



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LICIA BENICIO SALES

FRAGILIDADE AMBIENTAL NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRAFICA DO
RIO ARACATIAÇU - CEARÁ

FORTALEZA

2019

LÍCIA BENICIO SALES

FRAGILIDADE AMBIENTAL NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO
ARACATIAÇU - CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Rodrigues do Nascimento

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S155f Sales, Lícia Benício.
Fragilidade Ambiental no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Aracatiçu - Ceará / Lícia Benício
Sales. – 2019.
107 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento.
1. Fragilidade Ambiental. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Rio Aracatiçu. 4. Uso e Ocupação. I. Título.
CDD 910
-

LÍCIA BENICIO SALES

FRAGILIDADE AMBIENTAL NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO
ARACATIAÇU - CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Aprovada em: 29/07/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flavio Rodrigues do Nascimento (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Alexandre Leão Bordalo
Universidade Federal do Pará (UFPA)

AGRADECIMENTOS

Ninguém faz nada sozinho, seria impossível a realização de mais uma etapa da minha vida se eu estive sozinha para aprender a contornar os desafios, a encarar de frente os problemas e ser responsável pelas consequências deles. Este trabalho é fruto não só meu, mas de todas as pessoas que tiveram a humildade e paciência de contribuir para a concretização deste. E deixo aqui o meu mais singelo e sincero agradecimento.

Primeiramente, à Deus pelo dom da vida e saúde para a realização deste trabalho. À minha querida avó Selma que comemorou comigo a vitória do processo de seleção, mas que não está mais entre nós para ver a concretização dele. Aos meus pais, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e me deram conforto nos momentos de fragilidade, amo vocês e sou imensamente grata por tudo que sacrificaram por mim.

Gratidão aos professores do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará que me inspiraram e contribuíram para a minha formação, as experiências em sala de aula e nas aulas de campo por todo o Nordeste me fez sair da minha zona de conforto muitas vezes. Me ensinou a coletividade, respeitamos o espaço e limites do outro.

A todos os integrantes do Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação (LAPED) e a Profa. Vlândia Oliveira, pela disponibilidade de troca de conhecimento, interação acadêmica, os momentos de confraternização e descontração. A todos aqueles que não hesitaram em ajudar quando eu pedi por socorro: Raul Carneiro, Erika Brito, Christina Bianchi e Lucas Barreira.

Ao melhor grupo, que se uniu nos momentos mais difíceis e soube ser conforto e apoio emocional: Olhares Julgadores. A vocês eu sou imensamente grata e fico muito feliz da maneira de como nos respeitamos e nos ajudamos tanto academicamente como na vida pessoal.

Ao meu companheiro Rafael, por ser apoio e me instigar sempre ao máximo para dar o meu melhor. Mesmo sem entender de geografia sempre atento as minhas análises. Resolvendo problemas com computador, meu motorista nos campos, fotógrafo e piloto de drone, sacrificando da sua folga do trabalho para estar em campo comigo, muito obrigada.

Ao meu orientador Prof. Flávio Rodrigues pela disponibilidade, confiança e preocupação, mesmo nos desencontros nos encontramos. Obrigada por compartilhar sua experiência e conhecimento comigo. Eternamente grata!

RESUMO

O presente estudo aborda a problemática da fragilidade ambiental em uma bacia hidrográfica no litoral cearense. Fragilidade ambiental essa intensificada pelas diferentes tipologias de uso e cobertura da terra que são fatores desencadeadoras de processos degradacionais em bacias hidrográficas. O baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu foi concebido como unidade de gestão e planejamento territorial, onde se evidencia um crescimento da população nos centros urbanos, o aumento do fluxo de pessoas, mercadorias e capital com a construção das rodovias de acesso e local estratégico na construção de parques eólicos. As bases conceituais e metodológicas estão pautadas em uma concepção integrada da paisagem que estabelecem relações físico-ambientais/socioeconômica, proporcionando identificar, caracterizar e delimitar os sistemas ambientais presentes na bacia hidrográfica. O objetivo desta pesquisa é analisar a fragilidade ambiental do baixo curso do Rio Aracatiaçu – Ceará em decorrência da vulnerabilidade natural dos sistemas ambientais e as diferentes tipologias de uso e ocupação. A utilização da metodologia da fragilidade ambiental propiciou identificar as potencialidades e limitações dos sistemas ambientais e o grau de intervenção antrópica na paisagem. O baixo curso da bacia Hidrográfica do Rio Aracatiaçu apresenta 690 km², drena total ou parcialmente os municípios de Amontada, Itarema e Itapipoca localizados na porção norte do Estado do Ceará, apresenta regime de caráter intermitente-sazonal, o panorama socioeconômico da bacia hidrográfica mostrou um baixo desenvolvimento, deficiência de tecnologia na realização da principal atividade econômica, a agropecuária, falta de infraestrutura básica para os habitantes, precária fiscalização de atividades comprometedoras do meio ambiente, esse panorama contribui para o aumento da fragilidade ambiental. O estudo também apresentou possíveis cenários dos sistemas ambientais baseados na apropriação do ambiente hoje e indicação de diretrizes.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental. Bacia Hidrográfica. Uso e Cobertura. Rio Aracatiaçu.

ABSTRACT

This study addresses the issue of environmental fragility in a watershed on the coast of Ceará. The different types of land use and cover that are factors that trigger degradation processes in watersheds intensify environmental fragility. The low course of the Aracatiaçu River basin was conceived as a territorial management and planning unit, where the population growth in urban centers, the increase in the flow of people, goods and capital with the construction of access highways and strategic location is evident, in the construction of wind farms. The conceptual and methodological bases are based on an integrated landscape conception that establishes physical-environmental / socioeconomic relations, allowing identifying, characterize and delimit the environmental systems present in the watershed. The objective of this research is to analyze the environmental fragility of the Aracatiaçu - Ceará River low course due to the natural vulnerability of the environmental systems and the different types of use and occupation. The use of the environmental fragility methodology allowed identifying the potentialities and limitations of the environmental systems and the degree of anthropic intervention in the landscape. The low course of the Aracatiaçu River Basin has 690 km², drains all or part of the municipalities of Amontada, Itarema and Itapipoca located in the northern portion of the state of Ceará. Low development, technology deficiency in the realization of the main economic activity, agriculture, lack of basic infrastructure for the inhabitants, poor supervision of environmentally compromising activities, this scenario contributes to the increase of environmental fragility. The study also presented possible scenarios of environmental systems based on environmental appropriation today and guidelines

Keywords: environmental fragility. River Basin. Use and Occupation. Aracatiaçu River.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Faixa de praia em Moitas – Amontada.....	37
Figura 2	- Pontas de construções biogênicas no litoral de Amontada.....	38
Figura 3	- Campo de eolianitos entre moitas e Icaraí de Amontada.....	39
Figura 4	- Campo de dunas encontrada na bacia hidrográfica.....	40
Figura 5	- Planície fluviomarinha do rio Aracatiaçu.....	41
Figura 6	- Imagens da planície fluvial do rio Aracatiaçu.....	42
Figura 7	- Formação barreiras no tabuleiro pré-litorâneo.....	43
Figura 8	- Afloramentos rochosos na depressão sertaneja.....	44
Figura 9	- Passagem molhada sobre o rio Aracatiaçu em abril de 2018.....	48
Figura 10	- Passagem molhada sobre o rio Aracatiaçu em novembro 2018.....	49
Figura 11	- Localização do município de Amontada em relação ao baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.....	57
Figura 12	- Gráfico de evolução do IDMH do município de amontada.....	63
Figura 13	- Lixo e entulho descartado a céu aberto próximo ao rio Aracatiaçu.....	66
Figura 14	- Produção de agricultura temporária no leito do rio Aracatiaçu no período seco.....	69
Figura 15	- Fazenda COHIBRA, produtora do coco da baía localizada no tabuleiro pré-litorâneo da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.....	70
Figura 16	- Carnaúbas na planície de inundação sazonal.....	72
Figura 17	- Corte do cajueiro para produção de toras de madeira.....	72
Figura 18	- Aquicultura no rio Aracatiaçu.....	75
Figura 19	- Escavadeira retirando areia do leito do rio Aracatiaçu no período seco.....	77
Figura 20	- Extração de areia na planície fluvial do rio Aracatiaçu.....	77
Figura 21	- Extração de saibro na localidade de cabatam no município de Amontada.	78
Figura 22	- Disposição dos aerogeradores na planície litorânea.....	77
Figura 23	- Entrada da usina do parque eólico de Icaraizinho em Amontada.....	81
Figura 24	- Parque eólico de icaraizinho ao lado da CE – 176, acesso de Icaraí para Moitas	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Posto Meteorológico de Amontada.....	51
Gráfico 2	– Excesso e Déficit hídrico médio para as estações climatológicas da Bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu.....	51
Gráfico 3	– Evolução quantitativa da população em zona rural e zona urbana de Amontada.....	61
Gráfico 4	– Evolução das formas de abastecimento de água em Amontada.....	64
Gráfico 5	– Tipos de esgotamento sanitário em Amontada.....	65

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Mapa de Localização.....	13
Mapa 2	– Mapa hipsométrico do baixo curso do Rio Aracatiaçu.....	33
Mapa 3	– Mapa de declividade do baixo curso do Rio Aracatiaçu.....	34
Mapa 4	– Mapa Geológico – Geomorfológico.....	46
Mapa 5	– Mapa de Associação de Solos.....	55
Mapa 6	– Mapa de Uso e Cobertura.....	84
Mapa 7	– Mapa de Fragilidade Ambiental.....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Classificação das unidades de fragilidade ambiental.....	22
Quadro 2	– Síntese das condições litoestratigráfica e padrões de forma de relevo.....	44
Quadro 3	– Resumo histórico dos distritos que compõem o município de Amontada.....	58
Quadro 4	– Síntese do índice do IDMH entre 2000 e 2010.....	62
Quadro 5	– Classificação das principais substancias minerais encontradas no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.....	76
Quadro 6	– Parques eólicos no baixo curso da bacia hidrográfica de rio Aracatiaçu.....	80
Quadro 7	– Classes de fragilidade ambiental quanto aos tipos de solos.....	86
Quadro 8	– Classes de fragilidade ambiental quanto aos tipos de solos na bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu.....	87
Quadro 9	– Classificação da fragilidade quanto ao uso e ocupação/vegetação.....	88
Quadro 10	– Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.....	91
Quadro 11	– Propostas de diretrizes ao planejamento ambiental no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Evolução quantitativa da população residente na zona rural e zona urbana e homens e mulheres.....	61
Tabela 2	– Indicadores demográficos no município de Amontada.....	62
Tabela 3	– Evolução das formas de abastecimento da população do município de Amontada.....	64
Tabela 4	– Tipo de esgotamento sanitário do município de Amontada.....	64
Tabela 5	– Tipo de destino/coleta dado ao lixo do município de Amontada.....	65
Tabela 6	– Lavoura permanente no município de Amontada em 2004.....	67
Tabela 7	– Lavoura permanente no município de Amontada em 2016.....	67
Tabela 8	– Lavoura temporária no município de Amontada em 2004.....	68
Tabela 9	– Lavoura temporária no município de Amontada em 2016.....	68
Tabela 10	– Pecuária no município de Amontada em 2004 e 2017.....	68
Tabela 11	– Extração vegetal e silvicultura no município de Amontada em 2004.....	71
Tabela 12	– Extração vegetal e silvicultura no município de Amontada em 2017.....	71
Tabela 13	– Aquicultura no município de Amontada em 2017.....	74
Tabela 14	– Aquicultura no município de Amontada em 2013.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Recorte espacial: localização da área de estudo	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA	14
2.1	Os Geossistemas para a classificação da paisagem	15
2.2	Análise Sistêmica em Bacias Hidrográficas	17
2.3	Análise Empírica da Fragilidade Ambiental	19
2.4	A relação da sociedade nos estudos ambientais integrados	23
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS	25
3.1	Inventário	26
3.1.1	<i>Levantamento Bibliográfico</i>	26
3.1.2	<i>Levantamento Cartográfico</i>	27
3.2	Trabalho de Campo	29
3.3	Produção dos Mapas	29
4	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACATIAÇU	32
4.1	Caracterização dos aspectos físico-ambientais	32
4.1.1	<i>Geologia e Geomorfologia</i>	35
4.1.2	<i>Condições Climáticas e Hidrológicas</i>	47
4.1.3	<i>Associação de Solos</i>	52
5	CONTEXTO HISTÓRICO, ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO BAIXO CURSO DA BACIA DO RIO ARACATIAÇU – O MUNICÍPIO DE AMONTADA	56
5.1	Breve histórico de ocupação	57
5.2	Contextualização Socioeconômicas de Amontada	60
5.2.1	<i>População</i>	60
5.2.2	<i>Infraestrutura</i>	63
5.3	Atividades Econômicas e Uso e Ocupação	66
5.3.1	<i>Uso e Ocupação</i>	82
6	FRAGILIDADE AMBIENTAL E ORIENTAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL	85
6.1	Compartimentação e Fragilidade Ambiental	85

6.2	Indicações de Medidas para o Planejamento Ambiental na Bacia Hidrográfica do rio Aracatiaçu.	96
7	CONCLUSÕES	98
	REFERÊNCIAS	100

1 INTRODUÇÃO

Desde os primeiros registros históricos, as populações humanas buscavam na natureza a base para a sustentação e sobrevivência, utilizando – se de artifícios e técnicas primitivas. Com o passar dos anos, a exploração dos recursos naturais tornou-se intensa, agora o homem não se apropria da natureza apenas para sua sobrevivência, mas também para a comercialização de tudo que provêm dela. Essa intervenção, traz consigo uma nova dinâmica na paisagem, oriundo da combinação dialética dos elementos físicos, biológicos e antrópicos.

A degradação ambiental é um processo que tem descaracterizado as fisionomias das paisagens presentes em diversas partes do globo, especialmente nos ambientes como o litoral afastados das grandes cidades, onde as ações sociais não utilizam práticas de manejo conservacionistas, a fiscalização não consegue ser efetivas e a deficiência da educação ambiental. A intensidade dessa modificação da paisagem pelas diferentes tipologias de uso pode chegar a valores extremos, ou seja, superior a capacidade de suporte do sistema ambiental de absorver as consequências desses efeitos.

No âmbito brasileiro, notadamente no estado do Ceará, diversas pesquisas foram e estão sendo realizadas para a compreensão dos condicionantes e processos que provocam a degradação ambiental (NASCIMENTO, 2003; SOUSA e OLIVEIRA, 2011, MEIRELLES, 2012, SOUSA e NASCIMENTO, 2015). Nas planícies fluviais, pelo crescimento das cidades e a sua expansão em direção aos vales de inundação, agropecuária, aquicultura e mineração. E na planície litorânea pela especulação imobiliária do turismo e o desmanche dos campos de dunas pelos parques eólicos.

As modificações negativas nos ambientes naturais, como nas bacias hidrográficas cearenses, são frequentes. Os problemas de fragilidade ambiental são proporcionais ao crescimento da ocupação e uso indiscriminado do solo na produção do espaço, com a desvalorização dos recursos hídricos. Essas ocupações são consequência da falta de organização e planejamento do espaço e também aos interesses econômicos de grandes empresários e políticos que se referem ao ambiente como uma possível mercadoria.

Por esse motivo, existe a urgência de conhecimento das condições atual de fragilidade ambiental do território cearense. A análise da fragilidade ambiental como método de análise para principalmente constatar o grau de intervenção humana no ambiente, teve crescimento desde a sua origem com Ross (1994). E vêm mostrando-se eficiência na sua

aplicação em bacias hidrográficas (COSTA, 2017; LIMA, 2010; SCHIAVO, 2016; GOMES, 2015) por todo o país.

A bacia hidrográfica, conforme Gorayeb (2008) a qual é entendida como unidade geográfica fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos e para subsidiar ações do planejamento e gestão ambiental como o estabelecido na Lei Federal 9.433/1997 e em legislações estaduais. Somando o relevo, tipos de solos e geologia que, em conjunto, convertem-se em um atributo denominado vulnerabilidade natural. Adicionando nessa unidade as ações antrópicas, ou seja, acrescentando fatores externos de ocorrência não natural, é possível avaliar o nível de degradação dessa bacia hidrográfica. Criando-se a possibilidade de aplicação de estudos de fragilidade ambiental em bacias hidrográficas, constituindo-se numa importante ferramenta no planejamento ambiental.

Nesta perspectiva, os estudos de fragilidade ambiental despontam como uma ferramenta capaz de detectar as possíveis paisagens susceptíveis à degradação antrópica. Destacando-se pela sua capacidade de subsidiar o planejamento e gestão do território, evitando a expansão da degradação ambiental (ROSS, 1994).

O conhecimento dos níveis de fragilidade presentes em uma bacia hidrográfica, por meio da integração de diversas variáveis que interferem nas potencialidades dos recursos naturais, possibilita compreender a realidade e obter uma visão mais clara sobre quais as opções adequadas para o uso da terra (SPÖRL, 2001).

Em meio a tal cenário, evidencia-se a bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu – Ceará que sofre com processos de degradação e expansão da desertificação no núcleo de Irauçuba sobre sua área (CARVALHO, 2000; LOURENÇO, 2013). Desse modo, várias de suas paisagens apresentam diferentes graus de erosão e fragmentação em função da atividade antrópica sem uso de técnicas conservacionistas, portanto não respeitando as fragilidades do ambiente.

O presente estudo irá focar no baixo curso da bacia hidrográfica mencionada, que foi delimitado a partir das curvas de níveis com 5 metros de equidistância do projeto Ceará Costa do Sol (IPECE, 2008), ferramenta do ArcMap hidrology, trabalhos científicos anteriormente realizados na bacia hidrográfica e pela diferenciação geológica-geomorfológica apresentada nos mapas. Outros fatores que fizeram o baixo curso ser o foco da pesquisa foram: o tempo de uma dissertação a bacia hidrográfica completa não seria suficiente com o tamanho de dados gerados para obter, processar e por motivos financeiros ficaria inviável percorrer toda a bacia hidrográfica.

No baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, as atividades produtivas do

espaço estão tornando o ambiente natural intensamente, modificando as paisagens e consequentemente degradando-o, desequilibrando os fluxos de matéria e energia dos sistemas ambientais. Atividades como a aquicultura, mineração, larga produção de coco, agropecuária, instalação de parques eólicos nos campos de dunas e o processo histórico de ocupação da bacia hidrográfica que se deu pela pecuária extensiva ao longo das margens do rio.

Dessa forma, o Objetivo Geral da pesquisa consiste em: Analisar Fragilidade Ambiental dos sistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu e propor diretrizes para o planejamento ambiental. No que se refere aos objetivos específicos:

- Caracterizar os elementos setoriais e os sistemas ambientais da bacia;
- Verificar o processo histórico de ocupação, identificando as tipologias de uso e ocupação da bacia hidrográfica;
- Levantar as potencialidades e fragilidades dos ambientes;
- Identificar os Sistemas Ambientais de maior Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica.

Essa dissertação está segmentada em seis capítulos, além das conclusões. Primeiramente pelo **Capítulo 1**, Introdução, em que se mostra a localização, bem como as principais características da área de estudo, apresentando ainda, um mapa de localização, uma figura mostrando todas as bacias do Ceará, e uma base introdutória e de justificativa da temática discutida ao longo do trabalho, e os objetivos da pesquisa.

O **Capítulo 2**, Fundamentação Teórica e Metodológica, onde todo o referencial teórico do estudo foi exposto, baseado nas concepções sistêmicas e nos conceitos de paisagem. Foram discutidos também temas relacionados às bacias hidrográficas, compartimentação e análise ambiental, cartografia, uso e ocupação planejamento Ambiental.

No **Capítulo 3**, Procedimentos Metodológicos e Operacionais, são descritos os procedimentos técnicos desenvolvidos ao longo da pesquisa, subdivididos em atividades operacionais e de laboratório, além da realização de trabalhos de campo.

O **Capítulo 4**, Caracterização Ambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu, trata-se da descrição dos componentes ambientais: geologia, geomorfologia, aspectos climáticos e hidrológicos, associação de solos, baseado na análise ambiental integrada e sua dinâmica geoambiental.

Capítulo 5, Identificação e análise dos problemas ambientais identificados por meio das diferentes tipologias de uso e ocupação, apresentada a espacialização dessas formas de uso e cobertura sobre a bacia do Aracatiaçu por meio do mapa correspondente.

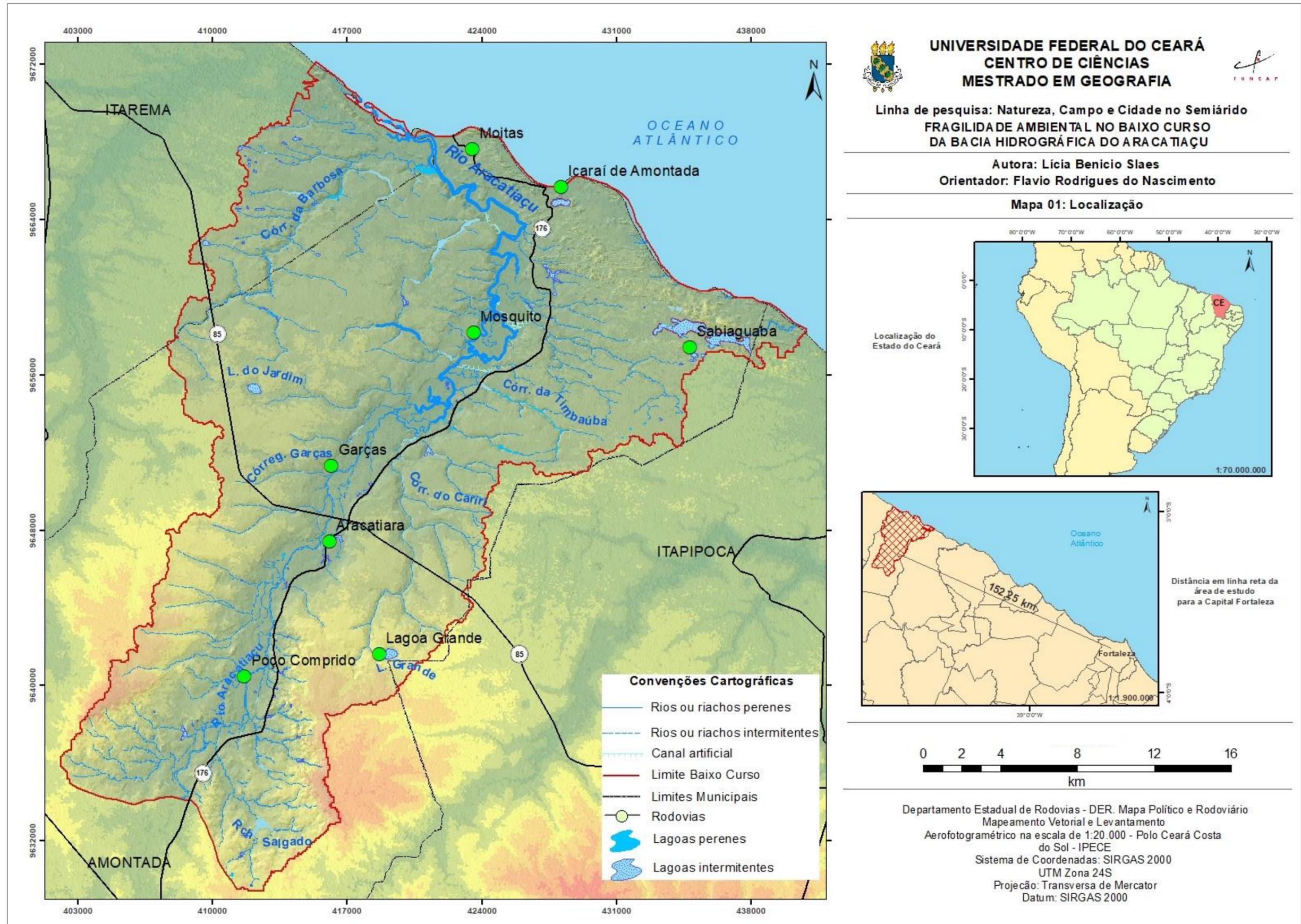
Capítulo 6, Realização do mapeamento dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica. Identificar e caracterizar essas unidades e qualificar com a sua capacidade de suporte, juntamente com a classificação do grau de fragilidade ambiental de cada sistema. E a proposição de diretrizes para gerações de documentos futuros.

1.1 Recorte espacial: localização da área de estudo

A área de estudo está localizada nos Municípios de Amontada, Itarema e Itapipoca no Litoral Oeste do Ceará, aproximadamente 200 km da capital Fortaleza via rodovia estruturante CE - 085. O Mapa 1 apresenta a localização da área de estudo, em relação aos limites municipais e estaduais, além da indicação das principais vias de acesso.

No contexto nacional, a bacia hidrográfica do Aracatiaçu está inserida na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, que apresenta uma área de 286.802 km², correspondendo a 3,3% do território brasileiro. Em escala estadual a Bacia do Aracatiaçu faz parte da Bacia Hidrográfica do Litoral que de acordo com Ceará (2013), compreende uma área de drenagem de 8.619 km². As sub bacias que compreendem a bacia do litoral são as seguintes: Aracatiaçu (3.415 km²); Mundaú (2.227 km²), Aracati-Mirim (1.565 km²); Trairi (556 km²); Zumbi (193 km²) e faixa litorânea de escoamento difuso (663 km²).

