



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE  
CAMPUS IVBARCHARELADO EM ECOLOGIA

**IARA DOS SANTOS MEDEIROS**

**FRAGILIDADE AMBIENTAL DA PAISAGEM DA ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL (APA) DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE-PB**

**Rio Tinto-PB  
2016**

**IARA DOS SANTOS MEDEIROS**

**FRAGILIDADE AMBIENTAL DA PAISAGEM DA ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL (APA) DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE-PB**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ecologia.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Nadjacleia Vilar Almeida

Rio Tinto-PB  
2016

*M488f Medeiros, Iara dos Santos.*

*Fragilidade Ambiental da Paisagem da Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape-PB. / Iara dos Santos Medeiros. – Rio Tinto: [s.n.], 2016. 76 f. : il. -*

*Orientador (a): Profa. Dra. Nadjacéia Vilar Almeida.*

*Monografia (Graduação) – UFPB/CCAÉ.*

*1. Meio ambiente - conservação. 2. Geotecnologias. 3. Ecologia.*

*UFPB/BS-CCAÉ*

*CDU: 504(043.2)*

**IARA DOS SANTOS MEDEIROS**

**FRAGILIDADE AMBIENTAL DA PAISAGEM DA ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL (APA) DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE-PB**

Monografia apresentada ao Departamento  
de Engenharia e Meio Ambiente da  
Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento aos requisitos necessários  
para obtenção do grau de Bacharel em  
Ecologia

**Aprovada em:** 31 / 10 / 2016


**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dra. Nadjacleia Vilar Almeida

Orientadora - DEMA/CCAUE/UEPB



---

Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araujo

Examinador Interno - DEMA/CCAUE/UEPB



---

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Examinador Externo - DGEOC/CCEN/UEPB

Rio Tinto-PB  
2016

*A minha vó Otaciana Freire de Assis e ao meu primo Cristobal Paulino Fernandes (In memória) os quais sempre me incentivaram aos estudos.*

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente e acima de todas as coisas, agradeço a DEUS por ter me criado, amado e permitido que eu alcançasse mais este objetivo em minha vida.

Agradeço principalmente aos meus pais Mariza dos Santos Medeiros e João Eudes Medeiros que cuidaram de mim, me dando todo amor do mundo e me ensinando todos os dias a ser uma pessoa melhor. A minha irmã Iana Carla dos Santos Medeiros por todos os segredos, brigas, risos e lágrimas que juntas vivenciamos. Ao meu sobrinho Bruno Henrique dos Santos Fernandes que sempre foi um anjinho na minha vida me fazendo muitas vezes ver o mundo com um olhar de criança. Aos meus tios “pais de coração” Maria do Rosário Medeiros de Oliveira e Orlando Medeiros de Oliveira, Severina Maria Freire de Assis e Geraldo Veríssimo por sempre me acolherem em suas casas durante este tempo de graduação.

Aos meus primos, “irmãos de coração” Maria Chiara Medeiros de Oliveira e Igino Medeiros de Oliveira, por todas as gargalhadas que sempre me alegravam. Obrigada família, por me ensinar o verdadeiro significado das palavras união, alegria e amor.

Sou imensamente grata a minha família de coração “meus amigos”, Aislane, Daniele, Calos, Iris, Henrique, Renato e Rosângela por todas as partilhas, orações, comemorações e pelos bons e maus momentos compartilhados.

Em nome da minha orientadora, professora doutora Nadjacleia Vilar Almeida, agradeço a todo o corpo docente da UFPB pelos conhecimentos repassados.

Agradeço a minha amada turma de ECOLOGIA, “2012.1” que conviveram comigo esses anos de graduação, de forma especial agradeço as minhas amigas Mayara, Márcia, Poliana, Henrique e Indrid Thwane, companheiros de sala e de vida.

Na pessoa de Jonas Fernandes (técnico do laboratório de cartografia e Geoprocessamento-LCG), agradeço a todos os estagiários que contribuíram não apenas para minha formação acadêmica mais para minha formação pessoal.

E por fim, agradeço a Thiago, Mayara de Fátima, Jéssica, Jhonatas e Janduí, alunos de ecologia e parceiros que conquistei há pouco tempo mais que já vivenciamos junto comigo experiências inesquecíveis. Fabrício, Josefa e Alex, obrigado por me acolherem com muito carinho em sua casa, lugar onde conclui este trabalho.

A todos que citei e aos que estão em meu coração, Muito Obrigado!

*“O milagre não é realizarmos esse trabalho, mas que sejamos felizes fazendo-o”.*

**Madre Tereza de Calcutá**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Mapa de localização da Área de Estudo.....	26
Figura 2 –Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	27
Figura 3 – Imagens Pré-processadas da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	31
Figura 5 – Geologia da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	38
Figura 6 – Relevo sombreado e perfil topográfico.....	40
Figura 7 – Hipsometria da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	41
Figura 8 – Declividade da APA da Barra do Rio Mamanguape .....	42
Figura 9 – Densidade da Drenagem da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	43
Figura 10 – Amplitude Altimétrica da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	45
Figura 11 – Solos da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	47
Figura 12 – Variabilidade temporal da precipitação APA da Barra do Rio Mamanguape Paraíba, Brasil .....	49
Figura 13 – Comportamento da precipitação nos municípios que compõe e circunda a da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	50
Figura 14 –Intensidade Pluviométrica da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	51
Figura 15. Veg. de Mangue em parte da Lagoa do Saco localizada na comunidade de Praia de Campina no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	52
Figura 16. Veg. de Mangue próximo a tanques da carcinicultura localizada na comunidade de Coqueirinho no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	52
Figura 17 – Uso e Cobertura da Terra da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	53
Figura18 – Trilha na mata do Oiteiro, localizada no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	54
Figura 19 – Remanescente de Mata Atlântica (Mata do Oiteiro) inserida na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	54
Figura 20 – Veg. de tabuleiro sobre as falésias próximas ao rio Miriri localizada no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	55
Figura21 – Estrada sobre as falésias, entre a veg. de tabuleiro que liga Oiteiro a Miriri.....	55
Figura22 – Ravinamento nas falésias localizadas no Mirir.....	55
Figura23 – Restinga localizada na parte norte da APA na comunidade de Coqueirinho.....	56



Figura24 – Restinga localizada nas dunas na Praia da Barra de mamanguape.....	56
Figura25 – Policultura de macaxeira e bananeira, próxima a um afluente do rio Mamanguape.....	56
Figura26 – Cultivo de batata doce, próximo a um afluente do rio Mamanguape.....	56
Figura27 – Monocultura de cana-de-açúcar, próxima a um afluente do rio Mamanguape.....	56
Figura28 – Zona Urbana de Rio Tinto.....	57
Figura29 – Estrada de rio tinto/praias de campina.....	57
Figura30 – Solo para cultivo de cana-de-açúcar.....	57
Figura31 – Faixa de praia próxima as dunas da Barra.....	57
Figura32 – Áreas de mangue sem vegetação, próximas ao rio velho.....	58
Figura33 – Estuário do rio mamanguape na comunidade da Barra.....	58
Figura34 – Ponte sobre o rio mamanguape que liga Rio tinto a praia de campina.....	58
Figura 35 – Fragilidade geológica da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	60
Figura 36 – Fragilidade geomorfológica da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	62
Figura 37 – Fragilidade pedológica da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	64
Figura 38 – Fragilidade do uso e cobertura da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	78
Figura 39 – Fragilidade Ambiental da da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Categorias ecodinâmicas e seus respectivos valores de vulnerabilidade.....	32
Tabela 2. Escala de Vulnerabilidade á denundação das rochas mais comuns.....	33
Tabela 3. Valores de vulnerabilidade para a intensidade de dissecação do relevo.....	34
Tabela 4. Valores de vulnerabilidade para a amplitude altimétrica.....	34
Tabela 5. Valores de vulnerabilidade para a declividade.....	34
Tabela 6. Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade á perda de solo.....	35
Tabela 7. Valores de vulnerabilidade para o solo.....	35
Tabela 8. Valores de vulnerabilidade para o usos e cobertura da terra.....	36
Tabela 9. Classes de vegetação e seus respectivos valores de área em km <sup>2</sup> e %.....	53
Tabela 10. Valores de vulnerabilidade para as classes de geologia presentes na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	59
Tabela 11. Valores de vulnerabilidade para as classes de Amplitude altimétrica encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	61
Tabela 12. Valores de vulnerabilidade para as classes de declividade encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	61
Tabela 13. Valores de vulnerabilidade para as classes de densidade de drenagem encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	61
Tabela 14. Valores de vulnerabilidade para as classes de solo presentes na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	63
Tabela 15. Valores de vulnerabilidade para as classes de uso e ocupação da terra encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.....	65
Tabela 16. Classes de vulnerabilidade da APA da Barra do Rio Mamanguape e seus respectivos valores.....	69

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Amostras das assinaturas espectrais retiradas da imagem Landsat 8 datada de 11/02/2016 em composição falsa cor (R6,G5,B4).....	31
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AESA/PB - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

APA - Área de Proteção Ambiental

CPRM - Serviço Geológico Brasileiro

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LANDSAT - Land Satellite

MAXVER - Máxima Verossimilhança

MDE - Modelo Digital de Elevação

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PDI - Processamento Digital de Imagem

RGB - Red Green Blue

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UC - Unidade de Conservação

USGS - United States Geological Survey (Serviço Geológico dos Estados Unidos)

UTM - Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE QUADROS .....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xii
1.INTRODUÇÃO.....	17
2.OBJETIVOS .....	19
2.1 Geral: .....	19
2.2 Específicos: .....	19
3.REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
3.1 Paisagem .....	20
3.1.1 Visão Geográfica, Ecológica e Integradora da Paisagem .....	20
3.1.2 Importância da Paisagem Enquanto Recorte de Análise (estudo).....	21
3.3 Geotecnologias .....	23
4.MATERIAL E MÉTODOS .....	25
4.1 Área de estudo .....	25
4.2 Procedimentos Metodológicos .....	26
4.2.1 Metodologia para o Diagnóstico Geoambiental .....	27
4.2.2. Metodologia para o Diagnóstico da Fragilidade Ambiental .....	32
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
5.1 DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL .....	37
5.1.1 Geologia .....	37
5.1.2 Geomorfologia.....	39
5.1.3 Pedologia .....	45
5.1.4 Intensidade Pluviométrica .....	49
5.1.5 Uso e Cobertura da Terra .....	52
5.2 DIAGNOSTICO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL .....	59
5.2.1 Vulnerabilidade Geológica.....	59
5.2.2 Vulnerabilidade Geomorfológica .....	61
5.2.3 Vulnerabilidade Pedológica .....	63
5.2.4 Vulnerabilidade Pluviométrica .....	64
5.2.5 Vulnerabilidade do Uso e Cobertura da Terra.....	65
5.3 Fragilidade Ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape .....	68

6. CONCLUSÃO .....	71
7. REFERÊNCIAS .....	72

## **RESUMO**

A pesquisa teve como objetivo central identificar a fragilidade ambiental das paisagens que compõem a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, a qual está localizada na mesorregião da zona da mata, litoral norte do Estado da Paraíba, limitando-se com os municípios de Marcação, Baía da Traição, Rio Tinto e Lucena. A metodologia consiste na aplicação da teoria ecodinâmica, sendo possível classificar a paisagem em níveis de fragilidade. Assim, por meio do diagnóstico geambiental e ecodinâmico observou-se que a APA possui elementos naturalmente estáveis e instáveis diretamente influenciados pelas atividades antrópicas desenvolvidas na área, o que intensifica os impactos negativos aumentando o grau de fragilidade. Concluiu-se que, de forma geral, os elementos que compõem a APA são frágeis e as atividades antrópicas intensificam e aceleram os processos morfogenéticos. Porém, também foram encontrados elementos que ainda encontram-se estáveis, assim faz-se necessário uma gestão mais direcionada para que os ambientes frágeis sejam restaurados e os estáveis sejam preservados.

Palavras-chave: Ecodinâmica, Unidade de Conservação, Geotecnologias

## **ABSTRACT**

The research had as main objective to identify the environmental fragility of the landscape that makes up the Environmental Protection Area of the Mamanguape River Bar, which is located in the middle region of the area of the forest, north coast of the State of Paraíba, limiting with the municipalities of marking, Bay of Treason, Rio Tinto and Lucena. The methodology is the application of ecodynamics theory Tricart and improved by Crepane et al. Where it was possible to classify the landscape fragility levels. So through geambiental diagnosis and ecodynamic it was observed that the APA has naturally stable and unstable elements that suffer the influences of human activities, which intensifies the negative impacts. Thus it was concluded that in general the elements that comprise the APA are fragile and human activities intensify and accelerate the morphogenetic processes. But they were also found elements that still are stable, so it is necessary a more targeted management to the fragile environments are restored and stable are preserved.

Keywords: Ecodynamic, Conservation Unit, Geotechnology



## 1. INTRODUÇÃO

De forma intrínseca o meio ambiente possui uma fragilidade potencial (natural), ou seja, apresenta aspectos vulneráveis na composição dos elementos que o constitui. Assim, a fragilidade do ambiente é a junção das vulnerabilidades de cada componente presente na natureza.

A teoria da ecodinâmica proposta por Tricart (1977), estuda a dinâmica do meio ambiente com base em suas características morfogenéticas (modificação do relevo) e pedogenéticas (modificação do solo). Crepani *et al* (2001) destacam que “Uma unidade de paisagem natural é considerada estável quando os eventos naturais que nela ocorrem favorecem os processos de pedogênese, isto é, o ambiente favorece a formação e o desenvolvimento do solo, nestes ambientes encontramos solos bastante desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos.”

Townsend, Begon e Harper (2010) afirmam que a ecologia atua em três escalas: temporal, espacial e biológica, neste trabalho abordou-se a escala espacial por ser capaz de abranger áreas extensas e ao mesmo tempo possibilita estudos mais detalhados. De acordo com Ricklefs (2003), a escala espacial varia desde metros até centenas de quilômetros, possibilitando a representação de variações como as do clima, da topografia e do tipo de solo.

Os elementos presentes na paisagem da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, são: manguezais e várzeas, arrecifes costeiros, mata atlântica, mata de restinga, dunas e falésias. Apesar de a APA ser uma unidade de conservação de uso sustentável que visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, permitindo atividades que envolvem o uso dos recursos naturais, praticadas de forma que a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos esteja assegurada (MMA, 2015), os ambientes estão sendo alterados, pois fatores externos, como por exemplo: as atividades humanas que podem intencificar a fragilidade dos ambientes, fazendo com que se tornem ainda mais susceptíveis a modificações intencias que podem ser irreversíveis.

Essas variações são refletidas na paisagem que é constantemente alterada pelos mais diversos fatores, sejam eles positivos ou negativos, que influenciam direta ou indiretamente sobre todo sistema, que mesmo diante das perturbações, tende a se manter em equilíbrio dinâmico.

Tais características podem se espacializadas por meio das geotecnologias (Sensoriamento Remoto, SIG - Sistema de Informações Geográficas e o GPS -Sistema de

Posicionamento Global) e o Geoprocessamento que auxiliam na análise dos dados, possibilitando uma integração dos elementos presentes na paisagem.

Diante da importância dos ecossistemas da APA e da fragilidade potencial, o presente trabalho teve como objetivo identificar a fragilidade ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape, visando identificar os impactos que possam estar ocorrendo na área.

## **2.OBJETIVOS**

### **2.1Geral:**

- Avaliar a fragilidade ambiental das paisagens que compõem a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape.

### **2.2Específicos:**

- Realizar diagnóstico geoambiental da APA
- Identificar a fragilidade potencial (natural) dos fatores Geologia, Geomorfologia (declividade), Pedologia, Clima/hidrografia
- Identificar a fragilidade potencial (natural) e emergente da cobertura vegetação e do uso da terra.

### **3.REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Paisagem**

De formar mais primária e rústica a paisagem foi citada no “livro dos salmos” referindo-se a bela vista que se tinha das grandes construções de Jerusalém. A paisagem posteriormente foi mencionado pela literatura e pelas artes em geral, principalmente pelas pinturas do século XVII (METZGER, 2001, p.2). A partir de então o termo paisagem tem sido introduzido nas mais diversas áreas do conhecimento, por inúmeros estudiosos, sob várias visões. Na língua portuguesa a palavra paisagem corresponde ao “espaço de terreno que se abrange num lance de vista” (Dicionário Aurélio 2001, p. 509).

Mas, segundo Almeida (2012, p. 31), é preciso ter cuidado e clareza quando se utiliza o conceito de paisagem, pois este termo é muito abrangente e envolve não apenas o que é visível a um observador, mas também o que é imperceptível. Assim, existem outras formas de definir a paisagem, levando em consideração os elementos que a constituem e o contexto na qual está inserida.

Por se tratar de um termo usado de forma interdisciplinar, abordaremos neste estudo duas abordagens da paisagem: a geográfica e a ecológica, que juntas contextualizam e embasam este trabalho.

##### **3.1.1 Visão Geográfica, Ecológica e Integradora da Paisagem**

Bertrand (2004, p. 141), sob um ponto de vista de uma Geografia Global, define a paisagem como “o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.” Essa visão é bastante utilizada no meio geográfico, mostrando que a paisagem não é algo estático, mas sim dinâmico, ou seja, em constante mudança, o que possibilita estudá-la de diversas formas.

Durante muito tempo a paisagem era um elemento de estudo apenas das geociências, mas com o passar do tempo a ecologia, que de início detinha-se no estudo da zoologia e da botânica, passa a incorporar também o meio abiótico. Rodriguez, Silva e Cavalcante (2004, p. 19 e 20) faz uma leitura histórica conceitual desta evolução da ecologia como ciência e explica que após o aparecimento do termo ecologia pelo zoólogo Haeckel em 1866, foram introduzidos termos como comunidades naturais e biocenose pelo biólogo Mobius em 1877 e o conceito de ecossistema por Tansley em 1935. Após estes e outros avanços, Rodriguez et al

(2004, p. 19 e 20) afirmam que a ecologia hoje é conhecida como “uma ciência que estuda as inter-relações e interações entre os organismos e o meio (a natureza inorgânica circundante)”.

Assim, podemos observar que tanto a geografia como a ecologia estudam os elementos da paisagem, mas existe uma terceira perspectiva que propõe unificar as duas visões anteriormente discutidas.

A visão integradora, que propõe unificar a visão geográfica e ecológica, resulta na definição de paisagem proposta por Metzger (2001, p. 04), “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator; segundo um observador e numa determinada escala de observação”. Deste modo a paisagem pode ser entendida e estudada sob um mesmo olhar e sob uma mesma perspectiva o que facilita uma melhor compreensão.

### **3.1.2 Importância da Paisagem Enquanto Recorte de Análise (estudo)**

Como exposto anteriormente, é em nível de paisagem que conseguimos visualizar os resultados das dinâmicas atuantes, sejam elas naturais ou não, para tal podemos analisar a paisagem unindo a geografia e a ecologia.

Classificar os ecossistemas naturais é tarefa comum aos ecólogos, mas identificar as unidades de paisagem, quando os ecossistemas foram tão profundamente transformados e permanecem evoluindo, é tarefa de geógrafos, mas é árdua, mas certamente é mais rica se for interdisciplinar, minimamente integrando Geografia e Ecologia da Paisagem, ou numa concepção integradora dos dois componentes da paisagem, o físico e biótico e o humano e social (RODRIGUEZ, SILVA, CAVALCANTI, 2007).

Ferreira et al. (2001, p. 159) revelam que apesar da paisagem ser uma preocupação antiga enquanto objeto de estudo, sobretudo da geografia física e das ciências da terra, não recebeu uma atenção continuada, tornando-se hoje em objeto de estudo para as mais diversas áreas do conhecimento, buscando analisá-la sob os mais diversos aspectos.

Para isso, deve-se primeiro efetuar um inventário dos elementos físico-naturais e socioeconômicos:

Natural - espaço sem intervenção da sociedade;

Abiótica - a relação da litosfera com a atmosfera (solo, clima, rochas etc.)

