



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CAROLINE VITOR LOUREIRO

**A VULNERABILIDADE COMO INDICADOR DE  
QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁREA DO BAIXO  
CURSO DOS RIOS MARANGUAPINHO E  
CEARÁ/CE:  
SUBSÍDIOS PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL**



FORTALEZA  
2011

CAROLINE VITOR LOUREIRO

A VULNERABILIDADE COMO  
INDICADOR DE QUALIDADE  
AMBIENTAL EM ÁREA DO BAIXO  
CURSO DOS RIOS MARANGUAPINHO  
E CEARÁ/CE:  
SUBSÍDIOS PARA O ZONEAMENTO  
AMBIENTAL

Dissertação submetida à Coordenação  
do Curso de Pós-Graduação em  
Geografia, da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de mestre em  
Geografia.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Antônio Jeovah de  
Andrade Meireles

FORTALEZA  
2011

L928v Loureiro, Caroline Vitor

A vulnerabilidade como indicador de qualidade ambiental em área do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará/CE : subsídios para o zoneamento ambiental / Caroline Vitor Loureiro. – 2011.

111 f., enc.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles

Área de concentração: Estudos Socioambientais da Zona Costeira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Fortaleza, 2011.

1. Qualidade ambiental 2. Vulnerabilidade 3. Rio Ceará I. Meireles, Antônio Jeovah de Andrade (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Geografia III. Título

CDD 910

Universidade Federal do Ceará – UFC  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Parecer  
A VULNERABILIDADE COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL EM  
ÁREA DO BAIXO CURSO DOS RIOS MARANGUAPINHO E CEARÁ/CE:  
SUBSÍDIOS PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL

Caroline Vitor Loureiro

Defesa em 06 de Junho de 2011.

Conceito obtido: 10,0

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

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

---

Prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Aos meus pais,  
Francisco Paz Loureiro e Joana D`arc Vitor Loureiro

## AGRADECIMENTOS

Todos que passaram pelo meu caminho, ou que continuam comigo nessa constante busca pelo crescimento moral e espiritual, tocaram-me de alguma forma, ajudando-me a concluir esse trabalho.

Agradeço ao meu pai Francisco Paz Loureiro e minha mãe, guerreira, Joana D`arc Vitor Loureiro, aos quais me faltam palavras para agradecer, mas são a razão de tudo isso, devido ao incentivo e dedicação para comigo. À toda minha família: irmãs Lorena e Catarine, pela paciência, ao Daniel pela força com o computador, aos tios(as) e primos(as) que torceram por mim.

Ao Tiago, companheiro para todas as horas, estudando comigo e me auxiliando com os mapas e com palavras de motivação.

Aos meus colegas professores da EEFM João Paulo II pela compreensão e força.

Às professoras Elisa Zanella e Clélia Lustosa pelas orientações durante toda minha vida acadêmica.

Ao PET que foi escada para que eu chegasse até aqui e aos amigos que fizeram e fazem parte desse grupo, em especial Cleiton, Anderson, Jander e Fálcon.

Ao Laboratório de Planejamento Urbano e Rural (LAPUR) e de Cartografia do Departamento de Geografia/UFC, em especial ao professor Paulo Thiers por permitir que eu assistisse às suas aulas como ouvinte.

Aos colegas de mestrado e à turma do período da graduação, especialmente às amigas Rosa e Conceição.

Aos geógrafos Davy e Chicão, que me ajudaram sem medir esforços.

Ao meu orientador Jeovah Meireles que me deu um voto de confiança aceitando-me como monitora e posteriormente orientanda de mestrado, e auxiliando-me nesse estudo, além de mostrar-me o verdadeiro papel do geógrafo, muito mais do que assinar papéis e, sim, lutar, e não se calar às *injustiças ambientais*.

À Coordenação (CAPES) financiadora desse sonho, por meio da concessão de bolsas.

E, enfim, a Deus e a todos os espíritos iluminados que me guiam e me protegem.

*“Frequentemente o sistema legal se esconde atrás da ciência. Em muitos casos, quando as plantas industriais e a infra-estrutura são alocadas, seja um depósito de lixo, um incinerador, uma auto-estrada ou uma indústria petroquímica, muitas vezes não são a hidrologia ou a biologia as ciências envolvidas; se há alguma ciência envolvida, é provavelmente a ciência política. E ciência política significa, basicamente, saber como o poder é distribuído. Assim é que as comunidades mais vulneráveis estão começando a se mobilizar, a se organizar para proteger sua saúde e se fazerem ouvir, dizendo: “Nós não somos descartáveis, nossa comunidade não pode ser sacrificada em nome do progresso, da economia, simplesmente para que se faça dinheiro!”*

**Robert Bullard**

## RESUMO

As transformações econômicas e sociais têm alterado sensivelmente a qualidade de vida das grandes cidades brasileiras, devido à degradação dos espaços de preservação e conservação ambiental, necessários à manutenção da vida humana. A bacia hidrográfica do rio Ceará, na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), não se exclui desse quadro. Ocupada de forma desordenada, foi seriamente afetada pelo processo de urbanização de Fortaleza e Caucaia que aterrou rios e lagoas, desencadeou a ocupação de planícies fluviolacustres, poluição e desmatamento das matas ciliares. A fragilidade dos componentes ambientais da bacia do rio Ceará, aliada a uma população local vulnerabilizada socialmente, tem acarretado perdas para o sistema ambiental e comunidade envolvida. Objetivando identificar as áreas de vulnerabilidade ambiental do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará através dos elementos indicadores de qualidade ambiental, foram realizadas análises utilizando imagens de satélite, visitas *in loco* e uso de *softwares* de geoprocessamento. Os conceitos utilizados foram vulnerabilidade ambiental, vulnerabilidade socioambiental e qualidade ambiental, e o uso da bacia hidrográfica como célula natural de análise e planejamento. Através da análise das variáveis geologia, geomorfologia, solos, vegetação e as formas de uso-ocupação, foi possível avaliar o grau de vulnerabilidade ambiental no qual os geossistemas - baixo curso das bacias hidrográficas dos rios Maranguapinho e Ceará - se encontram. Esse estudo nos conduziu a uma análise integrada dessa área através da análise das alterações dos fluxos naturais do sistema, aliado à diversidade de usos definida e que provocaram alterações na qualidade de vida das comunidades. Os resultados encontrados evidenciaram que as áreas que apresentaram baixa vulnerabilidade natural, quando introduzido o fator uso/ocupação, passaram a apresentar uma alta vulnerabilidade ambiental, o que demonstrou a intensa pressão humana a qual os ambientes estão sujeitos. O que se observou, portanto, foi a associação de uma população em situação de vulnerabilidade social, com espaços de forte pressão antrópica, resultado da precariedade de planos de gestão de modo a valorizar a qualidade ambiental e o bem-estar das comunidades. A percepção e análise dos componentes ambientais da bacia hidrográfica, considerando suas potencialidades e limitações vinculadas à análise integrada do meio, resultaram em informações que poderão subsidiar planos de gestão da área.

**Palavras Chave:** Qualidade de vida; Qualidade ambiental; Rio Maranguapinho; Rio Ceará; Vulnerabilidade ambiental.

## ABSTRACT

The economic and social changes have altered significantly the quality of life of large Brazilian cities, due to degradation of the areas for preservation that are necessary for sustaining human life. The Ceará River basin, in the Fortaleza Metropolitan Region (FMR) is not ruled out of this situation. Occupied in a disordered way, it was seriously affected by the Fortaleza's urbanization process that landed in rivers and lakes that triggered the occupation of river-lake plains, pollution and deforestation of riparian forests. The fragility of the environmental components of the Ceará river basin, in association with a local socially vulnerable population, has caused losses to the environmental system and community involved. For this study the analysis was done using satellite imagery, conducting site visits and through the use of GIS software. The concepts used were environmental vulnerability, social and environmental vulnerability and environmental quality, and the use of the watershed as a natural cell analysis and planning. Through analysis of the variable geology, geomorphology, vegetation and forms of use-occupation, it was possible to evaluate the degree of environmental vulnerability of these environments in which the geosystem - lower course of the rivers Maranguapinho and Ceará - represented. This study leads us to an integrated analysis of this area, by considering the changes in energy flow of the system, coupled to human action, changing the living conditions of communities. The results showed that the areas that have low natural vulnerability, when the use / occupation factor was introduced, present a high environmental vulnerability, which shows the intense human pressure environments to which they are subjected. The perception and analysis of the situation in which they are, the elements that make up these environments, considering their strengths and limitations, leads us to an integrated analysis of the environment, resulting in information that can subsidize management plans in the area.

**Key words:** Quality of life; Environmental quality; Maranguapinho River; Ceará River; Environmental vulnerability.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Definição das unidades ecodinâmicas.....	23
<b>Tabela 2</b> – Unidades de Saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), por tipo de unidade no município de Fortaleza – 2009.....	71
<b>Tabela 3</b> – Unidades de Saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), por tipo de unidade no município de Caucaia – 2009.....	73
<b>Tabela 4</b> – Indicadores educacionais no Ensino Fundamental e Médio para Fortaleza – 2009.....	74
<b>Tabela 5</b> – Indicadores educacionais no Ensino Fundamental e Médio para Caucaia – 2009.....	74
<b>Tabela 6</b> – Déficit habitacional básico urbano.....	78
<b>Tabela 7</b> – Estabilidade das unidades.....	81
<b>Tabela 8</b> – Grau de vulnerabilidade das classes identificadas.....	82
<b>Tabela 9</b> – Média das classes de Vulnerabilidade natural.....	83
<b>Tabela 10</b> – Média das classes de Vulnerabilidade ambiental.....	83
<b>Tabela 11</b> – Cálculo dos pesos compensatórios.....	83
<b>Tabela 12</b> – Critérios e valores utilizados no mapa de uso/ocupação.....	84
<b>Tabela 13</b> – Classes de Vegetação.....	90
<b>Tabela 14</b> – Unidades Geológicas.....	90
<b>Tabela 15</b> – Unidades Geomorfológicas.....	90
<b>Tabela 16</b> – Classes de Vegetação.....	91
<b>Tabela 17</b> – Tipos de uso/ocupação identificados.....	91
<b>Tabela 18</b> – Vulnerabilidade natural por porcentagem da área de estudo.....	92
<b>Tabela 19</b> – Vulnerabilidade ambiental por porcentagem da área de estudo..	93

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Quadro síntese com os principais tipos de solo, vegetação e uso/ocupação encontrados no baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará.....	68
---	----

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Insolação.....	62
<b>Gráfico 2</b> – Temperatura média.....	62
<b>Gráfico 3</b> – Evaporação.....	62
<b>Gráfico 4</b> – Umidade relativa.....	62
<b>Gráfico 5</b> – Velocidade dos ventos.....	62
<b>Gráfico 6</b> – Precipitação.....	62
<b>Gráfico 7</b> – Evolução populacional de Caucaia-Ce e Fortaleza-Ce.....	70
<b>Gráfico 8</b> – Crescimento da Renda per capita de Caucaia-Ce e Fortaleza-Ce.....	76
<b>Gráfico 9</b> – Classes de vulnerabilidade natural.....	92
<b>Gráfico 10</b> – Classes de vulnerabilidade ambiental.....	93

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização da área de estudo.....	48
<b>Figura 2</b> – Setores da bacia.....	49
<b>Figura 3</b> – Delimitação da APA do estuário do rio Ceará.....	50
<b>Figura 4</b> – Planície Flúvio-marinha no rio Ceará.....	55
<b>Figura 5</b> – Crista residual da Serra de Maranguape na cota topográfica 850-450m.....	56
<b>Figura 6</b> – Rampa de colúvio com alteração antrópica na cota topográfica 450-100m.....	57
<b>Figura 7</b> – Vale na cota topográfica de 50m.....	58
<b>Figura 8</b> – Foz do rio Ceará na altitude de 9m.....	58
<b>Figura 9</b> – Perfil 1: Perfil topográfico do Rio Maranguapinho.....	59
<b>Figura 10</b> – Perfil 2: Perfil topográfico da Foz do rio Ceará.....	60
<b>Figura 11</b> – Perfil 3: Perfil topográfico do rio Ceará.....	60
<b>Figura 12</b> – Mapa das Unidades Geomorfológicas e Feições Superficiais da Bacia Hidrográfica do rio Ceará.....	61
<b>Figura 13</b> – ZCIT atuando no estado do Ceará do ano de 2006.....	63
<b>Figura 14</b> – Densidade populacional de Fortaleza/CE.....	71

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1</b> – Mapa-imagem da área de estudo.....	53
<b>Mapa 2</b> – Bacia hidrográfica do rio Ceará.....	66
<b>Mapa 3</b> – Mapa de geologia.....	85
<b>Mapa 4</b> – Mapa de geomorfologia.....	86
<b>Mapa 5</b> – Mapa de solos.....	87
<b>Mapa 6</b> – Mapa de vegetação.....	88
<b>Mapa 7</b> – Uso/ocupação.....	89
<b>Mapa 8</b> – Vulnerabilidade natural.....	95
<b>Mapa 9</b> – Vulnerabilidade ambiental.....	96

**LISTA DE SIGLAS**

<b>APA</b>	Área de Proteção Ambiental
<b>BNH</b>	Banco Nacional de Habitação
<b>CCMs</b>	Complexos convectivos de mesoescalas
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
<b>FUNCEME</b>	Fundação Cearense de Meteorologia
<b>GPS</b>	Global Position System
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IDH</b>	Índice de Desenvolvimento Humano
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IPECE</b>	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
<b>LI</b>	Linhas de instabilidade
<b>PDDU</b>	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
<b>PET</b>	Programa de Educação Tutorial
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PNUD</b>	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
<b>RDH</b>	Relatório de Desenvolvimento Humano
<b>RMF</b>	Região Metropolitana de Fortaleza
<b>SEMACE</b>	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
<b>SIG</b>	Sistema de Informações Geográficas
<b>SUDENE</b>	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
<b>UFC</b>	Universidade Federal do Ceará – UFC
<b>VCAS</b>	Vórtice ciclônico de ar Superior
<b>ZCIT</b>	Zona de convergência intertropical
<b>ZEE</b>	Zoneamento Ecológico Econômico

## SUMÁRIO

---

### **CAPÍTULO 1 - Considerações iniciais**

---

1.1	Introdução.....	12
-----	-----------------	----

---

### **CAPÍTULO 2 – Material e Método**

---

2.1	Fundamentação teórica.....	19
2.1.1	Abordagem Sistêmica e Ecodinâmica.....	19
2.1.2	Bacia Hidrográfica como célula de análise e planejamento.....	25
2.1.3	Vulnerabilidade Natural, Ambiental, Social e Socioambiental.....	29
2.1.4	Qualidade de Vida e Qualidade Ambiental.....	33
2.1.5	Conflitos Ambientais.....	38
2.1.6	Sensoriamento Remoto.....	41
2.2	Procedimentos operacionais.....	43
2.2.1	Levantamento Bibliográfico e Cartográfico.....	43
2.2.2	Etapa de campo.....	44
2.2.3	Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento - Procedimentos realizados.....	44

---

### **CAPÍTULO 3 – Caracterização geoambiental e socioeconômica da área**

---

3.1	Localização Geográfica da Área de Estudo e Vias de Acesso.....	48
3.2	Características geoambientais.....	54
3.2.1	Aspectos Geológicos e Geomorfológicos.....	54
3.2.2	Clima e Hidrografia.....	61
3.2.3	Solos e vegetação.....	67
3.3	Aspectos socioeconômicos.....	69
3.3.1	Aspectos populacionais.....	69
3.3.2	Saúde.....	72
3.3.3	Educação.....	73
3.3.4	Aspectos econômicos.....	75

<b>3.3.5</b>	A questão habitacional.....	76
--------------	-----------------------------	----

---

## **CAPÍTULO 4 - Avaliação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental**

---

4.1	Manipulação dos dados.....	81
4.2	Análise dos resultados.....	91
4.2.1	Vulnerabilidade Natural.....	91
4.2.2	Vulnerabilidade Ambiental.....	93
4.2.3	Discussões.....	97

---

## **CAPÍTULO 5 – Considerações finais**

---

	Considerações finais e proposições.....	100
--	---	-----

---

## **Referências Bibliográficas**

---

	Referências Bibliográficas.....	105
--	---------------------------------	-----

---

# Capítulo I

**Considerações  
iniciais**

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

---

### 1.1. Introdução

As cidades têm experimentado nos últimos séculos, a nível global, um crescimento acelerado de suas populações, fato representado em grande parte pelo intenso fluxo de migrantes vindos das áreas rurais, passando a se instalar nos centros urbanos ou áreas periféricas, as chamadas regiões metropolitanas.

Junto com a transição demográfica dos últimos duzentos anos, o fenômeno mais importante a nível planetário é a mudança no mundo das áreas ocupadas pela população. Predominantemente a população crescente vive em cidades (LAMPIS, 2010).

O que não ocorreu, no entanto, foi o crescimento proporcional dos equipamentos urbanos. As cidades não estavam preparadas para esse efeito, não possuindo infra-estruturas adequadas e suficientes. Somado a esse quadro, os “novos habitantes” não possuíam capital social compatível à vida nos centros urbanos. Esses novos habitantes se apropriaram de áreas das cidades consideradas ambientes instáveis, com intensa dinâmica ambiental.

Esse fenômeno que combina a suscetibilidade das pessoas e comunidades expostas com suas habilidades sociais, econômicas e culturais para lidar com os danos que poderiam ocorrer, é denominado por Birkmann (2006), como vulnerabilidade. Ainda segundo este autor, a vulnerabilidade que lida com a susceptibilidade dos seres humanos e as condições necessárias de sua sobrevivência e adaptações, é denominada vulnerabilidade social.

Nas grandes cidades brasileiras o quadro não se difere, a qualidade de vida tem sido sensivelmente alterada por transformações econômicas e sociais. Esse fato está associado, em grande parte, à degradação dos espaços de preservação e conservação ambiental, necessários à manutenção da vida humana. A ocupação desses espaços ocorre por grupos socialmente vulneráveis e equipamentos que burlam as leis ambientais, bem como pela falta de acesso às infraestruturas urbanas, como esgotamento sanitário e abastecimento de água.

Visualiza-se, nas grandes cidades brasileiras, um não-acompanhamento do crescimento da população pelos equipamentos de infraestrutura e políticas sociais de geração de emprego e renda. É nesse contexto de desigualdade socioespacial que Dantas e Costa (2009) avaliam a questão no Nordeste brasileiro:

[...] cria-se, nesses termos, uma massa de população vulnerável socialmente e a estabelecer-se em áreas vulneráveis ambientalmente (áreas de risco, favelas, cortiços, vazios urbanos e áreas de preservação ambiental), locais sem infraestrutura, principalmente sem saneamento básico. (DANTAS e COSTA, 2009, p.08)

A Região Metropolitana de Fortaleza – RMF não se exclui dessa conjuntura e apresenta contrastes sociais marcantes.

Os espaços da cidade de Fortaleza têm sido incorporados de forma diferente pelos estratos sociais que a compõem. Algumas dessas formas de apropriação causam a deterioração do bem-estar, ou seja, da qualidade de vida da sociedade.

A queda na qualidade de vida da sociedade está, algumas vezes, associada à deterioração do ambiente em que vive. A forma como este ambiente se apresenta – poluído, degradado, conservado etc. – espelha a qualidade do ambiente, ou seja, a qualidade ambiental, fator primordial para a manutenção do bem-estar.

A partir da década de 1970, a cidade de Fortaleza se consolidou como uma metrópole regional, a influência da cidade ultrapassava o estado e chegava às regiões de Parnaíba-PI e Mossoró-RN. A RMF, atualmente com quinze municípios, foi criada em 1973, instituída e definida por força legal (Lei Complementar N° 14/73). Aquiraz, Caucaia, Fortaleza, Maranguape e Pacatuba compunham a primeira formação da RMF. Hoje, fazem parte também os municípios de Cascavel, Chorozinho, Eusébio, Guaiuba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Pacajus, Pindoretama e São Gonçalo. De acordo com dados do Censo 2010 do IBGE, a RMF possui uma área de 5.794 km<sup>2</sup> e uma população total de 3.610.379 habitantes.

Esse processo de expansão urbana, ocorrente na década de 1970, em Fortaleza, tinha como facilitadores a implantação de políticas de desenvolvimento urbano-industrial, como a Superintendência de

Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (1959) e o Banco Nacional de Habitação - BNH (1964). Essa expansão atraiu um expressivo contingente populacional vindo do campo em busca de melhores condições de vida.

Os que tinham poder aquisitivo ocuparam áreas atendidas por infraestrutura e serviços; às parcelas menos abastardas restaram as áreas centrais deterioradas; às periferias, às favelas e áreas impróprias à habitação, margens de riacho e lagoas.

Desta forma, deu-se a ocupação inadequada das lagoas, rio e riachos de Fortaleza, gerando impactos diretos sobre estes ambientes. Destruição da mata ciliar, ocupação das planícies de inundação e lançamento de esgotos em recursos hídricos são alguns dos exemplos.

Grande parte das bacias que compõem a Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza não foge a esta regra, são exemplos as bacias dos rios Maranguapinho e Ceará. Os rios Maranguapinho e Ceará foram seriamente afetados pelo processo de urbanização de Fortaleza, que aterrou rios e lagoas, desencadeou a ocupação de planícies flúviolacustres, poluição e desmatamento das matas ciliares. Os trechos de baixo curso destes rios vêm passando por uma intensa alteração de seus componentes ambientais, devido às formas de uso e ocupação predominantes, criando alterações nos fluxos de matéria e energia do sistema.

A população, que veio a se instalar nas margens desses recursos hídricos<sup>1</sup>, é comumente acometida pelos riscos ambientais provenientes da dinâmica natural que torna esses ambientes instáveis. São comuns inundações, deslizamento de suas vertentes e doenças provocadas pela poluição da água e falta de saneamento básico. Esses fenômenos estão associados a alterações na qualidade ambiental, que pode ser entendida como o estado das principais variáveis do ambiente que afetam o bem-estar dos organismos, particularmente dos humanos.

Através da análise das variáveis geologia, geomorfologia, solos, vegetação e as formas de uso-ocupação, é possível avaliar o grau de vulnerabilidade ambiental no qual os ambientes desses geossistemas (baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará) se encontram.

---

1 Vale dizer que essas áreas da RMF concentram os maiores bolsões de pobreza da região.

A partir dos resultados encontrados, o trabalho fornece subsídios à elaboração de projetos de planejamento e gestão ambiental da área, que considerem os ambientes sistemas integrados e que busquem a melhoria da qualidade de vida das comunidades através de um convívio entre sociedade e ambiente que respeite as limitações e potencialidades do meio, aproveitando suas potencialidades, sem prejuízos para o futuro dessa bacia e às gerações posteriores.

Este trabalho se fundamenta na utilização da bacia hidrográfica como célula natural de análise e planejamento, pois permite uma avaliação de forma integrada das ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico presente no sistema, da consideração dos ambientes como sistemas que apresentam diferentes estabilidades, que alterações nos componentes desses sistemas podem torná-lo vulnerável modificando a qualidade do ambiente, criando uma série de conflitos ambientais envolvendo diferentes camadas sociais.

O estudo através da bacia hidrográfica como categoria de análise traz uma limitação ao trabalho, pois não agrega o conceito de águas subterrâneas. As águas subterrâneas não respeitam os limites das bacias e, em eventos chuvosos extremos, devem ser consideradas como fator limitante do uso e ocupação.

Analisando o baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará a partir de uma visão sistêmica, interconectando os elementos que compõem os mesmos, evita-se uma análise incompleta, às vezes, baseada somente nas formas de uso e ocupação.

O objetivo geral da pesquisa é identificar as áreas de vulnerabilidade ambiental do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará através dos elementos indicadores de qualidade ambiental, conectando esses elementos e analisando o grau de estabilidade das unidades.

Para alcançar o objetivo geral, faz-se necessário identificar os componentes ambientais componentes desse ambiente; realizar análise dos elementos componentes das unidades do sistema; verificar os processos de uso e ocupação das bacias, bem como as possíveis alterações nos demais componentes causados por estes fatores e analisar e classificar as unidades a partir de seu grau de estabilidade.

No sentido de desenvolver a temática apresentada, essa dissertação foi dividida em cinco capítulos, sendo eles: Capítulo 1, Introdução; Capítulo 2, Material e Método; Capítulo 3, Caracterização geoambiental e socioeconômica da área; Capítulo 4, Avaliação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental; Capítulo 5, Considerações e proposições; e, finalizando, as Referências Bibliográficas.

O Capítulo 1 contextualiza o processo de ocupação da RMF e as mudanças na qualidade do ambiente e alterações no bem-estar da sociedade, à nível global e, em especial, no entorno da bacia dos rios Maranguapinho e Ceará.

O Capítulo 2 apresenta os procedimentos adotados para a realização do estudo, citando as etapas realizadas em gabinete e em campo. Traz uma apresentação e discussão dos conceitos pertinentes para o desenvolvimento da temática proposta.

O Capítulo 3 detalha as características ambientais e socioeconômicas do objeto de estudo, trazendo imagens, gráficos e tabelas que auxiliam na descrição do ambiente em epígrafe.

O Capítulo 4 mostra o resultado do cruzamento das informações coletadas e processadas por meio de softwares especializados: os mapas de geologia, geomorfologia, vegetação, solos e uso/ocupação. É feita, também, uma avaliação da vulnerabilidade natural e ambiental do objeto, por meio da criação dos mapas de vulnerabilidade natural e ambiental, discutindo a estabilidade dos ambientes através do grau de vulnerabilidade, as potencialidades e limitações para as atividades humanas e os atores responsáveis pelas alterações nas variáveis do sistema.

O Capítulo 5 apresenta considerações e proposições acerca dos resultados encontrados, trazendo propostas de gestão ambiental pautadas no grau de vulnerabilidade e qualidade ambiental do meio e uma discussão sobre os planos, programas e projetos já existentes, como os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Fortaleza e Caucaia, a APA do rio Ceará e o Projeto rio Maranguapinho, bem como proposições acerca da ocupação e subsídios a projetos de zoneamento que considerem a gestão integrada dos ambientes. O capítulo também faz uma análise da injustiça ambiental existente nos bairros drenados pelo baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará.

Finalizando, a dissertação traz as referências – artigos, revistas, livros, sites e documentos - utilizados no trabalho.

A análise integrada do ambiente por meio da avaliação da vulnerabilidade e qualidade ambiental dos meios visa acrescentar mais um instrumento para a gestão ambiental. O estudo da vulnerabilidade pode fornecer uma tendência de evolução da área de acordo com o uso-ocupação vigente, alertando sobre possíveis cenários futuros da paisagem.

Este estudo fornece, portanto, ferramentas para a tomada de decisões na gestão ambiental que considerem a dinâmica do meio e a confluência das atividades antrópicas existentes, cenário comum nas grandes metrópoles brasileiras.

---

# Capítulo II

**Material e  
método**

## **2. MATERIAL E MÉTODO**

---

### **2.1. Fundamentação Teórica**

Na busca pela compatibilidade das atividades humanas no uso/ocupação dos ambientes, a fim de promover um melhor gerenciamento da área em análise, esse estudo buscou subsídio nos métodos e conceitos que permitem uma abordagem integrada dos elementos presentes e atuantes em cada ambiente.