A Bacia Hidrográfica do Rio Aracatiaçu possui uma área de 3.512,121 km², sua nascente está localizada próximo das serras de Santa Luzia e Tamanduá, no município de Sobral, baixo curso da bacia hidrográfica corresponde a 690,989 km², local de foco deste estudo. O tributário principal do rio apresenta 181 km da nascente até a foz, sendo que 60 km são correspondentes ao alto curso; 68 km ao médio curso e 53 km ao baixo curso. O rio apresenta características de drenagem intermitente na maior parte de todo o seu curso e perene próximo a planície litorânea, apresenta padrão de drenagem exorréica (o rio deságua no oceano Atlântico entre os municípios de Amontada e Itarema). A bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu compõe-se pelos municípios de Sobral (alto e médio curso), Irauçuba (alto e médio curso), Miraíma (médio e alto curso), Amontada (médio e baixo curso), Itarema (baixo curso) e Itapipoca (baixo curso). Além do curso principal da bacia que é o Rio Aracatiaçu, a bacia hidrográfica do Aracatiaçu apresenta dois afluentes que precisam ser referenciados, o rio Missí na margem direita e o rio Pajé na margem esquerda.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

As transformações e impactos causados no ambiente para satisfazer as necessidades humanas estão cada vez mais invasivas e irreversíveis do ponto de vista da resiliência ambiental. Neste enredo, a Geografia como ciência que tem como objeto o espaço geográfico, tem contribuído para compatibilizar as relações sociais com a capacidade de carga dos geossistemas a partir da geração de novos estudos, proposições de técnicas de manejo e do ordenamento territorial.

O espaço geográfico, enquanto uma categoria multidimensional, possui diversas conceituações que variam conforme as abordagens que os estudos adotam. Para além disso, o espaço como a categoria mais geral, pode ser apreendida a partir de perspectivas e recortes singulares, por isso há categorias como paisagem, território, região, lugar e geossistemas, por exemplo.

Santos (1986) explica que o espaço é uma categoria permanente e universal que cruza o tempo, e não pertencendo a um determinado tempo e lugar. Trata-se, pois, do resultado da combinação específica dos fixos e fluxos de cada lugar; não obedecendo uma data estabelecida ou sendo imutáveis.

Diante disso, o espaço geográfico, para Santos (2008), é dinâmico e singular, no qual há a materialidade e as ações humanas, sendo um conjunto indissociável de sistemas de objetos naturais ou fabricados e de ações deliberadas ou não. Com isso, o autor destaca que gradualmente o espaço, por ser dinâmico, sofre novas ações que adicionam ou transformam suas características, portanto influenciando e sendo influenciado pela sociedade que os construiu e o habita.

Dada a sua abordagem mais antropocêntrica/social o conceito citado é significativamente empregado nos estudos da Geografia Humanista, já na Geografia Física, utiliza-se mais o Geossistema que é uma categoria espacial e fenômeno natural resultantes das inter-relações dos elementos naturais e sociais (BERTRAND, 1969; SOTCHAVA, 1977).

Este conceito é muito utilizado para a caracterização e análise do meio físico, criando possibilidade de estudar as inter-relações das sociedades com a natureza principalmente no modo de utilização dos recursos naturais no decorrer do tempo.

Com intuito de compreender as inter-relações entre os elementos que compõem o espaço geográfico ou geossistema, este trabalho preza pela abordagem integrada da paisagem,

embasada na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1973), adaptada e aplicada na análise ambiental integrada que implica em uma metodologia que procura avaliar a complexidade das relações dos ambientes antropizados e os interesses das sociedades.

2.1 Os Geossistemas para a classificação da paisagem

As pesquisas científicas prezavam pelo paradigma analítico que reduzia os fenômenos ao máximo possível para a apreensão de suas partes que, ao serem estudadas, eram juntas para explicar as totalidades (BERTALANFFY, 1973). Contudo, esta abordagem mostrou-se reducionista e relativamente ineficiente para a compreensão da complexidade e dinâmica dos fluxos e trocas de matéria e energia do ambiente, tendo em vista que desprezavam as propriedades emergentes.

Segundo Guerasimov (1980) e Ab'Saber (1994) nessa circunstância, emerge a necessidade da realização de estudos que compreendessem o ambiente em sua plenitude, levando em conta seus aspectos físico-bióticos e a diversidade de intervenções provocada pelo antropismo nas paisagens. Como explica Santos (2015), a paisagem compreende o suporte físico, ecológico e bioecológico, resultado da manifestação de leis físico-geográficas gerais associadas às características locais, constantemente influenciadas pelas atividades antropogênicas.

De acordo Ross (1994), as sociedades precisam ser estudadas integralmente, juntamente com a parte ambiental, ou seja, não sendo tratadas como elementos estranhos à natureza, as sociedades precisam ser vistas como elemento indispensável do sistema. Ainda segundo o autor, ele destaca que quanto maior o grau de desenvolvimento tecnológico e processos histórico-culturais tiver a sociedade, maior será o grau de intervenção no ambiente. A partir dessa intensa e complexa relação sociedade e natureza os estudos integrados ganham destaque, em uma perspectiva analítica, integradora e sintética das fragilidades ambientais.

Alguns dos estudos desenvolvidos com a abordagem sistêmica no âmbito geográfico e ambiental foram trabalhos publicados por Strahler (1950; 1952), Hack (1960), Chorley (1962), Tricart (1977), Christofolletti (1979; 1980), Bertrand (2004) entre outros. A maior dificuldade da análise dos sistemas era a delimitação dos fenômenos, suas atribuições, relações e conexões.

Nesse contexto, os estudos integrados ou sistêmicos foram apropriados pela geografia, segundo Chorley (1971), os sistemas naturais são sistemas abertos e não podem ser

analisados de uma maneira estática, pois existe troca de energia e matéria entre os seus elementos. Desta maneira, com a intensificação das relações sociedade e natureza, o entendimento dos fenômenos ambientais físicos e humanos tornou-se mais complexo e dinâmico (ROSS, 1994).

A teoria Geossistêmica concebe a categoria geográfica na qual este estudo é embasado, a concepção de Paisagem, onde busca compreender os sistemas físicos, biológicos e antrópicos não apenas como uma simples adição de elementos geográficos separados, mas também como uma porção do espaço, resultado da dinâmica dos fluxos de matéria e energia, fazendo da paisagem um sistema único e indissociável em constante evolução (BERTRAND, 1971).

Segundo Soethava (1977), os geossistemas são sistemas territoriais naturais, que se diferenciam no espaço, em diversas ordens dimensionais, principalmente nas dimensões regionais e topológicas. São formados por elementos naturais intercondicionados e inter-relacionados em sua organização e se desenvolvem no tempo, como parte do todo indissociável.

Neste aspecto, utilizou-se a abordagem geossistêmica, na qual Christofolletti (1979) classificou, descreveu e analisou os sistemas naturais de acordo com as suas combinações, arranjos e disposições espaciais nas suas diversas interações. O autor explica que na análise da paisagem, a geografia física se interessa com a análise da organização do espaço de modo sistêmico, permitindo a apreensão do espaço geográfico a partir de uma variedade de elementos físicos/naturais e sociais.

Bertrand (2004) hierarquizou e classificou as paisagens em Unidades Superiores em Zonas, Domínio, Região Natural, dominadas por fatores climáticos e estruturais, e em Unidades Inferiores em Geossistema, Geofácia e Geótopo analisadas por fatores do potencial ecológico (geologia, geomorfologia clima), relacionando a evolução dos solos à cobertura vegetal e as condições de gênese do relevo e seus processos.

Segundo Nascimento (2003, p. 9) o conceito de Geossistema é,

(...) é um conceito territorial, uma unidade espacial que pode ser delimitada e analisada em determinada escala, acentuando o complexo geográfico, a dinâmica de conjunto e uma forte unidade eco-biológica. Nesta unidade se desenvolvem os fenômenos e combinações dialéticas entre os componentes da paisagem, numa escala socioeconômica mais importante ao geógrafo.

Dessa maneira, o entendimento do mosaico da paisagem é facilitado, pois são analisadas as mútuas relações entre elementos que integram as unidades de paisagem e as

formas de uso e ocupação da terra. Sobre as unidades de paisagem Ross (2005, p.11) explica, que “as unidades de paisagem naturais se diferenciam pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos ou até mesmo pelo arranjo estrutural e do tipo de litologia ou por apenas um desses componentes.” Os geossistemas foram utilizados na classificação dos ambientes no interior da bacia hidrográfica.

2.2 Análise Sistêmica em Bacias Hidrográficas

O estudo de sistemas ambientais em bacias hidrográficas compartilha um grande número de conceitos e análises, que não se referem apenas aos aspectos físicos, mas também aqueles relacionados aos fatores socioeconômicos. Compreende-se como Silva *et al.* (2003) que em virtude das suas características naturais, as bacias hidrográficas são uma importante unidade espacial utilizada para o gerenciamento de atividades de uso e conservação dos recursos naturais, a partir de observações das condições atuais do grau de conservação e/ou degradação desses recursos em decorrência do crescimento da população e modelo de desenvolvimento adotado.

Neste contexto, Faustino e Jiménez (2000) a bacia hidrográfica é uma unidade geográfica que estabelece um espaço biofísico ideal para caracterizar, diagnosticar, avaliar e planejar o uso dos recursos naturais.

Segundo Gondolo (2000), é fundamental para a análise em bacias hidrográficas não somente identificar os fatores que geram a degradação e quem são os responsáveis, mas saber quais os processos de degradação estão submetidos a área e que estruturas sustentam esses processos degradacionais.

A bacia hidrográfica pode ser conceituada como recorte físico-natural e territorial bem delimitado no espaço, em decorrência dos divisores topográficos, área drenada por uma rede de canais fluviais, influenciados por diversas características topográficas, litológicas, tectônicas, de solos, de vegetação, padrões de uso e ocupação. Se trata de sistema aberto, onde existem trocas constante de matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1980; NASCIMENTO, 2003; GUERRA e CUNHA, 2004; BOTELHO e SILVA, 2004; MORAGAS, 2005).

Segundo Rodriguez *et al.* (2011) a análise da bacia hidrográfica está embasada na teoria sistêmica de sustentabilidade e de complexidade, o que permite considerar e interpretar as relações do arranjo espaço-temporal dos recursos hídricos como uma fonte vital para o desempenho da biosfera, mas surgida e limitada dentro da complexidade do espaço geográfico.

Para Carvalho (2011) a bacia hidrográfica é uma célula básica de análise ambiental amparada pela visão sistêmica e integrada do ambiente, em que os estudos dos processos de degradação ambiental correlacionados as influências das ações antrópicas, refletem sob o equilíbrio ambiental e hidrológico.

A compreensão dos sistemas ambientais em bacias hidrográficas, como um sistema aberto sob o ponto de vista geomorfológico, como relata Christofolletti (1999), significa entender os processos atuantes no seu interior e exterior, as suas conexões e componentes integram sobre si, ocorrem de modo interdependente, são dinâmicos e complexos. Os sistemas ambientais têm em seu cerne o holístico, não sendo avaliados de maneira isolada e setORIZADA.

Nada obstante, diz-se que:

Os sistemas e subsistemas em uma bacia são gerados e condicionados integralmente pelas relações de interdependência mútua das variáveis que dizem respeito ao suporte (geológicas e geomorfológicas), aos condicionantes atmosféricos (climáticos e hidrológicos) e aos de exploração biológicas (associações de solos e cobertura vegetal e fauna) além de estarem submetidos aos fluxos de matéria e energia de forma contínua (LIMA, 2010, p. 24).

Segundo Ross (1994), a análise da paisagem conseqüentemente dos sistemas ambientais para ser completa é imprescindível a análise dos aspectos sociais na bacia hidrográfica. As relações socioeconômicas de transformação e produção do espaço, na bacia deste estudo, com atividades degradantes como a exploração de extração de minerais e agricultura rudimentar, acabam refletindo na estruturação dos sistemas, alterando a dinâmica dos fluxos de matéria e energia.

De acordo com Botelho e Silva (2007), a bacia hidrográfica é admitida como unidade espacial, sendo entendida como célula básica de análise ambiental que concede a avaliação de seus diversos componentes, processos e interações. A visão sistêmica e integrada do ambiente está inserida na adoção desta unidade fundamental.

A elaboração de planejamento dos recursos hídricos tem instigado a abordagens integradas. E a bacia de drenagem é uma dessas possibilidades de aplicação. A compreensão desta como unidade de análise e planejamento ambiental se tornou uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de estudos sobre degradação e fragilidade ambiental como é o caso da presente pesquisa.

Sobre a importância dos estudos das bacias hidrográficas como unidades de planejamento, Botelho e Silva (2007, p. 155), dizem que: “Nela é possível avaliar de forma

integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem”.

O conceito de bacia hidrográfica pode também ser utilizado para conservação dos recursos naturais, assim como na avaliação em uma determinada área, a sua produtividade biológica e o seu potencial de desenvolvimento, dessa maneira indicando as melhores formas de manejo dos recursos dessa área e medidas mitigadoras (PIRES *et al.*, 2005). Assim, os parâmetros físicos, dentro da análise da bacia hidrográfica, junto com a abordagem sistêmica tornam-se uma ferramenta coerente à análise e intervenção nessa célula de análise, conforme Costa (2017).

2.3 Análise Empírica da Fragilidade Ambiental

A análise da fragilidade dos ambientes é uma proposta de classificação que tem por objetivo o planejamento ambiental, cuja premissa é definir diferentes níveis de fragilidade dos ambientes naturais e/ou antropizados, através da complexa relação Sociedade x Natureza. O nível de fragilidade é classificado quanto a sua intensidade, levando em consideração o grau de intervenção humana no ambiente e baseado nas características genética dos componentes naturais da paisagem (ROSS, 1994).

Em todo o mundo diversas áreas passam por processos de degradação e alterações ambientais em face das necessidades criadas pelo desenvolvimento e o consumo através da exploração dos recursos naturais, mudando o equilíbrio dinâmico desses territórios. O que traz a urgência e importância de estudos integrados para a análise de planejamento ambiental e propostas de medidas mitigadoras para práticas predatórias de uso (Ross, 1994).

A fragilidade ambiental (ROSS, 1994; FIERZ, 2008), é constituída pela análise das características de cada sistema ambiental, que apresentam particularidades próprias na sua dinâmica, com diferentes níveis de fragilidade que podem ser avaliados de acordo com seu equilíbrio dinâmico e tendência a intervenções com o passar dos anos. A avaliação da fragilidade como metodologia dentro dos sistemas é feita através de indicadores, como relevo, condições climáticas, solo, uso e cobertura e em alguns casos intervenções urbanas.

Alguns estudos recentes vêm utilizando o método de classificação da fragilidade ambiental como ferramenta ao ordenamento do território, (ROSS E AMARAL, 2009; SANTOS, 2011; SALES e SANTOS, 2014; CRISPIM, 2016; GONÇALVES, 2016; SCHIAVO, 2016; SALES, 2017; COSTA, 2017;), ressaltando que adaptações são feitas para a realidade

locacional e objetivo do estudo. Essas análises já foram realizadas e zonas rurais, urbanas, em diferentes escalas, bacia hidrográfica, litoral e sertão.

Estudos analíticos de fragilidade são documentos de deveras importância para o planejamento ambiental, que apresentam no seu cerne o desenvolvimento sustentável, trazendo a conservação e a recuperação dos ambientes (ROSS, 1995).

A fragilidade dos ambientes naturais segundo Costa (2017), são estudos de caráter qualitativos, tendo a sua primeira fase na análise setorial dos estudos ambientais, passando em seguida para a fase integrativa construindo a inter-relação dos componentes, concedendo valores e estabelecendo relações de menor e maior fragilidade.

A análise Empírica da fragilidade ambiental (ROSS, 1994) está fundamentada na Teoria Ecodinâmica de Tricart (1977), que é uma concepção metodológica sistêmica pautada no equilíbrio dinâmico do ambiente levando em consideração a relação entre a morfogênese e a pedogênese, fazendo uma ligação da Geografia Física com a Ecologia, sendo assim possível determinar níveis de estabilidade da paisagem em decorrência da intensidade dos processos atuais e efeitos da sociedade. O autor afirma que a partir dessa análise é possível estabelecer se as condições da paisagem são favoráveis ou não a intervenções humanas.

Tricart (1977) propôs três classificações dinâmicas para as unidades de paisagem denominando-as unidades ecodinâmicas:

- Unidades ecodinâmicas estáveis – estabilidade associada a topografia e a atmosfera, evolução lenta, os processos mecânicos atuam de forma sutil e com lentidão, estado de clímax;
- Unidades ecodinâmicas *Intergrades* – áreas de transição entre os meios estáveis e instáveis, na natureza não existe corte abrupto de uma fase para a outra, tanto a morfogênese quanto a pedogênese atuam nesse ambiente;
- Unidades ecodinâmicas fortemente instáveis – nessa unidade a morfogênese atua fortemente. Pode acontecer devido a geodinâmica interna como vulcanismo, atividades tectônicas, cobertura vegetal insipiente e intervenções humanas, desencadeiam processos erosivos.

Segundo Ross (2006) cada um desses níveis é caracterizado por bases suportadas pelas forças específicas e harmonia funcional, consolidada na interdependência dos elementos da natureza, sociedade e sociedade – natureza.

A ecodinâmica passa a ser utilizada e estudada por diferentes pesquisadores pela sua aplicabilidade nos estudos ambientais. Como o caso de Ross (1994) onde o autor faz

adaptações a metodologia, transformando as unidades ecodinâmicas de três para duas categorias, especificando as unidades estáveis e instáveis, descartando as unidades transição, publicando a análise da Fragilidade Ambiental.

A partir dessa concepção, as unidades ecodinâmicas foram classificadas em três: Meios Estáveis, quando os processos pedogenéticos prevalecerem em relação aos morfogenéticos, ou seja, a deposição prevalece à erosão. Ambientes de transição ou *Intergrades*, são descritos como os ambientes que ocorrem os processos de morfogênese e pedogênese simultaneamente, por exemplo, quando no ambiente predominar a morfogênese este é classificado como ambiente de transição com tendência a instabilidade. Quando ocorrer o oposto o ambiente é classificado como de transição com tendência a estabilidade. E por último, nos meios fortemente instáveis prevalecem os processos ligados à morfogênese onde as atividades dos processos erosivos são intensas podendo levar a escassez da capacidade produtiva dos recursos naturais.

Sobre as pesquisas que relacionam ambientes em condições ecodinâmica x fragilidade, Santos (2011, p. 54) afirma que

As investigações que se utilizam de uma abordagem ancorada na ecodinâmica, como é o caso da fragilidade ambiental, devem ter como objetivo precípua a hierarquização dos ambientes, considerando sua dinâmica, para que as intervenções das sociedades sejam bem realizadas, ou seja, de forma que se possa perceber, de um lado as potencialidades dos recursos ambientais, e, de outra parte, as limitações em razão dos riscos possíveis e da degradação ambiental.

Segundo Ross et al. (2008) os pressupostos utilizados para ecodinâmica (TRICART, 1977) são válidos para uma perspectiva de planejamento agronômico-ambiental. Todavia acaba por não contemplar de forma mais ampla o planejamento ambiental, não concedendo a atenção necessária à dinâmica e as necessidades da sociedade humana com a relação aos aspectos econômicos, político e culturais. Valorizando apenas os estudos físico-ambientais, as intervenções feitas pelas sociedades são omitidas tornando a sua aplicabilidade difícil em ambientes de intensas intervenções urbanas.

De acordo com Santos e Ross (2012) o estabelecimento de apenas três meios ecodinâmicos acaba por restringir a aplicabilidade da metodologia, pois nos dias atuais não existe a possibilidade de um meio estar completamente em equilíbrio, existem interferências direta e indiretamente no ambiente.

Com base na classificação de Tricart (1977), Ross (1944) ampliou os conceitos de unidades ecodinâmicas para tentar suprir as necessidades do planejamento ambiental. Classificou as unidades de instabilidade potencial e unidades de instabilidade emergente (quadro 1), cada uma possuindo cinco níveis hierárquicos de intensidade, variando de muito fraco a muito forte. Excluiu o conceito de *Intergrades* pela dificuldade de classificação do mesmo.

Quadro 1 – Classificação das Unidades de Fragilidade Ambiental

UNIDADES DE FRAGILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INTENSIDADE DA FRAGILIDADE	
	Qualitativa	Numérica
FRAGILIDADE POTENCIAL	Muito Baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Forte	4
	Muito Forte	5
FRAGILIDADE EMERGENTE	Muito Baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Forte	4
	Muito Forte	5

Fonte: ROSS, 1994.

As unidades de fragilidade potencial correspondem aos ambientes estáveis que se encontram em condições de equilíbrio dinâmico, ou seja, sofreram com menor intensidade o impacto das atividades humanas. Apesar de apresentarem características ambientais estáveis denotam instabilidade potencial qualitativamente previsível em virtude de suas características naturais e ao desenvolvimento das atividades antrópicas que possam surgir. As unidades de fragilidade emergente são relacionadas aos ambientes fortemente instáveis, em desequilíbrio dinâmico, onde as intervenções antropogênicas transformaram intensamente o ambiente. A fragilidade emergente também pode ser classificada nos ambientes naturais onde possuem características de maior fragilidade naturais em face as possíveis intervenções humanas (ROSS, 1994).

2.4 A relação da sociedade nos estudos ambientais integrados

Os fatores socioeconômicos, na conceituação de geossistema proposta por Sotchava e Bertrand como “ação antrópica”, são situados e compreendidos no mesmo nível de análise dos demais elementos naturais. Implica dizer, então, que existe uma perspectiva naturalizante dos condicionantes sociais, em que as alterações causadas pela sociedade são diluídas e encaradas como dinâmica natural, pois o homem é considerado como mais um elemento interrelacionado aos demais na dinâmica do geossistema (CLAUDINO SALES, 1993 apud Lima 2010).

A fragilidade encontrada naturalmente nos ambientes diante das intervenções humanas pode ser menor ou maior devido as suas características genéticas. A partir do desenvolvimento das sociedades os ambientes que se mantinham em equilíbrio natural passaram a ser alterados por essas intervenções do homem.

Segundo Ross (2006) é possível fazer um paralelo entre o avanço das explorações dos recursos naturais e o complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico da sociedade. A partir das revoluções tecno-científicas o homem transformado em ser social, o crescimento demográfico causa interferências no ambiente natural.

Fatores como industrialização, mecanização da agricultura e a monocultura, exploração dos recursos energéticos, petróleo, carvão, minério e recursos hídricos vem modificando severamente as paisagens e levando ao crescimento de processos degradacionais.

A partir de uma visão de planejamento ambiental e econômico do território, como uma bacia hidrográfica, é necessário que as intervenções e modificações humanas sejam analisadas e planejadas com a finalidade de ordenamento territorial, considerando as potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades naturais daquele território analisado (ROSS, 2006).

A sociedade passa a ser um forte agente modificador dos ambientes naturais assim como os agentes endógenos e exógenos. Essa ação humana ao apropriar –se dos recursos naturais geram modificações e impactos muito mais intensos e irreversíveis do que os normalmente produzidos pela natureza. Alterando os fluxos de matéria e energia e alterando o poder de resiliência do ambiente.

Por essas razões levantadas as sociedades não podem ser minimizadas dentro dos estudos ambientais voltados ao planejamento, como citado em Ross (2006, p.54) as sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos a natureza e aos ambientes onde

vivem e sim precisam ser entendidas como parte fundamental dessa dinâmica de fluxos que fazem funcionar o sistema.

Entretanto o que se observa em vários estudos de cunho integrado em análise ambiental é uma pobre descrição dos fatores econômicos, políticos, histórico de ocupação e tipologias de uso e ocupação da terra e que se apresentam como uma análise integrada para discutir sociedade – natureza.

Coelho (2001) fala que é imprescindível a importância das relações socioespaciais e como a sociedade se organiza naquele território para entender o modo de apropriação da natureza por essa sociedade para entender os arranjos da problemática ambiental. Pois a partir do entendimento econômico daquela sociedade é possível a compreensão de quem está em maior situação de vulnerabilidade ambiental, pois ele se mostra um fator fortemente ligado a economia.

Conforme Lima (2010), esses problemas levantados são essenciais para o desenvolvimento deste estudo, visto que os aspectos sociais que geram degradação estão ligados a desdobramentos políticos, economia e fatores culturais daquela sociedade. Com isso, a pesquisa irá conceber a teoria geossistêmica para analisar os sistemas ambientais, e integrando a sociedade como agente produtora e modificadora do espaço. Entendendo que o sistema econômico é combinado e desigual.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

Os procedimentos técnicos têm papel fundamental para se concretizar uma pesquisa, a partir da escolha da metodologia a ser adotada pelo pesquisador para se cumprir os objetivos traçados.

A revisão bibliográfica foi fundamental para a produção de todos os trabalhos científicos. A construção do arcabouço teórico-metodológico acerca da temática resulta na base para a discussão teórica e o caminho pelo qual o pesquisador deve seguir.

A linha teórico-metodológica presente nesse estudo é baseada na abordagem sistêmica, juntamente com a visão holística. Dessa forma proporcionando trabalhos de pesquisa ambientais integrados, através de um melhor entendimento das interdependências das relações entre sociedade x natureza em nível de estudos e análises de paisagens.

Um esquema holístico-investigativo permite reunir todos os processos integrantes do sistema, substituindo nesse momento da pesquisa a análise setorial, quebrando as barreiras formais entre os temas, desconsiderando-se as dualidades e priorizando a abordagem sintética e multicomposta da unidade em consideração – bacia hidrográfica (Nascimento, 2003).

Segundo Silva (1987) a visão holística permite reunir todos os processos e fatores que compõem o sistema, dessa maneira, não tornando o estudo uma colação de relatórios setorializados, isolados e sem interdependência. Juntamente com a análise sistêmica, onde são destacadas as relações de interdependência entre os elementos. Viabilizando as análises de inter-relações de causa e efeito para definir a capacidade de suporte do ambiente em face as ações antrópicas.

Os procedimentos escolhidos foram essenciais para atingir os objetivos e finalidades almejadas na pesquisa. De acordo com Souza (2000), Nascimento (2006) e Santos (2011) os procedimentos de abordagem geossistêmica somam-se em três etapas operacionais, sendo estas, analítica, sintética e integrativa.