Biótica - a biosfera (fauna e flora)

Sócioeconômica - todas as atividades desenvolvidas pela sociedade na natureza (SOARES, 2005, p. 50).

De acordo com Ross (1993, p. 65), “o conhecimento das potencialidades dos recursos naturais passa pelos levantamentos dos solos, relevo, rochas e minerais, das águas, do clima, da flora e fauna, enfim de todos os componentes do estrato geográfico que dão suporte à vida animal e ao homem.” Crepani et al (2001, p.13) também ressaltam que “para se analisar a paisagem é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução e o tipo da cobertura vegetal. Essas informações são fornecidas pela Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Climatologia.”

### **3.2 Fragilidade Ambiental e Ecodinâmica**

Gimenes e Filho (2013, p. 6565) após observarem as primeiras definições do termo fragilidade encontradas na literatura científica internacional verificaram que a fragilidade de um ambiente se traduz pela desestabilização de um equilíbrio dinâmico preexistente. As divergências entre as definições se encontram nos fatores que causam este desequilíbrio.

De acordo com Drew (1994, p.28), “cada aspecto de um sistema natural possui um limiar que se for ultrapassado pode gerar mudanças irreversíveis, sendo necessário estabelecer um novo equilíbrio”. Porém, se a magnitude do distúrbio for muito intensa o ambiente pode perder sua capacidade de recuperação.

O grau de fragilidade do ambiente pode ser definido por meio da identificação e mapeamento das unidades ecodinâmicas.

Para Kawakubo et al.(2005, p 2204) o mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, identificando as características naturais e as restrições. Desta forma, os autores consideram a fragilidade em duas perspectivas, a fragilidade potencial que corresponde a fragilidade natural do ambiente e a fragilidade ambiental que consiste na vulnerabilidade natural associada aos graus de proteção que os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal exercem.

Para analisar a fragilidade de um ambiente é necessário que os conhecimentos setorializados sejam avaliados de forma integrada, tendo em vista que a natureza apresenta funcionalidades intrínsecas entre os seus componentes físicos e biológicos (ROSS. 1994, p.65).

Para analisar de forma integrada as inter-relações bióticas, abióticas e humanas utilizou-se a teoria da ecodinâmica. Almeida (2012, p. 40) destaca que: “para realizar um estudo integrado da paisagem relacionando o meio físico e o homem a geografia física frequentemente utiliza como método auxiliar o estudo da ecodinâmica”.

O conceito de ecodinâmica está “integrado no conceito de ecossistema. Enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente” (Tricart 1977 p. 32). Nessa perspectiva os processos de morfogênese (formação do relevo) e Pedogênese (formação do solo) controlam tais dinâmicas.

A ecodinâmica define que existem meios estáveis, intergrades e instáveis que foram resumidamente descritos por Almeida (2012, p.42):

- **Meios estáveis:** cobertura vegetal densa, dissecação do relevo moderada, solos mais profundos e baixos valores de intensidade pluviométrica;
  
- **Meios intergrades:** balanço entre a morfogênese e a pedogênese;
  
- **Meios fortemente instáveis:** condições bioclimáticas agressivas, com ocorrência de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas (altos valores de intensidade pluviométrica), relevo com vigorosa dissecação, presença de solos rasos, inexistência de cobertura vegetal densa, planícies e fundos de vales sujeitos a inundações e presença de intensa atividade socioeconômica.

### 3.3 Geotecnologias

Atualmente para auxiliar na análise da paisagem conta-se com as geotecnologias (Sensoriamento Remoto, SIG - Sistema de Informações Geográficas e GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global) e o Geoprocessamento, as quais por meio de suas ferramentas possibilitam estudá-los de forma mais rápida, prática e eficiente. Santos et al.(2015, p.22) relatam que as geotecnologias compõem uma nova ciência que foi criada com o propósito de analisar o espaço geográfico através de técnicas computacionais em parceria com a cartografia, fotogrametria, sensoriamento remoto, geoprocessamento, sistemas de informações geográficas, entre outras.

Rosa (2005, p.81) define geotecnologia como sendo “o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica, sendo compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntas constituem poderosas ferramentas para tomada de decisão”. Tais tecnologias representaram um avanço significativo, tanto para os estudos na área das geociências como para as ciências correlatas que começaram aos poucos a aderir a estas novas ferramentas que hoje encontram-se totalmente difundidas no meio científico e profissional. Para Fitz, (2008, p.11)

As geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

De acordo com os autores citados, estudar o espaço geográfico torna-se muito mais prático com o uso de tais tecnologias. Assim, destacamos os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), os quais atuam como poderosas ferramentas em estudos ambientais e possuem um papel fundamental nesse estudo.

A aplicação dos SIG's em estudos ambientais é um valioso recurso, possibilitando correlacionar os aspectos físicos, bióticos e antrópicos da paisagem, por meio da elaboração de um modelo digital do cenário real, propiciando análise integrada de seus componentes, gestão por meio da espacialização dos fenômenos, simulações futuras com a combinação de eventos hipotéticos, dentre inúmeras outras aplicabilidades. (SILVEIRA, 2005, p. 1)

Dada a importância das geotecnologias e do SIG como ferramentas para os mais diversos estudos ambientais e mais especificamente os estudos Geoambientais, nessa pesquisa foi feito uso destas novas tecnologias, propiciando a realização do trabalho de forma mais eficaz, por se tratar de um estudo que envolve os meios biótico, abiótico e antrópico em uma unidade de conservação com uma área relativamente grande.



## 4.MATERIAL E MÉTODOS

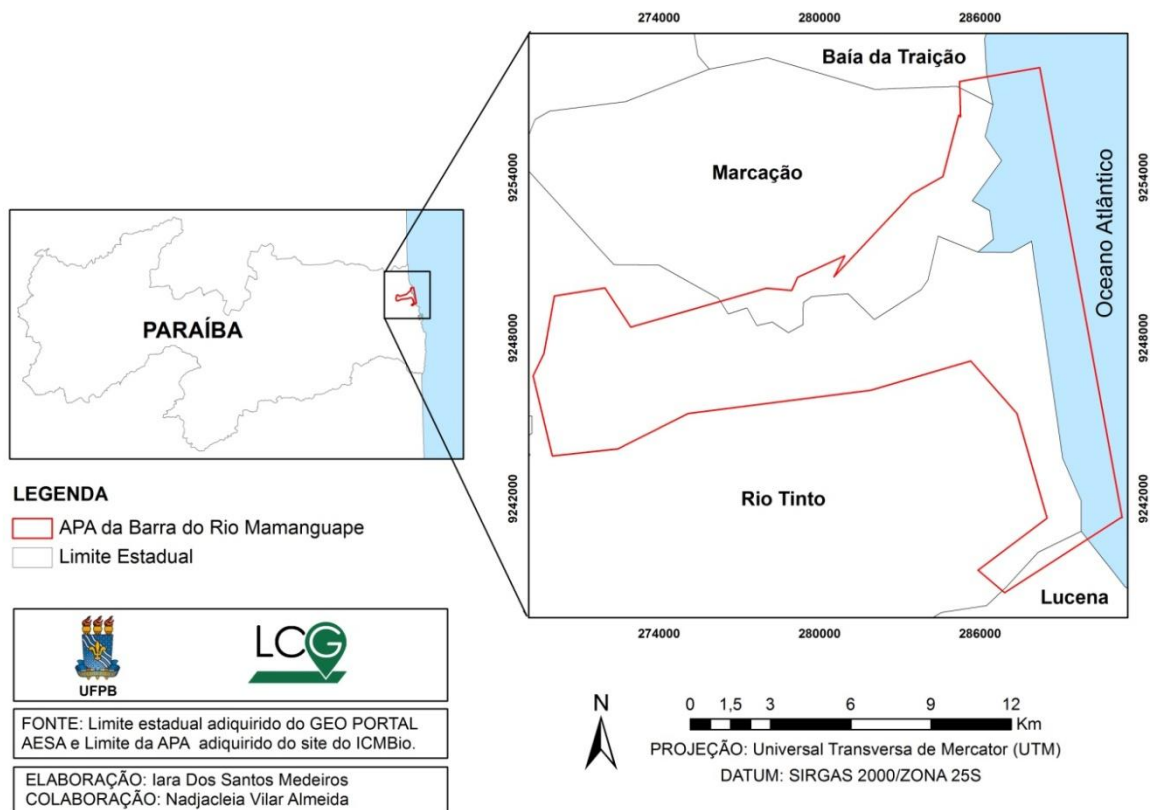
### 4.1Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape foi implantada em 1993, pelo Decreto nº 924 de 10 de setembro, com os objetivos de:

I-garantir a conservação do habitat do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*); II - garantir a conservação de expressivos remanescentes de manguezal, mata atlântica e dos recursos hídricos ali existentes; III - proteger o Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*) e outras espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional; IV - melhorar a qualidade de vida das populações residentes mediante orientação e disciplina das atividades econômicas locais; V - fomentar o turismo ecológico e a educação ambiental (BRASIL, 1993) .

Situada entre as coordenadas geográficas de 6°45' a 6°50'S e 34°56' a 35°W, a APA possui uma área de 14.640 ha e situa-se na mesorregião da zona da mata, litoral norte do Estado da Paraíba, distante cerca de 80Km da capital João Pessoa. Limita-se ao norte com os municípios de Marcação e Baía da Traição, a oeste e sul com o município de Rio Tinto, a sudoeste com o município de Lucena e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 1).

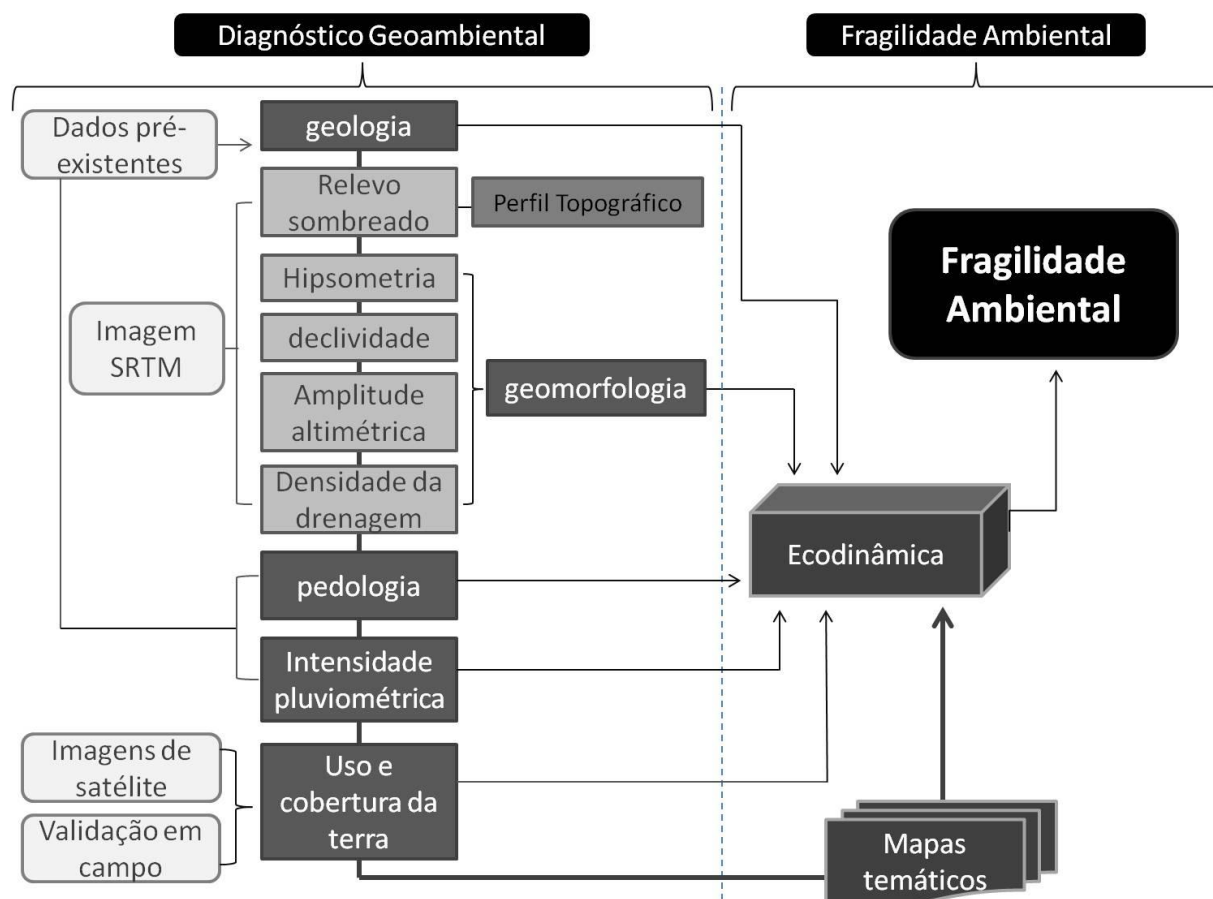
A população residente encontra-se distribuída em 18 comunidades tradicionais inseridas no interior da APA e em seu entorno. Essas comunidades integram-se em associações, cooperativas e colônias de pescadores. A APA abriga os principais remanescentes de manguezais do Nordeste brasileiro, que têm no Rio Mamanguape, que dá nome à APA, e no Rio Miriri, os habitats naturais de preservação de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, motivo inicial de criação dessa Unidade de Conservação. A APA também está representada por várzeas, arrecifes costeiros, mata atlântica, mata de restinga, dunas e falésias (BRASIL 1993, ICMBIO 2015, EMBRAPA 2008).



**Figura 1.** Mapa de localização da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

## 4.2 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa utilizou fundamentos do método geossistêmico, observando as interligações dos parâmetros geologia, geomorfologia, pedologia, pluviosidade e uso e cobertura da terra. Foram aplicados os procedimentos esquematizados na figura 2 e descritos em seguida.



**Figura 2.** Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

#### 4.2.1 Metodologia para o Diagnóstico Geoambiental

##### Geologia

Primeiramente obteve-se um arquivo vetorial contendo informações geológicas da área, com escala de 1:1.000.000 do ano de 2004, disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) através do site do GEOBANK<sup>1</sup>. Posteriormente, através do software Quantum GIS versão 2.8.2, realizou-se o recorte da área de interesse de acordo com os limites da APA da Barra do Rio Mamanguape, gerando assim um mapa temático das unidades geológicas presentes na APA.

##### Geomorfologia

As características geomorfológicas foram analisadas através de cinco produtos cartográficos: relevo sombreado com perfil topográfico, hipsometria, declividade, densidade da drenagem e amplitude altimétrica sendo todos gerados com base em imagem de radar (SRTM – Shuttle Radar Topography Mission) com resolução espacial de 30 metros, referente

<sup>1</sup><http://geobank.cprm.gov.br/>

à folha SB-25-Y-A disponibilizada pelo site TOPODATA<sup>2</sup> o qual contém os dados morfométricos do Brasil.

- **Relevo sombreado com perfil topográfico**

A elaboração do Relevo Sombreado foi realizada de forma automática no software Global Mapper versão 17.0 (versão temporária). Para melhorar a visualização e interpretação dos dados foram criados dois transectos; (ab) e (a'b'), sendo o primeiro do extremo oeste da APA à foz do rio Mamanguape (ao longo do curso do rio Mamanguape) e o segundo transversal, próximo a desembocadura do leito do rio destacando as vertentes esquerda e direita.

- **Hipsometria**

Utilizando como base a imagem SRTM, foram extraídas automaticamente as curvas de nível com equidistância de 5 metros. Associando-as ao Modelo Digital de Elevação (MDE) foi gerado o mapa de hipsometria com os valores de elevação do terreno.

- **Declividade**

O termo declividade refere-se à inclinação do relevo em relação ao horizonte (CREPANI, 2001), que foi gerado automaticamente e expressa em valores percentuais de acordo com a classificação de Crepani (2001).

- **Amplitude altimétrica**

Para análise desse parâmetro foram extraídas as altitudes da nascente, do médio curso e da foz de todos os rios da APA. Em seguida o valor de amplitude foi calculado por meio da equação 1:

$$[\text{Alt\_Cab}] - [\text{Alt\_Foz}] \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

[Alt\_Cab] representa a altitude da cabeceira ou seja a cota máxima (do topo) das vertentes e; [Alt\_Foz] representa a altitude da foz ou que refere-se a cota mínima (fundo do vale).

- **Densidade da Drenagem**

Primeiramente em ambiente SIG foi gerada automaticamente a rede de drenagem a partir da imagem SRTM, contendo informações como fluxo e direção dos rios.

---

<sup>2</sup><http://www.dsr.inpe.br/topodata/>

A densidade da drenagem que representa a relação do comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 115), foi calculada de forma automática usando a equação 2.

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad \text{equação 2}$$

Na qual “Dd” significa a densidade da drenagem; “L” é o comprimento total dos canais e “A” é a área da Bacia. Assim, obtêm-se como resultado final os valores de densidade, representados no mapa através de uma rampa de cores em tons de azul.

### **Hidrografia**

A hidrografia foi gerada com base na carta topográfica da APA (1974) e duas imagens ortorretificadas do satélite RapidEye, com resolução espacial de 5x5m. A primeira com data de 11/07/2012 e a segunda de 20/10/2013 disponibilizadas no Geocatálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Ao cruzar tais informações da área de estudo foi possível gerar, de forma mais precisa, uma camada vetorial, por meio de digitalização em tela, do rio principal e seus afluentes.

### **Pedologia**

Para caracterização pedológica foram considerados apenas os aspectos físicos e de formação dos solos, sendo utilizada como base cartográfica o mapa de solos do estado da Paraíba datado de 1997 com escala de 1:1.200.000. Por meio do software Quantum GIS realizou-se o recorte da imagem segundo os limites da APA e fez-se a digitalização em tela, transformando a imagem em arquivo vetorial. Posteriormente, utilizando como base as faixas de altitude do terreno e as atividades de reconhecimento em campo, os limites de algumas classes de solo foram ajustados obtendo-se como resultado deste processo um mapa com os tipos de solos presentes na área de estudo.

### **Clima (Intensidade Pluviométrica)**

A intensidade pluviométrica foi obtida por meio de dados de precipitação pluviométrica de 18 anos (1996-2014), disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs). Para tanto, foram utilizados dados de postos pluviométricos de três dos municípios que integram a APA sendo eles Rio Tinto, Baía da Traição e Lucena, além do município de Mamanguape que situa-se na área de influência

direta da unidade estudada, totalizando quatro municípios. Para analisar a distribuição espacial da precipitação na APA, foi elaborada uma planilha contendo o nome das estações pluviométricas, localização (latitude e longitude), médias mensais (janeiro a dezembro) e a média anual do período analisado.

O valor da intensidade pluviométrica foi obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses), gerando o mapa temático de intensidade pluviométrica da APA.

Após realizar testes com outros métodos de interpolação, o método escolhido foi o Inverso da Distância Ponderada-IDW, por representar melhor os resultados para a área em estudo, e por ser um método bastante utilizado. Este método estima um valor para um local não amostrado como uma média dos valores dos dados dentro de uma vizinhança. O cálculo da média é ponderada pela distância entre o ponto a ser interpolado e seus vizinhos, destaca-se que o peso da distância é ajustado por um expoente. Quanto maior expoente, maior será a influência da distância (MIRANDA 2005 *apud* SOUZA et al. 2011, p. 4298).

### **Uso e Cobertura da Terra**

Para analisar a vegetação e os diferentes usos da terra da APA, primeiramente fez-se uma busca em sites da web que disponibilizam imagens de satélite a fim de obter uma imagem recente e com baixa cobertura de nuvens. Utilizou-se uma imagem LANDSAT 8 com resolução espacial de 30m, datada de 11/02/2016, disponibilizada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS)<sup>3</sup>.

