 50°50' SE (cincoenta graus e cincoenta minutos sudeste), atingiremos o vértice de nº 14 (quatorze) depois de 97,00 m (noventa e sete metros), — Abandonando-se o vértice de nº 14 (quatorze) no rumo de 17°50' SE (dezessete graus e cincoenta minutos sudeste), alcançaremos o vértice de nº 15 (quinze) depois de 19,40 m (dezenove metros e quarenta centímetros), — Saindo-se do vértice de nº 15 (quinze) no rumo de 02°10' SW (dois graus e dez minutos sudoeste), atingiremos o vértice de nº 16 (dezesseis) depois de 102,30 m (cento e dois metros e trinta centímetros), — Abandonando-se o vértice de nº 16 (dezesseis) no rumo de 0º10' SW (zero grau e dez minutos sudoeste),alcançaremos o vértice de nº 17 (dezessete) depois de percorrido 30,10 m (trinta metros e dez centímetros), - Deixando-se o vértice de nº17 (dezessete) no rumo de 11º50' SE (onze graus e cincoenta minutos), alcançaremos o vértice de nº 18 (dezoito), depois de 68,10 m (sessenta e oito metros e dez centímetros), — Deixando-se o vértice de nº 18 (dezoito) no rumo de 23°0' SW (vinte e três graus e zero minutos sudoeste), atingiremos o vértice de nº 19 (dezenove) depois de 136,60 m (cento e trinta e seis metros e sessenta centímetros), - Abandonando-se o vértice de nº 19 (dezenove) no rumo de 88º00' SW (oitenta e oito graus e zero minutos sudoeste), atingiremos o vértice de nº 20 (vinte) depois de 418,95 m (quatrocentos e dezoito metros e noventa e cinco centímetros), - Deixando-se o vértice de nº 20 (vinte) no rumo de 20º00' SW (vinte graus e zero minutos sudoeste), alcançaremos o vértice de nº 21 (vinte e hum) depois de 87,10 m (oitenta e sete metros e dez centímetros), - Saindo-se do vértice de nº 21 (vinte e hum) no rumo de 58º00' NW (cincoenta e oito graus e zero minutos noroeste), alcançaremos o vértice de nº 22 (vinte e dois) depois de 331,40 m (trezentos e trinta e hum metros e quarenta centímetros), - Abandonando-se o vértice de nº 22 (vinte e dois) no rumo de 55º35' NW (cincoenta e cinco graus e trinta e cinco minutos noroeste), alcançaremos o vértice de nº 23 (vinte e três) depois de 581,50 m (quinhentos e oitenta e hum metros e cincoenta centímetros), - Saindo-se do vértice de nº 23 (vinte e três) no rumo de 59º25' SW (cincoenta e nove graus e vinte e cinco minutos sudoeste), alcançaremos o vértice de nº 24 (vinte e quatro) depois de 88,70 m (oitenta e oito metros e setenta centímetros), - Deixando-se o vértice de nº 24 (vinte e quatro) no rumo de 47º25' SW (quarenta e sete graus e vinte e cinco minutos sudoeste) chegaremos ao vértice de nº 25 (vinte e cinco) depois de 184,18 m (cento e oitenta e quatro metros e dezoito centímetros); Deste, seguindo à margem do Igarapé Coelho, depois de percorridos 192,00 m (cento e noventa e dois metros), chega-se à foz do Igarapé Coelho; a Oeste, da foz do Igarapé Coelho, seguindo o Rio Bacanga até sua confluência com o Rio Maracanã, ao Sul, o Rio Maracanã, da foz às cabeceiras; a Leste, uma linha partindo das nascentes do Rio Maracanã às cabeceiras do Rio Batatã e, daí, até a ferrovia São Luís – Teresina, ponto do qual seguirá a mesma ferrovia, até alcançar a linha do telégrafo nacional, indo deste cruzamento até o vértice de nº 03.