- I. Analítica: coleta, armazenamento e tratamento dos dados geoambientais (geologia, geomorfologia, clima, solos, vegetação e recursos hídricos), para o diagnóstico geoambiental da área de estudo nos seus aspectos ambientais e socioeconômicos considerando suas inter-relações;
- II. Sintética: caracterização dos arranjos espaciais, os sistemas de uso e ocupação do solo através da caracterização e mapeamento dos agentes de pressão sobre o espaço. Desta forma foi possível estabelecer a

compartimentação do relevo integrando-o com os outros componentes ambientais, gerando a base para os sistemas ambientais.

Essa etapa resultou nos produtos cartográficos básicos e sintéticos, como:

- Mapa Básico;
- Mapa de Elevação;
- Mapa Geológico-Geomorfológico;
- Mapa de Associação de Solos;
- Mapa de Uso e Ocupação;
- Mapa de Fragilidade Ambiental;

- III. Integrada: Confrontação das potencialidades e limitações dos sistemas ambientais, com as organizações impostas pela sociedade e os problemas emergentes em face da ocupação e apropriação dos recursos naturais, para a elaboração de um zoneamento geoambiental.

Em face da complexidade dos processos relativos a cada etapa do presente estudo, é de fundamental importância a descrição minuciosa de alguns procedimentos relevantes.

3.1 Inventário

O inventário consiste em um sistema de informações que coleta, organiza e trata os dados e informações obtidos durante a pesquisa. Compreendendo as atividades de campo e escritório. O inventário pode ser dividido em duas partes: levantamento bibliográfica e tratamento dos dados cartográficos.

3.1.1 Levantamento Bibliográfico

Para a coleta de documentos e materiais cartográficos, foram realizadas visitas em algumas instituições e organizações governamentais, dentre as quais citamos: Biblioteca Central da Universidade Federal do Ceará (UFC) campus do Pici, Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação (LAPED – UFC), Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH – UFC), Laboratório de Geomorfologia Costeira (LAGECO – UFC). Instituições públicas como Gerência de Geodésia e Cartografia do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (GGC/IBGE), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

A etapa da revisão bibliográfica foi realizada durante toda a execução deste estudo, a começar pela realização do projeto de pesquisa para a seleção da vaga do mestrado no programa de pós-graduação em Geografia até a versão final entregue para a banca de avaliação. Foram pesquisadas fontes que tinham certa similaridade com o objeto de estudo e a problemática, gerando um arcabouço teórico-metodológico e embasamento conceitual. Os principais temas estudados foram: Geografia Física, Paisagem, Teoria Sistêmica, Análise Ambiental Integrada, Sociedade x Natureza, Geossistema, Fragilidade Ambiental, Zoneamento e Geotecnologias. Aliadas a bibliografia referente à aspectos históricos, socioeconômicos, demográficos e de infraestrutura. E leitura e fichamento de artigos e trabalhos relacionados a área de estudo. Essa base serviu para o entendimento dos componentes de forma integrada no espaço e as suas relações de interdependências e também na identificação e análise dos variados componentes ambientais que estão inseridos no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, tais como a geologia, geomorfologia, associação de solos, vegetação e uso e cobertura.

Quanto a análise dos recursos naturais, foram utilizados autores consagrados e anteriormente mencionados no Referencial Teórico, por exemplo: Sothava (1976), Bertrand (1969), Tricart (1977) e vários outros. No que tange as geotecnologias, foram utilizadas abordagens ligadas a sensoriamento remoto para interpretação e processamento de imagens, elementos cartográficos e o sistema de informações geográficas (SIG), para a aplicação e execução das técnicas cartográficas.

3.1.2 Levantamento Cartográfico

Os materiais cartográficos utilizados para a elaboração da base geocartográfica foram os seguintes:

- Divisão municipal do estado do Ceará em formato *shapefile*, elaborado pelo instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), 2010.
- Imagens do *The Advanced Land Observing Satellite (ALOS)*, *Phased Array L-band SAR (PALSAR)*, e disponibilizada por meio de *download alaska...* com resolução espacial de 12,5 m, datadas para a pesquisa em XXX

- Mapa Geológico Digital do estado do Ceará, da Companhia de Recursos Minerais (CPRM), na escala 1:500.000 e publicado em 2003.
- Mapa Geológico do projeto RADAMBRASIL em escala 1: 1.000.000, publicado em 1982.
- Mapa Geomorfológico do projeto RADAMBRASIL em escala 1: 1.000.000, publicado originalmente em 1982.
- Arquivos digitais em formato *shapefile* com a delimitação das bacias hidrográficas do estado do Ceará, na escala 1:100.000, disponibilizados pela Companhia de Gestão dos recursos Hídricos do Ceará (COGERH).
- Levantamento Aerofotogramétrico Polo Costa do Sol nas Escalas 1:100.000, 1:20.000 e 1:2.000. (IPECE, 2009);
- Mapa de solos do Brasil elaborada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), publicado pelo IBGE em 2001, escala 1: 5.000.000.

O material cartográfico digital apresentou-se em formatos originais diferentes (DWG, DGN, JPEG, KML e SHP), os arquivos vetoriais foram transformados em SHP e as imagens em Raster.tif

A base cartográfica e a produção da cartografia temática foram realizadas com técnicas de sensoriamento remoto e trabalho de campo, com o auxílio do receptor de navegação do sistema GPS (Global Position System). Durante os campos foi utilizado o GPS Garmin Etrex H, cedido pelo Laboratório de Cartografia (LABOCART – UFC) e ficha de campo para a caracterização do meio físico, os instrumentos de campo forneceram dados básicos à análise geoambiental, auxiliando no mapeamento, possibilitando melhor apreensão da realidade ambiental através do conhecimento da realidade terrestre.

A confecção do mapa hipsométrico foi realizada por meio de grade de triangulação (tin), com a ferramenta do software ArcGis versão 10.1. Utilizando como base as curvas de nível com equidistância de 5 metros.

As ortofotos utilizadas no estudo foram adquiridas georreferenciadas, precisando apenas gerar o mosaico das cenas, este processamento foi realizado pelo ArcTool Box do ArcGis. E a transformação do datum World Geodetic System (WGS84) para o SIRGAS2000, com sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

3.2 Trabalho de Campo

As atividades campo são de extrema importância para verificar a acurácia de todo o estudo que é realizado em escritório, como a realização dos objetivos e a verificação da realidade. O trabalho de campo começa com todo o seu planejamento de execução, precisa ser bem delimitado e elaborado para melhor aproveitamento e proporcionar a aquisição de dados com qualidade e precisão.

Dois campos foram realizados para: o primeiro para reconhecimento da área e verificar os limites da bacia hidrográfica estabelecidos em escritório e registro fotográficos, esse campo foi realizado no mês de abril de 2018, ou seja, no período chuvoso cearense (fevereiro – Maio). O segundo campo foi realizado no mês de novembro de 2018 para verificar e registrar a diferença da paisagem no período seco do ano. E verificar a acurácia dos mapas geológico-geomorfológico e associação de solos.

O terceiro campo foi realizado com o intuito dos registros dos diferentes tipos de uso e cobertura encontrados no interior da bacia hidrográfica. Foram realizados registros fotográficos e registro de pontos no dispositivo GPS.

Toda a área da bacia hidrográfica foi percorrida com o auxílio de carro alugado, câmera fotográfica, dispositivo GPS e fichas de campo elaboradas por SOUZA (2000) para levantamento dos aspectos ambientais da área, capacidade de suporte, degradação ambiental.

3.3 Produção dos Mapas

Os procedimentos para a geração dos mapas temáticos abaixo citados, assim como a análise de variáveis e as possíveis fontes que contribuíram para o desdobramento da dissertação, ocorreram da seguinte maneira:

1 Mapa Básico do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Aracatiaçu – foi gerado através das curvas de nível com equidistância de 5 metros cedidas pelo IPECE (2008) e juntamente com os limites das bacias hidrográficas do Ceará elaborados pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), que juntos deram suporte para a delimitação do baixo curso do Rio Aracatiaçu. E também a identificação dos rios, lagoas, açudes e riachos. Esses objetos foram posteriormente atualizados pelas imagens do Google Earth Pro e de ortofos com pixel de 3x3 metros e escala de 1:20.000.

2 Mapa de Geologia e Geomorfologia – No primeiro momento foram

identificadas as diferentes unidades geológicas, em seguida as unidades geomorfológicas e as feições de ambas com auxílio de bibliografia. Dentre elas: Brandão (1995), CPRM (2003), Souza (1988 e 2000), Projeto Radam Brasil (1981). Durante os trabalhos de campo foi possível verificar a acurácia dos dados levantados em escritório sobre a realidade terrestre. Na etapa de confecção do mapa foi utilizado como bases cartográficas o Mapa Geológico do Estado do Ceará (2003) e a Folha Itapipoca SA.24 - Y - D – II, escala 1:100.000, CPRM (2014). A geração do mapa hipsométrico com as curvas de nível com equidistância 5 metros foi fundamental para a delimitação das feições geomorfológicas, e confirmados pelas ortofotos e do Google Earth Pro 7.3.

O mapeamento geológico – geomorfológico é de suma importância na análise da bacia hidrográfica estudada.

Segundo Ross (1992) ao contrário dos outros mapas temáticos, os de geomorfologia carregam uma maior complexidade, consequência da dificuldade de retratar a realidade subjetiva das formas de relevo, dinâmica e gênese.

Os elementos naturais foram classificados, desta maneira, com apoio na relativa homogeneidade dos padrões espaciais, ou seja, das unidades de paisagem da área de estudo. Destaca-se que no Mapa Geológico-Geomorfológico, através das atividades de campo, foi difícil estabelecer uma separação das feições relacionadas à Depressão Sertaneja, de paragnaisse, com as formas dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, pertencentes ao Grupo Barreiras, de natureza deposicional, apenas um leve caimento em direção ao interior do estado e a diferenciação na associação de solos e vegetação.

Após a realização das estas etapas descritas, foram identificadas, caracterizadas, apresentadas as distribuições espaciais das respectivas áreas das diferentes unidades litoestratigráficas, indicando as diferentes litologias e aspectos cronológicos, a compartimentação das unidades geomorfológicas, feições geomorfológicas existentes no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Aracatiaçu, tornando possível a elaboração do mapa geológico e geomorfológico.

3 Mapa de Associação de Solos - O estudo das associações de solos, conteve sua bibliografia básica referente ao Levantamento Exploratório de Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, elaborado pela SUDENE (1974); além dos trabalhos de Souza (1998, 1997, 2000); Radam Brasil (1981); Brandão et al. (1995).

Para a elaboração do mapa, o procedimento foi o mesmo que no geológico –

geomorfológico, utilizando a carta de Jacomine (1974) e IBGE (2014) e junto com os materiais anteriormente produzidos e auxiliando, cartas hipsométricas, elevação. A partir desse material foi criada uma base desde a bibliografia até a construção do mapa nas identificações das classes de solo e suas associações.

4 Mapa de Uso e Ocupação - A análise aconteceu com base em trabalhos de campo com registros fotográficos e análise das ortofotos de 3 metros de resolução do IPECE (2008) de acordo com a escala de estudo e a utilização da ferramenta do *Google Earth Pro 7*.

A partir de mapeamento anteriormente realizados, pesquisa sobre o processo de ocupação do Município de Amontada e plano diretor municipal foi possível a realização do mapeamento e aferição em campo com auxílio do dispositivo *GPS*. O objetivo principal desse mapeamento foi especializar as principais atividades socioeconômicas desenvolvidas, bem como aquelas que podem estar sobrecarregando e impactando os recursos naturais. Os agentes produtores do espaço foram levados em consideração assim como as tipologias de uso e ocupação.

5 Mapa de Fragilidade Ambiental – nesse momento é demonstrado os procedimentos para a confecção do mapa de fragilidade ambiental e a sua aplicação na área de estudo. O seguinte mapa é baseado na metodologia desenvolvida por Ross (1994) que segundo o autor, o mapeamento da fragilidade ambiental é produto base para a compreensão dos graus de estabilidade e instabilidade dos sistemas e subsistemas ambientais e a sua capacidade de suporte. Ela passa por atividades de campo e escritório, passando por estudos de relevo, uso do solo e do clima. Com base nesses elementos são geradas cartografias temáticas e sintéticas.

4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACATIAÇU

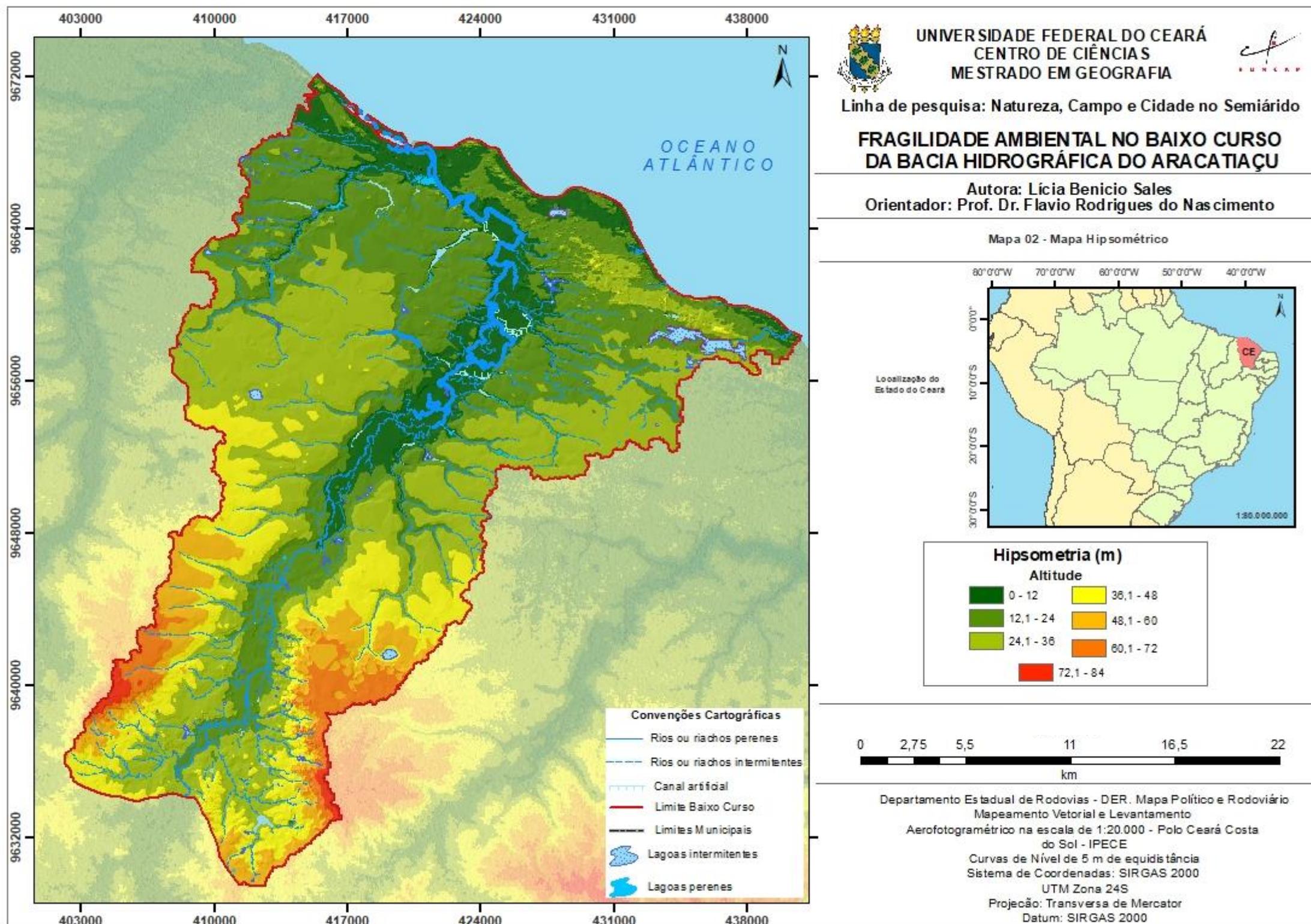
4.1 Caracterização dos aspectos físico-ambientais

Por ocupar uma área de 690,989 km², o baixo curso da bacia possui uma complexa variedade de sistemas e subsistemas ambientais que se compõem e se organizam de maneira interdependente, apresentando características naturais diferentes individualmente. Dessa maneira, são identificadas e mapeadas por formarem paisagens diferenciadas na área de estudo.

Esses sistemas e subsistemas são produzidos a partir da inter-relações de alguns componentes ambientais ligados ao suporte (geologia e geomorfologia), atmosféricos (clima e hidrologia) e a cobertura e uso e ocupação (associação de solos, vegetação, uso) e por estarem submetidos a constante troca de fluxo de matéria e energia.

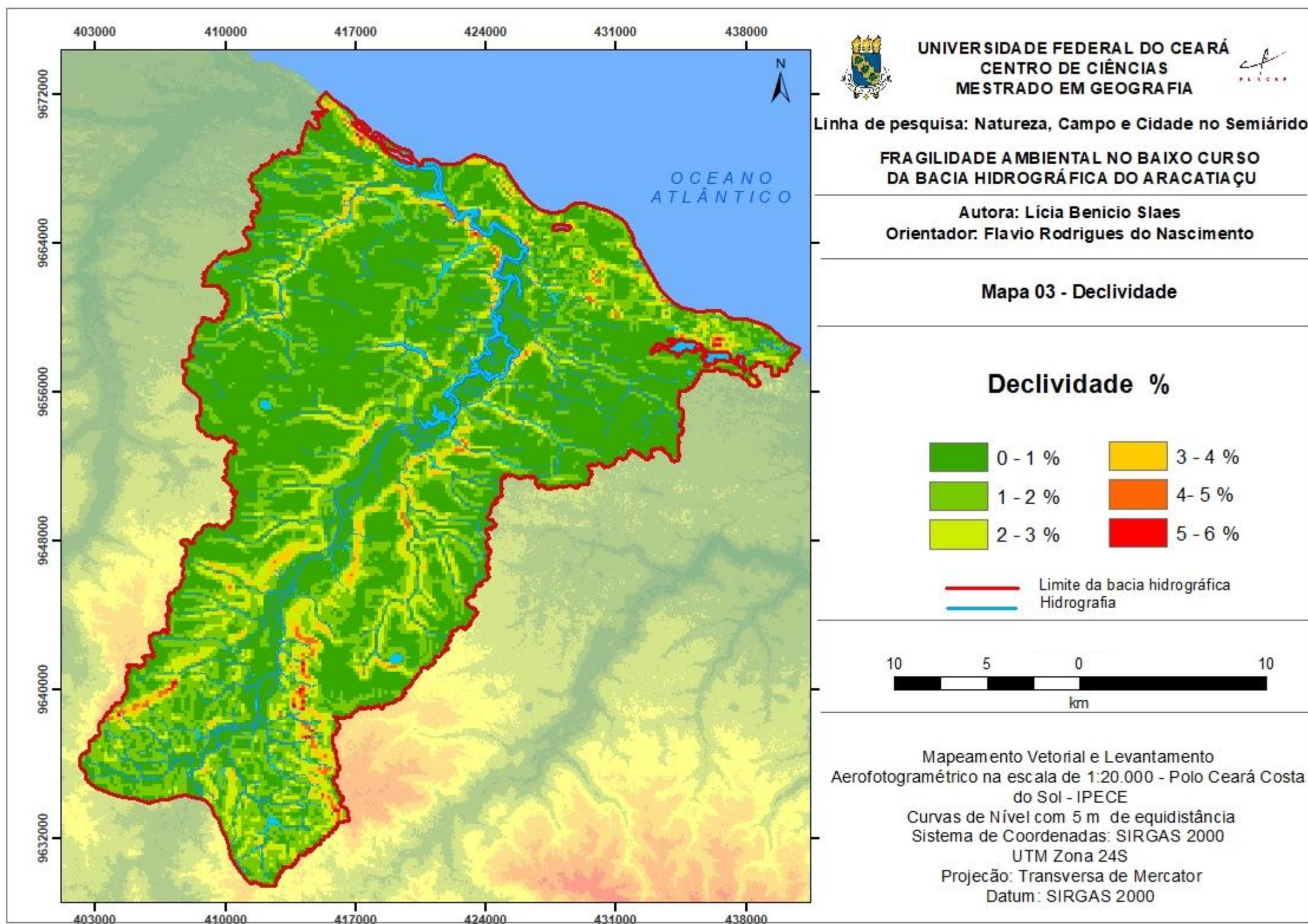
As condições físico-ambientais e de relevo do baixo curso da bacia hidrográfica não geram empecilhos para a ocupação, já que a maior parte da área de estudo está assentada sobre áreas relativamente estáveis do tabuleiro pré-litorâneos, onde não apresenta diferenças altimétrica, pequena declividade e com baixo poder de incisão do rio sobre o terreno, como podemos observar no mapa 02 – hipsométrico e no mapa 03 – declividade.

Mapa 2 – Mapa Hipsométrico do baixo curso do Rio Aracatiáçu



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Mapa 3 – Mapa de Declividade do baixo curso do Rio Aracatiaçu



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.1.1 *Geologia e Geomorfologia*

As características litológicas do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu apresentam uma forte conexão com as demais componentes ambientais com as formas de escoamento das águas da bacia, como a geomorfologia, a pedologia e a vegetação.

Os fatores litológicos configuram-se pelas diversas formas de relevo, com destaque para as superfícies de agradação, geradas a partir de processos morfoclimáticos atuais e pretéritos.

O baixo curso da bacia apresenta um quadro geológico caracterizado pelas unidades pré-cambriana do embasamento cristalino e das coberturas sedimentares cenozoicas (neogenica e quaternária). Ocorre em maior proporção na área de estudo os depósitos sedimentares, subcompartimentados em: Planície Litorânea, caracterizado pelos campos de dunas, planície flúvio marinhas e faixa de praia; Planície de acumulação fluvial, representados pela planície fluvial, lacustre e área de acumulações inundáveis e Sedimentos neogenico da Formação Barreiras (tabuleiros pré-litorâneos).

Na porção sul do baixo curso, foi identificado Litologicamente o embasamento cristalino composto pela depressão sertaneja, com predomínio dos migmatitos e granitoides.

Este levantamento foi realizado baseado nos estudos de Souza (1988, 2000), Brandão et al. (1995), Atlas Geológico da CPRM (2003), Radam Brasil (1981) e o Zoneamento Ecológico - Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará – ZEE (2013).

Os depósitos aluviais são constituídos por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas / fluvial, em parte com influência marinha. Recebem a nomenclatura de Q2a segundo CPRM (2003), são datados do Cenozoico e do período quaternário.

Os depósitos fluviomarinhas e marinhas correspondem as vasas escuras nas áreas de mangue, areias de praias e recifes areníticos (cordões de *beach rocks*), pelitos arenosos, carbonosos ou carbonáticos. Recebem a nomenclatura de Q2m e estão localizados próximos ao vale do rio.

Os depósitos eólicos litorâneos; inclui, localmente, sedimentos fluviomarinhas : areias esbranquiçadas, quartzosas, de granulometria variável, bem classificadas, em corpos maciços ou com partes exibindo arranjos estratiformes, onde ocorrem leitos mais escuros com concentrações de minerais pesados (somam-se níveis de cascalhos e outros com marcante estratificação cruzada, além de fácies com fragmentos de matéria orgânica), areias de

granulação fina a média, raramente siltosas, quartzosas ou quartzofeldspáticas, bem selecionadas, de tonalidades cinza-clara e alaranjada no topo, e avermelhadas na base. São representados no mapa de Cavalcante (2003) com a nomenclatura Q2e e Qd e estão localizados na porção norte da bacia em todo o litoral da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu a retaguarda da faixa de praia.

A formação Barreiras está distribuída de maneira contínua paralelamente a linha de costa do Ceará, é composta por um pacote de sedimentos areno-argiloso, pouco litificado, de coloração creme amarela ou vermelha com granulometria variando de média a fina, apresentando variação dos níveis conglomeráticos e lateríticos segundo Souza (2000). Os efeitos da lixiviação são constatados em maior quantidade próximo ao litoral, justificados pelos baixos percentuais das frações finas, apresentam simbologia ENb. A feição de maior proporção no baixo curso da bacia é a Formação Barreiras, que se localizam na retaguarda dos sedimentos eólicos ao norte e até o encontro com o embasamento cristalino ao sul da bacia (Cavalcante, 2003).

Também é constatado a presença no baixo curso do Complexo Ceará – Unidade Canindé. Esta unidade apresenta na sua litologia: Paragnaisse, ortognaisse, metacalcários com nomenclatura PPcc que são formados de Paragnaisse em níveis distintos de metamorfismo – migmatização, identificados na porção sul da bacia (CPRM, 2003).

Partindo para a geomorfologia, Souza (1988, 2000) ao identificar e classificar o relevo cearense, reforça que estudar as formas de relevo é indispensável para entender os processos exógenos e endógenos que ocorrem no ambiente, e como as formas de relevo diferenciadas refletem nas diversas atividades antrópicas realizadas e condicionadas pelo relevo.

O modelado cearense foi estudado a partir de um imbricado e complexo cenário de formas diferenciadas. Foram considerados nesse estudo as estruturas geológicas, os fatores paleoclimáticos e eustáticos e dinâmica morfogenética.

Souza (2000) elaborou uma complexa classificação morfoestrutural para o Estado do Ceará e as representou como formas de acumulação estruturais e erosivas (dissecadas e conservadas).

Baseado nessa concepção, o baixo curso do rio Aracatiaçu está inserido no domínio dos depósitos sedimentares cenozoicos (planície fluvial, planície fluviomarina, tabuleiro pré-litorâneo, planície litorânea, planície lacustre) e do domínio dos escudos antigos (depressões sertanejas).