Posteriormente, com o intuito de melhorar a resolução da imagem e conseqüentemente obter melhores resultados, foi realizada uma etapa de pré-processamento da imagem, dividida em 3 partes:

- Conversão Radiométrica: reduzindo pela metade o tamanho do arquivo (de 16 para 08 bits);
- Geração de Composição falsa cor, sendo: (R) banda 6, (G) banda 5 e (B) banda 4;
- Fusão da imagem Multiespectral para colorir a Pancromática. Processo chamado de PANSHARPENING.

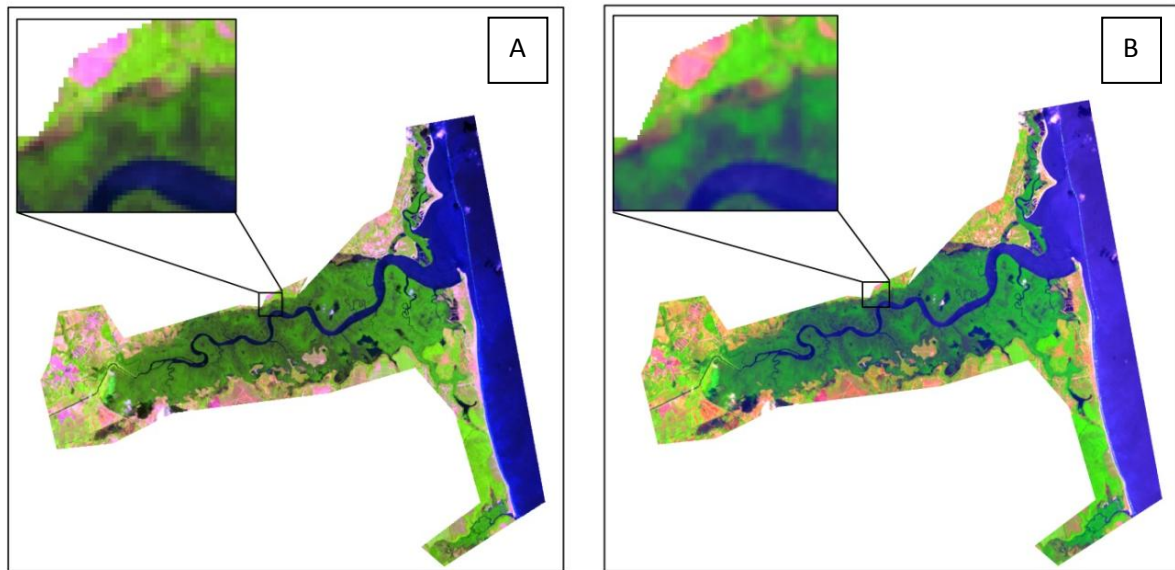
Com esses procedimentos foi possível converter a resolução espacial de 30x30 para 15x15 metros.

Em seguida recortou-se a imagem segundo o limite da APA (Fig. 3) e deu-se início ao mapeamento utilizando o método de classificação supervisionada ou semiautomática. Optou-

---

<sup>3</sup><http://earthexplorer.usgs.gov/>



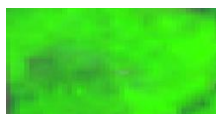
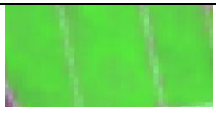

se por utilizar este método pelo fato de já termos um conhecimento prévio da área estudada e por ser possível validar os resultados em campo.



**Figura 3.** Imagens do Landsat 8/OLI (11-02-2016) em composição falsa cor (R6,G5,B4) da APA da Barra do Rio Mamanguape. (Figura 3A) Imagem original com resolução espacial de 30m. (Figura 3B) Imagem processada com resolução espacial de 15m (Fonte: USGS).

Seguindo o método de classificação supervisionada foram criadas amostras das assinaturas espectrais dos pixels que compõem os tipos de uso e cobertura da terra da APA, seguindo as características demonstradas no quadro 1.

Quadro 1- Amostras das assinaturas espectrais retiradas da imagem Landsat 8 datada de 11/02/2016 em composição falsa cor (R6,G5,B4).

COMPOSIÇÃO COLORIDA	OBJETO	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO
	Solo sem vegetação	Cor: rosa Textura: lisa Forma: regular
	Mangue	Cor: verde-escuro Textura: rugosa Forma: irregular
	Mata	Cor: verde limão Textura: rugosa Forma: irregular
	Cultivo	Cor: verde-claro Textura: lisa Forma: regular
	Água	Cor: azul Textura: lisa Forma: irregular

Fonte: Baseado em Florenzano (2011, p. 62).

Após capturar as assinaturas foi realizada a classificação da imagem usando o método de máxima verossimilhança, onde considera-se que “objetos pertencentes à mesma classe apresentarão respostas espectrais próximas à média de valores para aquela classe” (RIBEIRO et al. 2007, p. 5473).

#### 4.2.2. Metodologia para o Diagnóstico da Fragilidade Ambiental

Com base na teoria da ecodinâmica proposta por Tricart (1977) e adaptada por Crepani et al (2001) foram analisados separadamente os elementos: geologia, geomorfologia, pedologia, pluviosidade e uso e cobertura da terra, possibilitando identificar os graus de vulnerabilidade para cada tema. Assim, as áreas que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0, as intermediária por valores ao redor de 2,0 e as mais instáveis apresentam valores próximos de 3,0 (CREPANI, 2001).

Tabela 1. Categorias ecodinâmicas e seus respectivos valores de vulnerabilidade

<b>CATEGORIAS ECODINÂMICAS</b>	<b>RELAÇÃO PEDOGÊNESE/ MORFOGÊNESE</b>	<b>VALORES DE VULNERABILIDADE</b>
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0 – 1,3
Moderadamente Estável		1,4 – 1,7
Média Estabilidade	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	1,8 – 2,2
Moderadamente Instável		2,3 – 2,6
Instável	Prevalece a Morfogênese	2,7 – 3,0

Fonte: Adaptado de Almeida (2012)

Segundo Almeida (2012 p.70) “a vulnerabilidade dos geoambientes aos processos erosivos (predomínio da morfogênese) reflete a fragilidade (potencial) geoambiental (...), o que implica dizer que quanto mais frágil mais vulnerável à erosão é o ambiente”. Assim, por meio deste diagnóstico é possível identificar a fragilidade ambiental da APA.

#### Geologia

Para geologia os valores de vulnerabilidade foram definidos de acordo com o grau de coesão (denudação) das rochas mais comuns (tabela 2).



Tabela 2. Escala de Vulnerabilidade á denudação das rochas mais comuns.

Rochas mais comuns	Valores de Vul.	Rochas mais comuns	Valores de Vul.	Rochas mais comuns	Valores de Vul.
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo Muscovita, Biotita, Clorita Xisto	1,7	Arenitos Quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Homblenda, Tremolita, actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estauroлита xisto, xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, nefelina Sienito, Traquito Sienito	1,4	Filito, Metassilito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito Basalto	1,5	Ardósia, Metargilito	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosio, Gabro, Peridotito	1,6	Mármore	2,3	Sedimentos inconsolidados: Aluviões, colúvios etc.	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

## Geomorfologia

De acordo com Crepani *et al* (2001), para estabelecer os valores da escala de vulnerabilidade para as unidades de paisagem natural com relação à geomorfologia, são analisados os seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo pela drenagem (densidade de drenagem) (tabela 3), amplitude altimétrica (tabela 4) e declividade (tabela 5), o que permite quantificar empiricamente a energia potencial disponível para o escoamento superficial (“runoff”), isto é, a transformação de energia potencial em energia cinética responsável pelo transporte de materiais que esculpe as formas de relevo. Dessa forma em áreas que apresentam valores altos de amplitude de relevo, declividade e grau de dissecação, prevalecem os processos morfogenéticos, enquanto que em áreas com valores baixos prevalecem os processos pedogenéticos.

- Densidade de Drenagem

Tabela 3. Valores de vulnerabilidade para a intensidade de dissecação do relevo

Intervalo	Valores de Vul.	Intervalo	Valores de Vul.
0-0,5	1,0	5,7-6,6	1,9
0,5-1,0	1,1	6,6-7,5	2,0
1-1,5	1,2	7,5-10	2,1
1,5-2,0	1,3	10-12,5	2,2
2,0-2,5	1,4	12,5-15	2,3
2,5-3,0	1,5	15-17,5	2,4
3,0-3,9	1,6	17,5-20	2,5
3,9-4,8	1,7	20-100	3,0
4,8-5,7	1,8		

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

- Amplitude Altimétrica

Tabela 4. Valores de vulnerabilidade para a amplitude altimétrica

Amplitude do Interflúvio (m)	Valores de Vul.	Amplitude do Interflúvio (m)	Valores de Vul.	Amplitude do Interflúvio (m)	Valores de Vul.
<20	1,0	77-84,5	1,7	1500-151	2,4
20-,295	1,1	84,5-94	1,8	151-160,5	2,5
29,5-39	1,2	94-103,5	1,9	160,5-170	2,6
39-48,5	1,3	103,5-113	2,0	170-179,5	2,7
48,5-58	1,4	113-122,5	2,1	179,5-189	2,8
58-67,5	1,5	122,5-132	2,2	189-200	2,9

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

- Declividade

Tabela 5. Valores de vulnerabilidade para a declividade

Declividade	Valores de Vulnerabilidade
<2	1,0
2 – 6	1,5
6 – 20	2,0
20 – 50	2,5
>50	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

Após definida a vulnerabilidade para cada índice morfométrico, fez-se a integração de acordo com a fórmula proposta por Crepani et al. (2001), (equação 3) para obter a vulnerabilidade da geomorfologia

$$R = \frac{D+A+D}{3} \quad \text{equação 3}$$

Onde:

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia.

G = Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação.

A = Vulnerabilidade atribuída à Amplitude Altimétrica.

D = Vulnerabilidade atribuída à Declividade.

- Intensidade Pluviométrica

Os valores de vulnerabilidade para a intensidade pluviométrica são atribuídos de acordo com a escala de erosividade da chuva e com os valores de vulnerabilidade à perda de solo (tabela 6).

Tabela 6. Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade á perda de solo

Amplitude do Interflúvio (m)	Valores de Vul.	Amplitude do Interflúvio (m)	Valores de Vul.	Amplitude do Interflúvio (m)	Valores de Vul.
>50	1,0	200-225	1,7	375-400	2,4
50-75	1,1	225-250	1,8	400-425	2,5
75-100	1,2	250-275	1,9	425-450	2,6
100-125	1,3	275-300	2,0	450-475	2,7
125-150	1,4	300-325	2,1	475-500	2,8
150-175	1,5	325-350	2,2	500-525	2,9
157-200	1,6	1750-375	2,3	>525	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

## Pedologia

A fragilidade para o tema solo foi definida de acordo com a tabela (7) modificada de Crepani et al. (2001) contendo a nova nomenclatura de solos de Embrapa (1999) e seus respectivos valores de fragilidade.

Tabela 7. Valores de vulnerabilidade para os solos

Classificação de solos (EMBRAPA, 1999)	Valores de Vul.	Classificação de solos (EMBRAPA, 1999)	Valores de Vul.
Latossolos	1,0	Cambissolos	2,5
Argissolos Luvissolos Chernossolos Planossolos Espodossolos	2,0	Neossolos Vertissolos Organossolos Gleissolos Plintossolos Afloramento Rochoso	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

## Uso e Cobertura da Terra

Com a classificação gerada foram definidos os valores de vulnerabilidade propostos por Crepani et al. (2001) e Almeida (2008) (tabela 8).

Tabela 8. Vulnerabilidade do uso e cobertura da terra.

Tipo de Vegetação	Valores de Vul.
Cobertura vegetal densa	1,0-1,3
Vegetação de influencia fluviomarinha	1,4-1,7
Vegetação arbustiva arbórea	1,8-2,2
Vegetação erbácia ou aberta	2,3-2,6
Inexistência de vegetação e cultivo	2,7-3,0

Fonte: adaptado de Crepani et al. (2001) e Almeida (2008).

### 4.2.2.1 Fragilidade de todos os Componentes

Após identificar a vulnerabilidade para cada tema, por meio do cálculo (equação 4), obteve-se a fragilidade geral da APA.

$$F = \frac{(G+R+S+VG+C)}{5} \quad \text{equação 4.}$$

Onde:

F = Fragilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

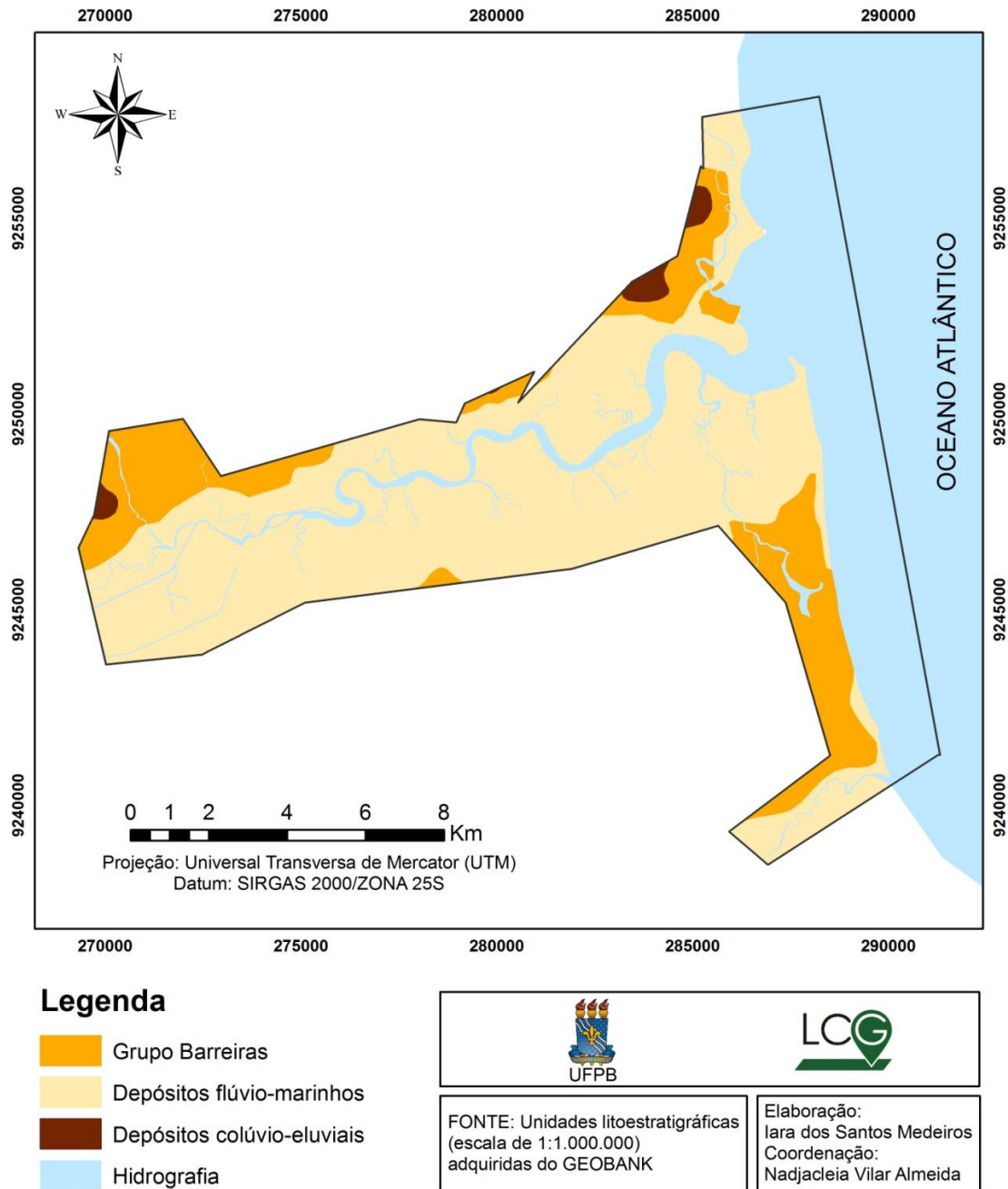
## **5.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1.DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL**

O diagnóstico geoambiental traz todas as informações acerca dos componentes ambientais(Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Pluviosidade e uso e ocupação da terra) que compõem a APA da Barra do Rio Mamanguape, identificando e ressaltando as suas potencialidades, limitações e recursos diante das condições naturais e intervenções humanas, servindo de base para o diagnóstico ecodinâmico.

#### **5.1.1Geologia**

A Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape situa-se no compartimento geológico-geomorfológico dos Baixos Planaltos Costeiros, formado por rochas sedimentares. De acordo com Brasil (2002) a região da APA é geologicamente representada por três unidades litoestratigráficas da era Cenozóica (Figura 5), descritas a seguir.



**Figura 5.** Geologia da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

- ✓ Grupo Barreiras: Pertencente ao paleógeno/neógeno ocupa uma faixa entre os Depósitos Flúvio-marinhos e os Depósitos Colúvio-eluviais. Formado por arenito, arenito conglomerático, argilito, argilito arenoso, conglomerado e siltito, predominando as camadas horizontais de arenito conglomerático com matriz caolínica, contendo lentes e lençóis de conglomerado e brecha, ricos em seixos e grânulos de quartzo e/ou feldspato, e intercalações de argilito caolínico-silto-arenoso, siltito (GEOBANK 2004).

Para Furrier et al.(2006), nas rochas sedimentares do Grupo Paraíba da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, encontram-se os sedimentos areno-argilosos mal consolidados da Formação Barreiras, sendo este grupo, no Estado da Paraíba, composto pelas rochas cristalinas do Planalto da Borborema.

- ✓ Depósitos Flúvio-marinhos- Pertencente ao quaternário ocupa as áreas dos estuários dos rios e as faixas de praia. Como o próprio nome já indica, esse depósito é resultado das influências dos rios e do oceano que em sua dinâmica depositam sedimentos como areia, argila e silte, constituindo os depósitos indiscriminados de pântanos e mangues, flúviolagunares e litorâneos indiscriminados (GEOBANK 2004).
- ✓ Depósito Colúvio-eluviais: São compostos por material argilo-arenoso com grânulos de quartzo, cor marrom-avermelhada, formados à partir do intemperismo, erosão e transporte de curta distância das rochas subjacentes, apresentando boa permeabilidade, (Neves, Morales, Saad, 2005, p.294). De acordo com Neves, Morales, Saad, (2005, p.299 apud Ab'Saber 1966) “estas coberturas permitem rápida drenagem das águas pluviais, atenuando a ação dos processos erosivos.”

O plano de manejo da APA da Barra de Mamanguape, ICMBio (2014, p.53) destaca que os sedimentos quaternários são representados principalmente pelos aluviões que ocorrem na faixa litorânea dos estuários e pelas dunas e sedimentos de praia, estando presentes nos rios Mamanguape e Miriri.