O conjunto de elementos componentes de um ambiente possui uma dinâmica de fluxos e energias, onde alterações em um desses componentes podem desencadear impactos de diferentes magnitudes.

Para avaliar a dinâmica natural dos ambientes mediante as perturbações humanas, considerou-se o conceito de Ecodinâmica (1977) do francês Jean Tricart, conforme visto a seguir.

#### **2.1.1 Abordagem sistêmica e Ecodinâmica**

A relação homem-natureza se modificou na medida em que as demandas sociais ou humanas, o que fomenta as novas tecnologias e o desenvolvimento intelectual, evoluíam, alterando cada vez mais o ambiente. Nos primórdios da humanidade, os recursos naturais representavam uma fonte de suprimentos necessários à manutenção da vida humana, em que só se retirava e se modificava o necessário.

Na continuidade da relação sociedade e natureza, passaram a ser vistos até o século XIX, segundo Bernardes e Ferreira (2007), como fonte ilimitada de recursos à disposição do homem, visão vinculada ao processo de produção capitalista, em que o processo de industrialização baseado na acumulação que se realizava por meio da exploração intensa dos recursos naturais, com perversos efeitos para a natureza e os homens. A questão ambiental emergiu

somente após a Segunda Guerra Mundial, propiciando mudanças importantes na visão do mundo.

Bernardes e Ferreira (2007) ressaltam ainda que, apenas nas décadas de 1960/1970, percebeu-se que os recursos naturais eram esgotáveis e que o crescimento sem limites ia se revelando insustentável. Percebe-se uma gradual mudança de paradigma. Busca-se, então, a quebra da dialética homem-natureza, uma mudança da percepção do meio como algo isolado do homem.

O homem em sociedade atua de forma direta no ambiente, na tentativa de suprir suas necessidades, alterando os fluxos de energia e matéria que regem os ambientes, desencadeando mudanças nas capacidades de suporte de determinado meio. Percebe-se, nesse contexto, que a análise dos ambientes a fim de gerar suporte ao planejamento precisa de métodos e conceitos que realizem uma abordagem integrada.

Essa necessidade conceitual é suprida com o lançamento da obra *Ecodinâmica* de Tricart, publicada no Brasil em 1977 pelo IBGE. Tricart parte do princípio de que

[...] o homem participa dos ecossistemas em que vive. Ele os modifica e, por sua vez, os ecossistemas reagem determinando algumas adaptações do Homem. As interações são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana. (TRICART, 1977, p. 17)

Tricart adotou uma visão ecossistêmica, apoiado na ideia de sistema, criada pelos físicos no século XVIII. Sobre o conceito de sistema, Chorley e Kennedy (1971) o definem como um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos que são componentes ou variáveis que se interrelacionam como um todo complexo, afirmando ainda que

O mundo real pode ser encarado como um conjunto constituído de sistemas interligados em várias escalas e complexidades que estão aninhados e interligados entre si formando um sistema de hierarquia. (CHORLEY E KENNEDY, 1971, p. 89)

Bertalanfy (1975) mostrou que todas as partes, de um sistema, por menores que sejam, participam e influenciam o TODO. Em síntese, uma relação mútua de interdependência existente entre os elementos que, agindo conjuntamente, formam um sistema.

Considerando os sistemas como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, e que esses fluxos possuem relações de dependência mútua entre os fenômenos, qualquer alteração natural ou social, criará alterações em todo o processo de funcionamento, ocasionando modificações nas outras variáveis do sistema.

O conceito de sistema é descrito pelo próprio Tricart como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, com relações de dependência mútua. No estudo do meio ambiente, a geografia incluiu a noção de ecossistema, uma adaptação do conceito de sistema pelos ecólogos. O biólogo inglês Tansley propôs, na década de 1930, o conceito de ecossistema definindo-o como um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem.

Ao considerarmos um geoambiente<sup>2</sup> formado por um conjunto de elementos, em que esses mantêm relações entre si, reconhecemo-lo como um sistema ambiental.

Na ciência geográfica, em específico, na Geografia Física, o estudo dos ambientes, a partir da abordagem sistêmica, tem direcionado sua análise para a sistematização, integração e conexões existentes nesse meio. É visível, nos estudos geográficos, a abordagem de Christofolletti (1986, 87) onde: “A Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesses conjuntos”.

Diferente da biologia, que adotou o conceito de Ecossistema para seus estudos, a partir da Teoria de Sistemas, a Geografia utilizou o termo Geossistema para designar os sistemas ambientais. O termo Geossistema foi criado dentro da Ciência Geográfica por Sotchava em 1960. Foi na Geografia Física que Sotchava aplicou o estudo geossistêmico, afirmando que esta ciência,

Em condições normais deve estudar, não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexão, etc. (SOTCHAVA, 1977, p.02).

---

<sup>2</sup> Exprime o conceito geográfico de zonalidade através de tributos ambientais que permitem diferenciá-la de outras unidades vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos, dinâmicos que articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais (LUCENA, 1998).

Troppmair (2006), considerando que Sotchava, ao criar o termo Geossistema, deixou-o vago e flexível, pois na sua criação considerou o espaço que vivenciara, a Ex-União Soviética, áreas com centenas e mesmo milhares de quilômetros quadrados, afirma que vários geógrafos utilizaram e empregaram o termo com conteúdo, metodologia, escala e enfoques diferentes. Como esclarecimento, Troppmair (2006) conceitua Geossistema como

[...] um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem. Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estes serão perceptíveis apenas em micro-escala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenada a desaparecer. (TROPpMAIR, 2006, p.81).

Como resultado dessa apropriação da noção de sistema por Tricart, ele desenvolveu a metodologia Ecodinâmica, ressaltada pelo autor como correspondente às necessidades do mundo contemporâneo e própria para se evitar erros nos planejamentos, por adotar uma consciência mais completa das interações entre os vários elementos do meio ambiente.

Em síntese, a metodologia Ecodinâmica de Tricart é baseada no estudo da dinâmica dos ecótopos, ou seja, na análise das relações mútuas existentes entre os componentes de cada unidade ecodinâmica, como as trocas de energia e interdependência. A definição de unidades ecodinâmicas foi integrada, por Tricart, do conceito de ecossistemas, pois se baseia na lógica dos sistemas.

Tricart (1977) enfatiza, mais uma vez, a importância do estudo ambiental ao afirmar que a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema deve ser o objetivo da gestão dos recursos ecológicos. Determina as limitações de extração de recursos sem degradação do ecossistema ou delimitação de quais medidas devem ser tomadas para permitir a extração mais elevada sem degradação, ou seja, a avaliação da potencialidade. Tricart (1977) resalta ainda que, para a realização desse tipo de avaliação, é necessário bom conhecimento do funcionamento do ecossistema, dos fluxos de energia/matéria que o caracterizam.

Com a adoção da Ecodinâmica nesse estudo de vulnerabilidade, colocamos, em foco, a capacidade de suporte dos ambientes<sup>3</sup> como elemento determinante da definição das atividades de uso/ocupação propícias a cada ambiente.

Para enfim definirmos como os ambientes reagem à introdução de ações decorrentes do atual contexto econômico, é necessário o conhecimento da dinâmica natural dos ambientes. Tricart (1977)<sup>4</sup>, com a Ecodinâmica, definiu três tipos de ambientes de acordo com a intensidade dos processos, sendo eles os meios estáveis, intergrades e fortemente instáveis, em que a estabilidade é classificada conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 - Definição das unidades ecodinâmicas**

<b>Meios</b>	<b>Processos predominantes</b>
Estáveis	Pedogênese
Intergrades	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese
Fortemente Instáveis	Morfogênese

Tricart (1977)

Conhecendo a dinâmica dos ambientes, observa-se as diferenças de suscetibilidade de surgimento de desequilíbrios no funcionamento dos ambientes frente à introdução de novos elementos no sistema, as diversas formas de intervenções humanas. Ross (2006) ressalta que, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais se mostravam em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram

<sup>3</sup> A capacidade de suporte de um ambiente, segundo Ricklefs (1996), pode ser entendida como o número máximo de elementos exógenos que o ambiente pode suportar sem alterar as suas características.

<sup>4</sup> Os meios estáveis, segundo descrição de Tricart (1977), possuem uma lenta evolução do modelado, com pouca atuação dos processos mecânicos, dificilmente perceptíveis. Estes meios são encontrados em regiões dotadas de uma série de condições, como uma cobertura vegetal suficientemente fechada capaz de frear os processos mecânicos de morfogênese; dissecação moderada, com pouca incisão dos cursos d'água e vertentes com lenta evolução; e ausência de atividade vulcânica. Predominam, portanto, devido à pouca e lenta morfodinâmica, os processos de evolução do solo, os processos pedogenéticos. Nos meios intergrades, ocorre a passagem gradual entre os meios estáveis e os meios instáveis, correspondendo a uma área de transição entre esses dois meios, não ocorrendo um corte abrupto entre eles. Tricart (1977) afirmou que o que caracteriza esses meios é a interferência permanente de morfogênese e pedogênese, concorrendo em um mesmo espaço. Os meios fortemente instáveis apresentam a morfodinâmica, processo de modelação do relevo, como elemento predominante e fator determinante da dinâmica do sistema.

a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais para gerar riquezas, conforto, prazer e lazer.

Necessitamos de um entendimento das sociedades não apenas como agentes modificadores dos ambientes, mas como elementos integrantes dos mesmos, pois sua existência é condicionada pelos recursos naturais, na medida em que estes são essenciais à sua permanência na Terra, em uma relação de dependência criada ao passo que evoluía o modo de vida. No atual contexto, a sociedade não tem evolução científica capaz de criar meios de permanecer na Terra sem os recursos naturais, tornando-se dependente da natureza.

A natureza, por sua vez, é anterior ao surgimento do homem, em uma primeira análise, não dependendo dele para permanecer existindo, porém, devido a uma nova relação criada pelo desenvolvimento das técnicas, a natureza depende do homem, quando levamos em consideração as formas pelas quais a sociedade atua, como a destruição das florestas, criação de barragens, transposição de rios etc, sendo importante à manutenção dos recursos naturais os meios pelos quais o homem se apropria da natureza. A ação humana é modificadora dos ecossistemas e, então, agente decisivo da ecodinâmica.

Nos estudos que servem de subsídio aos planejamentos urbanos, classe na qual essa dissertação se encaixa, é-nos interessante entender o meio por sua totalidade, seguindo a lógica do pensamento de Tricart e Kiewietdejonge (1992) *apud* Ross (2006) que, do ponto de vista da utilização dos recursos ecológicos, ressaltam o interesse antes de tudo de entender, na sua totalidade, as interações e relações dos fluxos de energia e matéria entre os diversos componentes da natureza, incluindo aí as intervenções das sociedades humanas, na perspectiva de que os seres humanos também fazem parte dos ecossistemas.

A visão estática e descritiva já não é suficiente para subsidiar o gerenciamento dos ambientes frente ao crescente uso/ocupação das cidades. Ressalta-se, portanto, a importância da concepção Ecodinâmica no estudo aqui realizado, levando em consideração o conhecimento da sensibilidade dos meios sob o ponto de vista da intervenção humana.

### **2.1.2 Bacia Hidrográfica como célula de análise e planejamento**

As bacias hidrográficas foram consideradas como recorte do objeto desse estudo, pois podem ser compreendidas como um sistema que totaliza e integra elementos como a geomorfologia, o clima, a vegetação e o uso e ocupação de sua área. É uma unidade de investigação importante para analisar o comportamento sistêmico das variáveis naturais e das intervenções humanas.

No Brasil, o crescente processo de urbanização de modo desequilibrado e desordenado tem resultado em diversos problemas nos meios urbanos. A ocupação irregular de ambientes considerados de alta fragilidade, como os recursos hídricos, altera o papel natural de drenagem das águas pelas bacias hidrográficas, desencadeando impactos como as inundações, os alagamentos ou enchentes.

Os recursos hídricos são ocupados de forma irregular, na maioria das vezes, por uma população de baixa renda, incapaz de adquirir uma parcela da cidade formal. Criam-se verdadeiras favelas nas margens desses ambientes. Almeida (2006) afirma que, no âmbito dos ambientes urbanos, os rios e suas margens têm sido o ponto preferencial para os assentamentos humanos, além de serem receptores de resíduos oriundos das diversas atividades, biológicas ou industriais.

É um processo resultante de fatores como o déficit habitacional, a desigual distribuição de renda do país, baixa qualificação profissional, elevado número de famílias sem planejamento familiar e desemprego, o que impulsiona a proliferação de loteamentos irregulares.

Os rios, por serem protegidos por legislação ambiental, representam nas áreas urbanas verdadeiros vazios, muitas vezes, negligenciados pelo poder público, tornando-se alvo fácil para ocupação irregular. Os rios podem ser definidos como um amplo corpo de água em movimento, confinado em um canal, termo usado geralmente para indicar o principal tronco do sistema de drenagem (CUNHA, 2007). Incluso no âmbito da bacia hidrografia, o conceito de rio urbano diz respeito ao rio que sofreu e sofre modificações pelo homem no processo de urbanização, tendo o seu potencial ambiental e paisagístico

aproveitado ou não, representando uma negação do modo de vida urbano à natureza. (PORATH, 2003).

A ocupação das margens fluviais por habitações desencadeia uma alteração nos fluxos de energia que regem esse sistema. Os rios se tornam espelhos das atividades humanas predominantes nas bacias hidrográficas. Costa (2002) diz que os diferentes tratamentos, usos e apropriações dos rios urbanos em diferentes cidades nos mostram as especificidades culturais e muitos outros valores, com uma repercussão direta na qualidade da paisagem.

É relevante analisar o contexto de uso/ocupação de uma cidade partindo da observação da situação dos recursos hídricos. A bacia hidrográfica apresenta um apropriado recorte para esses estudos. Para Coelho Neto (2001), a bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, em um determinado ponto de um canal fluvial, seja no oceano, em um lago ou em outro rio. Nessa sua complexa rede de relações e energias, reflete-se a apropriação do território pela população de seu entorno.

Em uma dimensão ambiental, a bacia hidrográfica é reconhecida como elemento importante para a regulação micro-climática, contentor de enchentes, abastecimento humano, pesca, lazer, produção econômica, manutenção da vida animal, irrigação, uso industrial, navegação, piscicultura, hidroeletricidade, turismo, entre outros.

A Geografia Física reconheceu a bacia hidrográfica como unidade espacial no final dos anos de 1960, contudo, somente na última década ela tem sido incorporada pelos profissionais geógrafos e das chamadas Ciências Ambientais (BOTELHO & SILVA, 2007). A bacia hidrográfica carrega a noção de sistema implícita em si, pois envolve uma série de processos e energias interdependentes.

A preocupação paralela da demanda pelos recursos naturais e a quantidade e qualidade dos recursos naturais, a fim de propiciar o bem-estar das futuras gerações, é algo posterior à Segunda Grande Guerra. Botelho & Silva (2007) afirmam que, no Brasil, os estudos do solo como base da vida e suporte das atividades humanas ganharam força na década de 1980, visualizados na publicação de inúmeros trabalhos envolvendo o manejo e conservação da terra e planejamento do uso do solo, considerando suas

potencialidades e limitações. Esses estudos resultaram na criação de normas e regulamentos de ordenação do território e instituição do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas por meio do Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987.

Esse fenômeno tem um aumento ainda maior na segunda metade da década de 1990, mostrando uma conscientização dos gestores e uma pressão acadêmica cada vez maior em cima dos projetos de ordenamento do território. Desta forma, tem-se valorizado a bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambiental.

As bacias hidrográficas funcionam como um sistema, tendo como elementos componentes a água, o solo, a vegetação etc, envolvendo processos como o escoamento, a infiltração, a deposição, entre outros. Alterações em um desses componentes ou processos desencadeiam desequilíbrios no sistema. Um exemplo é o caminho percorrido pela água da chuva. Ao atingir o solo, ela pode infiltrar parcialmente ou escoar. Cada tipo de solo tem seu potencial natural de infiltração e a impermeabilização deles aumenta o escoamento superficial sobrecarregando os canais fluviais ou de drenagem urbana, ocasionando inundações ou erosão. Como maiores intervenções urbanas capazes de alterar o funcionamento do sistema hidrológico, tem-se a impermeabilização do solo através da pavimentação e construção de habitações.

Nas áreas urbanas, bem como nas áreas rurais, as bacias hidrográficas sofrem intensas alterações, principalmente pela alta impermeabilização do solo, alterando a vazão dos cursos d água, diminuindo as áreas de infiltração das águas provenientes da chuva, aumentando a incidência de enchentes e prejudicando, assim, a qualidade dos recursos hídricos e afetando diretamente a qualidade de vida da sociedade.

A vegetação também exerce importante papel no funcionamento desse sistema. Sua retirada aumenta o assoreamento dos canais, por não estarem mais barrando esses sedimentos. Nos ambientes urbanos, a dinâmica da água é acelerada, pois há o aumento do escoamento superficial, e também a qualidade desse recurso é comprometida.

A água do escoamento superficial busca as áreas mais rebaixadas das cidades, como os canais fluviais e ambientes lacustres. No processo de

escoamento, esse recurso carrega consigo a poluição das ruas, comprometendo a qualidade da água. No entanto, os maiores poluidores das áreas urbanas são os esgotos, que devido a não cobertura total das cidades por programas de saneamento, os resíduos sólidos são lançados por uma parcela da sociedade sem noções de educação ambiental e indústrias.

O planejamento ambiental, o manejo e a manutenção dos recursos naturais e o gerenciamento das cidades, utilizando-se as bacias hidrográficas como célula de análise, em nível municipal ou local, pode ser auxiliado pela análise da fragilidade dos ambientes por meio do reconhecimento dos seus potenciais naturais. Um zoneamento, em conformidade com a legislação ambiental, aliado a programas que associem os aspectos ambientais, sociais, culturais e econômicos, propicia uma relação harmônica entre o homem e o ambiente.

Pode ser utilizada, portanto, como célula natural de análise e planejamento, já que engloba características e dados referentes à área localizada, tanto de caráter social quanto ambiental, criando um amplo banco de dados. Através da análise destes elementos é possível compreender o funcionamento desse sistema, reconhecer a qualidade do ambiente e a que nível de vulnerabilidade ambiental a população residente na área, em epígrafe, está exposta.

Sua importância como unidade de pesquisa, de planejamento e gestão se justifica pela possibilidade de visualização mais concreta das inter-relações dos componentes do meio físico, biológico e humano, dentre eles, clima, litologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso da terra, vazão, dentre outros.

A situação dos elementos componentes das bacias hidrográficas (água, vegetação, solos, etc.) e dos geoambientes nas quais se encontram revelam a reação dos sistemas ambientes frente à pressão humana, muitas vezes, resultado da alteração dos níveis e fluxos de energia devido à retirada ou modificação das características de um desses elementos.

### 2.1.3 Vulnerabilidade Natural, Ambiental, Social e Socioambiental

Procurando uma visão que articule o social e o ambiental, visto que a vida nas cidades ocupa ambientes com dinâmica ambiental, buscou-se o uso dos conceitos de vulnerabilidade, por se inserirem nesta perspectiva e por considerarem os atores e sua relação com o meio, mostrando-se como um estudo dinâmico da relação sociedade-ambiente.

A construção de um referencial teórico sobre vulnerabilidade expõe a necessidade do aprofundamento desse termo, a fim de compreender as questões que envolvem desde os ambientes, em sua forma natural, até aqueles com intensa intervenção humana, bem como os grupos sociais envolvidos.

Traçando uma linha histórica do uso do conceito de vulnerabilidade, Marandola e Hogan (2005) afirmam que os geógrafos foram os primeiros a trazê-lo para o debate ambiental no contexto dos estudos sobre os riscos. A discussão ganha maior atenção nas décadas de 1980 e 1990, quando as pesquisas deixam de se ocupar apenas com os perigos naturais, passando a enfocar também os perigos sociais e tecnológicos.

Na leitura desses autores, eventos naturais são considerados perigosos no momento em que causam dano às populações e riscos à exposição da sociedade ao perigo.

Para Veyret (2007), o risco é uma construção social, a percepção do perigo, da catástrofe possível, sendo os fatores de risco os processos naturais ou as consequências das atividades humanas; e o perigo “[...] as conseqüências objetivas de uma álea<sup>5</sup> sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente”.

O risco por ser uma construção social, uma percepção, é fator importante para a definição da vulnerabilidade de determinada área ou o grau de vulnerabilidade ao qual uma comunidade está exposta, pois proporciona uma visão acerca de uma potencialidade de acidente, perturbação ambiental ou catástrofe a que se está exposto.

---

5 “Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. (VEYRET, 2007, p. 24).

Na Ciência Geográfica, o estudo da vulnerabilidade é associado aos ambientes e às populações, podendo ser natural, ambiental, social e socioambiental, como será discutido a seguir.

Iniciamos pelos ambientes em sua forma natural, nos quais o termo aplicado é o de vulnerabilidade natural, por serem analisadas as características naturais do meio. O reconhecimento das vulnerabilidades naturais de um ambiente é de fundamental importância para o estudo da caracterização ambiental de áreas susceptíveis à modificação, sobretudo aquelas que sofrem intervenção socioeconômica.

Entendemos por vulnerabilidade natural o potencial de risco natural que determinado ambiente oferece às atividades humanas. O ambiente possui suas instabilidades, as relações morfogênese-pedogênese e os níveis de riscos que ele apresenta ao homem demonstram o quanto é vulnerável. Apreende-se, portanto, vulnerabilidade natural como a susceptibilidade dos componentes naturais à degradação.

Para determinar a vulnerabilidade de um ambiente, são avaliados os resultados das conexões entre geologia, geomorfologia, solos e vegetação.

Para Tagliani (2002), a vulnerabilidade natural visa mostrar a intensidade da susceptibilidade do ambiente levando-se em consideração, para os fatores geomorfologia, geologia e solos, a estabilidade em relação à morfogênese e à pedogênese e, para o fator vegetação, a estrutura das redes e teias alimentares, o estágio de fitossucessão e a biodiversidade.

Nas análises e planejamentos ambientais, o estudo da vulnerabilidade natural proporciona o reconhecimento das áreas susceptíveis a algum tipo de intervenção humana, auxiliando na determinação das aptidões ao uso e ocupação.

Quando esse ambiente é apropriado pelo homem através de suas diversas formas de uso e ocupação, sem a concordância com as limitações e potencialidades desse meio, ocorrem alterações nas conexões e fluxos que movimentam esse sistema, podendo trazer riscos à população ocupante ou atividade vigente.

Nessa situação em que é incluso no ambiente um novo elemento à sua dinâmica, o fator antrópico, é caracterizada como vulnerabilidade ambiental.

Tagliani (2003) define vulnerabilidade ambiental como uma maior ou menor susceptibilidade que um ambiente qualquer apresenta a um potencial impacto negativo provocado por ações antrópicas.

A definição da vulnerabilidade ambiental parte inicialmente das características naturais como geologia, geomorfologia, solo e vegetação, que somados definem a estabilidade do meio. Quando o uso e ocupação desse ambiente não são condizentes com a aptidão do mesmo, há um desrespeito às limitações naturais, provocando impactos negativos que acometem a própria população responsável por este desrespeito, bem como as áreas limítrofes.

São diversos os grupos sociais envolvidos no processo de uso-ocupação dos meios, no entanto, destacam-se como grupos mais incapazes de responderem de maneira positiva a situações adversas do meio - resultado de sua instabilidade natural ou consequências de sua alteração por ações antrópicas - aqueles vulneráveis socialmente.

A vulnerabilidade social é analisada em relação a indivíduos, famílias ou grupos sociais. Já na geografia e nos estudos sobre riscos e desastres naturais, a vulnerabilidade ambiental tem sido discutida em termos territoriais (regiões, ecossistemas) (CUTTER, 1994; 1996).

O documento da CEPAL (2009) avalia que

[...] os efeitos sociais da atual crise global na América Latina, que se dão com intensidade variável e grande heterogeneidade entre países, incluem um aumento do desemprego e informalidade; um aumento dos níveis de pobreza, indigência e vulnerabilidade à pobreza[...] (CEPAL, 2009, p. 32)

O estudo da vulnerabilidade social deve ser composto por todos os elementos econômicos e sociais que influenciam a vida das populações, resultantes de fenômenos diversos, assim como avalia Zanella et al (2009), em que “A vulnerabilidade social é uma noção multidimensional, decorrente de fenômenos diversos, com causas e consequências distintas, que afeta de forma diferenciada as pessoas e grupos sociais” (p. 192).

São considerados como variáveis, que influenciam ou limitam as condições de vida de determinada população, os aspectos sociais, culturais, étnicos, políticos, econômicos, educacionais e de saúde, podendo tornar as pessoas e os grupos mais ou menos vulneráveis, ou seja, com capacidade de

superar ou minimizar as dificuldades e riscos, e de aproveitar as oportunidades para melhorar sua situação de bem-estar. (ZANELLA et al, 2009, p. 192).

Nos grupos em que não se detêm os mecanismos necessários para absorver ou adaptar-se às oportunidades proporcionadas pelo Estado ou pela sociedade em geral, identificam-se as populações vulneráveis.

Katzman (1999) define que, na condição de vulnerabilidade, deve-se considerar também a situação das pessoas quanto à inserção e estabilidade no mercado de trabalho; a debilidade de suas relações sociais e o grau de regularidade de acesso aos serviços públicos ou outras formas de proteção social.

Isto é, populações que não possuem meios de responder a eventos adversos são, portanto, mais afetadas por estresses da natureza ambiental e mais lentamente se recuperam e se preparam para outra adversidade.

Esses grupos, devido ao baixo poder aquisitivo, apropriam-se das áreas esquecidas pelo poder público, geralmente acometidas por riscos ambientais urbanos que, de acordo com Jacobi (2004) *apud* Zanella et al (2009), englobam uma grande variedade de acidentes, são os riscos resultantes da ocupação de áreas urbanas impróprias, inundações, escorregamento de encostas, poluição e contaminação do solo, entre outros, sendo os de maior dificuldade de enfrentamento e, contraditoriamente, em que as competências são de âmbito municipal.

Nessa estreita relação de ocupação de áreas de risco pelos grupos vulneráveis socialmente, Deschamps (2004) considerou a vulnerabilidade socioambiental como a coexistência de riscos ambientais e uma população em situação de vulnerabilidade social, ou seja, uma população em desvantagem social.

A compreensão das condições de vida da população que habita as cidades se torna, no contexto atual, elemento fundamental para o entendimento dos problemas ambientais urbanos, pois, como ressaltam Grazia e Queiroz (2001) *apud* Mendonça (2004), a vulnerabilidade socioambiental é um exemplo de como o espaço é aquele onde vive e no qual se articula indissolúvelmente sociedade e meio ambiente.

Para Alves (2006)

[...] consideramos que a vulnerabilidade socioambiental é uma categoria analítica que pode expressar os fenômenos de interação e cumulatividade entre situações de risco e degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental) e situações de pobreza e privação social (vulnerabilidade social), apesar das limitações empíricas para operacionalização destas categorias analíticas, conforme destacado acima. (ALVES, 2006, p. 08)

Na abordagem de Alves (2006), ele elenca como indicadores ambientais para a avaliação da vulnerabilidade ambiental a proximidade de cursos d'água (a exposição ao risco ambiental, que corresponde à residência em áreas muito próximas de cursos d'água – a menos de 50 metros –, representando risco de enchentes e doenças de veiculação hídrica) e a cobertura de esgoto (a exposição à degradação ambiental – ou má qualidade ambiental –, que se refere à residência em áreas com baixa cobertura da rede de esgoto).