A planície litorânea apresenta sedimentos arenoquartzozos com perspectivas morfológicas diferentes, gerando relevos com formas de praias, dunas móveis, dunas fixas e paleodunas. Os sedimentos acumulados são recentes datados do Quaternário que recobrem de maneira discordante sobre a Formação Barreiras. Apresenta um modelado predominantemente plano e suave ondulado e ondulado no campo de dunas, os aspectos da morfologia costeira estão relacionados aos processos de acumulação e deposição da carga aluvial dos rios de maior competência e das oscilações dos níveis eustáticos do mar (MEIRELLES, 2012).

Conforme Brandão (1995) a faixa de praia são grandes depósitos de sedimentos arenosos não consolidados de natureza litológica quartzosa, resto de conchas e cascalhos e minerais pesados e que foram depositados ao longo dos anos na linha de costa por processos marinhos e continentais, localizados em posição paralela a linha de costa. A faixa de praia é limitada pela maré baixa e pelos campos de dunas. A figura 1 traz a faixa de praia da praia do distrito de Moitas em Amontada.

Figura 1 – Faixa de praia em Moitas - Amontada



Fonte: A autoria própria (2019).

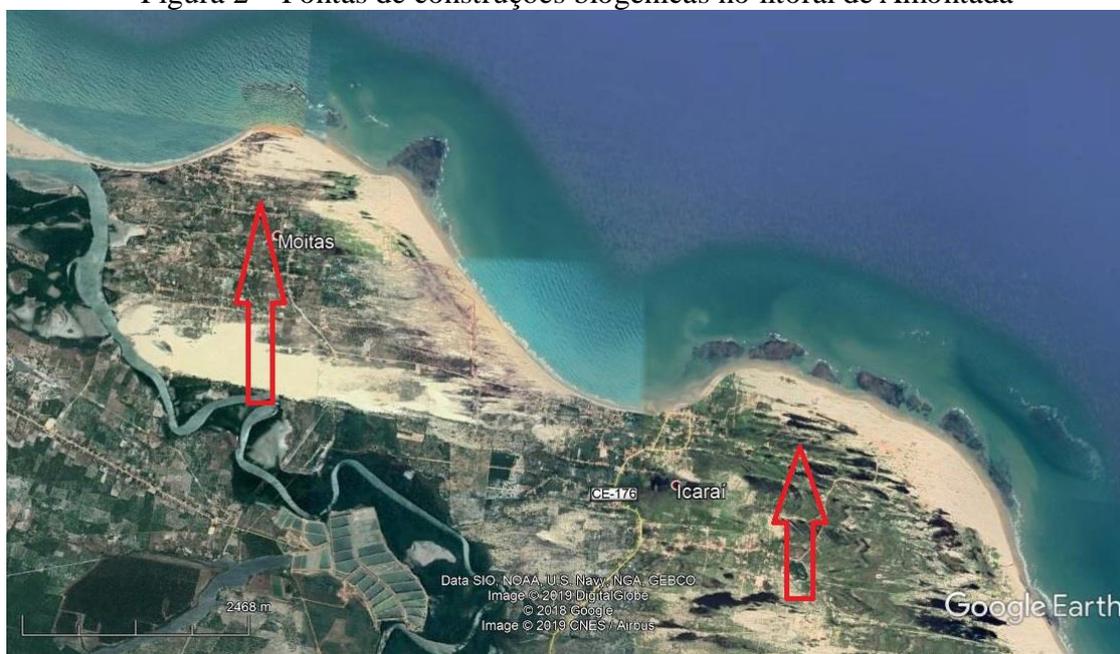
O litoral da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu é formado por promontórios e uma enseada ou baía conforme Claudino-Sales e Carvalho (2014, p.579)

Pontas litorâneas são acidentes geográficos que podem ser caracterizados como massas de terras que adentram no mar, e ocorrem onde existem afloramentos de rochas mais resistentes na linha de costa. Normalmente são feições delimitadas a sotamar por embaiamentos dos tipos enseada ou baías, as quais são escavadas com em materiais menos resistentes.

Segundos os autores mencionados, foram identificadas no litoral cearense 19 pontas nos seus 577 km de extensão. Diferenciam-se em tamanho, material de origem e aporte de sedimentos. As pontas podem ser de origem metamórficas pré-cambrianas, rochas sedimentares cretáceas e cenozoicas e construções biogênicas. No caso do litoral de Amontada os promontórios são sustentados a partir das construções biogênicas, essas construções representam antigos recifes de ostras incrustadas e pequenos corais (CARVALHO, 2003).

A figura 2 a seguir é uma imagem do *Software* Google Earth Pro pois a visualização das construções biogênicas estava de maior qualidade do que na imagem de fotografia aérea do projeto Costa do Sol Poente.

Figura 2 – Pontas de construções biogênicas no litoral de Amontada



Fonte: Google Earth Pro (2019).

Os campos de dunas são formados pela ação da deflação e acumulação eólica e geram um cordão contínuo localizados a retaguarda da faixa de praia e se estendem até os tabuleiros pré-litorâneos, são interrompidos pelas planícies fluviais e planície fluviomarinhas e estão sobrepostos a uma litologia mais antiga do que a sua. São identificadas como dunas móveis, dunas fixas e Paleodunas apresentando características e gerações diferentes. Baseados em Brandão (1995), Maia (1998), Meirelles (2012), Mesquita et al. (2016) e Carvalho (2000) foi caracterizado o campo de dunas da área de estudo.

Para Brandão (1995) as Paleodunas (primeira geração), são também reconhecidas como edafizadas, estão em contato direto com a Formação Barreiras, possuem uma coloração de areia com tons amarelados, alaranjados e acinzentados de composição quartzosas,

granulação fina a média. Apresentam sedimentos inconsolidados pobremente compactados, com estratificação plano – paralela e cruzada. Geralmente recobertas por uma vegetação pioneira e por vegetação arbustiva – arbórea, com potencial para deter os efeitos da deflação eólica.

A segunda geração é composta por dunas parabólicas de granulação de média a fina e sedimentos inconsolidados, capeadas por vegetação de baixo porte.

A terceira geração de dunas segundo Mesquita et al. (2016), são representados pelos eolianitos. Eles são encontrados em vários pontos da faixa costeira oeste do Ceará, são constituídos de arenitos quartzosos cimentados por carbonatos de cálcio e com bioclásticos carbonáticos e sinais de bioturbação.

Conforme Mesquita et al. (2016, p.785 apud CARVALHO, 2008) sobre os campos de eolianitos,

Os depósitos dos eolianitos expõem estruturas deposicionais, estratificação cruzada de grandes expressões. Os Eolianitos geram informações sobre o sistema deposicional eólico e as condições climáticas e morfodinâmicas do ambiente costeiro existente à época de sua formação.

Figura 3 – Campo de Eolianitos entre Moitas e Icaraí em Amontada



Fonte: Aatoria própria (2018).

Dunas móveis representam a quarta geração, possuem uma coloração esbranquiçadas, são identificadas principalmente pela ausência ou fixação parcial de vegetação o que justifica a intensa migração de sedimentos por meio do transporte eólico. Apresentam formas geralmente longitudinais e barcanas (meia lua) com declives suaves a barlavento e

maiores inclinações a sotavento. A figura 4 representa duas dunas de gerações diferentes classificadas na bacia hidrográfica, primeira geração e segunda geração com processo de edafização.

Figura 4 – Campo de Dunas Encontradas na Bacia Hidrográfica



Fonte: Autoria própria (2019).

A planície fluvio-marinha do rio Aracatiaçu se desenvolve na sua desembocadura, ocupando uma área de 13,39 km². Sua origem é resultado da oscilação das marés e as águas do rio. Está localizada entre o distrito de Moitas no município de Amontada e Patos no município de Itarema. A influência da água salgada como da água doce propicia a deposição de material argiloso, escuro e lamacento, proporcionando o crescimento do manguezal por toda a extensão que alcança essa interação das marés com a água doce. No caso do rio Aracatiaçu essa interação e presença de mangue se estendo por aproximadamente 10 km.

Como exemplo da figura x que nos mostra a desembocadura do rio Aracatiaçu no distrito de Moitas.

Figura 5 – Planície Fluviomarinha do rio Aracatiaçu



Fonte: Autoria própria (2018).

Planície fluvial segundo Souza (2000) são as formas mais características de acumulação decorrente da ação fluvial. Possuem boa disponibilidade hídrica, seguem longitudinalmente os rios, a montante possuem larguras inexpressivas, à medida que descemos para a jusante nos baixos cursos no entalhamento dos tabuleiros pré-litorâneos a deposição dos sedimentos aluviais.

Para Carvalho (2000) na planície fluvial do rio Aracatiaçu pode-se observar a formas típicas de ação mecânica, depositando e erodindo os canais, criando meandros e superfícies propicias à inundação como mostra a figura 6 a seguir.

Figura 6 – Imagens da planície fluvial do rio Aracatiaçu



Fonte: Autoria própria (2019).

Os tabuleiros pré-litorâneos correspondem como a maior área da Bacia Hidrográfica com 447,26 km². Segundo Souza (2000) estão localizados à retaguarda do campo de dunas e se estendem sem rupturas topográficas até o contato com a depressão sertaneja. Apresentam um relevo plano, rampeado com leve inclinação em direção ao litoral, com níveis altimétricos médio de 80 metros, em alguns setores apresentam-se suavemente ondulados justificados pelos interflúvios tabuliformes. Apresenta declives variáveis entre 1 – 2 %, conseqüentemente a drenagem possui um fluxo lento, refletindo na baixa capacidade de incisão linear do rio e seus afluentes. Na Figura –x a seguir podemos ver imagens da formação barreiras na bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.

Figura 7 – Formação barreiras no tabuleiro pré-litorâneo



Fonte: Autoria própria (2018).

Após a suave descida para o sul do tabuleiro pré-litorâneo apresenta-se a depressão sertaneja com uma área de 106 km². Segundo Souza (2000) é caracterizada por uma topografia plana ou suave ondulada, com feições conservadas, superfície de aplainamento, constituído de extensa rampa de pedimentos. Está sujeita a maior parte do ano às deficiências hídricas do clima semiárido e apresenta um padrão de drenagem dendrítico. Os relevos são esculpidos em rochas onde predominam os migmatitos e granitoides como na figura 8 a seguir.

Figura 8 – Afloramentos rochosos na depressão sertaneja



Fonte: Autoria própria (2018).

Para sintetizar as informações discutidas nesta sessão, o quadro 2 representando as seis unidades litoestratigráficas, unidades geomorfológicas e feições geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.

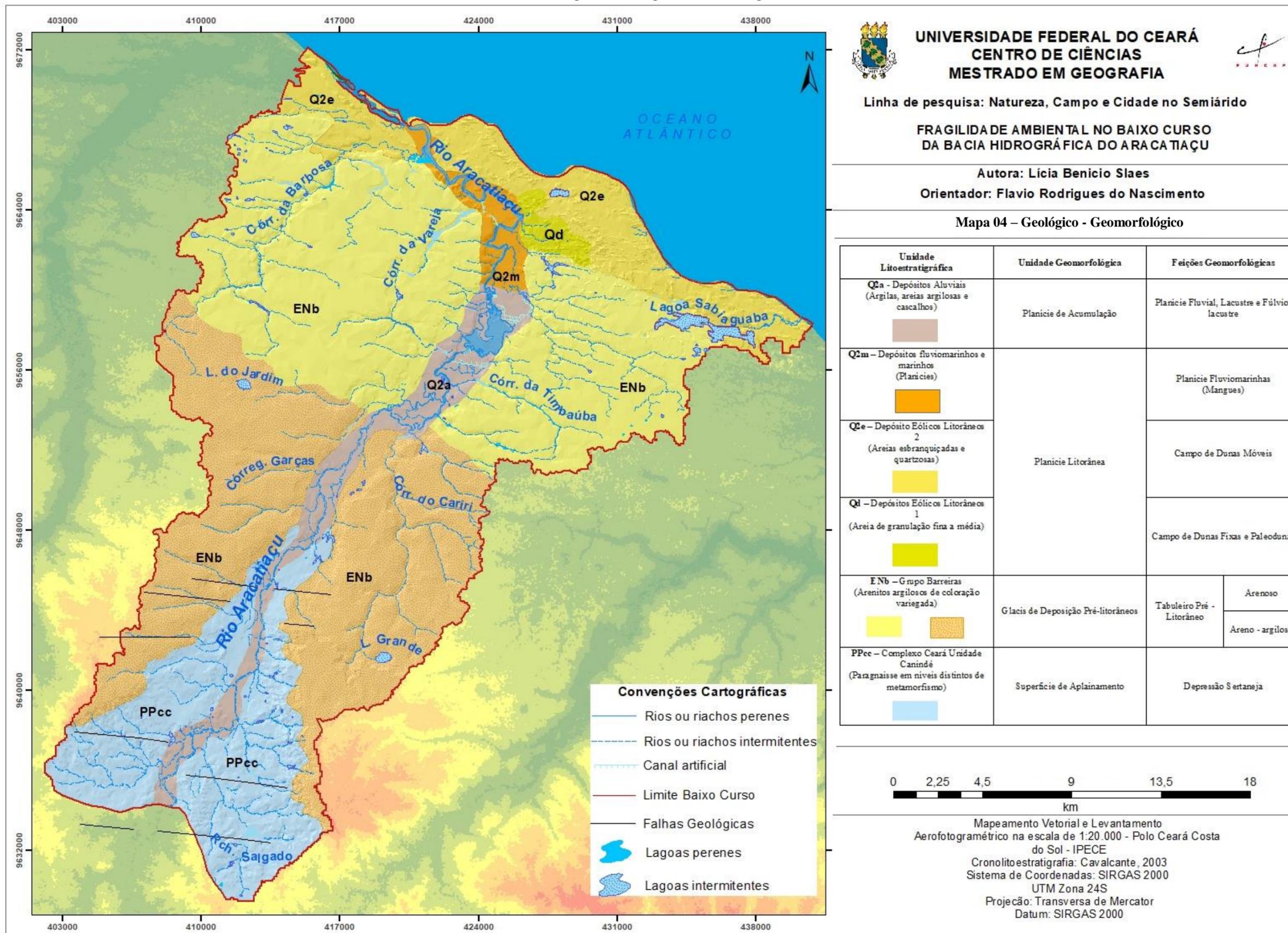
Quadro 2 – Síntese das condições Litoestratigráfica e padrões de forma de relevo

Unidade Litoestratigráfica	Unidade Geomorfológica	Feições Geomorfológicas	Área Km²
Q2a – Sedimentos Aluviais holocênicos	Planície de Acumulação	Planície Fluvial, Lacustre e Fúlvio-lacustre	43 km ²
Q2m – Depósitos fluviomarinhas e marinhos Sedimentos areno-argilosos holocênicos	Planície Litorânea	Planície Fluviomarinhas (Mangues)	13 km ²
Q2e – Depósito Eólicos Litorâneos 2 (Areias esbranquiçadas e quartzosas)		Campo de Dunas Móveis	66 km ²

Qd – Depósitos Eólicos Litorâneos 1 (Areia de granulação fina a média)		Campo de Dunas Fixas e Paleodunas	7 km ²
ENb – Grupo Barreiras (Arenitos argilosos de coloração variegada) Sedimentos plio-pleistoceno	Glacis de Deposição Pré-litorâneos	Tabuleiro Pré - Litorâneo	446 km ²
PPcc – Complexo Ceará Unidade Canindé (Paragnaisse em níveis distintos de metamorfismo)	Superfície de Aplainamento	Depressão Sertaneja	106 km ²

Fonte: Brandão et.al (1995), Cavalcante (2003) e Souza (2000).

Mapa 4 – Geológico-Geomorfológico



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.1.2 Condições Climáticas e Hidrológicas

Obter conhecimento e entendimento dos eventos atmosféricos e as suas inferências proporciona um aporte necessário para as políticas de planejamento, recursos naturais e econômicos de um local, gerando parâmetros para a efetivação de programas de execução de planejamento e prevenções de eventos extremos.

Para Zanella (2007), a análise das condições climáticas de uma região são de extrema relevância, pois o clima interfere nos processos geomorfológicos, no regime dos rios, nos processos de formação dos solos, disponibilidade e acesso a água para as sociedades e na distribuição da cobertura vegetal.

A região nordeste do Brasil apresenta uma complexa condição hidroclimática influenciada por diversos fatores. Segundo Ab'Saber (1974) o território cearense está inserido em uma área de climas semiárido quente, apresenta um clima peculiar em relação à outras partes do globo com mesma latitude, trata-se de um clima de posição azonal e de expressão regional. Apresenta irregularidades pluviométricas temporo-espaciais, apresentando regime tropical com período concentrado de chuvas em determinada fase do ano e de estiagem no segundo período do ano.

O baixo curso do rio Aracatiaçu está inserido em um território influenciado pela dinâmica de sistemas atmosféricos que atuam local e regionalmente. Segundo Ferreira e Melo (2005), Zanella (2007), FUNCEME (2013) esses sistemas são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), El Niño – Oscilação Sul (ENOS); Temperatura de superfície do mar (TSM) na Bacia do Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao nível do Mar (PNM), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Frentes Frias, Linhas de Instabilidade, Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Brisa Marítima e Terrestre.

A ZCIT, conforme Ferreira e Melo (2005) é uma banda de nuvens que acompanha o equador térmico do globo terrestre, formada basicamente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte e do hemisfério sul, em baixos níveis, baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar e grande quantidade de atividade convectiva e precipitação. É o fator meteorológico de maior importância na determinação do quão abundante serão as chuvas na porção norte do Nordeste do Brasil. A ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte de 12°N, nos meses de agosto e setembro e aproximadamente 4°S entre março e abril.

Segundo Marino e Luhgeur (2007), o regime térmico do baixo curso é caracterizado por altas temperaturas e reduzidas amplitudes térmicas, mesmo no baixo curso

apresentando diferentes sistemas ambientais com dinâmica litoral – sertão. A amplitude térmica variando em torno de 3°C, com temperatura média entre 26° e 27°C. Ainda segundo os autores, observa-se uma ciclicidade quanto ao regime pluviométrico da região, o período chuvoso tem início em janeiro, tomando proporções nos meses de fevereiro a março. As figuras 9 e 10, mostram diferenças na paisagem no mesmo local em meses do ano diferente.

O padrão de drenagem da bacia é subparalelo, e próximo a foz do rio Aracatiaçu essa drenagem passa a tomar forma de um padrão anastomosado, justificado pela baixa declividade dessa porção do baixo curso, diminuindo o poder de incisão do rio sobre o tabuleiro pré-litorâneo e a planície fluviomarinha, e também pela presença do campo de dunas, fazendo com que o canal fluvial se desloque em razão dos fluxos dos sedimentos.

Figura 9 – Passagem molhada sobre o rio Aracatiaçu em abril de 2018



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 10 – Passagem Molhada sobre o rio Aracatiaçu em novembro 2018



Fonte: Autoria própria (2018).

Nota-se que os recursos hídricos do baixo curso do Aracatiaçu estão fortemente relacionados com os aspectos geoambientais que compõem a área de estudo. Sendo a água uma fonte essencial para a continuidade da vida na Terra, ela também é responsável por fatores como: a organização do espaço, estruturação política, econômica, social e cultural do espaço geográfico e primordial para a dinâmica dos processos físicos-naturais em sistemas ambientais como a bacia hidrográfica (SAMPAIO, 2007). A água é o componente integrados dos sistemas dentro da organização da bacia hidrográfica.

Diferente do que acontece no médio curso do rio Aracatiaçu como mostra em Lourenço (2013), com a presença de quatro açudes e uma barragem, a drenagem do baixo curso não proporcionou a construção de barragens e açudes como pode-se observar no médio curso.

Análise dos parâmetros climáticos

O balanço hídrico é uma variável relevante na análise de qualquer ambiente, seja tanto em condições climáticas úmidas ou secas. Mediante o balanço de água que entra e sai é possível estabelecer o período por qual sistema hidroclimático local se distribui e dessa forma estipular melhor suas potencialidades e limitações.

Segundo, Sentelhas e Angelocci (2009) ao analisar o balanço hídrico salientam que este nada mais é do que o cômputo das entradas e saídas de água de um sistema, onde várias escalas espaciais podem ser consideradas para se chegar ao resultado do balanço hídrico.

O balanço hídrico climatológico foi criado primeiramente com o objetivo de se classificar o clima de uma região, de modo que tem sua base nos estudos de Thornthwaite na década de 1940. (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2009).

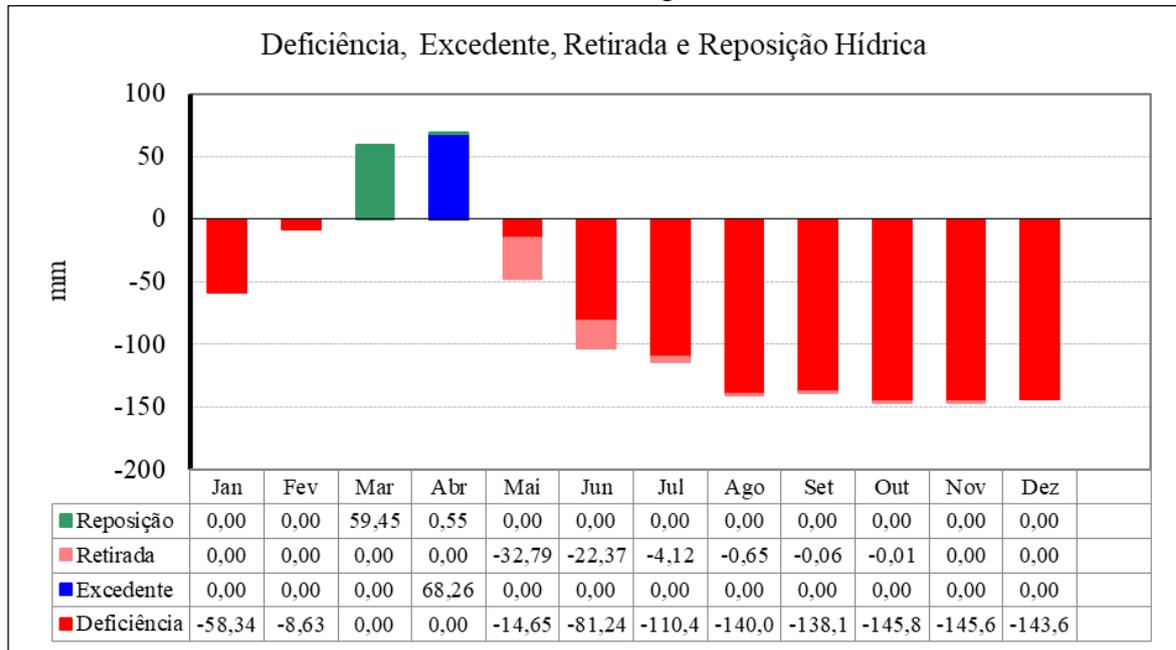
Para Lima e Santos (2009) observam que o balanço hídrico como unidade de gerenciamento, propicia categorizar o clima de uma região, implementar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e de necessidade hídrica no solo, colaborando no gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

O balanço hídrico foi efetivado com a manipulação dos dados de: precipitação, temperatura, latitude e a capacidade disponível de água no solo (CAD), que para os parâmetros físico-hídricos do mosaico de solos que compõem a bacia hidrográfica ficou estipulado em 60 mm. O cálculo do balanço hídrico foi realizado através da planilha do DCE-ESALQ/USP, desenvolvida por Rolim e Sentelhas. A partir dos dados coletados da estação de meteorológica de Amontada (339000) monitorada pela Agencia Nacional das Águas (ANA) em uma série histórica de 30 anos, de 1989 a 2018.

Como fica claro nas figuras 9 e 10, a partir da análise dos gráficos fica nítido a concentração de chuvas nos primeiros meses do ano, ocasionado pelo principal sistema atmosférico gerador de chuvas no estado do Ceará a ZCIT e por alguns sistemas secundários de menor expressão.

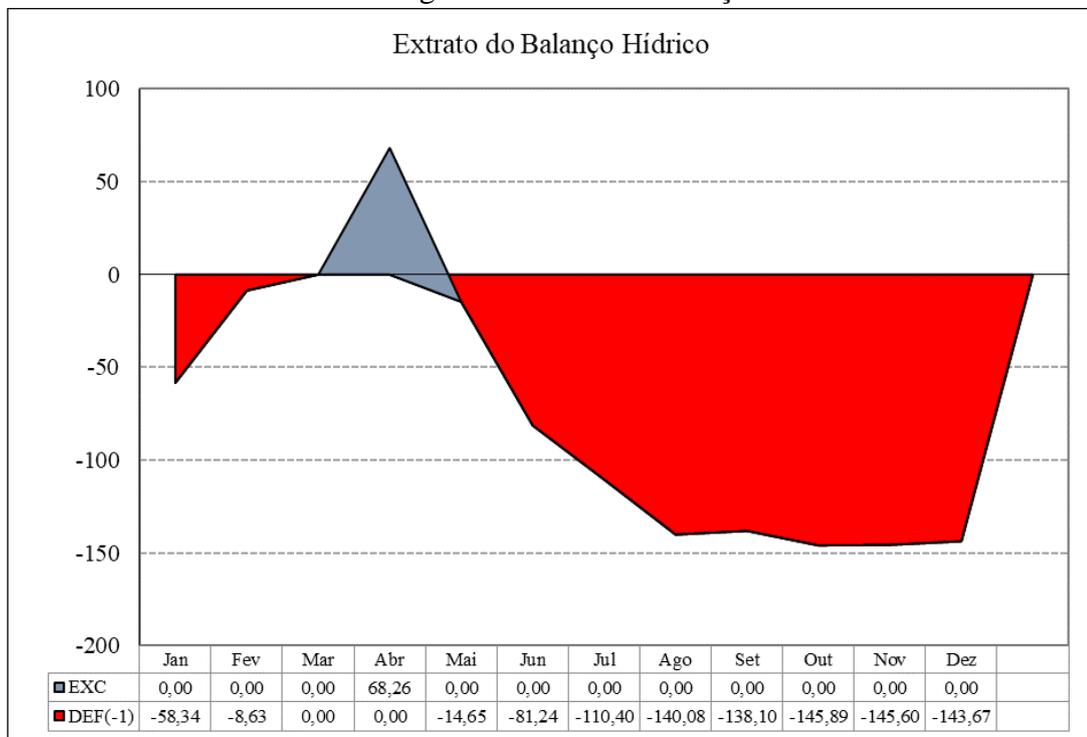
Na estação de Amontada há apenas um mês com excesso hídrico (abril) e chegando apenas a 68,26 mm. E onze meses em déficit hídrico, chegando a 145,89 mm no mês de outubro, totalizando um déficit de 986,6 mm.