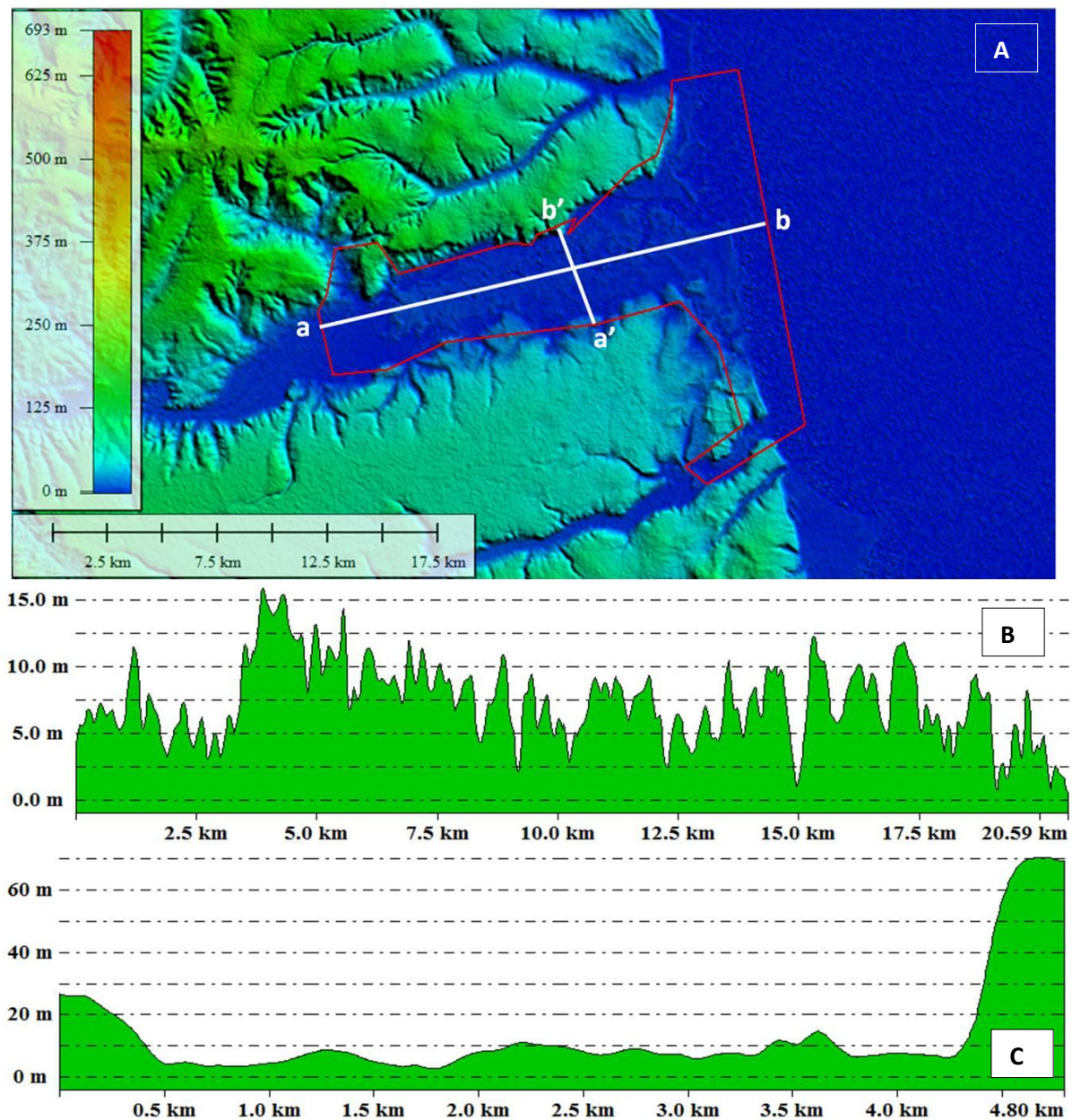
### **5.1.2 Geomorfologia**

Segundo o mapa geomorfológico da Paraíba (2006), a APA possui cinco compartimentos:

- ✓ Tabuleiros Costeiros com formas convexas;
- ✓ Tabuleiros Costeiros com formas tabulares;
- ✓ Planície marinha;
- ✓ Planície flúvio-marinha; e
- ✓ Planície fluvial.

A geomorfologia da APA foi analisada a partir de cinco produtos: o relevo sombreado com perfis topográficos, hipsometria, declividade, densidade de drenagem e amplitude altimétrica.

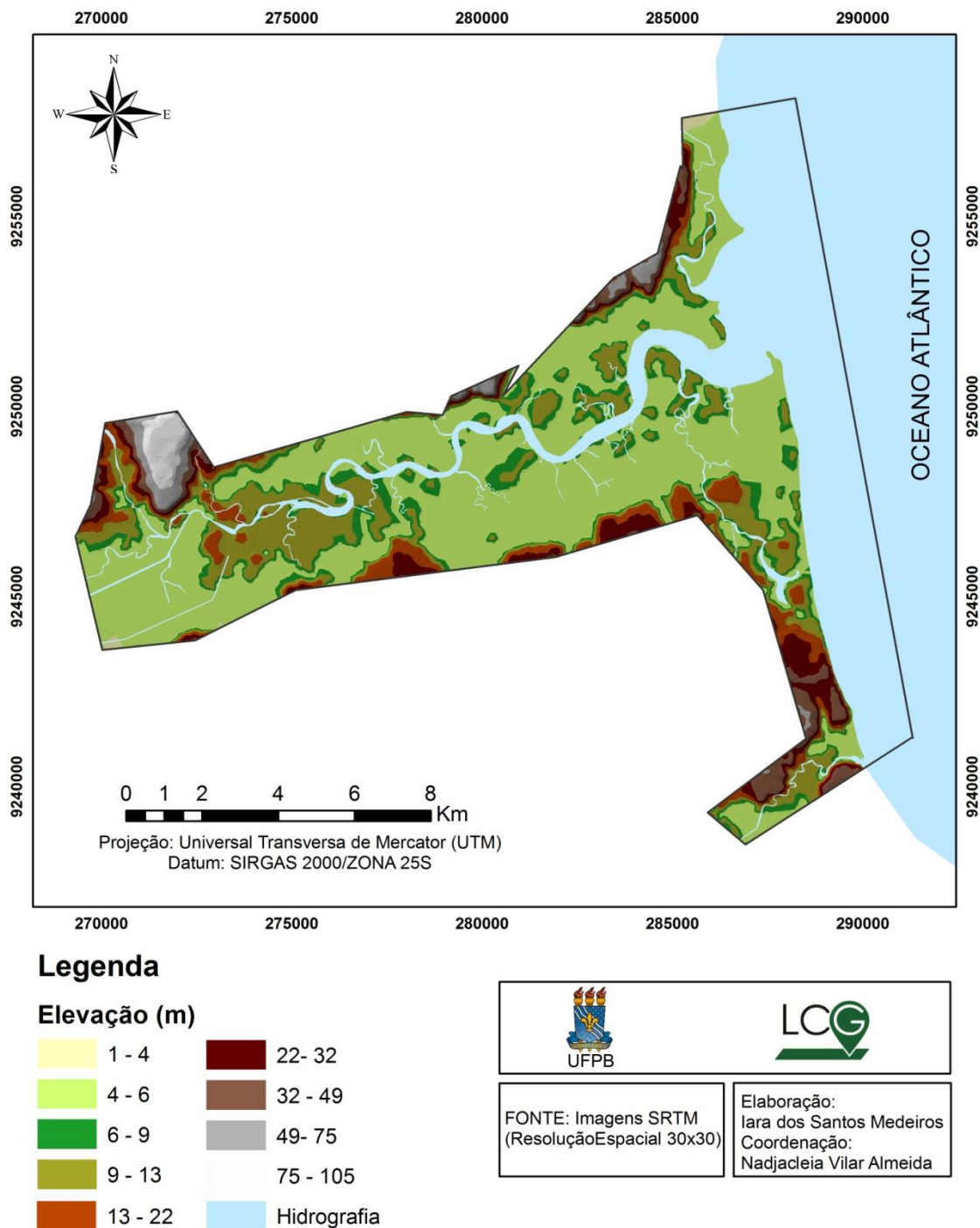
O perfil topográfico longitudinal (figura 6b, transecto ab) mostra o comportamento do relevo do limite oeste da APA à foz do rio Mamanguape (ao longo do curso do rio Mamanguape), e evidencia a altitude da planície fluvial e flúvio marinha que em alguns pontos atingem 15 metros. Esse fato também é evidenciado no perfil transversal (figura 6c, transecto a'b') que mostra os comportamentos do leito do rio e das vertentes. O vale possui características de vales em forma de 'U', a vertente direita (a') é mais suave com altitude aproximada de 26 metros, já a vertente esquerda (b') é mais íngreme com altitude de aproximadamente 70 metros.



**Figura 6.** -APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.: A. Relevo sombreado e perfil topográfico; B- Perfil topográfico longitudinal do relevo, correspondente ao transecto ab; C- Perfil topográfico transversal do relevo, correspondente ao transecto a'b'. Fonte: Imagem SRTM com resolução espacial de 30x30m.

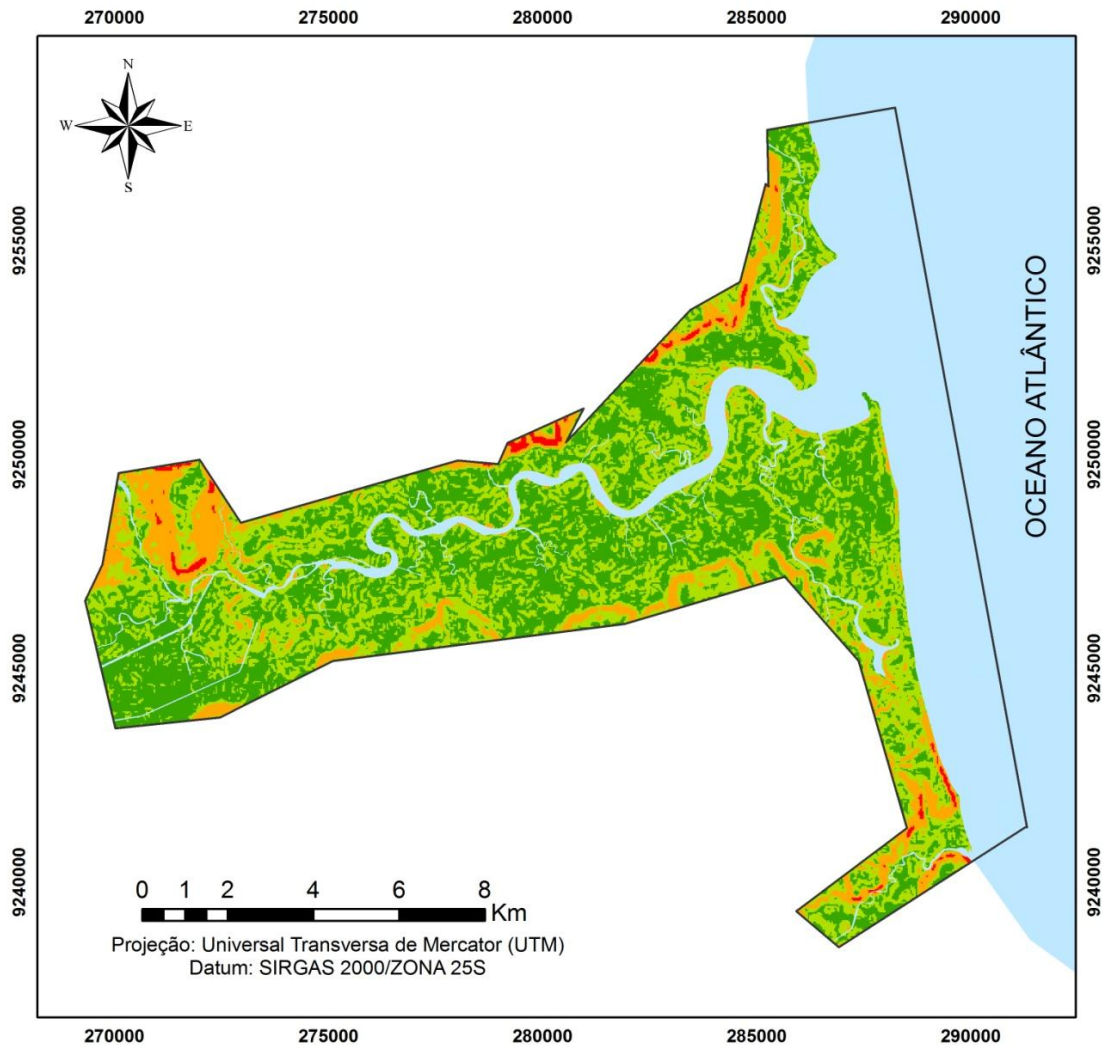


De acordo com as informações geradas observa-se, claramente, que se trata de uma grande planície com poucas variações no relevo. Dentro dos limites da APA, as elevações variam de 1 a 105 metros, estando a maior parte da área entre os valores de 1 a 13 metros de altitude os quais compõem a área central da unidade onde se encontra o rio Mamanguape e seus afluentes (Figura 7). Os maiores valores de altitude, entre 21 e 105 metros, correspondem às áreas de vertente.



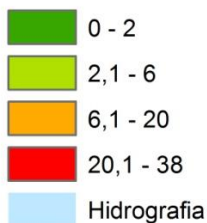
**Figura 7.** Hipsometria da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

A APA apresenta, predominantemente, baixa declividade e, conseqüentemente, pouca variação topográfica, com valores entre 0 e 6 %. As maiores declividades com valores de 18 a 38% ocorrem nas áreas de vertente, no limite sul da unidade, sendo esta classe de menor ocorrência em toda a APA (Figura 08). Como a declividade representa o grau de inclinação do terreno, podemos dizer que a APA possui mais áreas planas e algumas áreas íngremes ou inclinadas que são justamente as margens dos rios.



### Legenda

#### Declividade %

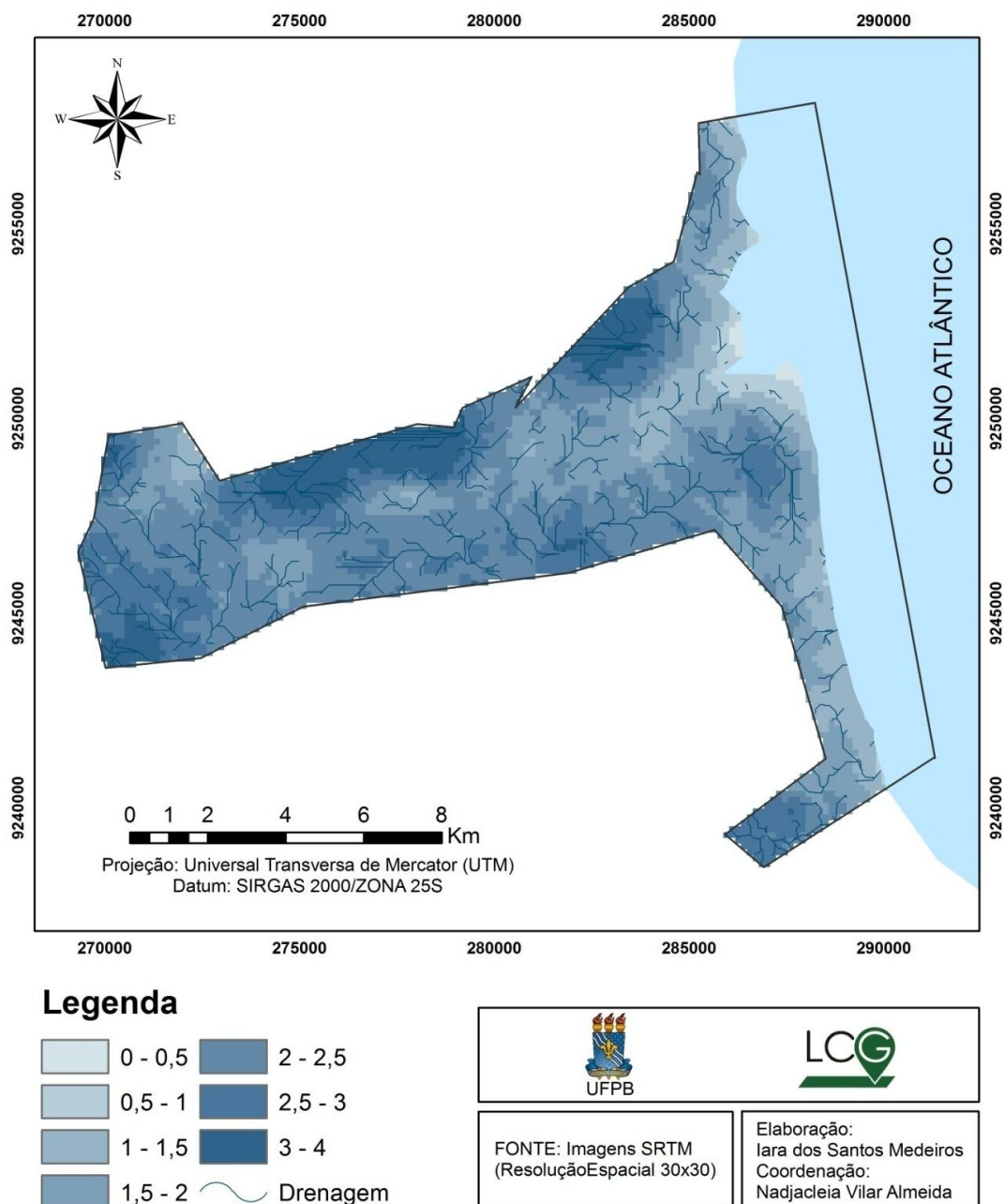


FONTE: Imagens SRTM (ResoluçãoEspacial 30x30)	Elaboração: Iara dos Santos Medeiros Coordenação: Nadjaleia Vilar Almeida

**Figura 8.** Declividade da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

Os principais rios e riachos que drenam a APA são: Mamanguape, Miriri, Açú, Velho, Caracabu e Estiva, além dos seus tributários, todos com o regime fortemente comprometido nas épocas de estiagem, devido ao uso descontrolado para irrigação (Figura 9).

A APA apresenta o valor médio de densidade de drenagem de 1,7km/km<sup>2</sup> apresentando valor mínimo 0 e valor máximo 4 km<sup>2</sup>. Estes valores de mínimo e máximo podem ser explicados pelo fato da APA possuir um rio maior localizado na parte central da unidade de conservação e afluentes que vão das margens para o centro. Ou seja, quanto maior o comprimento do rio, menor será a densidade, e o inverso também se aplica. Figura 9.



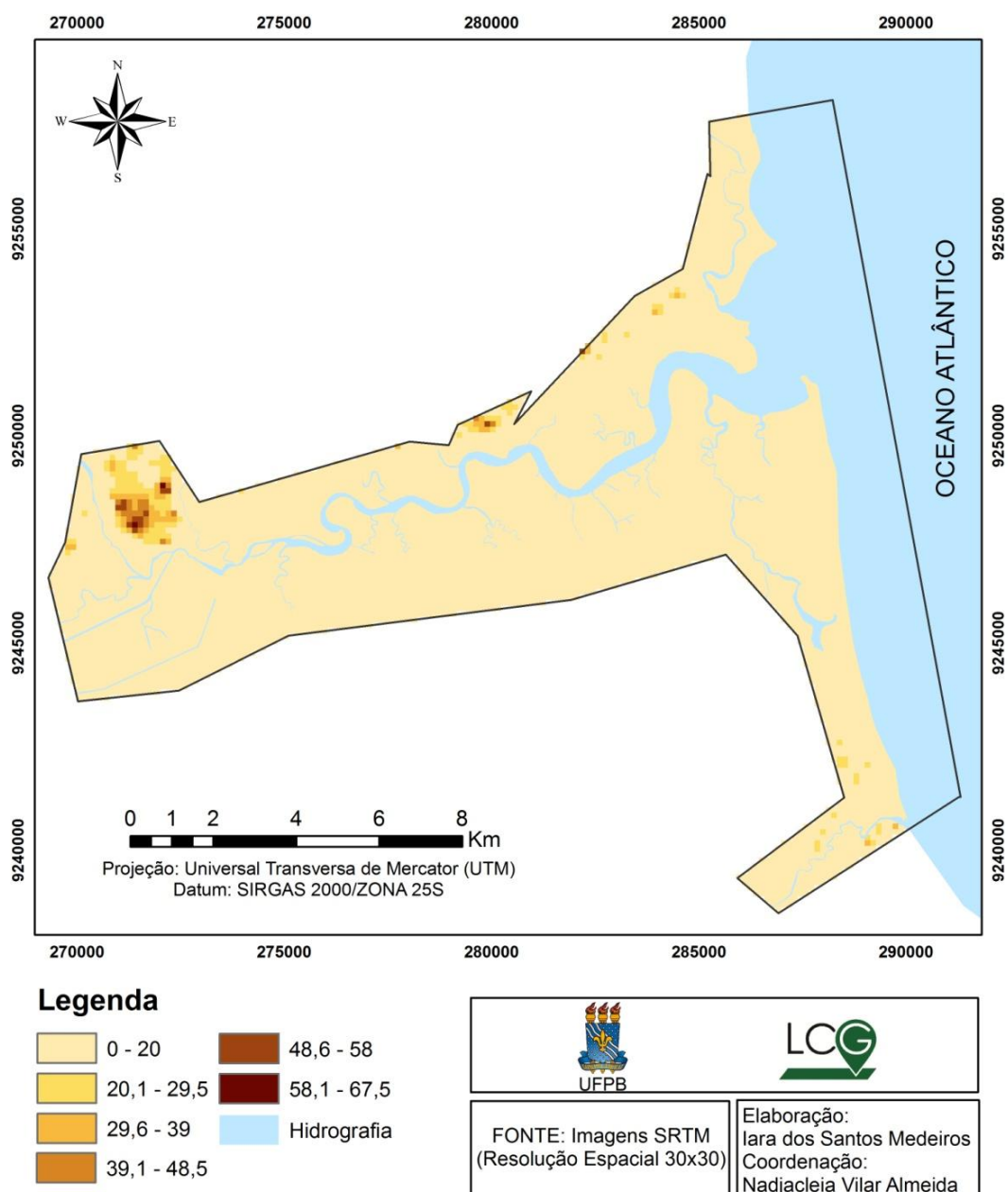
**Figura 9.** Densidade da Drenagem da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

A densidade de drenagem foi utilizada para compreender o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, pois fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, diretamente correlacionada com a intensidade de dissecação do relevo. Christofolletti (1981 *apud* SILVA *et al.* 2009), destaca duas funções distintas da densidade de drenagem: é uma resposta aos controles exercidos pelo clima, pela vegetação, litologia e outras características da área drenada; e, é fator que influencia o escoamento e o transporte sedimentar na bacia de drenagem.