O direcionamento final desta análise considerou a proposta de Mendonça (2002), uma análise do ambiente urbano associando os elementos naturais e sociais, visto que eles coexistem no mesmo espaço, sendo um capaz de influenciar diretamente o outro.

Mendonça (2002) enfatizou que, na problemática ambiental urbana, dada sua complexidade, faz-se necessário essa apreensão do meio ambiente em toda sua amplitude, inserindo a perspectiva humana na abordagem ambiental e salienta ainda a importância atribuída à dimensão social dos problemas ambientais.

#### **2.1.4 Qualidade de Vida e Qualidade Ambiental**

Para tratar de temas relevantes ao desenvolvimento humano, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD publica anualmente o Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH). O conceito de Desenvolvimento Humano serve como base para o RDH e para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), partindo do pressuposto de que para aferir o avanço do IDH de uma população não se deve considerar apenas a dimensão

econômica, mas também outras características sociais, culturais e políticas que influenciam a qualidade de vida humana.

A avaliação da qualidade de vida tem cada vez mais se tornado elemento para análise das condições de vida do homem. Segundo Mattos (2005), até a década de 1950, a qualidade de vida era associada ao nível de consumo e, portanto, seus indicadores eram estritamente econômicos, como o produto interno bruto (PIB) e renda *per capita*. Nesta concepção de qualidade de vida, expressava-se a noção de que progresso econômico era sinônimo de desenvolvimento.

Em meados da década de 1960, percebe-se mais claramente que o aumento econômico era acompanhado pelo agravamento das desigualdades e, na década seguinte, um movimento se consolida, propondo uma ampliação do conceito de qualidade de vida considerando também os aspectos sociais.

De acordo com Bassani (2001), a expressão qualidade de vida só foi introduzida no Brasil em 1991 por Nery, tendo, porém, aparecido em 1985 nos *Psychological Abstracts*, com 38 referências no contexto da psicologia. A expressão qualidade de vida é originária dos estudos da medicina. No Brasil, é objeto de estudo crescente na área da psicologia da saúde, da psicoterapia e medicina comportamental e da psicologia hospitalar. Bassani (2001) ressalta que, além dessas áreas, a preocupação com a qualidade de vida e com a qualidade ambiental do homem tem sido objeto de estudo em outra sub-área da psicologia: a psicologia ambiental <sup>6</sup>.

Um marco da introdução do conceito de qualidade de vida, no discurso contemporâneo, é A Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, ao afirmar como fim último do desenvolvimento sustentável o pleno desenvolvimento das capacidades afetivas e intelectuais de todo ser humano, colocando, assim, a qualidade de vida no centro de seus objetivos.

O conceito de qualidade de vida incorpora as percepções da pessoa perante seu ambiente, baseado em sua cultura de relação com o meio em que

---

<sup>6</sup> De acordo com Stokols e Altman (1987 *apud* Bassani 2001), na psicologia ambiental propõe-se o estudo das relações ambiente e comportamento humano, dando prioridade aos aspectos físicos do ambiente. [...] Concebe uma relação bidirecional da relação homem-ambiente, ou seja, leva em conta os impactos de dimensões do ambiente sobre a pessoa e a ação e reação das pessoas frente o ambiente, inclusive modificando-o.

vive e sua história de vida. Bassani (2001) avalia que a questão da qualidade de vida nas cidades está diretamente ligada aos problemas ambientais e que a qualidade ambiental está relacionada a uma série de conceitos que refletem as ações das pessoas nos ambientes por elas usados, bem como as percepções elaboradas sobre tais ambientes. A qualidade ambiental seria resultado da percepção que o homem tem do ambiente, listando as necessidades que devem ser atendidas para a manutenção de sua vida, influenciando a forma como ele se apropria do meio. Essas prioridades se diferem em cada cultura ou modelo econômico.

Leff destaca que:

O conceito de qualidade de vida foi considerado como uma reivindicação social, produto da sociedade “pós-materialista”, desviando a atenção das necessidades básicas promovidas pelas políticas do bem-estar do Estado, para a satisfação de necessidades de caráter mais qualitativo. [...] Entretanto, na ótica do Terceiro Mundo, a qualidade de vida toma sentido próprio dentro das condições de desenvolvimento de diferentes culturas que definem seus estilos de vida, suas normas de consumo, seus gostos desejos e aspirações. (LEFF, 2009, p. 320).

No contexto da crescente deterioração do ambiente e da massificação do consumo, criando uma homogeneização das necessidades da sociedade capitalista, é que a questão da qualidade de vida surge como reivindicação social, associada às novas formas de identidade, aspirações e necessidades.

Essa reivindicação por uma melhor qualidade de vida exprime a percepção da degradação do bem-estar causada pela deterioração dos recursos naturais, o não acesso aos serviços públicos básicos, o crescente aumento do consumo, ampliando a produção de mercadorias e conseqüente deterioração do meio ambiente.

Para Leff (2009), a qualidade de vida é um valor associado à restrição do consumo, aos comportamentos em harmonia e às formas não degradantes de aproveitamento dos recursos; o autor questiona os lucros alcançados pelas economias de escala e de aglomeração, assim como de degradação socioambiental causada pela racionalidade econômica.

São os valores culturais que determinam as necessidades que as pessoas sentem e os meios de satisfazê-las, assim, os estratos ou grupos

sociais percebem de forma diferenciada as condições externas. Mudanças nos paradigmas de uma sociedade alteram seus anseios e percepções. A busca pela qualidade de vida é, portanto, mutante.

Leff afirma que:

A qualidade de vida se estabelece através de um processo de reapropriação das condições de vida da população em relação com suas necessidades e seus valores subjetivos. Os valores culturais intervêm como mediadores das necessidades básicas e da qualidade de vida da população. Assim a qualidade de vida se converte no valor fundamental que orienta o desenvolvimento de cada comunidade e o projeto de vida de cada pessoa. (LEFF, 2009, p.326)

A forma como uma comunidade anseia sua qualidade de vida fundamenta sua relação com o meio, muitas vezes ou quase absolutamente, perpassando pelo fator ambiental, pelo conforto proporcionado por um meio ambiente em conformidade com os níveis de bem-estar.

No âmbito da psicologia ambiental e na leitura de Enrique Leff, a visão de qualidade de vida perpassa pela qualidade do ambiente. Na perspectiva da psicologia ambiental, Wiesenfeld (1995), ao realizar um estudo sobre a avaliação de moradias em Caracas, salienta o conceito de qualidade ambiental como indicador da qualidade de vida. Leff (2009) afirma que *a qualidade de vida depende da qualidade do ambiente para chegar a um desenvolvimento equilibrado e sustentável*.

A partir da década de 1970, a conscientização sobre a gravidade dos problemas ambientais e da conseqüente crise ambiental atravessada pela humanidade faz com se perceba que a qualidade de vida não pode ser desvinculada da qualidade ambiental (GUIMARÃES, 1984 *apud* MATTOS, 2005). A década de 1970 se torna marco para a questão ambiental, tendo destaque a Conferência de Estocolmo em 1972.

Independente das características sociais de cada grupo, o fator ambiental é primordial para o alcance de uma qualidade de vida mantendo-se o potencial produtivo dos ecossistemas, sendo ela, portanto, dependente da qualidade do meio ambiente. Um ambiente que possui uma qualidade considerável de seus elementos (solo, água, ar, cobertura vegetal) proporcionará à comunidade habitante uma boa qualidade de vida, se excluído seus anseios capitalistas.

A qualidade ambiental tem sido destacada como fundamental para a qualidade de vida. Ela resulta dos componentes físicos do ambiente frente ao uso antrópico, gerando uma condição; é o próprio sistema ambiental em funcionamento, em que os elementos se inter-relacionam com o homem. Horberry (1984) *apud* Botelho e Silva (2004) a definiu como o estado do ar, da água, do solo e dos ecossistemas em relação aos efeitos da ação humana.

Os elementos que compõem o sistema ambiental sofrem alterações de fluxos de energia e matéria ao ser introduzido o fator antrópico. São os elementos solo, ar, água e cobertura vegetal que nos servem como indicadores da qualidade do ambiente, mais precisamente, o estado em que se encontram após se relacionarem com o homem.

Para Pires e Santos (1995), a qualidade ambiental pode ser definida como a soma dos padrões encontrados nos diversos componentes que nos cercam e influenciam diretamente nossa vida: qualidade da água, do ar, estética etc.

Botelho e Silva (2007) avaliam que:

[...] é preciso entender qualidade ambiental como reflexo da ação do homem sobre o espaço e seus componentes em um dado momento. Os diferentes níveis de qualidade encontrados são variáveis no tempo e no espaço e são dependentes das demandas e usos dos recursos naturais por parte das sociedades marcadas econômica e culturalmente de formas variadas. A qualidade ambiental deve ser encarada não só como o somatório das qualidades de cada um dos componentes do meio, mas como condição essencialmente ligada à qualidade de vida das populações. (BOTELHO e SILVA, 2007, p. 154)

Nas grandes cidades, a qualidade ambiental é analisada como qualidade ambiental urbana. De acordo com Silva (2002), entende-se por boa qualidade ambiental urbana a associação dos parâmetros físicos, químicos, biológicos, sociais, políticos, econômicos e culturais que permitam o desenvolvimento harmonioso, pleno e digno de vida. Deve-se considerar não apenas os elementos físicos, mas a relação de uso-ocupação do solo.

Mais uma vez, os conceitos de qualidade de vida e qualidade ambiental se mostram inter-relacionados.

É, na percepção da importância da manutenção do meio ambiente e na não-concordância dos grupos que compõem a sociedade a respeito disso, que surgem os Conflitos Ambientais.

### **2.1.5 Conflitos ambientais**

O desenvolvimento é guiado pelas demandas sociais e padrões de consumo. Esses padrões se diferem de acordo com o modelo desenvolvimentista vigente, e também nos grupos e estratos sociais diferenciados que compõem as comunidades.

A sociedade impõe, para si, padrões de consumo, necessidades e aspirações essenciais à sua vida. As necessidades básicas já não são mais básicas, envolvem fetiches surgidos no modelo econômico vigente na maior parte do globo, o capitalismo.

A satisfação dessas necessidades impõe cada vez mais um avanço dos meios de produção e a exploração dos recursos naturais, impulsionando o desenvolvimento de uma sociedade.

Buscando atender essas crescentes demandas sociais, o homem vem interferindo no meio ambiente ocasionando alterações cada vez mais significativas na sua qualidade.

Filho (2010) afirma que:

Desse modo, em cada sociedade, a questão ambiental emerge da inadequação ou da insustentabilidade de seus próprios padrões de produção e consumo, que, por sua vez, constituem o seu modelo de desenvolvimento. (FILHO, 2010, p. 351)

A questão ambiental e os conflitos que a envolvem resultam basicamente da discordância do uso-ocupação dos ambientes com suas limitações e potencialidade, causando a insustentabilidade de seus padrões de consumo e o desacordo entre os grupos sociais a respeito das formas de interação homem-ambiente.

Nesse âmbito, em 1992, segundo Filho (2010), a Agenda 21 originou um capítulo específico preconizando a necessidade de mudanças nos padrões de

consumo. Desde a década de 1980, tem-se disseminado o discurso do desenvolvimento sustentável, definido no relatório de Brundtland-1987, como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas necessidades. É uma forma de reavaliar as formas como o homem interage com o ambiente e buscar meios de gestão e planejamento que tornem essa relação sustentável.

Na contramão do desenvolvimento sustentável, o sistema capitalista precisa da ocupação e produção do espaço para se manter enquanto modelo. Bernardes & Ferreira (2007) afirmam que o desenvolvimento, geograficamente desigual dos países, expressa a divisão internacional do trabalho. A quebra do modelo capitalista aconteceria, de acordo com Lefebvre (1974) *apud* Cunha e Guerra (2007), quando as relações de produção não mais pudessem ser reproduzidas e não simplesmente quando a produção em si for paralisada. O capitalismo precisa de estruturas hierárquicas e diferentes níveis de produtividade para manter as relações de produção e se auto-sustentar.

Assim, como os níveis sociais atuam de forma diferenciada para a manutenção do modelo capitalista, tendo seus ônus e bônus, o impacto do desenvolvimento é sentido de forma desigual por eles. É, nesse contexto, que trazemos à discussão o termo/conceito Justiça Ambiental.

O Movimento por Justiça Ambiental se constituiu nos EUA na década de 1980, resultado de uma articulação criativa entre lutas de caráter social, territorial, ambiental e de direitos civis. Foi consolidado, na década de 1990, como rede multicultural nacional e, posteriormente, internacional, após a I Cúpula Nacional de Lideranças Ambientais de Povos de Cor, em que foram aprovados os “17 Princípios da Justiça Ambiental” estabelecendo uma agenda nacional para redesenhar a política ambiental nos EUA. (ACSELRAD, MELLO e BEZERRA, 2009).

No Brasil, o Movimento por Justiça Ambiental está articulado através da Rede Brasileira de Justiça Ambiental. O Movimento Brasileiro possui um Grupo de Trabalho Combate ao Racismo Ambiental, criado em 2005, objetivando reunir denúncias, promover articulações, definir estratégias, campanhas e outras ações de luta contra as injustiças ambientais que recaem predominantemente sobre grupos étnicos vulneráveis. O GT é composto por entidades e indivíduos ligados diretamente à luta contra o Racismo Ambiental.

Divulga informações sobre situações de conflitos e processos políticos de resistência.

Acselrad, Mello e Bezerra (2009) definem Justiça Ambiental como:

Para designar esse fenômeno de imposição desproporcional dos riscos ambientais às populações menos dotadas de recursos financeiros, políticos e informacionais, tem sido consagrado o termo *injustiça ambiental*. Como contraponto, cunhou-se a noção de *justiça ambiental* para denominar um quadro de vida futuro no qual essa dimensão ambiental da injustiça social venha a ser superada. Essa noção tem sido utilizada, sobretudo para constituir uma nova perspectiva a integrar as lutas ambientais e sociais. (ACSELRAD, MELLO e BEZERRA, 2009, p.9)

A sociedade se inter-relaciona com o ambiente de forma diferenciada e as formas de impacto ambiental, resultantes dessa interação sentida por estas comunidades, também se diferem. No entanto, o impacto sentido não é proporcional à sua relação com o meio.

Os grupos dotados de menor poder aquisitivo, com uma resistência social menor, menos articulados, sofrem mais fortemente com os impactos ambientais resultantes de sua alteração. Análises sobre a distribuição dos riscos ambientais chegaram à conclusão de que os impactos dos acidentes ambientais estão desigualmente distribuídos por raça e renda: áreas de concentração de minorias raciais têm uma probabilidade desproporcionalmente maior de sofrer com os riscos e acidentes ambientais.” (ACSELRAD, MELLO e BEZERRA, 2009).

De acordo com Acselrad, Mello e Bezerra (2009), o Movimento por Justiça Ambiental está pautado em princípios e estratégias. Os princípios são: *poluição tóxica para ninguém; por um outro modelo de desenvolvimento; por uma transição justa; por políticas ambientais democraticamente instituídas*. As estratégias apresentam as seguintes pautas: *produção de conhecimento próprio; pressão pela aplicação universal das leis; pressão pelo aperfeiçoamento da legislação de proteção ambiental; pressão por novas racionalidades no exercício do poder estatal; introdução de procedimentos de avaliação de equidade ambiental; ação direta; difusão espacial do movimento*.

O Movimento por Justiça ambiental mostra a resistência aos efeitos perversos do capitalismo que leva a uma crise ambiental e à disputa por territórios.

Nesse contexto, áreas não cobçadas pelos empreendimentos imobiliários e industriais, não visualizadas pela especulação imobiliária e negligenciadas pelo poder público, como as áreas protegidas por legislação ambiental e as periferias das cidades, são ocupadas pelos menos abastados. São áreas, em sua maioria, potencialmente vulneráveis. Há, então, a união de uma população vulnerável socialmente e de uma área vulnerável naturalmente, potencializando a vulnerabilidade socioambiental.

### **2.1.6 Sensoriamento Remoto**

A ciência Geográfica tem buscado a otimização de suas atividades, tentando a redução dos custos de campo e a aceleração dos resultados e, especialmente, a busca de métodos e técnicas que fundamentem e dêem confiabilidade ao seu discurso.

Torna-se necessário, portanto, manipular-se um grande número de dados a fim de se obterem resultados confiáveis, assim, o homem se atentou para a utilização de ferramentas computacionais.

Neste contexto, o uso das técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aparecem na Geografia, mostrando-se bastante eficazes. De acordo com Grigio (2003), o uso do Sensoriamento Remoto, com base na análise de imagens de satélite, é um dos meios que se tem hoje para acelerar e reduzir custos dos mapeamentos. Ainda segundo Grigio (2003), as técnicas de Sensoriamento Remoto foram estabelecidas na década de 1970.

Para definirmos Sensoriamento Remoto, utilizamos a conceituação de Novo (2008) que entende Sensoriamento Remoto como

[...] a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objeto de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações. (NOVO, 2008, p. 04).

Em conjunto com o Sensoriamento Remoto, estão as técnicas de Geoprocessamento. Para Moreira, as técnicas de Geoprocessamento surgiram para aperfeiçoar estudos referentes à análise de unidades espaciais.

Xavier da Silva e Veiga (2010) definem Geoprocessamento como o processamento digital de dados referenciados geograficamente através da sua localização e relação espacial, sendo um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre base de dados georreferenciados para transformar em informação, devendo necessariamente apoiar-se em estruturas de percepção ambiental que proporcionem o máximo de eficiência nessa transformação.

Essas técnicas trazem resultados, quando sua interpretação e leitura dependem do conhecimento e percepção do pesquisador.

Essas tecnologias servem de subsídio à tomada de decisões, auxiliando a gestão do espaço, porque propiciam a análise temporal da dinâmica e ocupação do meio através das imagens de satélite e fotografias aéreas.

As técnicas de Geoprocessamento se constituem como ferramentas bastante dinâmicas na análise e interpretação de dados, pois permitiram o armazenamento, manipulação e análise dos dados levantados.

As bacias hidrográficas, por se caracterizarem como sistemas dinâmicos, são elementos que, ao serem estudados, fazem grande uso das técnicas de Geoprocessamento. Nos estudos de Castro (2000), o autor enfatiza a importância do Geoprocessamento no estudo de bacias hidrográficas, comentando a respeito da substituição de ferramentas analógicas pelas digitais, ratificando a precisão destas últimas na produção de dados mais confiáveis.

Através do Geoprocessamento podem se integrar os elementos que o caracterizam e, ao mesmo tempo, individualizar os espaços a partir de suas características.

Essa técnica se tornou quase que indispensável ao planejamento, pois possibilita a precisão e rapidez na obtenção dos dados e também fundamenta a explicação do pesquisador.

## **2.2. Procedimentos operacionais**

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos por este trabalho, como metodologia e procedimentos da pesquisa foram adotadas duas etapas principais: uma dedicada ao trabalho realizado em gabinete, envolvendo a coleta de dados e materiais e o geoprocessamento dos mapas, e outra feita em campo para o reconhecimento da realidade do objeto de estudo.

### **2.2.1 Levantamento Bibliográfico e Cartográfico**

O primeiro passo para a construção do presente estudo se deu na participação dos seminários promovidos pelo grupo PET-Geografia/UFC e nas contribuições referentes ao projeto feito pelas tutoras do grupo (prof<sup>a</sup> Maria Elisa Zanella e prof<sup>a</sup> Maria Clélia Lustosa da Costa). Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre Ecodinâmica; Abordagem Sistêmica; Bacia hidrográfica como célula de análise a planejamento; Qualidade de vida; Qualidade ambiental; Conflitos ambientais; Vulnerabilidade natural, ambiental, social e socioambiental.

Fez-se também um levantamento bibliográfico referente aos trabalhos desenvolvidos na região da bacia hidrográfica, visando obter informações para o desenvolvimento da pesquisa, como artigos, teses e dissertações, que foram coletados nos laboratórios do Departamento de Geografia, bibliotecas da Universidade Federal do Ceará e em arquivos disponíveis na internet.

O levantamento de dados e informações dos municípios, onde estão inseridos os rios que compõem esse estudo, que consistiu no levantamento dos aspectos socioeconômicos, foi feito através dos dados fornecidos pelo IBGE, disponíveis no site do órgão.

A aquisição de material cartográfico das bacias hidrográficas dos rios Ceará e Maranguapinho e de informações concomitantes ao trabalho foi feita em sites institucionais e *Google Earth*.

A participação em seminário, palestras e cursos promovidos pelo Observatório das Metrópoles e Departamento de Geografia foi de extrema importância para a construção desse estudo.

### **2.2.2 Etapa de campo**

A efetivação do estudo foi possível através de visitas a campo para reconhecimento da realidade terrestre; observação dos topos de solo para cruzamento com os dados fornecidos pelo Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos Estado do Ceará (1973); identificação da geologia, geomorfologia, vegetação e a situação desta, ou seja, o levantamento das variáveis importantes ao trabalho. As visitas a campo proporcionaram não só o reconhecimento e a análise do objeto, mas também a observação das formas de uso-ocupação da área, portanto, uma visualização *in loco* das informações obtidas a partir dos elementos cartográficos.

Durante o procedimento de campo, foram utilizados um *Global Position System* (GPS) de navegação, altímetro e câmera para registro fotográfico.

Os elementos observados em campo, geologia, geomorfologia, solos e vegetação, serviram como indicadores de qualidade ambiental, bem como índices pertinentes aos cálculos de vulnerabilidade ambiental baseados nas propostas de Barbosa (1997), Crepani et al., (1996) e Grigio (2003) a partir de adaptações do modelo de Ecodinâmica de Tricart (1977).

### **2.2.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – Procedimentos realizados**

Neste estudo, inicialmente, com a compilação dos dados obtidos e cruzamento das informações coletadas com as imagens de satélite, foram identificadas as unidades geoambientais do baixo curso dos rios

Maranguapinho e Ceará. Os tipos de solo, vegetação, geologia e geomorfologia presentes em cada ambiente receberam um número que varia de 1,0 - 3,0 de acordo com o grau de vulnerabilidade.

Foi elaborado um mapa geomorfológico da bacia com a construção de perfis topográficos de setores dos rios Ceará e Maranguapinho e a sobreposição da carta altimétrica digitalizada do estado do Ceará com imagens SRTM da área, somando às informações coletadas em campo. O Geoprocessamento foi feito através do *software Global Mapper 11* e do CAD CANVAS 7.0.1.

Após a identificação dos elementos em campo, as imagens de satélite passaram por um processo de vetorização, alimentando o SIG. Foram utilizados *softwares* para efeito de tratamento dos dados, por meio da conversão dos vetores feitos nas imagens de satélite no CAD CANVAS 7.0.1. Os vetores foram convertidos para o formato .shp no ArcGIS 9.3.1.

Posteriormente, foi feita a integração desses elementos, aplicando um modelo proposto por Barbosa (1997), Crepani et al., (1996) e Grigio (2003), adaptado de Tricart (1977), de classificação dos ambientes e identificação do grau de vulnerabilidade destes, ajustando-os à área de estudo.

O seguinte método analisa e classifica as unidades, em que o grau de vulnerabilidade, estipulado a cada classe, é distribuído em uma escala de 1,0 a 3,0 que, por sua vez, é distribuída entre as situações de predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos erosivos modificadores das formas de relevo, morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3,0).

São utilizados intervalos de 0,5, que proporcionam uma menor generalização dos ambientes. Os elementos que compõem os ambientes (vegetação, solo, geologia, geomorfologia) recebem valores numéricos de acordo com seu grau de vulnerabilidades, baseando-se na proposta seguida e adaptada de Barbosa (1997), Crepani et al., (1996) e Grigio (2003), adaptada de Tricart (1977). É feito um cálculo da média aritmética dos valores de vulnerabilidade de cada classe, a fim de se obter o grau de vulnerabilidade em que cada unidade do ambiente se encontra.

Para a construção do mapa de vulnerabilidade natural, foram utilizados os mapas de geologia, geomorfologia, solos e vegetação. É feito o cruzamento dos mapas de vegetação e solos e dos mapas de geologia e geomorfologia através da ferramenta *Analysis Tools* no *software* ArcGIS 9.3.1, que possibilita o cruzamento entre dois mapas. Um segundo cruzamento é feito com os resultados dos anteriores e, assim, obtém-se o mapa de vulnerabilidade natural.

Por fim, o mapa de vulnerabilidade natural é cruzado com o mapa de uso e ocupação do solo, para se obter o mapa de vulnerabilidade ambiental. O modelo teria sido mais completo se agregado mais variáveis, mas levaram-se em conta as limitações de tempo e recursos.

No presente estudo, as unidades foram classificadas em cinco categorias de vulnerabilidade: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa, conforme modelo seguido.

---

# Capítulo III

**Caracterização  
geoambiental  
e  
socioeconômica  
da área**

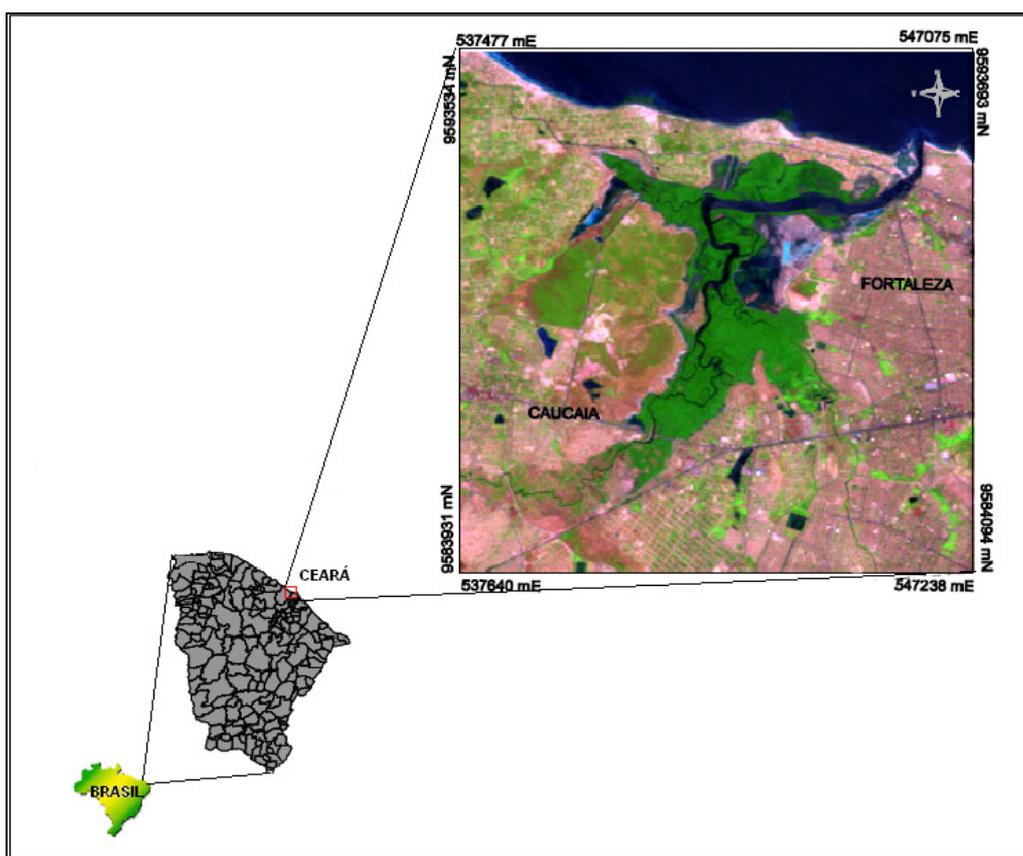
### 3. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA DA ÁREA

#### 3.1. Localização Geográfica da Área de Estudo e Vias de Acesso

A área drenada pelo baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará, objeto desse estudo, pertence respectivamente aos municípios de Fortaleza e Caucaia, integrantes da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). (Figura 1 e Mapa 1), e faz parte da bacia hidrográfica Metropolitana.

