



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR - LABOMAR**  
**PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**LARISSE SILVA LOPES**

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL DA SABIAGUABA, FORTALEZA.**

**FORTALEZA**

**2014**

**LARISSE SILVA LOPES**

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL DA SABIAGUABA, FORTALEZA.**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Elisa Zanella.

**FORTALEZA**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Rui Simões de Menezes

---

L854a      Lopes, Larisse Silva.

Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba,  
Fortaleza / Larisse Silva Lopes – 2014.

64 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso  
Bacharelado em Ciências Ambientais, 2014.

Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Elisa Zanella.

Co-Orientação: Prof. Me. Marcus Vinicius Chagas da Silva.

1. Geoprocessamento. 2. Vulnerabilidade Ambiental. 3. Meio ambiente – Políticas Públicas.  
I. Título.

---

CDD 551.45

**LARISSE SILVA LOPES**

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA UNIDADE DE  
CONSERVAÇÃO APA DA SABIAGUABA-CE**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Elisa Zanella.

Aprovada em: 05/12/2014.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Elisa Zanella (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



---

Prof. Me. Marcus Vinícius Chagas da Silva (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



---

Me. João Luís Sampaio Olímpio  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus,

Aos meus pais, Francisco e Elizabeth.

## AGRADECIMENTOS

Todo o esforço e o resultado obtido nesse trabalho só foi possível graças a uma rede de colaboradores, e é nesse espaço que agradeço especialmente a cada um deles. Começo agradecendo ao maior construtor e edificador da minha vida, Deus! A Ele que me deu a vida e todas as ferramentas que me fizeram chegar até aqui.

Em segundo quero agradecer especialmente a minha família, mãe e pai. Vocês foram meus norteadores e meu apoio incondicional, que mesmo nas situações difíceis não desanimaram, abrindo mão, em algumas circunstâncias, do seu bem estar em favor do meu. Amo vocês.

Minha gratidão a você Jhonny, por ter estado ao meu lado em todos os momentos. Obrigada pelo incentivo, pela confiança sólida e por ter me impulsionado a nunca desistir.

A professora Elisa minha sincera gratidão pela forma maravilhosa a qual me recebeu, depositando sua confiança em mim e agregando conhecimento ao meu trabalho através de sua orientação. Juntamente com a professora Elisa tive o professor Marcus, que de certa forma, foi por mim convocado a ser coorientador concedendo-me auxílio nos momentos que tinha mais dificuldade.

Ao professor Marcelo Soares que de forma indireta me fez dar os primeiros passos em busca de uma carreira acadêmica e a professora Daniele Garcez que me formou durante suas disciplinas com seus ensinamentos. Ao professor Geraldo, que nos meus últimos momentos de Labomar começou a participar da minha carreira, me dando a oportunidade de aprender e descobrir mais sobre minha linha de pesquisa. Obrigado Eunice por ser a melhor secretária que o curso de ciências ambientais poderia ter.

À minha amiga Rosy, que mesmo morando um pouquinho longe é com quem compartilhei passeios e grandes conversas nas quais aprendíamos mais uma da outra e de nós mesmos. As minhas curiquinhas, Flora, Dêja, Thaís, Vanessa, Luana, Lina, Mel, Juliana, Sara e Baiana que construíram um forte alicerce, chamado amizade. Foram as responsáveis pelas ótimas lembranças que guardo das aulas do curso de ciências ambientais. Obrigada meninas e meninos, Yuri e Michel, Wesley, pelas discussões, risadas, viagens, aperreios, pelos encontros marcados em suas casas e por terem me permitido conhecer mais sobre o mundo de cada um.

A uma amiga e irmã que Deus me deu, Ticiania. Se consegui concluir esse trabalho foi graças a sua enorme boa vontade em me ajudar. Sempre serei grata sua disposição, aos seus conselhos e as palavras de conforto quando achava que não tinha saída. Aos meus outros

colegas da Funceme, Sérgio, Neuma, Morgana, Alisson, Denis, Rouse, Ilná, Margarete, Manuel, Ana, a vocês que dedicaram um pouco do seu tempo contribuindo com esse trabalho.

No mais, sou grata aos meus familiares e a todos os outros amigos que mesmo distante deram seu apoio e contribuição da forma que puderam, e mesmo aos que não acreditaram que um dia eu pudesse chegar até aqui. De uma forma indireta vocês me incitaram a querer sempre mais.

“A ética da terra não pode, é claro, prevenir a alteração, o manejo e o uso destes 'recursos', mas afirma os seus direitos de continuarem existindo e, pelo menos em reservas, de permanecerem em seu estado natural”.

Aldo Leopold.

## RESUMO

A zona costeira de Fortaleza possui grande beleza natural composta por estuários, praias e dunas, mas com o passar dos anos essa paisagem foi sendo alterada e conseqüentemente também foi modificado o funcionamento do sistema natural. O bairro de Sabiaguaba é uma das áreas que, com relação a outros bairros de Fortaleza, foi o que passou por menos mudanças. Por conter uma riqueza natural que ainda pode ser preservada, a academia juntamente com o município somaram esforços e criaram o complexo de unidades de conservação composta pela Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba e o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba. Com o objetivo de acrescentar conhecimento e ferramentas para uma gestão adequada da área foi realizada uma análise da vulnerabilidade ambiental da APA da Sabiaguaba. O estudo foi possível graças a utilização do sensoriamento remoto e SIG que permitiram a criação de mapas de vulnerabilidade ambiental. Os resultados obtidos evidenciaram que as áreas mais vulneráveis estão situadas na planície litorânea. Esse resultado é explicado pela forte ação de fatores físicos como intensidade dos ventos e exposição a luz solar somado a ação das ondas. Já as vulnerabilidades mais baixas estão sobre os tabuleiros pré-litorâneos os quais ainda conservam resquícios de vegetação. A interpretação dos resultados aqui expostos, considerando as limitações e potencialidades da área, fornece um banco de dados que poderão subsidiar o ordenamento territorial e a gestão da APA.

**Palavras-chave:** Mapas temáticos, geoprocessamento, plano de manejo.

## ABSTRACT

The coastal zone of Fortaleza has great natural beauty composed of estuaries, beaches and dunes, but over the years, this landscape has been changing and consequently has also changed the functioning of the natural system. One of the areas that suffered little with the urban expansion was the east side of town, more precisely in Sabiaguaba neighborhood. Because it contains a rich nature that can still be preserved, the academy together with the municipality joined forces and created the complex of protected areas composed of the Environmental Protection Area of Sabiaguaba and the Municipal Natural Park of Sabiaguaba Dunes. In order to add knowledge and tools for a proper management of the area, it was carried out an analysis of environmental vulnerability of the EPA of Sabiaguaba. The study was made possible by the use of remote sensing and GIS that allowed the creation of maps of environmental vulnerability. The results showed that the most vulnerable areas are located in the coastal plain. This result is explained by the strong action of physical factors such as the strength of winds and sunlight exposure coupled with wave action. The lowest vulnerabilities are on pre-coastal trays that still retain remnants of vegetation. The interpretation of the results shown here, considering the limitations and potential of the area, provides a database that can support land use planning and the management of the EPA.

**Keywords:** Thematic maps, geoprocessing, management plan.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

figura 1: Imagem Utilizada Na Vetorização Das Unidades Ambientais. ....	16
Figura 2: Mapa de Localização da Apa da Sabiaguaba. ....	18
Figura 3: Resumo da Metodologia .....	33
Figura 4: ZCIT no Nordeste. ....	35
Figura 5: Ondas de Leste Próximo ao Ceará. ....	36
Figura 6: Mapa de Geologia .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
Figura 7: Planície Eólica Entre Dunas.....	42
Figura 8: Mapa de Geomorfologia .....	44
Figura 9: Mapa de Pedologia.....	47
Figura 10: Vegetação de Tabuleiro na Apa .....	48
Figura 11: Vegetação de Mangue e entulhos de Construção .....	49
Figura 12: Dunas Fixas.....	50
Figura 13: Agricultura e Dunas Fixas.....	51
Figura 14: Vegetação Pioneira Psamófila e Terraços Marinhos.....	51
Figura 15: Cultivo de Hortaliças, Cajueiros e Coqueiros .....	52
Figura 16: Margem do Rio Cocó Com Lixo e Vegetação Ciliar Degradada. ....	53
Figura 17: Mapa de Vegetação e Uso do Solo .....	54
Figura 18: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental .....	58

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de UC por categoria de manejo.....	24
Gráfico 2: Classes da vulnerabilidade ambiental .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação ecodinâmica dos ambientes.....	28
Tabela 2: Índice de vulnerabilidade ambiental.....	31
Tabela 3: Parâmetros climáticos para fortaleza.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
Df	Dunas fixas
Di	Depósitos Inconsolidados
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Km	Quilômetro
PNMDS	Parque Natural e Municipal das Dunas de Sabiaguaba
SEMACE	Superintendência Estadual de Meio Ambiente
SEUMA	Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UTB	Unidades Territoriais Básicas
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
ZC	Zona Costeira
ZCC	Zona Costeira do Ceará
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

## LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 Unidades de Conservação.....	22
2.2 O Termo Vulnerabilidade.....	25
3. METODOLOGIA.....	27
3.1 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental.....	27
3.2 Pedologia.....	28
3.3 Geologia.....	29
3.4 Geomorfologia.....	29
3.5 Cobertura Vegetal e Uso do Solo.....	30
3.6 Procedimentos Técnicos.....	32
4. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	35
4.1 Climatologia.....	35
4.1. Geologia.....	38
4.2 Geomorfologia.....	41
4.3 Pedologia.....	45
4.5. Cobertura Vegetal e Uso do Solo.....	48
5. A VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA APA DA SABIAGUABA.....	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

## 1. INTRODUÇÃO

A zona costeira do Brasil compõe um dos biomas mais belos e ricos no quesito de diversidade natural e biológica. E foram esses atributos que, de forma rápida e indireta, chamaram novos habitantes para ocupa-la. Inicialmente o objetivo de se morar na zona costeira era a facilidade em se obter alimentos, água e trabalho, posteriormente a costa brasileira passou a ser vista não só como um local onde havia mais "fartura", mas sim como um belíssimo cenário de belezas naturais, que passou a atrair pessoas de todos os lugares.

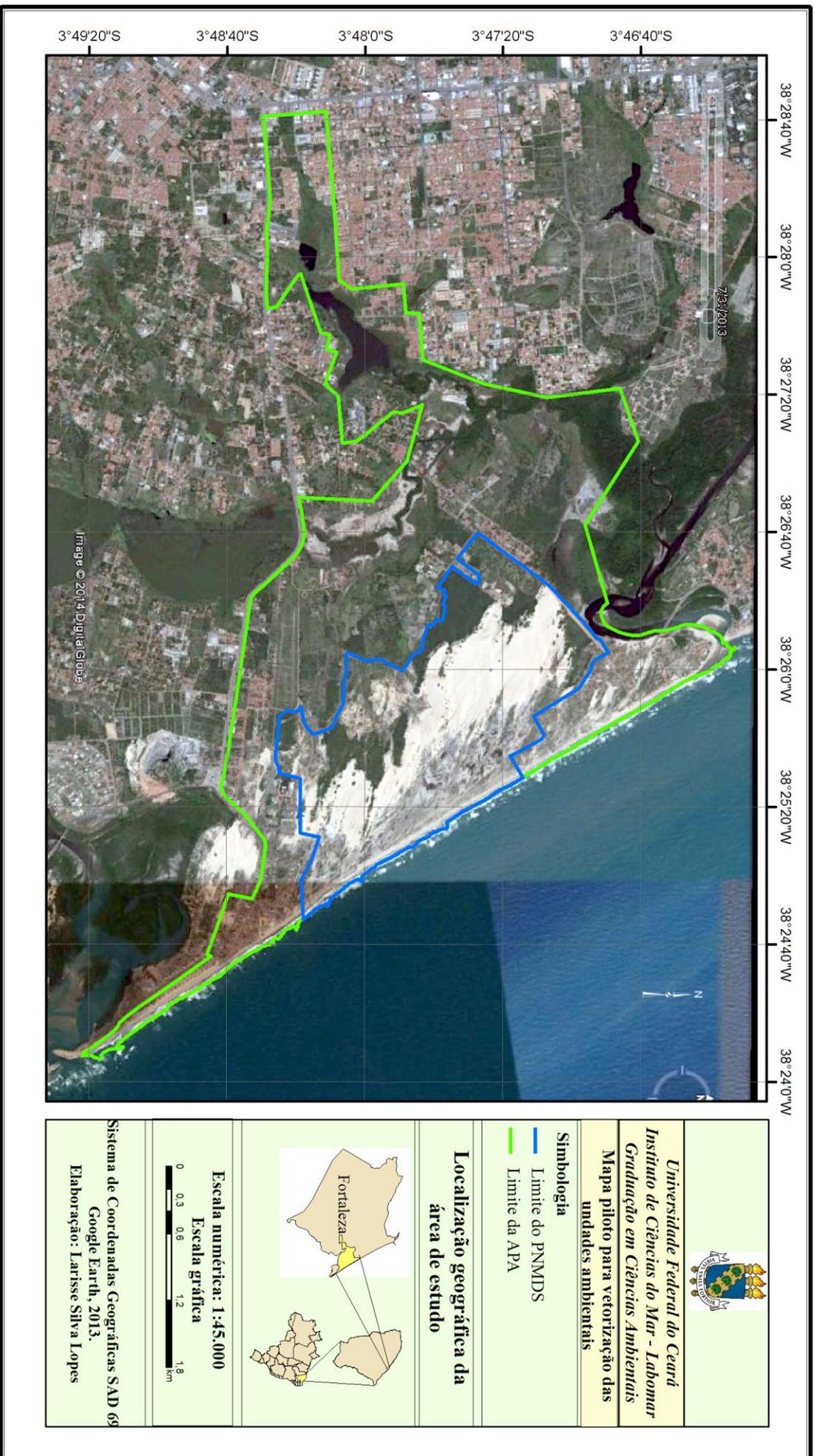
A intensa exploração e má utilização dos recursos naturais pelo homem têm intensificado os impactos que os ambientes costeiros vêm sofrendo. Esse fato pode ser observado na cidade de Fortaleza, capital do Ceará. A cidade recebe em torno de 2.848.459 milhões de turistas (SETUR, 2012) e tem a especulação imobiliária como um dos fatores que confirmam a preferência pela cidade quando se fala em moradia. Fortaleza hoje é sede de instalações industriais, comerciais e portuárias que de forma significativa foram alterando na dinâmica ambiental.