Nesse sentido, a amplitude altimétrica está diretamente relacionada com a densidade da drenagem, pois, segundo Florenzano (2008, p. 17), a amplitude altimétrica “é a altura da forma do relevo, diferença entre a cota máxima (do topo) e a cota mínima (fundo do vale). É a altura relativa do relevo”. A amplitude altimétrica está relacionada com o aprofundamento da dissecação e é um indicador da energia potencial disponível para o chamado “Runoff” (escoamento superficial).

De acordo com os dados obtidos nesse estudo, a APA apresentou valores de amplitude altimétrica de 0 à 67,5, sendo que praticamente toda a UC foi classificada no intervalo de 0 à 20m. Os valores mais altos de 20,1 à 67,5m estão localizados no limite sul da unidade, o que reafirma os dados anteriormente descritos, comprovando que a APA possui relevo plano e alguns lugares restritos com altitudes mais acentuadas.

Quanto maior a amplitude altimétrica maior é a energia potencial, apresentando dessa maneira maior capacidade de erosão ou de morfogênese (CREPANI *et al.* 2001, p.74).



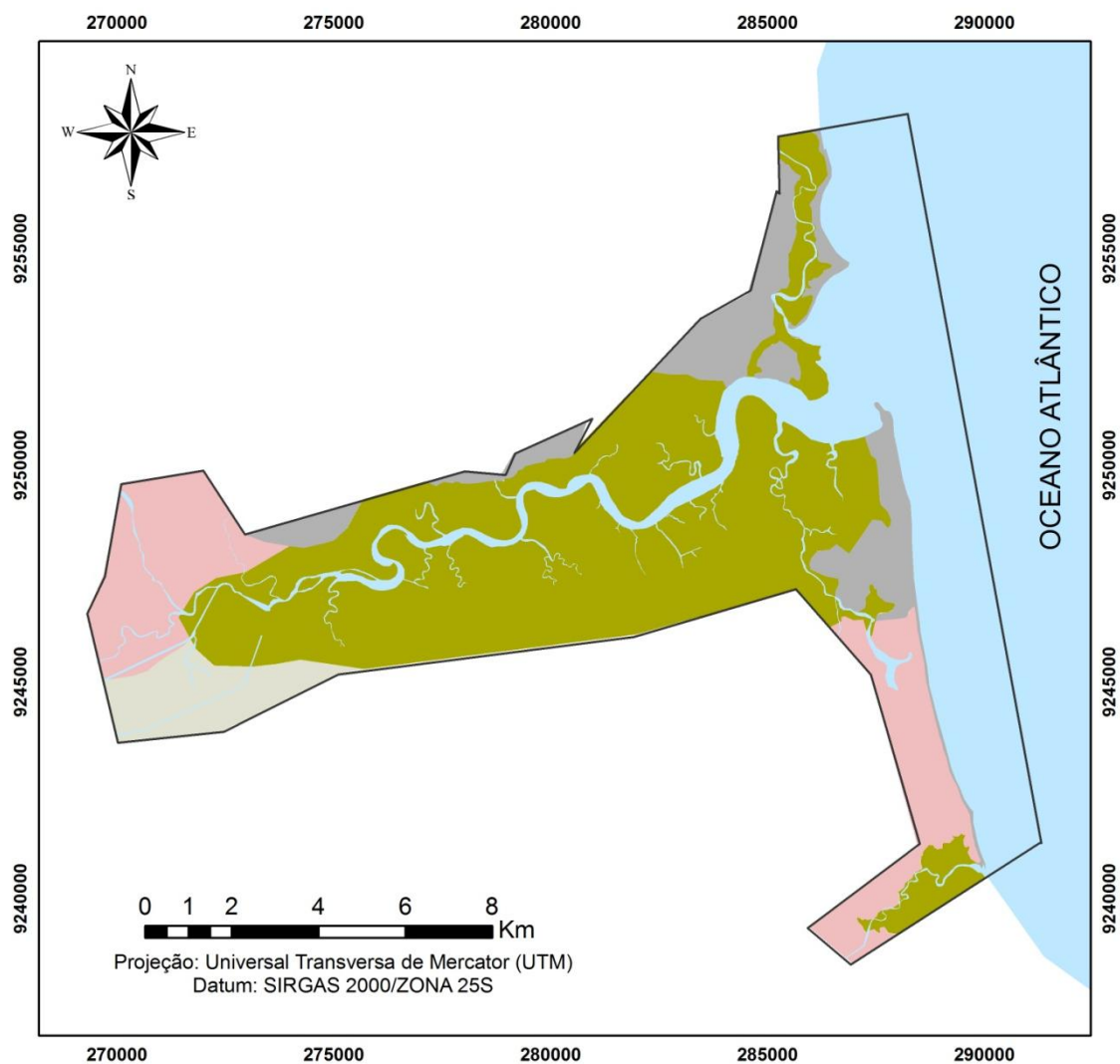
**Figura 10.** Amplitude Altimétrica da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

Todos os cinco produtos geomorfológicos anteriormente descritos demonstram que o comportamento do relevo da APA é típico de regiões litorâneas, onde a menor declividade e os menores valores de altitude e amplitude altimétrica correspondem aos leitos dos rios que escoam na região central da APA, onde a densidade de drenagem é menor. Com isso, constata-se que estes aspectos são indissociáveis e interdependentes, influenciando diretamente um sobre o outro.

### 5.1.3 Pedologia



De acordo com os estudos feitos acerca da pedologia da APA, foram detectados quatro tipos de solos (Figura 11).

- Neossolos Quartzarênicos: “Os neossolos quartzarênicos, muito expressivos no Brasil, são comuns na região litorânea e em alguns estados do Nordeste” (IBGE, 2007, p.294). Segundo a EMBRAPA (2006, p.184), são solos com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, imperfeitamente ou mal drenados e apresentando um ou mais dos seguintes requisitos:
  - ❖ Saturação com água permanente dentro de 50cm da superfície do solo; e/ou.
  - ❖ Presença de lençol freático dentro de 150cm da superfície do solo, durante a época seca; e/ou.
  - ❖ Presença do lençol freático dentro de 50cm de profundidade, durante algum tempo, na maioria dos anos (ou artificialmente drenados).



### Legenda

- Argissolo Vermelho-Amarelo
- Neossolo Flúvico
- Neossolos Quartzarênicos
- Solos Indiscriminados de Mangue
- Hidrografia

 UFPB	 LCG
FONTE: Mapa de Solos do Estado da Paraíba (Paraíba 1997)	Elaboração: Iara dos Santos Medeiros Coordenação: Nadjacleia Vilar Almeida

**Figura 11.** Solos da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

De acordo com Rogério (2004, p. 7), os neossolos quartzarênicos são solos oriundos de sedimentos areno-quartzosos, não consolidados, de origem marinha e por vezes estuarina.

- Argissolo Vermelho-Amarelo: Solo constituído por material mineral de cores vermelha-amarelada e amarelo-vermelhada (EMBRAPA, 2006, p.102). São solos

muito profundos, muito porosos, acentuadamente ou fortemente drenados, friáveis ou muito friáveis e têm como importante característica a ausência de cerosidade, devido à pequena mobilidade da fração argila. Estes solos ocorrem na metade sul da Zona Úmida Costeira, associados com outras unidades, desenvolvidos sobre sedimentos do Grupo Barreiras (SUDENE, 1972, p.104).

- Solos Indiscriminados de Mangue: Esta unidade compreende a solos predominantemente halomórficos, indiscriminados, alagados, que ocorrem nas desembocaduras de rios, margens de lagoas nas partes baixas da orla marítima sob influência das marés e com vegetação denominada mangue. Nesse solo a diminuição da corrente de água favorece a deposição de sedimentos finos de natureza argilo-siltosa, argilosa, em mistura com detritos orgânicos, ocorrendo também material mineral de natureza arenosa (SUDENE, 1972, p.416).

Na nova classificação, os solos de mangue podem ser classificados como: Areias Quartzosas Marinhas e Podzóis hidromórficos (em terraços arenosos), solos Gley, Orgânicos com tiomorfismo e solos Aluviais, principalmente da era Cenozóica (EMBRAPA, 1978; Lani, 1998).

Mas para determinar o tipo de solo é preciso uma análise físico-química com estudos mais detalhados, por isso optou-se por adotar a nomenclatura “solos indiscriminados de Mangue” levando em consideração o mapa de solos do estado da Paraíba (PARAÍBA, 1997).

- Neossolo Flúvico: “Boa parte dos Neossolos ocorrem em praticamente todas as regiões do País, embora sem constituir representatividade espacial expressiva, ou seja, ocorrem de forma dispersa em ambientes específicos, como é o caso das planícies à margem de rios e córregos” (IBGE, 2007, p.294). Possui argila de atividade alta, saturação com alumínio praticamente inexistente e alta saturação de bases. São solos de fertilidade natural alta, pouco profundos ou profundos, moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos nas camadas inferiores, sem problemas de erosão, apresentando drenagem moderada ou imperfeita.

Estes solos ocorrem em quase todas as regiões da Paraíba, como componentes secundários ou como inclusões em áreas de outras unidades e em estreitas faixas ao longo dos cursos d’água. Foram mapeados isoladamente apenas nos vales dos baixos cursos dos rios Paraíba e Maranguape, na faixa úmida costeira (SUDENE, 1972, p.433).

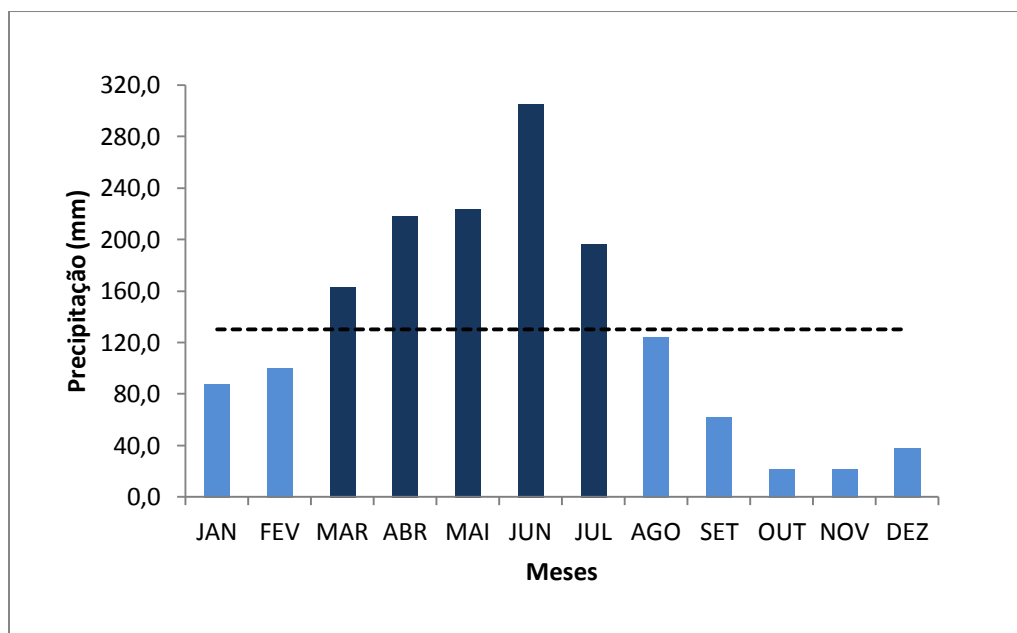


De acordo com Neto (1982, p. 98), “os solos constituem elementos minerais que representam a maior parcela da fração sólida, interagindo entre si e sendo responsáveis pelos processos da dinâmica pedológica”. Vale salientar que as inter-relações entre pedologia e meio ambiente ocorrem no momento em que o material de origem do solo é afetado pelos agentes atmosféricos, pelas plantas e animais (GUERRA e CUNHA, 2011).

#### 5.1.4 Intensidade Pluviométrica

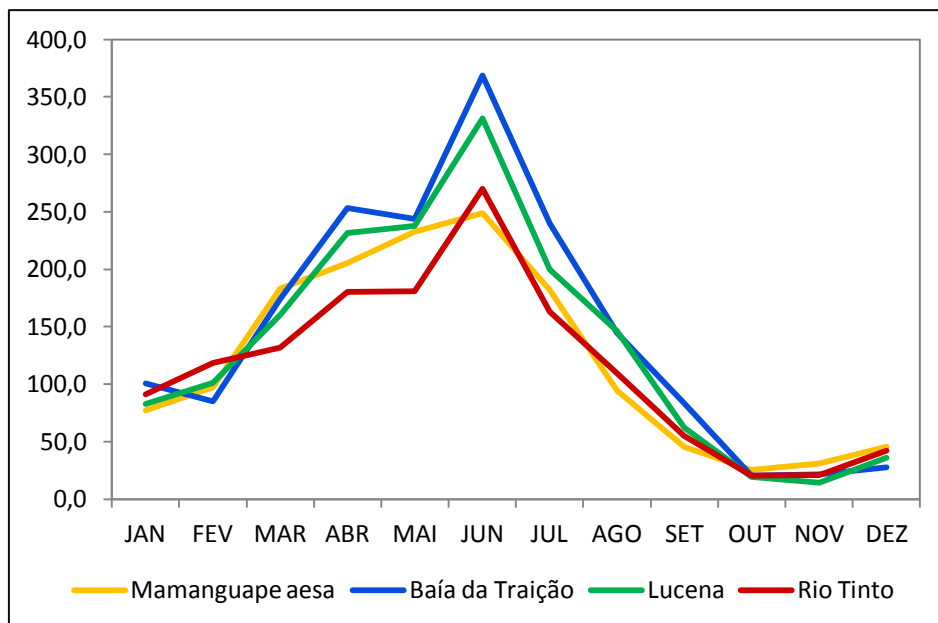
As principais características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos são: a quantidade ou pluviosidade total, a intensidade ou intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre essas três características, é imprescindível conhecer a intensidade pluviométrica porque representa uma relação de quanto chove / quando chove / (CREPANI et al 2001).

Na APA os dados gerais de precipitação de 18 anos (1996-2014) demonstraram que os meses de março à julho estão acima da média anual de 130,0 mm, ou seja estes cinco meses representam os meses chuvosos, os outros sete meses correspondem ao período mais seco que vai de agosto à fevereiro. Identificou-se que o mês mais chuvoso corresponde a junho com 320,0 mm e o mês mais seco corresponde a outubro com menos de 40mm (Figura 12).



**Figura 12.** Variabilidade temporal da precipitação da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil, no período de 1996 à 2014.

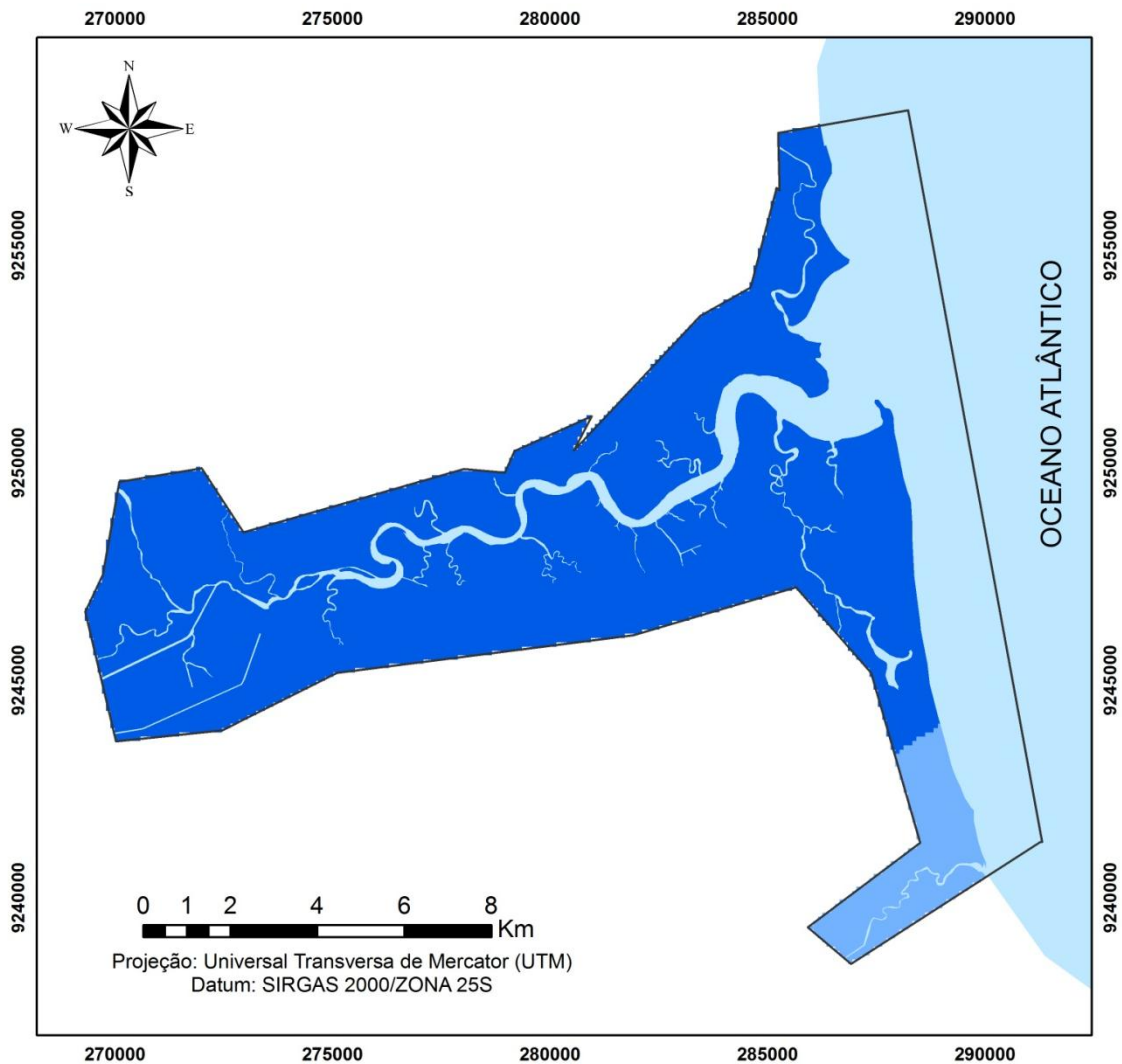
Esses dados gerais foram obtidos dos postos pluviométricos das cidades de Mamanguape, Baía da Traição, Rio Tinto e Lucena. No gráfico a seguir (Figura 13), podemos observar como se comporta a distribuição das chuvas de acordo com cada posto.