Gráfico 1 – Posto Meteorológico de Amontada



Fonte: Lícia Benício Sales (2019), pesquisa direta.

Gráfico 2 – Excesso e Déficit hídrico médio para as estações climatológicas da Bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu



Fonte: Lícia Benício Sales (2019), pesquisa direta.

4.1.3 Associação de Solos

A origem e evolução morfopedológica está associada a fatores que refletem as características dos condicionantes litológicos, climáticos e de relevo ao longo dos tempos, elas formam uma ferramenta importante na análise integrada do ambiente.

Segundo Pereira e Silva (2007), os solos podem ser considerados unidades naturais que sustentam as plantas, possuem características únicas, cuja origem e evolução desse solo em determinado lugar vai depender de uma ação conjunta do clima, umidade, material de origem, organismos vivos, relevo e tempo que compõem os fatores de formação dos solos. Ainda segundo os autores, os tipos de solos encontrados no Ceará são diversos e complexos, a atuação do intemperismo físico é constante.

Os solos encontrados na bacia (mapa 5 Associação de Solos) apresentam diferenciação quanto a tipologia, classes de solos e área representativa. Com base em trabalhos e relatórios feitos no Ceará (JACOMINE, 1973, SOUZA 2000, IBGE, 2014.) Foi possível a realização de um mapeamento das associações de solos encontradas no perímetro da bacia e em seguida o Mapa de associação de solos.

Neossolo Quartzarênico

São solos arenosos, em geral profundos, pouco desenvolvidos, alta permeabilidade e baixa fertilidade natural. São solos distróficos (ácidos com baixa saturação por base), possuem coloração amarelo esbranquiçado, possuem pouco nutrientes para plantas. Possuem sequência de horizontes A-C, possuem fração areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo. São comumente classificados na planície litorânea nos tabuleiros da Formação Barreiras.

Na planície litorânea estão associados a alguns setores da faixa de praia e campo de dunas, em alguns setores pode-se observar a ocorrência de pedogênese com a presença da fixação do complexo vegetacional litorâneo.

Nos tabuleiros encontra-se associado com Argissolos vermelho – Amarelo. Sua origem está relacionada ao retrabalhamento dos sedimentos da formação barreiras através de lixiviação ou sedimentos eólicos. Com coloração variando de vermelha a branca, são solos profundos, muito drenados e com baixo teor de argila e muito ácido. Possui textura arenosa e baixa fertilidade natural. Na bacia estão localizados na porção norte, onde encontra-se uma grande fazenda de coco, COHIBRA.

Segundo Fernandes (1998), este solo é coberto pela unidade fitoecológica Fruticeto

Estacional Semicaducifólio Escleromesomórfico (Vegetação de Tabuleiro).

Argissolo Vermelho – Amarelo

Os argissolos Vermelho – Amarelo podem ser de dois tipos, eutróficos e distróficos. Ocorrem nos tabuleiros pré-litorâneos e em áreas de transição entre o tabuleiro e a depressão sertaneja. Possui textura média a argilosa, bem drenados com acidez elevada, apresenta uma coloração podendo variar do bruno aos tons de vermelho, baixa fertilidade natural. O complexo vegetacional é a mata de tabuleiro que se apresenta intensamente descaracterizada com porte arbustivo ou arbóreo/arbustivo.

Espécies comuns: *Anacardium occidentale* (cajuero), *Byrsonima crassifolia* (Murici), *Commiphora leptophoeos* (imburana) entre outras.

Planossolo Nátrico e Háptico

São solos com horizonte plânico com caráter sódico imediatamente abaixo de um horizonte A ou E.

São solos com elevada saturação de sódio, imperfeitamente a mal drenados, com problemas de encharcamento temporário na quadra chuvosa e fendilhamento no período seco. Tem como fator limitante o excesso de acúmulo de água e salinidade, tem origem em rochas do embasamento Pré-Cambriano e também podem ser provenientes de sedimentos argilosos e siltosos do Holoceno. Elevada susceptibilidade a erosão.

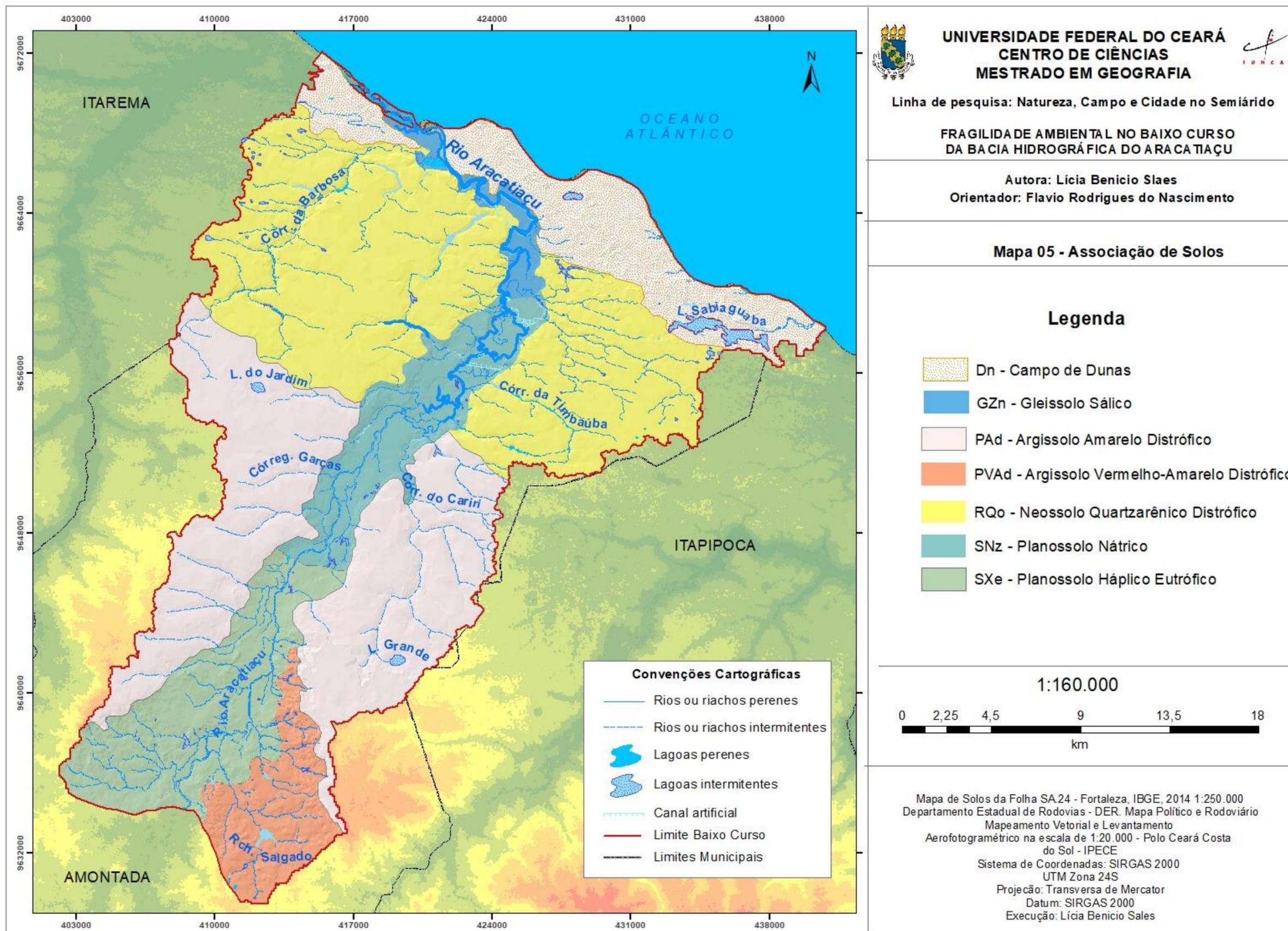
Conforme Fernandes (1998), o complexo vegetal da depressão sertaneja com a presença de Arboreto Climático Estacional Caducifólio Xerofílico (caatinga arbórea) e o Frutíceto Estacional Caducifólio Xerofílico (caatinga arbustiva).

A vegetação de várzea, Arboreto Edáfico Fluvial apresenta composição mista, constituída de palmáceas. A *Copernicia Prunifera* (carnaúba) segundo Fernandes (1998) é uma planta endêmica do Nordeste do Brasil.

Gleissolos

São solos constituídos por material mineral com horizonte glei nos primeiros 50 cm da superfície do solo. Textura areia ou areia franca em todos os horizontes. São halomórficos podem ser submersos ou somente na preamar, mal drenados, podem apresentar sulfato e/ou enxofre. Coloração escura, não são bem desenvolvidos e apresentam características típicas de gleyzação. Estão localizados nas áreas da planície fluvio-marinha no rio Aracatiaçu, na

desembocadura do rio com o mar, entre a praia de Moitas e Patos na porção norte da bacia. Segundo Fernandes (1998) o Arboreto Edáfico Marino-limoso é a vegetação da planície fluviomarina. O mangue é caracterizado por apresentar uma densa vegetação, constantemente verde, grande desenvolvimento superficial, resistentes a salinidade dos solos e a sazonalidade das marés.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5 CONTEXTO HISTÓRICO, ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO BAIXO CURSO DA BACIA DO RIO ARACATIAÇU – O MUNICÍPIO DE AMONTADA

Para a compreensão da totalidade dos estudos de bacias hidrográficas como unidades de análise de planejamento e gestão ambiental, é de suma importância a realização além dos estudos dos componentes ambientais, a aquisição de dados socioeconômicos sobre o objeto de estudo.

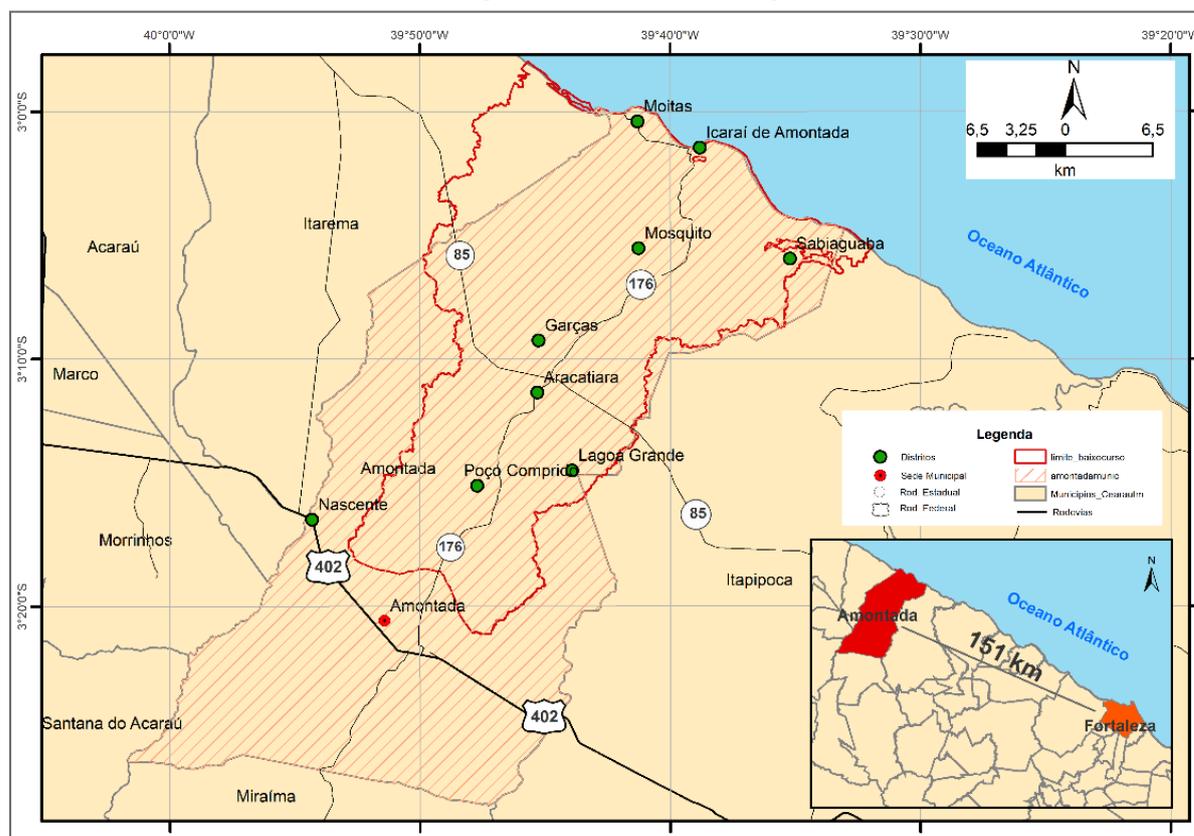
Dessa maneira, para uma efetiva caracterização socioeconômica da bacia hidrográfica, optamos por focar a análise no município de Amontada, pois 88,7% da área do seu território (613,295 km² do total de 1.179,59 km²) está inserido no baixo curso, em relação aos outros municípios que integram o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, Itarema possui 9,97% de sua área (68.954 km² do total de 715.978 km²) e Itapipoca com apenas 0,842% (5,819 km² de seus 1.603,864 km²) de área inserida no baixo curso.

Além do fato do município de Amontada ter a maior expressão na bacia hidrográfica, outro fator que foi levado em consideração para escolha do município como amostra socioeconômica, foi o fato do crescimento do número de veículos no litoral Oeste do Ceará após a construção da rodovia CE – 085, via estruturante, Costa do sol Poente. A circulação de pessoas e

Nessa perspectiva, o presente capítulo reconstitui o processo histórico de ocupação do estado do Ceará, as primeiras atividades econômicas, a contextualização da bacia hidrográfica do Aracatiaçu como lugar de descanso para o gado que era a principal atividade econômica do início do povoamento do estado, os principais tipos de uso e apropriação da natureza pela sociedade, a infraestrutura do município e políticas públicas.

A seguir, a figura 11 com o mapa de localização do município de Amontada em referência a delimitação do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.

Figura 11 – Localização do município de Amontada em relação ao baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Aracatiaçu



Fonte: Autoria própria (2019).

5.1 Breve histórico de ocupação

O processo de ocupação e colonização do nordeste brasileiro pelos europeus aconteceu em duas frentes: em um primeiro momento ocorreu a ocupação do litoral, pautada na produção da cana-de-açúcar, localizada na borda oriental do Nordeste, na Zona da Mata e, posteriormente a segunda frente ficou responsável pela ocupação/colonização das terras do sertão semiárido, respaldado na pecuária extensiva.

Conforme Prado Junior (1980), essas duas frentes de ocupação/colonização eram as principais atividades econômicas do Brasil-colônia. A atividade canavieira era o principal produto de exportação dessa época, e o autor denomina esta como atividade principal. Em segundo plano, estavam as atividades voltadas para o abastecimento da Colônia, que forneciam provisões para o funcionamento das atividades que moviam a economia de exportação, nomeadas de atividades secundárias.

As terras do semiárido nordestino, como as da província do Ceará, eram desprezadas pelas condições naturais desfavoráveis para a realização da principal atividade

econômica do período, a cana-de-açúcar. As altas temperaturas, chuvas irregulares, solos pedregosos e rachados, a presença de índios, eram alguns dos fatores elencados como justificativa da falta de interesse econômico na região.

Com o passar dos anos, novos ciclos econômicos foram surgindo de acordo com a necessidade da coroa portuguesa. Segundo Heitor Junior (1997), a pecuária extensiva foi a principal atividade econômica para o povoamento dos sertões. Dessa vez, os fatores naturais deixam de ser vilões e passam a ser protagonistas para a realização dessa atividade.

Nesse momento histórico, o Ceará assume um papel de referência na produção pecuária, atividade acessória, e a partir desta atividade o desenrolar do processo de ocupação da sesmaria do Siará grande.

A história de ocupação do município de Amontada está interligada com a atividade pecuária extensiva e a concessão de sesmarias para a povoamento da região. Segundo Castro (2017) o território de Amontada fazia parte das terras dos índios Tremembés, quando os jesuítas e padres da ordem de São Pedro, davam os passos iniciais em prol da catequese dos índios. Os portugueses tinham essa localidade como um lugar de repouso para os vaqueiros que vinham da Serra de Uruburetama para as margens do rio Aracatiaçu.

A primeira vez que foi nomeada recebeu o nome de São Bento de Amontada depois, São Bento da Ribeira do Aracatiaçu, São Bento e, desde 1936, Amontada. O significado da nomeação dessa área para Castro (2017) é, região de altos campos abertos pertencente à cadeia de pequenas elevações que ligam o maciço das Matas a Ibiapaba. Região alta de campos abertos, que proporcionava a criação de gado e outros animais, a partir dessa percepção foram surgindo fazendas de gado ao longo do rio Aracatiaçu.

A história da criação do município de Amontada está subordinada ao município de Itapipoca em 1757, sendo suprimido em 02 de setembro de 1838 (Lei nº150), após idas e vindas em 1 de janeiro de 1986 emancipa-se definitivamente de Itapipoca.

Atualmente o município de Amontada é constituído de nove distritos como podemos observar no quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Resumo histórico dos distritos que compõem o município de Amontada

Distritos	Resumo histórico
Aracatiara	Criado em 1936 e desmembrado em 1988. Localizado na porção centro-leste do município, as margens do rio Aracatiaçu, distando 24 km da sede de Amontada. Fica localizado na confluência de três vias: uma

	que liga Garças a Poço Comprido, outra que segue leste para Lagoa Grande e a CE – 176. Os principais equipamentos estão na própria via que é continuação da CE – 176, uma escola, quadra esportiva, posto dos Correios, caixa d'água.
Garças	Criado em 1988 é o mais populoso do município. Em 2007 foi desmembrado para a criação do distrito de Mosquito. O acesso se dá por estrada pavimentada ou piçarra. Os equipamentos e estabelecimentos comerciais encontram-se próximo a essa via. A maioria da população é de religião evangélica e a minoria católica.
Icaraiá	Criado em 1933 junto com os distritos de Aracatiara e Amontada. Em 1988 foi desmembrado para a criação dos distritos de Moitas e Sabiaguaba. A sede do distrito primeiro foi batizada de Pernambucozinho, ou Icaraizinho. Apresenta um grande potencial turístico pelas praias, campos de dunas e prática de esportes náuticos. A economia é baseada na pesca, fruticultura (coco) e no turismo.
Lagoa Grande	Criado em 1988, a sede distrital fica próximo a lagoa que dá nome ao distrito. Fica 22 km de distância da sede do município. É um dos poucos aglomerados urbanos que a igreja não fica no centro e sim afastada. A principal atração turística é a lagoa.
Moitas	Foi desmembrado do território de Icaraiá em 1988. Localizado a noroeste do município, onde o rio Aracatiaçu desagua no oceano Atlântico. Seu batismo veio de uma pequena concentração de arbusto próximo a praia utilizado pelos índios. Área urbana dispersa, presença de equipamentos turísticos, usina eólica de Icaraizinho, balsa para travessia de carros e turismo no mangue.
Nascente	Criado em 1988, a partir de terras retiradas da Sede e de Aracatiara. É o distrito com a menor densidade populacional, localizado na extremidade sudoeste do município. Atividades econômicas: exploração da carnaúba, castanha de caju e em menor grau a pecuária que vem atraindo investidores.
Poço Comprido	Criado em 1988, é o menor distrito de Amontada e o menos dinâmico. A sede fica localizada as margens do rio Aracatiaçu e fica

	a 18 km da rodovia CE – 176. A denominação do distrito se refere ao antigo poço que deu nome à comunidade.
Sabiaguaba	Criado em 1988 a partir da divisão do distrito de Icaraí. Localizado a nordeste do município. Sua denominação de origem indígena significa “comida para sabiás”, por motivo da grande quantidade dessas aves. Litoral de Amontada, presença indígena forte e grande miscigenação. E a presença de comunidades tradicionais litorâneas.
Mosquito	Criado com desmembramento de Garças em 2007. A principal atividade econômica é a agricultura e a pecuária de subsistência realizada em propriedades próxima ao centro urbano.

Fonte: CASTRO, G. V. de (2017).

5.2 Contextualização Socioeconômicas de Amontada

A partir da coleta de dados sobre os aspectos socioeconômicos do município de Amontada, tornou-se possível a compreensão de como se estabelecem as relações de apropriações dos recursos naturais da porção do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu. Essas relações estão baseadas em uma exploração insustentável dos recursos naturais, na maior porção da área do município, realizada sem práticas conservacionistas demandando da qualidade socioambiental.

É preciso compreender a importância da avaliação e análise dos dados socioeconômicos para quem pesquisa os estudos integrados em bacias hidrográficas, e que tem por objetivo avaliar o grau de fragilidade desses ambientes, levando em consideração tanto os aspectos físicos da paisagem como os humanos, para se chegar a análise integrada da paisagem.

5.2.1 População

Conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Amontada em 2010 possuía um total de 39.232 habitantes. Onde 15.947 vivem na zona urbana (40,65%) e 23.285 na zona rural (59,35%), indicando que a maior porção da população do município mora e está ligada as atividades rurais. A Zona Urbana do município teve entre os anos de 1991 a 2010 um crescimento de 4,25% da população, enquanto a população da Zona Rural nos mesmos anos correspondentes teve um déficit de - 5,47%. Os

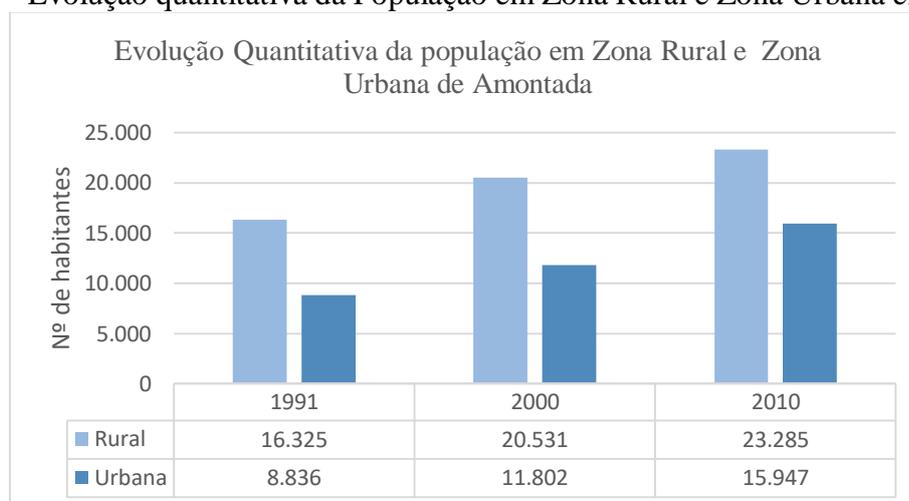
dados referentes ao sexo da população apresentam que 20.356 (51,89%) são do sexo masculino e 18.876 (48,11%) são do sexo feminino. Na tabela 1 e no gráfico 3 podemos verificar a evolução da distribuição da população em Amontada nos últimos 3 censos realizados pelo IBGE.

Tabela 1 – Evolução quantitativa da população residente na zona rural e zona urbana e homens e mulheres

Discriminação	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	25.161	100	32.333	100	39.232	100
Urbano	8.836	35,12	11.802	36,50	15.947	40,65
Rural	16.325	64,88	20.531	63,50	23.285	59,35
Homens	12.994	51,64	16.836	52,07	20.356	51,89
Mulheres	12.167	48,36	15.497	47,93	18.876	48,11

Fonte: IBGE (1991, 2000, 2010).

Gráfico 03 – Evolução quantitativa da População em Zona Rural e Zona Urbana em Amontada



Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010).

Analisando a última tabela, podemos perceber que ocorreu um crescimento da taxa de urbanização, conseqüentemente um aumento da população nas áreas urbanas do município. Esse fenômeno da saída do rural para o urbano está interligado com alguns fatores, tanto climáticos como educacionais. A sensível dependência do clima para obter bons resultados com a agropecuária, os anos de estiagem, perda da produção e o aumento das taxas de educação, procura por escolas, acabam por aumentar a perspectiva de ter outro tipo de vida para essa população, um que não seja apenas dependente das instabilidades climáticas.

A tabela 2 apresenta uma evolução na porcentagem da Taxa de urbanização do

município de Amontada, corroborando com o a tabela e o gráfico anterior. Em contrapartida no dado de Densidade Demográfica, podemos observar que no ano de 2000 teve um aumento dessa concentração de habitantes e depois uma dispersão no ano de 2010.

Tabela 2 – Indicadores demográficos no Município de Amontada

Discriminação	Indicadores Demográficos		
	1991	2000	2010
Densidade Demográfica (hab./km ²)	21,20	50,53	33,27
Taxa de urbanização (%)	35,14	36,50	40,55

Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010).