Os municípios de Caucaia e Fortaleza se localizam nas porções norte e nordeste do estado do Ceará, respectivamente.

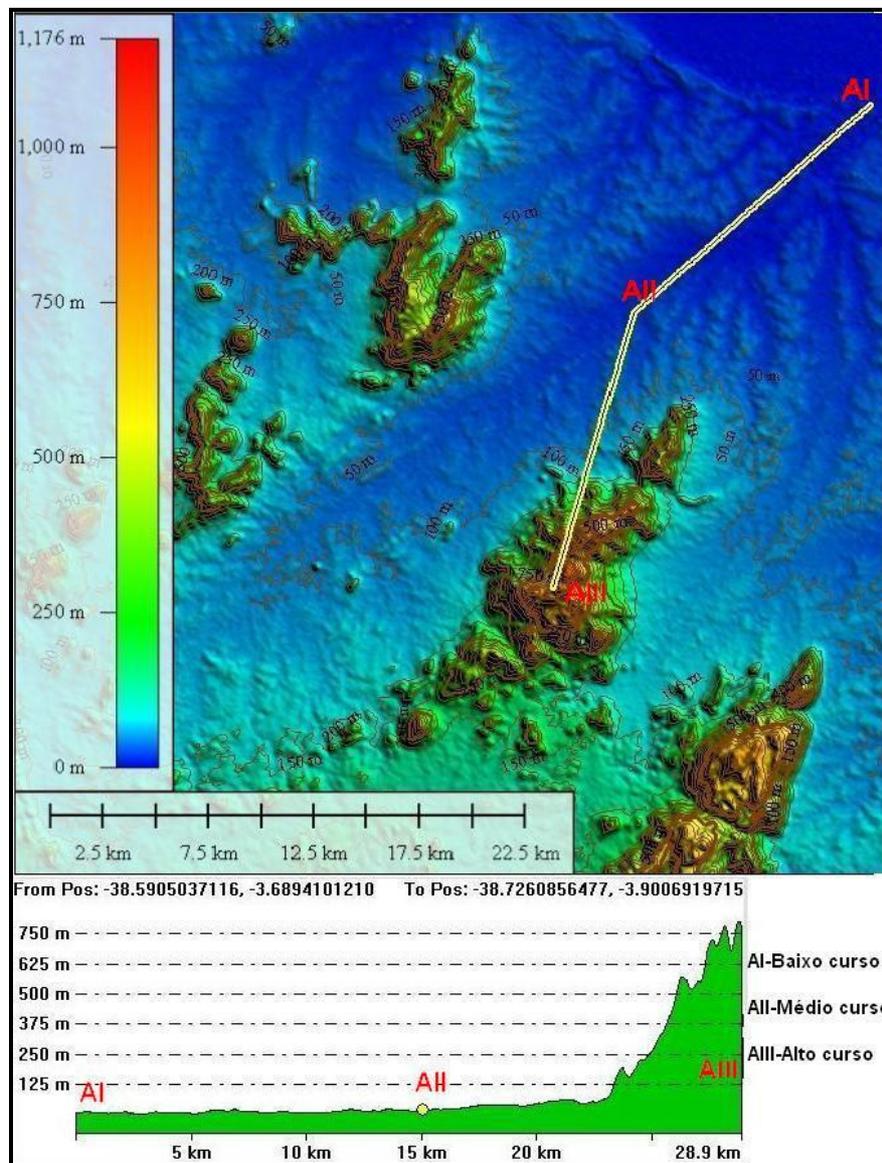
O acesso ao local estudado pode ser realizado pelas cidades de Fortaleza e Caucaia, por estar localizado na divisa destes municípios<sup>7</sup>.



**Figura 1** - Localização da área de estudo. Fonte imagem: Landsat 7. Elaborado por Loureiro, 2010

<sup>7</sup> Na cidade de Fortaleza, abrange a área dos bairros Antônio Bezerra, Autran Nunes, Barra do Ceará, Genibaú, Quintino Cunha e Vila Velha, os quais dão acesso aos rios. Em Caucaia, o acesso pode ser feito pelo Conjunto São Miguel, Guaié, Ipiranga, Parque Leblon, Salina Margarida, Tabapuã e Tabapuãzinho, bairros abrangidos pela área do rio Ceará.

O setor de estudo, baixo curso da bacia dos rios Maranguapinho e Ceará, representa a área de deposição dos sedimentos do rio Ceará (área do estuário) e, no rio Maranguapinho, foi definida como o setor a cerca de 5 km do litoral, área onde deságua no rio Ceará, em uma altitude inferior a 50m. (Figura 2)



**Figura 2** – Setores da bacia. Elaborado por Loureiro, 2011

Parte da área, aqui estuda, compreende a Área de Proteção Ambiental (APA) do estuário do rio Ceará (Figura 3). A administração dessa APA é de responsabilidade da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE e de um comitê gestor formado por representantes de Caucaia e Fortaleza.



**Figura 3** – Delimitação da APA do estuário do rio Ceará. Fonte Imagem: Google Earth, 2011. Elaborado por Loureiro, 2011.

Trata-se de uma unidade de conservação de uso sustentável, criada por meio do DECRETO Nº 25.413, de 29 de março de 1999. Abrange uma área de 2.744,89 hectares na divisa dos Municípios de Fortaleza e Caucaia.

A criação da APA resultou da vontade da sociedade por uma manutenção de sua qualidade de vida, pois a alteração da qualidade ambiental é responsável pela qualidade de vida. Esta revela um conceito fruto da reivindicação social. Leff (2009) descreve esse tipo de reivindicação como,

“[...] produto da sociedade “pós-materialista”, desviando a atenção das necessidades básicas promovidas pelas políticas do bem-estar do Estado, para a satisfação de necessidades de caráter mais qualitativo.” (LEFF, 2009, p. 320).

A sociedade tem buscado uma melhoria da sua qualidade de vida, pautando-se principalmente na questão ambiental. O reconhecimento de uma

boa relação com o ambiente aparece como fator essencial na manutenção do bem-estar e marca as últimas décadas<sup>8</sup>.

Os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU's) de Fortaleza e Caucaia consideram, de forma superficial, a gestão da APA do rio Ceará, não propondo intervenções consideráveis para a manutenção do ambiente.

As intervenções voltadas à manutenção do ambiente analisado se resumem somente em três, sendo uma em cada rio e uma na área da planície litorânea onde está o estuário do rio Ceará.

A primeira foi a criação da APA do rio Ceará por meio do DECRETO Nº 25.413, de 29 de março de 1999, administrada pela SEMACE.

Podemos destacar o Projeto Vila do Mar, que foi herdado do Governo do Estado, que antes levava o nome de Costa Oeste e tinha uma concepção diferente da atual. O projeto leva em conta, além da infraestrutura da avenida em construção, a regularização fundiária das casas localizadas na área.

É uma parceria com os governos Estadual e Federal e pretende beneficiar cerca de 300 mil pessoas. De acordo com informações da Prefeitura Municipal de Fortaleza, toda a região entre o Pirambu e a Barra do Ceará está recebendo uma infraestrutura completa de urbanização. Estão sendo construídos mais de cinco quilômetros de orla, com um novo calçadão; ciclovias; 14 quadras; sete praças e 40 quiosques padronizados.

O investimento é de R\$ 142 milhões, dos quais, R\$ 92 milhões provenientes do Programa de Aceleração do Crescimento, R\$ 20 milhões do Fundo Nacional de Habitação de Interesse social e R\$ 30 milhões de uma parceria com o Governo do Estado.

Também recebe destaque o Projeto Rio Maranguapinho – Urbanização, habitação e esgotamento sanitário –, que vem se desenvolvendo através de

---

<sup>8</sup> As questões ambientais começaram a emergir na década de 1970, uma reação às consequências geradas no ambiente em decorrência do modelo capitalista de desenvolvimento vigente. Uma das grandes contribuições para essa discussão foi a Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente Humano - Conferência de Estocolmo, realizada em Estocolmo, em 1972. Participaram 113 países, que elaboraram um plano de ação mundial, a “Declaração sobre o Meio Ambiente Humano”. Destaque também para a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, celebrada no Rio de Janeiro, em 1992. Esses movimentos expressam a mudança da percepção humana em relação à natureza. O pensamento que antes era pautado somente na lógica de domínio do meio, hoje, expressa-se em alguns setores da sociedade com o exercício de práticas desenvolvimentistas sustentáveis.

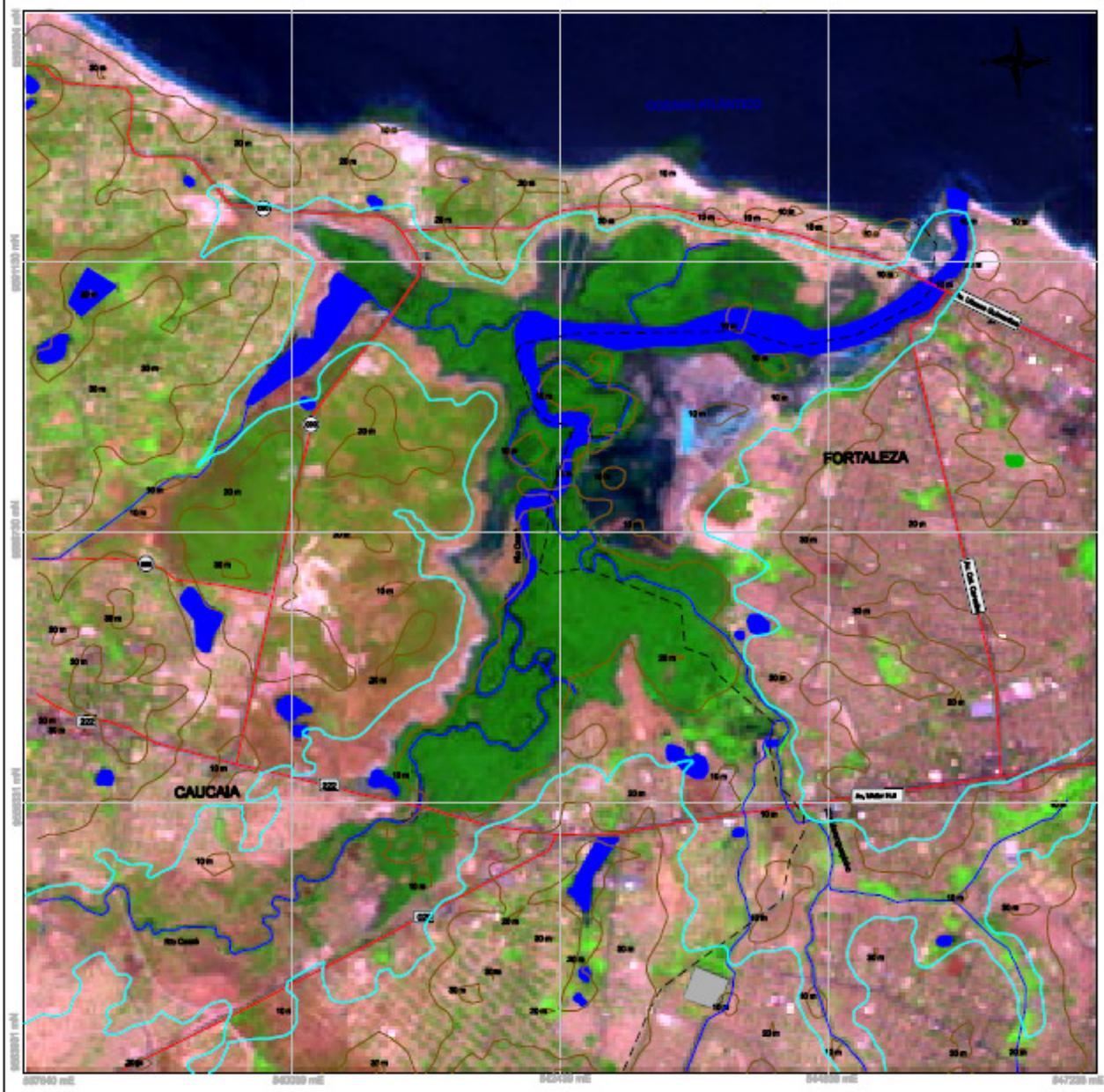
uma parceria entre Governo do Estado, Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades e Caixa Econômica.

De acordo com a Secretaria das Cidades, o Projeto possui quatro grupos de intervenções: Construção do Lago de Amortecimento e Controle de cheias (Maranguape/Maracanaú); a construção de oito empreendimentos habitacionais beneficiando 3428 famílias; a dragagem da calha menor do rio e a urbanização de seu leito. Estão previstos para a obra mais de 314 milhões de reais do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

O Projeto também prevê o saneamento básico ao longo de toda extensão do rio, beneficiando mais de 20 mil famílias que continuarão residindo ao longo do sistema viário que será construído.

As resultantes dessa intervenção começam a aparecer em alguns bairros da cidade. O projeto traz, no entanto, limitações, pois não contempla a bacia hidrográfica do rio Ceará como um todo, apenas o setor do rio Maranguapinho.

MAPA 1 - MAPA IMAGEM



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
 Centro de Ciências  
 Programa de Pós-graduação em Geografia



Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento  
 de Pessoal de Nível Superior (Capes)

A Qualidade Ambiental como Indicador de vulnerabilidade  
 do baixo curso dos rios Maranguapé e Ceará/CE -  
 Subsídios para o zoneamento ambiental

Orientanda: Caroline Vitor Loureiro  
 Orientador: Antônio Jeovah de Andrade Meloires

MAPA IMAGEM

Convenções cartográficas

- ▬ Principais vias
- ▬ Limite municipal
- ▬ Drenagem
- Espelho d'água
- Estação de tratamento de água
- Vias estaduais
- Vias federais
- ▭ Vias municipais

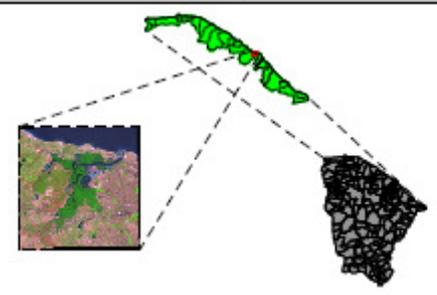
○ Delimitação da Bacia Hidrográfica do rio Ceará

Sistema de Coordenadas UTM  
 Datum: WGS 84  
 Zona 24  
 Fonte: Imagem Landsat 7



Projeto: Laboratório de Monitoramento  
 Meio Ambiente

LOCALIZAÇÃO



ESCALA



Elaboração e Geoprocessamento: Caroline Vitor Loureiro

### **3.2. Características Geoambientais**

A compreensão das características geoambientais e dos processos atuantes na formação das unidades ambientais, que compõem o objeto em estudo, é a primeira etapa para uma análise integrada do meio, em que as características do ambiente são cruzadas com as formas de uso-ocupação, buscando-se resultados que sirvam de subsídio a projetos que procuram uma gestão do ambiente de forma sustentável.

#### **3.2.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos**

Buscando uma melhor caracterização dos aspectos geológicos e geomorfológicos da área de estudo, analisou-se toda a bacia, a fim de obter-se uma visão integrada da área em estudo.

Foram identificadas, na bacia do rio Ceará, as seguintes unidades geomorfológicas:

Maçãos Residuais – são formados por rochas do embasamento cristalino e se apresentam, de acordo com Meireles (2007), como compartimentos ilhados. Estão dispersos pela Depressão Sertaneja e apresentam formas dissecadas de diferentes altitudes.

Tabuleiro Pré-litorâneo - definimos as superfícies levemente inclinadas em direção ao litoral. No estado do Ceará, formam um amplo glacis de deposição de sedimentos Tércio – Quaternários da Formação Barreiras. A maior parte da cidade de Fortaleza está assentada sobre o Tabuleiro. Nesta análise, a porção de Tabuleiro estudada se encontra no topo desta unidade geomorfológica, compreendida na porção noroeste da cidade de Fortaleza.

Planície Fluvial - é uma área relativamente plana, resultante de acumulação fluvial. Fica sujeita a inundações. Na conceituação de Souza (2007), bordejam as calhas dos rios. Em nossa análise, ela é representada pelo médio curso dos rios Maranguapinho e Ceará.

Planície Flúviomarinha - a planície flúviomarinha pode ser revestida ou não por manguezais, possuindo superfícies planas e parcialmente encharcada (Figura 4). Na análise, aqui realizada, é no rio Ceará que observamos a presença de uma Planície Flúviomarinha revestida por mangue.

Planície Litorânea - pode ser descrita como uma superfície de formação recente, com influência direta da ação marinha, eólica, fluvial e pluvial. Contém largas faixas de praias, campos de dunas de diferentes gerações, mangues, linhas de falésias, planícies flúviomarinhas, planícies lacustres e áreas de acumulação inundáveis (SOUZA, 2007). São classificados, por Meireles (2007), como representantes do Domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos. A área delimitada para este estudo compreende parte do litoral do município de Caucaia e o litoral oeste da cidade de Fortaleza.



**Figura 4-** Planície Flúviomarinha no rio Ceará. Fonte: Loureiro, janeiro de 2010.

Essas unidades geomorfológicas fazem parte de um domínio maior classificadas como unidades morfo-estruturais. De acordo com a classificação de Souza (1988), o Ceará está compartimentado em três domínios: i) domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos (planícies fluviais, formas litorâneas e tabuleiros; ii) domínio das bacias sedimentares paleo-mesozóicas (Chapada do Araripe, Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba); iii) domínio dos escudos e maciços antigos (Planaltos Residuais e Depressões Sertanejas); representados

por formas de acumulação, estruturais e erosivas (dissecadas e conservadas), respectivamente.

As unidades de relevo identificadas, na bacia do rio Ceará, estão especificamente nos domínios dos Depósitos sedimentares cenozóicos e no Domínio dos escudos e maciços antigos.

Inseridas nessas unidades estão as seguintes feições superficiais: cristas, rampas de colúvio, aluviões e os vales. Caracterizadas como:

Cristas- São relevos residuais que resistiram aos processos erosivos antes ocorridos devido a fatores diversos como a resistência do material que os compõem ou outros fatores e que testemunham processos geomorfológicos (Figura 5). Apresentam vertentes com declividade acentuada, o que configura áreas protegidas pela legislação ambiental. As cristas residuais, presentes na Bacia do rio Ceará, possuem litologia cristalina e estão localizadas na Serra de Maranguape, onde se encontram as nascentes dos rios principais da bacia em epígrafe.



**Figura 5** - Crista residual da Serra de Maranguape na cota topográfica 850-450m.  
Fonte: Loureiro, maio de 2010

Rampas de colúvio - Feição deposicional do Quaternário. Feições deposicionais inclinadas, associadas à coalescência de depósitos coluviais que se desenvolvem em direção às reentrâncias (*hollows*) e fundos de vales (MOURA & SILVA, 2006, p. 160). Os colúvios, especificamente, são descritos por Suertegaray et al (2003) como um depósito de sedimentos transportados

pela ação gravitacional, localizados comumente na base das encostas. Na bacia hidrográfica do rio Ceará, encontram-se no sopé de relevos cristalinos denominados cristas residuais (Figura 6).



**Figura 6** - Rampa de colúvio com alteração antrópica na cota topográfica 450-100m.  
Fonte: Loureiro, maio de 2010

**Aluviões** - Superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos canais-troncos. Formam um conjunto de sedimentos detríticos transportados e depositados por um curso de água. São, de acordo com Suertegaray et al (2003), detritos originados pela erosão fluvial que vão sendo depositados ao longo dos cursos fluviais na forma de barras, tanto nos centros como nas margens dos corpos d'água ou por transbordamento da água do canal, constituindo os sedimentos das planícies aluviais.

**Vales** - Um vale é o local por onde escoam, permanentemente ou temporariamente, as águas das chuvas e dos rios. Suertegaray et al (2003) define vale como uma depressão alongada, de fundo descendente, sulcada pelas águas correntes, sendo ele formado por talvegue, parte mais profunda do vale e duas vertentes com declividades convergentes. Ainda ressalta que a forma do vale está diretamente relacionada com a litologia em que se desenvolve, com o clima e com os agentes erosivos atuantes (Figura 7).



**Figura 7** – Vale na cota topográfica de 50m. Fonte: Loureiro, maio de 2010

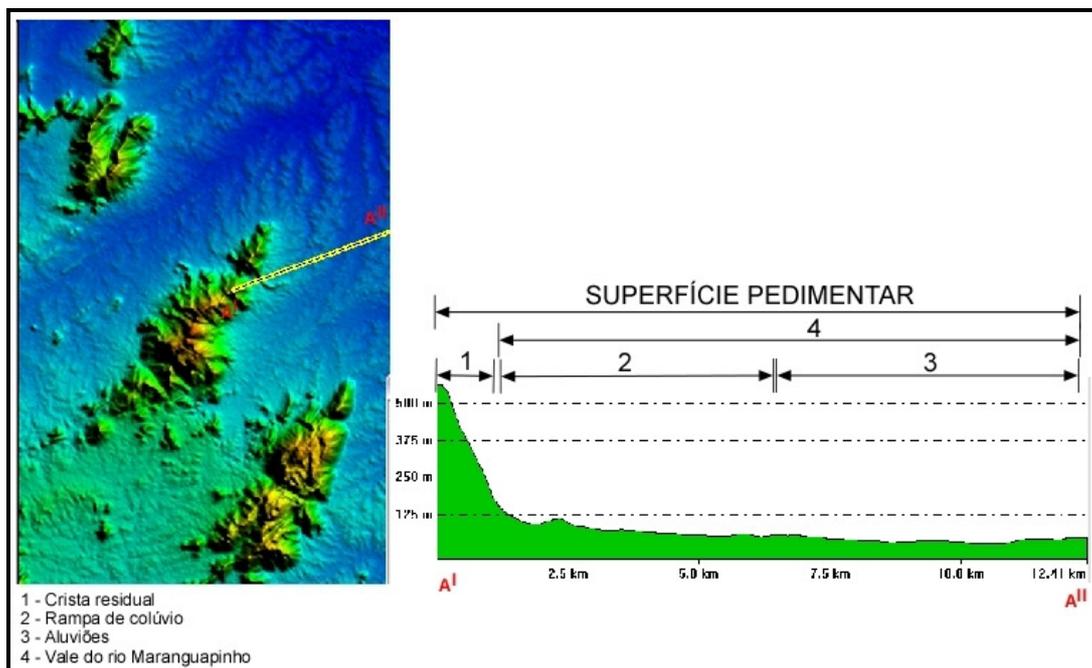
Foz - Área de descarga fluvial, local onde se atinge o nível de base, normalmente no encontro com o mar. O nível de base da bacia hidrográfica do rio Ceará é atingido na cota de 9m de altitude no encontro com o Oceano Atlântico. A bacia do rio Ceará possui foz do tipo estuário (Figura 8), caracterizado como um tipo de desembocadura com abertura larga e ambiente com pouca acumulação de sedimentos, devido à ação das correntes de maré e das correntes litorâneas (SUERTEGARAY et al, 2003).



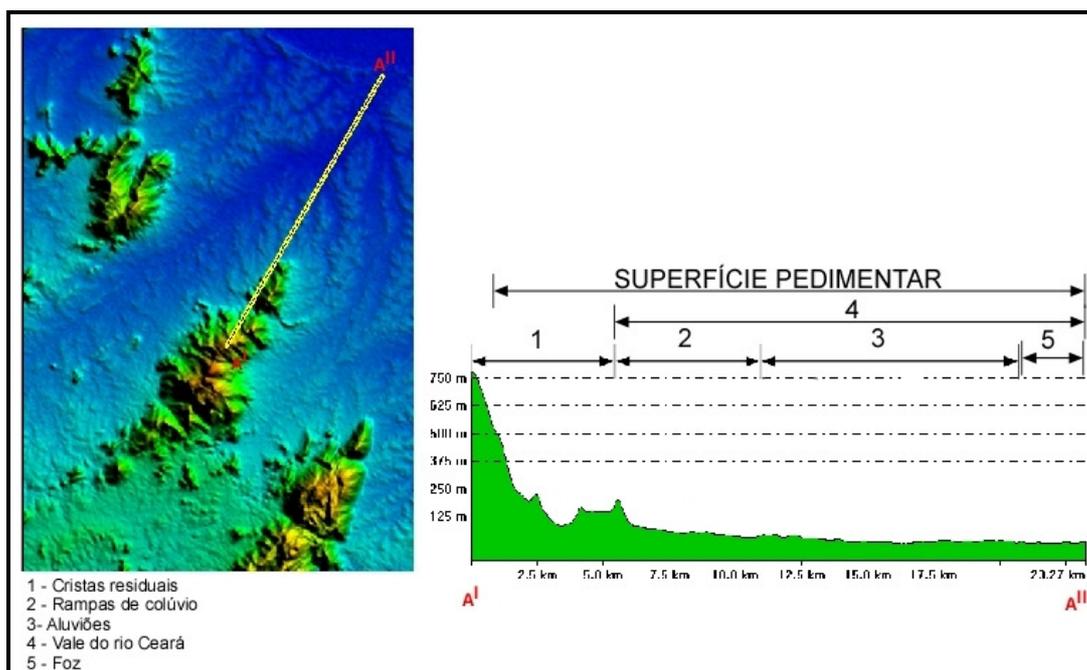
**Figura 8** – Foz do rio Ceará na altitude de 9m. Fonte: Loureiro, janeiro de 2010

Com os perfis topográficos, foi possível a identificação das vertentes, áreas de pedimentos e vale dos rios em estudo.