O grande problema de tudo isso é a falta de planejamento para o uso sustentável do espaço natural e urbano. Visto a necessidade de se planejar e manejar o uso da terra, de forma adequada, órgãos ambientais e instituições de ensino se uniram a comunidade do bairro de Sabiaguaba, em Fortaleza, com o objetivo de preservar o patrimônio natural do local. Assim em 2006 foi criado o complexo de unidade de conservação da Sabiaguaba, composto pelo Parque Municipal e pela Área de Proteção Ambiental (APA).

Foi pensando na contribuição para o ordenamento da APA e o crescimento sustentável da mesma que se viu a necessidade de elaborar um estudo a respeito da vulnerabilidade ambiental da UC. Para isso foi necessário o levantamento e mapeamento das classes de solos, geologia, geomorfologia e o tipo de uso do solo e sua cobertura vegetal que há na área.

É importante evidenciar que a criação do Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (PNMDS) se deu juntamente com a origem da APA, instituídos pelo poder público por meio dos Decretos 11.986/06 e 11.987/06 respectivamente. Neste trabalho foi abordada a vulnerabilidade da APA, o que permitirá interpretações para o Parque, uma vez que o este se encontra dentro da APA, como mostra a Figura 1.

Figura 1 : Imagem utilizada na vetorização das unidades ambientais.



A análise ambiental foi fundamentada na ampla bibliografia existente, como por exemplo, o Plano de manejo do PNMDs de Sabiaguaba, dissertações e teses. Com uma análise mais detalhada vai ser possível identificar as áreas mais susceptíveis as ações naturais e antrópicas, assim como saber o grau de susceptibilidade a qual está exposta. Com esses resultados essa pesquisa pode vir a ser um instrumento para complementar estudos ambientais relacionados a APA e assim auxiliar na posição de um modelo de gestão e ordenamento territorial, além de poder ser utilizada como apoio a tomada de decisão.

Assim, o objetivo geral desse estudo foi elaborar uma análise integrada da paisagem, por meio de imagem de satélite, e fazer uma reinterpretação das informações temáticas disponíveis e gerar plano de informação atualizado que será a base para a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental da APA da Sabiaguaba.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

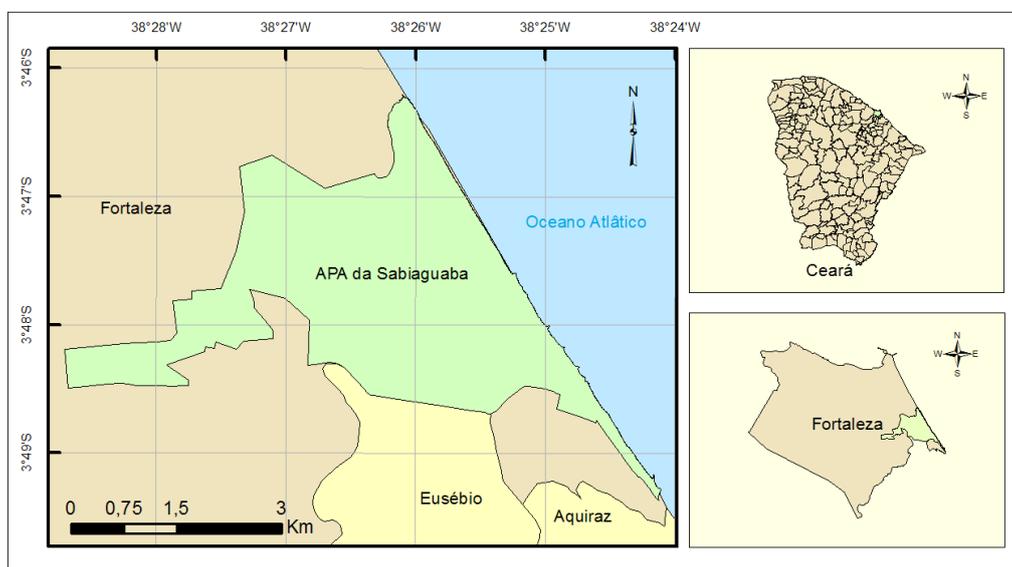
- a) Caracterizar os elementos naturais da paisagem;
- b) Levantar os principais problemas ambientais decorrentes da ocupação não ordenada na região;
- c) Identificar a vulnerabilidade a partir dos temas geologia, geomorfologia, pedologia e, vegetação e uso do solo.
- d) Reunir, processar e integrar as informações obtidas em um SIG.

A área de estudo localiza-se no litoral cearense. Este possui ao todo 22 municípios e uma área com 573 km de extensão, fazendo divisa ao leste com o estado do Rio Grande do Norte e ao oeste com o estado do Piauí. Sua fisionomia elementar é composta por campos dunares, pontas rochosas e lagoas costeiras (PNMDS, 2010 p. 14), características essas, responsáveis pela grande exuberância e dinâmica desses ambientes.

Fortaleza é um grande centro urbano composto por 118 bairros que são distribuídos ao longo dos seus 314, 93 km<sup>2</sup> (IBGE, 2014). Um de seus bairros é o de Sabiaguaba, localizado no extremo leste de Fortaleza. Faz limite ao norte com o oceano Atlântico, ao sul com o município de Eusébio, a sudoeste com o bairro de Lagoa Redonda, a sudeste com o município de Aquiraz e a oeste com os bairros Sapiranga, Edson Queiroz e Praia do Futuro II.

A Unidade de Conservação APA da Sabiaguaba está localizada (Figura 2) no bairro de mesmo nome e faz limite a sudeste com o estuário do rio Pacoti e a noroeste com a foz do rio Cocó e está a 17km do centro da capital.

Figura 2: Mapa de localização da APA da Sabiaguaba.



Fonte: Os autores.

É um bairro pouco populoso quando comparado aos outros bairros de Fortaleza. Segundo o Prefeitura Municipal (2014) ele abriga 2.117 pessoas que dispõe de abastecimento de água, escolas de ensino fundamental e médio, serviços de telefonia e energia elétrica. O bairro também é conhecido pela praia de Sabiaguaba e pelos pequenos restaurantes com comidas típicas da região.

A monografia aqui proposta se desenvolve a partir de 6 capítulos. O capítulo 2 aborda a teoria que fundamentará a pesquisa relativa às unidades de conservação e à vulnerabilidade. O capítulo 3 traz todos os passos metodológicos para a construção da vulnerabilidade. No capítulo 4 são abordadas as características geoambientais da área de estudo, bem como os seus problemas ambientais. O capítulo 5 analisa a vulnerabilidade ambiental da APA de Sabiaguaba e o último capítulo trás considerações a respeito da pesquisa realizada.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De maneira constante, nossos ecossistemas produzem diversos serviços ambientais que nos são ofertados de maneira gratuita. E é justamente por essa gratuidade que muitas vezes não se pondera ou simplesmente se desconhece a forma de trabalhar com a natureza e preservar seus recursos. Ao longo dos anos, o homem foi se estabelecendo cada vez mais rápido dentro das unidades ambientais e modificando-as de forma que as mesmas pudessem lhe fornecer alimento e matéria prima.

Foi nesse ritmo que se construíram as grandes cidades que, a cada dia, aumentava seu número populacional graças à imigração de camponeses que iam buscar uma melhor qualidade de vida. Coadunado a isso, hoje tem-se ambientes bem mais vulneráveis, pois já estão com um elevado nível de degradação, que está aumentando com o passar dos anos. Isso se deve a falta de tempo que os ambientes não possuem para se recuperar dos impactos sofridos.

No Brasil pode-se claramente associar o desaparecimento ou substituição dos ecossistemas naturais ao crescimento urbano. Contudo, é de grande importância salientar que o processo de degradação dos mesmos não está somente ligado a urbanização, pois teve-se, por exemplo, no Brasil Colonial uma grande retirada da Floresta Atlântica em prol da plantação de Cana de açúcar e do agronegócio.

Dando sequência ao processo de ocupação, teve-se no Brasil República o uso da terra para os grandes cultivos de café e atualmente há o cultivo de soja ocupando nada mais que, 24,1 milhões ha em plantação no país (EMBRAPA, 2012), sendo as regiões centro-oeste e sul as maiores produtoras.

Na região Nordeste, tem-se a intensa retirada da vegetação de caatinga em favor da pecuária e da produção de lenha e na zona costeira verifica-se o desmatamento dos resquícios de Mata Atlântica. Além disso, percebe-se a acentuada, e irregular na maioria das vezes, ocupação na faixa litorânea que é um ambiente de alta fragilidade.

Um dos ecossistemas que deve receber uma maior atenção, por ser muito instável, é a zona costeira. Ela possui uma elevada dinâmica ambiental que a torna, significativamente, mais vulnerável a processos erosivos e de degradação uma vez que estes são bastante atuantes (SOUZA, 2009). É possível observar que a ocupação está mais concentrada desde o estado do Rio Grande do Sul até a região metropolitana de

Fortaleza, sendo em termos econômicos, a valorização do uso do solo uma de suas principais características (MMA, 2014).

O Ceará possui uma zona costeira (ZC) que cobre 14,38% do território do estado e, no entanto, concentra quase a metade da população (49,22%) que usufrui de um patrimônio natural incalculável (ZCC, 2003, p. 84). A ZC do estado tem sido atacada por inúmeros problemas de ordem social, econômica, político institucional e cultural (ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DA ZONA COSTEIRA - ZEE, 2005, p. 19). No social teve-se o processo migratório da zona rural para a ZC, no econômico, o crescente mercado da carcinicultura e no cultural pelas atividades de subsistências, como por exemplo, a pesca predatória.

Atividades econômicas como o turismo e a especulação imobiliária, na ZC, têm provocado grandes mudanças nas comunidades que ali já viviam. Os principais impactos decorrentes disso seriam a maior degradação do ambiente e uma forte transformação cultural.

Fortaleza, a capital do estado, dispõe de uma faixa de praia com 43,4 km de extensão, que segue da foz do rio Ceará, que faz divisa com município de Caucaia, e vai até a foz do rio Pacoti, que faz divisa com o município de Aquiraz. A ocupação da ZC trouxe impactos irreversíveis (ZONA COSTEIRA DO CEARÁ - ZCC, 2003, p. 84) e, as ações humanas acarretaram no aumento da vulnerabilidade ambiental do sistema.

De acordo com Tagliani (2003) entende-se por vulnerabilidade ambiental a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer. Já Santos (2006), compreende vulnerabilidade como o grau de exposição que um determinado ambiente está sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não de atividades socioeconômicas. Além da vulnerabilidade ambiental tem-se também a natural, a social e a socioambiental. Contudo neste trabalho será abordado somente a ambiental.

Santos (2006) vê o diagnóstico ambiental como uma forma eficiente de se verificar a vulnerabilidade ambiental de um ecossistema e, afirma que a análise, principalmente de áreas urbanizadas, permite identificar os principais riscos que possam ser desencadeados. Em um estudo de vulnerabilidade ambiental a questão social sempre será explorada. Adger (2009), reforça a ideia quando diz que qualquer distinção entre a natureza, as ações humanas e suas estruturas sociais, é arbitrário.

Um estudo da vulnerabilidade na costa de Fortaleza se faz importante, pois uma dos maiores impactos que vem afetando a cidade é a especulação imobiliária, com

construções mal planejadas, onde seus proprietários visam apenas a questão econômica, sem qualquer preocupação com o equilíbrio ambiental (SOUZA, 2009).

O bairro de Sabiaguaba é um dos locais onde se tem observado um crescimento urbano associado à má utilização dos recursos naturais. A área possui grande beleza paisagística, que está inserida dentro de um conjunto de ecossistemas como, mangue, estuário, praias, lagoas costeiras e dunas.

Pesquisadores de universidades a Prefeitura Municipal e a comunidade do bairro Sabiaguaba somaram objetivos e assim criou-se duas unidades de conservação no Bairro. O Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba foi criado sob o Decreto nº 11.986 de 20 de fevereiro de 2006. Na mesma data, também se constituiu, sob o Decreto nº 11.987 a Área de Proteção ambiental da Sabiaguaba. Segundo a prefeitura municipal as unidades foram criadas a fim de assegurar a preservação ambiental, o turismo ecológico e o desenvolvimento de atividades que não comprometam o equilíbrio do meio ambiente.

Hoje, com a parceria da universidade com a prefeitura municipal, as UC do bairro já possuem seu plano de manejo elaborado. Neste, tanto os gestores das unidades como a população devem ter o conhecimento das normas para que os objetivos, que levaram a criação das unidades, sejam cumpridos.

## 2.1 Unidades de Conservação

Pesquisadores estão utilizando os conceitos de paisagem para compreender a evolução dos sistemas ambientais e assim elaborar um modelo para a gestão dos recursos naturais. A *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) (1984 *apud* Sales *et al.*, 2003, p. 85) definiu paisagem como a expressão do produto de interação espacial e temporal do indivíduo com o meio. Esse conceito nos leva a entender que, a paisagem reflete o estado de uso e conservação de cada região englobando o processo histórico a qual foi submetida.

Se tratando de conservação da paisagem, no Brasil foi introduzido o primeiro conceito de espaços territorialmente protegidos, por meio da Constituição Federal (art. 225, § 1º, inciso III). Em seguida, com intuito de assegurar ainda mais o patrimônio natural, foi criado um sistema de unidades de conservação. Guerra (2009, p. 53) acredita que o sistema propõe garantir a proteção de uma parcela representativa dos biomas brasileiros a partir de determinadas práticas de gestão territorial.

O Ministério do Meio Ambiente define unidades de conservação (UC) como:

“São espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2011, p. 4).

Além de protegerem o patrimônio biológico, as UCs promovem o desenvolvimento sustentável das comunidades que moram, no interior da unidade ou nas proximidades da área, a fim de que elas façam o uso racional dos recursos ambientais. Essas áreas contribuem também para a estabilidade do clima e para o abastecimento dos mananciais de água proporcionando maior qualidade de vida às populações humanas.

Outros objetivos que podem ser destacados são: a manutenção da biodiversidade e dos recursos genéticos, proteção de espécies em extinção, preservação e restauração de áreas degradadas e recursos hídricos, proteção de paisagens naturais e dos atributos necessários à sobrevivência das comunidades tradicionais.

A criação das áreas protegidas brasileiras deu-se por meio da Lei nº 9.985 de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Sua primeira proposta data de 1979, no entanto somente em 1992 foi enviada uma versão ao Congresso Nacional (GUERRA, COELHO, 2009, p. 35).

O MMA (2011) garante que o sistema brasileiro para a proteção de áreas é um dos modelos mais sofisticados do mundo em matéria de conservação, permitindo a implantação e gestão das UC das três esferas de governo.

Guerra (2009, p. 45) afirma que o SNUC possibilitou a integração na forma de gestão das diferentes categorias e esferas do governo, criando um sistema que pode ser coletivamente planejado. Quando se fala em categoria no SNUC, trata-se de grupos onde estão inseridos os diferentes tipos de unidades, podendo ser tanto de proteção integral como de uso sustentável.