**Figura 13.** Comportamento da precipitação nos municípios que compõe e circunda a APA da Barra do Rio Mamanguape Paraíba, Brasil, no período de 1996 a 2014.

Observa-se que todos os postos apresentam a mesma distribuição de chuva, porém, existe uma pequena variação nos valores mostrando uma maior pluviosidade na cidade de Baía da Traição e Lucena e menores valores de chuva nas cidades de Mamanguape e Rio Tinto.

Para estabelecer-se a relação entre a pluviosidade média anual e a duração do período chuvoso, de forma espacializada, foi utilizado o mapa de intensidade pluviométrica (Figura 14).



### Legenda

#### Intensidade Pluviométrica mm/mês

- 271 - 275
- 275,1 - 291
- Hidrografia

 UFPB	 LCG
FONTE: Dados de Pluviosidade adquiridos do site da AESA	Elaboração: Iara dos Santos Medeiros Coordenação: Nadjacleia Vilar Almeida

**Figura 14.** Intensidade Pluviométrica da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil

De acordo com Crepani *et al.* (2001), quanto maiores os valores da intensidade pluviométrica maior é a erosividade da chuva. Assim, podemos afirmar que a erosão na APA ocorre de forma similar, pois, a intensidade da chuva é praticamente a mesma para toda a área, tendo apenas uma pequena redução na área da comunidade de Oiteiro e no rio Miriri, incorporando também a parte do município de Lucena que compõe a APA. Esse

comportamento semelhante da chuva, explica-se pelo fato da APA ser uma área pequena impossibilitando grandes discrepâncias no comportamento da distribuição das chuvas.

### 5.1.5 Uso e Cobertura da Terra

Foram identificadas seis classes principais de uso e cobertura da terra, sendo estas: Mangue, Mata, Vegetação de Tabuleiro, Restinga, Cultivo, Solo Exposto e Água.

- Mangue: Esta classe é a mais representativa ocupando 48,11km<sup>2</sup>, estando distribuída em três áreas do estuário da UC, na porção central da APA que corresponde ao rio mamanguape, na porção sul onde localiza-se o rio Miriri e às margens do rio Estivas, porção norte da APA (Figura 15 e 16).

O mangue corresponde ao ecossistema prioritário para conservação, devido aos objetivos de criação da APA e por ser uma Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE.



Figura 15. Veg. de Mangue em parte da Lagoa do Saco, localizada na comunidade de Praia de Campina no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape. Data:02/08/2016.



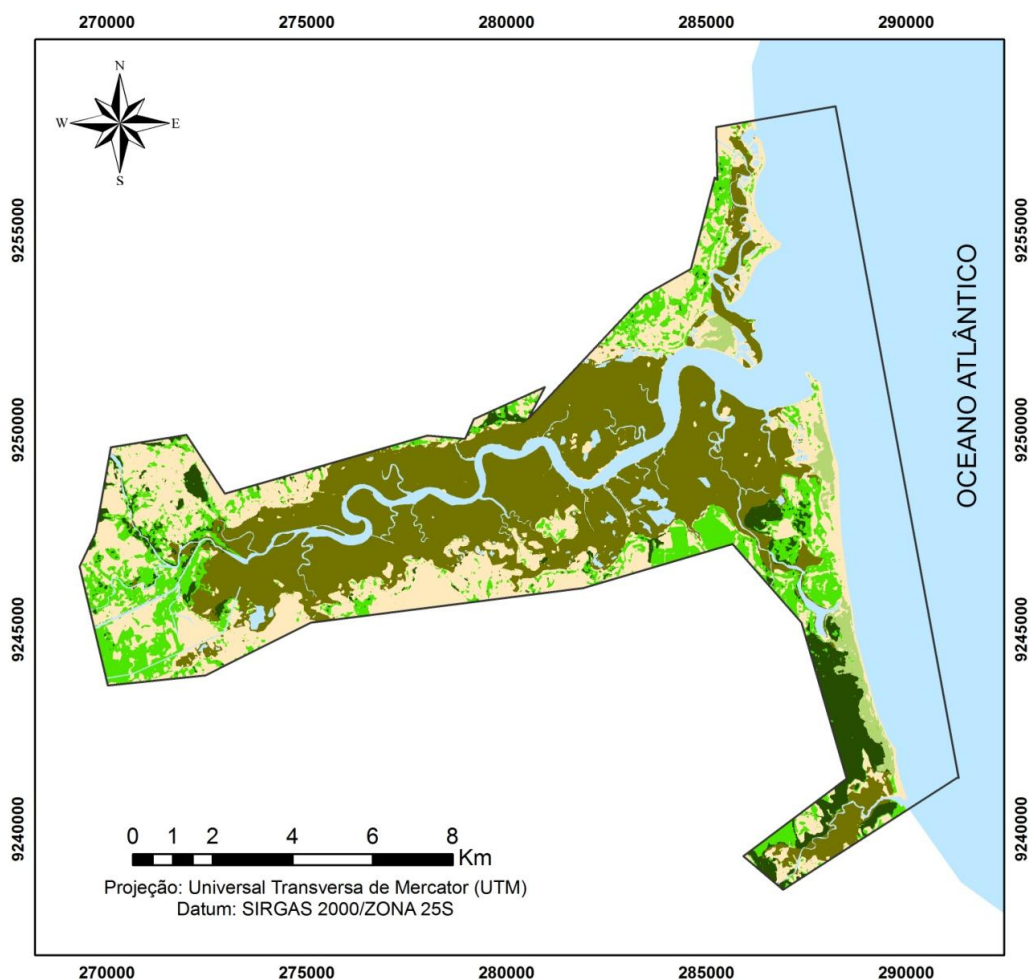
Figura 16. Veg. de Mangue próximo a tanques de carcinicultura localizada na comunidade de Coqueirinho no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape. Data:02/08/2016.

O mangue apesar de ser a tipologia mais expressiva na UC, vem sendo ameaçado pelas atividades humanas. Vidal (2001, *apud* ICMBio 2014, p. 82) afirma que a monocultura de cana-de-açúcar, o corte do mangue e a pesca artesanal são os impactos mais negativos para o manguezal da APA da Barra do Rio Mamanguape.

Esses impactos negativos tem causado a diminuição da vegetação de mangue, pois comparando os resultados de Assis (2014), com os desta pesquisa observamos que em 2011 a vegetação de mangue correspondia a 35,78% da APA e hoje corresponde a 32,23 % (Tabela 9).

Tabela 9. Classes de vegetação e seus respectivos valores de área em km<sup>2</sup> e %

Classe de vegetação	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
Mangue	48,11	32,23%
Mata	7,28	4,88%
Veg. de Tabuleiro	1,42	0,95%
Restinga	1,93	1,29%
Cultivo	15,51	10,39%
Solo Exposto	33,48	22,43%
Água	41,53	27,82%



### Legenda

	Restinga		Cultivo
	Mangue		Solo sem Vegetação
	Mata		Água

	
FONTE: Imagem LANDSAT 8 (Resolução espacial 15x15)	Elaboração: Iara dos Santos Medeiros Coordenação: Nadjacelia Vilar Almeida

Figura 17. Uso e Cobertura Terra da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

- Mata: Corresponde aos remanescentes de Mata Atlântica (7,28 Km<sup>2</sup>) (4,88 %) distribuídos na área de estudo (figura 18 e 19). Há um fragmento com maior representatividade na porção sul da APA, o qual é conhecido pela comunidade local como mata do Oiteiro. De acordo com Assis (2014), estes fragmentos de vegetação encontram-se isolados uns dos outros, sem conectividade (corredores ecológicos), afetando diretamente o equilíbrio genético das espécies de fauna e flora que habitam essas áreas.



Figura18: Trilha na mata do Oiteiro, localizada no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape, Data:02/08/2016.



Figura19: Remanescente de Mata Atlântica (Mata do Oiteiro) inserida na APA da Barra do Rio Mamanguape, Fonte: Imagem do Google Earth datada de 31-03-2015

Silvestre *et. al* (2011, p.30) afirmam que “O grande desmatamento da Mata Atlântica nesta área foi motivado pela expansão das fazendas canavieiras, decorrentes estas da implantação do programa Pró-álcool em 1970 pelo Governo Federal.”

- Vegetação de Tabuleiro: localizada no topo das falésias mortas próximas ao rio Miriri e nas Praias de Campina e Oiteiro, ocupando 1,42 Km<sup>2</sup> e 4,88% da APA, apresentam porte arbustivo-arbóreo com presença de espécies frutíferas como cajueiro e mangabeira, encontradas também em áreas de restinga, (Figuras 20, A,B). Essas variações na vegetação se dão por ser um ambiente de transição (ecótono) incorporando características dos ambientes adjacentes. Moura (2011) em estudos na mesma área diz que há espécies arbustivas típicas de cerrado, localmente denominada de vegetação de tabuleiro.

De acordo com Silva Junior (2003, p.7) a variedade botânica, bem como a ocorrência e distribuição de espécies nos tabuleiros e restingas do Nordeste ainda precisam ser estudadas. Nesse ambiente existem algumas espécies de vegetação comuns à mata, como por exemplo: Pau-de-ferro (*Caesalpinia ferrea*), Jurema-branca (*Mimosa tenuiflora*) e outras típicas de

tabuleiro litorâneo, como a mangabeira (*Hancornia speciosa*) e Cajueiro (*Anacardium occidentale*) entre outros. (Cartilha de Sensibilização Ambiental: Ecossistemas do Rio Grande do Norte)

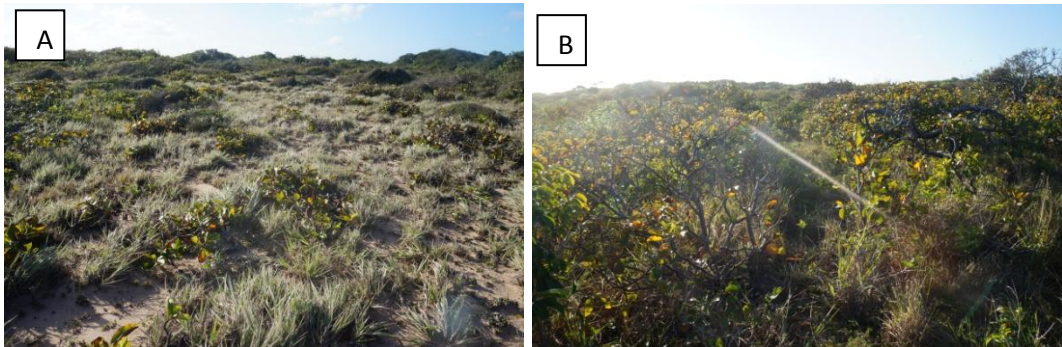


Figura20: Veg. de tabuleiro sobre as falésias próximas ao rio Miriri localizada no interior da APA da Barra do Rio Mamanguape, Data:28/09/2016.

Os Tabuleiros Costeiros, ou cerrados, estão presentes de forma mais predominante na parte superior das falésias que ocorrem na porção sul da área. Pode-se observar *in loco* a presença de estradas (figura 21) utilizadas por veículos automotores, e feições erosivas como as ravinas (ASSIS, 2014) (Figuras 22).



Figura21: Estrada sobre as falésias, entre a veg. de tabuleiro que liga Oiteiro a Miriri, Data: 28/09/2016



Figura22: Ravinamento nas falésias localizadas no Mirir, Data: 28/09/2016

De acordo com ICMBio (2014, p. 84) “o incremento do cultivo da cana-de-açúcar na APA de Mamanguape, tem aumentado a degradação dos remanescentes florestais do Tabuleiro Costeiro e da Mata Atlântica, gerando fragmentos descontínuos, altamente impactados por trilhas e caminhos ao longo das matas.”

- Restinga: Esta classe possui duas manchas, que juntas totalizam 1,93 km<sup>2</sup> correspondendo a 1,29 % do território da APA. Uma está localizada na margem sul do rio Mamanguape sobre as dunas da comunidade da Barra, e a outra mancha próxima aos tanques de carcinicultura na margem norte do rio mamanguape na comunidade de Coqueirinho. Como definido pelo CONAMA (1996) “entende-se por vegetação de

restinga o conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e flúvio-marinha” (Figura 23 e 24).



Figura23: Restinga localizada na parte norte da APA, na comunidade de Coqueirinho. Data: 02/08/2016



Figura24: Restinga localizada nas dunas da Praia da Barra de mamanguape. Data: 02/08/2016

- Cultivo: Na APA a classe cultivo recobre 15,51km<sup>2</sup> de área, o que corresponde a 10,39%, sendo composta por cultivos de subsistência como banana, macaxeira, batata doce, entre outros (Figura. 25 e 26) e monocultura de cana de açúcar (Figura 27 A,B)



Figura25:Culturas de macaxeira e bananeira, próxima a um afluente do rio Mamanguape. Data: 20/04/2015



Figura26:Cultivo de batata doce, próximo a um afluente do rio Mamanguape. Data: 20/04/2015



Figura27:Monocultura de cana-de-açúcar, próxima a um afluente do rio Mamanguape. Data: 20/04/2015



Os cultivos de subsistência estão localizados próximos de rios e lagos, em áreas alagadas e às margens dos canais que os próprios agricultores fazem.



A monocultura de cana-de-açúcar está distribuída por grande parte da APA, em torno do mangue e principalmente no entorno da UC. Essa forma de cultivo afeta diretamente os ambientes naturais. De acordo com Costa e Andrade (2012, p. 10) “as indústrias sucroalcooleiras ao fazerem uso de agrotóxicos para promover o crescimento e proteção contra pragas nos canaviais causam a contaminação do solo, dos rios e dos aquíferos, além de prejudicar a saúde humana, a biodiversidade e causar danos para a própria agricultura.”

- Solos sem Vegetação: Corresponde aos locais sem a presença de vegetação, sendo estes: zona urbana (Figura 28), estradas (Figura 29), solo para cultivo de cana-de-açúcar (figura 30), pois no período de corte da cana o solo fica sem vegetação (exposto), e faixa de praia (Figura 31). Também classificou-se como solo exposto algumas áreas dentro do mangue (Figura 32 a,b). Todas essas áreas totalizam 33,48Km<sup>2</sup> da APA o que representa 22,43% da UC.



Figura28: Zona Urbana de Rio Tinto. Fonte: Imagem do Google Earth datada de 07/06/2015



Figura29: Estrada de rio tinto/praias de campina. Data: 28/09/2016

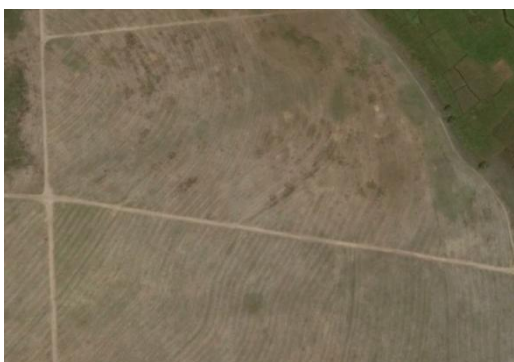


Figura30: Solo para cultivo de cana-de-açúcar. Fonte: Imagem do Google Earth datada de 18/03/2015



Figura31: Faixa de praia próxima as dunas da Barra. Data: 28/09/2016



Figura32: Áreas de mangue sem vegetação, próximas ao rio velho. Data: 28/09/2016

Não se sabe ao certo o real motivo que está causando a mortandade da vegetação de mangue nessas áreas, uma das possíveis explicações pode ser o uso frequente de agrotóxicos nos canaviais que chegam até o manguezal por meio dos rios. Segundo Watanabe et al. (1994 *apud* ICMBio, 2014, p.63 ), ao estudar os corpos d’água do litoral norte da Paraíba, verificou-se que havia uma “alta concentração de levedura, baixa concentração de oxigênio dissolvido na água (COD) e alto nível de Demanda Bioquímica por Oxigênio (DBO) nas áreas próximas às usinas, decorrente do vinhoto, dos resíduos de produção e devido ao uso de fertilizantes e herbicidas”.

Para Pessoa (2016) as causas da mortandade do mangue podem estar relacionadas com dois fatores: A retirada da mata ciliar, que torna os rios susceptíveis ao assoreamento, diminuindo a vazão do rio e a quantidade de água doce que chega aos estuários, e a entrada de agrotóxicos no estuário, advindos da monocultura de cana-de-açúcar.

- **Corpos d’água:** Corresponde ao rio Mamanguape com todos os seus afluentes e sub-afluentes, lagoas e oceano, totalizando 41,53Km<sup>2</sup> o que corresponde a 27,82% da APA. (Figura 33e 34).



Figura33: Estuário do rio mamanguape na comunidade da Barra. Data: 28/09/2016



Figura34: Ponte sobre o rio mamanguape que liga Rio tinto a praia de campina. Data: 28/09/2016

Os rios da APA vêm sofrendo inúmeras alterações como: assoreamento, por conta da redução ou ausência de mata ciliar, contaminação dos rios pelo uso de agrotóxicos das plantações, diminuição da vazão devido a degradação das nascentes, etc.

## 5.2 DIAGNOSTICO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL

O diagnóstico da fragilidade consiste na classificação dos ambientes estudados em graus de vulnerabilidade e é realizado com base nas informações obtidas do diagnóstico geoambiental, sendo de primordial importância para nortear o uso e ocupação da terra e identificar atividades que causam impactos negativos na APA.

### 5.2.1 Vulnerabilidade Geológica

De acordo com o diagnóstico geológico, a APA possui três unidades litológicas, das quais duas foram classificadas como instáveis e uma como moderadamente estável, como demonstrado na tabela 10.

Tabela 10. Valores de vulnerabilidade para as classes de geologia presentes na APA da Barra do Rio Mamanguape.

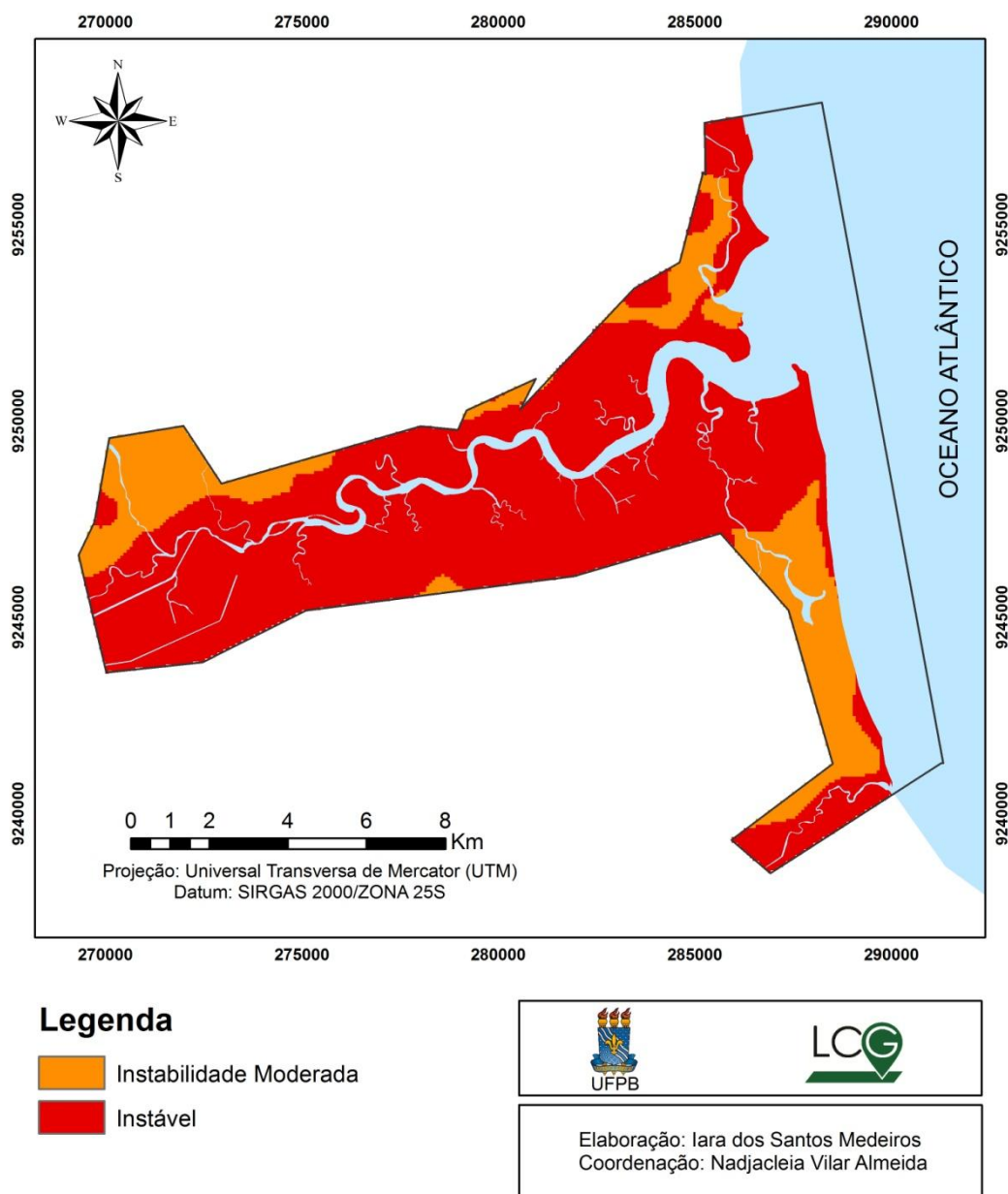
Formação Geológica	Valores de vul.	Categorias Ecodinâmicas
Depósito Colúvie-eluvias	3,0	Instável
Depósitos Flúvio-marinhos	3,0	Instável
Grupo Barreiras	2,7	Instabilidade Moderada

Os Depósitos Colúvio-eluviais e os Depósitos Flúvio-marinhos foram classificados como instáveis recebendo valor 3, pois trata-se de sedimentos inconsolidados e que por estarem em constante modificação são facilmente retirados e depositados, por meio do intemperismo químico, físico e biológico.