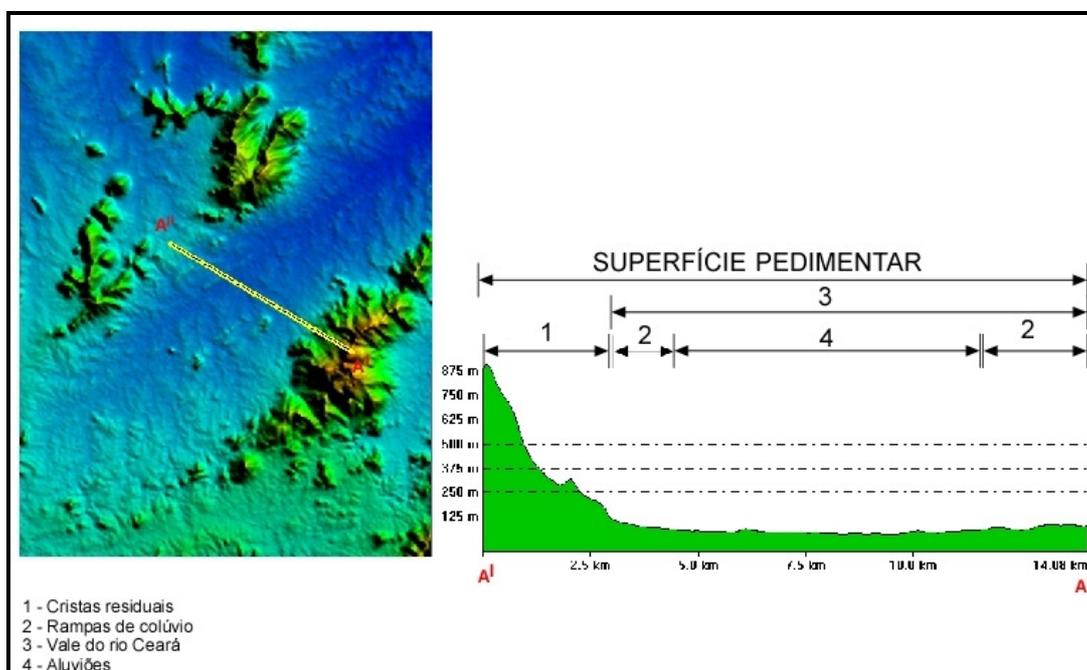
O perfil 1 compreende o vale do rio principal (rio Ceará) e a área das principais nascentes (Serra de Maranguape) (Figura 9). O perfil 2 é formado pelo vale do segundo principal rio da bacia (rio Maranguapinho), a área das nascentes (Serra de Maranguape) e seu vale (Figura 10). O perfil 3 compreende a área das nascentes, o vale do rio Ceará e seu estuário (Figura 11).



**Figura 9** – Perfil 1: Perfil topográfico do Rio Maranguapinho. Elaborado por Loureiro, 2010.

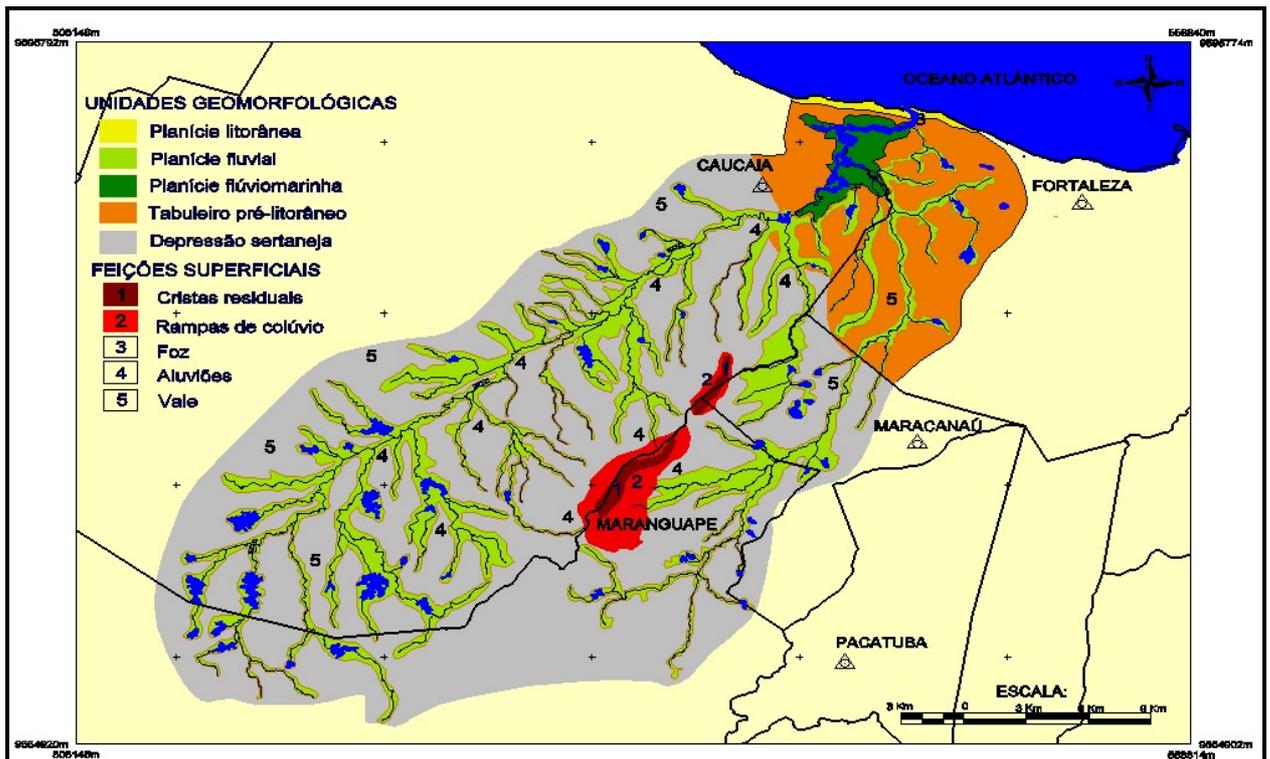


**Figura 10** – Perfil 2: Perfil topográfico da Foz do rio Ceará. Elaborado por Loureiro, 2010.



**Figura 11** – Perfil 3: Perfil topográfico do rio Ceará. Elaborado por Loureiro, 2010.

Por fim, com a compilação e análise das informações coletadas e perfis elaborados, foi feito o mapa geomorfológico da bacia (Figura 12).



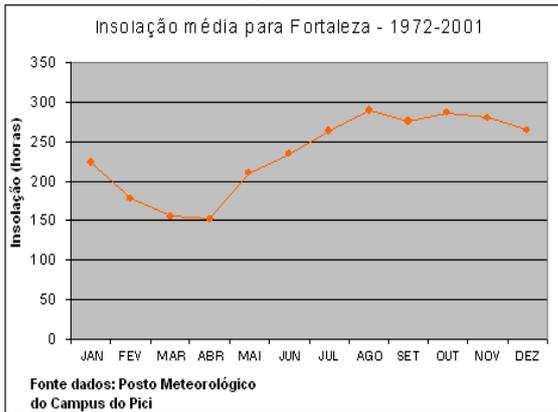
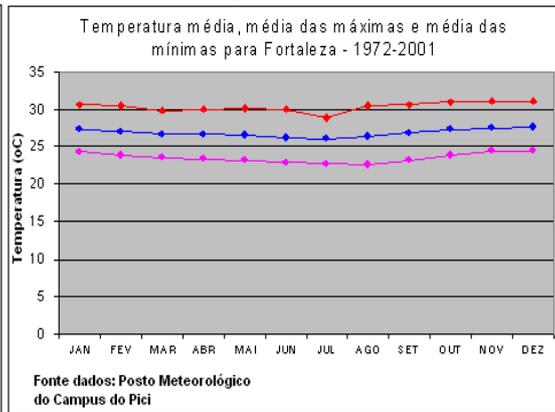
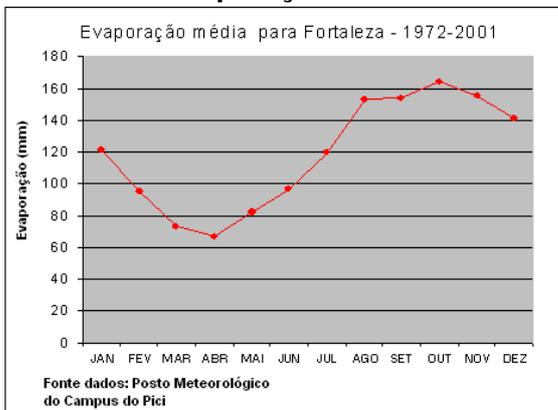
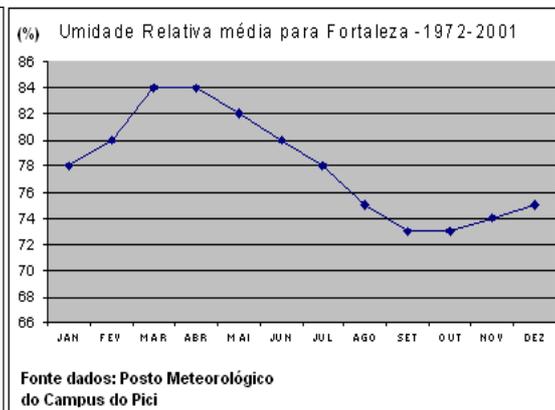
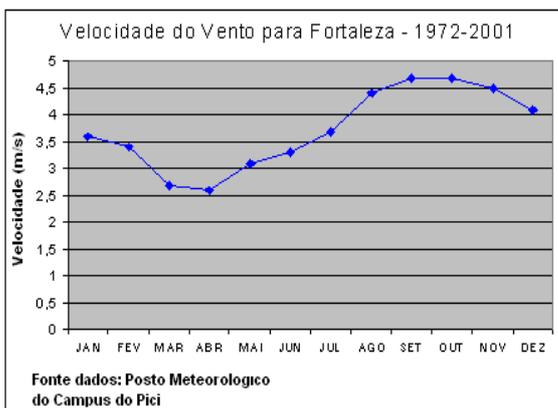
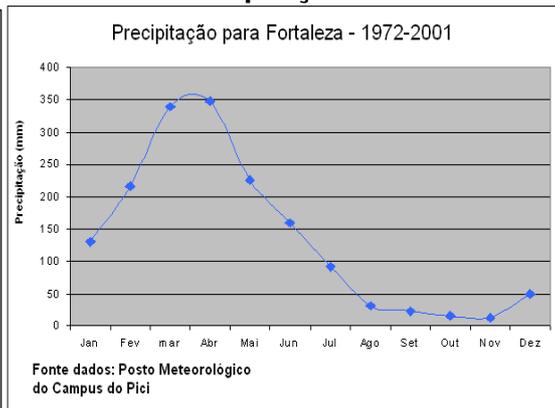
**Figura 12** – Mapa das Unidades Geomorfológicas e Feições Superficiais da Bacia Hidrográfica do rio Ceará. Elaborado por Loureiro e Rocha, 2010.

### 3.2.2 Clima e Hidrografia

Para caracterizar o baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará, foram analisadas as Normais Climatológicas de Fortaleza dos anos de 1972 a 2001 (insolação, temperatura, evaporação, umidade relativa, ventos) e de 1966 a 2005 (precipitação).

Pôde-se observar que a temperatura se apresenta elevada em todos os meses do ano, com média anual de 26,6°C. Os gráficos 1 - 6 expressam essas informações, expressando as suas baixas amplitudes mensais e anuais. Contudo as temperaturas dió-noturnas expressam amplitudes elevadas.

Os índices de insolação e evaporação apresentam elevadas taxas, principalmente durante os meses de agosto a dezembro, conseqüentemente, os meses com menores taxas de umidade relativa e precipitação. Nesse período do ano a precipitação chega à menos de 25mm mensais.

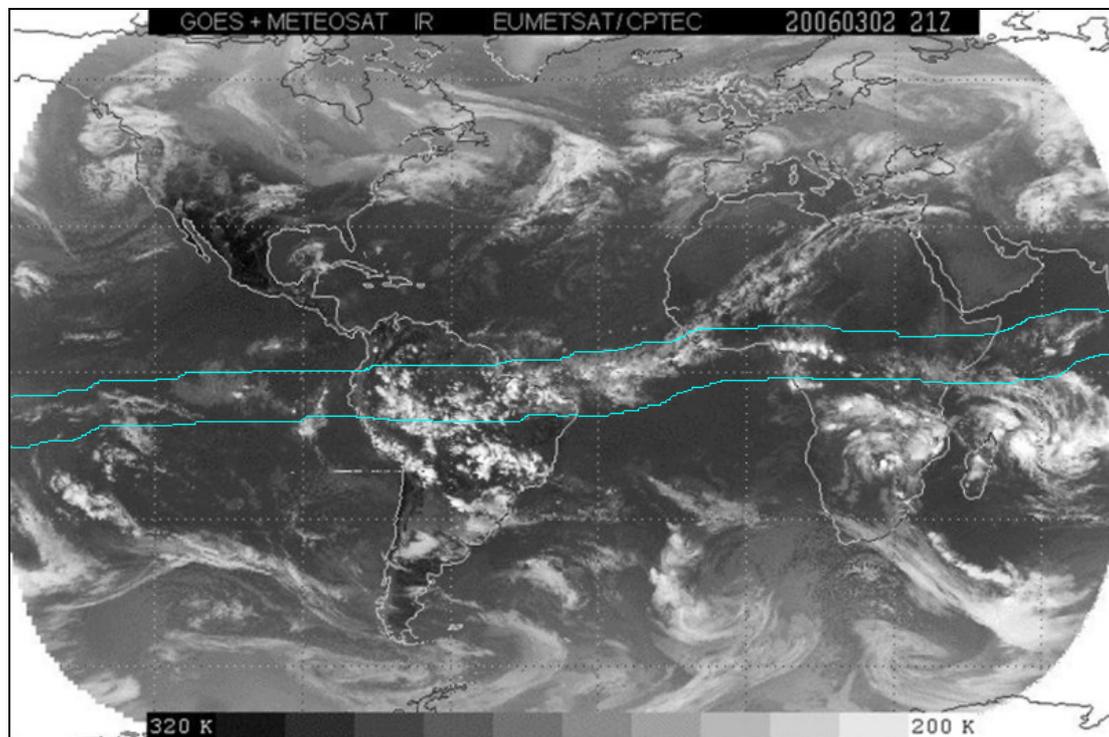
**Gráfico 1 – Insolação****Gráfico 2 – Temperatura média****Gráfico 3 – Evaporação****Gráfico 4 – Umidade relativa****Gráfico 5 – Velocidade dos ventos****Gráfico 6 – Precipitação**

Fortaleza apresenta duas estações definidas, uma seca e outra chuvosa, com variação temporal e espacial de precipitação, resultado da atuação dos sistemas atmosféricos com os fatores climáticos.

A Zona de convergência intertropical (ZCIT) é o principal mecanismo causador de chuvas em Fortaleza, atuando de fevereiro a maio, quando atinge

sua máxima posição ao sul. Os Vórtices ciclônico de ar Superior (VCAS) geram precipitação, principalmente, em janeiro e fevereiro. Os Complexos convectivos de mesoescalas (CCMs) provocam chuvas fortes e de curta duração durante o período chuvoso, bem como as Linhas de instabilidade (LI). As Ondas de Leste atuam de junho a agosto.

Durante o período seco, Fortaleza fica sob a ação do Sistema Tropical, vinculado ao Anticiclone do Atlântico Sul, causando a estabilidade do tempo a partir do segundo semestre. Observa-se que as maiores chuvas ocorrem durante a presença da ZCIT mais ao sul (fevereiro a maio) e que a mesma é inversamente proporcional aos dados de evaporação e insolação (Figura 13).



**Figura 13** – ZCIT atuando no estado do Ceará do ano de 2006. Fonte: CPTEC/INPE.

De acordo com a análise das normais climatológicas de Fortaleza (1972 a 2001 e 1966 a 2005), a presença dos já citados mecanismos de circulação atmosférica, o clima dominante em Fortaleza é caracterizado como um Clima de latitudes baixas, de elevadas temperaturas, sendo controlado pela Zona de Convergência Intertropical e outros sistemas secundários geradores de precipitação e pelo Sistema Tropical, relacionado à atuação do Anticiclone do Atlântico Sul, responsável pela estabilidade do tempo.

Assim, a precipitação é marcadamente sazonal, sendo que as chuvas ocorrem no primeiro semestre do ano, quando também se verificam eventos pluviométricos de maior magnitude causadores de impactos na cidade. A temperatura e a evaporação se apresentam elevadas durante todos os meses do ano, bem como a insolação, embora os valores diminuam por ocasião do período chuvoso.

As condições climáticas de Caucaia não se diferem muito do município de Fortaleza. O clima de Caucaia varia entre o Tropical Quente Semi-árido Brando, o Tropical Quente Sub-úmido e o Tropical Quente Úmido, de acordo com dados da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) e IPECE.

A média pluviométrica anual de Caucaia é de 1243,2mm, com uma temperatura variando entre 26° e 28°. As chuvas mantêm o mesmo padrão do restante do estado, com a pluviosidade concentrada nos cinco primeiros meses do ano, janeiro a maio.

No perímetro, onde a bacia está instalada, o clima é caracterizado como de latitudes baixas, de elevadas temperaturas, sendo controlado pela Zona de Convergência Intertropical e outros sistemas secundários geradores de precipitação e pelo Sistema Tropical, relacionado à atuação do Anticiclone do Atlântico Sul, responsável pela estabilidade do tempo. Assim, a precipitação é marcadamente sazonal, sendo que as chuvas ocorrem no primeiro semestre do ano, quando também se verificam eventos pluviométricos de maior magnitude causadores de impactos na cidade.

Os eventos pluviométricos extremos costumam afetar, de forma significativa, as populações que residem em áreas de planície de inundações e setores com incremento de ocupações irregulares (áreas de risco). Os baixos cursos dos rios Ceará e Maranguapinho não fogem a esse exemplo, pois seus baixos cursos têm sido ocupados de forma irregular no período seco do ano e a população residente sofre com perdas econômicas e até humanas durante a quadra chuvosa.

A área em estudo é formada pelo baixo curso dos dois principais rios que compõem a bacia do rio Ceará, sendo eles o rio Ceará e o Maranguapinho.

Aqui, trataremos dos dois rios e de suas bacias de forma independente para uma melhor compreensão de seus aspectos.

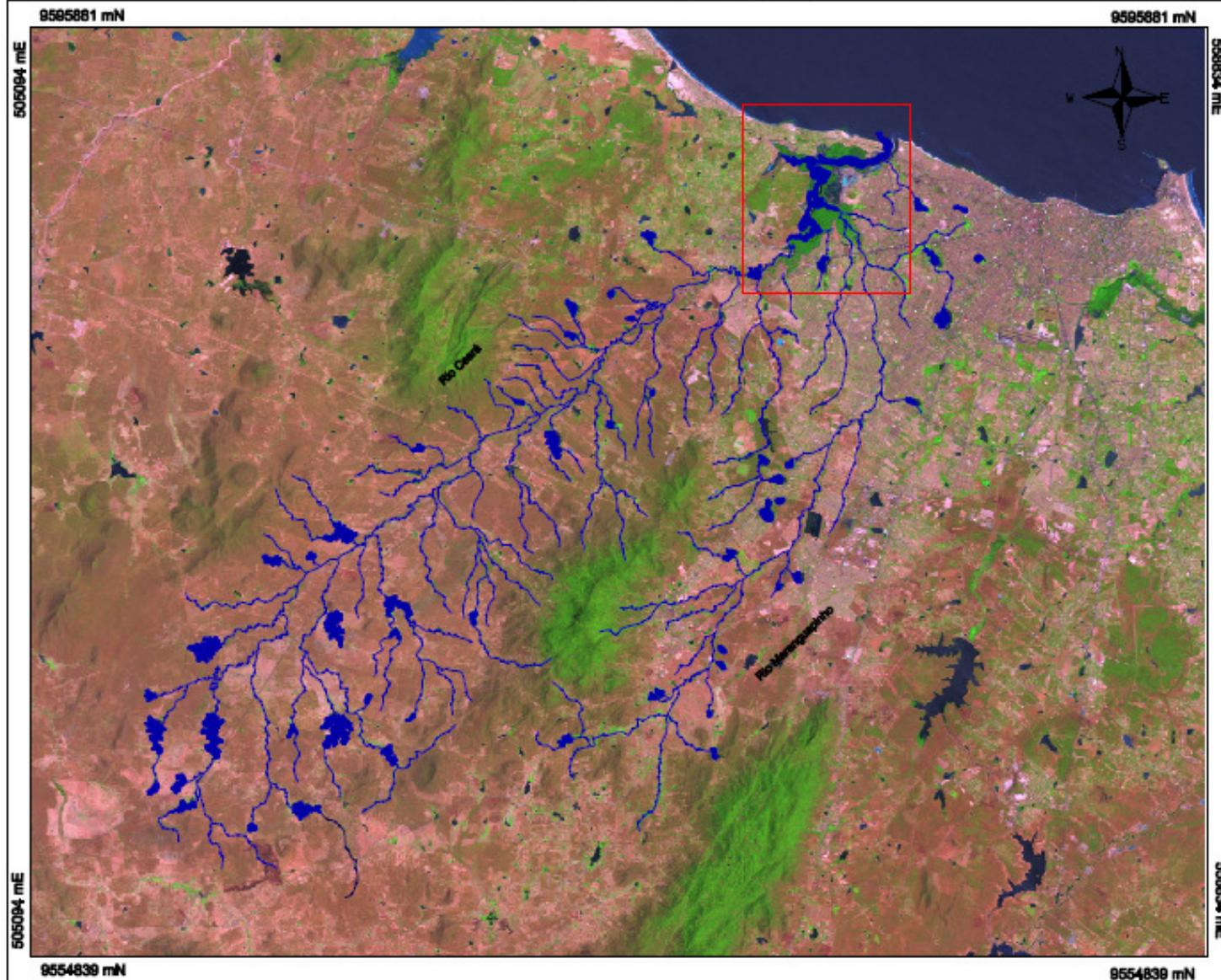
A bacia hidrográfica do rio Maranguapinho tem como rio principal o rio homônimo. Drena uma área de aproximadamente 223,80 km<sup>2</sup>, cortando os municípios de Maranguape, em seu alto curso; Maracanaú, durante seu médio curso, e Caucaia e Fortaleza, em parte de seu médio e baixo curso (ALMEIDA, 2006). Está localizada na porção sudoeste da Região Metropolitana de Fortaleza. Deságua a cinco quilômetros do Oceano Atlântico, no rio Ceará (Mapa 2 ).

Como ultrapassa uma série de municípios, já citados, engloba diferentes feições geomorfológicas: Serra de Maranguape e Depressão Sertaneja (alto curso e parte do médio), Tabuleiros Costeiros (médio e parte do baixo curso), Planície Fluvial e Planície Flúviomarinha (baixo curso).

A bacia hidrográfica do rio Ceará compreende parte dos municípios de Maranguape, Caucaia, Maracanaú e Fortaleza, drenando aproximadamente uma área de 931,39 km<sup>2</sup>.

Seu principal curso d'água, o rio Ceará, em seu percurso, engloba diferentes feições geomorfológicas: Serra de Maranguape, Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras, Planície Fluvial e Planície Flúviomarinha.

MAPA.2 - BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CEARÁ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
Centro de Ciências  
Programa de Pós-graduação em Geografia



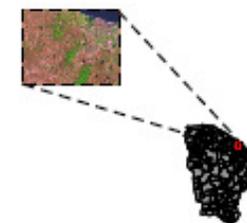
Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento  
de Pessoal de Nível Superior (Capes)

A Qualidade Ambiental como Indicador de vulnerabilidade  
do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará/CE -  
Subsídios para o zoneamento ambiental  
Orientadora: Caroline Vitor Loureiro  
Orientador: Antônio Jeovah de Andrade Meloires  
BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CEARÁ

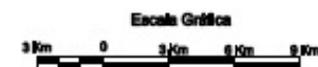
LEGENDA

Área de estudo Espelhos d'água Drenagem

LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO CEARÁ



ESCALA



Sistema de Coordenadas UTM  
Datum - WGS 84  
Zona 24  
Imagem Landsat 7

Imagem Landsat 7  
Geoprocessamento em ArcGIS



Projeto: Sistema Transmissor de Mensagem  
MapInfo Central SP/PA 10/2

Elaboração e Geoprocessamento: Caroline Vitor Loureiro

### 3.2.3 Solos e Vegetação

Os solos que predominam na bacia hidrográficoado rio Maranguapinho, em especial no baixo curso do rio principal, são os Neossolos Flúvicos, os Neossolos Quartzarênicos e os Latossolos Vermelho-Amarelo.

Assentadas sobre estes solos estão uma Vegetação de Várzea, uma Vegetação Subcaducifólia de Dunas e uma Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro (Quadro 1).

No baixo curso do rio Ceará, os solos predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos, os Neossolos Quartzarênicos, os Neossolos Flúvicos e os Gleissolos e assentadas sobre eles estão uma Vegetação de Tabuleiro, uma Vegetação Subcaducifólia de Dunas, Vegetação de Várzea e uma Vegetação de Mangue.

Na área de estudo, baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará, a vegetação está desmatada quase por completo, com exceção da área da APA do rio Ceará, representada por uma vegetação de mangue e de várzea, e por uma vegetação secundária pouco significativa, existente na planície fluvial desses rios.

Nos arredores da APA se observa, ainda, um intenso processo de degradação da vegetação de mangue, situação resultante da ocupação irregular dessa área por populações de baixa renda que lá instalaram suas moradias sem nenhuma infraestrutura.

Quanto à cobertura vegetal e os solos existentes na área de estudo, os processos observados, como a retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização dos solos, potencializam o processo erosivo e diminuem o potencial de absorção de água da chuva, o que decorre em inundações e enchentes.

**Quadro 1 – Quadro síntese contendo os principais tipos de solo, vegetação e uso/ocupação encontrados no baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará**

Geologia	Geomorfologia	Tipo de Solo	Principais características	Unidade de vegetação	Principais tipos de uso/ocupação
Sedimentos areno-argilosos Tércio-Quaternários da Formação Barreiras	Tabuleiro Pré-Litorâneo	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Sequência A, Bt e C; Textura média e argilosa; Solos ácidos a moderadamente ácidos; Baixa ou alta fertilidade natural; Ocupam o maior percentual do Ceará	Mata Úmida/Sub-úmida; Mata Seca; Vegetação de Tabuleiro e Caatinga Arbórea	Pecuária extensiva; Extrativismo mineral; Cultura de Subsistência; Cultura permanente (coco e caju); Ocupação urbana.
Sedimentos muito finos de deposição quaternária misturados com detritos orgânicos.	Planície Flúvio marinha	Gleissolos	Solos hidromórficos e salinos; Perfis do tipo A-C; Ocupam nos relevos planos de várzea e próximos à desembocadura dos rios, sob influência de maré.	Vegetação de várzea e Vegetação de mangue	Extrativismo animal; Preservação Ambiental; Extrativismo mineral (salinas); Pesquisa
Sedimentos areno-argilosos Tércio-Quaternários da Formação Barreiras	Tabuleiro Pré-Litorâneo	Latossolos Vermelho-Amarelo	Muito profundos de textura média e, às vezes argilosa, porosos, muito intemperizados; Perfis com horizontes A, Bw e C; Solos ácidos e pobres; Aparecem, no Ceará, na Chapada do Araripe e Planalto da Ibiapaba.	Mata Úmida/Sub-úmida; Carrasco; Cerradão e Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro	Pecuária extensiva; Extrativismo vegetal; Extrativismo animal (mel); Ocupação urbana.
Sedimentos não consolidados, argilosos, siltosos e arenosos, oriundos de deposições fluviais Quaternárias.	Planície Fluvial	Neossolos Flúvicos	Pouco evoluídos; Perfis comumente apresentando um horizonte A sobreposto a um C; Alta fertilidade natural; Ocorrem em áreas de várzea.	Vegetação de várzea incluindo matas-galerias e penetrações e espécies da Caatinga	Agricultura de Subsistência e Agricultura de Produção irrigada
Sedimentos Tércio-Quaternários	Planície Litorânea	Neossolos Quartzarênicos	Pouco desenvolvidos; Excessivamente drenados; Perfis compostos por horizontes A e C; Baixa fertilidade natural; No Ceará, encontram-se nas unidades geoambientais do litoral, Planalto da Ibiapaba, áreas da região do Cariri.	Vegetação Pioneira Psamófila; Vegetação Subcaducifólia de Dunas; Vegetação de Tabuleiro; Carrasco e Cerradão	Extrativismo mineral; Extrativismo vegetal; Cultura Permanente (coco e caju); Culturas de Subsistência; Preservação Ambiental; Turismo/Lazer

Adaptado de Castelo e Silva (2007)

### **3.3. Aspectos socioeconômicos**

O espaço em que vivemos é resultado das diversas formas de uso/ocupação e relações econômicas e pessoais que se dão nesse meio ou que ocorreram no decorrer desse processo. O espaço reflete, portanto, as condições de vida que possui/possuíam determinada comunidade e suas formas de relação entre si e com o meio.