Art.2 - O presente Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, EM SÃO LUÍS, 10 DE ABRIL DE 1984, 163º DA INDEPENDÊNCIA E 96º DA REPÚBLICA.

LUIS ALVES COELHO ROCHA
Orlando Lopes de Medeiros
Eleotério Nan Souza
José Ribamar Elouf
Luis Francisco de Assis Leda

Publicado no Diário Oficial do Estado, 24 de abril de1984 – Ano LXXXIX – nº 77

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO – PPGEO

ANEXO D: DECRETO-LEI Nº 7.712 DE 14 DE DEZEMBRO DE 2001

ESTADO DO MARANHÃO

DIÁRIO OFICIAL

PODER EXECUTIVO

ANO XCV Nº 242 SÃO LUÍS, SEGUNDA-FEIRA, 24 DE DEZEMBRO DE 2001 EDIÇÃO DE HOJE: 16 PÁGINAS

SUMÁRIO

PODER EXECUTIVO 01
GABINETE DA GOVERNADORA 14
GERÊNCIA DE QUALIDADE DE VIDA 15

PODER EXECUTIVO

LEI Nº 7.712 DE 14 DE DEZEMBRO DE 2001. Dispõe sobre a exclusão de áreas ocupadas e já consolidadas de forma irreversível, do parque Estadual do Bacanga e dá outras providências. A GOVERNADORA DO ESTADO DO MARANHÃO, Faço saber a todos os seus habitantes que a Assembléia Legislativa do Estado decretou e eu sanciono a seguinte Lei: **Art. 1°** - Ficam excluídas dos limites do Parque Estadual do Bacanga, as áreas do Parque Pindorama, Parque Timbira, Parque dos Nobres, Bom Jesus, Primavera, Vila dos Frades e Coroadinho, área com coordenadas geográficas de 2° 34, 515' e 44'° 14,623', objeto da matrícula nº 24.174, folhas 02, do livro 2-DJ, do 2° CRI de São Luís, na sua totalidade, dentro da qual encontra-se instalado o Acampamento da Andrade Gutierres, duas moradias de terceiros ao lado do acampamento, a Associação dos Servidores da CAEMA, Usina de Asfalto da Prefeitura de São Luís, Vila Itamar, Vila Esperança e parte da Vila Sarney. **Parágrafo único** - Não será permitido a expansão das áreas ocupadas e excluídas, mediante a construção de moradias ou outra forma de ocupação, que venham atingir a área do Parque. **Art. 2°** - O Instituto de Terras do Estado do Maranhão - ITERMA e a Gerência Adjunta de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - GAMA, identificarão as áreas pertencentes a particulares e as pertencentes ao Estado, para que seja providenciada a regularização e a titulação aos seus ocupantes. **Art. 3°** - A Gerência Adjunta do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - GAMA, e a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão - CAEMA, em ação integrada, estabelecerão os novos limites, para o Parque Estadual do Bacanga, colocando marcos delimitatórios, que possibilite fácil identificação. **Art. 4°** - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação. **Art. 5°** - Revogam-se as disposições em contrário. Mando, portanto, a todas as autoridades a quem o conhecimento e a execução da presente Lei pertencerem que a cumpram e a façam cumprir tão inteiramente como nela se contém. A Excelentíssima Senhora Chefe do Gabinete da Governadora a faça publicar, imprimir e correr. PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, EM SÃO LUÍS,14 DE DEZEMBRO DE 2001, 180° DA INDEPENDÊNCIA E 113° DA REPÚBLICA. ROSEANA SARNEY MURAD – Governadora do Estado do Maranhão, OLGA MARIA LENZA SIMÃO – Chefe do Gabinete da Governadora, RAIMUNDO SOARES CUTRIM – Gerente de Justiça, Segurança Pública e Cidadania.