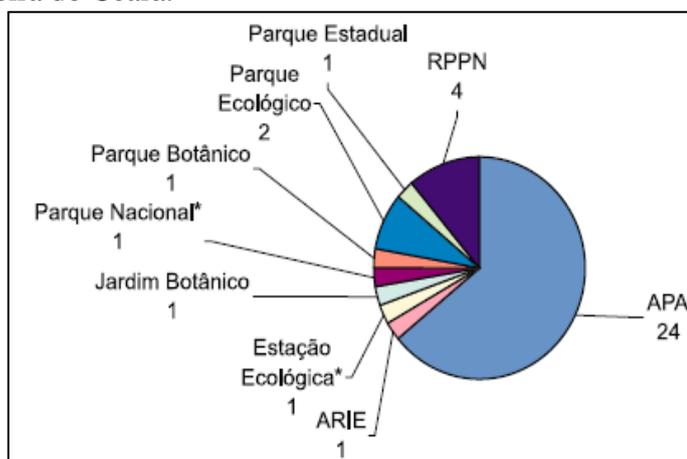
Nas unidades de proteção integral é permitido somente o uso indireto dos recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou qualquer prejuízo ao meio ambiente. As categorias que se enquadram dentro dessas unidades são: estação ecológica, parque, reserva biológica, monumento natural e refúgio da vida silvestre (MMA, 2011).

Por vez, nas unidades de uso sustentável tem-se a conservação ambiental aliada ao uso limitado dos recursos naturais. Nesse grupo são permitidas atividades que envolvam coleta de algum recurso, desde que a natureza e todos os seus processos estejam assegurados (MMA, 2011). As categorias de uso sustentável são: Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Reserva Extrativista (RESEX), Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Um programa das Nações Unidas intitulado de Avaliação Ecológica do Milênio (MEA) realizou inúmeros estudos relacionados às mudanças ambientais. Esses estudos têm demonstrado que a criação de UCs contribuem diretamente para o desenvolvimento econômico e a redução da pobreza. Em um de seus relatórios é possível ver com detalhes os serviços que áreas protegidas oferecem as comunidades que vivem nela ou em seu entorno.

A zona costeira do Ceará possui ao todo 37 áreas consideradas UCs sendo, em sua maioria, 64% APA, que de acordo com ZCC (2003, p. 14) não atende a demanda necessária para a preservação da biodiversidade. O gráfico 1 mostra o número de UCs por categorias de manejo.

Gráfico 1: Número de UC por categoria de manejo na Zona costeira do Ceará.



Fonte: Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a gestão Integrada, 2003.

APAs abrangem 426.273km<sup>2</sup> do território brasileiro, continental e marinho (MMA, 2011). A categoria é considerada uma das mais importantes, pois permite a ocupação e o uso sustentável dos recursos, prioritariamente em áreas urbanas.

Dentre os grupos apresentados, somente os conceitos relacionados à Área de Proteção Ambiental serão aprofundados, já que o objeto de estudo é a UC da APA da Sabiaguaba.

Conforme o artigo 15 da Lei do SNUC, APA “é uma área extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas”. O artigo ainda afirma que a APA pode ser delimitada tanto em terras públicas como em privadas.

É importante ressaltar que a APA e todas as outras categorias devem apresentar em até cinco anos seu Plano de Manejo, que deve ser feito em função dos objetivos pelos quais a unidade foi criada. Em fevereiro de 2011, foi apresentado ao Conselho do Meio Ambiente do Município de Fortaleza a versão final do plano de manejo da APA da Sabiaguaba. A conclusão do plano é também de interesse político, pois município de Fortaleza ainda almeja transformar Sabiaguaba no bairro mais ecológico da cidade.

O monitoramento da área da APA e Parque são feitos pelo órgão da prefeitura – Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA). Outro objetivo que influenciou na criação da APA foi para que a mesma pudesse servir como a zona de amortecimento do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba.

## 2.2 O Termo Vulnerabilidade

Ao tratar-se da palavra vulnerabilidade, provavelmente a primeira ideia que vem à mente é que se trata de algo negativo. Isso é comum, pois, o termo indica o estado de susceptibilidade que, de acordo com Adger, (2009), pode decorrer de 3 fatores chaves: exposição ao risco, alterações sociais e/ou ambientais e incapacidade de adaptação.

Ao longo dos anos a ciência da vulnerabilidade vem se integrando, cada vez mais as ciências sociais, as engenharias, as geociências e as ciências ambientais. A união dessas diferentes áreas torna-se necessária para compreender o comportamento social frente os recursos ambientais.

O termo tem sido comumente utilizado nos estudos das geociências, justamente por buscar entender os reais impactos das ações humanas no meio natural. Esse conhecimento socioambiental tem sido primordial para o entendimento e a percepção da vulnerabilidade. Guimarães, et. al, (2012), assegura que o conceito de vulnerabilidade se aplica tanto para entidades físicas (pessoas ecossistemas, etc.) como para conceitos abstratos (sistemas sociais e econômicos, países, etc.), permitindo que o termo tenha uma multiplicidade de aplicações.

A utilização da vulnerabilidade nas áreas sociais, ambientais e socioambientais foi tão abundante que com pouco tempo surgiram as variações para o termo. Atualmente, nos estudos de geociências, é muito comum a produção de trabalhos com as diferentes categorias do assunto. São elas: a vulnerabilidade social, socioambiental, natural e ambiental.

A vulnerabilidade social é definida, por Hogan e Marandola (2005), como a fragilidade das pessoas em relação às dinâmicas e consequências ambientais. Essas consequências a qual o autor trata refere-se aos desastres naturais, conhecidos por tsunamis, tempestades e fenômenos de enchentes, por exemplo. É válido ressaltar que uma população também pode estar vulnerável as questões de segurança e saúde.

Alves, (2006) afirma de maneira clara que vulnerabilidade socioambiental pretende integrar as duas dimensões – social e ambiental. Zanella, (2013) define com mais detalhes quando diz que, vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como um espaço onde coexistem ambientes e populações em situação de risco, expondo os indivíduos e os grupos sociais às adversidades decorrentes de fenômenos naturais.

A fragilidade do ambiente frente as suas dinâmicas naturais é compreendida como vulnerabilidade natural. Griggio, (2008) complementa a definição dizendo que essa

categoria foca os fatores biofísicos, como geologia, solo e vegetação, para sua estimativa.

A vulnerabilidade ambiental, tema abordado neste trabalho, é a fragilidade de um ambiente natural frente às ações humanas a qual o ecossistema está sujeito. Santos explica, de maneira bem sucinta, o que seria essa outra variação da vulnerabilidade:

“Quando provocamos uma perturbação, a resposta do meio pode ser bastante diferente em função das características locais naturais e humanas, ou seja, cada fração de território tem uma condição intrínseca que, em interação com o tipo e magnitude do evento que induzimos, resulta numa grandeza de efeitos adversos. A essa condição chamamos de vulnerabilidade. Se conseguirmos observar e medir as relações entre características de um meio, eventos induzidos e efeitos adversos estaremos, na verdade, medindo a vulnerabilidade ambiental de uma área.” (SANTOS, 2007, p. 18)

Grigio (2003) diferencia a vulnerabilidade natural da ambiental dizendo que, essa última, se refere à susceptibilidade do ambiente as pressões antrópicas. Adger (2006) entende por vulnerabilidade ambiental a susceptibilidade de um sistema a degradação ambiental considerando os seguintes pontos:

- a) A exposição do sistema às pressões ambientais típicas de atividades agroindustriais, avaliada por indicadores que mostram a pressão antropogênica exercida no sistema.
- b) A sensibilidade do sistema às pressões exercidas, avaliada pelo uso de indicadores que mostram as características do meio, físico e biótico, próprias da região (tipo de solo, clima, vegetação etc.) que já ocorrem antes de qualquer perturbação e que interagem com as pressões.
- c) A capacidade de resposta do meio, avaliada pela adoção de ações de conservação ou preservação ambiental que mitigam ou reduzem os possíveis efeitos das pressões exercidas.

Isso significa dizer que a medida que a exposição a pressões aumenta, maior será a sensibilidade do ambiente e conseqüentemente menor será sua capacidade de resposta. Dessa forma teremos uma vulnerabilidade ambiental maior.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental

O mapa de vulnerabilidade ambiental foi elaborada com base na interpretação da imagem de satélite, fornecida pelo Google Earth, datada de 31 de julho de 2014. Foi realizado o levantamento bibliográfico e feito visitas a campo para embasar e atualizar informações.

O método empregado neste trabalho foi desenvolvido por Crepani *et al* (1996) para elaborar o mapa de vulnerabilidade natural com o propósito de fomentar o zoneamento ecológico econômico da Amazônia Legal. A metodologia foi embasada na análise ecodinâmica de Tricart (1977) a qual diz que onde a predominância da morfogênese, ali primará processos erosivos modificadores do relevo. Quando a pedogênese imperar, ali predominará processos formadores do relevo. Com base nisto Tricart (1977) estabeleceu 3 diferentes categorias morfodinâmicas, sendo elas:

- Meios estáveis: cobertura vegetal densa, dissecação moderada e ausência de manifestações vulcânicas.

- Meios Intergrades ou de transição: equilíbrio entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas.

- Meios Fortemente Instáveis: condições bioclimáticas agressivas com ocorrência de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas; relevo com vigorosa dissecação, solos rasos e planícies e fundos de vales sujeitos a inundações, geodinâmica interna intensa.

Os mecanismos desenvolvidos por Crepani (1996), apoiados nesses princípios, permitiram a criação de um modelo no qual buscou-se a avaliação, de forma empírica, do estágio de desenvolvimento morfodinâmico da unidade de paisagem, denominada Unidade Territorial Básica (UTB).

A metodologia consiste primeiramente na elaboração de mapas com os temas: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação e uso do solo, os quais contêm as unidades territoriais básicas. Depois de identificadas e delimitadas as UTBs, atribuiu-se valores de 1 a 3 baseados no conceito de Tricart (1977) exemplificados na Tabela 1 abaixo. O modelo é adotado individualmente a cada tema e ao fim é feita a soma de cada tema e posteriormente dividida pela quantidade de temas.

Tabela 1: Classificação Ecodinâmica dos Ambientes.

Unidade	Relação pedogênese/morfogênese	Peso
Estável	Prevalece a pedogênese	1
Intermediária	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese	2
Instável	Prevalece a morfogênese	3

Fonte: Modificado de Crepani, 1996.

### 3.2 Pedologia

Neossolos Flúvicos: são formados por sobreposição de camadas de sedimentos aluviais recentes (Embrapa, 2014) e situam-se em relevos aplainados e estando sujeitos a frequentes inundações. Com essas características de morfogênese o valor atribuído será 3.

Neossolos Quartzarênicos: apresentam textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme. Considerando-se o relevo de ocorrência, o processo erosivo não é alto, porém, deve-se precaver com a erosão devido à textura ser essencialmente arenosa (Embrapa, 2014). O peso será de 2,7.

Gleissolos: são solos minerais hidromórficos, ou seja, solos saturados por água, desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa, sendo bastante diversificados em suas características devido às circunstâncias em que são formados (Embrapa, 2014). Seu peso é 3. Nas áreas onde há dunas móveis será classificada como “sem formação de solo” de peso 3. Os valores relacionados a pedologia está simplificado na tabela 2.

Tabela 2 - Vulnerabilidade dos tipos de solos.

Pedologia	
Neossolo flúvico	3
Neossolo quartzarênico	2,7
Gleissolo	3
Sem formação de solo	3

Fonte: Modificado de Crepani.

### 3.3 Geologia

Depósitos aluviais: formados por sedimentos clásticos (cascalhos, areias e finos), depositados por um sistema fluvial sendo muito retrabalhados e mutáveis, como decorrência dos processos de transporte e erosão a que são expostos (SÁ, DINIZ, 2012). Nesse caso há pedogênese e morfogênese predominando; peso 2,5.

Formação Barreiras: composto de sedimentos detríticos siliciclásticos, de origem fluvial e marinha (ARAI, 2006), pouco consolidados, peso 1. Os depósitos inconsolidados (DI), composto pelas dunas móveis, é de peso 3 por seu grande dinamismo e alta morfogênese. A tabela 3 apresenta os valores correspondentes a vulnerabilidade das feições geológicas presentes na APA.

Tabela 3 - Vulnerabilidade das feições geológicas.

<b>Geologia</b>	
Depósitos aluviais	2,5
Formação Barreiras	1
Depósito inconsolidado do quaternário	3

Fonte: Modificado de Crepani.

### 3.4 Geomorfologia

Onde o relevo se apresenta fortemente ondulado ou escarpado e livre de vegetação, como é o caso das dunas móveis, terá peso 3. Para dunas fixas peso 2. Já planície de deflação, planície eólica e planície marinha onde predomina remoção de sedimentos pelos processos eólicos, (ZEE, 2005, p. 87) valor 3. Nos tabuleiros pré-litorâneos, os quais possuem relevo mais uniformes valor 1,5.

As planícies flúvio-lacustres são ambientes resultantes de processos de acumulação lacustre podendo estar associada a grandes sistemas fluviais (IBGE, 2009 p. 33) onde há processos de pedogênese e morfogênese. Para essa unidade peso 2,5. Nas Planícies flúvio-marinhas atribui-se peso 3, pela grade dinâmica ocorrida nesse ambiente. Para os tabuleiros pré-litorâneos por serem compostos por sedimentos mais antigos pertencentes à formação barreiras será atribuído peso 2. A tabela 4 mostra como ficaram os valores.

Tabela 4 - Vulnerabilidade das feições geomorfológicas.

<b>Geomorfologia</b>	
Dunas fixas	2
Dunas móveis	3
Planície de deflação	3
Planície eólica	3
Planície flúvio lacustre	2,5
Planície flúvio marinha	3
Planície marinha	3
Tabuleiro pré-litorâneo	1,5

Fonte: Modificado de Crepani.

### 3.5 Cobertura vegetal e uso do solo

Para áreas de cultivo o valor será 3 devido à exposição do solo à erosão e a risco de poluição/contaminação do lençol freático que está próximo a superfície. A vegetação pioneira psamófila e as áreas sem vegetação o valor também será 3 devido a ausência de cobertura vegetal densa ou exposição completa do solo a processos morfogenéticos. Onde predomina vegetação ripária o peso será de 2.5.

A vegetação de mangue é um tipo de vegetação arbóreo-arbustiva em estágio médio de conservação, mas devido a elevada dinâmica e fragilidade do ecossistema como um todo a unidade de paisagem é de peso 3. Em oposição a uma cobertura vegetal tem-se as áreas edificadas a qual terá peso 2. Para vegetação de dunas 2 e vegetação de tabuleiro, peso 1,5.