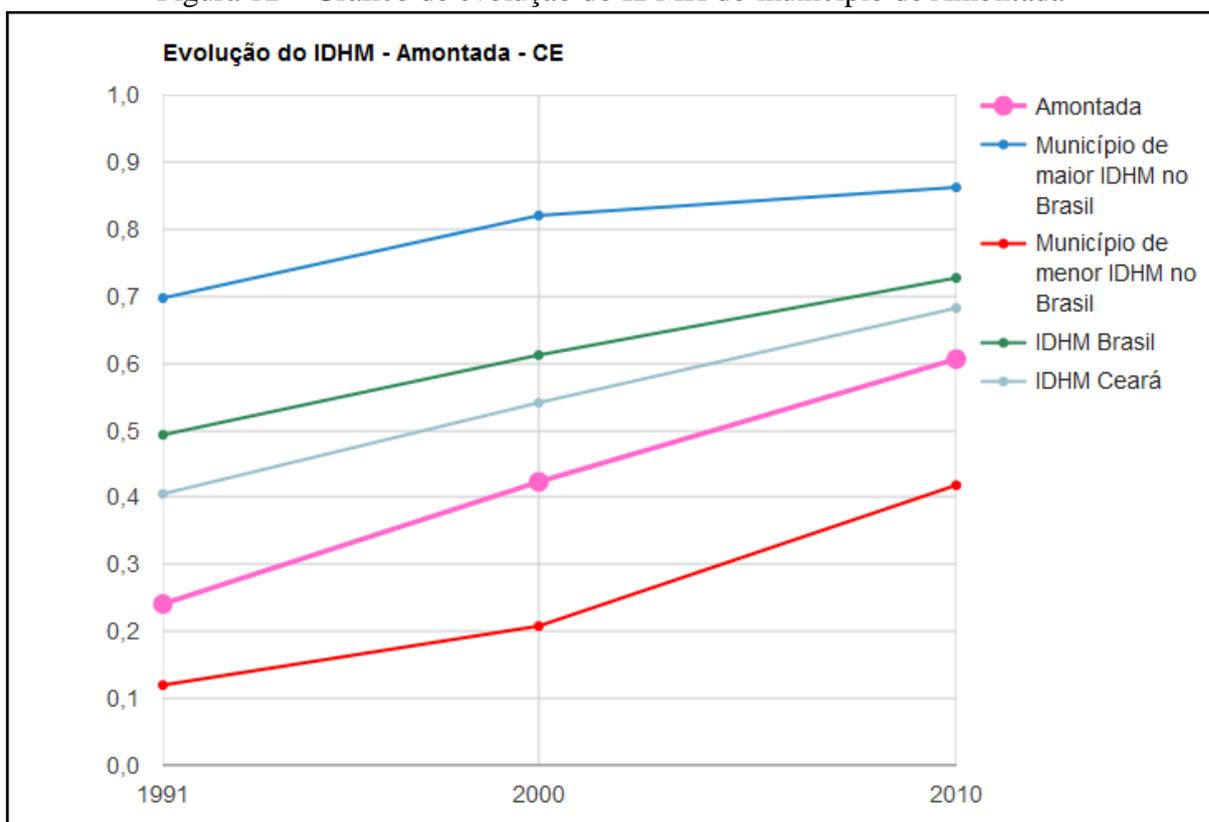
Segundo o Atlas de desenvolvimento no Brasil (2019) o IDMH (Índice de Desenvolvimento Humano) é um conjunto de dados que engloba indicadores de educação, renda e longevidade. No Quadro 4 e na figura 12, podemos observar que o índice de Amontada apresenta um valor 0,606 que coloca esse município na faixa de IDMH médio (entre 0,600 e 0,699). A dimensão que consegue a nota mais alta no município é a longevidade com índice de 0,761, em segundo lugar a educação com 0,582, e em terceiro a renda com 0,503.

Quadro 4 – Síntese do índice do IDMH entre 2000 e 2010

Município	Síntese do índice entre 2000 e 2010
Amontada	O IDHM passou de 0,423 em 2000 para 0,606 em 2010 – uma taxa de crescimento de 43,26%. O hiato de desenvolvimento humano, ou seja, a distância entre o IDHM do município e o limite máximo do índice, que é 1, foi reduzido em 68,28% entre 2000 e 2010. Nesse período, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,323), seguida por Longevidade e por Renda.

Fonte: Retirado de PNUD, IPEA e FJP, disponíveis no Atlas de Desenvolvimento no Brasil.

Figura 12 – Gráfico de evolução do IDMH do município de Amontada



Fonte: Retirado de PNUD, IPEA e FJP, disponíveis no Atlas de Desenvolvimento no Brasil.

5.2.2 *Infraestrutura*

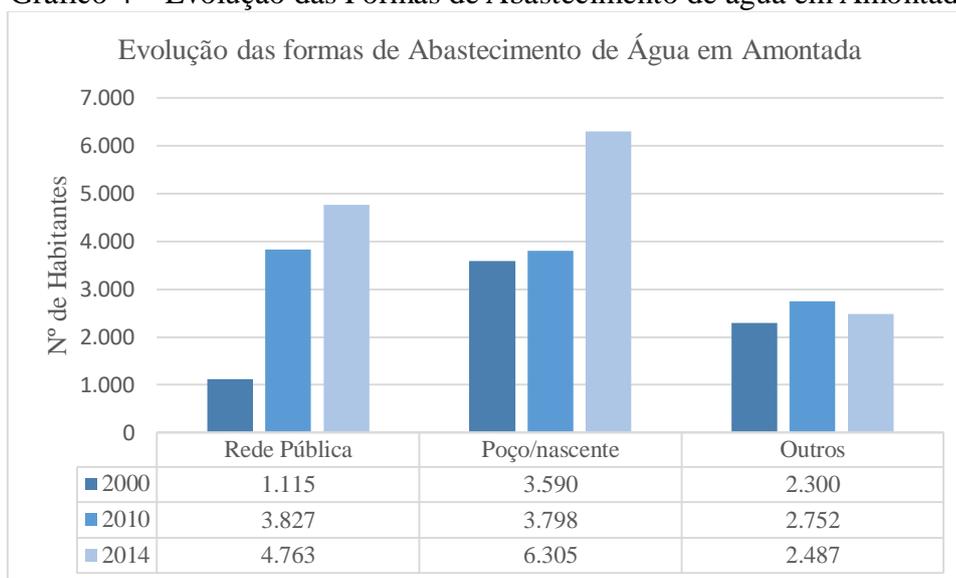
No município de Amontada a empresa responsável pelo abastecimento de água é a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Além do abastecimento público pela CAGECE, há outras formas de obter água no município pela população, uma muito comum no Ceará inteiro que é a perfuração de poços profundos. Na Tabela 3 podemos visualizar a quantidade de domicílios que apresentam o serviço de abastecimento de água, podemos analisar que o número de domicílios ligados a rede pública vem crescendo, mas, ainda não é a principal fonte de abastecimento perdendo para Poços/nascentes. Na Tabela 4 podemos analisar que o abastecimento de água pela rede pública teve um aumento de 327% entre os anos de 2000 e 2014. Em relação ao número de poços/nascente percebemos um aumento de 75,6% entre os mesmos anos correspondentes. E as outras formas de abastecimento, um aumento de 8,1% entre 2010 e 2014.

Tabela 3 – Evolução das formas de abastecimento da população do município de Amontada

Formas de abastecimento	2000		2010		2014	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Rede publica	1.115	15,91	3.827	36,87	4.763	35,13
Poços/nascente	3.590	51,24	3.798	36,60	6.305	46,51
Outros	2.300	32,83	2.752	26,52	2.487	18,34
TOTAL	7.005	100	10.377	100	13.555	100

Fonte: IBGE, SIAB (2000; 2010; 2014).

Gráfico 4 – Evolução das Formas de Abastecimento de água em Amontada



Fonte: IBGE, SIAB (2000; 2010; 2014).

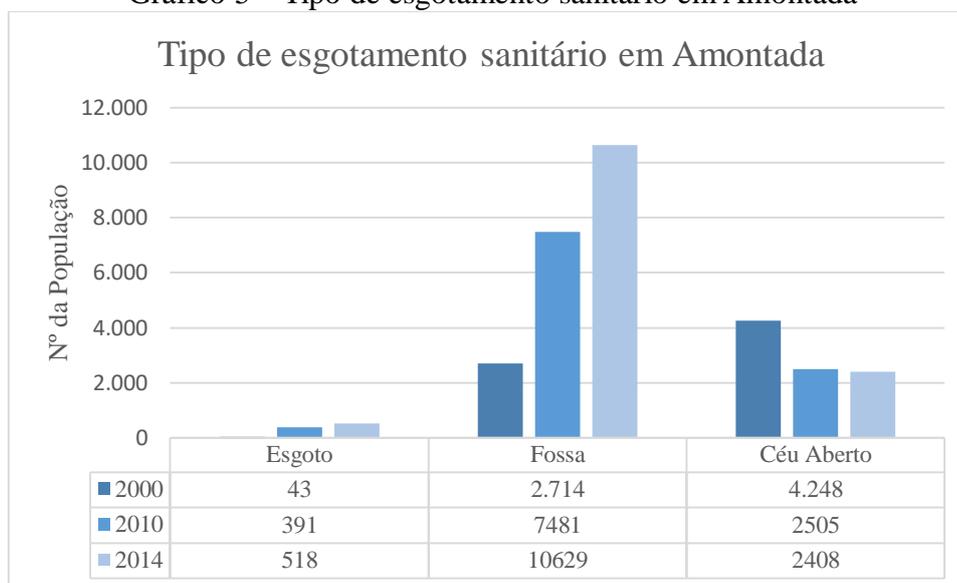
A falta de saneamento básico é recorrente em grande parte do Ceará e o município de Amontada também com os dejetos produzidos. O impacto ambiental pela falta de saneamento como a contaminação e poluição de corpos hídricos e do solo é constante, e pode acarretar em doenças, segundo o Trata Brasil (2019) diarreia, esquistossomose, dengue, leptospirose. Podemos observar na tabela 4 que grande parte dos moradores de Amontada ainda recorrem a fossa como alternativa para lançar os dejetos residenciais. E o gráfico 5 evidencia o uso da fossa como o principal tipo de esgotamento sanitário.

Tabela 4 – Tipo de esgotamento sanitário do município de Amontada

Tipo de Esgotamento	2000		2010		2014	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Esgoto	43	0,61	391	3,76	518	3,82
Fossa	2.714	38,74	7.481	72,09	10.629	78,41
Céu aberto	4.248	60,64	2.505	24,13	2.408	17,76
TOTAL	7.005	100	10.377	100	13.555	100

Fonte: IBGE, SIAB (2000; 2010; 2014).

Gráfico 5 – Tipo de esgotamento sanitário em Amontada



Fonte: IBGE, SIAB (2000; 2010; 2014).

No ano de 2018 foi aberto processo licitatório na modalidade de tomada de preços Nº 008/2018.01 com objetivo de contratação de empresa especializada para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Amontada em Convenio nº 0020/2011 celebrado entre a FUNASA – Fundação Nacional de Saúde e o Município.

Em janeiro de 2019, foi anulada a licitação pela Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos de Amontada alegando ilegalidade no documento. Ou seja, a população do município de Amontada ainda não tem saneamento básico.

Sobre o destino da coleta de lixo do município de Amontada temos a seguinte configuração, a coleta é feita por caçambas disponibilizadas pela prefeitura que fazem a coleta regulamente.

Tabela 5 – Tipo de destino/coleta dado ao lixo do município de Amontada

Destino do lixo	2000		2010		2014	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Lixo coletado	1.040	14,84	3.514	35,39	4.517	33,32
Queimado/enterrado	1.283	18,31	3.497	35,22	6.375	47,03
Céu aberto	4.682	66,83	2.916	29,37	2.663	19,64
TOTAL	7.005	100	9.927	100	13.555	100

Fonte: IBGE, SIAB (2000; 2010; 2014).

Durante atividade de campo em Amontada em novembro de 2018 foi feito o registro da Figura 13. De acordo com relato de alguns moradores das casas próximas a área do entorno de onde encontra-se esse lixo, a caçamba da prefeitura passa para a coleta dos resíduos sólidos, mas, por falta de informação ou educação ambiental alguns moradores fazem o descarte irregular.

Figura 13 – Lixo e entulho descartado a céu aberto próximo ao Rio Aracatiaçu



Fonte: Autoria própria (2018).

5.3 Atividades Econômicas e Uso e Ocupação

No município de Amontada as principais relações econômicas apresentam-se vinculadas ao setor primário de produção, ou seja, através da exploração dos recursos da natureza, essa produção é considerada vulnerável pois depende dos fenômenos da natureza para sua realização. Em Amontada, os principais gêneros da lavoura permanente produzidos são: coco da baía, castanha de caju, banana e manga; e na lavoura temporária: o milho, feijão, mandioca e a batata doce (IBGE, 2016).

A seguir, a tabela 6 mostra quais as culturas permanentes predominantes em Amontada, e na tabela 7 as culturas temporárias. Essas informações foram obtidas a partir do

censo agropecuário entre os anos de 2004 e 2016, como uma análise comparativa, foram organizadas informações sobre a produção, área e valor da produção.

Tabela 6 – Lavoura permanente no município de Amontada em 2004

Culturas	Produção	Área (ha)	Valor da produção (mil reais)
Banana	240 ton.	25	73,00
Castanha de Caju	606 ton.	6.063	861,00
Coco da Baía	12.928 (x 1000 frutos)	2.120	4.713,00
Mamão	60 ton.	2	16,00
Manga	62 ton.	8	6,00

Fonte: IBGE, Lavoura permanente (2004).

Tabela 7 – Lavoura permanente no município de Amontada em 2016

Culturas	Produção	Área (ha)	Valor da produção (mil reais)
Banana	39 ton.	6	39,00
Castanha de Caju	552 ton.	6.760	1.973,00
Coco da Baía	9.154 (x 1000 frutos)	2.220	4.792,00
Manga	37 ton.	8	11,00

Fonte: IBGE, Lavoura permanente (2016).

Comparando os dados das duas tabelas, em 12 anos podemos observar que ocorreu uma redução considerável na produção de castanha de caju, coco da baía e manga. A banana foi o produto que teve a maior queda de produção, uma redução de 84%, sua área de plantio também foi reduzida, de 25 ha para 6 ha. A produção de mamão se quer aparece nos dados. O coco da baía teve uma redução na sua produção, porém, sua área plantada aumentou 100 hectares e o valor da produção pouco alterou.

Vale lembrar que no ano de 2016 durante o período chuvoso cearense (fevereiro a maio) os registros pluviométricos estiveram abaixo da média, Segundo Cortez; Lima e Sakamoto (2017) apenas o ano de 2011 pode-se observar chuvas em torno da média, contudo, a distribuição da chuva não foi favorável ao aporte de água nos reservatórios.

A tabela 8 traz os dados sobre a lavoura temporária do ano de 2004 e a tabela 9 traz os dados da lavoura temporária de 2016.

Tabela 8 – Lavoura temporária no município de Amontada em 2004

Culturas	Produção	Área (ha)	Valor da produção (mil reais)
Algodão	10 ton.	15	10,00
Batata doce	270 ton.	45	70,00
Cana-de-açúcar	384 ton.	12	8,00
Feijão	11573 ton.	7.462	1.603,00
Mandioca	42.768 ton.	5.184	5.988,00
Milho	2.813 ton.	7.176	1.053,00

Fonte: IBGE, Lavoura temporária (2004).

Tabela 9 – Lavoura temporária no município de Amontada em 2016

Culturas	Produção	Área (ha)	Valor da produção (mil reais)
Batata doce	108 ton.	18	162,00
Feijão	581 ton.	4.849	2.108,00
Mandioca	14.407 ton.	3.410	3.818,00
Milho	323 ton.	4.680	242,00

Fonte: IBGE, Lavoura temporária (2016).

Comparando as duas tabelas 8 e 9, a produção temporária, assim como a permanente, houve uma redução nas taxas de produção das culturas de batata doce em 40%, a produção de feijão reduziu em torno de 94%. A produção de cana-de-açúcar e de algodão nem entram nos dados levantados pelo IBGE do ano de 2016. A produção de milho reduziu 88,51% e a produção de mandioca teve uma queda de 63%.

Os fatores físicos como o solo e o clima e a falta de um perímetro irrigado acabam limitando a diversidade dessa produção agrícola. Na tabela 05 a seguir, podemos observar a variação dos rebanhos em quantidades de cabeças entre os anos de 2004 e 2017.

Tabela 10 – Pecuária no município de Amontada em 2004 e 2017

Discriminação do Rebanho	Quantidade (Cabeças) (2004)	Quantidade (Cabeças) (2017)
Bovinos	9.920	11.712
Vacas Ordenhadas	1.338	792
Bubalino	-	2
Caprino	4.743	7.054
Equino	955	1.032
Galináceo	60.784	62.512
Galinhas	20.178	20.597
Ovinos	9.620	13.840
Suíños	6.178	4.582
Asinino	-	1.710

Fonte: IBGE, Pecuária (2004; 2017)

Em comparação com as tabelas de agricultura, a tabela da agropecuária não apresentou tamanha alteração nos dois anos apresentados como as tabelas da agricultura, que de um ano para outro teve redução de mais da metade da produção.

É relevante apresentar que as agriculturas tanto a permanente quanto a temporária estão localizadas principalmente nos locais onde apresentam melhor acesso a água como, a planície de inundação do rio Aracatiaçu, as áreas rebaixadas, e no tabuleiro pré-litorâneo. Como mostra as imagens a seguir, figura 14 e figura 15.

Figura 14 – Produção de agricultura temporária no leito do rio Aracatiaçu no período seco



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 15 – Fazenda COHIBRA, produtora do coco da baía localizada no Tabuleiro Pré-

Litorâneo da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu



Fonte: Autoria própria (2018).

A principal atividade extrativista no município de Amontada é a extração da carnaubeira, o pó e a cera. As carnaúbas se estendem pelas planícies de inundação e planícies fluviais do rio Aracatiaçu. Outro produto do extrativismo é a madeira para a lenha e carvão vegetal. Nas tabelas 11 e 12 podemos encontrar respectivamente os principais recursos de extração vegetal do município nos anos de 2004 e 2017.

Tabela 11 – Extração Vegetal e Silvicultura no município de Amontada em 2004

Produtos	Quantidade produzida	Valor da Produção (mil reais)
Cera em Pó/ carnaúba	87 ton.	217,00
Fibra/ carnaúba	9 ton.	5,00
Madeira/ carvão vegetal	19 ton.	6,00
Madeira/ lenha	42.820 m ³	214,00

Fonte: IBGE, Extração Vegetal e Silvicultura (2004)

Tabela 12 – Extração Vegetal e Silvicultura no município de Amontada em 2017

Produtos	Quantidade produzida	Valor da Produção (mil reais)
Cera em Pó/ carnaúba	136 ton.	1.519,00
Fibra/ carnaúba	21 ton.	45,00
Madeira/ carvão vegetal	34 ton.	48,00
Madeira/ lenha	13.340 m ³	240,00

Fonte: IBGE, Extração Vegetal e Silvicultura (2017)

Analisando as tabelas é percebido um aumento na quantidade produzidas dos produtos oriundos do extrativismo vegetal. O maior crescimento foi o da cera em pó da carnaúba, a fibra da carnaúba também ocorreu um crescimento e no valor de produção. A lenha foi o único produto que teve um decréscimo, mas o valor da produção manteve-se estável. Através da análise desses dados podemos conceber que a sociedade vem utilizando mais desses produtos vegetais, demandando uma maior produção e extração o que conseqüentemente gera um impacto nas características naturais desses ambientes. A prática do extrativismo associada a um manejo não adequado do solo gera conseqüências negativas, tais como diminuição da cobertura vegetal, conseqüentemente a exposição dos solos, gerando escoamento superficial, lixiviação, criação de sulcos e ravinas. A figura 16 mostra as carnaúbas na planície de inundação próximo ao distrito de Aracatiara e a figura 17 mostra a extração de madeira para lenha

Figura 16 – Carnaúbas na planície de inundação sazonal



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 17 – Corte do Cajueiro para produção de toras de madeira



Fonte: Fonte: Autoria própria (2019).

Aquicultura

A aquicultura pode ser classificada como o cultivo de animais e plantas que vivem nas águas marinhas, doces e salobras (Camargo & Pouey, 2005), abarcando os organismos especificamente aquáticos e anfíbios. No estado do Ceará a aquicultura é bastante difundida

com as criações de peixe (piscicultura) e camarões (carcinicultura).

Conforme o BNB (2016), com a diminuição da pesca marinha e continental, por motivos de diminuição dos estoques de pescado, e a disseminação do pescado como um alimento com diversos benefícios para a saúde, a aquicultura se consolidou no mercado mundial da produção de peixes, crustáceos e anfíbios para suprir essa demanda internacional.

Segundo as análises feitas pela FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, em 2014 o Brasil alcançou a 14ª posição na produção mundial da aquicultura com 562,5 milhões de toneladas produzidas. Assim como as outras atividades agropecuárias, o desenvolvimento da piscicultura também é suscetível as variações climáticas.

Segundo Poersch (2004), o clima do Brasil e o desenvolvimento de novas tecnologias de produção em cativeiro favoreceram o status do país como um dos principais produtores das Américas.

De acordo com as fontes do ABCC (2004) a região Nordeste brasileira é onde encontra-se as maiores produções de carcinicultura, sendo responsável por 94% da produção brasileira. Os fatores naturais como a extensa planície litorânea, condições topográficas e climatológicas são os principais motivos dessa concentração na produção de camarão (Castro e Pagani, 2004). E além das condições ambientais, o Nordeste foi o pioneiro nos estudos técnicos que buscavam a implantação e ao desenvolvimento da atividade no país (RIBEIRO *et al.* 2013).

Conforme o Anuário do PeixeBR (2018), o estado do Ceará que sempre se destacou na aquicultura nacional, tanto no cultivo da Tilápia quanto na carcinicultura, sofre com a diminuição dos níveis dos reservatórios pela falta de chuvas. A seca influencia diretamente na produção, estando associada com a queda na produção de peixes e camarões cultivados no Ceará. A produção de peixes no estado entre os anos de 2016 (12.000 toneladas) e 2017 (6.000 toneladas) teve uma queda superior a 40%. E a produção de camarão passou de aproximadamente 530 toneladas em 1997 para 25.915 toneladas em 2003 conforme os dados do ABCC (2004).

Para Joventino e Mayorga, a redução da produção da piscicultura no Ceará não está apenas atrela aos seguidos anos de seca, mas também por outros fatores,

No Ceará estes problemas vão desde a instalação dos empreendimentos em áreas protegidas por lei e irregularidades quanto ao Licenciamento Ambiental, até danos provocados pelo lançamento de efluentes sem o tratamento prévio em estuários, rios, e lagoas, passando pela introdução de peixes exóticos no ambiente, salinização do solo e do lençol freático, disseminação de doenças, entre outros (JOVENTINO e MAYORGA, 2008, p.81).

A regulamentação da carcinicultura no país é regida pela resolução nº 312/02 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), regendo procedimentos para implantação e manutenção da atividade. Esta resolução decreta que todo empreendimento com área maior que 50 hectares tenham Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A obrigatoriedade do licenciamento ambiental, a proibição da atividade em área de manguezal e em área que impactem comunidades locais e que o empresário seja o responsável pelo tratamento dos efluentes oriundos da carcinicultura.

Com o desenvolvimento da atividade da carcinicultura e piscicultura em grande escala, também teve aumento dos conflitos. Como apontam Joventino e Mayorga (2008), de um lado fica os produtores/empresários, afirmando que a atividade gera emprego e renda, em contrapartida, as comunidades tradicionais costeiras e os ambientalistas chamam a atenção para os impactos, que muitas vezes está associado ao uso e ocupação dos manguezais.

Nas tabelas 13 e 14 a seguir, podemos ver a queda nas produções de camarão e tilápia no município de Amontada. O camarão apresentou uma queda de aproximadamente 77% em apenas 4 anos, essa queda de produção está associada aos fatores que foram elencados anteriormente como a seca e problemas burocráticos também, porém, nesse período ocorreu a epidemia da mancha branca que chegou ao litoral cearense em 2016 dizimando produções.

Tabela 13 – Aquicultura no município de Amontada em 2017

Produtos	Quantidade produzida	Valor da Produção (mil reais)
Alevinos	24.000 milheiros	3.360,00
Camarão	404.000 kg	8.508,24
Tilápia	975.000 kg	5.167,50

Fonte: IBGE, Aquicultura (2017)

Tabela 14 – Aquicultura no município de Amontada em 2013

Produtos	Quantidade produzida	Valor da Produção (mil reais)
Camarão	1.789.064 kg	21.469,00
Tilápia	1.000.000 kg	8.000,00

Fonte: IBGE, Aquicultura (2017)

A figura 18 a seguir representa uma fazenda de criação de peixes e camarões no município de Amontada.

Figura 18 – Aquicultura no Rio Aracatiáçu



Fonte: Autoria própria (2019).

Mineração

A atividade da mineração é uma atividade que modifica e degrada a paisagem pois, nada mais é do que o ato de arrancar, extrair os recursos naturais do ambiente para ser aproveitado e transformado pela sociedade de diversas formas. Por apresentar alto impacto na natureza, a atividade da mineração quando presente, precisa ser avaliada com relevância para saber o quão comprometedora essa atividade pode ser numa análise de perspectiva integrada.

Dentre os principais efeitos negativos da mineração, os impactos visuais no ambiente são os que chamam mais atenção pois, podem alterar absolutamente a paisagem no lugar da extração. Outros efeitos negativos que podemos identificar numa extração e que não são necessariamente menos impactantes, são: erosão, desmatamento, emissão de poeira e poluição do ar, poluição sonora com som dos explosivos e maquinário pesado, contaminação dos recursos hídricos pelos rejeitos da extração e alterações na topografia são alguns dos efeitos classificados.

Através da análise de campo, pudemos encontrar algumas extrações minerais

ocorrendo no município de Amontada. Após essa identificação em campo foram realizadas pesquisas no SIGMINE, plataforma do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) com dados sobre a mineração em arquivos de formato *kml*. Os principais materiais extraídos no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu são: areia, saibro e cascalho (Quadro X), que se encaixam na classe II (agregados para a construção civil) do Decreto N° 62.934, de 02 de julho de 1968 que regulamenta o Código de Mineração 227/67. São formas de extração da classe II, pedreiras e jazidas voltadas para a construção civil. No quadro 5 estão as principais substâncias minerais reconhecidas na bacia hidrográfica de estudo, características físicas e modo de ocorrência e qual o destino delas.