O Grupo Barreiras foi classificado como moderadamente instável, apresentando valor 2,7 por ser composto por siltitos e argilitos, que mesmo sendo frágeis, são pouco mais resistentes que os depósitos flúvio-marinhos e colúvio-eluviais.

Em estudos realizados na APA de Tambaba, litoral sul do estado da Paraíba, Almeida (2012) ao analisar a fragilidade geológica da UC classificou o ambiente como instável, pois, trata-se do Grupo Barreiras Indiviso, depósitos marinhos e os depósitos continentais, ambos os trabalhos apresentaram os mesmos resultados por se tratar de áreas próximas com características semelhantes e fazerem parte do mesmo compartimento geológico.

A distribuição desses litotipos na APA estão representados no mapa a seguir (Figura 35).



**Figura 35.** Vulnerabilidade geológica da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

De acordo com Crepani *et al* (2001), as rochas consideradas instáveis são “pouco coesas prevalecendo os processos erosivos, modificadores das formas de relevo (morfogênese).” Assim, podemos afirmar que a geologia da APA é fragil e susceptível a transformações que podem influenciar diretamente todos os outros elementos da paisagem, já que as formações geológicas são o substrato onde todo o ambiente se desenvolve.

## 5.2.2 Vulnerabilidade Geomorfológica

Dos cinco produtos analisados no diagnóstico geoambiental, utilizamos apenas três para avaliar a fragilidade da APA, sendo eles Amplitude Altimétrica, declividade e densidade da drenagem, Crepani *et al.* (2008).

Ao atribuir a fragilidade separadamente para cada índice morfométrico, obteve-se os seguintes resultados.

### ✓ Amplitude Altimétrica

Tabela 11. Valores de vulnerabilidade para as classes de Amplitude altimétrica encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.

Amplitude Altimétrica	Valores de Vul.	Categorias Ecodinâmicas
<20	1,0	Estável
20 - 29,5	1,1	
29,5 - 39	1,2	
39 - 48,5	1,3	
48,5 - 58	1,4	Moderadamente Estável
58 - 67,5	1,5	

### ✓ Declividade

Tabela 12. Valores de vulnerabilidade para as classes de declividade encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.

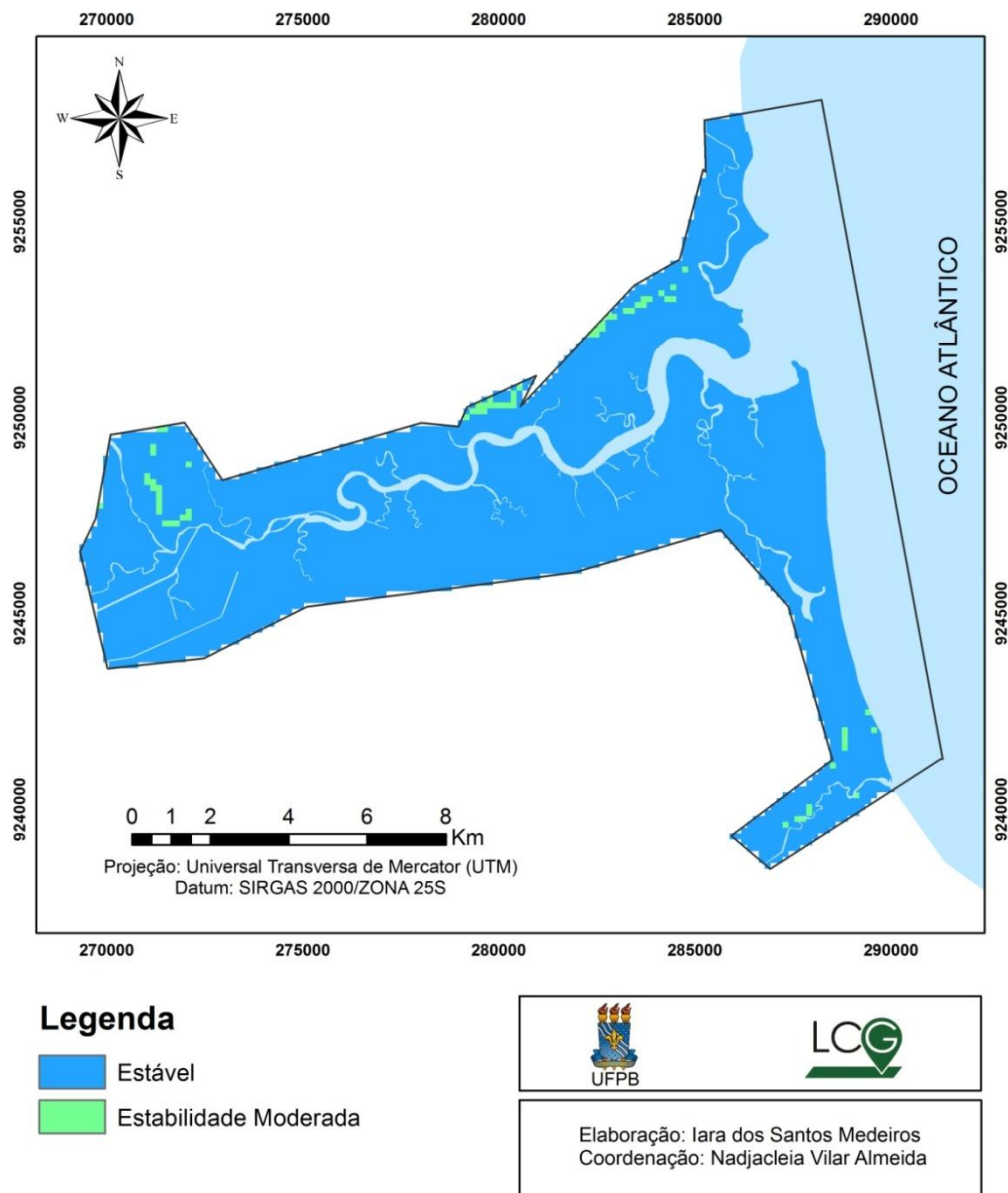
Declividade	Valores de Vul.	Categorias Ecodinâmicas
<3,5 – 10,3	1,3	Estável
10,3 – 19,8	1,7	Moderadamente Estável
19,8 – 32,1	2,2	Média Estabilidade
32,1 – 37,2	2,4	Moderadamente Estabilidade

### ✓ Densidade da drenagem

Tabela 13. Valores de vulnerabilidade para as classes de densidade de drenagem encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.

Densidade da Drenagem	Valores de vul.	Categorias Ecodinâmicas
0-0,5	1,0	Estável
0,5-1,0	1,1	
1,0-1,5	1,2	
1,5-2,0	1,3	
2,0-2,5	1,4	Moderadamente Estável
2,5-3,0	1,5	
3,0-3,9	1,6	
3,9-4,8	1,7	
4,8-5,7	1,8	Média Estabilidade

Ao realizar a junção desses dados gerou-se a fragilidade geomorfológica da APA a qual está demonstrada no mapa temático da Figura (36).



**Figura 36.** Vulnerabilidade Geomorfológica da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brail.

Como é possível observar no mapa, praticamente toda a APA está geomorfológicamente estável por se tratar de uma área plana com dissecação moderada onde prevalece a pedogênese. Mas, essa estabilidade não é estática, e as unidades geomorfológicas que mais estão ameaçadas são as dunas que sofrem com o trânsito de veículos e a construção de casas e as falésias que estão sofrendo com o processo de ravinamento.

### 5.2.3 Vulnerabilidade Pedológica

Os tipos de solo presentes na APA em sua maioria são classificados como instáveis por se tratarem de solos mal drenados, possuindo alta fragilidade, com valores 2,0 e 3,0 (tabela 14).

Tabela 14. Valores de vulnerabilidade para as classes de solo presentes na APA da Barra do Rio Mamanguape.

Pedologia	Valores de vul.	Categorias Ecodinâmicas
Argissolo Vermelho Amarelo	2,0	Média Estabilidade
Neossolos Quartzarênicos	3,0	Instável
Solo de Mangue		
Neossolo Flúvico		

O Argissolo Vermelho Amarelo foi classificado com média estabilidade por ser solo profundo, muito poroso, acentuadamente ou fortemente drenado.

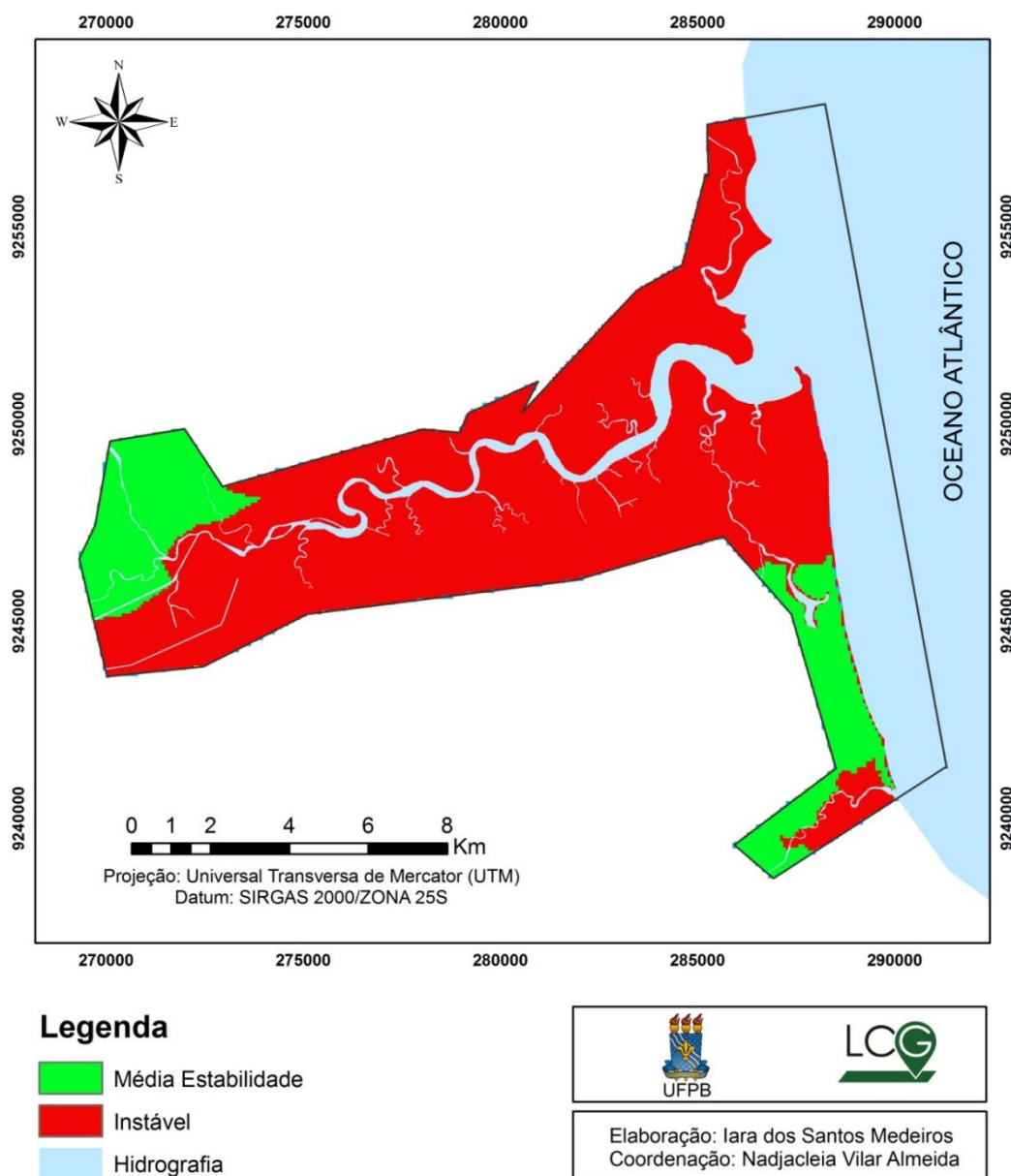
Os Neossolos Quartzarênicos, Solos de Mangue e Neossolos Flúvicos, possuem características semelhantes, como por exemplo: são solos mal drenados, sendo classificados com instáveis (3,0).

Os Solos de Mangue possuem variadas classificações, porém todas, de acordo com Crepani et al (2001), possuem valor 3,0 para vulnerabilidade, classificando-os como instáveis, por se tratar de solos recentes, mal drenados, em constante dinâmica.

De acordo com Ucha, Hadlich, Celino (2008, p.58), “os manguezais apresentam variada vulnerabilidade às modificações do meio, sendo influenciados por inúmeros fatores e são sensíveis à mudanças de origem natural, induzidas ou aceleradas pelo homem”.

Neossolo Flúvico: É “derivado de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. São solos pouco profundos ou profundos, moderadamente ácidos e alcalinos nas camadas inferiores, apresentando drenagem moderada ou imperfeita.”

Uma unidade de paisagem natural é considerada vulnerável quando prevalecem os processos modificadores do relevo (morfogênese) e, por isso, existe um predomínio dos processos de erosão em detrimento dos processos de formação e desenvolvimento do solo.



**Figura 37.** Vulnerabilidade pedológica da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

### 5.2.4 Vulnerabilidade Pluviométrica

Após a análise dos dados de intensidade pluviométrica da APA, todo o território da UC foi classificada como Média Estabilidade, com valores de vulnerabilidade 1,9 e 2,0. O que tornou desnecessário a confecção de mapas e tabelas.

De acordo com Crepani *et al* (2001 p. 95), “quanto maiores os valores da intensidade pluviométrica maior é a erosividade da chuva e podemos criar uma escala de erosividade da chuva que represente a influência do clima nos processos morfodinâmicos” Assim, podemos



afirmar que a influência da chuva nos processos erosivos da APA é mediana. Porém, essa influência pode ser agravada se o solo estiver diretamente exposto as gotas de chuva, sem presença de vegetação para interceptar ou amortecer os efeitos erosivos da chuva.

### 5.2.5 Vulnerabilidade do Uso e Cobertura da Terra

Das seis classes de uso e cobertura da terra encontradas na APA apenas duas foram classificadas como estáveis, sendo o restante variando entre moderadamente estável até instável (tabela 15).

Tabela 15. Valores de vulnerabilidade para as classes de uso e ocupação da terra encontradas na APA da Barra do Rio Mamanguape.

Classes	Valores de vulnerabilidade	Categorias Ecodinâmicas
Mata	1,3	Estável
Água		
Mangue	1,7	Moderadamente Estável
Veg. de Tabuleiro	2,2	Média Estabilidade
Restinga	2,6	Moderadamente Instável
Cultivo	3,0	Instável
Solo Exposto		

#### Estável

- Mata: Segundo Crepani *et.al* (2001, p.88) “a densidade da cobertura vegetal é de suma importância para evitar os processos morfogenéticos, por isso as altas densidades de cobertura recebem valores próximos a 1,0.” Mas, apesar desta classe ser considerada estável, ela vem sendo negativamente impactada, pois de acordo com ICMBio (2014, p. 84) “O incremento do cultivo da cana-de-açúcar na APA de Mamanguape, tem aumentado a degradação dos remanescentes florestais do Tabuleiro Costeiro e da Mata Atlântica, gerando fragmentos descontínuos, altamente impactados por trilhas e caminhos ao longo das matas.”

Pessoa (2016) ao analisar a vegetação da APA da Barra do Rio Mamanguape, constatou que entre os anos de 1974 a 2013 houve uma perda de vegetação densa de 54,3 Km<sup>2</sup> o que corresponde a 36,43 %.

Com exceção da mata do Oiteiro todos os outros fragmentos encontram-se com área total bem reduzida e conseqüentemente com pouca ou sem presença de áreas-núcleo, isso faz com que esses fragmentos sejam frágeis do ponto de vista ecológico, pois, o fato de serem fragmentos pequenos e isolados impedem ou dificultam a permanência de algumas espécies de flora e principalmente de fauna que precisam de áreas maiores e interligadas para que haja uma maior disponibilidade de habitats e alimento o que facilita o fluxo gênico entre as espécies.

- Água: Mesmo não sendo uma classe de vegetação, foi inserida no mapeamento por ser um dos elementos principais e com maior representatividade na UC. Foi classificada como estável pelo fato de representar um tipo de cobertura do solo e por propiciar a manutenção de ecossistemas adjacentes como o manguezal. Porém os rios da APA vem sendo degradados.

A retirada da mata ciliar que foi substituída por cana de açúcar é a principal causa da degradação dos rios, pois, gera assoreamento dos rios e migração das nascentes fazendo com que tenham sua vazão reduzida, isso causa diversas consequências que refletem não apenas na hidrografia da APA mais nas espécies de fauna e flora que estão associados a ela.

Assim, observou-se que mesmo estas classes sendo classificadas como estáveis possuem uma fragilidade ecológica que minimiza seu papel no ecossistema.

### **Moderadamente Estável**

- Mangue: A vegetação de mangue é densa e possui um estrato arbóreo, por isso recebe o valor de 1,7 sendo classificado como moderadamente estável.

Por ser um ambiente muito especializado com influência fluviomarinha, tipo de solo, fauna e flora específico, precisa de um equilíbrio que possibilite seu pleno desenvolvimento. Porém, esse equilíbrio está sendo ameaçado pelas atividades humanas. Com isso pode-se afirmar que o manguezal poderá com o tempo perder sua estabilidade e se tornar um ambiente instável, como consequência da continuidade e intensificação dos impactos negativos.