Partindo desse pressuposto, considera-se a importância de se conhecer e analisar a sociedade que reside nos baixos cursos dos rios, para entender como este ambiente foi transformado e como se configura atualmente.

#### **3.3.1 Aspectos populacionais**

Os municípios de Caucaia e Fortaleza, integrantes da RMF desde 1973, apresentam respectivamente uma população de 324.738 (8% da população da RMF) e 2.447.409 habitantes (67% da população da RMF) de acordo com o Censo 2010 do IBGE.

A partir da década de 1970, intensificaram-se os fluxos migratórios para a RMF, resultantes do atrativo econômico criado, contribuindo para um aumento populacional da capital Fortaleza e das cidades mais próximas a ela.

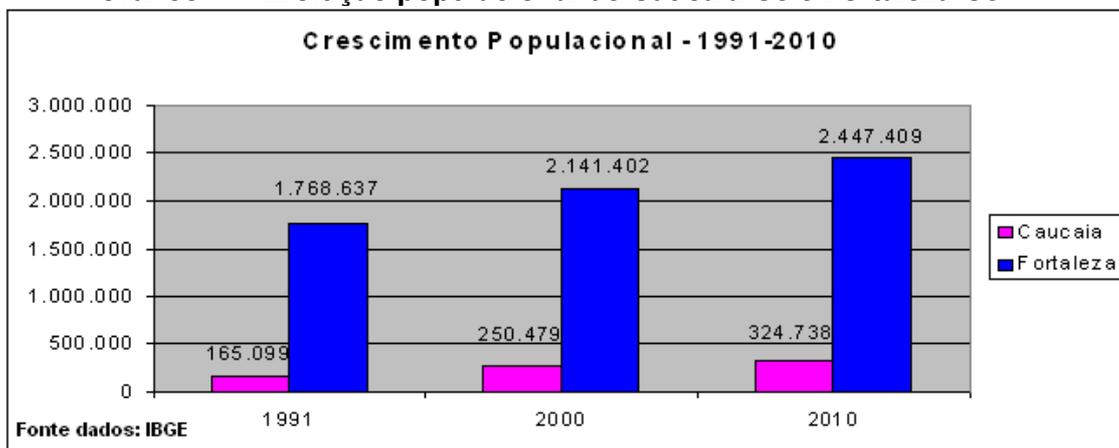
Em Caucaia, essa população está distribuída em uma área de 1228 km<sup>2</sup>, possuindo o município uma densidade de 203,9 hab/km<sup>2</sup>. Para o ano de 2009, o IBGE (2007) estimou para Caucaia uma população de 334.364 habitantes.

A população, segundo dados do IBGE, evoluiu de 165.099 habitantes em 1991 para 250.479 em 2000 e 324.738 em 2010, uma taxa de crescimento maior que a da RMF para esse mesmo período (Gráfico 7).

Caracterizando o município de Fortaleza, o Censo 2000 do IBGE o apontou como 4<sup>a</sup> maior cidade brasileira em termos de população, comandando a 6<sup>a</sup> maior região metropolitana do Brasil. Esses dados expressam o poder exercido por Fortaleza como centralidade da RMF.

A capital cearense, em 1991, apresentou um número de 1.768.637 habitantes; em 2000, uma população de 2.141.402 e, em 2010, 2.447.409 moradores, distribuídos em 313 km<sup>2</sup>.

**Gráfico 7 – Evolução populacional de Caucaia-Ce e Fortaleza-Ce**



Fortaleza concentra 53,4% da população urbana do Ceará, só na capital estão 46,5% desse total. O IBGE (2007) estimou, para o ano de 2009, uma população de 2.505.552 habitantes.

O ritmo de crescimento populacional da capital cearense, inferior ao município de Caucaia, reflete mudanças ocorridas na distribuição e busca por moradias.

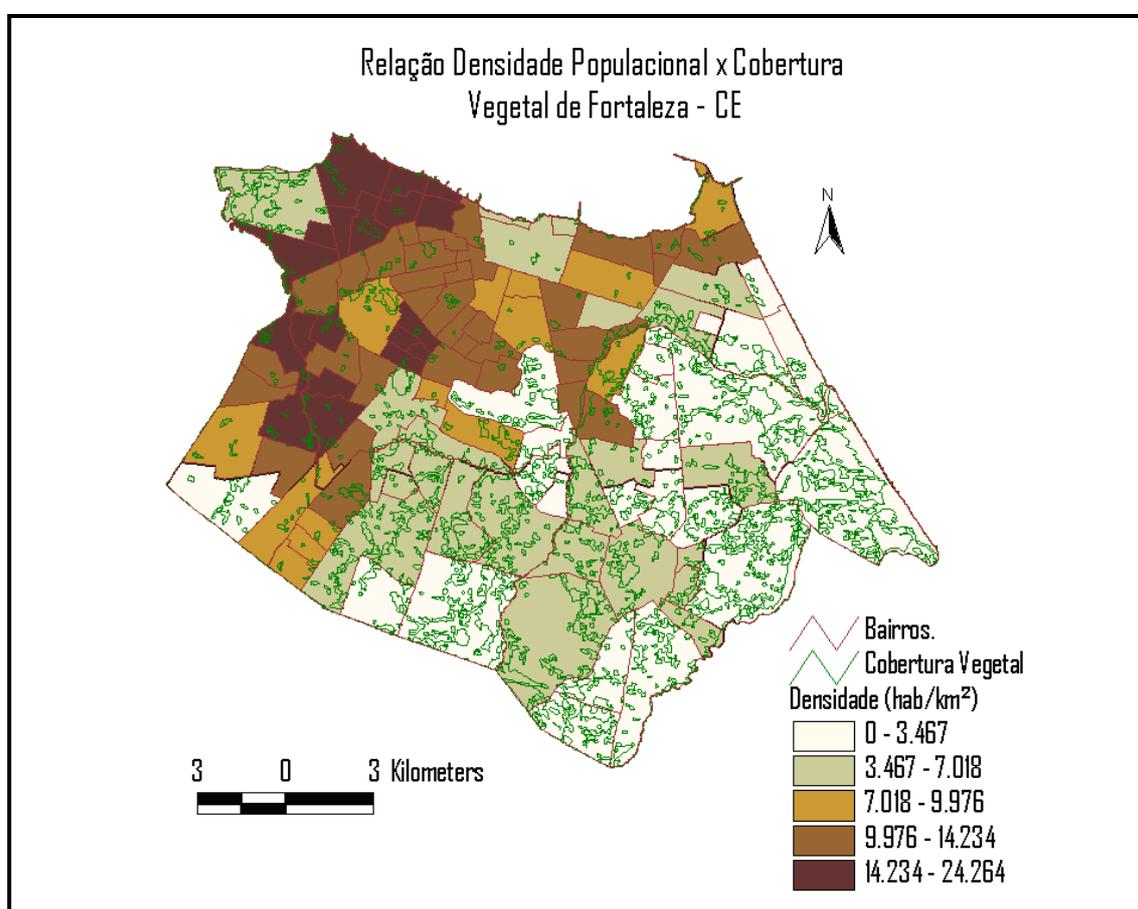
Quanto a esse crescimento populacional diferenciado entre os municípios da RMF, Dantas e Pereira (2009) atribuem a diminuição da população na capital à valorização do solo urbano, que empurra os habitantes de baixa renda para os municípios vizinhos; às políticas públicas habitacionais, que geram a multiplicação dos conjuntos habitacionais populares em zonas periféricas da capital e à realocação das indústrias da RMF para os municípios vizinhos.

Para Dantas (2009), quatro são os vetores representativos da lógica de transformação da RMF: o primeiro é o polo de Maracanaú, proveniente dos incentivos fiscais promovidos pela SUDENE que implicaram no estabelecimento do distrito industrial e a construção de conjuntos habitacionais; o segundo, o eixo da BR-116, devido à política de realocação da indústria na década de 1980; o terceiro, a faixa litorânea oeste com os conjuntos habitacionais construídos no município de Caucaia e a lógica de valorização

desse litoral na década de 1990; o quarto vetor, a urbanização litorânea da porção oeste.

A população da capital, que não possui poder aquisitivo para adaptar-se à valorização do solo urbano, tem migrado para as periferias, áreas limítrofes com outros municípios – ainda pouco habitadas – e áreas de planícies de inundação de recursos hídricos.

Nos setores que acompanham o baixo curso dos rios Ceará e Maranguapinho, encontram-se as maiores densidades populacionais de Fortaleza. (Figura 14).



**Figura 14** – Densidade populacional de Fortaleza/CE. Fonte dados: IBGE, 2011. Elaborado por Loureiro, 2010.

Nesse contexto, explica-se um dos fatores responsáveis pela ocupação ilegal de áreas do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará, a não-capacidade financeira da população em adquirir uma parcela legal da cidade.

### 3.3.2 Saúde

O atendimento à saúde, nos municípios de Fortaleza e Caucaia, é prestado por unidades ligadas à rede pública e privada.

De acordo com dados da Secretaria de Saúde do Estado do Ceará (SESA) do ano de 2009, em Fortaleza, 153 unidades particulares e 129 públicas prestam serviço ao Sistema único de Saúde (SUS). Em Caucaia, 55 unidades públicas e 7 privadas atendem ao SUS.

Esse atendimento é dividido em hospitais, postos de saúde, clínicas especializadas, centros de saúde, policlínicas, pronto socorros etc. (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2 - Unidades de Saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), por tipo de unidade no município de Fortaleza - 2009**

<b>Tipo de Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Hospital geral	21
Hospital especializado	41
Clínica especializada/Ambulatório especialidades	74
Consultórios isolados	1
Unidade móvel	2
Unidade de vigilância sanitária	6
Centro de saúde/Unidade básica de saúde	92
Laboratório central de saúde pública	1
Centro de atenção psicossocial	14
Unidade de serviço auxiliar de diagnóstico e terapia	15
Policlínica	4
Pronto socorro especializado	3
<b>Total</b>	<b>282</b>

Fonte dados: Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA)

**Tabela 3 - Unidades de Saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), por tipo de unidade no município de Caucaia - 2009**

<b>Tipo de Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Hospital geral	3
Posto de saúde	1
Clínica especializada/Ambulatório especialidades	6
Unidade móvel	1
Centro de saúde/Unidade básica de saúde	43
Centro de atenção psicossocial	2
Unidade de serviço auxiliar de diagnóstico e terapia	1
Policlínica	4
<b>Total</b>	<b>61</b>

Fonte dados: Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA)

Os dados demonstram as desigualdades sócioespaciais quanto ao atendimento médico e de saúde. A capital Fortaleza que em 2009 possuía 2,5 milhões de habitantes, aproximadamente, atende essa população com apenas 21 hospitais gerais, um déficit demonstrado diariamente pelas mídias locais.

Essa problemática se agrava ainda mais pelo fato, do município de Caucaia, que conta atualmente com cerca de 325 mil habitantes, possuir somente 3 hospitais gerais para atender essa população, o que amplia as filas nos hospitais da capital, demonstrando sua situação de dependência no setor de saúde da Metrópole.

### **3.3.3 Educação**

O sistema educacional, nas cidades de Fortaleza e Caucaia, é composto pelas redes Federal, Estadual, Municipal e particular.

No município de Fortaleza, 3 instituições federais, 176 estaduais, 263 municipais e 820 particulares prestam esse serviço de acordo com dados, de

2009, da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC). Em Caucaia, são 24 instituições estaduais, 155 municipais e 46 particulares.

Para avaliar a educação em Fortaleza e Caucaia, apresentam-se alguns números do sistema na forma de tabelas (Tabelas 4 e 5):

**Tabela 4 - Indicadores educacionais no Ensino Fundamental e Médio para Fortaleza - 2009**

Discriminação	Ensino Fundamental		Ensino médio	
	Município	Estado	Município	Estado
<b>Taxas (%)</b>				
<b>Escolarização Líquida</b>	84	94,2	53,5	51,9
<b>Aprovação</b>	84,9	87	77,2	79,8
<b>Reprovação</b>	10	9,5	8,2	7,1
<b>Abandono</b>	5,1	3,6	14,6	13,1

Adaptado de IPECE 2010, dados SEDUC 2009

**Tabela 5 - Indicadores educacionais no Ensino Fundamental e Médio para Caucaia - 2009**

Discriminação	Ensino Fundamental		Ensino médio	
	Município	Estado	Município	Estado
<b>Taxas (%)</b>				
<b>Escolarização Líquida</b>	87,7	94,2	40,3	51,9
<b>Aprovação</b>	87,7	87	68,9	79,8
<b>Reprovação</b>	7,7	9,5	11,8	7,1
<b>Abandono</b>	4,6	3,6	19,3	13,1

Adaptado de IPECE 2010, dados SEDUC 2009

No setor educacional se observa mais uma vez a situação de dependência de Caucaia com a Metrópole. Caucaia não possui, até a presente data, nenhuma institui o de ensino superior federal concluída. Os estudantes que almejam ingressar no ensino superior precisam se deslocar até Fortaleza, que, como metrópole, concentra o maior número de equipamentos de ensino do estado.

### 3.3.4 Aspectos econômicos

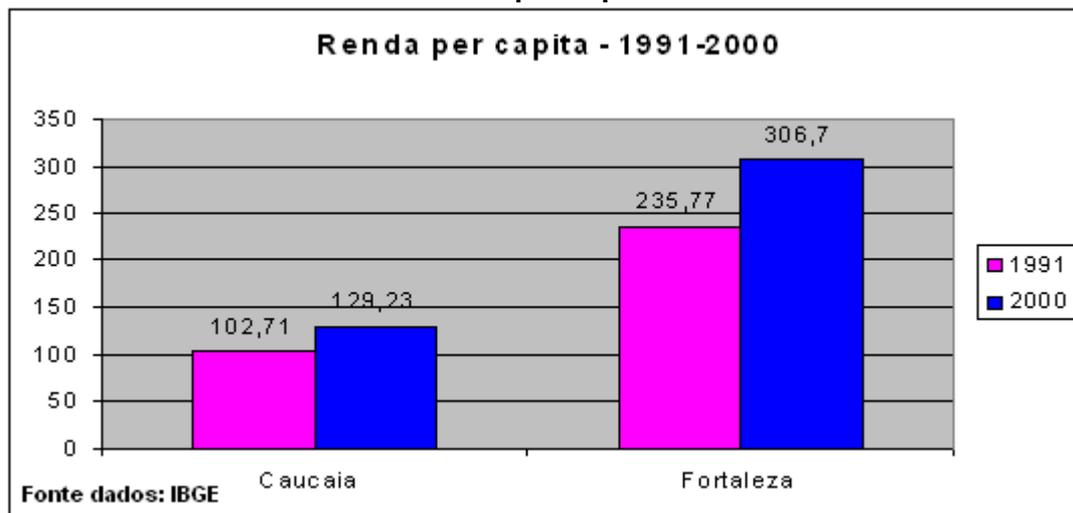
A RMF de Fortaleza representa o grande poderio econômico do estado, possuindo o maior número de indústrias de transformação, de acordo com dados do Cadastro Central de Empresas 2001 do IBGE, tendo no grupo dos três maiores concentradores: Fortaleza, Maracanaú e Caucaia. Esses dois últimos se destacam nesse quadro por possuírem forte integração com Fortaleza, o que facilita os fluxos comerciais e de pessoas.

Bernal (2009), ao analisar a questão econômica da RMF, destaca que ao se observar a renda *per capita* dos municípios da RMF se percebe que a maior parte deles apresentou considerável crescimento entre 1991 e 2000, notadamente Fortaleza, Aquiraz, Caucaia, Horizonte e Maracanaú.

Em Caucaia, a renda *per capita* passou de 102,71 reais no ano de 1991 para 129,23 no ano de 2000 (Gráfico 8). Esses números não conseguiram superar a situação de pobreza do município que possui 135.509 habitantes em situação de pobreza (renda domiciliar mensal *per capita* até  $\frac{1}{2}$  salário mínimo), ou seja, cerca de 54% do total da população.

De acordo com o IBGE/IPECE (2010), a economia do município de Caucaia está dividida entre os setores de agropecuária (2,2%), indústria (29,9%) e serviços (68%), representando para o ano de 2007 um PIB a preços de mercado (R\$ mil) de 1.474.012.

A capital Fortaleza apresentou um aumento na renda *per capita*, passando de 235,77 reais em 1991 para 306,7 em 2000, segundo o IBGE. A economia possui 0,2% de sua receita resultante da agropecuária; 20,3 proveniente da indústria e 79,6 de serviços. O PIB, a preços de mercado (R\$ mil) do município, no ano de 2007, atingiu a cifra de R\$ 24.474.012.

**Gráfico 8 – Crescimento da Renda per capita de Caucaia-Ce e Fortaleza-Ce**

Aproximadamente 33% da população de Fortaleza possui renda domiciliar mensal *per capita* até  $\frac{1}{2}$  salário mínimo, um número de 703.087 habitantes, de acordo com o IBGE (2000), considerados pobres.

O baixo poder aquisitivo, de um percentual representativo dos habitantes de Caucaia e Fortaleza, é refletido nas condições de vulnerabilidade social na qual se encontra essa população.

O trecho do baixo curso dos rios Ceará e Maranguapinho sofre com a pressão populacional exercida sobre eles, fator resultante da situação econômica dos habitantes que, por não possuírem uma renda capaz de adquirir habitações adequadas, apropriam-se das planícies fluviais e flúviomarinhas.

### 3.3.5 A questão habitacional

A maior concentração populacional do Ceará está na RMF e, conseqüentemente, a maioria dos problemas relacionados à questão habitacional. Esse tema é tido como uma questão de risco no Brasil.

A RMF tem muitos de seus problemas habitacionais atrelados ao rápido crescimento populacional ocorrido nas últimas décadas, principalmente, a partir da década de 1970. Houve um rápido e desordenado crescimento populacional e, conseqüentemente, uma multiplicação dos problemas habitacionais e

ambientais, pois a população com menor poder aquisitivo passou a apropriar-se das áreas não-cobiçadas pela especulação imobiliária e negligenciadas pelo poder público.

A valorização das políticas voltadas à promoção do turismo, em detrimento das políticas de caráter social dedicadas aos menos favorecidos, aparece como fator relevante na transformação da metrópole fortalezense.

A diferenciação de classes se reflete no acesso à terra urbana e na ocupação de espaços, criando áreas diferenciadas socioespacialmente, estando os menos abastados susceptíveis a riscos naturais.

Para Freitas e Costa (2009), a mudança na estrutura ocupacional passa a refletir-se no agravamento da vulnerabilidade da população.

Essa ocupação inadequada tem gerado, nas cidades que recebem esses fluxos migratórios, uma série de problemas ambientais urbanos, resultados da apropriação dos ambientes naturais sem o respeito às suas limitações. Podem ser citados o aumento do número de áreas de risco e um maior número de pessoas atingidas por deslizamentos e inundações.

A capital Fortaleza exerce uma centralidade econômica em relação à sua região metropolitana, observada principalmente na distribuição do sistema rodoviário, como a duplicação de rodovias que partem da cidade. Formam-se grandes periferias urbanas no entorno da capital, tendo o crescimento acentuado da população urbana do Ceará concentrado nos municípios de Caucaia e Maracanaú (SILVA, 2009), os mais populosos do estado.

Segundo dados da Fundação João Pinheiro, as cidades de Caucaia e Fortaleza, municípios onde está localizado o objeto desse estudo, possuem, respectivamente, um déficit habitacional de 19,9% e 14,76% (Fundação João Pinheiro, 2004). Esses números resultam, de acordo com Pequeno e Aragão (2009), da maneira injusta como o espaço intraurbano tem sido produzido. Reflete, também, a expansão do mercado imobiliário para o setor turístico.

O processo de precariedade das condições habitacionais, pelo qual tem passado a cidade de Fortaleza desde o final do século XX, é visto, por Pequeno e Aragão (2009), como um processo relacionado ao crescimento e ocupação desordenados da capital cearense a elementos como o fluxo migratório campo-cidade, a redistribuição espacial da população através de programas habitacionais, às migrações intraurbanas (deslocamento das

populações do aluguel para as ocupações), à comercialização de loteamentos clandestinos desconsiderando as normas urbanísticas e à produção de espaços de segregação social.

De acordo com dados da Fundação João Pinheiro (2004), analisando-se os 13 municípios que compõem a RMF, há um déficit total de 122.988 unidades, correspondendo a 17% do total de domicílios. Verifica-se, ainda, que mais de 102 mil imóveis se encontram vazios, fator que, segundo esta Fundação, decorre, dentre outros motivos, da incapacidade de absorção dos imóveis pelo mercado de locação; da localização errada e distante de conjuntos habitacionais e relação aos locais de trabalho da população; do esvaziamento das localidades rurais no processo de redistribuição espacial da população.

Na busca pela superação da falta de moradia, a população da RMF busca alternativas como os domicílios improvisados para coabitação familiar e os domicílios rústicos (Tabela 6). O pouco poder aquisitivo da população para adquirir uma habitação é refletido na quantidade de domicílios vagos que possuem Fortaleza e Caucaia, 13,31% e 17,88% respectivamente.

**Tabela 6 – Déficit habitacional básico urbano**

Municípios	% no déficit habitacional básico urbano		
	Improvisados	Coabitação familiar	Rústicos
<b>Caucaia</b>	5,78	53,86	40,36
<b>Fortaleza</b>	2,38	84,97	12,65

Fonte: Fundação João Pinheiro 2004

A associação dos elementos socioeconômicos, demográficos e habitacionais, nesses dois municípios, demonstra como se deu a ocupação das áreas esquecidas pelo poder público. Um ciclo, em que a população acompanha as transformações econômicas da RMF, enquanto essa é modelada para atender as necessidades dos habitantes. Demonstra a necessidade de realizar-se uma análise multidimensional para gerar subsídios aos planos de gestão, pois é preciso conhecer aquela população para se identificar onde o órgão gestor deve intervir.

O déficit habitacional influencia de forma direta na pressão populacional exercida na planície de inundação, terraços flúviomarinhos e setores com incremento de ocupações irregulares (áreas de risco no baixo curso), alterando o grau de vulnerabilidade desses ambientes e agravando a situação social.

A questão habitacional, existente na RMF, agrava as condições de vulnerabilidade e o problema do risco na cidade. A dinâmica ambiental é cada vez mais alterada e áreas sem potencial para ocupação são habitadas, ficando os moradores sujeitos aos riscos provenientes de um ambiente artificializado, como inundações, alagamentos, deslizamentos de encostas etc.

Essa problemática é visivelmente observada no baixo curso dos rios em estudo, o que exalta a importância de uma análise social, econômica e habitacional das cidades de Caucaia e Fortaleza, a fim de realizar uma análise integrada dos aspectos sociais e ambientais que pertencem à bacia hidrográfica do rio Ceará.

---

# Capítulo IV

**Avaliação da  
Vulnerabilidade  
Natural e  
Ambiental**

## 4. Avaliação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental

---

A criação de um banco de dados permite à pesquisa geográfica um dinamismo, acompanhando a dinâmica ambiental, pois é possível à análise a introdução de novos dados a qualquer momento. No presente trabalho, foi de grande importância a construção dessa etapa, como veremos a seguir.

### 4.1. Manipulação dos dados

Para se estipular o grau de vulnerabilidade de cada classe, foi utilizado como base o estudo Ecodinâmico de Tricart (1977) para a estabilidade dos ambientes (Tabelas 7 e 8).

**Tabela 7 – Estabilidade das unidades**

Meios	Processos predominantes	Valor
<b>Estáveis</b>	Pedogênese	1,0
<b>Intergrades</b>	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese	2,0
<b>Fortemente Instáveis</b>	Morfogênese	3,0

Fonte: Adaptado de Tricart (1977)

O grau de vulnerabilidade varia de 1 – 3 com intervalos de 0,5, conforme modelo proposto por Barbosa (1997), Crepani et al., (1996) e Grigio (2003), adaptado de Tricart (1977), em que havendo o predomínio dos processos de pedogênese se atribui valores próximos ou igual a 1,0; nas situações intermediárias, aplica-se valores ao redor ou igual a 2,0 e onde há situações de predomínio dos processos de morfogênese, atribui-se valor 3,0.

**Tabela 8- Grau de vulnerabilidade das classes identificadas**

<b>MAPA TEMÁTICO / CLASSE</b>	<b>GRAU DE VULNERABILIDADE</b>
<b>Geologia</b>	
<b>Formação Barreiras</b>	1,0
<b>Depósitos Eólicos</b>	3,0
<b>Depósitos Fluviais</b>	2,5
<b>Depósitos Flúviomarinhos</b>	3,0
<b>Depósitos de sedimentos de praia</b>	3,0
<b>Geomorfologia</b>	
<b>Tabuleiro Costeiro</b>	1,0
<b>Planície Fluvial</b>	2,0
<b>Planície Flúviomarinha</b>	3,0
<b>Planície Litorânea</b>	3,0
<b>Associação de solos</b>	
<b>Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos</b>	1,5
<b>Gleissolos</b>	3,0
<b>Neossolos Flúvicos</b>	2,5
<b>Neossolos Quartzarênicos</b>	3,0
<b>Vegetação</b>	
<b>Vegetação de mangue</b>	3,0
<b>Vegetação Tabuleiro</b>	2,0
<b>Vegetação de Tabuleiro/Mata ciliar</b>	2,5
<b>Outro tipo</b>	1,5
<b>Sem vegetação</b>	1,0

Adaptado de Grigio, 2003

Os mapas de unidades geoambientais (geologia, geomorfologia, solos e vegetação), (Mapas 3 – 7) foram elaborados a partir da interpretação das imagens de satélite Landsat 7 (2003) e de etapas de campo.

No cruzamento de mapas temáticos (unidades geoambientais), foi obtido o mapa de vulnerabilidade natural. Primeiramente, o cruzamento feito foi entre os mapas de Geomorfologia e Geologia, em seguida, Solos e Vegetação.

Os mapas resultantes foram cruzados e se calculou a média aritmética dos valores de vulnerabilidade para distribuí-las em classes (Tabela 9 e Tabela 10).

**Tabela 9 – Média das classes de Vulnerabilidade natural**

CLASSIFICAÇÃO	MÉDIA
Baixa	0-1
Média	1 - 2,5
Alta	2,5 - 3

**Tabela 10 - Média das classes de Vulnerabilidade ambiental**

CLASSIFICAÇÃO	MÉDIA
Muito baixa	0-1
Baixa	1 – 1,5
Média	1,5 - 2
Alta	2 - 2,5
Muito alta	2,5 - 3

Foi utilizado o *software* ArcGIS 9.3.1, através da ferramenta *Analysis Tools*, para o cruzamento dos mapas. Desta forma, chegou-se ao mapa de vulnerabilidade natural.

O mapa resultante de vulnerabilidade natural foi associado ao mapa de uso e ocupação do solo para obtenção do mapa de vulnerabilidade ambiental.