Para a obtenção do mapa de vulnerabilidade ambiental foi necessário fazer o cruzamento de informações contidas nos quatro temas, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso do solo. A elaboração e o processamento dos mapas foi realizado no *software ArcGis 9.3*. A metodologia seguida no trabalho passou por algumas adaptações a fim de se adequar as características da área de estudo. Os valores das vulnerabilidades atribuídos a esse tema estão expressos na tabela 5.

Tabela 5 - Vulnerabilidade ambiental correspondente a cobertura e uso do solo.

<b>Cobertura vegetal e uso do solo</b>	
Cultivo	3
Vegetação ripária	2,5
Edificação	2
Vegetação de mangue	3
Vegetação de dunas	2

Fonte: Modificado de Crepani

Vegetação de tabuleiro	1,5
Vegetação pioneira psamófila	3
Sem vegetação	3

Fonte: Modificado de Crepani.

A tabela 6 é a reunião de todos os temas abordados para a construção da vulnerabilidade ambiental.

Tabela 6: Índice de Vulnerabilidade segundo a unidade ambiental.

TEMAS / UTBs	PESOS
<b>Geologia</b>	
Depósito inconsolidado do quaternário	3
Depósitos aluviais	2,5
Formação barreiras	1
<b>Geomorfologia</b>	
Dunas fixas	2
Dunas móveis	3
Planície de deflação	3
Planície eólica	3
Planície flúvio lacustre	2,5
Planície flúvio marinha	3
Planície marinha	3
Tabuleiro pré-litorâneo	1,5
<b>Pedologia</b>	
Gleissolo	3
Neossolo flúvico	3
Neossolo quartizarênico	2,7
Sem formação de solo	3
<b>Cobertura vegetal e uso do solo</b>	
Cultivo	3
Vegetação ripária	2,5
Edificação	2
Vegetação de mangue	3
Vegetação de dunas	2
Vegetação de tabuleiro	1,5
Vegetação pioneira psamófila	3
Sem vegetação	3

Fonte: Modificado de Crepani.

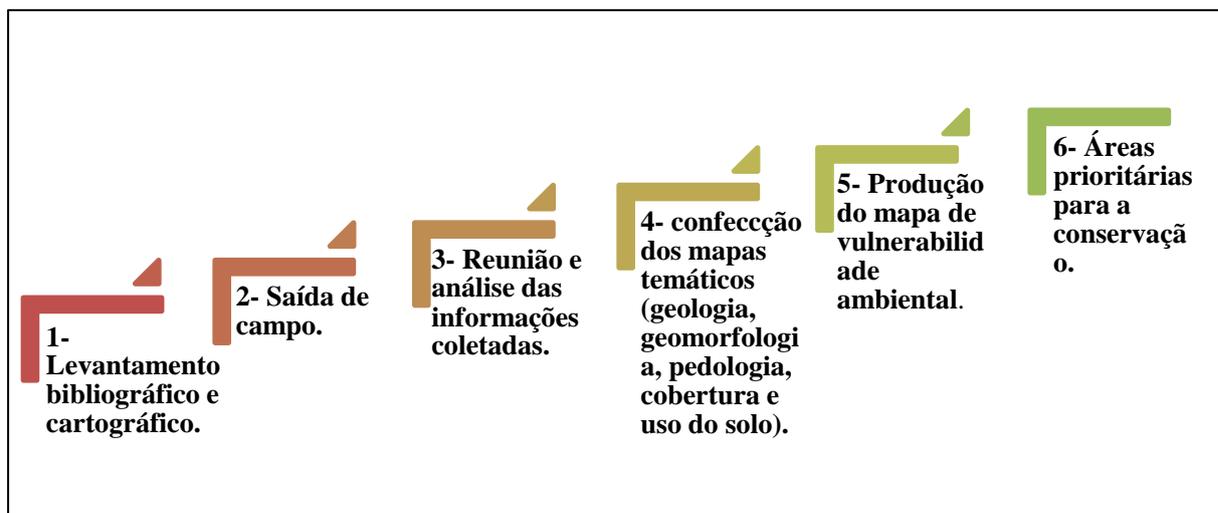
### 3.6 Procedimentos Técnicos

#### 3.6.1 Mapeamento Temático

Para a execução do mapeamento das áreas, foram realizadas as seguintes etapas:

- I. Levantamento de dados primários e secundários: As primeiras informações sobre a área foram obtidas no plano de manejo da APA, que foi cedido pela prefeitura municipal de Fortaleza, por meio do órgão SEUMA. Ademais foi realizada consulta à bibliografia existente como, dissertações, teses, livros e outros documentos relacionados.
- II. Aquisição de imagens da APA através do Google Earth: um dos diferenciais desse trabalho era a atualização das informações, principalmente, sobre o uso do solo. Devido a quantidade de detalhes exigidos, seria necessário trabalhar em cima de uma imagem atual e de boa resolução. Com essas características, somente as imagens do *Google Earth* atendiam a tais exigências. A imagem foi salva com um ponto de visão de aproximadamente de 8 km.
- III. Organização as informações da cartografia básica que foi elaborada através de um GIS, no qual continha as principais informações dos mapas: Nessa etapa foi montando um banco de informações geográficas a qual serviriam de base para a formação e elaboração dos mapas com as unidades geoambientais.
- IV. Interpretação e avaliação das imagens coletadas: com a ida ao campo foi possível fotografar diversos pontos da APA e embasar e atualizar as informações presentes tanto no plano de manejo como na bibliografia. Nessa etapa foi possível começar a vetorizar as unidades de paisagem e nomeá-las.
- V. Análise das vulnerabilidades ambientais: com base na bibliografia existente foi possível atribuir valores (pesos), a cada UTB, segundo sua vulnerabilidade.
- VI. Geração e impressão dos mapas temáticos na escala de 1:30.000: identificadas e classificadas as UTBs foi gerado o mapa final de vulnerabilidade ambiental na escala de 1:29.000. Esse tamanho foi estabelecido baseado na folha de impressão A3.
- VII. Composição e organização das informações: concluído os mapas, foi salvo uma base de dados a qual ficará disponível, caso precise, para uma futura edição, consulta ou atualização das informações. A figura 3 abaixo mostra o resumo de como se deu a metodologia e os procedimentos.

Figura 3: Resumo da Metodologia



Fonte: Os autores.

A delimitação das unidades físico-ambientais foi feita sobre uma imagem do *Google Earth* datada de 31 de julho de 2014 e todas as técnicas de geoprocessamento foram realizadas no *Software ArcGis 9.3*. Inicialmente a imagem precisou ser georreferenciada. Logo após foram criados novos *Shape files*, para cada um dos temas e posteriormente foram vetorizadas as UTBs, em forma de polígonos na escala de 1:5.000.

Para classificar as UTBs foi necessário criar uma nova coluna na tabela de atributos em *add field*, a qual foi nomeada por “Classes”. O mesmo processo se repetiu para todos os outros mapas. Posteriormente criou-se outra coluna nomeada por “Vuln”, onde nela foram atribuídos os pesos as unidades. Assim ficam definidas e classificadas as UTBs.

A vulnerabilidade ambiental foi obtida por meio da união entre os 4 mapas, realizada através da ferramenta no *ArcToolBox, Analysis Tools, Overlay, Union*. Feita a união, foram excluídas todas as outras colunas resultantes da união, com exceção da coluna nomeada por “Fid”, “Shape” e as colunas que continham o nome “VULN”. Após isso foram criadas duas novas colunas com os nomes “VULN\_TOTAL” e “ÍNDICE”. Na primeira foi calculada a média das vulnerabilidades dos temas, somando-os (geologia, geomorfologia, pedologia e cobertura e uso do solo) e em seguida dividindo pela quantidade de temas, como mostra a equação a seguir:

$$V = \frac{G + M + P + VU}{4}$$

V= Vulnerabilidade

G= Geologia

M= Geomorfologia

P= Pedologia

VU= Cobertura vegetal e uso do solo

Na coluna “ÍNDICE” foi discriminado o grau de vulnerabilidade para os valores obtidos na média aritmética, sendo eles, vulnerabilidade baixa, média, alta e muito alta. Com o grau de vulnerabilidade definido dentro dos intervalos, foi possível plotar o mapa de vulnerabilidade ambiental da APA da Sabiaguaba, o qual indica as áreas prioritárias para a conservação, preservação e manejo.

Os valores resultantes da média foram: 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 2,9 e 3. Baseado nas características da área de morfogênese e pedogênese foram conferidos aos resultados a seguinte interpretação:

1,6 – 1,8: Vulnerabilidade baixa.

1,9 – 2,2: Vulnerabilidade média.

2,3 – 2,6: Vulnerabilidade alta.

2,7 – 3,0: Vulnerabilidade muito alta.

## 4. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Climatologia

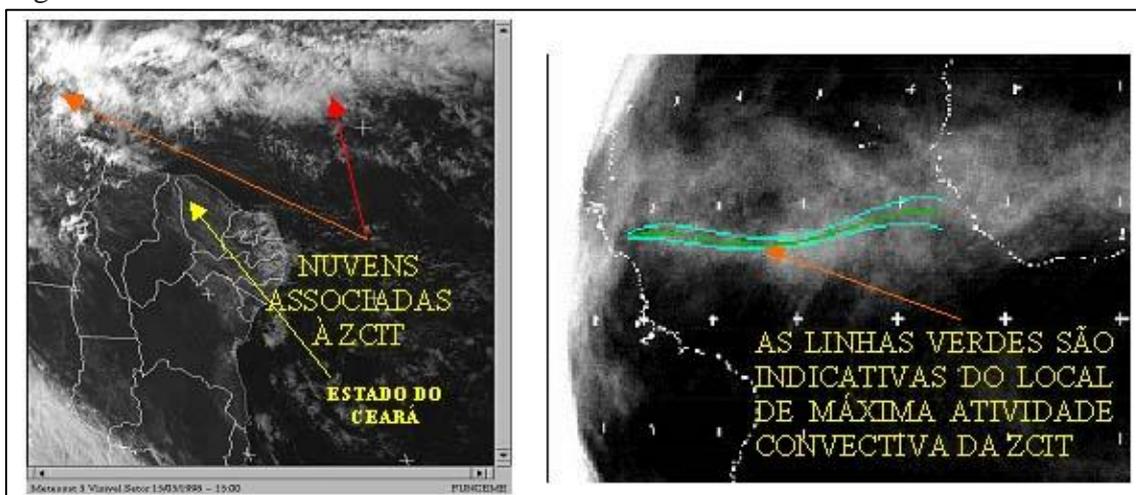
A zona costeira do Ceará exibe com destaque suas variações sazonais em seus fatores climáticos, caracterizados principalmente pelos regimes de chuvas e os ventos alísios de leste que determinam duas “estações” (ZCC, 2003). Com essas descrições é fácil compreender que a região onde está inserida a APA da Sabiaguaba pertence a um domínio do clima tropical subúmido.

No primeiro semestre do ano, mais precisamente de fevereiro a março, temos segundo Campos e Studart (2003) 90% das precipitações anuais e conseqüentemente, um grande excedente hídrico, seguido de uma fraca intensidade de ventos e insolação reduzida devido a maior presença de nuvens.

Vários são os fatores responsáveis pelas características climáticas da região, que de modo geral, são os mesmo que atuam em todo o Nordeste brasileiro. Destacando-se os seguintes sistemas atmosféricos: Zona de Convergência Intertropical – ZCTI, os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior – VCAS, Linhas de Instabilidade – LI, as Frentes Frias e os Distúrbios Atmosféricos de Leste ou Ondas de Leste (CAMPOS, 2003).

Desenvolvendo cada um dos sistemas acima, de forma simplificada temos o ZCTI (Figura 4) como responsável pelo estabelecimento da quadra chuvosa, atuando de forma mais expressiva a partir do início de verão. Os VCAS atuam principalmente na pré-estação chuvosa e se estendem até março, com maior intensidade nos meses de janeiro e fevereiro (GAN, KOUSKY, 1982).

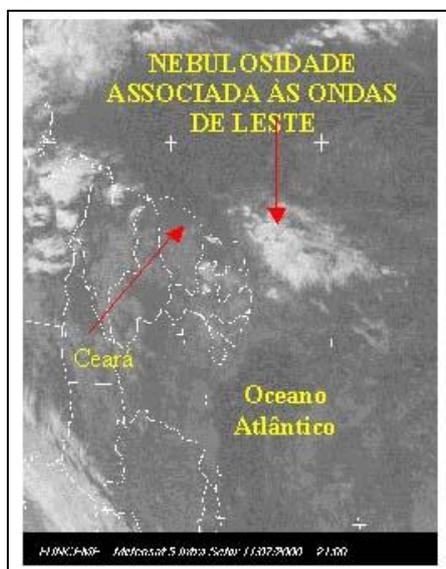
Figura 4: ZCIT no Nordeste.



Fonte: FUNCEME.

As LI podem vir associadas às brisas marítimas e terrestres que circulam localmente em função de um gradiente horizontal de pressão (CAMPOS, STUDART, 2003). As Frentes Frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa) (FUNCEME, 2014). As Ondas de Leste (Figura 5) se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil (FUNCEME, 2014). Atuam com maior intensidade nos meses de junho e julho.

Figura 5: Ondas de leste próximo ao Ceará.



Fonte: FUNCEME.

Pode-se complementar a caracterização climática da APA com as principais grandezas do clima da zona costeira sendo elas: temperatura, umidade relativa, insolação, direção dos ventos evaporação e evapotranspiração potencial (CAMPOS e STUDART, 2003).

Os dados para a análise das características climáticas foram obtidos a partir do Posto Meteorológico do Campus do PICI, já que não há posto de coleta na área de estudo. De acordo com os valores da precipitação, conforme série histórica do Campus do PICI (1983-2013), a média é de 1.604,9 mm, embora exista uma variabilidade acentuada de um ano para outro.

Com relação à distribuição sazonal da chuva no decorrer do ano, o trimestre de maiores totais pluviométricos corresponde aos meses de março-abril-maio, onde se concentra 58% das chuvas ocorridas (Tabela 7), período de maior

influência da ZCIT. A quadra chuvosa concentra em torno de 69% da chuva. No o período seco (6 meses), quando os totais pluviométricos tornam-se efetivamente baixos, tem-se a atuação da Massa Equatorial Atlântica, que tem seu centro de ação no Anticiclone do Atlântico Sul, com altas pressões barométricas e responsável pela estabilidade para o tempo.