Quadro 5 – Classificação das principais substâncias minerais encontradas no baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Aracatiaçu

Simbologia/Substância	Características Físicas e modo de ocorrência	Tipos de Usos
af – areia fina	Sedimentos fluviais terciários de cor avermelhada e amarelada, textura fina a média, mal selecionados	Agregado miúdo na indústria da construção civil para produção de argamassas
arg – areia grossa	Sedimentos aluvionares associados a planície de inundação dos rios e riachos, representados por camadas argilosas na porção superior e camadas arenosas na base	Areia destinada para a construção na fabricação de concreto, e a argila utilizada como matéria prima na indústria de cerâmica vermelha, telhas e tijolos
ag - argila		
sb - saibro	Cobertura laterítica total ou parcialmente dissecada pelos processos erosivos, oriunda da alteração de diversos tipos de rochas	Destina-se para obras de base de pavimentação de ruas e rodovias.

Fonte: DNPM, 2019.

As extrações dessas substâncias ocorrem de maneira espalhada no interior da bacia hidrográfica, como podemos analisar na tabela anterior, que nos mostra que podemos encontrar essas substâncias nas planícies fluviais, lacustres, flúviolacustres e em área de interflúvio da bacia hidrográfica. Na imagem 19 podemos observar a retirada de areia do leito do rio Aracatiaçu por um retroescavadeira no distrito de Garças e na figura 20 vemos a cicatriz deixada na paisagem pela extração de areia.

Figura 19 – Escavadeira retirando areia do leito do Rio Aracatiaçu no período seco



Fonte: Aatoria própria (2018).

Figura 20 – Extração de areia na planície fluvial do rio Aracatiaçu



Fonte: Aatoria própria (2018).

Figura 21 – Extração de Saibro na localidade de Cabatam no município de Amontada



Fonte: Autoria própria (2018).

Conforme Lima (2010), por serem atividades com elevado grau potencial de degradação ambiental, existem algumas exigências a serem cumpridas pela mineradora para que seja concedida a licença para a lavra. Essas exigências consistem no Estudo Prévio de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório de Impactos Sobre o Meio Ambiente – RIMA. Porém a resolução CONAMA 10/1990, conforme o Art. 3º, criou medidas para o licenciamento ambiental para a Classe II da mineração isentando-a da obrigatoriedade dos estudos ambientais e atribuindo essa responsabilidade da mineradora realizar ou não os estudos ficaram a cargo do órgão ambiental.

O que foi relatado em campo, como pudemos observar nos registros fotográficos, é a presença de pequenas extrações ao longo do leito do rio Aracatiaçu no período seco para abastecer de areia depósitos de construções da região, ou seja, torna a atividade ilegal.

O modelo da exploração mineral na bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu é realizado sem planejamento e ordenamento dessas atividades, sem a criação de medidas mitigadoras dos impactos gerados, dificultando a capacidade de resiliência do ambiente.

Energia Eólica

Denomina-se energia eólica a energia cinética incluída nas massas de ar em movimento (ventos). Sua exploração acontece pela conversão de energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o auxílio das turbinas eólicas, chamadas de aerogeradores, quando usadas para obtenção de eletricidade (ENEEL, 2005).

Para alguns autores, a energia eólica é considerada uma alternativa complementar mais sustentável em comparação a outras formas de geração de energia elétrica, como por exemplo: energia nuclear e hidroelétricas. Contudo, a energia eólica gera alguns impactos negativos, tais como: poluição visual, o ruído das turbinas, danos a fauna local, interferências eletromagnéticas, remobilização de dunas móveis e conflitos com comunidades tradicionais costeiras (BRANNSTROM et al., 2018; LOUREIRO; GORAYEB; BRANNSTROM, 2015; MOURA-FÉ; PINHEIRO, 2013)

Para a instalação de um parque eólico em uma região é preciso saber sobre a avaliação do potencial eólico naquele local. Essa avaliação é feita a partir de trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime de ventos. Para que uma região seja considerada com um bom potencial esses estudos precisam indicar que a densidade do vento seja maior ou igual a $500\text{W}/\text{m}^2$ em uma altura de 50m de altura, o que significa uma velocidade média mínima de 7 a 8 m/s de vento. Conforme a Organização Mundial de Meteorologia, apenas 13% da superfície terrestre apresenta ventos com esses parâmetros (ANEEL, 2005).

O estado do Ceará com a sua localização geográfica privilegiada de ventos fortes e longo litoral, logo se tornou uma potência eólica no Brasil. Segundo Bianchi (2014) a zona costeira cearense recebe ventos que atingem uma velocidade 8,5 m/s, classificando o estado como autossuficiente em relação a produção de energia eólica que consome.

Na área de estudo da presente dissertação, o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, foram localizados 9 parques eólicos (Quadro 6) distribuídos pela planície litorânea e no tabuleiro pré litorâneo. Os acessos até os parques não são difíceis, vias foram abertas e pavimentadas no processo de transporte dos caminhões com os aerogeradores, que requer uma certa infraestrutura para a montagem e deslocamento desse equipamento. O que se pode notar, é que com o passar dos anos não teve manutenção dessas vias, e hoje encontram-se com o asfalto bastante danificado.

Dos parques citados no quadro 6 apenas os parques Pedra Cheirosa I e II estão

localizados no município de Itarema, na porção noroeste na bacia hidrográfica e os demais parques estão localizados no município de Amontada. Com uma produção de 260,4 MW de potência

Quadro 6 – Parques Eólicos no baixo curso da bacia hidrográfica de Rio Aracatiaçu

Parque Eólico	Potência (MW)	Área (ha)	Nº de Turbinas	Desenvolvedor	Ano de implementação
Icaraizinho	54,6	451,03	26	SIIF Energies do Brasil/ Mercurius	Out/2009
Icaraí I	27,3	270,84	13	Queiroz Galvão	Dez/2012
Icaraí II	37,8	107,86	18		Mar/2014
Icaraí	16,8	84,41	8	Santander	Jun/2013
Ilha Grande	29,7	295,8	11	Queiroz Galvão	Ago/2014
Boca do Córrego	24,3	176,9	9		Ago/2014
Ribeirão	21,6	204,34	8		Set/2014
Pedra Cheirosa I	25,2	286,7	12	CPFL	Jun/2017
Pedra Cheirosa II	23,1	252,4	11	CPFL	Jun/2017

Fonte: ENEEL (2019)

Na figura 22 podemos observar o parque eólico Icaraizinho, que conforme Bianchi (2014), esse parque eólico segue os padrões portugueses, o terreno não é cercado permitindo a entrada de visitantes e sem restrições a mobilidade.

Figura 22 – Disposição dos aerogeradores na planície litorânea



Fonte: Autoria própria (2018).

Na figura 23 mostramos a entrada da usina de Icaraízinho, que fica cercada e tem acesso restrito, no portão de entrada podemos ver algumas placas de alerta de segurança e uma placa da SEMACE indicando que o parque possui licença de operação.

Figura 23 – Entrada da usina do parque eólico de Icaraizinho em Amontada



Fonte: Autoria própria (2018).

Na figura 24 podemos ver fios das linhas de transmissões, aerogeradores no campo de dunas e a rodovia CE – 176, que liga os distritos de Icaraí a Moitas, inaugurada em 2017 pelo Programa Ceará de Ponta a Ponta, com 4,73 km de comprimento.

Figura 24 – Parque eólico de Icaraizinho ao lado da CE – 176, acesso de Icarai para Moitas



Fonte: Autoria própria, 2018

5.3.1 *Uso e Ocupação*

A partir do levantamento dos dados socioeconômicos é possível classificar as principais tipologias de uso e ocupação que estão representadas na bacia hidrográfica. Conforme reitera Nascimento e Carvalho (2003), o uso e ocupação proporciona informações sobre o grau de conservação ou artificialização de um determinado lugar.

As tipologias de uso e ocupação da terra relacionam-se aos modelos de exploração dos recursos naturais e aos ativos ambientais em razão do seu valor econômico – social e das atividades exercidas em determinadas áreas – como agricultura, desenvolvimento urbano, turístico e industrial e implementação de estrutura de base sofisticada (NASCIMENTO, 2006).

As diferenças dos componentes ambientais dentro da bacia hidrográfica e a interação dos fluxos de matéria e energia geram paisagens diferentes e conseqüentemente, a apropriação da natureza pelo homem também acontece de modo diferencial. Fazendo com que alguns ambientes sejam mais privilegiados em detrimento de outros, tornando essa apropriação seletiva e degradadora.

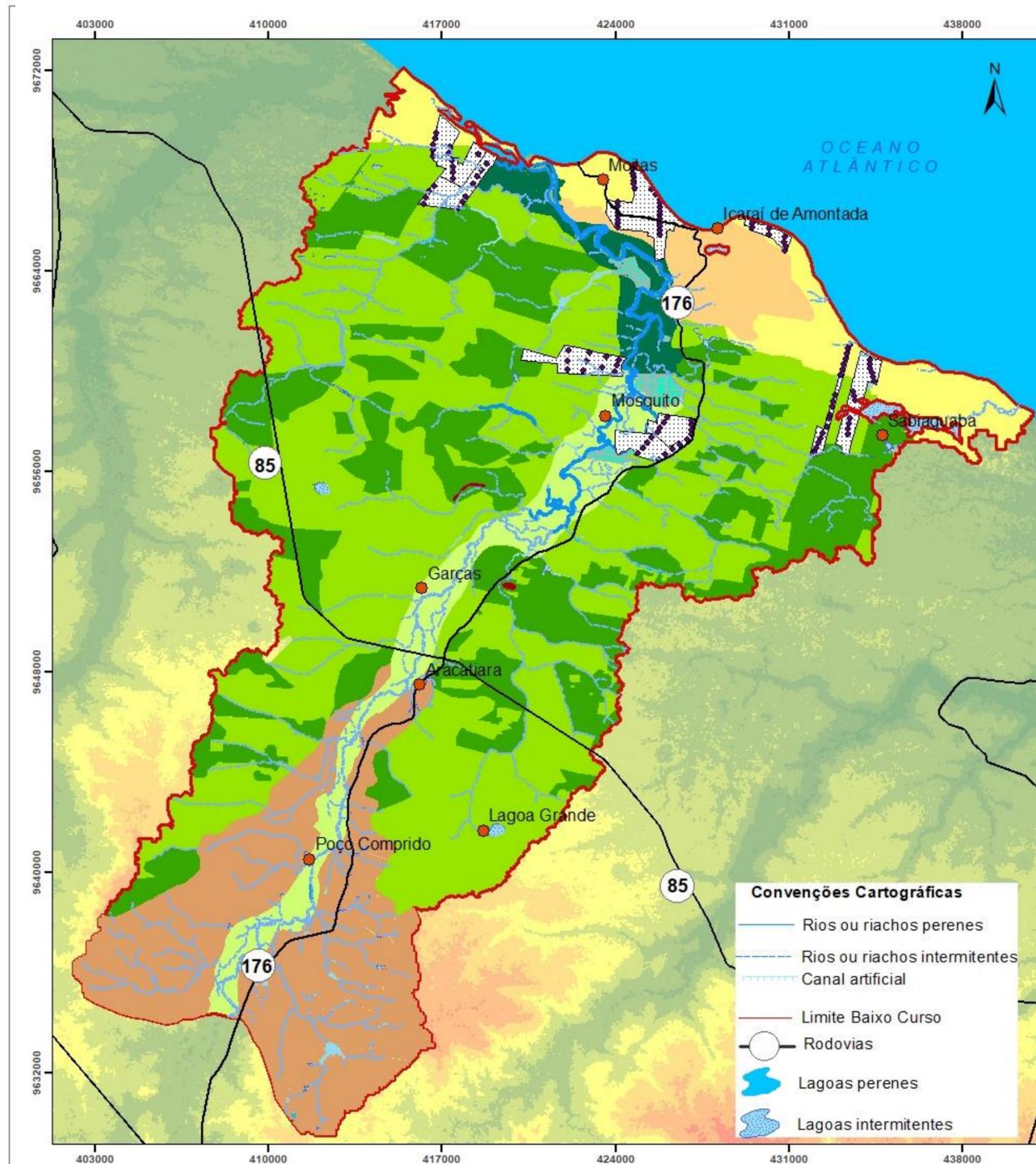
Os ambientes costeiros, por configurarem uma área edafoclimática e hidrológica diferencial dentro do contexto da semiaridez da maior porção do estado do Ceará, apresentam potencialidades de recursos naturais e pela valorização do turismo de praia, esses ambientes são mais valorizados pelos investidores econômicos. Em detrimento os sertões apresentam menos

investidores e uma economia baseada na agropecuária consequentemente uma maior degradação por consequência do uso, da falta de infraestrutura, nível educacional e economia deficientes.

O uso e ocupação da terra pelas sociedades produz efeitos ambientais reproduzidos por impactos e degradação da natureza. Os tensores desencadeadores de alterações ambientais podem ser de ordem natural – marés, ventos, secas severas, chuvas torrenciais – e socioeconômicos – provenientes da ocupação e uso desordenados dos recursos naturais (NASCIMENTO, 2006). A partir do grau de intervenção no ambiente, a proporção dessa ocupação, a artificialização das paisagens naturais pela apropriação dos interesses econômicos, são capazes de alterar o grau de fragilidade ambiental de um lugar, podendo transformar um sistema ambiental de fragilidade baixa em um ambiente de alta fragilidade.

A partir das análises feita em campo, podemos perceber que a principal atividade econômica e causadora de impactos no baixo curso é a agropecuária. As ações combinadas dessas atividades causam males aos solos, que perde a sua cobertura natural e proteção, a precariedade do sistema de esgoto, a coleta de lixo insipiente e os efluentes gerados pela piscicultura, desmonte de dunas móveis para a construção dos parques eólicos e conflitos com comunidades tradicionais.

O mapa 06 de Uso e cobertura do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Aracatiaçu foi gerado a partir da vetorização das imagens aéreas do Projeto Polo Ceará Costa do Sol de 2008 com uma escala 1:20:000. E com auxílio de pontos levantados no dispositivo GPS em campo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
MESTRADO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido

FRAGILIDADE AMBIENTAL NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARA CATIAÇU

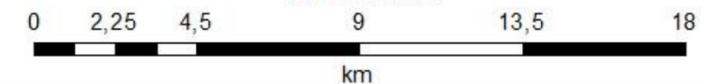
Autora: Licia Benicio Slaes

Orientador: Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento

Mapa 6 - Uso e Cobertura

Classes de Uso		ÁREA (km ²)
[Yellow]	Dunas Móveis	43,1
[Orange]	Dunas Fixas	22,5
[Dotted]	Parques Eólicos	21
[Cyan]	Aquicultura	2,8
[Red]	Minação	365 m ²
[Light Green]	Agricultura (Temp + Perman)	289
Classes de Cobertura		
[Light Green]	Arboreto Edáfico Fluvial (Vegetação de Várzea) + carnaúba (Copernicia prurifera)	41,7
[Dark Green]	Arboreto Edáfico Marino-limoso (Vegetação de Mangue)	17,4
[Medium Green]	Fruticeto Estacional Semicaudifólio Escleromorfômico (Vegetação de Tabuleiros)	142
[Brown]	Complexo Vegetal da Depressão Sertaneja	109

1:160.000



Mapeamento Vetorial e Levantamento Aerofotogramétrico na escala de 1:20.000 - Polo Ceará Costa do Sol - IPECE Cavalcante, 2003
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zona 24S
 Projecção: Transversa de Mercator Datum: SIRGAS 2000

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

6 FRAGILIDADE AMBIENTAL E ORIENTAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

6.1 Compartimentação e Fragilidade Ambiental

Para a compreensão e análise das paisagens é preciso compreendê-la de maneira integrada, como por exemplo as bacias hidrográficas que podem ser comparadas a um grande mosaico, e as suas diversas variações de paisagens estão costuradas integradamente como um sistema inteiro. As inter-relações das características geoambientais (geologia, geomorfologia, clima, pedologia, uso e cobertura), e os fluxos de matéria e energia no interior da bacia hidrográfica foram sistemas ambientais diferentes.

Analisar os elementos da paisagem pela perspectiva sistêmica e integrada nos permite compreender as potencialidades e as fragilidades dos sistemas ambientais, como também ter a capacidade de propor subsídios, prognósticos e tendências para cada sistema ambiental.

A fragilidade ambiental como categoria de análise é calcada na concepção das potencialidades dos recursos naturais, que geram lucros para as sociedades, e também permite analisar as fragilidades e limitações dos sistemas ambientais, tanto naturais quanto verificar o grau de intervenção antrópica nos sistemas, e as suas limitações.

Ross (1994) reinventou o conceito de Fragilidade Ambiental, como uma forma de análise dos atributos ambientais, avaliados pela óptica da Teoria dos Sistemas. Conforme em Santos (2011, p. 277),

[...] a definição da fragilidade ambiental encerra uma avaliação qualitativa das condições ambientais, apresentando o resultado das relações de conectividade e interdependência das componentes ambientais com as atividades humanas. Deste modo, a análise da fragilidade ambiental considera a estrutura e funcionamento dos ambientes naturais, levando em conta as transformações promovidas pelas atividades humanas, o que permite definir a capacidade de suporte dos sistemas para o desenvolvimento das atividades produtivas e culturais.

O autor, Ross (1994), classificou a Fragilidade Ambiental em Potencial e Emergente e subdividiu cada uma em cinco classes de fragilidade variando de, (1) Muito Baixa à (5) Muito Forte. A Fragilidade Ambiental Emergente representa as unidades ambientais de alta instabilidade e em desequilíbrio dinâmico, ambientes que foram transformados pelas

intervenções antrópicas. Na Fragilidade Ambiental Potencial, os sistemas ambientais encontram-se em equilíbrio dinâmico e a intervenção antrópica ainda não causou maiores danos.

Para que seja possível a classificação da Fragilidade Ambiental nos diferentes níveis hierárquicos, a compartimentação ambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Aracatiaçu foi embasada na divisão da paisagem em zonas homólogas e hierárquicas chamadas sistemas ambientais. A geomorfologia, segundo Souza (2007) é o principal critério para a delimitação dos sistemas ambientais, por ser uma ciência que aglutina os componentes ambientais.

Por razões de compatibilidade de escala e pela topografia predominantemente plana (declividade menor que 2°) da área da bacia hidrográfica de estudo, a geomorfologia não pode ser o fator exclusivo de delimitações dos sistemas ambientais, mas sim todos os atributos ambientais levantados sistematicamente no capítulo 4 de caracterização ambiental, como geologia, solos e cobertura vegetal e das diferentes formas de uso e ocupação identificadas no interior da bacia hidrográfica.

Na área de estudo foram classificados os seguintes sistemas ambientais: Planície Litorânea, Planície de acumulação e vales fluviais, Glacis de Deposição Pré-litorâneos e Depressão Sertaneja. No interior de cada sistema temos a classificação dos subsistemas ambientais: Planície fluviomarinha, Campo de dunas móveis, Campo de dunas fixas, planície fluvial, Tabuleiro Arenoso e Tabuleiro arenoargilosos e Superfície Rebaixadas conservadas.

Os tipos de solos são um dos indicadores categorizados por Ross (1994) na análise empírica da fragilidade ambiental. Eles foram avaliados pelas suas características genéticas, textura, estrutura, plasticidade, profundidade/espessura dos horizontes, essas características estão diretamente relacionadas com o relevo, clima e pedogênese. As classes de fragilidade do solo são considerando o escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, conforme o quadro 7.

Quadro 7 – Classes de Fragilidade Ambiental quanto aos tipos de solos

Classes de Fragilidade Ambiental	Tipos de solo
1 – Muito Baixa	Latossolo Vermelho, latossolo vermelho – Amarelo textura argilosa
2 – Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho – Amarelo textura média/argilosa
3 - Média	Latossolo Vermelho – Amarelo, Nitossolo Vermelho, Terra Bruna, Argissolo Vermelho – Amarelo textura média argilosa
4 – Forte	Argissolo Vermelho – Amarelo textura média arenosa,

	Cambissolos
5 – Muito Forte	Argissolos com cascalho, Neossolo Quartzarenico e litólicos

Fonte: Ross, 1994.

É importante lembrar que a análise empírica da fragilidade ambiental foi realizada por pesquisadores do sudeste do Brasil, e que esta classificação dos solos foi baseada nas pesquisas dos relevos daquela região e com o objetivo do uso agrícola. O próprio autor, Ross (1994), recomenda a atenção e adaptações para a realidade local de onde esteja sendo realizada a aplicação da análise. Para adequar as características ambientais da área de estudo, esses dados foram adaptados baseados em Souza (2000) para caracterizar os sistemas ambientais. As adaptações aos solos da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu pode ser vista na tabela 8.

Quadro 8 – Classes de fragilidade ambiental quanto ao tipo de solona bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

Classes de Fragilidade Ambiental	Tipos de solo	Características
1 – Muito Baixa	Ausente	
2 – Baixa	Ausente	
3 - Média	Argissolo Amarelo	Solos profundos, textura média argilosa, moderadamente ou imperfeitamente drenados; predominando processos pedogenéticos; fertilidade natural média a alta
	Argissolo Vermelho - Amarelo	
4 - Forte	Planossolo Nátrico	Solos rasos a moderadamente profundos, mal drenados; pedregosidade superficial, elevado teor de sódio trocável
	Planossolo Háptico	Solos rasos a moderadamente profundos, mal drenados; textura indiscriminada; fertilidade natural média a baixa com problemas de sais
5 – Muito Forte	Neossolo Quartzarênico	Solos muito profundos, excessivamente drenados, ácidos e fertilidade natural baixa
	Gleissolos	Solos salinos, mal drenados, muito ácidos e parcialmente submersos

Fonte: Ross (1994), Souza (2000).

Em áreas litorâneas como é o caso da localização da área de estudo é preciso levar em consideração o intenso transporte de sedimento pelos ventos, intensa troca de fluxo de

matéria e energia que acaba contribuindo para aumentar fragilidade dos solos. E a presença de empreendimentos turísticos na área de marinha como nas regiões próximas do rio.

É importante salientar que para a classificação da fragilidade dos solos precisa ser levado em consideração a avaliação do grau de proteção dos solos aos efeitos da precipitação. Um ambiente estabilizado e com bom estágio de desenvolvimento da cobertura vegetal apresenta maior proteção contra as gotas da chuva em queda livre, em contrapartida, nas áreas com menor proteção vegetal e solo exposto, existe uma maior susceptibilidade a atuação de processos morfogenéticos, elevando o grau de fragilidade (ROSS et al. 2008).

Na área de estudo existe duas áreas que precisam ser delicadamente quanto a essa característica de solo exposto, elas são: o campo de dunas e a porção da superfície sertaneja presente no baixo curso do rio Aracatiaçu.

Outro indicador de fragilidade ambiental estabelecido por Ross (1994), foi o grau de proteção da cobertura vegetal e as suas classes de fragilidade (Quadro 9). A análise da proteção dos solos pela cobertura vegetal passa pelo mapa de Uso e Cobertura, que é gerado a partir do auxílio de imagens de satélite, de fotos aéreas e trabalhos de campo. Após várias pesquisas do autor foi possível estabelecer uma hierarquia de graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal, seguindo uma ordem decrescente da capacidade de proteção.

Para essa classificação levou-se em consideração para a vegetação, o grau de alteração por parte das alterações antrópicas, levando-se em consideração os trabalhos de campo, e a análise de imagens de satélite e aerofotogrametria e registros fotográficos.

Quadro 9 – Classificação da fragilidade quanto ao uso e ocupação/vegetação

Classe de Fragilidade	Graus de Proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1 – Muito Baixa	1 – Muito Alta	Mata de Tabuleiro natural arbórea ou arbórea/arbustiva densa; Manguezais conservados com estrato arbóreo; matas ciliares conservadas.
2 – Baixa	2 – Alta	Formações arbustivas naturais ou matas secundárias densas; e formações de estrato herbáceo denso.
3 – Média	3 – Média	Matas secas e caatinga com estrato arbóreo/arbustivo densa e conservadas; Mata de Tabuleiro secundária; Lavouras permanentes com práticas conservacionistas
4 – Forte	4 – Baixa	Formações florestais conservadas das dunas fixas; cultivos em lavouras temporárias com práticas conservacionistas, matas secas e caatinga com estrato arbóreo/arbustivo aberto.

5 – Muito Forte	5 – Muito Baixa	Áreas desmatadas, queimadas e degradadas; solo exposto; cultivos em lavouras temporárias sem práticas conservacionistas; formações florestais degradadas das dunas fixas, Mata de Tabuleiro, matas de secas, caatinga e matas ciliares; áreas impermeabilizadas.
-----------------	-----------------	--

Fonte: Figueiredo (1997); Fernandes (1998); Souza (2000); Lima (2010)

O principal critério utilizado para classificar os sistemas ambientais em fragilidade ambiental emergente ou potencial foram as diferentes formas de utilização da terra pelo homem. Como as diferentes classificações de tipologias de uso e ocupação analisadas e mapeadas no capítulo 05 desse estudo, tais como: agropecuária, aquicultura, ocupações irregulares, mineração e etc. são capazes de alterar o grau de fragilidade de um ambiente, podendo alterar um ambiente que anteriormente estava em equilíbrio dinâmico até essa forma de uso passar a desequilibrar esse ambiente.

Quando o sistema ambiental analisado apresentar alguma dessas tipologias de uso anteriormente mencionadas e ele estiver ocorrendo de maneira intensa ao ponto de alterar o equilíbrio dinâmico desse ambiente, ele será classificado como fragilidade ambiental emergente. Nos ambientes em que essa apropriação pela sociedade for mais equilibrada ou até mesmo não ter interferência humana direta e estiver respeitando a capacidade de suporte desse ambiente será classificado como fragilidade ambiental potencial.