Nessa etapa foram aplicados pesos compensatórios que indicam a importância de um fator em relação aos demais. Os pesos compensatórios utilizados foram os mesmo de Costa et al (2006), pois concluiu-se que a relevância de cada elemento é a mesma no contexto da bacia estudada (Tabela 11).

**Tabela 11 – Cálculo dos pesos compensatórios**

$$\{0,2 \times [\text{Tema 1}] + 0,1 \times [\text{Tema 2}] + 0,1 \times [\text{Tema 3}] + 0,1 \times [\text{Tema 4}] + 0,5 \times [\text{Tema 5}]\}$$

Tema 1 = Mapa geomorfológico

Tema 2 = Mapa geológico

Tema 3 = Mapa de solos

Tema 4 = Mapa de vegetação

Tema 5 = Mapa de uso e ocupação.

---

Fonte: Costa et al (2006)

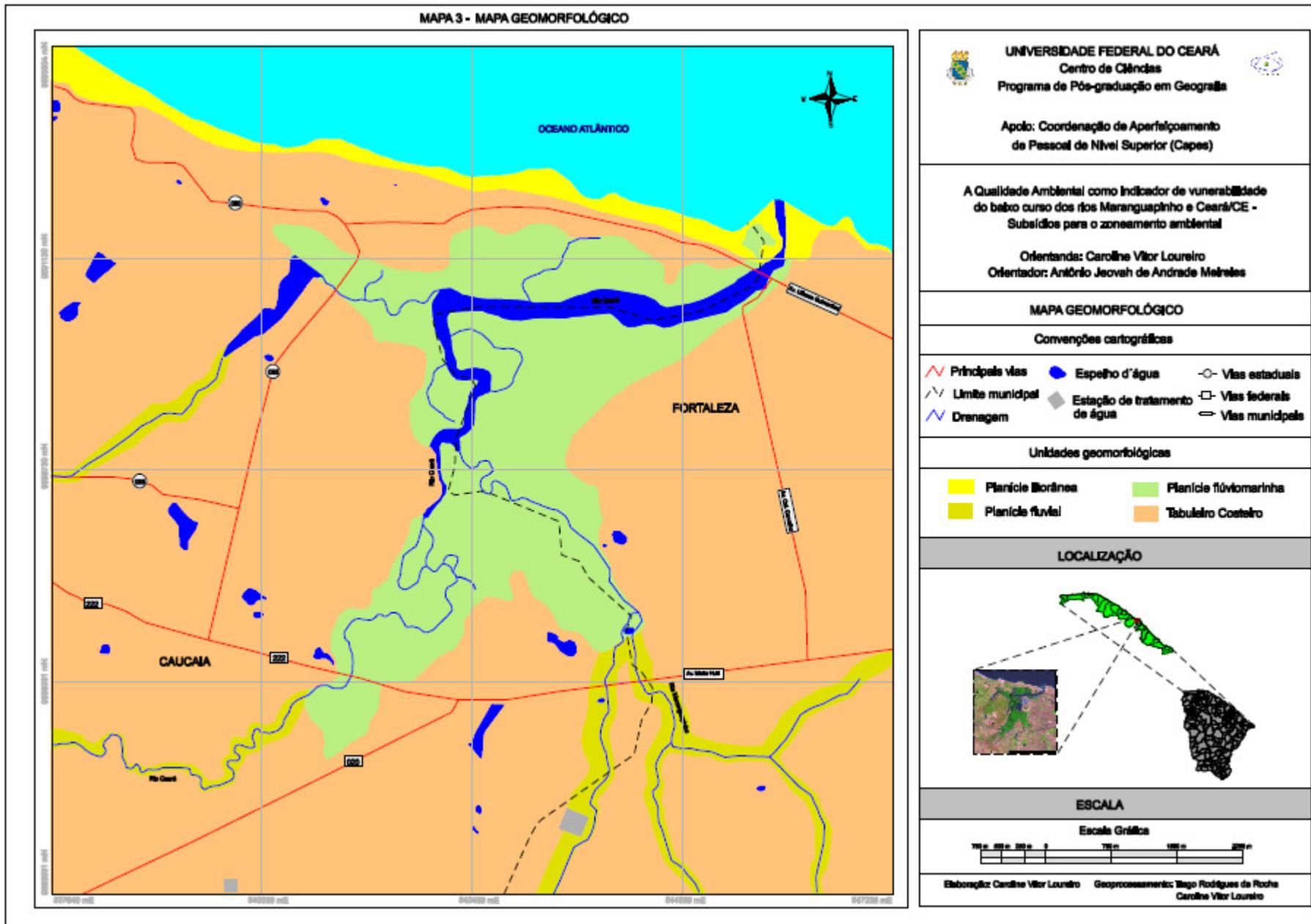
Para a construção do mapa de uso/ocupação, foi considerada a pressão antrópica no ambiente, conforme visto na tabela abaixo (Tabela 13):

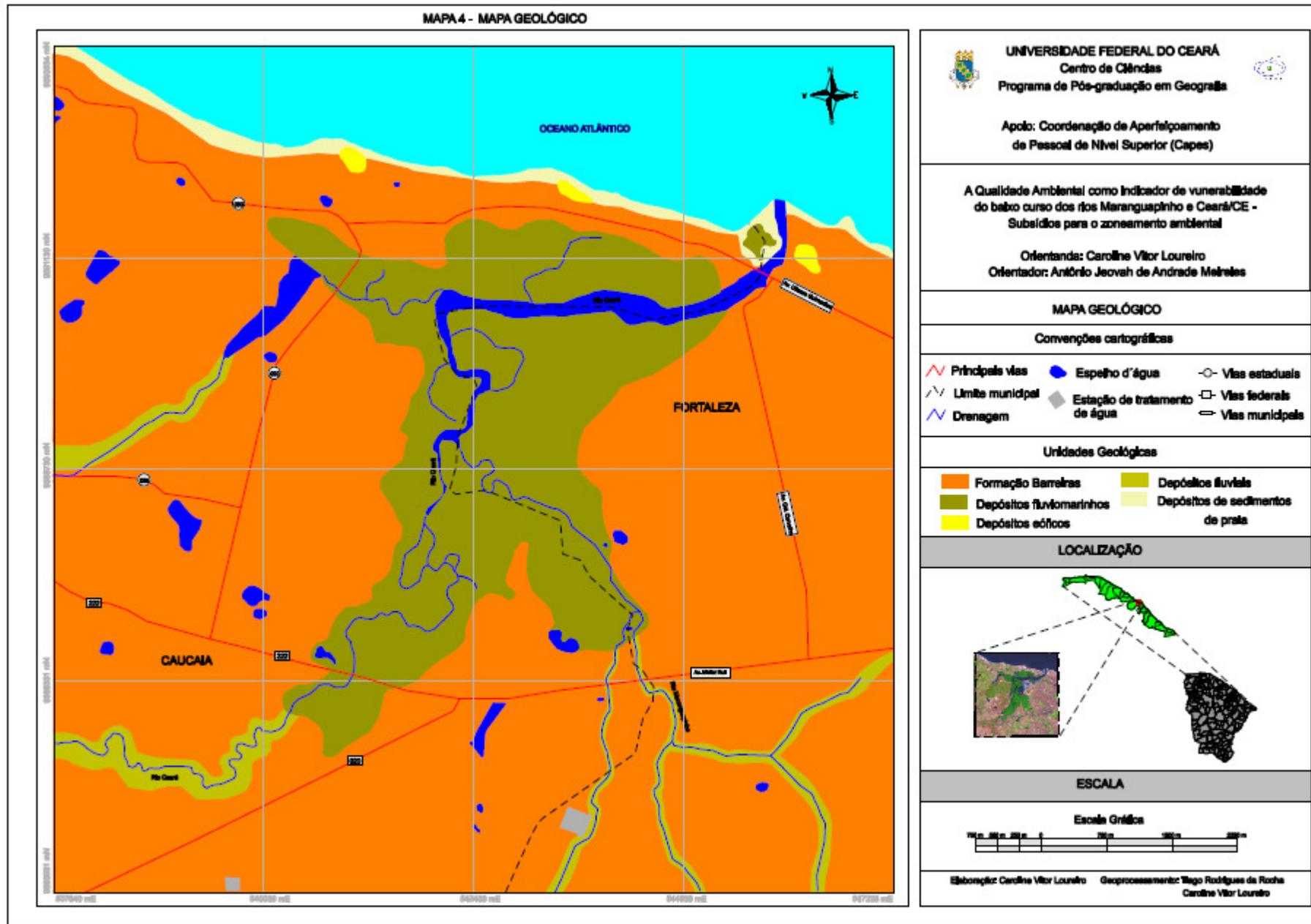
Tabela 12 – Critérios utilizados para a avaliação do uso/ocupação da área estudada.

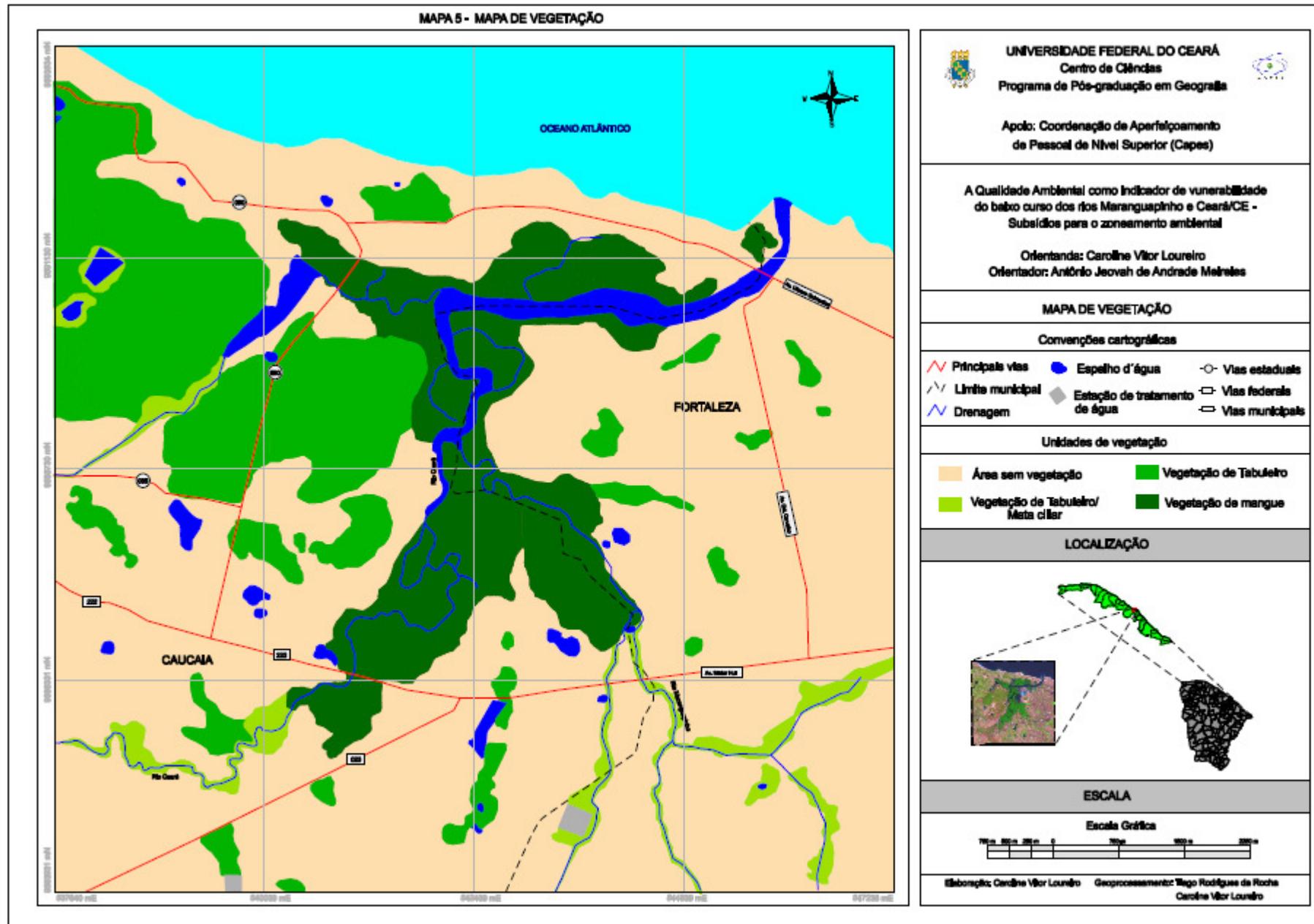
Critério	Descrição	Grau de pressão antrópica: 1(baixa pressão), 2 (pressão antrópica média) e 3(pressão antrópica máxima)	Exemplos de situações medianas
Ocupação do solo	Áreas em processo avançado de ocupação, utilizadas para construção civil (moradias, vias de acesso, serviços e indústrias) e adensadas no sítio urbano.	1- Áreas com ocupação inexpressiva; 2-Áreas em processo de ocupação (vias); 3- Sítio urbano adensado.	 <p>Ponte sobre o rio Ceará. Meireles, 2011</p>
Permeabilidade	Relação precipitação pluviométrica/escoamento superficial/infiltração.	1- Baixa permeabilidade, elevada infiltração e baixo escoamento superficial; 2- Média impermeabilidade; 3- Alta impermeabilidade.	 <p>Vista aérea de Fortaleza. Meireles, 2011</p>
Qualidade dos componentes ambientais	Situação dos solos, água, ar e vegetação.	1- Componentes pouco alterados; 2- Contaminação da água superficial e subterrânea pela emissão de poluentes urbanos; 3- Componentes em processo avançado de descaracterização.	 <p>Bairro Genibaú. Loureiro, 2010</p>
Planejamento urbano	A presença de projetos	1-Processos estruturados; 2-Prioridades; 3-Áreas indicadas para ações voltadas para qualidade ambiental.	 <p>APA do rio Ceará. Google Earth, 2011</p>
Monitoramento	Avaliação constante	1- Presença de programas de monitoramento constante; 2- Presença de programas de monitoramento; 3- Ausência de monitoramento.	 <p>Parque Botânico do Ceará em Caucaia. Google Earth, 2011</p>

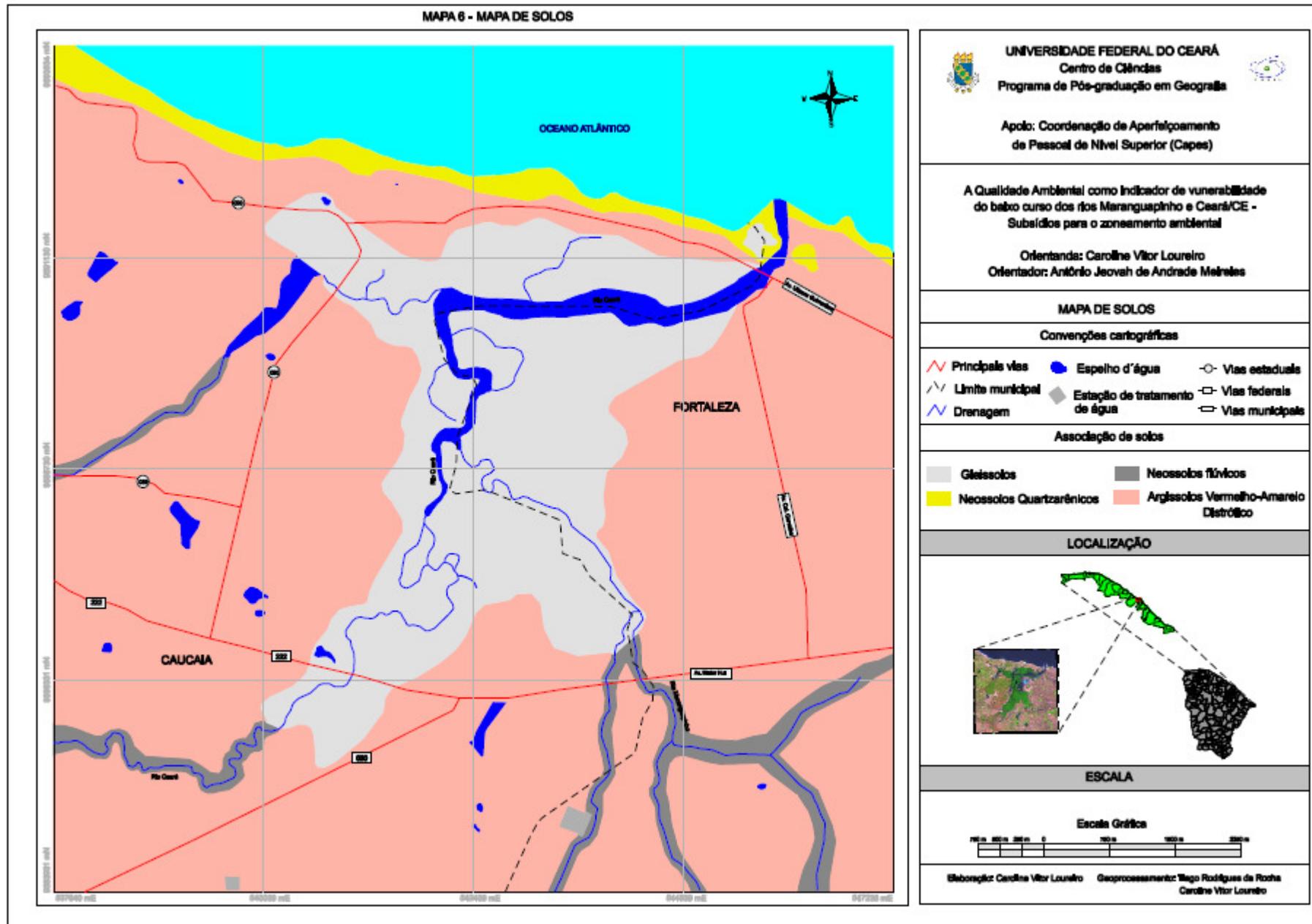
Elaboração: Loureiro, 2011.

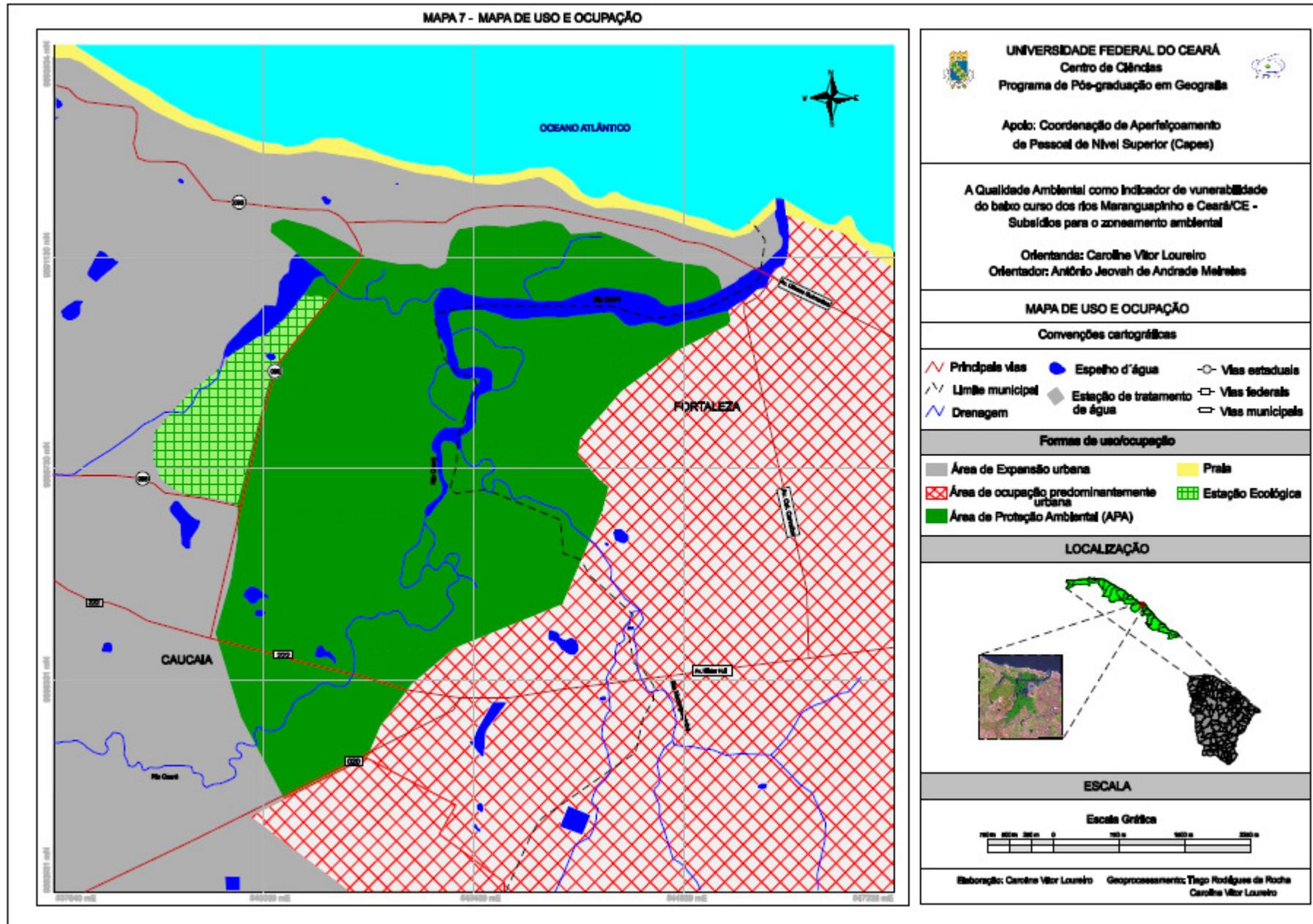
MAPA 3 - MAPA GEOMORFOLÓGICO











De acordo com os mapas elaborados, foram identificadas as classes de vegetação, unidades geológicas, geomorfológicas, tipos de solo e formas de uso/ocupação, conforme as porcentagens descritas nas tabelas 13 - 17:

**Tabela 13 – Classes de Vegetação**

<b>Classe de Vegetação</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Vegetação de mangue	934,11	12,15
Vegetação de Tabuleiro	1234,38	16,06
Vegetação de Tabuleiro/Mata ciliar	240,85	3,09
Sem vegetação	5280,26	68,67
<b>Total da área</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

**Tabela 14 – Unidades Geológicas**

<b>Unidades Geológicas</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>
Formação Barreiras	5869,44	76,33
Depósitos Eólicos	21,48	0,28
Depósitos Fluviais	330,18	4,31
Depósitos Flúviomarinhos	1332,25	17,33
Depósitos de sedimentos de praia	136,46	1,75
<b>Total da área</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

**Tabela 15 – Unidades Geomorfológicas**

<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>
Tabuleiro Costeiro	5817,78	75,67
Planície Fluvial	338,48	4,31
Planície Flúviomarinha	1315,87	17,11
Planície Litorânea	216,94	2,82
<b>Total da área</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

**Tabela 16 – Classes de Vegetação**

<b>Associação de solos</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>
Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos	5618,24	73,06
Gleissolos	1509,60	19,63
Neossolos Flúvicos	347,83	4,52
Neossolos Quartzarênicos	214	2,78
<b>Total da área</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

**Tabela 17 – Tipos de uso/ocupação identificados**

<b>Formas de Uso/Ocupação</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>
Área de ocupação predominantemente urbana	2645,35	34,40
Área de expansão urbana	2000,92	26,02
Área de Proteção Ambiental	2744,89	35,69
Estação Ecológica	173,75	2,26
Praia	125,11	1,63
<b>Total da área</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

Os resultados relacionados com a quantificação de cada componente foram utilizados para fundamentar as análises que levaram a definição dos indicadores de vulnerabilidade natural e ambiental.

## **4.2 Análise dos resultados**

O objetivo principal deste estudo foi alcançado com a construção e análise dos mapas de Vulnerabilidade Natural e Vulnerabilidade Ambiental. Na sequência estão as discussões acerca desses mapas.

### **4.2.1 Vulnerabilidade Natural:**

Com a construção do mapa de vulnerabilidade natural (Mapa 8), resultado do cruzamento das variáveis geologia, geomorfologia, solos e

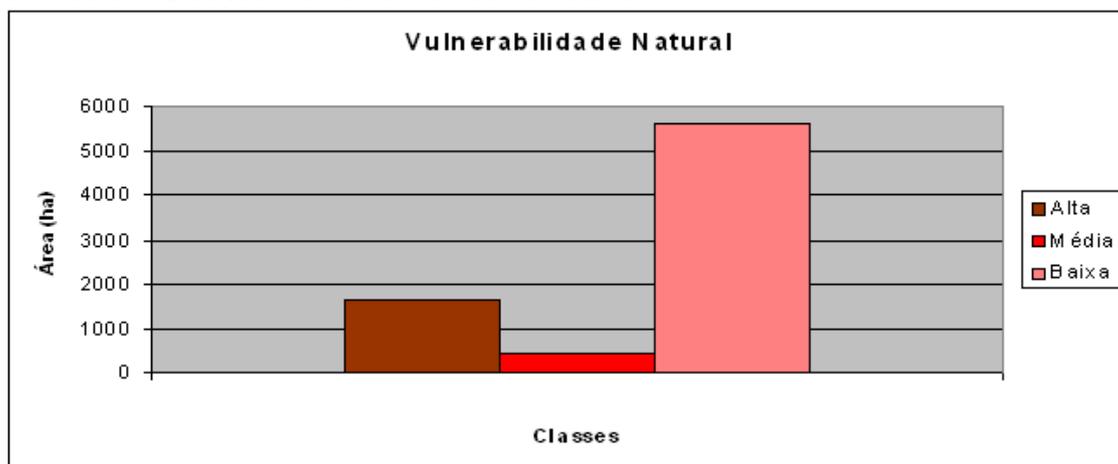
vegetação, foram obtidas três classes de vulnerabilidade, conforme exposto na Tabela 18 e Gráfico 9:

A divisão em três classes de vulnerabilidade foi resultado do grau de diferenciação dos ambientes encontrado pelo software utilizado.

**Tabela 18 – Vulnerabilidade natural por porcentagem da área de estudo**

CLASSE	Área (ha)	% do total da área
<b>Alta</b>	<b>1641,47</b>	<b>21,35</b>
<b>Média</b>	<b>430,18</b>	<b>5,60</b>
<b>Baixa</b>	<b>5618,64</b>	<b>73,07</b>
<b>Total</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

**Gráfico 9 – Classes de vulnerabilidade natural**



Os componentes geomorfológico, geológico, de solos e vegetação que apresentaram maior vulnerabilidade natural foram respectivamente, Planície flúviomarinha e litorânea; Depósitos eólicos e flúviomarinhos; Gleissolos e Neossolos quartzarênicos; e Vegetação de mangue.

Já o componente geomorfológico que apresentou menor vulnerabilidade natural foi o Tabuleiro Costeiro; o geológico, a Formação Barreiras; de solos, os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos; e vegetação, a do tipo Vegetação de Tabuleiro.