Tabela 7: Parâmetros climáticos para Fortaleza (1983 - 2013)

<b>MESES</b>	<b>PRECIPITAÇÃO (mm)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>
<b>Jan</b>	139,4	27,4
<b>Fev</b>	195,2	27,3
<b>Mar</b>	333,8	27,3
<b>Abr</b>	376,9	27,0
<b>Mai</b>	209,1	26,8
<b>Jun</b>	168,7	26,9
<b>Jul</b>	79,9	26,3
<b>Ago</b>	25,5	26,6
<b>Set</b>	18,7	26,9
<b>Out</b>	10,4	27,4
<b>Nov</b>	10,6	27,6
<b>Dez</b>	36,5	27,8
<b>Total média anual</b>	1604,9	27,0

Fonte: Posto Meteorológico do campus do PICI.

Com relação à temperatura, a mesma apresenta-se praticamente estável ao longo do ano, característica típica das regiões tropicais, sendo que as amplitudes mensais variam pouco. A média da série histórica é de 27 °C.

## 4.2 Geologia

A área de estudo apresenta 3 diferentes unidades geológicas que são descritas a seguir.

### a) Grupo Barreiras

Essa geofácies que compõe a APA abrange 33% de seu território, estando sua maior porção entre os depósitos aluviais e os depósitos inconsolidados e o restante a sudoeste da UC. Esse sistema deposicional é variado e inclui desde leques aluviais coalescentes até planícies de marés, tendo em suas fácies sedimentares variações que dependem de condições como fonte dos sedimentos, mecanismos de mobilização e condições de deposição (ZCC, 2003, p. 35). São sedimentos areno-siltico-argilosos pouco consolidada de coloração variada, formando morros, morrotes e pequenos tabuleiros com encostas (ARAUJO, 2011).

A gênese do Barreiras está associada a diferentes ciclos de erosão e deposição, por conseguinte, a sucessivas superfícies de aplainamentos originadas por pulsos tectônicos e climáticos (EMBRAPA, 2011).

Sem dúvida esse tipo de formação é um dos mais importantes testemunhos de que, eventos geológicos originaram o continente sul-americano e produziram depósitos sedimentares e feições geomorfológicas semelhantes no continente africano (TRICART et al., 1968; SUGUIU et al., 1999; SAADI et al., 2005).

### b) Depósitos Aluviais

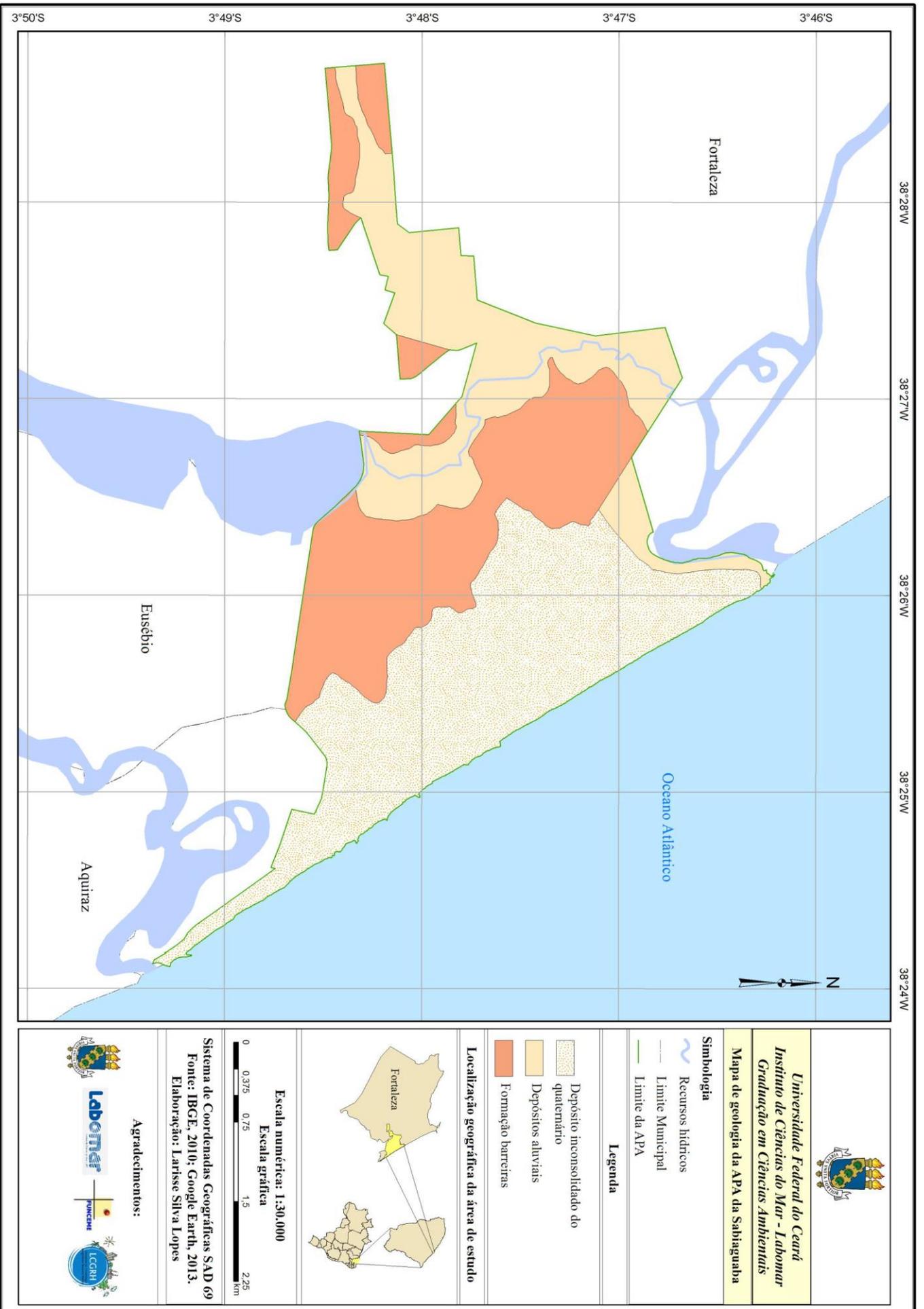
Os depósitos aluvionares, como também são conhecidos, são responsáveis pelas reservas de água subterrâneas presentes nos vales da rede de drenagem. Na área de estudo tem-se 27% do seu território composto por essa feição geológica, que com o passar dos anos vem sofrendo degradação devido à expansão urbana.

Esses depósitos são formados por sedimentos clásticos (cascalhos, areias e finos), depositados por um sistema fluvial no leito e nas margens das drenagens, incluindo as planícies de inundação (SÁ et al., 2012). O autor ainda afirma que essas geofácies são muito retrabalhadas e mutáveis em decorrência dos processos de transporte e erosão fluvial ao qual estão expostos.

c) Depósitos Inconsolidados do Quaternário

Essa unidade é formada por areias quartzosas inconsolidadas e bem selecionadas, de zona de praia e de dunas, que se estende por toda a faixa litorânea da APA, ocupando um total de 40% da UC. São responsáveis pela reposição de água nos aquíferos. As feições geológicas estão detalhadas no mapa de geologia.

Figura 6: Mapa de Geologia



### 4.3 Geomorfologia

A morfologia da área de estudo é formada pelas unidades abaixo, todas inseridas na zona costeira. São elas:

a) Dunas Fixas - Df

Essa unidade geomorfológica pode ser encontrada desde o sul do Brasil até o estado do Amazonas, sendo no litoral nordestino onde apresenta as maiores exposições. Presente em somente 6% da planície litorânea da APA, as Df são compostas por areias quartzosas e estão na área de transição entre os tabuleiros litorâneos e a zona de pós praia.

Apresentam maior estabilidade do que as dunas móveis por terem um tipo de vegetação que as fixam ao solo e pela ação biológica e que conseqüentemente diminui a dinâmica geomorfológica (MEIRELES, SILVA, DANTAS, *et al.* 2010, p. 37).

b) Dunas Móveis

O campo de dunas móveis está disposto em 11% da área da APA possui a mesma composição das dunas fixas, ou seja, areias quartzosas e antecedem as dunas fixas. Originadas a partir da ação dos ventos que transportam areia da linha de praia para o interior do continente. São as grandes responsáveis pela absorção das águas das chuvas por possuírem um solo extremamente poroso, que facilita a percolação e recarga dos aquíferos.

Apesar da proximidade com o ambiente estuarino e canais de maré a pressão hidrostática do aquífero dunar gera um fluxo potencial que dificulta a penetração da cunha salina, evitando a contaminação e salinização da água doce que é armazenada (MMA, 2003). O campo de dunas da Sabiaguaba ainda se encontra em processo de recuperação ambiental, visto que foram cessadas, a pouco tempo, as atividades de mineração e o trânsito de veículos reduziu se comparado com o fluxo antes da criação da APA.

c) Planície de Deflação

Está localizada entre a linha de preamar máxima e o sopé das dunas e atua como zona de recarga do lençol freático ((MEIRELES, SILVA, DANTAS, *et al.* 2010, p. 51). Por ser integrada ao campo de dunas essa planície possui legislação que concerne sua proteção. Nestas superfícies predomina a remoção de sedimentos pelos processos

eólicos, com formação de feições residuais (LEI ESTADUAL nº 13.796, CEARÁ 2006).

d) Planície Eólica

Área normalmente plana e localizada entre as dunas (Figura 7) podendo ser coberta pela vegetação pioneira herbácea, como é o caso da planície encontrada na APA. Ficam geralmente alagadas devido à elevação do lençol freático (IBGE, 2009).

A extensão das interdunas varia em função do suprimento sedimentar e da presença de água no sistema (lençol freático). Ocorre nas regiões litorâneas ou mesmo interiores entre os campos de dunas (IBGE, 2009).

Figura 7: Planície eólica entre dunas, indicada pela circunferência, na APA.



Fonte: Os autores.

e) Planície Marinha

Área plana resultante de acumulação marinha, podendo comportar praias, canais de maré, cristas de praia, restingas, ilhas barreira, ocorrendo particularmente nas baixadas litorâneas sob a influência dos processos de agradação marinhos (IBGE, 2009). Na APA ela se apresenta somente em 1% da área total e é ocupada basicamente por barracas de praia.

f) Tabuleiro Pré-litorâneo

São superfícies de erosão planas instaladas sobre os sedimentos da Formação Barreiras, que ocorrem distribuídos em uma faixa paralela a linha de costa e penetra para o interior por quilômetros (LEI ESTADUAL nº 13.796, CEARÁ 2006). Na APA

essas superfícies se desenvolveram em uma área correspondente a 33% da área total da UC.

A largura média desses terrenos é em torno de 25 a 30 km, contactando-se, em direção ao interior, com rochas do embasamento cristalino. Sob os tabuleiros, na APA, temos as edificações, as dunas e um remanescente da vegetação de tabuleiro. É uma unidade mais estável quando comparado à planície marinha, flúvio-marinha e de deflação, uma vez que possuem terrenos mais firmes e com topografia plana (ZCC, 2003, p 36).

#### g) Planície Flúvio-marinha

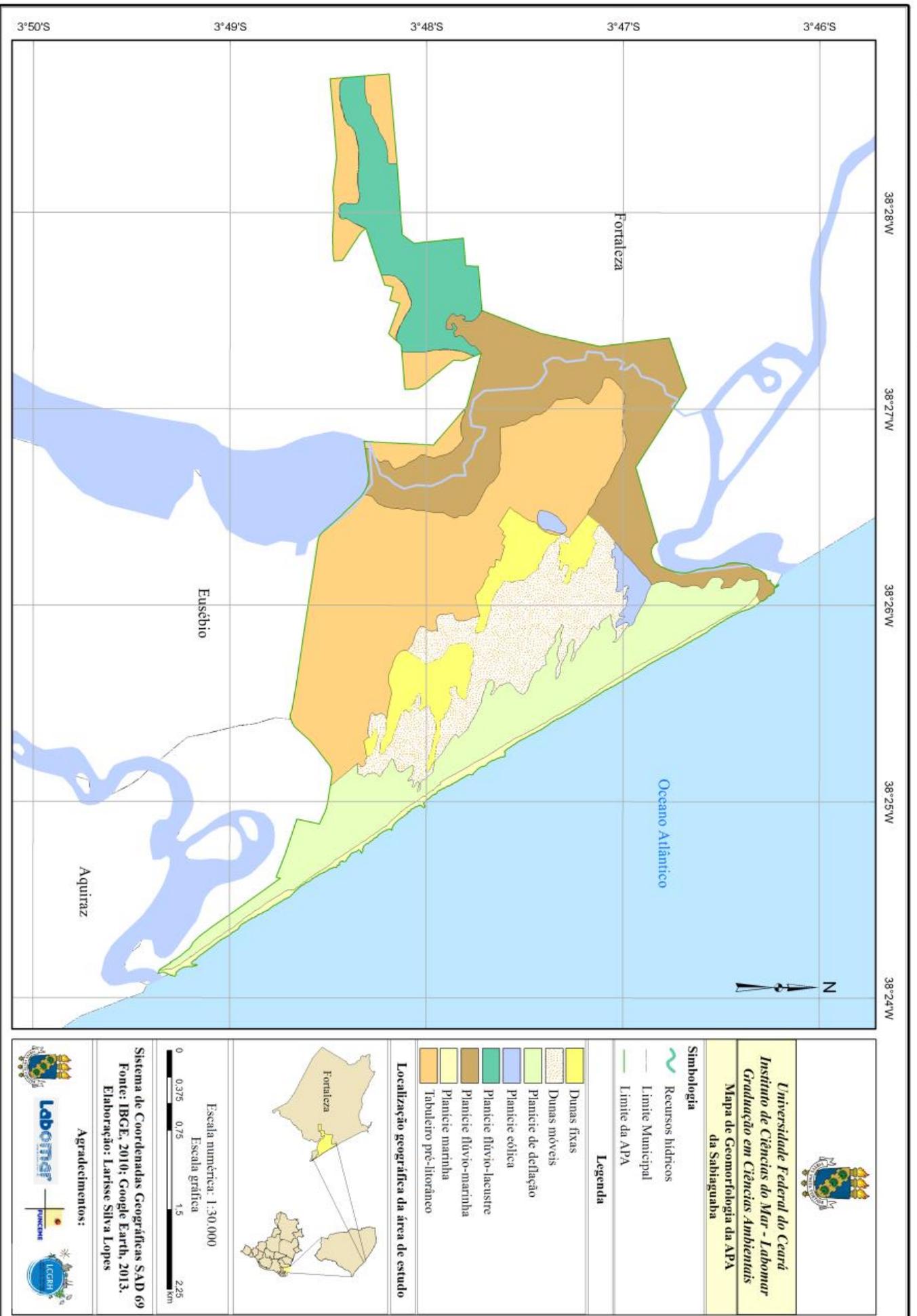
Ambiente fluvial o qual sofre influencia direta das oscilações de maré e dos processos continentais. Ocupa na APA uma porção de 19% e é formada pela deposição de sedimentos argilosos, ricos em matéria orgânica em suas áreas de inundação e vegetação de mangue (PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO, CEARÁ, 2013). Nela está presente a vegetação de mangue a qual atua como um filtro entre continente e o oceano, mitigando os efeitos de inundação e abrigando espécies marinhas para reprodução.