A partir da integração de todos os dados sinteticamente abordados nesse estudo como a caracterização setorial dos aspectos físicos, as análises socioeconômicas e a definição da capacidade de suporte de cada sistema ambiental, a análise do grau de conservação ou degradação da cobertura vegetal, é possível definir o grau de fragilidade ambiental e classificá-lo como potencial e emergente. Essas informações estão sintetizadas no quadro 10.

O mapa 7 Fragilidade ambiental unifica de forma espacial todas as informações dos sistemas ambientais classificados e analisados setorialmente e visualizar como está distribuída a fragilidade ambiental no interior da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu.

Quadro 10 - Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

SISTEMA AMBIENTAL: Planície de Acumulação					
Subsistema Ambiental	Principais Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos e Riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
		Potencialidades	Limitações		
Planície Fluvial, lacustre e Fluvialacustres	<p>São resultantes da acumulação fluvial e lacustre. O relevo praticamente plano sobre o qual estão assentados (Tabuleiros Pré-Litorâneos), associadas à baixa competência dos rios, favorece a ampliação da faixa de deposição dos sedimentos fluviais, lacustres e fluvialacustres.</p> <p>São constituídos litologicamente por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas.</p> <p>São sedimentos pouco endurecidos, pouco compactados e geralmente saturados em água, com baixa capacidade de suporte para qualquer tipo de obra da construção civil. Escoamento é intermitente sazonal em fluxo lento, com pluviometria anual entre 800 e 900 mm.</p> <p>Apresenta uma associação de solos Planossolos Nátricos e háplicos com Neossolo Flúvico, recoberto pelo complexo vegetal Arboreto Edáfico Fluvial (vegetação de várzea), onde se destaca a carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i>).</p>	<p>Exploração de argilas, areias e cascalhos, desde que com rígido controle ambiental; zona de descarga do aquífero; pesca artesanal; lazer; educação ambiental; agricultura de vazante; projeto de irrigação.</p>	<p>As principais restrições estão relacionadas aos problemas de inundações periódicas, deficiência na drenagem, susceptibilidade à erosão e salinização, Área de preservação Permanente - APP</p>	<p>Ocupações desordenadas ocasionam degradação das matas ciliares; poluição dos recursos hídricos por efluentes e/ou resíduos sólidos, assoreamento do rio Aracatiaçu, mineração ilegal de areia; cheias periódicas.</p>	Potencial Muito Forte

Continua...

Quadro 10 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

SISTEMA AMBIENTAL: Planície Litorânea					
Subsistema Ambiental	Principais Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos e Riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
		Potencialidades	Limitações		
Planície Fluviomarinha	<p>Áreas resultantes do processo de deposição mista, periodicamente inundáveis, que se desenvolvem ao longo da desembocadura do rio Aracatiaçu na praia de Moitas, perpendiculares à linha de costa. O padrão de drenagem é anastomosado com regime fluvial perene. É constituído por solos hidromórficos, mal drenados e parcialmente submersos, com alto grau de salinidade e sem distinção nítida de horizontes (gleissolos). A vegetação de mangue é pouco diversificada e altamente adaptada ao ambiente salino (raízes suporte e/ou pneumatóforos) e com rica biodiversidade faunística.</p>	<p>Área de reprodução de diversas espécies, pesca artesanal, extrativismo vegetal controlado, pesca do caranguejo, ecoturismo, pesquisa científica, potencial paisagístico e lazer e piscicultura.</p>	<p>Alto teor de salinidade no solo, área constantemente inundadas com a influência das marés, baixa fertilidade natural, área de preservação permanente (app) pelo Código Florestal Brasileiro Lei 4.771/65.</p>	<p>Aterramentos, construção de tanques de aquicultura; diminuição da produtividade biológica e da biodiversidade; contaminação dos recursos hídricos influencia a segurança alimentar das comunidades ribeirinhas.</p>	Emergente Muito Forte
Dunas Móveis	<p>As dunas móveis formam um cordão contínuo e paralelo à linha de costa, são depósitos sedimentares arenosos modelados processos eólicos, não apresentam cobertura vegetal, condicionam uma contínua mobilização das areias que se processa de modo quase ininterrupto, especialmente durante o período seco. Possuem sedimentos inconsolidados, não apresentando, portanto, indícios de ação pedogenética, com coloração Amarelo esbranquiçada, e granulação variando de fina a média, quartzosa e bem selecionada.</p>	<p>Atividades ligadas ao turismo e lazer, lençol freático, patrimônio paisagístico, ventos constantes.</p>	<p>Sedimentos com transporte muito ativo e fortemente inconsolidados; alta susceptibilidade à contaminação do lençol freático subterrâneo; dificuldade para edificações.</p>	<p>Descaracterização da paisagem; intensificação de processos erosivos por ocupação, edificação das dunas móveis para a construção dos parques eólicos.</p>	Potencial Muito Forte

Continua...

Quadro 10 - Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

SISTEMA AMBIENTAL: Planície Litorânea					
Subsistema Ambiental	Principais Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos e Riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
		Potencialidades	Limitações		
Dunas Fixas e Semifixas (Eolianitos)	As dunas semifixas têm cobertura esparsa em tufos, como um tapete herbáceo espaçado e descontínuo, formando gramíneas (Herbeto Campesino), ausência de solos, alta salinidade, elevada radiação solar, superfície arenosa exposta favorecendo a deflação. As dunas fixas estão passando pelo processo de edafização foram colonizadas por espécie de porte arbustivo e/ou arbóreo (Arboreto Edáfico Marino-arenoso) dificultando o trabalho eólico de remobilização dos sedimentos. Os Eolianitos estão dispostos próximos a faixa de praia; são pacotes de arenitos quartzosos cimentados por carbonatos de cálcio e bioclastos carbonáticos e sinais de bioturbação.	Recursos hídricos subterrâneos; devido à alta percolação dos sedimentos; patrimônio paisagístico; pesquisa científica; ecoturismo; patrimônio paisagístico.	Restrições legais (Vegetação fixadora de dunas), Código Florestal e Resolução CONAMA303/02 Baixo suporte para edificações e implantação de sistema viário; alta susceptibilidade à contaminação do lençol freático	Atividades extrativas e ocupação desordenada podem provocar descaracterização paisagística, aceleração de processos erosivos; Parques eólicos	Emergente Forte

Continua...

Quadro 10 - Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

SISTEMA AMBIENTAL: Glacis de Deposição Pré-Litorâneo					
Subsistema Ambiental	Principais Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos e Riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
		Potencialidades	Limitações		
Tabuleiro Pré – Litorâneo Arenoso	Formam rampas de acumulação com caimento topográfico suave em direção ao litoral, coberto por sedimentos arenosos inconsolidados da Formação Barreiras, mal selecionados, com variações granulométricas de média a muito fina, pobremente a muito pobremente selecionados, de cores predominantemente esbranquiçadas e laranja amareladas, dissecados em níveis tabulares; A drenagem intermitente sazonal de padrão paralelo	É favorável à expansão da infraestrutura viária (rota Sol-Poente e vicinais), núcleos urbanos (povoados, distritos, loteamentos e assentamentos), projetos de irrigação para fruticultura, empreendimentos turísticos, lavouras de subsistência, pecuária extensiva e extrativismo vegetal controlados.	Vulnerabilidade dos solos aos efeitos da lixiviação, suas condições de acidez e baixa fertilidade natural, bem como a limitação relativa ao armazenamento de água, necessitando sistema de irrigação, são fatores limitantes às práticas agrícolas.	Despejo inadequado de resíduos sólidos e efluentes pode ocasionar contaminação dos solos e corpos hídricos; desmatamento da vegetação nativa de Tabuleiro e matas ciliares ocasionam diminuição ou destruição da produtividade biológica e consequentemente da biodiversidade local; Mineração clandestina.	Emergente Baixa
Tabuleiro Pré – Litorâneo Areno Argiloso	São rampas de acumulação com caimento topográfico suave em direção ao litoral, coberto por sedimentos arenoargilosos inconsolidados da Formação Barreiras, areia grossa a muito fina, muito pobremente selecionada, de cores vermelho- amarelas, dissecados em níveis colinosos; apresentam drenagem intermitente sazonal de padrão subdendrítico e pluviometria média anual entre 800 e 1.000 mm. associação de solos pelo complexo vegetal Frutíceto Estacional Semicaducifólio Escleromesomórfico (vegetação de tabuleiros)	Propícios à agropecuária, agroextrativismo, expansão urbana, implantação viária, loteamentos e turismo.	A irregularidade do regime pluviométrico, a baixa fertilidade natural dos solos, problemas com erosão e deficiência hídrica.	O recobrimento vegetal original está fortemente descaracterizado pelo uso intenso das atividades de agriculturas anuais, temporárias e permanentes, além das culturas de vazante e extração de carnaúbas.	Emergente Baixa

Continua...

Quadro 10 - Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

SISTEMA AMBIENTAL: Depressão Sertaneja					
Subsistema Ambiental	Principais Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos e Riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
		Potencialidades	Limitações		
Superfícies Rebaixadas Conservadas	Superfícies pediplanadas em níveis rebaixados conservados da Depressão Sertaneja; áreas de contato com a Formação Barreiras; relevo suave ondulado; resultante do trabalho erosivo; sob condições de semiaridez; com pluviometria média anual em torno de 800 mm. A rede fluvial caracteriza-se por cursos d'água intermitentes com padrão variando de subdendrítico e dendrítico. Os solos são rasos a mediamente profundos, dos tipos Planossolos; complexos vegetais Frutíceto Estacional Caducifólio Xeromórfico (caatinga arbustiva) e Arboreto Climático Estacional Caducifólio Xerofílico (caatinga arbórea), descaracterizados.	Pecuária extensiva controlada, lavouras xerófilas com manejo adequado dos solos e pastagens, extrativismo mineral controlado (construção civil), implantação de estrutura viária e de núcleos urbanos.	Irregularidade do regime pluviométrico; deficiência hídrica; solos rasos com baixa fertilidade natural, susceptíveis à erosão e sujeitos a enxurradas; presença de afloramentos rochosos e pedregosidade.	Accleramento de ações erosivas em razão de modelos agrícolas sem técnicas de conservação; desmatamento intensivo da vegetação e solos pode conduzir a área para processos de desertificação e diminuição da biodiversidade.	Emergente Média

Fonte: Souza (1988; 2000), Ross (1994), Cavalcante (2003), Marino e Lehueur (2007), Lima (2010), Santos (2011).

6.2 Indicações de Medidas para o Planejamento Ambiental na Bacia Hidrográfica do rio Aracatiaçu.

A análise da fragilidade ambiental é a geração de um rico estudo sobre qualquer área em que ele seja aplicado. A partir de todo o levantamento do meio físico-ambiental e dos aspectos socioeconômicos que o estudo da fragilidade ambiental como metodologia de análise requer para ser efetivado, é gerado um documento de alta importância, tanto para autoridade tomadoras de decisões, comitês de bacias hidrográficas, dados para estudos de impacto ambiental e etc.

Com o intuito de dar continuidade do estudo da fragilidade ambiental, pela geração dos mapas sintéticos apresentados, é possível apontar algumas diretrizes e a criação de tendências a partir da avaliação da fragilidade, dos tipos de uso e apropriação desses pelas sociedades, se essa atividade é geradora de degradação ou não, se está em equilíbrio ambiental ou se encaminhando para um desequilíbrio.

Segundo Lima (2010) a análise da fragilidade permitiu indicar quais os sistemas ambientais se dispõem aos seguintes usos: **Recuperação ambiental**, ambientes classificados com processos acelerados de degradação; **Proteção**, áreas com restrições legais definidas para manutenção do equilíbrio dinâmico; **Conservação**, onde a exploração dos recursos é permitida desde que de maneira controlada e sustentável, respeitando a capacidade de suporte do ambiente; **Uso intensivo**, permitido o uso intenso desde que seja de maneira controlada.

As recomendações e diretrizes para cada sistema ambiental, classificadas a partir da fragilidade ambiental em relação ao tipo de uso ficaram organizadas da seguinte maneira, como vemos no quadro 11:

Quadro 11 – Propostas de diretrizes ao planejamento ambiental no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu

Sistema Ambiental: Planície Litorânea	
Subsistema ambiental	Diretrizes e Recomendações
Planície Fluviomarinha	Preservação do ambiente de qualquer forma de edificação que possa ocasionar degradação ambiental; delimitação da APA do rio Aracatiaçu; fiscalização de atividades turísticas que não sejam sustentáveis e possa causar danos para a biodiversidade do local.
Dunas Móveis	Fiscalização dos órgãos ambientais no ambiente; restrição ao trânsito de veículos tracionados e <i>buggy</i> s; medidas mitigadoras pelos parques eólicos para diminuir os impactos da construção do parque.

Dunas Fixas	Evitar qualquer iniciativa de uso e ocupação que comprometa o potencial hidrogeológico; solos vulneráveis a contaminação.
Sistema Ambiental: Planície de Acumulação	
Planície Fluviais e Fluviolacustres	Reabilitação da faixa de cobertura vegetal; uso sustentável da carnaúba; controle e fiscalização da mineração de areia no período seco; fiscalização da área de APP do rio Aracatiaçu, restringindo a construções de edificações no perímetro da APP; coleta de água para análise próximo aos distritos devido à falta de esgotamento sanitário na região. Fiscalização e proteção efetiva pelos órgãos públicos ligados à proteção do meio ambiente; embargo e demolição de obras nas áreas de APP.
Sistema Ambiental: Glacis de Deposição Pré-litorâneos	
Tabuleiro Arenoso	Planejamento e execução da ampliação da rede de esgotamento sanitário; recuperação de áreas alagáveis; recomposição da vegetação degradada; Estabelecimento de limites para ocupação e ordenamento; Fiscalização da mineração; Métodos conservacionista de agricultura temporária e anual para evitar a degradação dos solos. Em função da baixa profundidade do lençol, principalmente nas áreas mais arenoargilosas, não se deve instalar fontes potencialmente poluidoras como aterros sanitários
Tabuleiro Areno-Argiloso	
Sistema Ambiental: Depressão Sertaneja	
Superfícies rebaixadas Conservadas	Recuperação ambiental da vegetação nativa degradada; fiscalização do extrativismo vegetal de lenha; medidas socioeducativas de convivência com o semiárido.

Fonte: adaptado de Lima (2010), Souza (2000), Nascimento (2003)

7 CONCLUSÕES

Através da análise ambiental integrada foi possível analisar as diferentes paisagens contidas no interior dos limites da bacia hidrográfica, de maneira setorial pela ótica física-ambiental de cada sistema. Como cada elemento se comporta quando passa a ser analisado de maneira fluida, considerando que sempre existem trocas de matéria e energia. Isso só foi possível graças a metodologia base dessa pesquisa, os sistemas ambientais que permitiu dividir em etapas de análise esse estudo, do analítico ao integrador.

As diferentes tipologias de uso e cobertura, e o entendimento do processo histórico de ocupação da bacia hidrográfica, foi uma etapa fundamental para conhecer o passado, o atual cenário de ocupação e como as relações socioprodutivas ocorrem no principal município da bacia hidrográfica, Amontada. E ter subsídio para conseguir propor diretrizes e recomendações para o futuro a partir da análise do passado e do presente.

A análise dos sistemas ambientais como resultado da integração das análises setoriais foi de extrema importância para entender o funcionamento dinâmico da bacia hidrográfica. A partir da classificação dos sistemas ambientais foi possível classificar a fragilidade em potencial e emergente.

O baixo curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu drena uma área de 690 km², apresenta um complexo mosaico de unidades geoambientais e das diferentes tipologias de uso e cobertura e dos condicionantes socioeconômicos.

A partir da classificação da Análise da Fragilidade Ambiental nos sistemas ambientais, apenas 2 sistemas apresentaram fragilidade potencial. Correspondem ao sistema de Dunas Móveis com 66 km² de área e a planície fluviomarinha do rio Aracatiaçu com 13 km², juntos somam uma área de 79 km² correspondendo a aproximadamente 13% da área total da bacia hidrográfica. Nesses subsistemas as relações sociais de ocupação não são ausentes, elas ocorrem, mas não ainda com a mesma expressão que nos outros subsistemas. Os outros 624 km² de área da bacia hidrográfica correspondem a fragilidade emergente, correspondem a 87% de área. Nos ambientes de fragilidade emergente as atuações da sociedade foram mais incisivas e modificaram os componentes naturais.

A justificativa para entender porque os subsistemas da bacia hidrográfica são majoritariamente de fragilidade emergente vem do contexto histórico de ocupação das margens do rio pelas fazendas de gado. O pisoteio do gado causa compactação do solo, criação de sulcos e ravinas, o desmatamento das matas ciliares para a construção das fazendas. Nos dias atuais a

agricultura permanente e a temporária sem práticas de conservação dos solos e a retirada da vegetação natural para o plantio.

Como pode ser avaliado nos dados climáticos, a população da bacia hidrográfica sofre com a falta do abastecimento de água para os seus usos múltiplos. As chuvas concentradas no início do ano, os tipos de solos da bacia não conseguem reter essa precipitação que na maioria das vezes é torrencial e fica em déficit o restante do ano. A inexpressividade de projetos de irrigação, apenas os grandes produtores conseguem fazer barragens ou constroem açudes para conseguir ter água durante o período seco.

As comunidades tradicionais de Sabiaguaba e de Patos travam batalhas desde o começo da implantação dos parques eólicos dentro dessas comunidades, pois não recebem benefícios ou incentivos pelas construtoras dos parques. As torres ficam muito próximas das residências, problemas como ruídos das pás podem ser ouvidos das casas. Deixo aqui a indicação para trabalhos futuros sobre a temática.

As diferentes formas de uso e ocupação, principalmente as que não respeitam as limitações dos ambientes, na bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, desde os primórdios da ocupação até os dias atuais são as principais fontes produtoras de desequilíbrios ambientais, como a agricultura e a pecuária.

Essa pesquisa tem a expectativa de contribuir cientificamente e que desperte a atenção para novas pesquisas de diferentes temas para a área de estudo, tanto pela academia quanto pelo Poder Público, com o intuito de trazer benefícios tanto para meio ambiente como para os habitantes. A criação de políticas públicas para criação de medidas de proteção para conter o avanço de atividades que não respeitem a capacidade de suporte dos ambientes e também a recuperação das áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Um conceito de Geomorfologia a Serviço das pesquisas sobre o Quaternário**. Geomorfologia: GEO/USP. São Paulo, n.18, 1969.
- ANDRADE MESQUITA, E.; VASCONCELOS FROTA, P.; LIMA SOARES, V. Carcinicultura no litoral do Ceará: análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi - CE. **REVISTA GEONORTE**, Manaus, v. 3, n. 4, p. 540 - 551, dez. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1854>. Acesso em: 23 maio 2019.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. In: **Caderno de Ciências da Terra**, v. 13, p. 1-21. São Paulo, 1972.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3. ed. Petrópolis- RJ: Vozes, 1977. 351p.
- BRANDÃO, Ricardo de Lima; et al. **Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 1995.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2004.
- BRASIL. SUDENE/EMBRAPA. **Levantamento exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: Bol. Téc. Nº 28, Série Pedologia, 1973.
- BRANNSTROM, Christian et al. Perspectivas Geográficas nas Transformações do Litoral Brasileiro pela Energia Eólica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p.3-28, jan. 2018
- CAMARGO, S.G.O.; POUHEY, J.L.O.F. (2005) - Aquicultura – um mercado em expansão. **Revista Brasileira Agrociência** (ISSN0104-8996), 11(4):393-396, Pelotas, RS, Brasil. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v11n4/artigo01.pdf>23. Acesso em: 23 maio 2019.
- CAVALCANTE, J. C. *et al.* **Mapa geológico do Estado do Ceará**– Escala 1:500.000. Fortaleza: MME/CPRM, 2003.
- CARVALHO, G. M. B. S. **Geotecnologias aplicadas nas Análises da Vulnerabilidade à Erosão: Bacias dos Rios Aracatiaçu e Aracatimirim (CE)** 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2000.
- CARVALHO, Alexandre Medeiros de. **Dinâmica costeira entre Cumbuco e Matões, Costa Noroeste do Estado do Ceará**. 2003. 230 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003
- CEARÁ. Instituto de Pesquisas e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). **Perfil Básico Municipal - CE**. Fortaleza: IPECE, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A.. **Geomorfologia**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

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

CRISPIM, A. B. Fragilidade ambiental decorrente das relações sociedade/natureza no semiárido brasileiro: o contexto do município de Quixadá-CE. 235 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2016.

COSTA, Luís Ricardo Fernandes da. **Fragilidade ambiental nos sistemas ambientais e sítios urbanos no vale do Rio Banabuiú - CE**. 2017. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) Centro de Ciências – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de Classificação de Solos**. – Rio de Janeiro, 2009. 412p.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da S. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**. Rio de Janeiro. V. 1. N°. 1 p. 15-28, 2001.

FIERZ, M. M. de S. **As abordagens sistêmicas e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo**: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. 410f. Tese (Doutorado em geografia física) FFLCH – Departamento de geografia da Universidade de São Paulo –USP. São Paulo, 2008.

GORAYEB, A. **Análise integrada da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caeté – Amazônia Oriental – Brasil**. 206 f. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2008.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – **Ceará em Mapas**, Fortaleza: IPECE, 2007.

JOVENTINO, Fatima Karine Pinto; MAYORGA, Maria Irlas de Oliveira. Diagnóstico Socioambiental e Tecnológico da Carcinicultura no Município de Fortim, Ceará, Brasil. **Rede: Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 2, n. 1, p.80-96, jun. 2008.

LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico Físico-Conservacionista Como Aporte Para A Análise Da Degradação No Médio Curso Da Bacia Hidrográfica Do Rio Aracatiaçu (CE) – Brasil**. 2013. 179 p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará, 2013.

LOUREIRO, Caroline Vitor; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Implantação de Energia Eólica e Estimativa das Perdas Ambientais em um Setor do Litoral Oeste do Ceará, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p.24-38, out. 2015.

MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. **Geomorfologia Costeira: funções ambientais e sociais**. Fortaleza: UFC, 2012. 489 p.

MOURA-FÉ, M. M. de; PINHEIRO, M. V. de A. Os Parques Eólicos Na Zona Costeira Do Ceará E Os Impactos Ambientais Associados. **REVISTA GEONORTE**, Manaus, v. 4, n. 13, p. 22 - 41, dez. 2013. ISSN 2237-1419. Disponível em: <http://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1142>. Acesso em: 04 jul. 2019.

NASCIMENTO, F. R. do. et. al., Desertificação em bacias hidrográficas semiáridas no Nordeste brasileiro – Estado do Ceará. In: BEZERRA et, al, (Org.) **Itinerários Geográficos**. Niterói: EdUFF, 2007. Pág. 281 – 310.

POERSCH, L.H.S. Aquacultura no estuário da Lagoa dos Patos e sua influência sobre o meio ambiente. 146p., **Tese Doutorado**, Fundação Universidade Rio Grande Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, 2004. *Não Publicado*.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, Vol. 21 – Folha Fortaleza, 1981.

RIBEIRO, Luisa Ferreira et al. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [s.l.], v. 14, n. 3, p.365-383, set. 2014. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). ISSN 1646-8872. <http://dx.doi.org/10.5894/rgci453>.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, Edson Vicente da. *et al.* (Orgs.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas (Tomo 1)** – planejamento e gestão de bacias hidrográficas. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo, n.6, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo, n.8, 1994.

SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e meio técnico-científico-informacional**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2008. 176 p.

ROSS, J. L. S; AMARAL, R. A aplicação do conceito de unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Sampaio/SP. **Geosp (USP)**, v. 26, p. 59-78, 2009.

SALES, L. B. A fragilidade ambiental como subsídio ao ordenamento do território: o caso da RESEX da Prainha do Canto Verde, Beberibe – Ceará. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Ceará, 2017.

SANTOS, J. O. Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza – CE: Contribuições ao ordenamento Territorial. 315p. **Tese (Doutorado): Programa de Pós-graduação em Geografia Física – USP**. São Paulo – SP. 2011.

SANTOS, J. O; ROSS, J. L. S. Fragilidade ambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 8, n.

10, p. 127-144, 2012.

SOUSA, M. L. M.; OLIVEIRA, V. P. V. Análise Ambiental Como Base ao Zoneamento Ecológico - Econômico na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo, Ceará, Brasil. In: **Revista Geográfica da América Central**. Costa Rica, ed. Especial EGAL, v. 2, n. 47E, p. 1-11, II semestre de 2011.

SOUSA, M. L. M.; NASCIMENTO, F. R. Estudos geoambientais de bacias hidrográficas em áreas suscetíveis à desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista Colombiana de Geografia**, v. 24, p. 13-27, 2015.

SOUZA, M. J. N. de. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. In: **Revista de Geologia – UFC**. Fortaleza. V.1 p. 73 – 91, 1988.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Souza, M.J.N. et al. (Orgs.) **Compartimentação Territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 13 – 98.

SOUZA, M. J. N. *et al.* **Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2009

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistema. **Caderno do Instituto de Geografia – USP**. São Paulo: Ed. Lunar, 1977. 49p.

SCHIAVO, Bruna Nascimento de Vasconcellos et al. Caracterização da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica urbana no município de Santa Maria - RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p.464-474, jan. 2016

SPORL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa Da Fragilidade Ambiental Com Aplicação De Três Modelos. **Geosp - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p.39-49, 2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE, p.97, 1977.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. Centerton, New Jersey, v. VIII, p.1, 1955. 84p.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, J. B. da; DANTAS, E. W. C.; CAVALCANTE, T. C. (Orgs.). **Ceará: novo olhar geográfico**. 2. ed. Fortaleza: Edição Demócrito Rocha, 2007. p.169-188.