#### 4.2.2 Vulnerabilidade Ambiental:

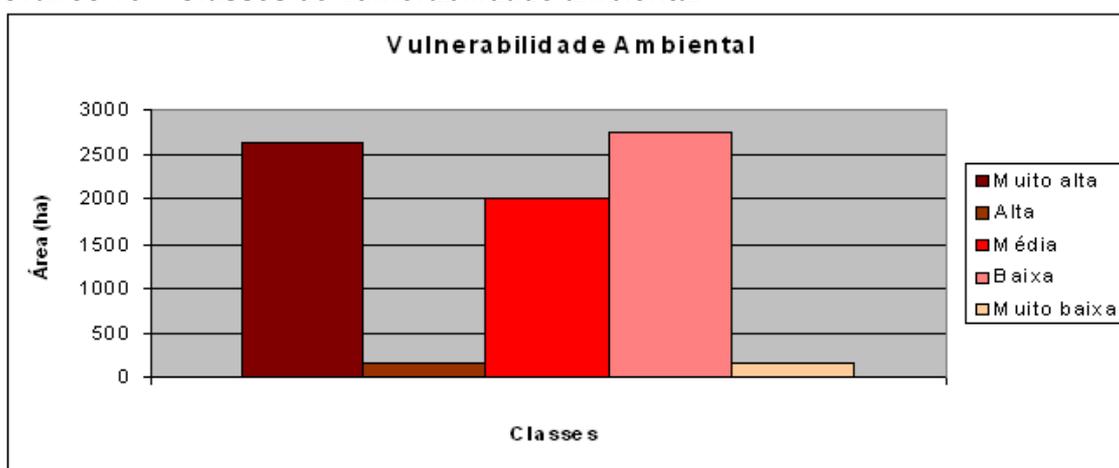
O mapa de vulnerabilidade ambiental (Mapa 9), resultante do cruzamento do mapa de vulnerabilidade natural com o mapa de uso/ocupação, realizado através do software ArcGIS 9.3.1, considerando o uso como maior peso de importância, apresentou cinco classes de vulnerabilidade e área de ocorrência (Tabela 19 e Gráfico 10):

Diferente do mapa de Vulnerabilidade Natural, este mapa apresentou cinco classes de vulnerabilidade, pois foram observadas mais diferenciação entre os ambientes.

**Tabela 19 – Vulnerabilidade ambiental por porcentagem da área de estudo**

CLASSE	Área (ha)	% do total da área
<b>Muito alta</b>	<b>2645,34</b>	<b>34,40</b>
<b>Alta</b>	<b>178,12</b>	<b>1,63</b>
<b>Média</b>	<b>2000,92</b>	<b>26,02</b>
<b>Baixa</b>	<b>2744,89</b>	<b>35,69</b>
<b>Muito Baixa</b>	<b>173,75</b>	<b>2,26</b>
<b>Total</b>	<b>7689,67</b>	<b>100</b>

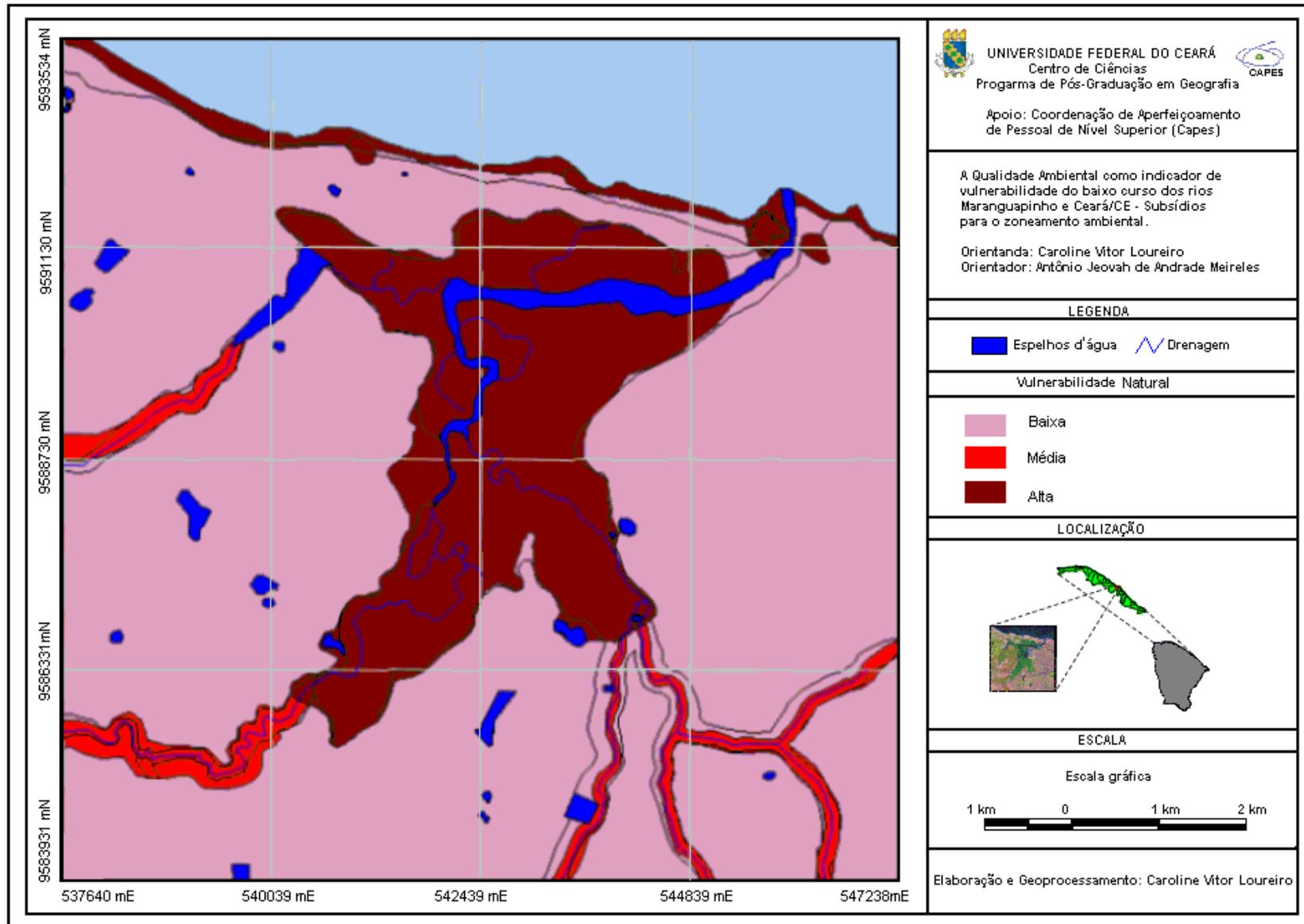
**Gráfico 10 – Classes de vulnerabilidade ambiental**



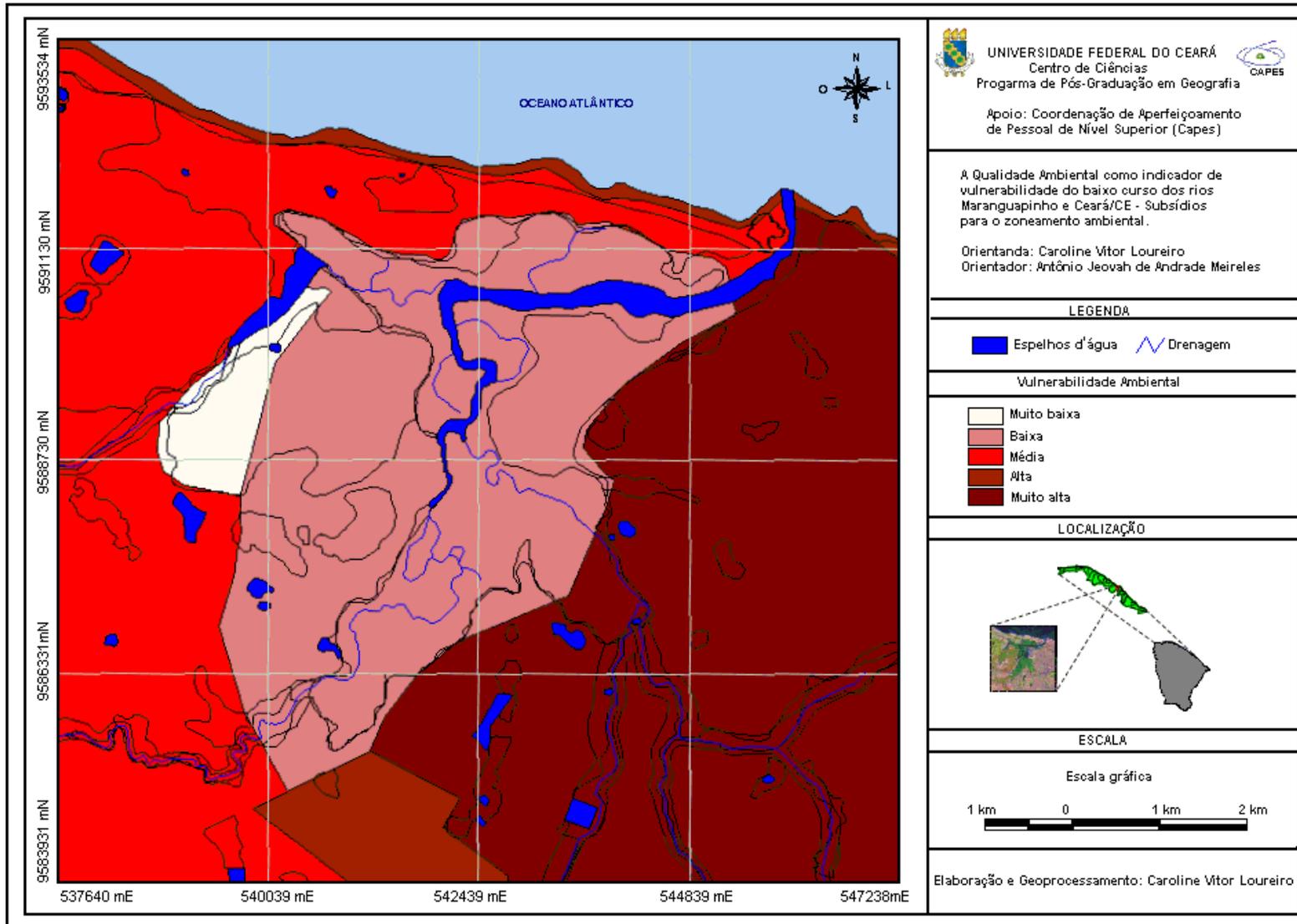
A área do Tabuleiro Litorâneo, que apresenta menor vulnerabilidade natural, ou seja, é um ambiente onde predominam os processos pedogenéticos, foi evidenciada com a área de maior vulnerabilidade ambiental. Essa é a área onde está assentada a cidade de Fortaleza, portanto, onde há a maior pressão antrópica.

Já área da APA do rio Ceará, que apresenta solos geologia e geomorfologia com elevada instabilidade natural, foi percebido como um ambiente com baixa vulnerabilidade ambiental, isto devido às restrições existentes ao seu uso/ocupação.

## Mapa 8 – Vulnerabilidade Natural



## Mapa 9 – Vulnerabilidade Ambiental



### 4.2.3. Discussões

Com a análise dos mapas, observou-se que nos ambientes analisados, predominam áreas com baixa vulnerabilidade natural, apresentando determinadas susceptibilidades às atividades humanas, no entanto, intensamente ocupadas.

Na área estudada, o intenso uso de ambientes consideradas estáveis (área de Tabuleiros), tem alterado sua estabilidade, criando espaços altamente vulneráveis ambientalmente. O que nos revela que áreas potenciais para a ocupação humana não podem estar sujeitas a forte densidade demográfica, principalmente se esse contingente populacional estiver exposto a condições sociais vulneráveis.

Os bairros drenados pelo baixo curso dos rios em epígrafe possuem a maior densidade populacional de Fortaleza, variando de 14 a 24 hab/km<sup>2</sup>, segundo dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

Esses bairros são classificados, segundo Costa (2009), como Áreas de Expansão Demográfica (AEDs) com tipologia socioespacial Popular Operário e Inferior, ou seja, índices de escolaridade baixos, famílias com mais de sete membros e renda *per capita* de R\$ 32,96 e R\$ 44,60, respectivamente, segundo dados do METRODATA (banco de dados construído pelo Observatório das Metrôpoles, seção Fortaleza).

O que se observa, portanto, é a associação de uma população, em situação de vulnerabilidade social, com espaços de forte pressão antrópica, resultado de uma falta de planos de gestão que valorizam a manutenção da qualidade ambiental e proporcionam o bem-estar das comunidades.

A questão aqui discutida envolve a temática ambiental e os conflitos gerados acerca da ação humana, perante os sistemas ambientais presentes na divisa das cidades de Fortaleza e Caucaia.

Essa população que ocupa irregularmente os espaços da bacia hidrográfica do rio Ceará gera conflitos ambientais que resultam, basicamente, da discordância do uso-ocupação dos ambientes com suas limitações e potencialidade, causando a não-sustentabilidade de seus padrões de consumo

e o desacordo entre os grupos sociais a respeito das formas de interação homem-ambiente.

Não apenas as populações menos dotadas de recursos financeiros alteram a dinâmica dos ambientes, isto também ocorre através de uma gestão não-consciente acerca dos ambientes das cidades. Mas, o que ocorre é uma imposição desproporcional dos riscos ambientais, sendo observada a *injustiça ambiental*, ou seja, impactos ambientais desigualmente distribuídos por classe e renda.

# Capítulo V

**Considerações  
finais e  
proposições**

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSIÇÕES:

---

Como exposto no decorrer deste estudo, a adaptação do homem ao ambiente traz desequilíbrios ao meio. As mudanças adaptativas realizadas na natureza trazem, na maioria das vezes, perigos e situações de vulnerabilidade. A ocupação de ambientes cada vez mais instáveis demonstra a pressão antrópica existente.

Para Lampis (2010), *Las ciudades actuales pueden ser mejor comprendidas como un conjunto de sistemas o sub-sistemas en continua interacción entre sí*. A complexidade das cidades contemporâneas faz com que seu gerenciamento envolva cada vez mais variáveis e atores.

Deste modo, na atualidade, o gerenciamento das cidades depende de uma constante observação e avaliação da situação de vulnerabilidade dos ambientes e das comunidades envolvidas.

A análise integrada dos ambientes deve envolver todos os elementos atuantes: a dinâmica da natureza e as atividades humanas. Esta análise traz a necessidade de também realizar-se uma gestão integrada das cidades, que deve acontecer envolvendo todos os estratos sociais, órgãos competentes e especialistas.

A Ciência Geográfica tem, na atualidade, uma contribuição marcante através das técnicas de geoprocessamento. O cruzamento de indicadores ambientais com as formas de uso/ocupação permite a construção de cenários futuros, elemento essencial para um bom gerenciamento das cidades.

O desenvolvimento das técnicas não reduz a atividade da natureza, mas pode indicar caminhos para a prevenção e o gerenciamento.

Na utilização de uma bacia hidrográfica como unidade de planejamento, variáveis ambientais e sociais estão envolvidas, encaminhando os resultados para uma gestão integrada do meio.

A bacia hidrográfica dos rios Maranguapinho e Ceará drena áreas intensamente ocupadas, especialmente, em seus baixos cursos. A histórica ocupação da cidade de Fortaleza e Caucaia, relatadas nesse estudo, marcadas pela formação de uma região metropolitana, também é carregada de uma história de negligência e desrespeito aos recursos hídricos.

A gestão pública, nesses municípios, ainda se apresenta aquém do que as cidades necessitam, caminhando a passos lentos, não acompanhando a evolução por necessidade de áreas para habitação.

O que se observa é que, até mesmo os ambientes classificados com maior vulnerabilidade, não estão isentos da ocupação humana desordenada, como visto nos mapas elaborados.

A associação de uma população em situação de vulnerabilidade social - devido os baixos índices de escolaridade e renda familiar observados nos bairros da área de estudo - à ambientes com fragilidade ambiental reflete décadas de negligência do poder público às limitações e potencialidades do meio e o não-acompanhamento do crescimento da população pelos equipamentos de infraestrutura e políticas sociais de geração de emprego e renda.

Os mapas de vulnerabilidade natural e ambiental evidenciaram, através dos índices, que o fator uso/ocupação é responsável por acentuar as instabilidades de cada ambiente, ou até, criar situações, antes inexistentes, de elevada vulnerabilidade.

Isso é exemplificado do caso do Tabuleiro Costeiro da área de estudo. O Tabuleiro é uma área naturalmente estável, porém, quando incluído o fator antrópico em seu sistema, apresentou alta vulnerabilidade ambiental.

A planície litorânea nas duas cidades drenadas pelo baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará (Fortaleza e Caucaia), foi intensamente ocupada no decorrer do processo de urbanização, tanto por agentes especuladores, como por um percentual da população menos abastada, o que potencializou a vulnerabilidade natural desse ambiente.

As planícies fluviais desses dois rios passaram, também, por um processo de potencialização de sua vulnerabilidade, decorrente da urbanização desordenada em Fortaleza e Caucaia.

Mesmo em ambientes como os descritos acima, a ocupação dos sistemas ambientais pelo homem pode ocorrer com perdas mínimas às partes envolvidas, portanto, que sejam avaliadas e respeitadas as potencialidades e limitações de cada ambiente.

A área da planície flúviomarina, considerada altamente instável, apresenta uma baixa vulnerabilidade ambiental, pois a nomeação como APA

de grande parte dessa ambiente impede, de certa forma, ações antrópicas que degradam o meio. Ainda se observa nos arredores da APA, no entanto, ações não-compatíveis com a limitação de ambiente.

Focando a melhoria da qualidade de vida das populações, considerando os resultados obtidos com os mapas, propõem-se, inicialmente, para a área as seguintes medidas:

- Monitoramento da qualidade da água superficial e subterrânea;
- Monitoramento dos campos de dunas;
- Manutenção do ecossistema manguezal;
- Ampliação do sistema de saneamento básico;
- Evitar a impermeabilização do solo por meio de projetos paisagísticos e de reflorestamento;
- Ações de monitoramento e acompanhamento das políticas de urbanização;
- Remanejamento da população que habita as áreas constantemente inundadas (planície de inundação dos rios).

Com os resultados alcançados foi possível evidenciar que a metodologia utilizada potencializa abordagens para a melhoria do planejamento e gestão das bacias hidrográficas. Mais ainda, no nosso caso, dos baixos cursos fluviais vinculados às grandes cidades.

As mudanças ambientais que o homem cria não devem ultrapassar as potencialidades e limitações ambientais, visto que, se não respeitadas, acarretam a diminuição da qualidade ambiental e o bem-estar das comunidades habitantes.

Observar o comportamento do ambiente, através da identificação de seus componentes e as relações com os processos morfogenéticos (fluxos de matéria e energia), significa perceber e avaliar o perigo e geri-lo, por conseguinte, a fim de evitar-se a efetivação de catástrofes.

Na maioria dos casos, após a criação e intensificação dos fatores de risco, o que resta às autoridades é a gestão do risco. Gerenciá-lo é importante ferramenta para manutenção da vida nas cidades. A gestão do risco requer a participação de numerosos atores, desde os cientistas e técnicos que percebem o perigo e, juntamente com a população, alerta as autoridades competentes, até os planejadores e políticos nomeados para tomar decisões acerca da manutenção do bem-estar nas cidades.

Essa reflexão potencializa o uso dos conceitos de qualidade de vida e gestão do risco para fundamentar ações efetivas de melhoria da qualidade de vida das populações em centros urbanos e reforça a importância do estudo integrado do meio, ressaltando que a manutenção da vida nas cidades precisa levar em consideração a condição ambiental existente, portanto, as limitações impostas pelo meio.

Considera-se que é na manutenção da qualidade de vida que as políticas administrativas devem pautar-se, pois esta questão envolve os fatores físicos do ambiente e os aspectos sociais presentes, realizando um análise integrada do meio, porque a vida nas cidades não acontece de forma isolada da condição ambiental.

Com o desenvolvimento desse estudo, avaliando a vulnerabilidade natural e ambiental, através da discussão acerca da gestão integrada, demonstrou-se a necessidade de evidenciar a preservação e conservação dos componentes geoambientais para proporcionar qualidade ambiental e de vida às populações ao longo das bacias hidrográficas.

Os mapas resultantes também podem ser incorporados aos planos de gerenciamento dos geoambientes e Zoneamentos Ecológico Econômico (ZEE) de Fortaleza e Caucaia.

O trabalho, aqui descrito, envolve a etapa de implementação de projetos, faz-se necessário, portanto, avançar nos estudos de modo a formular políticas e estratégias.

---

# **Referências Bibliográficas**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA; G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidade e riscos socioambientais na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho-CE. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. (orgs.). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p.183-193.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v.23, n.1, p. 43-59, 2006. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev\\_inf/vol23\\_n1\\_2006/vol23\\_n1\\_2006\\_5artigo\\_p43a59.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev_inf/vol23_n1_2006/vol23_n1_2006_5artigo_p43a59.pdf)>. Acesso em: dia mês ano.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. 1997. 126f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 1997.

BASSANI, M. A. Fatores psicológicos da percepção da qualidade ambiental. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC/INEP, 2001. p. 47-58.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 17-41.

BERTALANFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1975.

BIRKMANN, J. (Ed.) **Measuring Vulnerability to Natural Hazards**. Towards Disaster Resilient Societies. Tokyo, New York, Paris: UNU-Press, 2006. Disponível em : <[http://books.google.com/books?id=ICzUxp-BiSEC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com/books?id=ICzUxp-BiSEC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 155-191.

CASTRO, J. F. M.. A importância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas. In: SEMANA DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS, XXX, 2000. São Paulo. **Anais...** São Paulo: CAEGE/IGCE/UNESP, 2000. Disponível em:<<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/publicacoes/TextosPDF/ArtigoJoseFlavio6.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2007.

CASTRO, G. A. O. R.; SOARES, F. M. **Impactos ambientais no estuário da bacia do Rio Ceará**. 2004. 149f Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

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

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COSTA, L. M. Águas urbanas: os rios e a construção da paisagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO, VI, 2002. Recife. **Anais...** Recife: [S.l.], 2002.

COSTA, F. H. S. et al. Determinação da vulnerabilidade ambiental na bacia Potiguar, região de Macau (RN), utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, cidade, n. 58, p. 119-127, 2006.

CREPANI, E. et al. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. **Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física**. Bol. Geografia Teórica 16-17 (31-34 e 119-128), Encontro de Geógrafos da América Latina, Rio Claro, 1986-1987.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 219-238.

\_\_\_\_\_; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

CEPAL. **Panorama social da América Latina**. Brasília: Nações Unidas/CEPAL, 2009.

CUTTER, S.L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, vol. 20, n. 4, p. 529-539, 1996.

DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L. (orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

DANTAS, E. W. C.; PEREIRA, M. F. R. Dinâmica de Crescimento Populacional: O efetivo. A Densidade. O Crescimento geométrico. In: PEQUENO, L. R. B. (org.). **Como anda Fortaleza**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009. p. 41-53.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. 2004. 155f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FILHO, S. S. A.. Os conflitos ambientais e os instrumentos da política nacional de meio ambiente. In: ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K. (orgs.). **Desenvolvimento e conflitos ambientais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. p. 351-359.

FREITAS, F. L. S ; COSTA, M. C. L. Violência, vulnerabilidade e desigualdade socioespacial na Região Metropolitana de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L. (orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. p. 217 – 244.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil**. Belo Horizonte: Informativo CEI, 2004.

GRIGIO, A. M. **Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guimarães (RN): simulação de risco as atividades da indústria petrolífera**. 2003. 222f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

IBGE Cidades. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: dia mar.  
2011.

KATZMAN, R. (coord.) **Activos y estructura de oportunidades**: estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay. Montevideo: CEPAL/UNDP, 1999.

Lampis, A. Ciudad y riesgo: Un reto de seguridad ecológica urbana. **Revista de ingeniería - Universidad de los Andes**. Bogotá, Colombia, n. 31, p. 62-71, 2010.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade poder. 7 ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

LUCENA, I. S. **Projeto de Interface para álgebra de mapas em Geoprocessamento no Ambiente Spring**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - IMPE, São José dos Campos, 1998.

MARANDOLA JR. E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 22, n. 1, p.29-53, 2005.

MATTOS, S. H. V. L. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão**. 2005. 120f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Análise Ambiental e Dinâmica Territorial) – Universidade de Campinas, Campinas, 2005.

MEIRELES, A. J. A. As unidades morfo-estruturais do Ceará. In: SILVA, J. B. da; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. et al (orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.141-168.

MENDONÇA, F. A. Geografia Socioambiental. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002. p. 121-144.

MENDONÇA, F. A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 1, n. 10, p. 139-148, 2004.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: UFV, 2003.

MOURA, J. R. S.; SILVA, T. M. da. Complexo de Rampas de Colúvio. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 143-180.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2008.

PEQUENO, L. R. B. (org.). **Como anda Fortaleza**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009.

\_\_\_\_\_ ; ARAGÃO, T. Dimensão Habitacional da Região Metropolitana de Fortaleza. In: PEQUENO, L. R. B. (org.). **Como anda Fortaleza**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009. p. 69-96.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. et al (orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 189-210.

PERFIL Básico Municipal de Caucaia - 2010. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em: 20 de out. 2010.

PERFIL Básico Municipal de Fortaleza – 2011. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em: 20 de out. 2010.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 40-45, 1995.

PORATH, S. L. **A paisagem de rios urbanos: a presença do rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau**. 2003. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PREFEITURA DE CAUCAIA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)**. Caucaia – Plano Estratégico do Município, 2000. Disponível em:

<[http://www.caucaia.ce.gov.br/pddu/pdf/outras/Plano\\_Estrategico.pdf](http://www.caucaia.ce.gov.br/pddu/pdf/outras/Plano_Estrategico.pdf)>. Acesso em: dia mês ano.

PREFEITURA DE CAUCAIA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)**. Caucaia – Projeto de Lei de Diretrizes Urbanas, 2000. Disponível em: <[http://www.caucaia.ce.gov.br/pddu/pdf/outras/Projeto\\_DiretrizesUrbanas.pdf](http://www.caucaia.ce.gov.br/pddu/pdf/outras/Projeto_DiretrizesUrbanas.pdf)>. Acesso em: dia mês ano.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)**. Fortaleza, 2004.

PROJETO Vila do Mar. Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/multimedia/index.php/videos/projeto-vila-do-mar/>>. Acesso em: dia fev. 2011.

RICKLEFS, R. **A Economia da Natureza**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1996.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SECRETARIA DAS CIDADES. Governo do Estado do Ceará “Governo do estado lança projeto Rio Maranguapinho”. Disponível em: <<http://www.cidades.ce.gov.br/noticias/governo-do-estado-lanca-projeto-rio-maranguapinho>> Acesso em: jan. 2011.

SILVA, M. L. G.. **Análise da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição**. 2002. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SILVA, J. B.. Características Gerais da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). In: DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L. (orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOTCHAVA, V. B. **Estudo de Geossistemas**. Métodos em Questão. nº 16. São Paulo: IG, USP, 1977.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. et al (orgs.). **Ceará:**

um novo olhar geográfico. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.127-140.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, n. 1, p. 73-91, 1988.

SUERTEGARAY, D. M. A. (org.) **Terra: feições ilustradas**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

TAGLIANI, C. R. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: SBRS, XI. 2003. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 1657-1664

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

TROPMAIR, H. Geossistemas. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, ano 05, n. 10, p. 79-89, 2006.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

WIESENFELD, E. **La vivienda: su evaluación desde la psicología ambiental**. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, 1994.

ZANELLA, M. E.; COSTA, M. C. L.; PANIZZA, A.; ROSA, S. V. Vulnerabilidade socioambiental em Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L. (orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. p. 191-215.