### **Média Estabilidade**

- Vegetação de Tabuleiro: É um ecossistema constituído por dois estratos, um arbóreo-arbustivo, e outro herbáceo, ralo e descontínuo, (Cartilha de Sensibilização Ambiental: Ecossistemas do Rio Grande do Norte (2016). Por ser um ambiente de transição (ecótono), é mais frágil, por se desenvolver em um ambiente como solo,

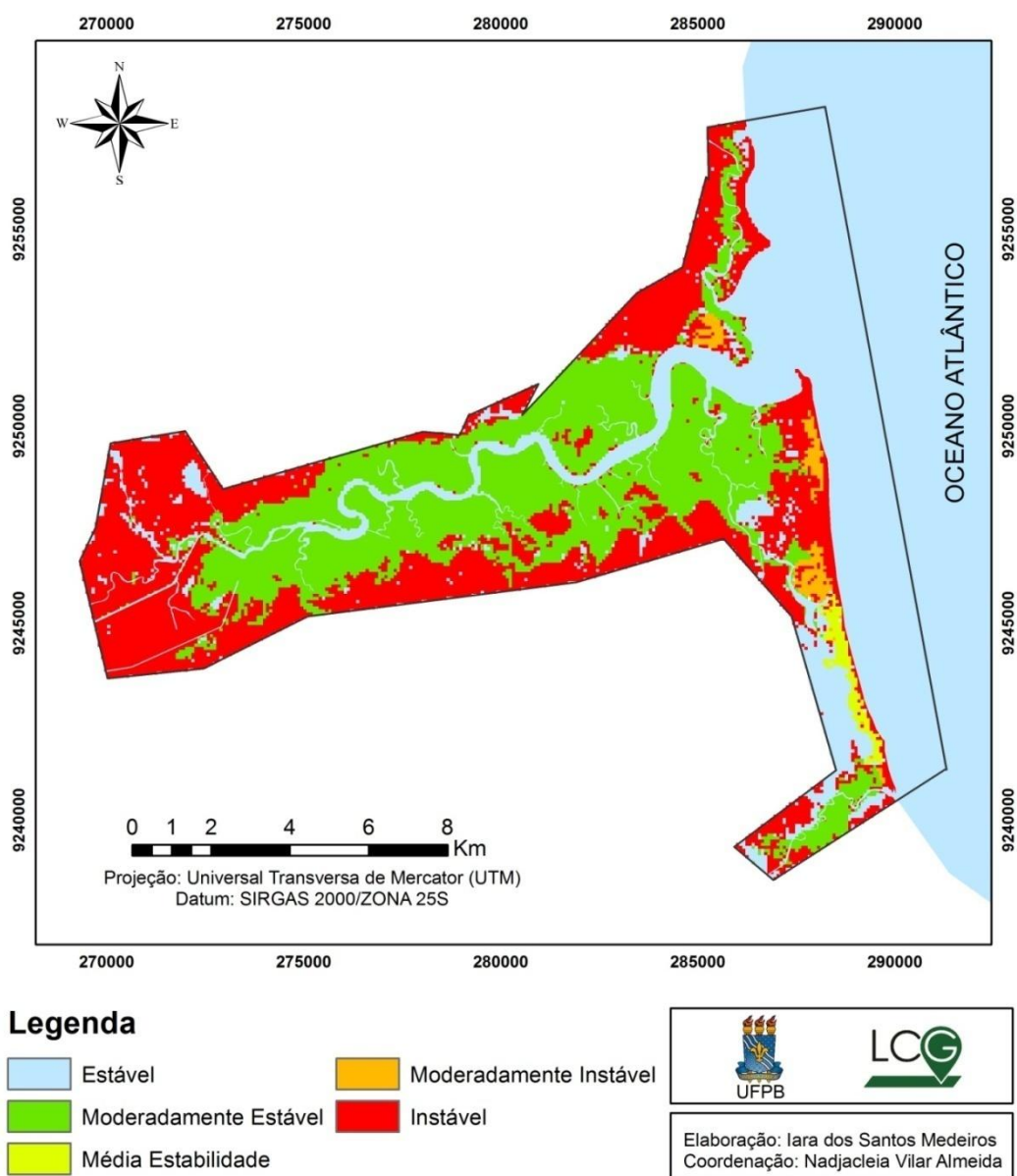
relevo e vegetação específicos. Por isso é classificada como média estabilidade recebendo valor 2,2.

### **Moderada Instabilidade**

- Restinga: Conforme Assis (2014) as restingas da APA são ambientes muito susceptíveis a degradação devido as atividades desenvolvidas pela população local e turistas, principalmente pelo pisoteio e trânsito ilegal de veículos automotores e onde concentram-se casas construídas para veraneio, alterando suas feições e impactando negativamente o ambiente.

### **Instável**

- Cultivo: por ser uma vegetação introduzida, com estrato arbustivo é classificada como instável. No caso da APA, como a maioria do cultivo é composto por cana-de-açúcar, isso acarreta outros problemas, tornando o ambiente ainda mais frágil. De acordo com Costa e Andrade (2012, p. 10) “as indústrias sucroalcooleiras por meio do uso de agrotóxicos causam a contaminação do solo, dos rios e dos aquíferos, além de prejudicar a saúde humana, a biodiversidade e causar danos para a própria agricultura.” Isso significa dizer que além do cultivo ser frágil, ele contribui para tornar outros elementos frágeis como o solo e os rios.
- Solo Exposto: Grande parte do solo classificado com exposto representa áreas de cultivo de cana-de-açúcar que foi cortada, deixando o solo sem vegetação. Sim essas áreas ficam variando, ora cobertos pela cana, ora expostos.



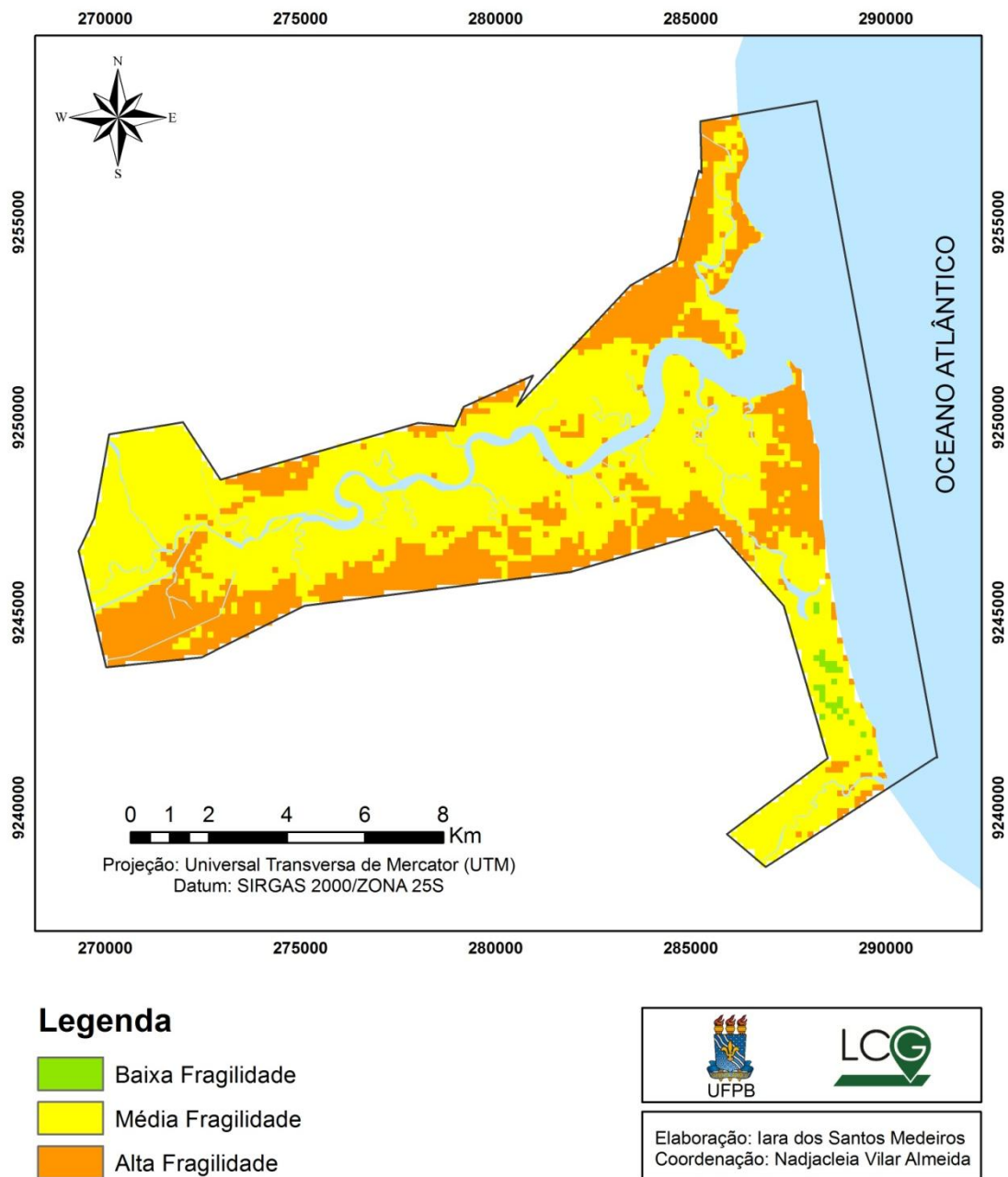
**Figura 38.** Fragilidade do Uso e Cobertura da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

### 5.3 Fragilidade Ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape

Com a análise integrada dos elementos geologia, geomorfologia, pedologia, intensidade pluviométrica e uso e cobertura da terra foi identificada a fragilidade ambiental da APA (figura 39).

Apenas uma pequena porção da APA, na região da Mata do Oiteiro, foi classificada como baixa fragilidade (0,53km<sup>2</sup>, 0%). Nas áreas onde estão inseridos o manguezal, a maior parte dos rios, a mata, as menores altitudes e declividades foram classificadas como média fragilidade ocupando 79,62km<sup>2</sup> e 69% da UC. O restante da APA foi classificada como alta

fragilidade com 34,77km<sup>2</sup> totalizando 30% da área estudada que corresponde as regiões de solo sem vegetação, declividades mais acentuadas e solos recentes.



**Figura 39.** Fragilidade da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brail.

Tabela 16. Classes de fragilidade da APA da Barra do Rio Mamanguape e seus respectivos valores.

Classes de Fragilidade	Área km <sup>2</sup>	Área %
Baixa Fragilidade	0,53	1
Média Fragilidade	79,62	69
Alta fragilidade	34,77	30

Existem algumas atividades que causam impactos negativos diretos e podem intensificar a fragilidade da APA. Destacam-se:

- **Urbanização:** Dentro dos limites da APA, situa-se a cidade de Rio Tinto, encontrando-se aldeias indígenas e comunidades em seu entorno, sendo essas: aldeias Jaraguá, Brejinho, Caieira, Camurupim, Tramataia e Akaju-tibiró e comunidades de Aritingui, Barra de Mamanguape, Cravassu, Lagoa de Praia, Pacaré, Praia de Campina, Taberaba, Tanques, Tatupeba e Tavares (ICMBIO, 2014)
- **Agricultura:** Silvestre *et. al* (2011, p.30) dizem que a APA é uma “área cercada por extensos canaviais. O grande desmatamento da Mata Atlântica foi motivado pela expansão das fazendas canavieiras, decorrentes estas da implantação do programa Pró-álcool em 1970 pelo Governo Federal.”.
- **Carcinicultura:** A Carcinicultura está presente em maior número de tanques na porção norte da APA, de domínio indígena, a qual se tornou uma importante fonte de renda local, porém, o pouco planejamento realizado para implantação fez com que os tanques fossem abandonados num curto espaço de tempo e o replantio das espécies da flora não é realizado, deixando um imenso vazio no mangue, fragmentando-o. Há presença também na porção sul, porém em menor número, totalizando duas fazendas, onde uma não está em funcionamento devido a intervenção do IBAMA, porém, não foi reflorestada. Esta cultura traz alguns riscos para a biota local devido aos antibióticos e outros produtos químicos nocivos ao ambiente, além, claro, do desmatamento do mangue para implantação dos tanques, (ASSIS 2014)
- **Desmatamento:** “O grande desmatamento da Mata Atlântica nesta área foi motivado pela expansão das fazendas canavieiras, decorrentes estas da implantação do programa Pró-álcool em 1970 pelo Governo Federal.”. (ICMBIO 2014)

## 6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados, concluiu-se que:

O Diagnóstico Geoambiental mostrou-se uma poderosa ferramenta para analisar a fragilidade ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape, pois nesse diagnóstico estão contidas todas as informações necessárias da área em estudo, bem como suas características principais e intrínsecas.

O Diagnóstico da fragilidade ambiental da APA mostrou que apenas a geomorfologia encontra-se estável porém, a geologia, pedologia e o uso e cobertura da terra encontram-se instáveis. A Intensidade pluviométrica da UC se enquadrava apenas na classe média estabilidade, com isso observa-se que as paisagens que compõem a APA estão no limite entre a estabilidade e a instabilidade, tendendo naturalmente a se manter em equilíbrio, porém as atividades antrópicas que atuam na área, intensificam e aceleram os processos morfogenéticos, tornando o ambiente mais propício à instabilidade.

Com isso, faz-se necessário uma gestão mais direcionada, para que os ambientes frágeis sejam restaurados e não ultrapassem seu limiar de recuperação e os ambientes que ainda encontram-se estáveis possam ser preservados, garantindo assim a manutenção dos ecossistemas presentes na UC.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. V., 2012. **Ordenamento Territorial Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá/Semiárido Paraibano**. Tese (Doutorado). UFF/POSGEO. Niterói-RJ

ALMEIDA, N. V.; NISHIDA, A. K.; LIMA, E. R. V. **Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico para a área de proteção Ambiental da (APA) Estadual de Tambaba-Paraíba**. 2008. Ed. Gaia Scientia, 1(2): 73 – 87.

ASSIS, H. Y. E. G. 2014. **Análise das classes de paisagem da APA da Barra do Rio Mamanguape-PB**. Monografia (Graduação). UFPB/CCAEE. Rio Tinto, PB.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. Curitiba, n. 8, 141-152, 2004. Editora UFPR.

BRASIL- **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª edição. IBGE, Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia Secretaria de Minas e Metalurgia CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba**. Recife, 2002.

**Cartilha de Sensibilização Ambiental: Ecossistemas do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000007179.PDF>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**- São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COSTA, I. M.; ANDRADE, M. O.; **SOBREPOSIÇÃO DA APA BARRA DE MAMANGUAPE E A TI POTIGUARA MONTE MOR-PB: análise da legislação ambiental e dos conflitos com as atividades do setor sucroalcooleiro**. Anais: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO –2012

CPRM-Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: < <http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: junho de 2015.

CREPANI, E. ; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V & BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

EMBRAPA, 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1978. 379p. (Boletim Técnico, 45)



EMBRAPA-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB)**, 2008.

FLORENZANO, T.G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo-SP. Oficina de textos, 2008.

FITZ, P.R.; **GEOPROCESSAMENTO SEM COMPLICAÇÃO**. Oficina de Textos. São Paulo. 2008.

FURRIER, M. ARAÚJO, M. E. de. ; MENESES, L. F. de, 2006. **Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba**. Revista do Instituto de Geociências - USP, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, outubro 2006.

GIMENES, F. B. Q.; AUGUSTO. F. O.; **Mapas de fragilidade ambiental utilizando o processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica (SIG)**. Anais: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

GUERRA, A. J. T. &. CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente** -10º ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília, 2014. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do Rio Mamanguape e Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape**.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/>>. Acesso em: abril de 2015.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; Campos, K. C.; LUCHIARI, A; ROSS, J. L. S. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento**. Anais: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2203-2210

LANI, J. L. **Deltas dos Rios Doce e Itapemirim; Solos, com Ênfases em Tiomórficos, Água e Impacto Ambiental do Uso**. Tese (Doutorado) UFV, Viçosa-MG.1998.

MEDEIROS, S. C. O. DE. 2012. **Caracterização das Dunas da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB**. Monografia(Graduação). UFPB/CCA. Rio Tinto – PB.

MEDEIROS, I. S. SOUZA, Y. I. F. ALMEIDA, N. V. **Classificação Supervisionada do Uso e Cobertura da Terra da área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape-pb**. Anais: XII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, São Lourenço-MG, 2015.

METZGER, Jean Paul. **O Que é Ecologia de Paisagens?** Revista Biota Neotropica. São Paulo, SP. 2001

MOURA, L. T. L.; MENESES, L. F. **Influência da Geomorfologia na Fisionomia da Vegetação no Litoral de Rio Tinto – Pb.** Rio Tinto – PB. Anais: X Congresso de Ecologia do Brasil, 2011, São Lourenço – MG

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: abril de 2015.

NETO, J. P. de Q. **Pedologia: Conceito, Método e Aplicações** – F.F.L.C.H. - USP, 1982.

NEVES, M. A.; MORALES, N.; SAAD, A. R.; **COBERTURAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS DA BACIA DO RIO JUNDIAÍ – SP.** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 24, n. 3, p. 289-303, 2005

NEVES, M. A.; MORALES, N.; SAAD, A. R. **COBERTURAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS DA BACIA DO RIO JUNDIAÍ – SP,** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 24, n. 3, p. 289-303, 2005.

ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**, ed. 6ª 2004

PESSOA, A. F. **Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal na APA da Barra do Rio Mamanguape - PB.** Monografia(Graduação). UFPB/CCA. Rio Tinto – PB. 2016.

RECKLEFES, R. E. A. **A ECONOMIA DA NATUREZA** ed. 5ª. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan . 2003.503p.

REW, D. **Processos Interativos Homem –meio Ambiente.** São Paulo: Difel, 1989.

RIBEIRO, R. J. C.; BAPTISTA, G. M. M.; BIAS, E. S.; **Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26, 2007, INPE p. 5471-5478.

ROGERIO, A. P. C. **Caracterização Geológica e Geomorfológica do Município de Areia Branca/RN, com vistas à elaboração do Mapa de Sensibilidade ao Derramamento de Óleo.** Monografia(Graduação). UFRN/ CCET. Natal, RN. 2004.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo: USP – Faculdade de filosofia, letras e ciências humanas, n.8, p.63-74, 1994.

ROSA, R. (2005). **Geotecnologias na Geografia Aplicada.** Revista do Departamento de Geografia, n. 16, p. 81-90.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma Visão Geossistêmica da Análise Ambiental**. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 222 p.

SANTOS, A. R. et al **Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas**. Alegre, ES: CAUFES, 2015. 230 p.

SILVA, D.; MELO, R.; CORRÊA, A. **A influência da densidade de drenagem na interpretação da evolução geomorfológica do complexo de tanques do município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Revista de Geografia (Recife), América do Norte, 26 7 03 2009.

SILVA J. J. F. **Recursos Genéticos da Mangabeira nos Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea do Nordeste do Brasil**. Anais: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba – Aracaju, 2003.

SILVEIRA, I. M. **Estudo Evolutivo das Condições Ambientais da Região Costeira do Município de Guararé – RN**. Dissertação (Mestrado). UFRN/PPGG. Natal, RN. 2002.

SILVEIRA, C. T. **Estudo das Unidades Ecodinâmicas da Paisagem na APA de Guaratuba / pr: Subsídios para o Planejamento Ambiental**. Dissertação (Mestrado) Curitiba, 2005.

SILVESTRE, L. C.; FARIAS, D. L. S.; LOURENÇO, J. D. S.; BARROS, S. C. A.; BRAGA, N. M. P. **Diagnóstico dos Impactos Ambientais Advindo de Atividades Antrópicas na APA da Barra do Rio Mamanguape**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011

SOARES, F. M.; **A Paisagem como Campo de Estudo Geográfico**. Cadernos do Logepa - vol. 4, n. 1, p.47-54, 2005 João Pessoa, PB, DGEOC/CCEN/UFPB – Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/cadernosdologepa>

SOUZA, J. L. L. L.; GOMES, T. S.; DIAS, R. S.; OLIVEIRA, G. M. A.; SANTOS, R. L. **Avaliação de Métodos de Interpolação Aplicados à Espacialização das Chuvas no Território Identidade Portal do Sertão / Bahia**. Anais: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4295

SUDENE. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba/ II Interpretação para Uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. tradução Leandro da Silva Duarte. **Fundamentos de Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576p.

TRICART, J.; **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria técnica, SURPREN. 1977. 97p.  
UCHA, J.M.; HADLICH, G.M.; CELINO, J. J. **Apicum: transição entre solos de encostas e de manguezais**. Revista E.T.C (2008).