Na APA essa feição geomorfológica se apresenta sob o rio Cocó e riacho Coaçú, ambos que sendo modificados, não só pela dinâmica natural, mas também pela ação do homem.

#### h) Planície Flúvio-lacustre

Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre, sujeitos a inundações periódicas caso sejam feitos barramentos, formando lagos (IBGE, 2009). Na APA essa planície é composta pela lagoa da Sapiranga e a lagoa da Gerebaba. As delimitações geomorfológicas estão no mapa de geomorfologia.

Figura 8: Mapa de Geomorfologia



Universidade Federal do Ceará  
 Instituto de Ciências do Mar - Laboratório  
 Graduação em Ciências Ambientais  
 Mapa de Geomorfologia da APA  
 da Sabiaguaba

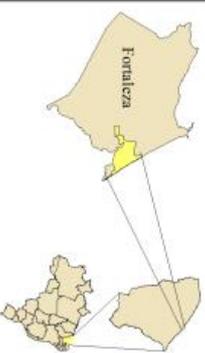
**Simbologia**

- Recursos hídricos
- Limite Municipal
- Limite da APA

**Legenda**

- Dunas fixas
- Dunas móveis
- Planície de decação
- Planície eólica
- Planície flúvio-lacustre
- Planície flúvio-marinha
- Planície marinha
- Tabuleiro pré-litorâneo

**Localização geográfica da área de estudo**



Escala numérica: 1:30.000

Escala gráfica



Sistema de Coordenadas Geográficas SAD 69  
 Fonte: IBGE, 2010; Google Earth, 2013.  
 Elaboração: Larisse Silva Lopes

**Agradecimentos:**



#### 4.4 Pedologia

O levantamento e a plotagem do mapa de solos da APA foi feito segundo informações presente no Plano de Manejo do PNMDs. De acordo com o documento a UC apresenta as seguintes classificações pedológicas:

a) Gleissolos

Solo considerado muito mal drenado por possuir um horizonte “glei” (apresenta horizontes A ou H, seguido de um horizonte de cor cinzento-olivácea, esverdeado ou azulado), formados por processo de gleização sendo sua consolidação recente (EMBRAPA; VITAL, 2014). Sua fertilidade natural varia entre média e alta permitindo mecanização agrícola se drenado (VITAL, 2014).

Podem ser eutróficos, distróficos, com argilas de atividade alta ou baixa e de acidez moderada a forte. De um modo geral, apresentam sequência de horizontes A ou Ag, Cg; A, Big, Cg; A, Btg, Cg; H (menor que 40 cm) (EMBRAPA, 2014).

b) Neossolos Flúvicos

São solos minerais não hidromórficos, oriundos de sedimentos recentes referidos ao período Quaternário, formados por sobreposição de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre elas, devido ao seu baixo desenvolvimento pedogenético (*Op. cit.*, 2014)<sup>1</sup>.

Em zonas úmidas costeiras podem ser usados na cultura de cana-de-açúcar, fruteiras e algumas culturas de ciclo menor, já na construção civil utilizam a areia desse solo na indústria de cerâmica (*Op. Cit.*, 2014).

Podem ter alto, médio ou mesmo baixo potencial agrícola, o que vai depender dos fatores restritivos que os mesmos podem apresentar como riscos de inundação, baixa fertilidade natural e excesso de umidade (*Op. Cit.*, 2014).

c) Neossolos Quartizarênicos

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), esses solos são considerados solos pouco evoluídos e com ausência de horizonte

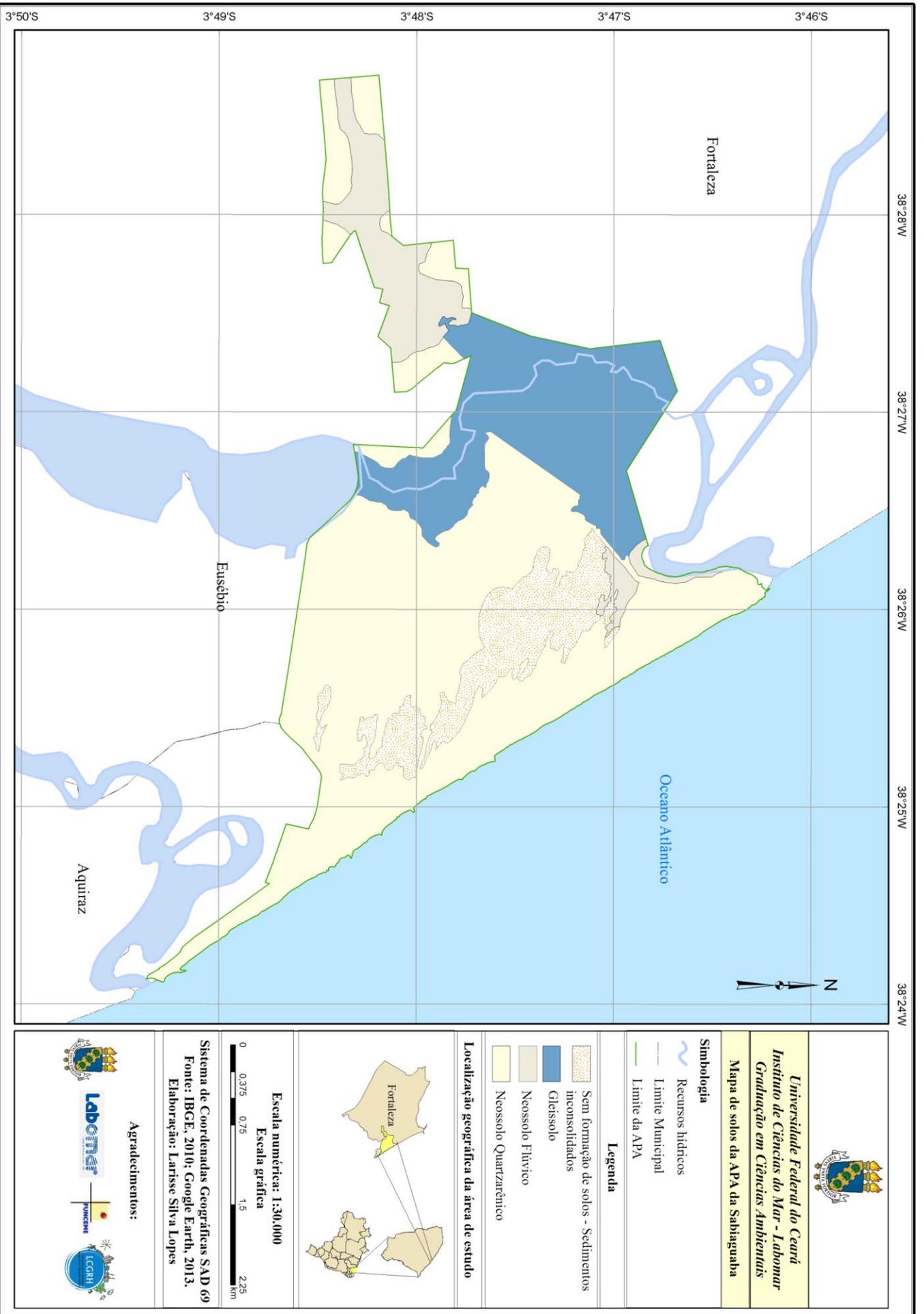
---

\*<sup>1</sup> EMBRAPA, *op.cit.*,2014

“B”. Eles ocupam 14,57% do território brasileiro (IBGE, 2001) e uma porção de 22% da área da APA.

São solos que apresentam com diversas limitações ao uso agrícola devido a textura excessivamente arenosa, baixa fertilidade natural, toxidez por alumínio, baixa capacidade de retenção de água e elevada erodibilidade (COELHO, et al., 2002). Podem ainda apresentar baixos teores de matéria orgânica (PRADO, 2008). As características de pedologia estão detalhadas no mapa de solos.

Figura 9: Mapa de Pedologia



**Universidade Federal do Ceará**  
**Instituto de Ciências do Mar - Labomar**  
**Graduação em Ciências Ambientais**

**Mapa de solos da APA da Sabaguaba**

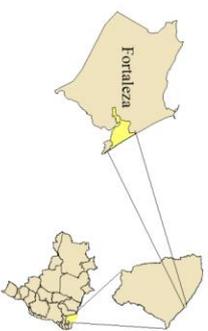
**Simbologia**

- Recursos hídricos
- Limite Municipal
- Limite da APA

**Legenda**

- Sem formação de solos - Sedimentos inconsolidados
- Gleissolo
- Neossolo Flúvico
- Neossolo Quartzarênico

**Localização geográfica da área de estudo**



**Escala numérica: 1:30.000**

**Escala gráfica**



**Sistema de Coordenadas Geográficas SAD 69**  
**Fonte: IBGE, 2010; Google Earth, 2013.**  
**Elaboração: Larisse Silva Lopes**

**Agradecimentos:**



#### 4.5 Cobertura Vegetal e Uso do Solo.

##### a) Vegetação de Tabuleiro

Dentre as características da APA, destaca-se inicialmente como um dos principais fatores para o equilíbrio do ecossistema, a vegetação. Na APA, tem-se 5,37km<sup>2</sup>, de área sem vegetação, o que corresponde a 37% do total da área. Se comparado ao restante de Fortaleza, esse valor é bem apreciável. Mas sabe-se que a UC está localizada em um ambiente com elevado dinamismo e, a ausência de vegetação em alguns locais como margem de rios, pode levar a inundações mais rápidas nos períodos de chuva intensa e isso trará ao governo e a comunidade inúmeros problemas sociais.

Outro problema decorrente da ausência de cobertura vegetal é a exposição direta a fatores físicos atuantes e as ações antrópicas. O tipo de vegetação varia de acordo com o espaço, uma vez que tem-se unidades físico-ambientais diversificadas, como por exemplo, o tabuleiro pré-litorâneo e dunas móveis.

A vegetação de tabuleiro presente na área corresponde a um complexo florístico que inclui espécies de caatinga, de cerrados e de mata atlântica, sendo ela a maior formação vegetal da zona costeira do Ceará (ZCC, 2003, p. 44). Essa vegetação (Figura 10) pode apresentar comportamentos diferenciados em resposta as condições de clima e solo, sendo ela do tipo semiperenifólio, onde suas folhas permanecem verdes ou caducifólio, nas quais suas folhas caem.

Figura 10: Vegetação de tabuleiro na APA.



Fonte: Os autores.

## b) Vegetação de Mangue

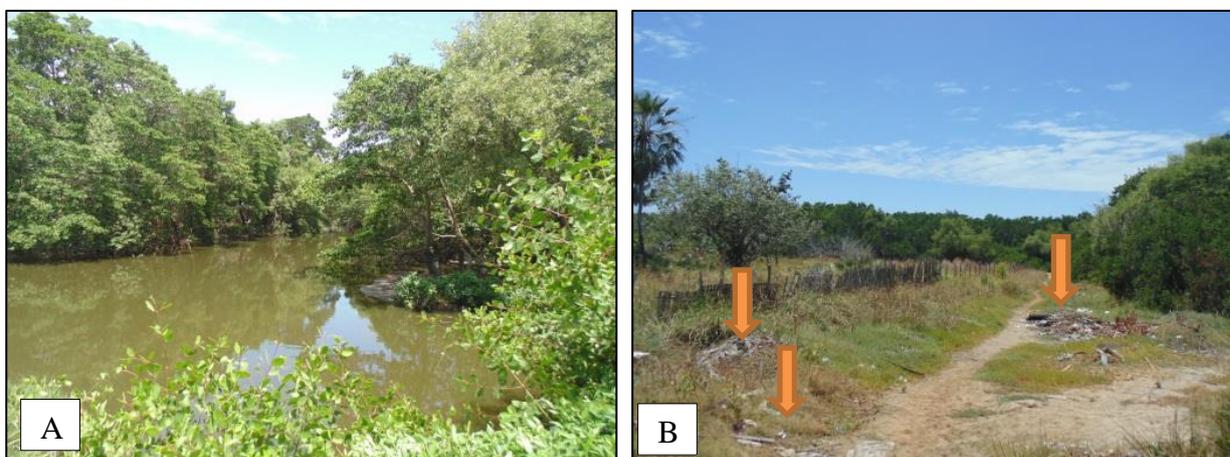
A vegetação de mangue é outra fisionomia vegetal encontrada na área. Ela ocupa uma porção correspondente a 0,6% da APA e está localizada nas margens dos rios que sofrem influência direta da variação de maré. Atualmente ainda é possível encontrar pescadores no rio, mas são poucos os que residem na APA. A pesca na região tornou-se uma atividade de lazer que atrai muitos praticantes do esporte. Na APA não há incentivo a pesca comunitária devido ao conhecimento sobre a poluição do rio.

Pode-se dizer que a vegetação de mangue encontra-se preservada (Figura 11-A), porém em alguns pontos é possível encontrar lixo em suas bordas (Figura 11-B). Isso mostra a necessidade de uma educação ambiental com a comunidade do entorno fazendo-as conhecer o quão importante é o ecossistema para eles. Outro motivo é a ocupação irregular das residências. Tem-se casas luxuosas construídas dentro da área de mangue e barracas de praia na foz do rio, o que pelo código florestal deve ser respeitado uma distância mínima varia de acordo com a largura do rio.

Os manguezais, como ecossistema, é a mais frágil e mais complexa unidade ambiental encontrada na Sabiaguaba. E é pela riqueza de fatores físicos, químicos e biológicos que esse ecossistema é classificado como uma Área de Preservação Permanente (APP) amparado pela Resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002, que o identifica como:

“Ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina.”

Figura 11: Vegetação de mangue nas laterais (A); Entulhos de construção ao lado do mangue (B). Fonte: Os autores.



Fonte: Os autores.

### c) Vegetação de Dunas

A vegetação presente nas dunas cobre 11% da porção da APA. Segundo Fernandes (1998) esse tipo de cobertura vegetal recobre uma área que se inicia nas antedunas e se estende até o limite com os tabuleiros. O autor ainda afirma que as espécies e o porte da vegetação dependem principalmente do relevo, da exposição ao vento e da umidade, todavia são classificadas como perenifólias por não apresentarem queda das suas folhas.

Essa fisionomia pode apresentar variação quanto ao porte, o que vai depender do grau de exposição a radiação e intensidade e direção dos ventos. Nos fragmentos a barlavento, ou seja, na região anterior as dunas normalmente predomina uma vegetação arbustiva ou herbácea. Para a área de estudo a vegetação pioneira psamófila representa o tipo herbácea. Já na porção sotavento, ou seja, na parte posterior ao declive as condições permitem o desenvolvimento de um porte arbóreo (ZCC, 2003, p. 42).