LEI Nº 7.713 DE 18 DE DEZEMBRO DE 2001. Considera de utilidade pública o Centro Educacional Iracema Demito, do Município de Riachão-MA. A GOVERNADORA DO ESTADO DO MARANHÃO, Faço saber a todos os seus habitantes que a Assembléia Legislativa do Estado decretou e eu sanciono a seguinte Lei: **Art. 1°** - Fica considerado de utilidade pública o Centro Educacional Iracema Demito - CEI., com sede e foro no Município de Riachão. **Art. 2°** - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação. **Art. 3°** - Revogam-se as disposições em contrário. Mando, portanto, a todas as autoridades a quem o conhecimento e a execução da presente Lei pertencerem que a cumpram e a façam cumprir tão inteiramente como nela se contém. A Excelentíssima Senhora Chefe do Gabinete da Governadora a faça publicar, imprimir e correr. PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, EM SÃO LUÍS, 18 DE DEZEMBRO DE 2001, 180° DA INDEPENDÊNCIA E 113° DA REPÚBLICA. ROSEANA SARNEY MURAD – Governadora do Estado do Maranhão, OLGA MARIA LENZA SIMÃO – Chefe do Gabinete da Governadora, RAIMUNDO SOARES CUTRIM – Gerente de Justiça, Segurança Pública e Cidadania.

DECRETO Nº 18.445 DE 10 DE DEZEMBRO DE 2001. Abre ao Fundo Estadual de Pensão e Aposentadoria, crédito suplementar no valor de R$ 388.000,00 (trezentos e oitenta e oito mil reais), para o fim que especifica. A GOVERNADORA DO ESTADO DO MARANHÃO, no uso de suas atribuições legais e de conformidade com o disposto no art. 43. § 1°, inciso II da Lei Federal nº 4.320 de 17.03.64 e inciso II do art. 5° da Lei Estadual nº 7.578 de 15.12.2000 e Parágrafo Único, inciso I do art. 24° do Decreto nº 17.755 de 19.01.2001, DECRETA: **Art. 1°** - Fica aberto ao Fundo Estadual de Pensão e Aposentadoria, crédito suplementar no valor de R$ 388.000,00 (trezentos e oitenta e oito mil reais), destinado a reforço de dotação consignada no vigente Orçamento, conforme Anexo I. **Art. 2°** - Os recursos para atender ao presente crédito, decorrem do Excesso de Arrecadação de Receita, proveniente de Contribuições, conforme Anexo II. **Art. 3°** - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário. PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, EM SÃO LUÍS, 10 DE DEZEMBRO DE 2001, 180° DA INDEPENDÊNCIA E 113° DA REPÚBLICA. ROSEANA SARNEY MURAD – Governadora do Estado do Maranhão, OLGA MARIA LENZA SIMÃO – Chefe do Gabinete da Governadora, JORGE FRANCISCO MURAD JÚNIOR – Gerente de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, OSWALDO DOS SANTOS JACINTHO – Gerente da Receita Estadual, LUCIANO FERNANDES MOREIRA, Gerente de Administração e Modernização.

QUADRO DE DETALHAMENTO DA DESPESA **ANEXO I**

	RECURSOS DE TODAS AS FONTES
12000 – GERÊNCIA DE ESTADO DE ADMINISTRAÇÃO E MODERNIZAÇÃO	
12902 – FUNDO ESTADUAL DE PENSÃO E APOSENTADORIA	

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO ESPAÇO - PPGEO

ANEXO E: Notícias de jornais

O Estado do Maranhão - São Luís, 17 de dezembro de 2014 - quarta-feira

Reservatório do Batatã opera com apenas 5% da sua capacidade

De Jesus

Limite total é de 12 metros, mas existe atualmente apenas um metro de água no local; caso não volte a chover, pode secar

O Reservatório do Batatã, responsável pelo abastecimento de água de grande parte dos bairros da Região Metropolitana de São Luís, está operando hoje com menos 5% de sua capacidade total. A falta de chuvas, provocada pelo período de estiagem é a principal responsável por essa ocorrência.

O limite total do reservatório é de 12 metros. Porém, ele está hoje com menos de um metro da sua capacidade. Caso não volte a chover, o Batatã pode secar completamente, comprometendo ainda mais o abastecimento de água em bairros da capital maranhense.

Além da falta de chuvas, a ocupação desordenada da área próxima ao reservatório contribui para a seca. Além disso, essas ocupações não têm nenhum tipo de planejamento com relação ao esgoto e os dejetos são jogados diretamente nas nascentes e igarapés.

Segundo especialistas, o Rio Batatã está tendo as suas nascentes ameaçadas pelo desmatamento descontrolado e pela retirada clandestina da piçarra. Pesquisas mostram que nos últimos 30 anos, por causa das ocupações espontâneas e a má gestão dos recursos hídricos, a capital maranhense perdeu praticamente todas as suas áreas produtoras de água para o abastecimento. Foram desativados o sistema do Rio Maracanã, que captava água para a Barragem do Batatã, o do Olho d'Água e a antiga Barragem do São Raimundo. Hoje permanecem apenas os sistemas Sacavém - que faz parte o Batatã - e o Paciência.

Abastecimento - O Reservatório do Batatã é responsável por pelo menos a metade do volume de água do Sistema Sacavém, que abastece bairros localizados na região central da capital maranhense. É estimado que cerca de 100 mil pessoas dependam do reservatório para ter acesso a água em suas residências.

Desde 2008, o Batatã não atinge o nível máximo de sua reserva. Ano a ano, o volume de água tem caído gradativamente e em abril deste ano o nível mais crítico foi registrado. Na época, as poucas chuvas, a ocupação irregular dos arredores da reserva, o desmatamento da mata ciliar, somados à crescente demanda de água em São Luís, foram os principais responsáveis pela seca registrada na represa.

Em maio deste ano, após as chuvas que atingiram intensamente a capital maranhense, o nível de água do reservatório elevou-se e o Batatã atingiu aproximadamente 40% da sua capacidade normal, contribuindo para amenizar os transtornos causados pela falta d'água aos moradores.

Batatã está muito abaixo de sua capacidade normal e pode secar

Hoje, o abastecimento de água em São Luís é realizado pela contribuição de água superficial e subterrânea representada pelo Sistema Sacavém, Sistema Paciência I e II, sistemas de poços isolados e o Italuís.

Chuvas - De acordo com as estimativas do Núcleo de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (Uema), o período chuvoso deve começar apenas no próximo ano. A expectativa é que as fortes chuvas atinjam a capital maranhense entre o fim de janeiro e o início de fevereiro de 2015.

"Hoje estamos no período de transição da estação seca para a chuvosa. Não existe uma expectativa de fortes chuvas até o fim do ano, mas o que pode acontecer são apenas pequenas precipitações", explicou o professor Márcio Flôr, do Núcleo de Meteorologia da Uema. Ele afirmou ainda que o biênio formado pelos anos 2012 e 2013 foi de poucas chuvas em todo o estado.

O Estado do Maranhão - São Luís, 22 de novembro de 2014 - sábado

100 famílias ocupam área de proteção no Batatã

Local é uma Área de Proteção Ambiental e, portanto, não pode ser ocupado para moradia

Cerca de 100 famílias invadiram um terreno situado na Reserva Florestal do Batatã, em São Luís, próximo aos poços P5 e P6, usados para o abastecimento de água na capital. De acordo com a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (Caema) - uma das responsáveis pela área -, como se trata de um espaço de proteção ambiental pertencente à administração estadual -, o local não pode ser usado para moradia.

A direção da Caema, em nota, informou ainda que "está adotando as medidas necessárias e cabíveis para conter a invasão ao terreno", entre elas, a garantia da cessão do terreno por meio do Poder Judiciário. **O Estado** esteve na tarde de ontem na área invadida e constatou que as famílias estão fixadas no local há pelo menos um mês.