Na APA tem-se duas variações desse tipo de vegetação, porém no momento ela passa por um estágio de recuperação uma vez que as dunas fixas (Figura 12) sofriam com o tráfego de carros e com a extração de areia para mineração (BATISTA, 2010, p.75).

Figura 12: Dunas fixas da APA da Sabiaguaba.



Fonte: Os autores.

Um fator que impede a recuperação das dunas fixas é a localização dos cultivos (Figura 13). Eles ocupam o sopé das dunas e não há no local nenhuma barreira ou informação que limite o uso e impeça o avanço da agricultura. Vale salientar que a maior parte as dunas fixas e móveis estão na área de proteção integral, ou seja, dentro dos limites do polígono referente ao PMNDS.

Figura 13: Agricultura indicada pela seta amarela e dunas fixas indicadas pela seta branca.



Fonte: Os autores.

#### d) Vegetação Pioneira Psamófila

Essa vegetação (Figura 14) é outra variação vegetal da APA, desenvolvida nos setores de alta praia e terraços marinhos, com um extrato mais herbáceo. Trata-se de uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico (mais condicionada pelas condições do solo do que pelo clima) que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de sedimentos marinhos (IBGE, 2012).

São adaptadas as condições impostas pelo ambiente como vento, salinidade e solos pobres em nutrientes, sendo ela a primeira a auxiliar no processo de fixação das dunas (SILVA, SILVA, 2012).

Figura 14: Vegetação Pioneira Psamófila nos terraços marinhos da APA.



Fonte: Google Stret View, 2014.

As espécies vegetais mais comuns são: salsa (*Ipomea pés-caprae*), pinheirinho-da-praia (*Remirea marítima*), gurugutão (*Borreria capitata*), bredo da praia (*Sesuvium portulacastrum*) (SILVA e SILVA, 2012).

#### e) Cultivos

Foram mapeados os cultivos de mais fácil acesso e que era possível vetorizar na escala de trabalho. Nessas áreas o que mais se cultivava era salsa, cebolinha, alface e espinafre (Figura 15-A). Além desses foram encontrados um cultivo de caju (*Anacardium occidentale*) e um de coqueiros (*Cocos nucifera*) (Figura 15-B) em uma área bem próxima as dunas móveis. O lado positivo do cultivo de cajueiros e coqueiros é a contenção de sedimento para não avançarem sobre a estrada que leva a ponte a qual faz ligação entre o bairro de Sabiaguaba e Praia do Futuro, e o impedimento de novas construções.

Figura 15: Cultivo de hortaliças na APA (A) e cajueiros, indicado pelas setas, e coqueiros (B).



Fonte: Os autores.

A vegetação ripária ou mata ciliar é a responsável por ocupar as margens de rios e lagoas presentes na APA. Elas se constituem em comunidades vegetais perenifólias que, em função da umidade resultante da proximidade dos corpos d'água, usufruem de um microclima que favorece o solo e as demais interações entre a comunidade vegetal e o ambiente (ZCC, 2003 p. 44).

Infelizmente não foi possível encontrar esses ecossistemas bem preservados, pois recebiam em seu curso lixo (Figura 16-A) e esgoto e ainda tiveram sua mata ciliar

degradada (Figura 16-B), decorrente da ocupação residencial indevida. A mata ciliar possui dentre outras funções um importante papel no trabalho estrutural para as nascentes, além de protegerem as margens dos rios de erosão e assoreamento advindos das chuvas.

Figura 16: Margem de um dos braços do rio Cocó com lixo (A) e Vegetação ciliar degradada com entulhos de construção (B).



Fonte: Os autores.

#### f) Edificações

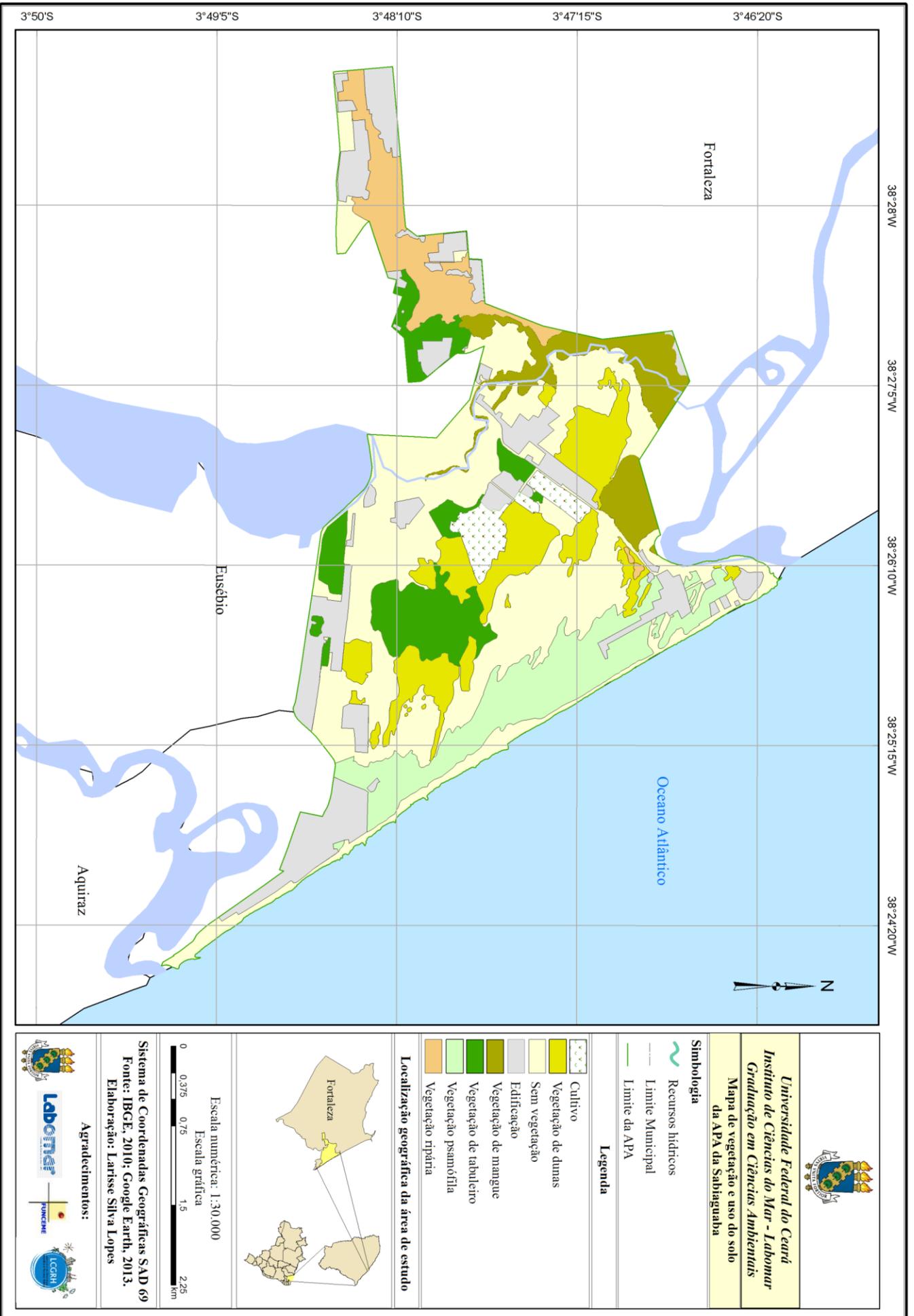
Com a caracterização da vegetação e do uso do solo na APA foi possível constatar que somente 15% da UC tem edificação. O fato torna-se positivo pelo fato de ainda ser pouco ocupado com relação ao restante da cidade e negativo porque essas poucas áreas construídas estão nos espaços menos indicados, como nas margens dos rios e na faixa de praia. As residências da APA vão desde as mais luxuosas até as casas mais simples.

O maior percentual de domicílios improvisados, cerca de 1,76 - 4,62%, está na área próximo ao Parque das Dunas em virtude da maioria da população apresentar renda média baixa (MEIRELES, SILVA, DANTAS, *et al.* 2010, p. 105). Os domicílios com rede pública de esgoto em Fortaleza só chegam a 37% do total e na Sabiaguaba somente 17% das casas possui rede coletora de esgoto e com coleta de lixo somente 55% das habitações são atendidas (*Op.cit.*, p. 109)\*. As informações expostas aqui estão plotadas no mapa de uso e ocupação do solo.

---

\* MEIRELES, SILVA, DANTAS, *et al.* 2010, *op. cit.*

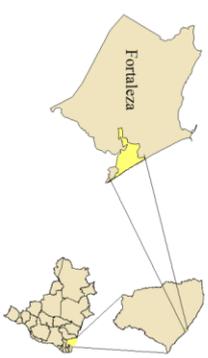
Figura 17: Mapa de Uso e Ocupação.



**Universidade Federal do Ceará**  
**Instituto de Ciências do Mar - Labomar**  
**Graduação em Ciências Ambientais**  
**Mapa de vegetação e uso do solo**  
**da APA da Sabaguaba**

**Simbologia**  
 Recursos hídricos  
 Limite Municipal  
 Limite da APA

**Legenda**  
 Cultivo  
 Vegetação de dunas  
 Sem vegetação  
 Edificação  
 Vegetação de mangue  
 Vegetação de tabuleiro  
 Vegetação psamófila  
 Vegetação ripária



Escala numérica: 1:30.000  
 Escala gráfica  
 0 0,375 0,75 1,5 2,25 km

Sistema de Coordenadas Geográficas SAD 69  
 Fonte: IBGE, 2010; Google Earth, 2013.  
 Elaboração: Larisse Silva Lopes

Agradecimentos:



## 5. A VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA APA DA SABIAGUABA

O mapa de vulnerabilidade ambiental da APA foi resultante do cruzamento das informações presentes nos temas de geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação e uso do solo. Dessa forma foi possível identificar as zonas de maior potencial e as zonas com as maiores limitações.

As potencialidades de uma área, segundo Lehueur e Mariano (2007), são na verdade, as riquezas presentes em um espaço geográfico sejam nos recursos hídricos, na vegetação, na geomorfologia ou clima. Já as limitações os mesmos autores, define como restrições e fragilidades das unidades e subunidades quanto a capacidade de suporte (uso e ocupação do solo), susceptibilidade à erosão e estado de conservação.

Os níveis de vulnerabilidade ambiental foram classificados e divididos com base na análise ecodinâmica de Tricart (1997), sendo possível obter 4 classes de vulnerabilidade, sendo elas a baixa, média, alta e muito alta.

Foi feita uma síntese dos valores da vulnerabilidade ambiental por porcentagem de área (Tabela 8) a fim de simplificar a exposição e compreensão dos resultados aqui expostos.

Tabela 8 - Vulnerabilidade Ambiental em porcentagem de área.

CLASSE	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	% TOTAL DA ÁREA
Baixa	2,46	17
Média	2,28	16
Alta	3,64	25
Muito Alta	5,93	42
<b>Total</b>	<b>14,31</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores.

Com vulnerabilidade baixa obteve-se um 17% da área total da APA. As regiões que tiveram essa classificação estão sobre os tabuleiros pré-litorâneos os quais predominam processos pedogenéticos que somados a vegetação de tabuleiro favorece a estabilidade do ambiente. Outro ponto de vulnerabilidade baixa foi nas áreas edificadas a sudoeste da APA. Um fator que favoreceu essa classificação foi o fato dessas áreas

não estarem na planície marinha. O mapa vulnerabilidade ambiental da APA está plotado na página 58.

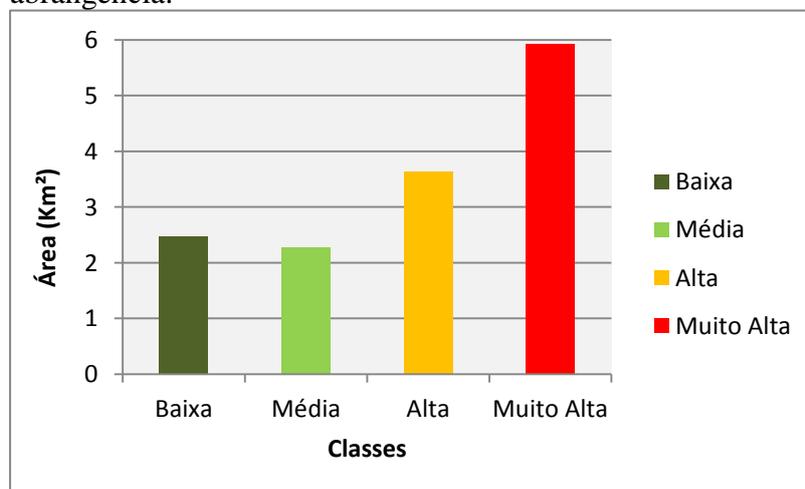
Para a vulnerabilidade média tivemos uma área correspondente a 16% do total da UC. As características responsáveis por essa classificação foi a ausência de vegetação arbustiva fazendo com que houvesse uma exposição maior do solo dos tabuleiros pré-litorâneo as ações de chuva, insolação, vento e a própria atividade humana.

Nas áreas próximas a planície flúvio-lacustre teve-se também vulnerabilidade média em razão dos processos pedogenéticos e morfogenéticos que ali atuam. A pouca vegetação ciliar preservada, ou ausência em alguns pontos, potencializa os impactos que essas áreas venham a sofrer, seja pela ação natural ou antrópica.

Os setores onde tivemos os índices de vulnerabilidade alta correspondem às planícies flúvio-marinhas e flúvio-lacustres as quais processos morfogenéticos atuam fortemente devido ao tipo de solo ao qual se encontra e pela influência marinha que esses ambientes recebem. Outro motivo que levou a essa classe a ocupar 25% da APA foi o fato de existir ocupações indevidas nas áreas ambientalmente mais vulneráveis, como as áreas de mangue e a planície de deflação.

A vulnerabilidade muito alta foi observada na formação geológica dos depósitos aluviais os quais são bastante mutáveis em decorrências de processos morfogenéticos. Os depósitos inconsolidados do quaternário foi outra geofácies, de elevada instabilidade, que levou sua área de abrangência a ser classificada como muito alta em consequência da dinâmica eólica bastante ativa. Ao todo esse índice foi o que mais se destacou ocupando uma área correspondente a 42% da APA.

Gráfico 2: Classes da vulnerabilidade ambiental por área de abrangência.

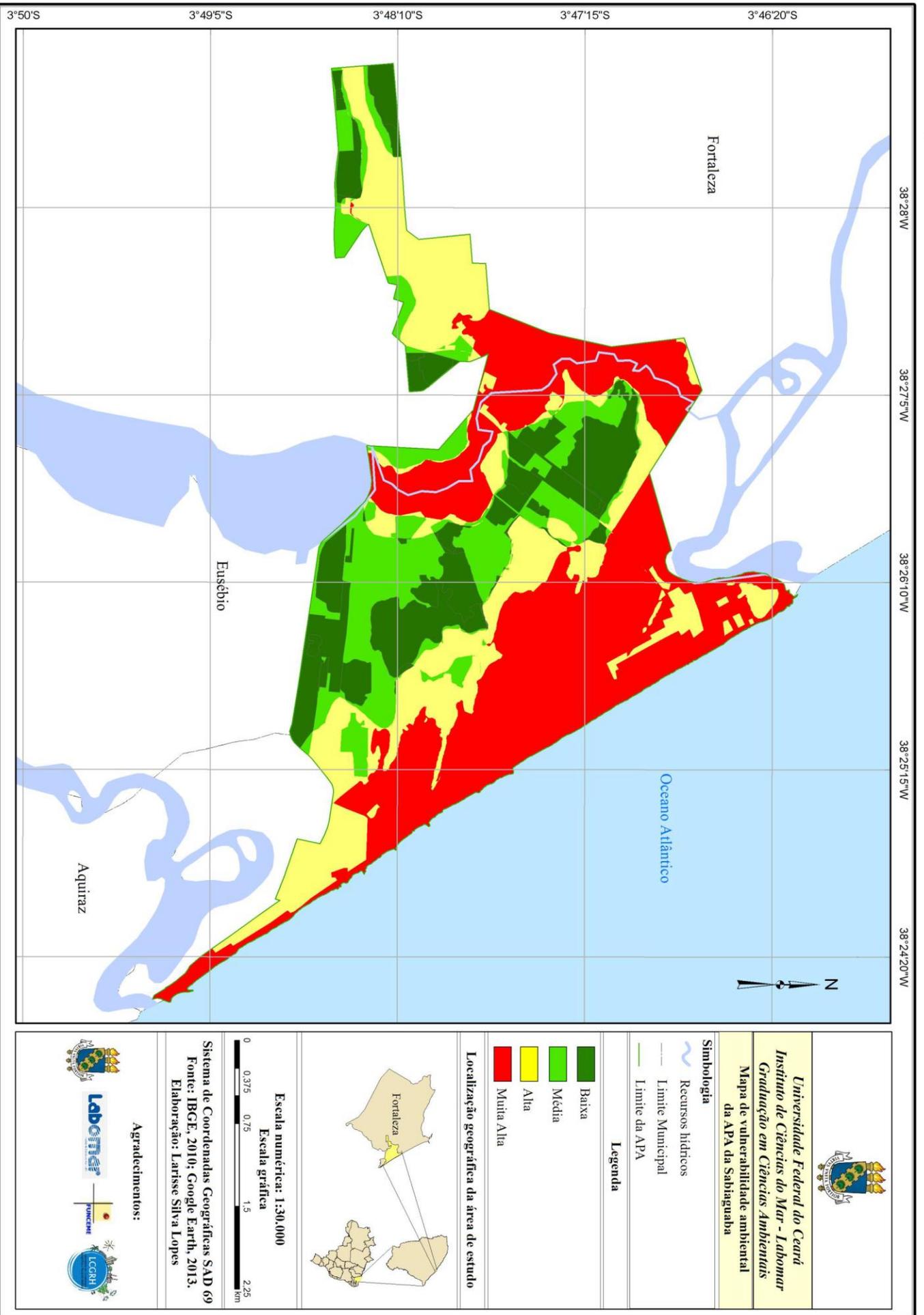


Fonte: Os autores.

O predomínio de vulnerabilidade alta e principalmente muito alta deve-se à dinâmica da área de estudo que é observada em zonas litorâneas, onde há uma dinâmica muito intensa das formas e processos. É importante destacar que tratam-se de áreas vulneráveis a diversos riscos quando ocupadas, principalmente de deslizamentos e soterramentos, no caso do campo de dunas, de erosão na faixa de praia, além de inundações nas planícies ribeirinhas e flúvio-marinhas.

Tais condições expõem às populações que ocupam essas áreas aos referidos riscos, principalmente aquelas comunidades de maior vulnerabilidade social que não tem como enfrentar as adversidades daqueles ambientes, ampliando os problemas socioambientais.

Figura 18: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho, foi apresentado como se deu a expansão das atividades humanas e as mudanças ambientais decorrente dessas ações. Com isso, a natureza ao longo do tempo vem suportando as atividades antrópicas e ao mesmo tempo expondo-se as vulnerabilidades.

Para contribuir com a gestão e o ordenamento dessas grandes cidades, o presente estudo analisou a vulnerabilidade da APA da Sabiaguaba por meio de ferramentas de SIG e técnicas de sensoriamento remoto. Esses métodos têm sido bastante utilizados para estudos de planejamento ambiental tanto em cidades como em UCs, visto que, eles permitem a integração de várias variáveis dos meios físicos, bióticos.

Por meio da análise da vulnerabilidade foi possível identificar alguns problemas existentes na UC no que diz respeito ao uso do solo, as atividades potencialmente poluidoras, aos fragmentos de vegetação e os impactos sobre a biodiversidade local.

O produto final da vulnerabilidade expressou na forma de mapa as áreas da APA mais vulneráveis as atividades antrópicas. O resultado foram 4 diferentes classes de vulnerabilidade sendo elas, baixa, média, alta e muito alta. Dos 14,31 Km<sup>2</sup> correspondente ao polígono da UC, 5,93 Km<sup>2</sup> do seu total apresentou vulnerabilidade muito alta, isso devido a forte dinâmica ambiental no setor mais a leste da APA. A vulnerabilidade alta ocupou a segunda maior porção da área com 3,64 Km<sup>2</sup>. Em seguida tivemos as vulnerabilidades médias e baixas com uma “ocupação” de 2,28 e 2,46 Km<sup>2</sup> respectivamente.

Mesmo com uma área bem definida e com um plano de manejo elaborado dentro do prazo estabelecido pelo SNUC, a unidade de conservação ainda precisa ser vista como uma prioridade pelo o órgão responsável por sua gestão. Em suma é possível dizer que os recursos hídricos estão poluídos, o que compromete a biodiversidade desses ambientes, a vegetação dos ecossistemas fluviais e lacustres também está degradada e, a expansão de atividades como agricultura continua sendo exercidas. Essa atividade trás risco de contaminação do lençol freático naquela região.

Sendo o bairro de Sabiaguaba ainda com poucas residências, a maior preocupação passa a ser a forma de como essa expansão urbana se dará no bairro no

decorrer dos anos. A área da UC tem um grande potencial biológico e socioeconômico que se aliado ao bom planejamento e o conhecimento das potencialidades e fragilidades do ambiente natural será possível preservar a zona costeira e os ecossistemas associados a ela, assim como evitar danos e prejuízos socioambientais. É importante ressaltar que o engajamento das comunidades locais é essencial para elaboração e fundamentação de propostas de planos de conservação.

## REFERÊNCIAS

- ADGER, W. N. **Vulnerability**. *Global Environmental Change* 16. 2006. p. 268–281.
- Agência de Informação Embrapa – Bioma Cerrado**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_95\\_10112005101956.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_95_10112005101956.html)>. Acesso em: 05 nov. 2014.
- Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqtarta66.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqtarta66.html)>. Acesso em: 10 out. 2014.
- Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz246ynf0t.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz246ynf0t.html)>. Acesso em: 10 out. 2014.
- Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2kfhpkns.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2kfhpkns.html)>. Acesso em: 10 out. 2014.
- Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2kfhpkns.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2kfhpkns.html)>. Acesso em; 05 de nov. 2014.
- Anuário de Fortaleza 2012 – 2013**. Disponível em: <<http://www.anuariodefortaleza.com.br/fortalezenses/populacao-por-bairros-2010.php>>. Acesso em: 28 out. 2014.
- ARAI, M. **A Grande Elevação Eustática do Mioceno e sua Influência na Origem do Grupo Barreiras**. São Paulo. *Revista do Instituto de Geociências – USP*. v.6 n.2. out. 2006.
- ARAÚJO, J. M. M. **Impactos socioambientais da mineração de brita no município de Jaboatão dos Guararapes: Estudo de caso da mineração USIBRITA**. 2011. 78f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em engenharia mineral. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.
- ARAÚJO, R. C. P.; SILVA, L. A. C. et al. **Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará(ZEE)**. Fortaleza. SEMACE. 2005. 539 p.
- ARAÚJO, R.C.P. et al. **Diagnóstico Socioeconômico da Zona Costeira do Estado do Ceará**. Fortaleza. SEMACE/LABOMAR, 2005. 536 p.
- ARAÚJO, R. C. P. et al. **Diagnóstico Socioeconômico da Zona Costeira do Estado do Ceará**. Fortaleza. SEMACE. 2005. 539 p.
- BATISTA, C. T. **A mineração de agregados na região Metropolitana de Fortaleza: Impactos ambientais e conflitos de uso e ocupação do solo**. 2010. 147f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Departamento de Geologia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2010.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. **O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2011. 15 p.

Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008\\_dap/\\_publicacao/149\\_publicacao05072011052951.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dap/_publicacao/149_publicacao05072011052951.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2014.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos?** Brasília. 2007. 192 p. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/vulnerabilidade-ambiental-desastres-naturais-ou-fenomenos-induzidos.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2014.

COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, E. F.; AGLIO, M. L. D. **O Recurso Natural do Solo**. In: MANZATTO, C. V. (Org.). *Uso Agrícola dos Solos Brasileiros*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 1-12.

COSTA, G. V. B. **A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Aquasis. 248p. Fortaleza. 2003.

CREPANI, E. et al. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. INPE. São José dos Campos. 18 p. 1996.

**Diário Oficial do Município. Fortaleza**. Disponível em:

<<http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/arquivos/diariosoficiais/2012/07/30072012%20-%2014844.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira: Fundamentos Fitogeográficos**. Fortaleza. Multigraf, 1998. 339 p.

**Funceme - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/saiba-mais/sistemas-atmosfericos-atuantes-sobre-o-nordeste>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera**. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica). Departamento de Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, março, 2013.

GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. **Unidades de Conservação: Abordagens e Características Geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 296p.

GUIMARÃES, S. T. L. et al. **Gestão de Áreas de Risco e Desastres Ambientais**. 1º edição. Rio Claro. IGCE/UNESP/RIO CLARO, 2012. 406 p.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. **Para uma Conceituação Interdisciplinar da Vulnerabilidade**. *Population, Space and Place*, n.11, 2005, p.455-71.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª Edição. Manuais Técnicos em Geociências, nº. 5, Rio de Janeiro. IBGE, 2009. 182 p.

**Indicadores da Zona Costeira e Marinha. Ministério do Meio Ambiente – MMA.**

Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/219/\\_arquivos/populao\\_zona\\_costeira.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/219/_arquivos/populao_zona_costeira.pdf)> Acesso em: 11 fev. 2014.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades.** Disponível em:

<[http://cidades.ibge.gov.br/download/mapa\\_e\\_municipios.php?uf=ce](http://cidades.ibge.gov.br/download/mapa_e_municipios.php?uf=ce)>. Acesso em: 15 dez. 2014.

LEHUGEUR, L. G. O.; MARIANO, M. T. R. D. **Zoneamento geoambiental do município de Amontada – costa oeste do estado do Ceará**. Revista de Geologia. Vol. 20, nº 1, 39-55. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2007.

**Lei Estadual nº 13.796 de 2006. Ceará.** Disponível em:

<[http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=497](http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=497)>. Acesso em: 05 nov. 2014.

MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F. F. S. **Dez Anos Do Sistema Nacional De Unidades: Lições do Passado, Realizações Presentes e Perspectivas para o Futuro**. Brasília: MMA, 2011. 220 p.

MEIRELES, A. J.; CARTAXO, G. **Parecer Técnico Sobre Dunas**. Ministério do Meio Ambiente. Piauí. 2003. 28 p. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/A67F91C5/PARECER\\_SOBRE\\_DUNAS\\_-\\_ISA.doc](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/A67F91C5/PARECER_SOBRE_DUNAS_-_ISA.doc)>. Acesso em: 05 nov 2014.

**Ministério do Meio Ambiente – MMA.** Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>> Acesso em: 16 fev. 2014.

PRADO, H. **Pedologia Fácil: Aplicações na Agricultura**. Piracicaba, 2008. 145 p.

**Prefeitura de Fortaleza. Secretaria de Turismo.** Disponível em:

<<http://www.fortaleza.ce.gov.br/turismo/praias-de-sabiaguaba>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

SÁ, J. U.; DINIZ, J. A. O. **Aproveitamento das Aluviões no Semiárido do Nordeste**. Disponível em:

[http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento\\_Aprov\\_Ubaldo\\_Sa.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Aprov_Ubaldo_Sa.pdf). Acesso em: 04 nov 2014.

SAADI, A. et al. **Neotectônica da plataforma brasileira**. In: QUATERNÁRIO no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 211-230.

SALES, M. T. B.F. et al. **A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a gestão Integrada. Conservação da Paisagem e da Biodiversidade.** 1 ed. Fortaleza: AQUASIS, 2003. 54 p.

SANTOS, J. O. **Vulnerabilidade Ambiental e Áreas de Risco na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó- Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará.** 2006. 212f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2006.

**Secretaria do Turismo do Estado do Ceará.** Disponível em:  
<<http://www.setur.ce.gov.br/categoria1/estudos-e-pesquisas/Indicadores%202012.pdf>>.  
Acesso em: 15 dez. 2014.

**Soja em Números. Embrapa.** Disponível em:  
<<http://www.cnpso.embrapa.br/sojaemnumeros/>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

**Solos do Brasil. Universidade federal de Campina Grande.** Disponível em:  
<[http://cdsa.ufcg.edu.br/portal/images/noticias/dia\\_solos/06-Banner\\_Adriana2.pdf](http://cdsa.ufcg.edu.br/portal/images/noticias/dia_solos/06-Banner_Adriana2.pdf)>.  
Acesso em: 05 nov. 2014.

SOUZA, L. **Análise geoambiental das unidades de conservação de Sabiaguaba (Fortaleza – CE).** 2009. 132f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2009.

SOUZA, M. J. N. **Unidades Geoambientais. In: A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para Gestão Integrada.** Alberto Alves Campos et al. Fortaleza. Aquasis, 2003. p: 29- 39.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. **Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais.** Revista Geociências, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, 1999.

TAGLIANI, C, R, A. **Técnicas para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes Costeiros Utilizando um Sistema Geográfico de Informações.** Anais do Simpósio Brasileiro Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte. p. 1657 - 1664. Abril. 2003.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro. IBGE. Diretoria Técnica, SUPREN p. 91. 1977.

TRICART, J.; SILVA, T. C. **Estudos geomorfológicos da Bahia e Sergipe.** Salvador, UFBA, 1968. 167 p.