Uma das famílias que estão no local é a do autônomo Antônio Bezerra Ferreira, de 27 anos, natural de Santa Luzia (município distante 307 quilômetros de São Luís). Ele disse que está na capital maranhense há um ano fazendo "bicos" e residia em uma casa alugada na Rua 13 de Maio, no Coroadinho. "Só quero ter um canto para morar com minha mulher e meus dois filhos. Nem sabia que aqui não podia ter casa", disse.

Outro invasor do local é o aposentado Francisco da Silva, de 62 anos, natural de São Luís. Ele afirmou ser um dos "fundadores" do Coroadinho e, mesmo assim, está interessado em ter uma moradia na área protegida pela legislação ambiental. "A gente vai perdendo as coisas e, em seguida, se vê sem nada. Só estou tentando me virar. Só isso", afirmou.

As famílias invasoras afirmaram que, até o momento, não receberam nenhuma ordem judicial para despejo do terreno. "Estamos apenas separando o terreno de cada um e a quem pertence. Se chegar, infelizmente a gente vai ter de sair mesmo, mas a gente tem esperança de permanecer por aqui", disse José Roberto França, de 38 anos, também morador do Coroadinho e um dos interessados em moradia na área ambiental.

O Estado também esteve em contato com a direção da Caema e segundo o presidente da companhia, João Reis Moreira Lima, a ocupação indevida do terreno é o maior crime ambiental já cometido com a população ludovicense. "É uma área importantíssima para a cidade, onde há uma das reservas de água da capital maranhense. Portanto, precisamos ser firmes e não permitir que essas pessoas ocupem esse local indevidamente", disse. Ainda de acordo com a Caema, os invasores estão loteando o terreno para ocupar ou mesmo vender o que não lhe pertence.

Mais

A Reserva Florestal do Batatã foi criada por meio do Decreto Lei nº 6.833. Atualmente, possui o reservatório do Batatã que fornece água a, pelo menos, 25 bairros da Grande Ilha. Ainda segundo a direção da Caema, o reservatório do Batatã está com apenas 5% de sua capacidade plena.

Douglas Júnior

Terreno próximo a poços de abastecimento, no Batatã, foi limpo por invasores que pretendem morar no local

Reservatório do Batatã opera com 20% da sua capacidade em pleno período chuvoso - O Estado do Maranhão

Quantidade de chuvas que tem caído na capital não foi suficiente para elevar o nível de água da represa; diante da situação preocupante, a Caema tem adotado manobras para evitar o desabastecimento

0
30
0
0

A última vez que a represa do Batatã chegou ao seu nível máximo foi em 2008 (Foto: Biné Morais / O Estado)

SÃO LUÍS - Em dezembro do ano passado, o Reservatório do Batatã havia chegado ao seu nível mais crítico em anos, operando com menos de 5% de sua capacidade. O ano novo chegou e com ele o período chuvoso, o que fez o volume de água aumentar. Mas a situação ainda não é nada animadora, como explica a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (Caema).

As chuvas fortes que têm caído em São Luís, principalmente à tarde, provocam alagamentos em vários pontos da cidade e outros estragos. Mas se tratando da captação e armazenamento de água para o consumo da população, a situação é diferente. Hoje, em pleno período chuvoso, o reservatório opera com 20% de sua capacidade.

Carlos Rogério Araújo, diretor de operações e manutenção da Caema, explica que a represa tem capacidade de armazenar até 4 milhões e meio de metros cúbicos de água, Tabulado, esse total atinge a capacidade máxima de 10 níveis. A última vez que isso aconteceu foi em 2008.

Desde essa marca histórica, o volume de água vem caindo ano a ano até os níveis mais preocupantes e não vem se recuperando nem nos períodos chuvosos. É isso que também está acontecendo atualmente. Hoje, a represa está no nível 2, com a água atingindo a marca de apenas 2,2m.

LEIA TAMBÉM: