GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – PROPGPq
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – ProPGeo

CLEYBER NASCIMENTO DE MEDEIROS

VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA (CE): SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

FORTALEZA
2014

VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA (CE): SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

AUTOR: CLEYBER NASCIMENTO DE MEDEIROS

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Geografia. Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Medeiros, Cleyber Nascimento de .
Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia (CE): Subsídios ao ordenamento territorial [recurso eletrônico] / Cleyber Nascimento de Medeiros. – 2014.
1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 267 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2014.
Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas.
Orientação: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza.

1. Vulnerabilidade socioambiental. 2. Geoprocessamento. 3. Ordenamento territorial. 4. Zoneamento. I. Título.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TITULO DA TESE: " VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA (CE): SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL"

Data da Defesa: 28/05/2014
Nome do Autor: Cleyber Nascimento de Medeiros
Nome do Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza (Orientador – UECE)

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia – CCT/UECE, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Geografia, Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

BANCA:

Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza – UECE
1º Membro (Orientador)

Prof. Dr. Jáder de Oliveira Santos – UFC
2º Membro Externo

Prof. Dr. Paulo Roberto Lopes Thiers – UFC
3º Membro Externo

Prof. Dr. José Meneleu Neto – UECE
4º Membro Interno

Profª. Drª. Lúcia Maria Silveira Mendes –UECE
5º Membro Interno

"Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende de nossa vontade e perseverança" (Albert Einstein).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde e determinação para vencer os obstáculos da vida;

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio e incentivo que sempre me deram para estudar;

À minha esposa Vitória e aos meus filhos, Lucas e Davi, que foram o motivo principal para a concretização de mais esta etapa na minha vida acadêmica;

Ao Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), órgão ao qual eu tenho orgulho de ser servidor de carreira, pelo incentivo profissional e institucional concedido;

Ao orientador deste trabalho, Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza, que sempre se dispôs a sanar dúvidas que surgiram no decorrer da pesquisa assim como repassar as orientações necessárias para o aprimoramento do trabalho;

Aos Professores do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia da UECE, pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso;

Aos Profs. Dr. Jader de Oliveira Santos e Dr. José Meneleu Neto pelas importantes contribuições que foram dadas durante a etapa de qualificação;

Aos Profs. Dra. Lúcia Maria Silveira Mendes, Dr. Paulo Roberto Lopes Thiers, Dr. Jader de Oliveira Santos e Dr. José Meneleu Neto, por comporem a banca de avaliação desta tese, repassando significativos subsídios para o aprimoramento do trabalho;

Aos amigos Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque e Daniel Dantas Moreira Gomes, pela parceria estabelecida em diversos estudos e especificamente nesta pesquisa pelo fundamental apoio prestado nas etapas de campo e na geração do mapa de sistemas ambientais;

A minha turma de doutorado, nas pessoas de Andréa Crispim, Antonio Tadeu, Átila de Menezes, Camila Sampaio, Carlos Ubirajara, Cristiane Ferreira, Deborah Aragão, Francisco Edmar, Iaponan Cardins, Josué Bezerra, Luís Antônio, Marcus Vinicius, Roberto Antero, Robson Filgueira e Stanley Braz, pela convivência e diálogos construtivos durante as disciplinas do curso;

Em fim, agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

RESUMO

O município de Caucaia localiza-se na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. O mesmo vem apresentando um crescimento demográfico e econômico acelerado nas últimas décadas, sendo atualmente o segundo maior do Estado em termos populacionais. Este município também possui uma diversidade de sistemas ambientais, os quais detêm potencialidades e limitações específicas. Nesse contexto, esta investigação objetiva desvendar as áreas de Caucaia com maior vulnerabilidade ambiental assim como os locais onde reside a população mais vulnerável socialmente, revelando ainda os lugares com incidência de vulnerabilidade socioambiental. Desse modo, procedeu-se a caracterização geoambiental do município gerando, entre outros, os mapas de sistemas ambientais e de vulnerabilidade ambiental. Constatou-se que 21% do território de Caucaia têm alta vulnerabilidade à ocupação, sendo de 58% e 17%, respectivamente, os percentuais para os locais com média e baixa vulnerabilidade. Os sistemas ambientais mais vulneráveis correspondem à planície litorânea, as planícies fluviais e os maciços residuais. Quanto aos aspectos socioeconômicos, com base nos dados do Censo Demográfico 2010, formulou-se o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) em nível de distritos e setores censitários. O IVS é composto por quinze indicadores agregados em quatro dimensões, viabilizando o mapeamento de desigualdades sócio-territoriais. Verificou-se que Jurema e a sede de Caucaia obtiveram a melhor performance em relação ao índice. Em contrapartida, os distritos com pior desempenho foram Tucunduba, Bom Princípio e Sítios Novos, detendo, a população desses setores maiores riscos em sofrer perdas de bem-estar, suscitados por possíveis alterações nos planos econômicos, sociais, políticos e ambientais. Destaca-se que por meio da junção dos mapas de vulnerabilidades ambiental e social, usando técnicas de geoprocessamento, foi possível identificar os locais com incidência de alta vulnerabilidade socioambiental. Estes lugares configuram-se, em sua maioria, pela ocupação irregular de áreas de alta vulnerabilidade ambiental pela população em situação desfavorável no tocante a renda *per capita*, educação e moradia, como por exemplo, a invasão de campos de dunas móveis, das planícies fluviais e flúvio-marinha. Nessa perspectiva, foi proposto um zoneamento ambiental a partir da análise integrada das condições geoambientais, socioeconômicas e da base jurídico-institucional, tendo por escopo contribuir para o planejamento de ações que proporcionem o desenvolvimento sustentável, subsidiando, efetivamente, o processo de ordenamento territorial em Caucaia.

Palavras-chave: Vulnerabilidade socioambiental, Geoprocessamento, Ordenamento territorial, Zoneamento.

ABSTRACT

The municipality of Caucaia is situated in the Metropolitan Region of Fortaleza, State of Ceará, Brazil. The same has been showing a demographic and economic growth accelerated in recent decades, being currently the second largest in the State in terms of population. This municipality also has a diversity of environmental systems, which hold potential and specific limitations. In this context, this research aims to unravel the areas of Caucaia with greater environmental vulnerability as well as the places where resides the most socially vulnerable population, revealing the still places with incidence of social and environmental vulnerability. Thus, we proceeded to environmental characterization of the municipality generating, among others, the maps of environmental systems and environmental vulnerability. It was found that 21% of the territory of Caucaia has high vulnerability to occupation, being of 58% and 17%, respectively, the percentages for the areas with medium and low vulnerability. The most vulnerable environmental systems correspond to the coastal plains, river plains and the residual masses. As for the socio-economic aspects, on the basis of the data of the Census 2010 from IBGE, was formulated the Social Vulnerability Index (IVS) at the level of districts and census tracts. The IVS is composed of fifteen aggregated indicators in four dimensions, allowing the mapping of socio-territorial inequalities. It was found that Jurema and thirst for Caucaia obtained the best performance relative to the index. In contrast, the worst performing districts were Tucunduba, Bom Princípio and Sítios Novos, detaining the population of these districts greater risks in suffer loss in welfare, raised by possible changes in the economic, social, political and environmental plans. It is noteworthy that through the junction the maps of environmental and social vulnerability, using GIS techniques, it was possible to identify locations with high incidence of social and environmental vulnerability. These places constitute themselves, mostly by illegal occupation of areas of high environmental vulnerability for the population at unfavorable situation regarding *per capita* income, education, and housing, such as the invasion of mobile fields of dunes, river plains and the plains fluvial-marine. In this perspective, it was proposed an environmental zoning from the integrated analysis of geo-environmental, socioeconomic conditions, and legal and institutional basis, with the purpose to contribute to the planning of actions that provide sustainable development, subsidizing, effectively, the process of spatial planning in Caucaia.

Keywords: Social and environmental Vulnerability, Gis, Spatial planning, Zoning.

SUMÁRIO

	Páginas
Lista de Figuras	**11**
Lista de Tabelas	**15**
Lista de Quadros	**17**
Lista de Mapas	**18**
Lista de Siglas	**20**
1 - Introdução	**22**
2 - Localização Geográfica da Área de Estudo	**29**
3 - Referencial Teórico	**33**
3.1 - A análise Geossistêmica e a Ecodinâmica da Paisagem	33
3.2 - Vulnerabilidade Ambiental	37
3.3 - Vulnerabilidade Social	39
3.4 - Vulnerabilidade Socioambiental	44
3.5 - Ordenamento Territorial	46
3.6 - Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)	49
3.7 - Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas (SIG)	53
4 - Procedimentos Metodológicos e Operacionais	**58**
4.1 - Levantamento de dados	59
4.2 - Georreferenciamento do Material Cartográfico	62
4.3 - Processamento Digital de Imagens	64
4.4 - Etapa de Campo	68
4.5 - Alimentação de Dados em SIG e Geração de Mapas Temáticos	69
4.6 - Sistemas Ambientais e Vulnerabilidade Ambiental	70
4.7 - Dados Socioeconômicos e Vulnerabilidade Social	73
4.8 - Análise Exploratória de Dados Espaciais do IVS	80

Páginas

5 - Contextualização Ambiental **84**

5.1 - Aspectos Geológico-Geomorfológicos 84

5.2 - Aspectos Hidroclimáticos 97

5.3 - Solos e Cobertura Vegetal 108

5.4 - Compartimentação Geoambiental 115

5.4.1 - Planície Litorânea 118

5.4.2 - Planícies Lacustres e Fluviais 123

5.4.3 - Tabuleiros Pré-litorâneos 126

5.4.4 - Depressão Sertaneja 129

5.4.5 - Maciços Residuais 132

5.5 - Vulnerabilidade Ambiental 137

6 - Contextualização Socioeconômica **143**

6.1 - População 143

6.2 - Educação e Saúde 148

6.3 - Distribuição de Renda 153

6.4 - Infraestrutura Domiciliar 154

6.5 - Atividades Econômicas 158

6.6 - Uso e Cobertura da Terra 180

6.7 - Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) 188

6.7.1 - IVS Segundo os Setores Censitários do Município de Caucaia 204

6.7.2 - Análise Espacial do IVS 210

7 - Aspectos Jurídico-Institucionais **217**

8 - Vulnerabilidade Socioambiental e Ordenamento Territorial **225**

9 - Considerações Finais **244**

Referências **250**

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza - RMF	30
Figura 2: Esboço de uma definição teórica do Geossistema	34
Figura 3: Esquema metodológico de execução do ZEE	52
Figura 4: Exemplo de Representação Matricial e Vetorial	55
Figura 5: Estrutura geral de um Sistema de Informação Geográfica (SIG)	56
Figura 6: Fluxograma apresentando as etapas metodológicas utilizadas e os resultados gerados durante o desenvolvimento da pesquisa	58
Figura 7: Visão de parte da imagem de satélite Landsat 8, RGB654, do município de Caucaia, ano de 2013	62
Figura 8: Visão de parte do mosaico de ortofotos, RGB321, do município de Caucaia, ano de 2007	62
Figura 9: Imagem Landsat 8, área do município de Caucaia	65
Figura 10: Classificação utilizando o método de Máxima Verossimilhança, (limiar de aceitação igual a 0,5) de Parte da Imagem Landsat 8	67
Figura 11: Amostras de treinamento utilizadas na classificação supervisionada apresentada na Figura 10	67
Figura 12: Exemplo do banco de dados de indicadores socioeconômicos dos setores censitários de Caucaia	74
Figura 13: Afloramento de rochas gnaisses na Serra do Camará	87
Figura 14: Vista da Serra de Maranguape a partir da via de acesso ao distrito de Tucunduba	88
Figura 15: Serrote Pão de Açúcar, às margens da BR-020, inserido na depressão sertaneja	88
Figura 16: Falésia localizada na praia de Iparana	89
Figura 17: Afloramento da Formação Barreiras em área de tabuleiro pré-litorâneo	89
Figura 18: Médio curso do leito do Rio Ceará, em 31/01/2013	90
Figura 19: Lagamar do Cauhípe, em 23/05/2013	90
Figura 20: Dunas fixas nas margens da CE-090	90
Figura 21: Dunas móveis próximas ao Porto do Pecém	90
Figura 22: Ocorrência de arenitos de praia na praia de Iparana	91
Figura 23: Visão de terraço marinho próximo ao porto do Pecém	91
Figura 24: Planície flúvio-marinha do Rio Ceará com a presença de manguezais	91
Figura 25: Total e média da precipitação pluviométrica para a estação meteorológica da FUNCEME localizada na sede municipal de Caucaia no período de 1974 a 2012 (mm)	99

Páginas

Figura 26: Média mensal da precipitação pluviométrica para a estação meteorológica da FUNCEME localizada na sede municipal de Caucaia no período de 1974 a 2012 (mm) 100
Figura 27: Isoietas da média climatológica da precipitação pluvial, 2001 a 2009 101
Figura 28: Açude Sítios Novos em Caucaia 105
Figura 29: Lagoa do Banana, com restaurantes e residências no seu entorno 105
Figura 30: Rio Barra Nova, próximo a CE-090, na planície litorânea 105
Figura 31: Passagem molhada sobre afluente do Rio São Gonçalo, no contexto da depressão sertaneja 105
Figura 32: Foto aérea mostrando parte da planície litorânea com a presença da faixa de praia, terraços marinhos, campo de dunas móveis e fixas, nas proximidades do Porto do Pecém 120
Figura 33: Foto aérea mostrando parte da planície litorânea com a presença da planície flúvio-marinha do Rio Ceará 120
Figura 34: Afluente do Rio Ceará com águas poluídas, mata ciliar degradada e ocupação da planície fluvial 124
Figura 35: Planície fluvial do Rio Ceará apresentando a mata ciliar degradada 124
Figura 36: Foto aérea exibindo a planície lacustre do Lamagar do Cauhípe, com a presença de loteamentos no seu entorno 124
Figura 37: Planície fluvial do Rio Cauhípe, utilizada como área de recreação e lazer 124
Figura 38: Área de Tabuleiro pré-litorâneo próximo ao lagamar do Cauhípe 126
Figura 39: Tabuleiros pré-litorâneos em área de expansão urbana, próximo ao distrito de Mirambé 126
Figura 40: Vegetação da caatinga arbustiva aberta inserida na depressão sertaneja 129
Figura 41: Povoado próximo à sede do distrito de Bom Principio no contexto da depressão sertaneja 129
Figura 42: Extração de rocha da Serra da Conceição para britagem 133
Figura 43: Vista do Maciço residual do Juá com plantação de bananeiras 133
Figura 44: % de área dos sistemas ambientais do município de Caucaia 137
Figura 45: Evolução da população de Caucaia no período 1970 - 2010 143
Figura 46: Pirâmide etária da população de Caucaia - 2000/2010 148
Figura 47: Flagrante da fila de caminhões para disposição de lixo no ASMOC 156
Figura 48: Participação (%) do efetivo de animais de Caucaia em relação ao total do Estado - 2011 164

Páginas

Figura 49: Plantação de lavoura temporária de milho 165
Figura 50: Lavoura permanente em área de tabuleiros pré-litorâneos 165
Figura 51: Registro de pecuária extensiva em Caucaia 165
Figura 52: Curral com criação caprina, ovina e bovina em Tucunduba 165
Figura 53: Mapa com indicativo dos distritos e atividades industriais de Caucaia 167
Figura 54: Registro de cerâmica no município de Caucaia 168
Figura 55: Flagrante de área desmatada e com a presença de lenha 168
Figura 56: Extração de granito na serra do Camará realizada pela empresa Itatiba 169
Figura 57: Lavra em bancada desenvolvida em meia encosta 169
Figura 58: Extração irregular de areia do leito do Rio Ceará no período de estiagem 170
Figura 59: Aspecto de áreas de extração de areia fina (vermelha) por desmonte mecânico 170
Figura 60: Via de acesso para o complexo industrial e portuário do Pecém 172
Figura 61: Localização do CIPP no contexto dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante 172
Figura 62: Centro Cultural do Tapeba 176
Figura 63: Santuário de Santa Edwiges, localizado na Serra do Camará 176
Figura 64: Visão da faixa da praia de Iparana em Caucaia 176
Figura 65: Igreja Matriz, situada no bairro do Centro na sede de Caucaia 176
Figura 66: Praia do Cumbuco com prática de *kitesurfe* 177
Figura 67: Concentração de buggys para passeio nas dunas do Cumbuco 177
Figura 68: Muro de residência derrubado pela ação do mar em Icaraí 178
Figura 69: Muro de pedras para evitar a ação do mar na orla do Icaraí 178
Figura 70: Barraca de praia danificada pelo mar em Icaraí 178
Figura 71: Voçoroca formada a partir da ação das ondas do mar em Icaraí 178
Figura 72: Esgoto de empreendimento hoteleiro lançado a céu aberto na praia de Iparana 179
Figura 73: Flagrante de casa, danificada pelo mar em Pacheco, construída na faixa de praia 179
Figura 74: Fluxograma das etapas dos procedimentos de levantamento da cobertura e uso da terra 182
Figura 75: Rua na localidade de Primavera, em Guararu, área com alto IVS 206
Figura 76: Residências na sede de Bom Principio, com abastecimento de água feito por meio de cisternas 206

Páginas

Figura 77: Residências na zona rural de Tucunduba, local com alto IVS 206
Figura 78: Registro da falta de saneamento básico em rua na sede do distrito de Catuana 206
Figura 79: Setor com alto IVS em Sítios Novos, mostrando esgoto a céu aberto 207
Figura 80: Setor com alto IVS em Sítios Novos com carência de saneamento 207
Figura 81: Setor na sede de Sítios Novos com média-baixa vulnerabilidade 207
Figura 82: Via principal da sede de Mirambé, setor de médio-baixo IVS 207
Figura 83: Setor de alta vulnerabilidade social no bairro São Miguel, Jurema 208
Figura 84: Setor com baixo IVS no bairro Nova metrópole, Jurema 208
Figura 85: Moradias em local sem infraestrutura urbana no bairro Patrícia Gomes, setor com alto IVS, na sede de Caucaia 208
Figura 86: Visão de rua em setor com baixo IVS na sede de Caucaia 208
Figura 87: Diagrama de Dispersão de Moran para o IVS, matriz de contiguidade tipo *Queen* de 1ª ordem 211
Figura 88: Flagrante de ocupação irregular da planície de afluente do Rio Ceará causando degradação ambiental e estando sujeita a inundações e enchentes 236
Figura 89: Registro de casas precárias às margens do Rio ceará, no contexto da planície flúvio-marinha, configurando invasão de área de preservação permanente 236
Figura 90: Casas de taipa com ausência de infraestrutura domiciliar, inseridas na depressão sertaneja, na zona rural de Guararu, tendo maiores dificuldades no período de seca, especialmente para obtenção de água potável 236
Figura 91: Flagrante de casas na zona rural do distrito de Sítios Novos, no âmbito da depressão sertaneja, próximas à rede de alta tensão da Chesf, propensas aos riscos de emissão de radiação da rede de alta tensão 236
Figura 92: Invasão irregular de dunas móveis por habitações, próximo a lagoa do Parnamirim, na planície litorânea, com forte possibilidade de contaminação do lençol freático devido a ausência de esgotamento sanitário 237
Figura 93: Ocupação da planície fluvial por construções precárias, sendo uma área sujeita a inundações no período do inverno 237
Figura 94: Flagrante da convivência com os múltiplos riscos e forte precariedade de infraestrutura urbana e de habitação 237
Figura 95: Registro de habitação situada na planície flúvio-marinha do Rio Ceará, bem como material usado para aterro do mangue 237

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1: IDH-M do município de Caucaia - 1991, 2000 e 2010	31
Tabela 2: População total, urbana e rural, Caucaia e Distritos - 2010	144
Tabela 3: População segundo sexo e grandes grupos etários, Caucaia - 2010	147
Tabela 4: Nº. de professores, escolas e de matrículas, Caucaia - 2011	148
Tabela 5: Índices da área de educação, Caucaia - 2011	149
Tabela 6: Unidades de saúde ligadas ao SUS, Caucaia - 2011	150
Tabela 7: Indicadores de saúde, Caucaia e Ceará, 2000 e 2010	150
Tabela 8: Indicadores de renda, Caucaia e Ceará, 2000 e 2010	153
Tabela 9: Indicadores de infraestrutura, Caucaia e Ceará, 2000 e 2010	154
Tabela 10: PIB e PIB *per capita* - Caucaia e Ceará - 1999/2010	158
Tabela 11: Distribuição setorial do valor adicionado (%) do PIB - Caucaia e Ceará - 1999/2010	159
Tabela 12: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo grupos de área total - Caucaia - 2006	160
Tabela 13: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo condição do produtor - Caucaia - 2006	161
Tabela 14: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo o uso da terra - Caucaia - 2006	162
Tabela 15: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras permanentes para o município de Caucaia - 2006/2011	162
Tabela 16: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras temporárias para o município de Caucaia - 2006/2011	163
Tabela 17: Número do efetivo de animais do município de Caucaia - 2006/2011	163
Tabela 18: Produção de origem animal do município de Caucaia - 2006/2011	164
Tabela 19: Número de empresas do setor da indústria segundo atividade - Caucaia - 2001/2011	166
Tabela 20: Número de empresas do setor da indústria de transformação - Caucaia - 2011	166
Tabela 21: Empresas do comércio segundo atividade - Caucaia - 2001/2011	175
Tabela 22: Indicadores do setor do Turismo - Caucaia - 2004/2011	175
Tabela 23: Número de hotéis, pousadas e leitos - Caucaia - 2004/2011	175
Tabela 24: Indicadores da dimensão da habitação e saneamento, Caucaia - 2010	188
Tabela 25: Indicadores relativos à dimensão da renda - Caucaia - 2010	193

Páginas

Tabela 26: Indicadores relativos à dimensão da educação - Caucaia - 2010	196
Tabela 27: Indicadores relativos à dimensão da situação social - Caucaia - 2010	198
Tabela 28: Indicadores para todas as dimensões que compõe o IVS - Caucaia - 2010	202
Tabela 29: População segundo as classes de vulnerabilidade do IVS - Caucaia - 2010	209
Tabela 30: Teste de I de Moran Global para o IVS segundo os setores censitários de Caucaia - 2010	210
Tabela 31: Uso e cobertura da terra (em hectares) presentes nas APP´s, unidades de conservação e terras indígenas - Caucaia - 2012	223

LISTA DE QUADROS

	Páginas
Quadro 1: Condições de vulnerabilidade ambiental associada ao balanço entre morfogênese e pedogênese	38
Quadro 2: Características espectrais e espaciais do Sensor Orbital Landsat 8	62
Quadro 3: Síntese dos indicadores que compõem o IVS segundo dimensões	76
Quadro 4: Diagrama da representação da associação espacial, segundo quadrante	82
Quadro 5: Síntese das unidades geológicas-geomorfológicas de Caucaia	84
Quadro 6: Classificação do relevo a partir do grau de declividade do terreno	95
Quadro 7: Associação das classes de solos e unidades geomorfológicas de Caucaia	108
Quadro 8: Associação das unidades fitoecológicas, classes de solos e compartimento geomorfológico de Caucaia	112
Quadro 9: Sistemas Ambientais do município de Caucaia	116
Quadro 10: Síntese da compartimentação geoambiental da Planície Litorânea	121
Quadro 11: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica para a Planície Litorânea	121
Quadro 12: Síntese da compartimentação geoambiental da Planície lacustre e fluvial	125
Quadro 13: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica para a Planície lacustre e fluvial	125
Quadro 14: Síntese da compartimentação geoambiental dos Tabuleiros Pré-Litorâneos	128
Quadro 15: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica para os Tabuleiros Pré-Litorâneos	128
Quadro 16: Síntese da compartimentação geoambiental da Depressão Sertaneja	131
Quadro 17: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica da Depressão Sertaneja	131
Quadro 18: Síntese da compartimentação geoambiental dos Maciços residuais	135
Quadro 19: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica dos Maciços residuais	135
Quadro 20: Área (km^2) dos Sistemas Ambientais no município de Caucaia	137
Quadro 21: Área (km^2) das classes de vulnerabilidade no município de Caucaia	140
Quadro 22: Área (km^2) das classes de uso e cobertura da terra no município de Caucaia	184

LISTA DE MAPAS

	Páginas
Mapa 1: Localização da Área de Estudo	29
Mapa 2: Unidades geológicas do município de Caucaia	85
Mapa 3: Unidades geomorfológicas do município de Caucaia	86
Mapa 4: Hipsometria do município de Caucaia com curvas de nível em eqüidistância vertical de 5 metros	93
Mapa 5: MDT do município de Caucaia	94
Mapa 6: Declividade no município de Caucaia	96
Mapa 7: Bacias hidrográficas presentes no município de Caucaia	103
Mapa 8: Esboço da ocorrência de aquíferos subterrâneos existentes no município de Caucaia	106
Mapa 9: Esboço do mapa de associação de solos do município de Caucaia	109
Mapa 10: Sistemas ambientais do município de Caucaia	138
Mapa 11: Vulnerabilidade ambiental do município de Caucaia	141
Mapa 12: População do município de Caucaia segundo setores censitários, 2010	145
Mapa 13: Densidade demográfica do município de Caucaia segundo setores censitários, 2010	146
Mapa 14: Equipamentos de educação e saúde segundo setores censitários, 2013	152
Mapa 15: Empreendimentos licenciados pelo DNPM no município de Caucaia	171
Mapa 16: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caucaia	185
Mapa 17: % de moradores em domicílios próprios por setores censitários, 2010	189
Mapa 18: % de moradores em domicílios ligados a rede geral de água por setores censitários, 2010	189
Mapa 19: % de moradores em domicílios com existência de banheiro por setores censitários, 2010	190
Mapa 20: % de moradores em domicílios ligados a rede geral de esgoto ou com fossa séptica por setores censitários, 2010	191
Mapa 21: % de moradores em domicílios com coleta de lixo por setores censitários, 2010	192
Mapa 22: % de moradores em domicílios com energia elétrica por setores censitários, 2010	193
Mapa 23: Renda média mensal (R$) domiciliar por setores censitários, 2010	194
Mapa 24: Variância da renda média mensal (R$) domiciliar por setores censitários, 2010	194

Páginas

Mapa 25: % de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo por setores censitários, 2010 195

Mapa 26: % da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta por setores censitários, 2010 197

Mapa 27: % de chefes de domicílios analfabetos por setores censitários, 2010 197

Mapa 28: Média de moradores por domicílio segundo setores censitários, 2010 199

Mapa 29: Razão de dependência por setores censitários, 2010 200

Mapa 30: % de mulheres chefes de domicílio por setores censitários, 2010 201

Mapa 31: % de agregados à família por setores censitários, 2010 201

Mapa 32: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para os distritos de Caucaia, 2010 203

Mapa 33: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para os setores censitários de Caucaia, 2010 205

Mapa 34: *Clusters* de setores censitários com significância estatística do I de Moran local - 2010 213

Mapa 35: Unidades de conservação, terras indígenas e APP's do município de Caucaia 222

Mapa 36: Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia 228

Mapa 37: Áreas com alta vulnerabilidade socioambiental no município de Caucaia 232

Mapa 38: *Zoom* para as áreas de vulnerabilidade socioambiental na sede de Caucaia e no distrito de Jurema 234

Mapa 39: *Zoom* para as áreas de vulnerabilidade socioambiental em setores específicos da sede de Caucaia e no distrito de Jurema com detalhe para o arruamento 235

Mapa 40: Carta Síntese de Gestão do Território do município de Caucaia 242

LISTA DE SIGLAS

ALCE - Assembleia Legislativa do Estado do Ceará
APP - Área de Preservação Permanente
ASMOC - Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia
CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CE - Estado do Ceará
CIPP - Complexo Industrial e Portuário do Pecém
COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESDA - Análise exploratória de dados espaciais
FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FIRJAN - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEGIN - Gerência de Estatística, Geografia e Informações
GIS - *Geopraphic Information System*
GPS - *Global Positioning System*
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH-M - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IGEO - Instituto Geográfico de Portugal
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IVS - Índice de vulnerabilidade social
LISA - Indicadores locais de associação espacial
MDT - Modelo Digital do Terreno
MI - Ministério da Integração Nacional
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MTE - Ministério do Trabalho e Emprego
MVA - Mapa de vulnerabilidade ambiental
MVS - Mapa de vulnerabilidade social
MVSA - Mapa de vulnerabilidade socioambiental
OMS - Organização Mundial da Saúde
ONU - Organização das Nações Unidas
PDDU - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PDI - Processamento Digital de Imagens
PEC - Padrão de Exatidão Cartográfica
PIB - Produto Interno Bruto
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RMF - Região Metropolitana de Fortaleza
SAD 1969 - *Datum South American* 1969
SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SEFAZ - Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará
SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SEMAS - Secretaria Municipal de Assistência Social
SETUR - Secretaria de Turismo do Estado do Ceará
SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
SUS - Sistema Único de Saúde
TGS - Teoria Geral dos Sistemas
TIN - Grade irregular triangular
UC - Unidade de Conservação
UECE - Universidade Estadual do Ceará
UFC - Universidade Federal do Ceará
UTM - Universal Transversa de Mercator
WGS 84 - World Geographic System Datum
ZCIT - Zona de convergência intertropical
ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico
ZPE - Zona de Processamento de Exportações

1. INTRODUÇÃO

A população mundial está se concentrando cada vez mais em áreas urbanas, sendo essa aglomeração decorrente do acelerado processo de urbanização que vem ocorrendo nas últimas décadas. Referida concentração se deu nesse período principalmente nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, promovendo profundas mudanças na distribuição das pessoas no território.

Santos (2008), afirma que até a primeira metade do século XX o país era uma nação com população predominantemente rural, e que entre 1940 e 1980 é que se dá a verdadeira inversão do lugar de residência. O autor enfatiza que num intervalo de apenas quarenta anos o contingente populacional urbano passa de 25% do total em 1940 para chegar a mais de 67% em 1980. Conforme IBGE (2010), atualmente mais de 80% da população brasileira reside em áreas urbanas ocasionando uma série de demandas por infraestrutura, bem como gerando impactos socioambientais.

Segundo Maricato (1996, 2003), a urbanização no Brasil foi desencadeada por forte intervenção estatal, pautada no binômio crescimento e pobreza. Para a autora, o fim desse suposto desenvolvimento na década de 1980, acarretou na ampliação das desigualdades sociais, originando enorme massa de excluídos, exposta a uma grande variedade de problemas ambientais e urbanos.

De acordo com Cunha et al. (2006), uma das consequências inegáveis das mudanças pelas quais passou o país, nas últimas décadas, diz respeito à diversificação das formas de movimentos populacionais e assentamentos humanos, bem como a consolidação de um padrão de expansão urbana caracterizado pela segmentação e diferenciação social, econômica e ambiental.

Vale comentar que a falta de uma política eficaz de planejamento territorial contribui para que grandes contingentes de pessoas, normalmente a população de baixa renda, sejam assentados desordenadamente, distribuindo-se em terrenos geomorfologicamente instáveis, como margens de rios e lagoas, mangues e dunas, promovendo a degradação desses ambientes e criando locais de risco relativos a enchentes, inundações e deslizamentos de terra.

Neste viés de análise, Nobre (2008) indica que a gestão do uso do território passou a ser um dos instrumentos de normatização indispensável para a readequação das atividades, atuando como um disciplinador das intervenções humanas.

Dessa forma, os zoneamentos passaram a ter como objetivo principal o ordenamento do território em áreas ou zonas homogêneas com características e potencialidades similares, constituindo-se os mesmos em uma política de planejamento territorial.

No caso do zoneamento ambiental, este tem por escopo a delimitação de zonas com características, potencialidades e limitações ambientais semelhantes. A demarcação dessas zonas se dá pela análise dos aspectos socioambientais de forma integrada e sistêmica, ou seja, são considerados os dados geoambientais aliados às informações socioeconômicas.

Na última década, surgiu no país a modalidade de zoneamento ambiental denominada de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). Segundo o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2006), o ZEE é um instrumento de planejamento que tem o objetivo principal de impulsionar o desenvolvimento econômico e a melhora da qualidade de vida da população, tendo como âncora a sustentabilidade ambiental e o ordenamento do território.

Conforme o Ministério da Integração Nacional - MI (2005), o ordenamento territorial consiste em um sistema de planejamento que pode contribuir para a viabilização do desenvolvimento sustentável, planejando e implementando ações ligadas às questões ambientais, econômicas e sociais, tanto em esferas locais como regionais e globais.

Para Moraes (2005), o ordenamento territorial visa estabelecer um diagnóstico geográfico do território, aferindo demandas e potencialidades, de modo a compor o quadro no qual devem operar, de forma articulada, as políticas públicas com vistas aos objetivos estratégicos do governo. O autor cita que a atividade de planejamento e ordenamento territorial é uma pré-idealização de intervenção sobre determinados territórios, cabendo ao Estado a sua efetiva condução.

Neste contexto, a presente pesquisa almeja estudar aspectos geoambientais e socioeconômicos do município de Caucaia, localizado na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Estado do Ceará, com vistas a subsidiar a elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental que coopere para o ordenamento territorial.

Caucaia tem apresentado nos derradeiros decênios um exacerbado aumento populacional, desencadeando significativa expansão urbana. A população correspondia a 54.754 habitantes em 1970, 94.106 em 1980, 165.099 em 1991, 250.479 no ano 2000 e 325.441 habitantes em 2010, alcançando um crescimento relativo de 30% na última década (IBGE, 2010).

Menciona-se também que o município tem uma participação de destaque no panorama social e econômico do Estado, uma vez que detêm o segundo maior contingente populacional e o terceiro maior Produto Interno Bruto (PIB) entre as cidades cearenses, sendo estes indicadores relevantes para medir a importância socioeconômica de Caucaia no cenário estadual (IPECE, 2012).

Vale citar, ainda, que a configuração geoambiental do município é bastante diversificada, possuindo terrenos cristalinos Pré-Cambrianos encravados na depressão sertaneja, que bordejam as serras úmidas e secas, tendo contato geológico com a Formação Barreiras.

Por sua vez, o litoral apresenta a planície flúvio-marinha, campos de dunas móveis e fixas e em menor escala a faixa de praia. Já as planícies fluviais e lacustres estão inseridas em todos os sistemas ambientais, compondo de forma integrada a rede de drenagem.

Isto posto, dá-se ênfase que o elevado crescimento demográfico que vem ocorrendo no município nos últimos anos, bem como o planejamento de grandes projetos econômicos que estão sendo implementados no território municipal e no seu entorno, a exemplo do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), justifica a necessidade de se traçar o perfil geoambiental, social e econômico de Caucaia, com vistas a identificar os locais de maior incidência de vulnerabilidade socioambiental, assim como auxiliar no processo de ordenamento territorial do município.

Dentro deste prisma, são feitos alguns questionamentos: É possível identificar as áreas mais vulneráveis ambientalmente à ocupação humana em Caucaia? Existem desigualdades sócio-territoriais no município, onde determinados lugares não são servidos por infraestrutura pública, residindo nestes locais população com piores condições relativas de renda e de educação? Há um padrão de dependência espacial entre os espaços com alta vulnerabilidade social? Ou seja, há lugares com alta vulnerabilidade contíguos a locais na mesma situação?

Existe coincidência na ocorrência de alta vulnerabilidade social e ambiental em uma mesma área de Caucaia? Qual o uso e cobertura da terra presentes nas áreas de preservação permanente do município? É possível o desenvolvimento de instrumentos que auxiliem o planejamento do poder público e permita a fiscalização por parte da sociedade a partir do estudo das condições geoambientais e socioeconômicas? Como uma proposta de ZEE pode contribuir para o ordenamento territorial de Caucaia?

À luz dessas inquietações, esta investigação tem por objetivo principal desvendar quais são as áreas de Caucaia (CE) com maior vulnerabilidade ambiental assim como os locais onde reside a população mais vulnerável socialmente, revelando também os lugares com incidência de vulnerabilidade socioambiental almejando contribuir com o processo de ordenamento territorial do município.

A partir do objetivo geral, surge a hipótese de que o estabelecimento de um índice de vulnerabilidade social em nível de setores censitários permite desvendar os locais no município onde habitam pessoas em condições relativas desfavoráveis quanto ao acesso à educação, a renda e à infraestrutura domiciliar, assim como identificar o quantitativo da população nessa condição.

Outra hipótese a ser avaliada nesta pesquisa é a de que no território municipal existe uma diversidade de sistemas ambientais, configurando diferentes vulnerabilidades ambientais, em face dos processos ecodinâmicos e do uso e ocupação da terra empreendido.

Dessa forma, a partir da junção das proposições anteriores, emerge a hipótese de que nas áreas de maior vulnerabilidade ambiental de Caucaia vive a população mais vulnerável em termos sociais.

Mediante o objetivo geral traçado e as hipóteses lançadas, delineiam-se os objetivos específicos, os quais são descritos a seguir:

- Criar um banco de dados georreferenciado em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que possua dados cartográficos, mapas temáticos, dados socioeconômicos, imagens de satélite, entre outros;

- Delimitar e caracterizar os sistemas ambientais existentes no município de Caucaia, gerando o mapa de vulnerabilidade ambiental (MVA);

- Analisar variáveis socioeconômicas ligadas à população, renda, educação e infraestrutura domiciliar, de modo a definir espacialmente o mapa de vulnerabilidade social (MVS) em nível de setores censitários do município;

- Mapear as áreas de preservação permanente e unidades de conservação existentes em Caucaia, identificando o uso e cobertura da terra nestes locais;

- Efetuar o inter-relacionamento dos componentes ambientais e socioeconômicos gerando o mapa de vulnerabilidade socioambiental (MVSA), agregando subsídios para a elaboração de uma proposta de ZEE.

Assim, busca-se neste trabalho gerar, compilar, padronizar e avaliar os mais diversos tipos de dados e/ou informações referentes ao objeto de estudo, bem como aprofundar os conhecimentos conceituais que dão elementos às ações de ordenamento territorial com base nas características geoambientais e socioeconômicas de Caucaia, auxiliando a tomada correta de decisão, no âmbito do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, segundo Albuquerque (2012), faz-se premente a definição de critérios delineadores para a estruturação do banco de dados e do SIG, onde o planejamento e o ordenamento territorial poderão ser realizados de maneira mais eficiente, tendo em vista que será possível, por exemplo, identificar quais as áreas do município que possuem condições propícias à implantação de um determinado equipamento frente às suas potencialidades e vulnerabilidades geoambientais, bem como os locais onde reside a população mais carente em termos de serviços públicos.

Visando o alcance dos objetivos traçados, frisa-se que esta tese foi estruturada em seções, as quais são apresentadas ao longo do texto. A primeira traz os objetivos dessa investigação e sugere algumas hipóteses que justificam o estudo da vulnerabilidade socioambiental no município de Caucaia, assim como a proposição de um zoneamento territorial.

A localização geográfica de Caucaia pode ser visualizada na seção 2, onde foi realizada uma caracterização sucinta dos aspectos históricos, ambientais, sociais e econômicos do município.

Na terceira seção é exibido o referencial teórico, dando ênfase à análise geossistêmica e a ecodinâmica da paisagem para definição da vulnerabilidade ambiental. Apresentou-se também as concepções teóricas e metodológicas relacionadas à vulnerabilidade social, vulnerabilidade socioambiental, ordenamento territorial, zoneamento ecológico-econômico e sistema de informações geográficas.

Os procedimentos metodológicos e operacionais que conduziram esta pesquisa são mostrados na quarta seção, sendo permitido percorrer todas as etapas que conduziram à elaboração dos produtos analíticos necessários para se atingir os objetivos dessa tese.

Na quinta seção é avaliada a contextualização geoambiental de Caucaia, perpassando pela análise dos condicionantes geológico-geomorfológicos, dos aspectos hidroclimáticos, dos solos e da cobertura vegetal. Foi concretizado o mapeamento dos sistemas ambientais usando ferramentas de geoprocessamento e trabalho de campo, possibilitando à atribuição da vulnerabilidade ambiental dos referidos sistemas.

A sexta seção apresenta à contextualização socioeconômica, onde foram avaliadas informações atinentes a população, educação, renda, infraestrutura domiciliar, atividades econômicas e o uso e cobertura da terra. Além disso, nessa parte da tese podem ser consultados a concepção e os resultados do índice de vulnerabilidade social que foi formulado em nível de distritos e setores censitários, mapeando-se as desigualdades sócio-territoriais presentes em Caucaia.

Analisam-se os aspectos jurídico-institucionais na seção 7, delimitando-se às áreas de preservação permanente no município e avaliando o uso e cobertura da terra nestes locais.

É exibido na oitava seção o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental de Caucaia, gerada a partir da análise integrada da vulnerabilidade ambiental e social usando técnicas de SIG e trabalho de campo. Nesta parte da pesquisa também é lançada a proposta de ZEE para o município de Caucaia, objetivando contribuir com o processo de ordenamento territorial.

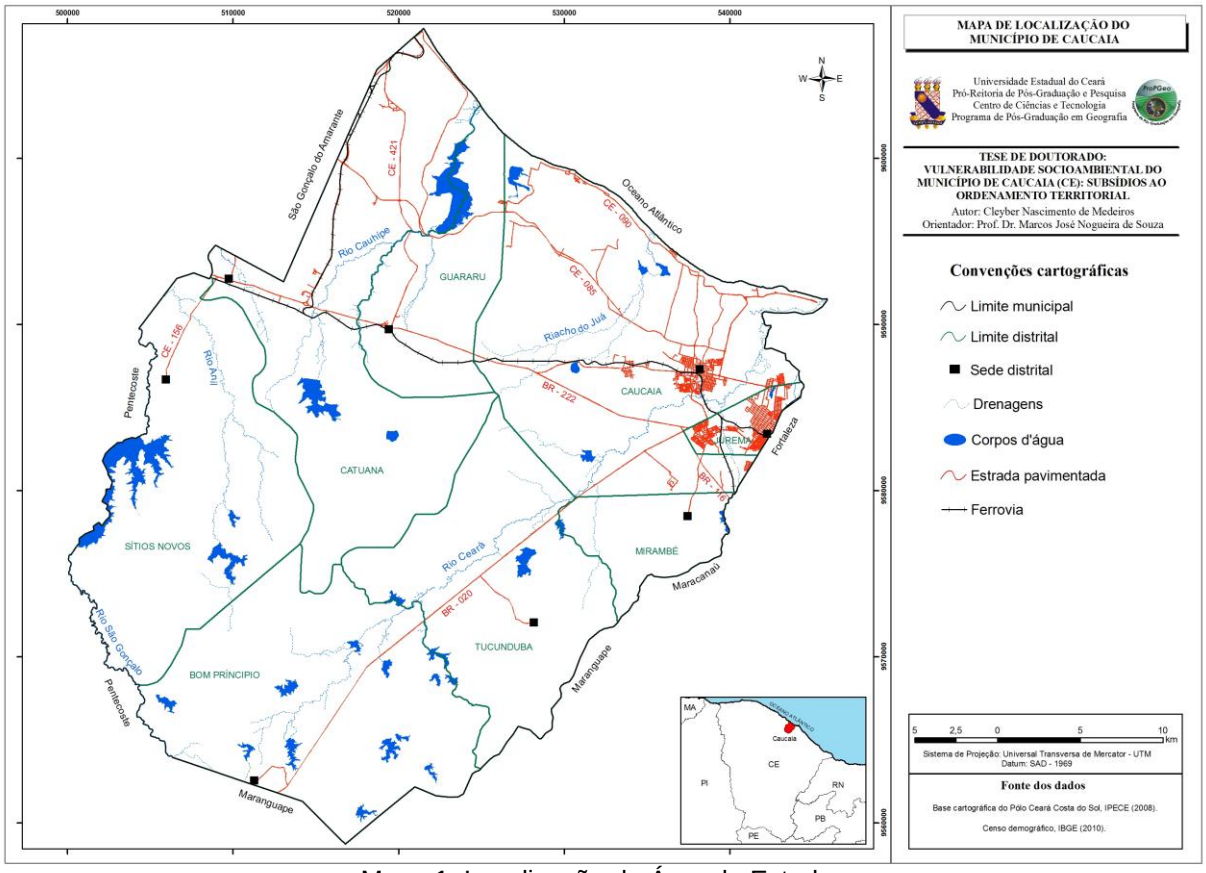
A nona e última seção apresenta as considerações finais da tese, onde se debate a validade das hipóteses previamente levantadas para a investigação com base nos resultados alcançados, confirmando que existe uma distribuição desigual da vulnerabilidade ambiental, social e socioambiental no município, configurando a necessidade de se empreender um zoneamento que subsidie o ordenamento territorial em Caucaia, com vistas a ter-se uma melhora na qualidade de vida da população, bem como a conservação dos recursos naturais.

Deste modo, esta tese pode ser utilizada como um instrumento de planejamento que pode fundamentar o poder público na elaboração de políticas públicas relacionadas às áreas ambiental, social e econômica, bem como pela sociedade, em sua função de controle e monitoramento da ação governamental.

2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

Esta seção apresenta a localização geográfica de Caucaia, assim como, uma caracterização sucinta dos aspectos históricos, ambientais, sociais e econômicos do município, os quais serão detalhados em seções posteriores.

A área de estudo corresponde ao município de Caucaia (Mapa 1), ocupando aproximadamente uma área de 1.228,5 Km^2 (IBGE, 2012), equivalente a 0,83% da superfície estadual. Com relação à composição político-administrativa, atualmente existem oito distritos: Jurema, Mirambé, Tucunduba, Bom Princípio, Sítios Novos, Catuana, Guararu e a sede municipal de Caucaia.



Mapa 1: Localização da Área de Estudo.

O município integra a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Figura 1, Estado do Ceará, Brasil, limitando-se ao Norte com o Oceano Atlântico e com São Gonçalo do Amarante, a Sul com Pentecoste e Maranguape, a Oeste com São Gonçalo do Amarante, Pentecoste e Maranguape e a Leste com Maranguape, Maracanaú e Fortaleza (IPECE, 2012).

Figura 1: Municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza - RMF.
Fonte: IPECE, 2012.

Em termos históricos, vale comentar que o processo de colonização de Caucaia iniciou-se no século XVIII, por volta do ano de 1735, com a chegada dos jesuítas ao Ceará encarregados da catequese dos índios. Neste momento, o espaço que hoje compreende o município era habitado pelos índios da nação Potiguar.

No ano de 1759, a aldeia dos “Caucaias” foi conduzida à situação de vila, com a denominação de Vila Nova de Soure. Em 1943, 184 anos após a criação da Vila, houve a substituição de Soure para Caucaia por meio do Decreto Lei nº. 1.114 de 30 de dezembro deste mesmo ano.

Segundo Teles (2005), além desta, outras aldeias importantes foram elevadas à condição de vila na mesma época no Ceará, como Viçosa do Ceará e também, Parangaba e Paupina (Messejana), atuais distritos da capital cearense.

Destaca-se que até a década de 1950, após a promoção de Caucaia ao status de cidade, não se registraram ocupações significativas em seu território, excetuando-se a sede que se configurava como o núcleo de maior expressão populacional.

Em relação à compartimentação geoambiental, o município é caracterizado pela presença dos sistemas ambientais da planície litorânea, planície ribeirinha, tabuleiros pré-litorâneos, depressão sertaneja e maciços residuais.

A base geológica de Caucaia corresponde a dois conjuntos bem distintos: Coberturas sedimentares de idade Tércio-Quartenárias e litologias do embasamento cristalino Pré-cambriano.

Quanto ao relevo, observa-se a existência de altitudes médias a baixas geralmente inferiores a 100 metros. O município é distinguido pelas unidades geomorfológicas da faixa de praia e terraços marinhos, campos de dunas móveis e fixas, planície flúvio-marinha, tabuleiros pré-litorâneos, planície fluvial e lacustre, maciços e cristas residuais, *inselbergs* e a depressão sertaneja.

Sobre a caracterização socioeconômica, verifica-se que a população de Caucaia correspondeu a 325.441 habitantes em 2010, sendo a segunda maior cidade cearense em termos de contingente populacional, atrás apenas da capital, Fortaleza (2.452.185 hab.). O município alcançou um crescimento relativo de 29,93% na última década, onde registrava 250.479 habitantes no ano 2000.

A Tabela 1 exibe o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Caucaia para os anos de 1991, 2000 e 2010. O IDH-M é definido através da média geométrica das dimensões da Educação, da Renda e da Longevidade, procurando avaliar a qualidade de vida da população por meio de aspectos atinentes ao acesso ao conhecimento, à renda e a expectativa de vida (PNUD, 2013).

Tabela 1: IDH-M do município de Caucaia - 1991, 2000 e 2010

Indicador	Ceará	Caucaia
IDHM 1991	**0,405**	**0,411**
IDHM Educação	0,204	0,217
IDHM Longevidade	0,613	0,632
IDHM Renda	0,532	0,507
IDHM 2000	**0,588**	**0,555**
IDHM Educação	0,377	0,400
IDHM Longevidade	0,713	0,764
IDHM Renda	0,588	0,560
IDHM 2010	**0,682**	**0,682**
IDHM Educação	0,615	0,632
IDHM Longevidade	0,793	0,808
IDHM Renda	0,651	0,620

Fonte: PNUD, 2013.

Conforme a referida tabela, observa-se que o município possuiu um IDH-M superior à média do Estado para o ano de 1991 e inferior em 2000, obtendo o mesmo índice em 2010. Caucaia passou do IDH-M de 0,411 em 1991 para 0,682 em 2010, representando um crescimento relativo de 65,9%, evidenciando melhoria nas condições de vida de sua população. No último ano, constata-se que a dimensão da Longevidade (0,808) obteve maior índice no município, sendo seguida da Educação (0,632) e da Renda (0,620).

De acordo com dados do IPECE (2013), o Produto Interno Bruto (PIB) do município em 2010 foi de R$ mil 2.597.520, equivalendo a 3,3% do PIB do Ceará no mencionado ano, representando um PIB *per capita* de R$ 7.998,82. Por setores da economia, o PIB produzido pela Agropecuária correspondeu a 1,5% do total em 2010, a Indústria contribuiu com 32,6% e o setor de Serviços registrou a maior parcela, com 65,9% do PIB municipal.

Atualmente em Caucaia há forte atuação da atividade do turismo, localizada principalmente na planície litorânea, sendo as mesmas exercidas principalmente na faixa de praia, nos campos dunares e nas lagoas existentes neste sistema ambiental.

Vale ressaltar que a atividade da indústria tende a crescer também no município, a partir da consolidação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), onde hoje estão abrigadas, ou em processo de implantação, no território de Caucaia, importantes empresas dos setores de geração de energia elétrica, (CGTF Central Geradora Termoelétrica Fortaleza S/A, Termo Ceará - Petrobras), aerogeradores e componentes (Wobben Windpower Ind. e Com. Ltda), energia elétrica à base de gás natural (Agro Energia do Norte S/A), material de construção (Eternit S/A), derivados de petróleo (Petrobras - Refinaria Premium II), e produção de laminados de aço (Siderúrgica Latino Americana - SILAT).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A análise Geossistêmica e a Ecodinâmica da Paisagem

Entende-se por Geografia Física o estudo da organização espacial dos geossistemas, de vez que essa organização se expressa pela estrutura conferida por meio da distribuição e do arranjo espacial dos elementos que compõem o universo do sistema, os quais são resultantes da dinâmica dos processos atuantes e das relações entre os elementos (NASCIMENTO e SAMPAIO, 2005).

Para Christofoletti (1999), a Geografia Física pesquisa essa organização espacial, auxiliada pelos métodos de outras ciências, como, por exemplo, a geologia, pedologia, climatologia, botânica, incorporando-os e adaptando-os.

Vale destacar que o geossistema deu à Geografia Física melhor apoio metodológico, uma vez que possibilita o estudo do espaço geográfico com a inclusão da ação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica, confluindo para compor a sua estruturação (CHRISTOFOLETTI, op. cit.).

O método geossistêmico é baseado na Teoria Geral dos Sistemas - TGS elaborada por Bertallanfy (1973), e propõe estudar não um aglomerado de partes, mas sim os elementos que compõem um sistema em integração. Diversos autores, dentre os quais Bertrand (1972), Sotchava (1977) e Souza (2000), realizaram estudos integrados da paisagem, fundamentando-se na TGS e desenvolvendo as bases teórico-metodológicas para tais estudos, sob a óptica dos geossistemas.

Conforme Bertrand (op. cit.), o geossistema é um complexo dinâmico mesmo numa perspectiva de espaço-tempo muito breve, por exemplo, o histórico, buscando o estudo integrado das relações homem e natureza.

Dessa forma, segue-se nesse trabalho o marco conceitual da teoria geossistêmica, a qual hierarquiza os sistemas ambientais com base na inter-relação dos fatores do potencial ecológico, da exploração biológica e da ação antrópica, constituindo dados instáveis com efetiva variação têmporo-espacial (Figura 2).

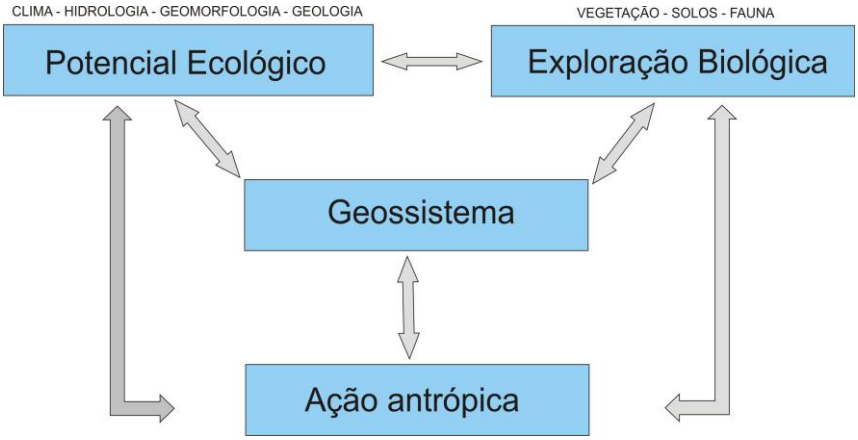


Figura 2: Esboço de uma definição teórica do Geossistema.
Fonte: Adaptado de Bertrand (1972).

Neste prisma, tem-se que os geossistemas são afetados pelo homem, mesmo tratando-se de sistemas naturais, constituindo-se as ações humanas numa importante causa que os leva a possuir diferentes formas de evolução. Assim, os fatores bióticos (solos, fauna e flora), abióticos (clima, litologia, relevo, hidrografia) e socioeconômicos interpenetram-se e compõem um complexo mosaico de interações que vai constituir a organização espacial.

A hierarquia espacial taxonômica proposta por Bertrand (1972) prioriza, em função das ordens de grandeza, as regiões naturais, os geossistemas e as geofácies. Os geossistemas acentuam o complexo geoambiental e, por consequência, a sua dinâmica. É nessa perspectiva que os fatores geoambientais e os padrões de ocupação humana tendem a constituir dados instáveis em que se torna importante a acentuada variação têmporo-espacial.

Para Souza (2000), por esse motivo, a dinâmica interna dos geossistemas impossibilita a ocorrência de homogeneidade fisionômica. Assim, via de regra, os geossistemas (sistemas ambientais) são formados por paisagens diferentes e apenas os geofácies (subsistemas ambientais), como unidades internas dos geossistemas, é que são dotados de maior uniformidade.

Ainda de acordo com Souza (op. cit.), a proposta do método geossistêmico é analisar não apenas os componentes da natureza, mas, principalmente, as conexões entre eles e também com as ações humanas, sendo um método eficaz para estudar e explicar a estrutura dinâmica das relações antrópico-naturais.

O autor comenta que ao se conhecer como funciona a dinâmica dos geossistemas, possibilita-se o planejamento para o uso racional do espaço geográfico e a resolução dos problemas ambientais que a humanidade enfrenta, constituindo um caminho adequado para a promoção do desenvolvimento integrado e sustentado em longo prazo.

Nessa perspectiva, os sistemas ambientais (geossistemas) são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia (SOUZA et al., 2009).

Assim, cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural, verificando-se, comumente, um relacionamento adequado entre seus componentes que são dotados de potencialidades e limitações específicas sob o ponto de vista de recursos ambientais. Como tal, reagem de forma singular no que tange às condições históricas de uso e ocupação da terra.

Cita-se que o geossistema é uma concepção metodológica da categoria principal da análise das paisagens. Conforme Bertrand (1972), a paisagem não é a simples junção de elementos geográficos desconectados. É num determinado espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em constante evolução.

Neste bojo, vale comentar que para Bertrand (op. cit.) os sistemas ambientais podem ser classificados segundo a biostasia e a resistasia. A biostasia ocorre em sistemas onde a morfogênese é fraca ou nula, o potencial ecológico é mais estável, predominam os processos e agentes bioquímicos, tais como a pedogênese, há concorrência entre as espécies, sendo que os estágios do equilíbrio ecológico da paisagem não são rompidos.

Já nos sistemas onde prevalece a resistasia, a morfogênese domina a dinâmica global das paisagens. A erosão, o transporte e a acumulação de detritos mobilizam as vertentes e alteram o potencial ecológico, onde a morfogênese contraria a pedogênese e a sucessão vegetal. Salienta-se que a ação humana tende a acelerar a ação resistática nos geossistemas, podendo inclusive chegar à degradação dos solos e da vegetação.

A luz dessas considerações e fundamentando-se na relação entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos (TRICART, 1977), pode-se classificar a ecodinâmica do ambiente, avaliando-se as condições de vulnerabilidade ambiental dos geossistemas.

Tricart (op. cit.) trabalha na perspectiva do tratamento do meio ambiente de maneira integrada, salientando as relações complexas que há nos sistemas, introduzindo uma avaliação dos ambientes sob a ótica dinâmica que leva em conta a intensidade dos processos atuais e seus reflexos nos sistemas ambientais.

No modelo de classificação das condições de ecodinâmica do ambiente, existem as categorias dos meios estáveis, de transição e fortemente instáveis, definidas a partir do dinamismo presente nas relações entre os elementos da paisagem e as intervenções humanas. Descrevem-se a seguir as mesmas:

- Ambientes estáveis: estabilidade morfogenética antiga em função da fraca declividade do potencial erosivo; o balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos é favorável à pedogênese; o recobrimento vegetal é pouco alterado pelas ações antrópicas ou há franca regeneração da cobertura secundária, que evolui para condições similares ou próximas das originais; há equilíbrio entre os fatores do potencial ecológico e os da exploração biológica.

- Ambientes de transição: a dinâmica atual do ambiente é marcada pela preponderância de processos morfogenéticos ou pedogenéticos, podendo favorecer uma ou outra condição.

- Ambientes fortemente instáveis: intensa atividade do potencial erosivo e com nítidas evidências de deterioração ambiental e da capacidade produtiva dos recursos naturais; comprometimento das reservas paisagísticas; o balanço morfogênese *versus* pedogênese é favorável à morfogênese; podem ser frequentes as rupturas do equilíbrio ecodinâmico comprometendo a manutenção do solo.

Por fim, neste viés de análise, empreende-se que a Geografia Física pode colaborar efetivamente com estudos relacionados à atividade de planejamento territorial, considerando os sistemas ambientais e todas as influências dos fatores socioeconômicos.

3.2. Vulnerabilidade Ambiental

Para planejar o uso e ocupação da terra de um território faz-se necessário conhecer a forma com que o ambiente reage a pressões antrópicas impostas, assim como o grau de suporte a essas pressões (GRIGIO, 2003).

Diversos autores apresentam esses parâmetros em índices e, principalmente, em representações cartográficas, através de mapas de suscetibilidades, vulnerabilidades e de fragilidades. Porém, os termos vulnerabilidades, assim como fragilidades e suscetibilidades, são abordados, muitas vezes, como sinônimos.

De acordo com Costa et al. (2006), a vulnerabilidade ambiental refere-se ao conjunto integrado de fatores ambientais (ecológicos e biológicos) que diante de atividades humanas, ocorrentes ou que venham se manifestar, poderá sofrer alterações afetando, total ou parcialmente, a estabilidade ecológica de um local.

Para Santos e Vitte (1998), o termo fragilidade está ligado às causas dos desequilíbrios ambientais, que podem ter origens diversas, mas que frequentemente relacionam-se com ações de interação entre os fatores biótico e abiótico.

Conforme Pereira e Silva (2005), a suscetibilidade expressa à fragilidade de uma região aos processos morfodinâmicos, enquanto a vulnerabilidade exprime o grau de risco dos sistemas ambientais às atividades antrópicas.

Salienta-se que esta pesquisa não pretende examinar, muito menos determinar, essa questão semântica - conceitual, mas, para fins de entendimento sobre o sentido do termo vulnerabilidade aqui utilizado, adota-se o conceito de vulnerabilidade ambiental definido por Tagliani (2002): significa a maior ou menor suscetibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por uma ação humana. O sentido dado ao termo suscetibilidade refere-se à possibilidade de receber impressões, modificações ou adquirir qualidades diferentes das que já tinha.

Santos e Caldeyro (2007) corroboram afirmando que a vulnerabilidade ambiental corresponde à resposta do meio às ações humanas agressivas, variando conforme suas características naturais e antropogênicas, afetando diretamente a estabilidade do meio, bem como sua qualidade ambiental.

Em virtude das diversas metodologias utilizadas em estudos relacionados à vulnerabilidade ambiental, dá-se ênfase à proposta de Souza (2000), que considera ser fundamental a análise da ecodinâmica da paisagem associada ao uso e ocupação da terra como critério básico para definição da vulnerabilidade ambiental existente nos diferentes sistemas ambientais.

Nesse sentido, o referido autor associa, em suas pesquisas na região do semiárido nordestino, a vulnerabilidade ambiental às condições de balanço entre morfogênese e pedogênese (Quadro 1).

Quadro 1: Condições de vulnerabilidade ambiental associada ao balanço entre morfogênese e pedogênese.

Ecodinâmica dos Ambientes	**Condições de Balanço entre Morfogênese e Pedogênese**	**Vulnerabilidade Ambiental**
Ambientes medianamente estáveis	A noção de estabilidade aplica-se ao modelado, à interface atmosfera-litosfera. O modelado evolui lentamente, de maneira insidiosa, dificilmente perceptível, onde há predomínio dos processos pedogenéticos. Apresentam fraco potencial erosivo decorrente da estabilidade morfogenética, favorecendo a pedogênese; a cobertura vegetal protege bem os solos contra os efeitos morfogenéticos, de dissecação e erosão moderada, pois está pouco degradada.	Vulnerabilidade baixa a muito baixa
Ambientes de transição	Asseguram a passagem gradual entre os meios medianamente estáveis e os meios instáveis. Há uma interface permanente da morfogênese e da pedogênese, efetuando-se de modo concorrente sobre um mesmo espaço, sem que exista nenhuma separação abrupta. A tendência para a situação de estabilidade ou de instabilidade pode ser, sobremaneira, influenciada pela ação da sociedade ensejada pelas atividades socioeconômicas.	Vulnerabilidade moderada
Ambientes instáveis	A morfogênese é o elemento predominante da dinâmica atual, subordinando os demais componentes atuais. A deterioração ambiental é evidente e a capacidade produtiva dos recursos naturais está comprometida devido à intensa atividade do potencial erosivo que diminui a densidade vegetacional, formando processos morfogenéticos mais atuantes, provocando a ablação dos solos; a morfogênese predomina fortemente, ocasionando rupturas do equilíbrio ecodinâmico; os recursos paisagísticos estão comprometidos ou severamente comprometidos.	Vulnerabilidade alta a muito alta

Fonte: Adaptado de Souza (2000).

Na metodologia proposta por Souza (2000, 2005), parte-se do pressuposto de que os sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia.

Salienta-se que para a análise da vulnerabilidade exige-se que esses elementos setorizados (geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima) sejam avaliados de forma integrada, e calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos (SILVA, 2012).

Assim, cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural, verificando-se, comumente, um relacionamento funcional entre seus componentes, sendo estes dotados de potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais. Como tal, reagem também de forma singular no que tange as ações humanas e as condições de uso e ocupação da terra.

Tendo em vista à possibilidade da avaliação da vulnerabilidade a partir dos sistemas ambientais cita-se que a proposta de Souza (2000) constitui-se em uma metodologia adequada para o estudo em análise, notadamente por não se incorrer em erros cartográficos a partir da análise de mapas do meio físico em diferentes escalas cartográficas, assim como a ponderação equivocada dos elementos geoambientais (sem levar em consideração a correlação entre eles) que contribuem para a determinação da vulnerabilidade ambiental.

Dessa forma, o mapa de sistemas ambientais deriva o mapa de vulnerabilidade ambiental, com fins de verificar a aplicabilidade destes no planejamento e no ordenamento territorial.

3.3. Vulnerabilidade Social

Santos (2011) comenta que a abordagem da vulnerabilidade assume uma polissemia do conceito, tornando-a passível de investigação pelas diversas áreas do conhecimento científico, envolvendo aspectos institucionais e populacionais.

Para Tominaga (2009), o conceito de vulnerabilidade corresponde a um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, biológicos, sociais, econômicos e políticos que aumentam a suscetibilidade ao impacto de um determinado risco.

De acordo com Zanella et al. (2009), são vulneráveis aquelas pessoas cujas condições sociais, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde mostram-se com diferenças estabelecidas entre elas e a sociedade na qual se inserem, sendo estas diferenças transformadas em desigualdade.

Conforme Porto (2007), o conceito de vulnerabilidade está referido a grupos sociais específicos que se encontram em certo território, expostos a um dado fenômeno e fragilizados quanto a sua capacidade de compreender e enfrentar esses riscos, tornando assim à vulnerabilidade um conceito-chave para a análise integrada e contextualizada dos riscos.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego - MTE (2007), o termo exclusão social antecedeu a formulação do conceito de vulnerabilidade social, tendo, num primeiro momento, servido de referência para a caracterização de situações sociais limites, de pobreza ou marginalidade.

O estado de exclusão distinguiria um conjunto de situações marcadas pela carência de acesso a meios de vida, tais como: falta de moradia, de um nível mínimo de consumo, ausência ou dificuldades no acesso a crédito, à educação, à saúde, à cidadania, a bens e serviços públicos básicos.

Dentro deste contexto, a partir de críticas aos limites do conceito de exclusão social, que classificavam os indivíduos ou famílias em incluídos ou excluídos, alguns estudos passaram a apontar a existência de uma “zona de vulnerabilidade”, constituída seja por setores de população pobre que buscavam alternativas para estar incluídos ou por setores de população de classe média que tinham perdido canais de inclusão, surgindo então o conceito de vulnerabilidade social.

Neste aspecto, dentre os vários enfoques dado ao termo vulnerabilidade social, observa-se uma razoável consonância na literatura em torno de uma questão fundamental: a qualidade do termo deve-se a sua capacidade de captar situações intermediárias de risco localizadas entre situações extremas de inclusão e exclusão.

Isto possibilita um sentido dinâmico para o estudo das desigualdades, a partir da identificação de zonas de vulnerabilidades, que envolvem desde os setores que buscam uma melhor posição social, até os setores médios que lutam para manter seu padrão de inserção e bem-estar (MTE, op. cit.).

Para Garcia (2006), o conceito de vulnerabilidade, pela sua capacidade de apreensão da dinâmica dos fenômenos, tem sido, na opinião de muitos autores, apropriado para descrever melhor as situações observadas em países pobres e em desenvolvimento, como os da América Latina, que não podem ser resumidas na dicotomia, pobres e ricos, incluídos e excluídos. Neste sentido, o termo vulnerabilidade seria o que descreveria de forma mais ampla o dinamismo do processo de desigualdade.

Neste prisma, um dos consensos sobre o conceito de vulnerabilidade social é de que o mesmo apresenta um caráter multidimensional. Tais dimensões dizem respeito a ativos ligados tanto às características próprias dos indivíduos ou famílias, como seus bens e características demográficas, quanto àquelas relativas ao meio social onde esses estão inseridos.

O que se percebe é que existe um caráter essencial da vulnerabilidade, ou seja, referir-se a um atributo relativo à capacidade de resposta frente a situações de risco ou constrangimentos, levando em consideração características individuais e do meio social (CUNHA et al., 2006).

De acordo com Kaztman (2001), a vulnerabilidade social pode ser entendida como a incapacidade de uma pessoa de aproveitar-se das oportunidades disponíveis em distintos âmbitos socioeconômicos, para melhorar sua situação de bem-estar ou impedir sua deterioração.

Segundo Nogueira (2002), o conceito de bem-estar pode ser entendido como a busca da satisfação das necessidades mínimas, envolvendo aspectos fisiológicos e materiais, compreendendo, por exemplo, a saúde, a alimentação, o vestuário e a habitação, assim como a segurança em relação às calamidades naturais, quanto a garantia em manter a saúde, trabalho, a educação, lazer, cuidados na velhice, etc.

Logo, a vulnerabilidade de um indivíduo, família ou grupos sociais refere-se à maior ou menor capacidade de controlar as forças que afetam seu bem-estar, isto é, a posse ou controle de ativos que constituem os recursos requeridos para o bom uso das oportunidades oferecidas pelo mercado, pelo Estado e pela sociedade.

Neste bojo, a vulnerabilidade é uma noção multidimensional, na medida em que afeta indivíduos, grupos e territórios em planos distintos de seu bem-estar, de diferentes formas e intensidade.

A mesma é entendida como uma combinação de fatores que possam produzir uma deterioração do bem-estar, em consequência de sua exposição a determinados tipos de riscos (BUSSO, 2001).

Portanto, através de uma conjunção de dimensões se delineia o quadro de vulnerabilidade social, sendo este resultante de características que atuam em conjunto ou de forma individual, afetando as condições de bem-estar das pessoas ou das famílias residentes em um território, não se restringindo apenas a um determinado parâmetro ou atributo do indivíduo.

Desta forma, a partir da possibilidade da análise integrada das diversas dimensões, evidencia-se a vantagem da utilização do conceito de vulnerabilidade social para estudar as desigualdades sócio-territoriais no espaço intra-municipal, frente a outros conceitos frequentemente utilizados, como, por exemplo, pobreza, medida por insuficiência de renda.

Decerto, duas pessoas com o mesmo nível de renda *per capita*, supostamente abaixo da linha de pobreza, mas com diferentes condições de habitação, de saúde e de educação, dispõem de chances distintas de deixar essa situação (FERREIRA et al., 2006).

Obviamente, outros fatores podem contribuir para a inserção ou não de um indivíduo na linha de pobreza, como por exemplo, características familiares, local em que reside, citando apenas alguns. Não obstante, isso só fortalece a concepção de que as medidas tradicionais de pobreza avaliadas somente no parâmetro da renda não são suficientes para caracterizar o fenômeno com precisão.

Nestes termos, desenvolveram-se diversos estudos acadêmicos debatendo a questão da linha de pobreza com base apenas no indicador de renda *per capita*, sendo então proposto o conceito de vulnerabilidade social, dando um enfoque multidimensional a partir de uma combinação de elementos que possam afetar o nível de bem-estar.

Vale comentar que conforme Busso (2001), a abordagem da vulnerabilidade tem a potencialidade de colaborar para identificar indivíduos ou famílias que por sua menor dotação de ativos estão expostos a maiores níveis de risco por alterações significativas nos planos sociais, políticos e econômicos, os quais podem comprometer a condição de vida individual, familiar e comunitária.

Salienta-se que o fato da análise enfocar os ativos das pessoas ou famílias residentes em um território ressalta a presença de um conjunto de atributos que se consideram necessários para um aproveitamento efetivo da estrutura de oportunidades existentes, pondo assim ênfase na dinâmica de formação de diversos tipos de dotações potencialmente mobilizáveis e nas relações entre as mesmas.

Neste contexto, o grau de capacidade de resposta às adversidades ou riscos dependerá, necessariamente, da diversidade de ativos a serem mobilizados, além da flexibilidade para a sua utilização. Dentro deste viés conceitual, adaptando-se proposta de Kaztman (1999; 2001), estes ativos estariam assim delineados:

1) Físicos, que envolveriam todos os meios essenciais para a busca de bem-estar. Estes poderiam ainda ser divididos em ativo físico propriamente dito (moradia, serviços básicos de infraestrutura, bens duráveis); e ativo financeiro, cujas características envolveriam renda (poupança e crédito), além de formas de seguro e proteção;

2) Humanos, que incluiriam o trabalho como ativo principal e o valor agregado ao mesmo pelos investimentos em educação e saúde, os quais implicariam em maior ou menor capacidade física para o trabalho, qualificação, etc.;

3) Sociais, que compreenderiam as redes de reciprocidade, confiança, contatos e acesso à informação. Assim, a condição de vulnerabilidade poderia considerar a situação das pessoas a partir dos seguintes elementos: grau de dependência dos residentes nos domicílios, relações domésticas e de parentesco, debilidade das relações sociais e outras formas de proteção social.

Esta noção de vulnerabilidade social, que considera uma concepção multidimensional de ativos, tem sido adotada para a construção de indicadores sociais mais amplos, não se restringindo à delimitação de uma determinada linha de pobreza.

Exemplo disso têm sido os estudos realizados por Cunha et al. (2006), Garcia e Matos (2007), SEMAS (2009), Zanella et al. (2009), IPECE (2010), Macedo e Bassani (2010), Santos (2011), FIRJAN (2012), Macedo et al. (2012), SEADE (2012) e PNUD (2013).

Dessa forma, por meio do uso do conceito de vulnerabilidade social, empregando um enfoque multidimensional, que permite ir além da dimensão da renda ou do conjunto de necessidades básicas atendidas, pode-se fornecer subsídios mais adequados para o planejamento de políticas públicas que visem o aumento da capacidade de resposta das famílias aos vários riscos (sociais, ambientais, econômicos, etc.), possibilitando também à caracterização das desigualdades sócio-territoriais existentes no município de Caucaia.

Torna-se importante citar que o IVS consiste em um instrumento que permite identificar o local e o quantitativo da população mais vulnerável socialmente em um determinado período de tempo, não se consentindo extrair informações sobre as causas dessa situação ou às formas de combatê-la, mas sendo uma ferramenta útil ao indicar os lugares prioritários para a execução de ações de superação da vulnerabilidade social.

3.4. Vulnerabilidade Socioambiental

Para Deschamps (2004), a vulnerabilidade socioambiental corresponde à ocorrência simultânea da vulnerabilidade social e ambiental em um mesmo território ou para uma mesma população.

De acordo com Alves (2005), a vulnerabilidade socioambiental caracteriza-se como sendo uma sobreposição de fatores sociais e ambientais em um determinado território, num dado recorte temporal.

Nesta perspectiva, Silva e Almeida (2012) enfatizam que a abordagem dos estudos sobre os riscos e as vulnerabilidades iniciou-se por meio dos geógrafos, com intuito de compreender as interações entre os impactos ambientais e as ações humanas com viés nos elementos socioeconômicos e geoambientais.

Para Santos (2011), o entendimento da vulnerabilidade socioambiental passa necessariamente pelo conhecimento das condições morfodinâmicas dos sistemas ambientais ensejando a vulnerabilidade ambiental. Os riscos socioambientais, contudo, não podem ser definidos somente com suporte em aspectos naturais, eles constituem a associação desses fenômenos com a capacidade de proteção dos grupos sociais, ou seja, da vulnerabilidade social.

Assim, a vulnerabilidade envolve um conjunto de fatores que pode diminuir ou aumentar o(s) risco(s) no qual o ser humano, individualmente ou em grupo, está exposto nas diversas situações da sua vida. Essas situações podem ser, por exemplo, uma enchente, um deslizamento de terra, a perda de emprego, uma recessão econômica, entre outras.

Conforme Dagnino e Carpi Junior (2007), o conceito de risco vem sendo empregado de forma teórica e metodológica por diversas ciências associado ao termo de vulnerabilidade, sensibilidade, suscetibilidade, atribuído ao perigo, desastre e impacto. Em meio a esse contexto, o risco refere-se à probabilidade de ocorrência de um determinado evento ou acontecimento no espaço-tempo, que pode afetar o bem-estar da população ou o equilíbrio dos sistemas ambientais.

Neste viés de análise, Deschamps (2008) descreve que os espaços de vulnerabilidade social, normalmente, estão inter-relacionados com os lugares de riscos ambientais, com as suas populações em situação adversas.

Segundo Jacobi (1995), há uma relação direta entre exposição a riscos ambientais e precariedade de acesso a serviços públicos. A própria ausência de infraestrutura urbana (água, esgoto, coleta de lixo, canalização de córregos, etc.) expõe as populações residentes nestes locais a riscos ambientais, como por exemplo, os alagamentos e as doenças de veiculação hídrica.

Isto posto, dá-se ênfase que o estudo da vulnerabilidade possibilita a identificação de ameaças presentes nas diferentes abordagens temáticas (social e ambiental). Por isso, a definição da vulnerabilidade gera importantes contribuições teórico-metodológicas para a análise dos possíveis efeitos causados pelos diversos riscos inseridos em um determinado território.

Neste bojo, vale destacar que por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento torna-se possível operacionalizar a identificação das áreas com maior vulnerabilidade socioambiental no município de Caucaia, no intuito de gerar elementos para o planejamento e ordenamento territorial.

3.5. Ordenamento Territorial

Dentro do contexto das diversas relações envolvendo a natureza e a sociedade, torna-se necessária à implementação, na perspectiva sistêmica, de propostas concretas e efetivas de planejamento do território, com foco na compatibilidade socioeconômica e ambiental.

Floriano (2004) conceitua o planejamento como sendo o processo de organização de tarefas para se chegar a um fim, com fases características e sequenciais.

À luz desse debate, menciona-se que nesta pesquisa, o conceito de território constitui uma tentativa de superar o tratamento frequentemente “naturalizado” da relação sociedade e natureza (MMA, 2006).

O termo território, herdado classicamente da tradição jurídica como base geográfica do estado, com origem na palavra latina *Territorium* (pedaço de terra apropriado), tem sido reformulado pelo pensamento geográfico, abarcando, além das relações de poder (RAFFESTIN, 1993), a própria definição dos agentes sociais e de suas formas de atuação sobre o espaço, podendo ser construído ou desconstruído em escalas temporais e espaciais diferentes (SOUZA, 1995).

Destarte, Andrade (1998) cita que o conceito de território, uma vez ligado à ideia de domínio e gestão, não deve ser confundido com o de espaço ou de lugar. O território envolve poder e, portanto, um critério político. Assim, um planejamento, no âmbito técnico, territorial que proponha distribuir as atividades no território deve avaliar as limitações, vulnerabilidades e potencialidades de uso e ocupação da terra.

Portanto, a análise das inter-relações espaciais entre os sistemas ambientais, identificando problemas e riscos que determinado território pode sofrer pelo seu uso inadequado, constitui uma importante contribuição para o ordenamento territorial.

Dessa forma, visando uma melhor compreensão do conceito de ordenamento territorial, são apresentadas a seguir definições propostas por diversos autores, levando-se em consideração as inúmeras linhas de pensamento relativas ao referido conceito.

Conforme Andrade (1971), o ordenamento territorial consiste em uma disciplina que é utilizada na formulação do diagnóstico de um país, visando estabelecer as diferenças existentes entre o desenvolvimento das diversas regiões, pesquisar causas da diferença desse desenvolvimento, indicando aos administradores subsídios para o planejamento.

O mencionado autor coloca também que o ordenamento territorial é um instrumento de intervenção do Estado, processando-se em três fases: a de programação, quando se elaboram planos técnicos interdisciplinares; a de tomada de decisões, relacionada aos poderes executivo e legislativo; e a de execução.

No tocante a fase de programação, torna-se fundamental o diagnóstico da realidade socioambiental, sem a qual é impossível planejar a transformação da realidade.

Bastié (1988) menciona que o ordenamento territorial é uma prática global de gestão contínua das sociedades e do Estado, almejando o desenvolvimento harmonioso, e com cuidado da preservação do marco natural, de países, regiões e cidades.

Cabe destacar que segundo Vilas Boas (2001), o ordenamento territorial vai perdendo sua característica exclusiva de estudos regionais, observadas num contexto nacional, e vai adquirindo, principalmente, em função do advento da questão ambiental, um caráter mais local, de arbitragem de conflitos quanto às formas mais apropriadas de uso e ocupação da terra.

Frade (1999) complementa dizendo que o ordenamento do território deve permitir enquadrar num mesmo modelo de desenvolvimento aspectos que tradicionalmente são vistos como incompatíveis como se sucede com o crescimento econômico e a conservação ambiental.

A autora ressalta que esta é a lógica do princípio do desenvolvimento sustentável, que concebe a realização equilibrada do sucesso econômico com a melhoria dos níveis de vida de todas as comunidades e a garantia da manutenção dos sistemas biológicos de suporte, no quadro de uma solidariedade intra e inter-geracional.

Santos (2005) define o ordenamento territorial como um ato de organizar e priorizar as formas de uso e ocupação de um território, utilizado como base para políticas públicas territoriais.

Segundo o dicionário de Geografia, o ordenamento do território corresponde, na maior parte dos casos, à vontade de corrigir os desequilíbrios de um espaço nacional, ou regional, e constitui um dos principais campos de intervenção da geografia (IGEO, 2010).

O ordenamento territorial consubstancia um esboço de zoneamento com informações sobre a base territorial. Essas informações são de natureza socioambiental, subsidiando o sistema de planejamento na orientação de iniciativas de investimentos governamentais e da sociedade, em conformidade com as potencialidades e limitações da base de recursos naturais (SOUZA et al., 2011).

Concretiza-se, de tal modo, como um instrumento de configuração territorial de uma política de desenvolvimento, requerendo a identificação e avaliação dos sistemas ambientais e o conhecimento de suas vocações naturais, tendo em vista sua capacidade de uso.

Conclui-se assim, que o ordenamento territorial é uma proposta de planejamento espacial, afirmação referendada por Frade (1999), possibilitando a concepção de um modelo que permita o desenvolvimento econômico atrelado à melhora da qualidade de vida da população e a proteção do meio ambiente.

Não obstante, vale destacar que embora, normalmente, se apresente de forma espontânea na ocupação e uso da terra, o ordenamento territorial, como ação própria, dá-se em função de medidas estabelecidas pelas esferas do poder constituído que, por sua vez, se baseiam, ou não, nos pareceres de seus organismos de planejamento (VILAS BOAS, 2001).

Para Reigado (2000), pode-se admitir que quase tudo o que hoje se distribui pelo território é resultado de decisões planejadas, ainda que muitas vezes de forma não assumida.

As escolhas de localização visam sempre algum objetivo, seja ele de maximização dos lucros dos produtores ou das utilidades dos consumidores, da otimização da utilização dos recursos naturais e humanos, de estratégias militares ou de prazeres individuais.

Fischer (2008) complementa afirmando que o planejador não é o tomador de decisão, cabendo esta aos políticos. O papel do planejador consiste, então, em demonstrar quais são ou podem ser as implicações espaciais das escolhas feitas pelos que decidem e propor os planos e os esquemas mais pertinentes em relação às suas escolhas. O autor enfatiza que isto já é muito, levando-se em conta as divergências de interesses e de objetivos dos atores envolvidos.

3.6. Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

Inicialmente comenta-se que o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) consiste em um estudo interdisciplinar, pelo que se subentende a participação de diversos especialistas com a validação das propostas por todos os segmentos da sociedade.

Assim, ao se abordar o ZEE como parte do objeto de uma pesquisa de doutorado pretende-se formular uma proposta de ordenamento territorial, fortemente embasada nas condições geoambientais e socioeconômicas do município de Caucaia.

Para Nobre (2008), os zoneamentos apresentam um objetivo comum: servir de instrumento de ordenação do território, auxiliando no planejamento. Conforme MMA (2006), o termo zoneamento denota o resultado técnico de uma descrição, análise e classificação em zonas, de um dado território, consoante critérios técnicos e decisões político-administrativas.

Alguns pontos julgados relevantes devem ser almejados na elaboração de um zoneamento, de acordo com Becker e Egler (1996) seriam:

a) Representar instrumento técnico de informações sobre o território, necessária para a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais;

b) Prover uma informação integrada de dados ambientais, sociais e econômicos, classificando o território de acordo com a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação;

c) Ser condicionante de planejamento e de gestão para o desenvolvimento em bases sustentáveis, colocando-se como instrumento corretivo e estimulador.

Em síntese, para atingir a conservação dos recursos naturais, voltada para o bem-estar das presentes e futuras gerações, o zoneamento propõe-se a ser utilizado como instrumento de ordenamento territorial.

Neste aspecto, o ZEE refere-se à uma ferramenta política e técnica de planejamento, cuja finalidade consiste em otimizar o uso do espaço e as políticas públicas no território (MMA, 2006; ROSS, 2006; SOUZA et al. 2009).

Quanto aos aspectos políticos há que considerar quatro pressupostos: Compreensão do Território; Sustentabilidade Ecológica e Econômica; Participação Democrática e Articulação Institucional. A Compreensão do Território incorpora o conceito em função de reformulações introduzidas no pensamento geográfico, envolvendo a concepção de poder conforme critério político. A Sustentabilidade consiste em requisito fundamental do ZEE, na medida em que procura identificar as potencialidades e limitações ambientais e socioeconômicas, levando em consideração a satisfação das necessidades e demandas sociais, a eficiência econômica com a maximização dos benefícios derivados do uso dos recursos naturais para toda a sociedade, e a manutenção da estrutura e das funções dos sistemas ambientais, garantindo sua conservação para a atual e futuras gerações.

Merico (1996) cita que a sustentabilidade se refere a tornar as coisas permanentemente disponíveis ou duráveis. De acordo com esse conceito, o desenvolvimento sustentável permitiria a conservação da estrutura de funcionamento de todo o processo produtivo, a partir do uso racional dos recursos naturais, garantindo a possibilidade de o meio ambiente continuar desempenhando sua função complementar no sistema econômico.

A sustentabilidade visa desenvolver a sociedade e proteger os recursos naturais, de acordo com suas potencialidades ambientais, econômicas e sociais (MMA, 2006).

Vale destacar que o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), como um zoneamento ambiental, é um instrumento para a racionalização da ocupação do território e o redirecionamento de atividades. Ele deve servir de subsídio a estratégias e ações para a elaboração e execução de planos regionais em busca do desenvolvimento sustentável.

A Participação Democrática deve representar uma forma de redistribuição do poder entre a esfera pública e privada, incluindo a ampliação de parcerias entre os diversos níveis da administração pública e a sociedade civil organizada.

A Articulação Institucional requer a consolidação de arranjos, avaliando-se o modo como os órgãos e instituições possam estar envolvidos na implementação de um ZEE (MMA, 2006).

Em relação aos aspectos técnicos, os quais são abordados nesta pesquisa, são considerados: Abordagem Sistêmica; Sistema de Informação Geográfica e Elaboração de Cenários.

A abordagem sistêmica, no entendimento de Miller (1965), analisa o sistema como o conjunto de unidades que têm relações entre si. O conjunto significa que as unidades possuem propriedades comuns, sendo que o estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das demais unidades. Acrescente-se que os sistemas não atuam de modo isolado, mas funcionam dentro de um ambiente e fazem parte de um conjunto maior (MMA, op. cit.).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) deve contemplar os diferentes módulos de coleta, armazenamento, consulta, análise e publicação de dados sobre o território em estudo, concentrando informações e descentralizando o seu acesso.

A elaboração de cenários visa estabelecer prospecções. Segundo o MMA (2006), na sua totalidade os cenários simulam situações, vislumbram soluções e orientam a escolha de possíveis alternativas.

Desse modo, o ZEE deve ser visto como um instrumento cuja finalidade é auxiliar a formulação de políticas e estratégias de desenvolvimento a serem implementadas em um determinado território.

O mesmo prevê quatro produtos principais: Mapa de vulnerabilidade ambiental; Mapa de Vulnerabilidade Social; Mapa de Áreas Legais Protegidas e Carta Síntese de Gestão do Território, conforme delineado na Figura 3.

Figura 3: Esquema metodológico de execução do ZEE. Adaptado de MMA (2006).

O estudo do meio físico é resultante da coleta e interpretação de dados relacionados à geologia, geomorfologia, clima, solos e vegetação. Através da abordagem sistêmica, devem ser integradas o conjunto de variáveis ambientais para a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental, indicando-se os locais de vulnerabilidade alta, média ou baixa, adequando às intervenções humanas à capacidade de suporte ambiental da área.

Por sua vez, a análise do meio socioeconômico consiste em entender a dinâmica da ocupação territorial e o uso dos recursos naturais, considerando a forma como a ação dos agentes sociais se manifesta no território, perpassada pelos diagnósticos demográficos, econômicos e de vulnerabilidade social da população, identificando-se desigualdades sócio-territoriais.

Finalmente, o estudo dos aspectos legais (Base Jurídico-Institucional) corresponde à identificação e mapeamento dos locais protegidos pela legislação, tais como unidades de conservação e as áreas de preservação permanente, avaliando o uso e ocupação da terra praticados nestes lugares.

Por meio do diagnóstico dos três cenários, tem-se a caracterização da situação atual do território de estudo. A partir deste ponto, inicia-se a fase de prognóstico, composta pela definição de unidades de intervenção e de cenários, bem como a delimitação das zonas e proposição das diretrizes gerais e específicas, gerando a carta Síntese de Gestão do Território (MMA, 2006).

3.7. Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas (SIG)

O Geoprocessamento corresponde a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de geografia, cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional (CÂMARA et al., 2001).

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) ou seu equivalente em inglês, *Geographic Information System* (GIS), é utilizado para descrever sistemas computacionais que utilizam dados que contenham referencias geográficas, correspondendo a ferramenta computacional para o geoprocessamento.

Um SIG é constituído por um conjunto de "ferramentas" especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, pH, custo, incidência de pragas, etc.) e das relações topológicas existentes (BURROUGH, 1987).

Portanto, conforme Medeiros et al. (2013), um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio físico e socioeconômico, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real.

O desenvolvimento de SIG’s tem base em inovações que ocorreram em disciplinas distintas, tais como: Geografia, Cartografia, Sensoriamento Remoto, Topografia, Geodésia, Engenharia Civil, Estatística, Ciência da Computação e muitos outros ramos das ciências sociais, naturais e engenharias, com a contribuição de todas as citadas disciplinas (SILVA, 1999).

Nesse contexto, surgem diversas definições de SIG's. No leque dos conceitos formulados, são colocados diferentes aspectos. Alguns deixam de citar o verdadeiro poder do SIG, sua habilidade em informar e ajudar na tomada de decisão, mas em geral todos incluem as características essenciais de referência geográfica. A seguir citam-se algumas definições de SIG:

Dueker (1979): Um caso especial de sistemas de informações, no qual o banco de dados consiste em informações sobre características distribuídas espacialmente, atividades ou eventos, os quais são definidos no espaço como pontos, linhas ou áreas. Os SIG's manipulam os dados acerca destes pontos, linhas e áreas para estabelecer perguntas e fazer análises.

Goodchild (1991): É um banco de dados contendo uma discreta representação da realidade geográfica na forma estática de objetos geométricos, em duas dimensões, com seus atributos associados, com uma funcionalidade limitada para criar novos objetos, computar as relações entre objetos, ou para simples interrogações e descrições sumárias.

Câmara (1995) define SIG's como um sistema cuja principal característica é integrar informações provenientes de dados cartográficos, dados tabulares, imagens de satélite, entre outros; combinando as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados, consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.

Silva (1999): Os SIG's necessitam usar o meio digital, portanto o uso intensivo de informática é imprescindível; deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar georreferenciados com controle de erro; devem conter funções de análise destes dados que variem de álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação e divisão) até álgebra não cumulativa (operações lógicas).

Quanto à estrutura dos dados de um SIG, duas abordagens são amplamente utilizadas na estruturação dos componentes espaciais associados às informações geográficas: a estrutura matricial e a estrutura vetorial (CÂMARA et al., 1996).

Em um modelo matricial os objetos cartográficos são representados através da atribuição de valores às células de uma matriz. Cada uma dessas células é denominada pixel e pode conter um valor representativo do objeto em questão, tal como o valor de altitude do terreno. Em um modelo vetorial os objetos cartográficos são modelados por uma série de coordenadas cartesianas (x,y), usando a representação do tipo ponto, linha ou polígono.

A Figura 4 ilustra a diferença entre esses dois tipos de estruturas, a partir da sobreposição de uma imagem vetorial sobre uma imagem matricial. Na estrutura matricial, a área em questão é dividida em uma grade regular de células de formato, normalmente, retangular.

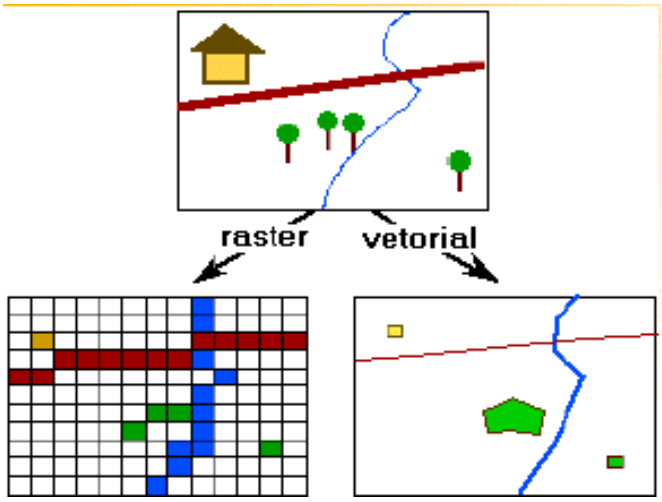


Figura 4: Exemplo de Representação Matricial e Vetorial.
Fonte: Adaptado de Lisboa Filho (2001).

Uma área geográfica pode ser representada através de diversos temas, sendo que as células de um tema armazenam os valores associados a uma única variável. A posição da célula é definida pela linha e pela coluna onde conforme a localização na grade, onde cada célula armazena um valor que corresponde ao tipo de entidade que é encontrada naquela posição.

Na estrutura vetorial, cada fenômeno geográfico é modelado, no banco de dados, por um objeto com identificação própria e representação espacial do tipo ponto, linha ou polígono. Objetos vetoriais não preenchem todo o espaço, ou seja, nem todas as posições da área de estudo necessitam estar referenciadas na base de dados. A posição de cada objeto é definida por sua localização no espaço, de acordo com um sistema de coordenadas.

Ressalta-se que a escolha entre um ou outro modelo a ser utilizado em uma aplicação depende de vários fatores, destacando-se: natureza do estudo, recursos computacionais disponíveis e disponibilidade de bases cartográficas digitais (SILVA, 1999).

Em relação à estrutura interna de um SIG, de acordo com a Figura 5, numa visão abrangente, pode-se indicar que o mesmo tem os seguintes componentes: Interface com usuário; Entrada e integração de dados; Análise espacial e Funções de consulta; Visualização e plotagem; Banco de dados geográficos para armazenamento e recuperação de dados.

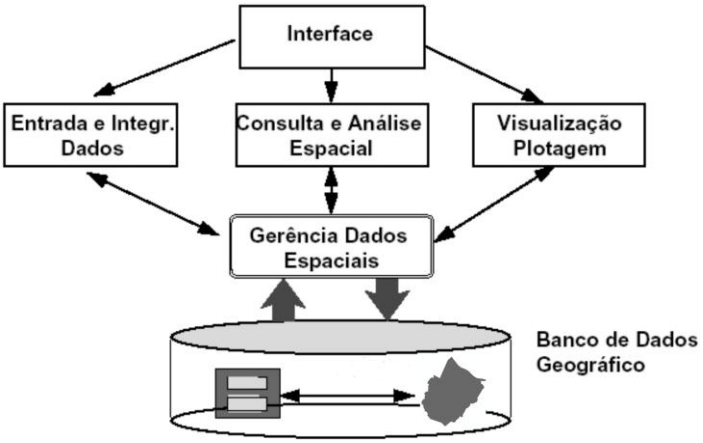


Figura 5: Estrutura geral de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Fonte: Adaptado de Câmara et al. (1996).

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, devem-se ter mecanismos de processamento de dados (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do SIG, um sistema de gerência de banco de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos (CÂMARA et al., 1996).

Neste viés de análise, conforme Lang & Blaschke (2009), o SIG fornece importantes contribuições no apoio à atividade de planejamento e ordenamento territorial, tornando-se o suporte do SIG cada vez mais complexos diante dos avanços tecnológicos, tendo em vista que essa ferramenta permite a otimização das informações por meio de consultas espaciais e tabulares de modo integrado.

Dessa forma, todos os conceitos abordados neste estudo, quando tratados sob o ponto de vista dos seus inter-relacionamentos, permitem uma visão integrada e constituem fontes de informações fundamentais para o ordenamento territorial, pois a necessidade de percepção do conjunto é um requisito essencial na análise geoambiental e socioeconômica e na concepção do território com foco no zoneamento.

4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados os materiais empregados para o desenvolvimento da pesquisa, bem como a metodologia utilizada, no intuito de estudar as condições geoambientais e socioeconômicas do município de Caucaia.

Os procedimentos metodológicos do trabalho estão subdivididos em etapas e são sintetizados no fluxograma abaixo (Figura 6), sendo detalhados nos tópicos seguintes. Ressalta-se que também foram feitos comentários acerca de metodologias mais específicas durante a exposição de cada capítulo.

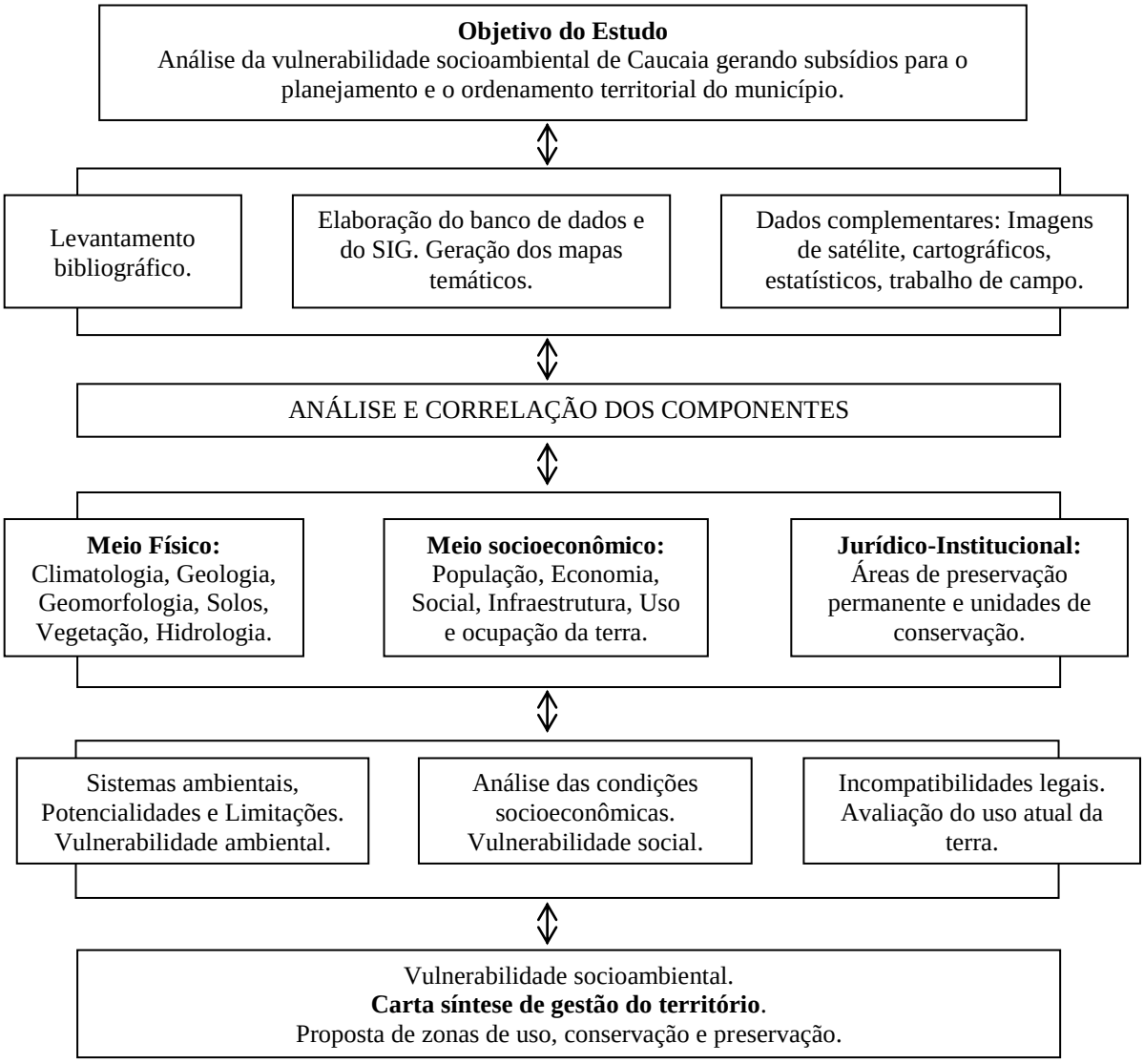


Figura 6: Fluxograma apresentando as etapas metodológicas utilizadas e os resultados gerados durante o desenvolvimento da pesquisa. Adaptado de MMA (2006), Souza (2000).

4.1 - Levantamento de dados

Esta etapa consistiu na pesquisa de material bibliográfico, dados secundários, mapas temáticos e cartográficos, fotos aéreas e imagens de satélite. Salienta-se que consultas exaustivas ao material bibliográfico foram realizadas de maneira contínua durante o decorrer do trabalho com a finalidade de se obter um conhecimento prévio a cerca da região em estudo.

Inicialmente foram feitos levantamentos sobre dados concernentes ao meio físico do município relacionados ao clima, geologia, geomorfologia, solos, vegetação, hidrografia, hidrogeologia, uso e cobertura da terra, assim como dados referentes ao meio socioeconômico ligados a população, educação, renda, energia elétrica, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo e condições de moradia.

Esses dados foram pesquisados junto aos seguintes órgãos: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH; Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME; Federação das Indústrias do Ceará - FIEC; Bibliotecas da UECE e UFC; bem como as Secretarias Municipais de Planejamento Urbano e Ambiental; Desenvolvimento Social; Turismo, esporte, cultura e juventude; Infraestrutura; Educação e Secretaria municipal de Saúde.

Foram também realizadas pesquisas em *sites* na internet, publicações em periódicos e livros com o intuito de adquirir os conhecimentos necessários para a execução das etapas que envolveram técnicas de geoprocessamento.

O material cartográfico utilizado foi:

- Carta Topográfica Folha SA-24-Z-C-IV-Fortaleza; escala 1:100.000, Projeção UTM, Zona 24 Sul, Datum Córrego Alegre, em meio digital, cobertura aérea em 1969, etapas de campo em 1970; elaborada em parceria entre a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e o Departamento de Engenharia e Comunicações do Exército;

- Mapa Municipal Estatístico contendo a descrição do limite do município de Caucaia, escala 1:100.000, Projeção UTM, Zona 24 Sul, Datum SAD 1969, em meio digital (*.pdf), elaborado pelo IBGE para o Censo Demográfico 2010;

- Esboço do Mapa Geológico, de Solos e de Vegetação em meio digital no formato Coreldraw (*.cdr), constante do plano diretor do município (PDDU, 2001);

- Esboço do Mapa com as Áreas de Preservação Ambiental, em meio digital no formato Coreldraw (*.cdr), oriundo do plano diretor do município;

- Esboço do Mapa com as Áreas de Potencial Econômico e Localização dos Distritos Industriais, em meio digital no formato Coreldraw (*.cdr), constante do plano diretor do município;

- Limite dos setores censitários (formato *shapefile*) do município de Caucaia na Projeção UTM, Zona 24 Sul, Datum SAD 1969, obtido por meio de *download* do site do IBGE;

- Mapas Geológico, de Sistemas Ambientais e Fitogeográfico do Estado do Ceará, na escala 1:1.000.000, disponibilizados no formato *shapefile* (*.SHP) pela FUNCEME, servindo de subsídio para o mapeamento temático;

- Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, na escala 1:150.000, em meio digital (BRANDÃO, 1995);

- Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, na escala 1:100.000, em meio analógico (DNPM, 1998);

- Mapa de Solos do Estado do Ceará, na escala de 1:800.000, em meio digital, da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA;

- Mapa de Sistemas Ambientais da Região Metropolitana de Fortaleza, oriundo do Diagnóstico e macrozoneamento ambiental do Estado do Ceará, na escala 1:100.000, em meio digital (CEARÁ, 1998);

- Imagem do satélite Landsat 8, com resolução espacial de 15 metros, datada do ano de 2013, tendo como fonte o USGS;

- Base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol, na escala 1:20.000, contendo ortofotos (*.TIF) e dados vetoriais plani-altimétricos no formato Autocad (*.dwg) referente aos MI 684-B, 684-C, 684-F, 684-G, 684-H, 684-I, 684-J, 684-K, 684-L, 684-M, 684-N, 684-P, 684-Q, 684-R, 684-S, 684-T, 684-V, 684-W e 684-X, tendo como fonte o IPECE (2008).

Vale comentar que a base cartográfica dos municípios do Pólo Ceará Costa do Sol foi o principal material cartográfico utilizado nesta pesquisa, sendo a mesma gerada através de aerofotogrametria, criando-se ortofotocartas na escala de 1:20.000 para a área total do município de Caucaia e na escala de 1:2.000 para a sede municipal, zona litorânea e os distritos de Sítios Novos, Catuana e Mirambé.

A aerofotogrametria digital tem sido largamente empregada em mapeamentos cartográficos para diversas finalidades, servindo de insumo para a elaboração de estudos e projetos no intuito de ter-se um maior conhecimento do espaço geográfico através da análise das ortofotocartas (MEDEIROS et al., 2012).

Os produtos de sensoriamento remoto utilizados correspondem a uma imagem orbital do satélite Landsat 8 (Figura 7), assim como o conjunto de 19 ortofotos, com resolução espacial de 2 metros, referentes ao projeto da base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol do ano de 2007, sendo as ortofotos mosaicadas para gerar um mosaico único que recobrisse de forma integrada todo o território de Caucaia (Figura 8).

O uso da imagem Landsat 8 nesta pesquisa foi importante devido esta ser recente, datada do mês de Julho de 2013, permitindo assim um mapeamento atual do uso e da cobertura da terra do município. Estas imagens possuem resolução espacial de 15 metros, após fusão com a banda pancromática, estando originalmente na projeção UTM, Datum WGS 84.

Figura 7: Visão de parte da imagem de satélite Landsat 8, RGB654, do município de Caucaia, ano de 2013.

Figura 8: Visão de parte do mosaico de ortofotos, RGB321, do município de Caucaia, ano de 2007.

O Quadro 2 apresenta algumas características da imagem de satélite Landsat 8, tais como: número de banda, intervalo de comprimento de onda, região do espectro e resolução espacial.

Quadro 2: Características espectrais e espaciais do Sensor Orbital Landsat 8.

Satélite	Número de Banda e Região do Espectro	Intervalo de Comprimento de Onda (μm)	Resolução Espacial (m X m)
Landsat 8 Operacional Terra Imager (OLI)	Band 1 - Coastal aerosol	0,43 - 0,45	30
	Band 2 - Blue	0,45 - 0,51	30
	Band 3 - Green	0,53 - 0,59	30
	Band 4 - Red	0,64 - 0,67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0,85 - 0,88	30
	Band 6 - SWIR 1	1,57 - 1,65	30
	Band 7 - SWIR 2	2,11 - 2,29	30
	Band 8 - Panchromatic	0,50 - 0,68	15
	Band 9 - Cirrus	1,36 - 1,38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10,60 - 11,19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11,50 - 12,51	100

Fonte: Adaptado de USGS, 2013.

4.2 - Georreferenciamento do Material Cartográfico

Inicialmente digitalizou-se o material cartográfico em meio analógico através de um scanner tamanho A0, utilizando uma resolução de 300 dpi, resultando em arquivos no formato *.TIF. Os materiais cartográficos em meio digital que possuíam formato de arquivo *.JPG, *.CDR ou *.PDF foram transformados em arquivos no formato *.TIF. Em seguida esses arquivos no formato *.TIF foram georreferenciados no programa Envi 4.5®, preservando a projeção, sistema de coordenadas e datum informados nos mapas.

Dado que os mapas georreferenciados, assim como as ortofotos e imagens de satélite possuíam diferentes sistemas de projeção e datuns, utilizou-se novamente o programa Envi 4.5® para converter os mapas para um único sistema de projeção e datum. O sistema de projeção e coordenadas adotado foi o UTM, Zona 24 Sul, datum SAD 1969, servindo de referência geométrica as ortofotos do Pólo Ceará Costa do Sol na escala 1:20.000, sendo este o material cartográfico mais preciso utilizado neste trabalho.

Ressalta-se que a precisão geométrica planimétrica e altimétrica alcançada pelas ortofotos atendeu ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) na classe A, estabelecido pelo Decreto Federal nº. 89.817 de 20 de Junho de 1984, tendo um erro-padrão de 5,58 metros na planimetria e 1,59 metros na altimetria para a escala 1:20.000 (MEDEIROS et al., 2012).

Dessa forma, procedeu-se ao registro das imagens (*.TIF) tendo como apoio o mosaico de ortofotos, identificando-se pontos de controle nestas imagens e nos mapas temáticos em formato *raster*, de forma a se obter um erro inferior a 1 pixel no processo de interpolação, onde foi usado o polinômio de 2º grau.

Conforme Silva (1999), o datum corresponde a um ponto ou um plano de referência para os levantamentos verticais e horizontais, os quais estabelecem as posições de feições sobre a terra.

Segundo o citado autor, o Datum SAD 1969 (South American Datum 1969) foi adotado no Brasil pelo departamento de Geodésia do IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a partir do ano de 1979, estando atualmente em transição para o datum SIRGAS 2000. O sistema de projeção UTM foi escolhido devido este manter as relações de distâncias constantes em qualquer parte do mapa, não apresentar números negativos, possuir coordenadas cartesianas com valores que aumentam da esquerda para a direita e de baixo para cima, assim como as coordenadas serem baseadas em números decimais e adotarem o sistema métrico.

Por fim, cita-se que os dados vetoriais em formato *.DWG oriundos da base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol foram convertidos no programa ArcGIS 9.3® para o formato *shapefile* (*.SHP), permitindo a geração do SIG.

4.3 - Processamento Digital de Imagens

O Processamento Digital de Imagens (PDI) é uma ferramenta fundamental em geoprocessamento, pois a partir da mesma é possível extrair informações das imagens obtidas por sensoriamento remoto, contribuindo no processo de criação de mapas temáticos e agregando dados ao SIG.

Uma imagem pode ser definida como uma função bidimensional de intensidade de luz refletida num determinado produto digital na forma de $I_{x,y}$ onde I representa a intensidade da imagem nas coordenadas x,y. O valor da intensidade é inteiro, não negativo e finito. O satélite capta a energia refletida pelo objeto transformando a informação em códigos binários, sendo que a partir destes códigos é gerada a imagem (NOVO, 1992).

Cita-se que uma imagem é subdividida em pixels, os quais são uma área mínima na superfície imageada pelo sensor com localização espacial definida, para a qual foram registrados os valores digitais referentes à intensidade de energia refletida em diferentes faixas do espectro eletromagnético.

Neste contexto, o processamento digital de imagens é usado para melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista humano e para fornecer outros subsídios para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos (INPE, 2003).

Desse modo, as imagens orbitais e aéreas foram tratadas digitalmente por meio do programa Envi 4.5®, licenciado para o IPECE, melhorando-se a qualidade visual para a extração de informações utilizando técnicas de realce por contraste, métodos de índices, composições coloridas em RGB e classificações supervisionadas.

A imagem de satélite original pode conter um contraste espectral de baixa qualidade, desta forma, o realce de imagem consiste no conjunto de procedimentos aplicado para melhorar a qualidade visual das mesmas (DANTAS et al., 2013).

Assim, a manipulação do contraste consiste em uma transferência radiométrica em cada pixel, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem, realizando a operação pixel a pixel, independentemente da vizinhança dos mesmos.

A composição colorida em RGB é uma das maneiras mais tradicionais de se integrar bandas espectrais, consistindo na combinação de três bandas no sistema de cores primárias aditivas (*Red* - *Green* - *Blue*). A Figura 9, por exemplo, exibe parte da imagem Landsat 8, área do município de Caucaia, com as composições RGB543, RGB654 e RGB432 com realce linear Gaussiano.

Conforme Grigio (2003), podem-se obter variações nas respostas espectrais dos diversos materiais presentes na superfície em estudo, sendo as mesmas evidenciadas por diferenças e contraste entre suas cores e suas composições coloridas.

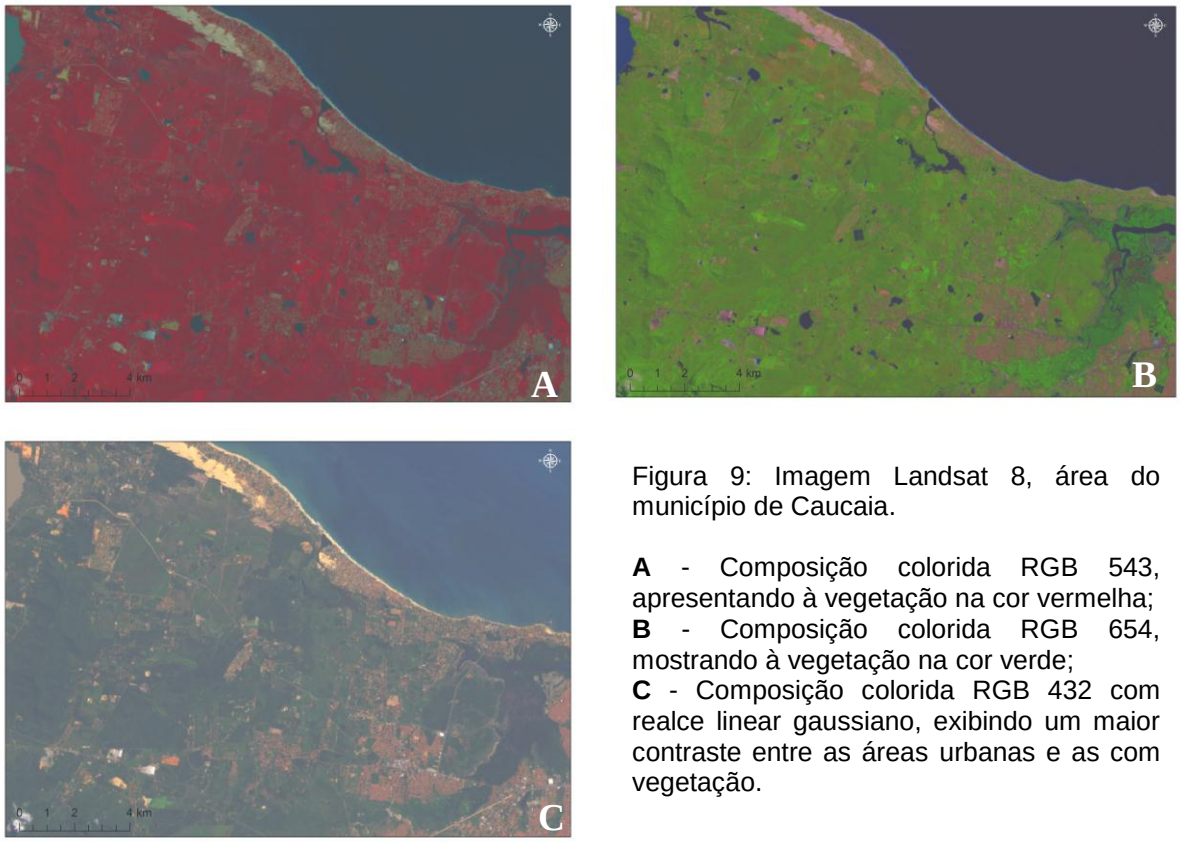


Figura 9: Imagem Landsat 8, área do município de Caucaia.

A - Composição colorida RGB 543, apresentando à vegetação na cor vermelha;
B - Composição colorida RGB 654, mostrando à vegetação na cor verde;
C - Composição colorida RGB 432 com realce linear gaussiano, exibindo um maior contraste entre as áreas urbanas e as com vegetação.

Também com o propósito de extrair informações, no intuito de elaborar o mapa de uso e cobertura da terra do município de Caucaia, foram aplicadas classificações supervisionadas, pelo método de máxima verossimilhança, na imagem Landsat 8.

As técnicas de classificação supervisionada baseiam-se em uma amostra representativa de cada classe identificada, extraídas das imagens. Estas amostras são informações a respeito do comportamento espectral médio das classes e podem ser denominadas como "pixels de treinamento" do sistema.

Tais pixels de treinamento são, portanto, exemplos que o sistema de classificação toma como referência para decidir a qual classe cada pixel da imagem deve ser designado, com base em parâmetros estatísticos (média e desvio-padrão).

De acordo com Novo (1992), a seleção das amostras de treinamento é essencial para que o processo classificatório seja bem sucedido, sendo também importante que as amostras sejam bastante homogêneas.

Conforme a autora, o método estatístico de máxima verossimilhança pressupõe que os níveis de reflectância de cada classe sigam uma distribuição normal multivariada. Este classificador avalia as probabilidades que um determinado pixel tem de pertencer às classes identificadas previamente e o designa àquela cuja probabilidade seja maior.

Ressalta-se que quando são utilizadas técnicas estatísticas de classificação, as amostras (área urbanizada, dunas móveis, agropecuária, entre outras) de treinamento devem ser grandes o suficiente para que possa ser feita a estimativa das características espectrais da classe de interesse.

A partir de então, no processo de classificação, todos os pixels, pertencentes ou não às amostras de treinamento deverão ser designados à classe para a qual a "probabilidade" de pertencerem é maior.

Vale destacar que a definição das classes ou amostras de treinamento foi realizada a partir de observações preliminares feitas em campo, como também de feições identificáveis nas próprias imagens, usando o manual de uso e cobertura da terra (IBGE, 2013) para acepção das nomenclaturas.

A Figura 10 mostra a classificação supervisionada realizada sobre a imagem Landsat 8 utilizando o método de Máxima Verossimilhança com probabilidade de aceitação de 0,5. Referida probabilidade varia em um intervalo de 0 a 1. Por exemplo, assumindo um valor igual a 0,5 significa que os pixels da imagem que não alcançarem uma probabilidade mínima de 50% para uma das amostras de treinamento (Figura 11) serão associados ao grupo de pixels não classificados.

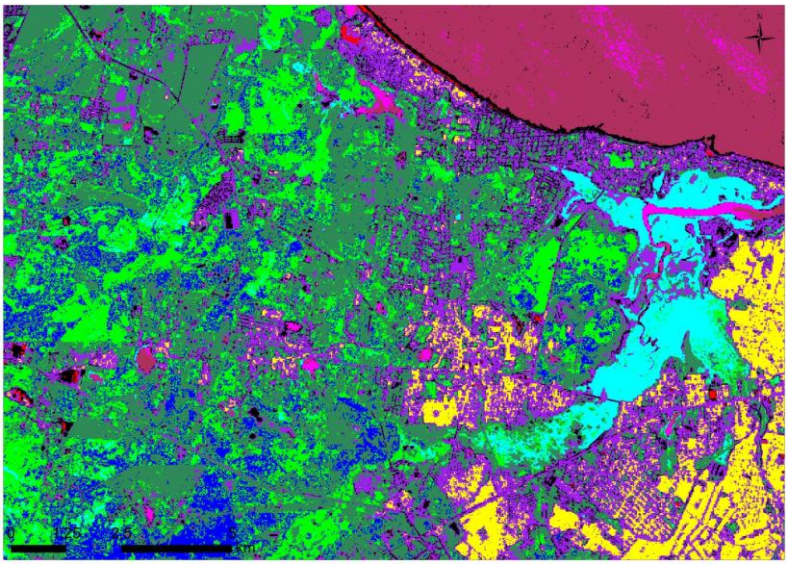


Figura 10: Classificação utilizando o método de Máxima Verossimilhança, (limiar de aceitação igual a 0,5) de Parte da Imagem Landsat 8.

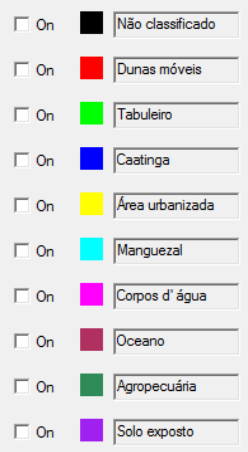


Figura 11: Amostras de treinamento utilizadas na classificação supervisionada apresentada na Figura 10.

Destaca-se que a classificação gerada não foi suficiente para elaborar o mapa de uso e cobertura da terra, devido ao fato de diferentes classes terem assinaturas espectrais semelhantes (área urbanizada e solo exposto, por exemplo), porém, a mesma ajudou consideravelmente na diferenciação das unidades de vegetação e na organização inicial do referido mapa.

Dessa forma, a restituição dos limites das unidades de uso e cobertura da terra foi realizada pelo método de digitalização direta em tela por meio de estruturas vetoriais zonais usando o programa ArcGIS 9.3®, possibilitando, assim, a mensuração das unidades mapeadas a partir da interpretação das feições presentes na imagem Landsat 8. Salienta-se que em função de sua resolução espacial de 2 metros, também se utilizou na definição dos limites das unidades as ortofotos do projeto do Pólo Ceará Costa do Sol, bem como incursões de campo, seguindo as etapas do processo de levantamento da cobertura e uso da terra propostos por IBGE (2013).

4.4 - Etapas de Campo

O primeiro trabalho de campo consistiu na atividade de reconhecimento da área de estudo, sendo a mesma empreendida no mês de Junho de 2012. Uma segunda visita foi realizada no mês de Janeiro de 2013, onde foram feitos levantamentos de campo para a identificação, descrição e documentação de aspectos geoambientais e socioeconômicos do município.

Nesta etapa foram realizadas a coleta de fotografias e coordenadas UTM de pontos registrados por meio de GPS (Modelo Garmin E-TREX), no intuito de auxiliar no processo de interpretação das imagens, procurando identificar feições não compreendidas nas ortofotos, como, por exemplo, diferenças entre tipos de vegetação, delimitação dos sistemas ambientais, entre outras feições.

As referidas coordenadas foram posteriormente inseridas no programa TrackMaker 13.8® e exportadas no formato *shapefile* (*.shp) para o programa ArcGIS 9.3®, sendo sobrepostas as ortofotos e imagens de satélite, auxiliando consideravelmente na geração dos mapas temáticos.

Uma terceira etapa de campo ocorreu no mês de Maio de 2013, a qual teve como objetivo principal gerar subsídios para o fechamento do mapa de sistemas ambientais de Caucaia. A quarta visita foi realizada no mês de Março de 2014, buscando catalogar problemas e impactos nas áreas ambiental e social ocorridos no município, agregando informações para o término do mapa de uso e cobertura da terra e a elaboração do mapa de vulnerabilidade socioambiental.

4.5 - Alimentação de Dados em SIG e Geração de Mapas Temáticos

A alimentação dos dados em ambiente SIG iniciou-se após a conversão do material cartográfico e das imagens (de satélite e ortofotos) para o sistema de projeção UTM, zona 24 Sul, datum SAD 1969, conforme descrito na seção 4.2.

Esses dados foram inseridos no programa ArcGIS 9.3®, começando o processo de vetorização via-tela (*heads-up digitinzing*) no intuito de se obter uma base vetorial digital de dados, gerando, por exemplo, os mapas de sistemas ambientais, bacias hidrográficas, associação de solos, uso e cobertura da terra, entre outros.

O ArcGIS 9.3® apresenta ferramentas para que sejam analisados dados georreferenciados de vários formatos sendo que, neste trabalho, foram integrados dados cartográficos, dados tabulares (formato de planilhas Excel®) e imagens. Destaca-se que foi utilizada a licença ESRI oriunda da Gerência de Estatística, Geografia e Informação - GEGIN/IPECE.

Referido programa liga uma determinada feição (pontos, linhas ou polígonos) a atributos (dados tabulares) contidos no banco de dados e, com base nesses atributos, é feita a classificação das feições. A classificação pode ser feita por preenchimento com cores, hachuras ou símbolos. A geometria utilizada neste trabalho foi:

→ Polígonos para a representação das unidades de solos, geologia, lagoas, setores censitários, área urbana, vegetação, entre outras feições;

→ Linhas para estradas, rios, curvas de nível, ferrovia, entre outras feições;

→ Pontos para representar a localização de povoados, equipamentos públicos, ocorrências minerais, pontos cotados, entre outras feições.

Como mencionado anteriormente, dentro do ambiente do programa ArcGIS 9.3® foram compilados e vetorizados os dados cartográficos, sendo criados temas no formato *shapefile* (*.shp), os quais constituem os mapas temáticos gerados nesta pesquisa.

Na elaboração dos mapas temáticos a principal base utilizada foram as ortofotos, que analisadas em conjunto com os dados temáticos citados na seção 3.1 e com trabalho de campo, permitiram a confecção de mapas relacionados à geologia, geomorfologia, bacias hidrográficas, associação de solos, entre outros, contribuindo de maneira expressiva para definir e avaliar os sistemas ambientais existentes no município no intuito de gerar subsídios para o ordenamento territorial, originando um esboço do zoneamento geoambiental.

Neste prisma, realizou-se um estudo quali-quantitativo no sentido de identificar e descrever os sistemas ambientais que compõem o município, se detendo, sobretudo, nas potencialidades, limitações e vulnerabilidade dos referidos sistemas. Nesse mesmo viés, trabalhou-se com os dados socioeconômicos de Caucaia em nível de setores censitários, mapeando-se aspectos vinculados à renda, educação e infraestrutura domiciliar da população.

Dessa forma, a análise do material cartográfico e dos produtos de sensoriamento remoto, além dos trabalhos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre, constituem os meios utilizados para o estudo das feições paisagísticas que compõem o território geográfico, representados cartograficamente na geração dos mapas temáticos.

4.6 - Sistemas Ambientais e Vulnerabilidade Ambiental

O estudo dos sistemas ambientais é sintetizado por meio de quadros sinópticos, os quais apresentam as características naturais dominantes, potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental.

Conforme Souza et al. (2009), as potencialidades são tratadas como atividades humanas possíveis de se praticar em cada sistema ambiental, dentro da concepção do desenvolvimento sustentável.

As limitações ao uso produtivo levam em consideração às restrições ligadas à legislação ambiental, a vulnerabilidade com base na ecodinâmica, as deficiências do potencial produtivo e o estado de conservação da natureza, avaliado em função dos impactos produzidos pelas intervenções antrópicas nos sistemas ambientais.

Essa proposta do quadro sinóptico é concebida pelo exame das variáveis ambientais e pelas relações mútuas entre elas. Nesse prisma, a concepção de paisagem torna-se fundamental para delimitar cada sistema, em função da exposição de padrões uniformes ou relativamente homogêneos.

Neste contexto, os sistemas ambientais são definidos a partir da avaliação integrada das variáveis do suporte (geologia, geomorfologia e hidrogeologia), do envoltório (clima e hidrologia de superfície) e da cobertura (solos e condições de biodiversidade), levando-se em consideração também as atividades humanas, as quais podem interferir no processo de morfogênese e pedogênese e consequentemente na dinâmica natural dos sistemas ambientais.

Para o mapeamento dos sistemas ambientais considerou-se a análise geomorfológica como elemento de importância fundamental. Segundo Souza et al. (2002), os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados e passíveis de uma delimitação mais rigorosa e precisa.

Deve-se reconhecer, além disso, que a compartimentação geomorfológica deriva de herança da evolução geoambiental. Como tal, cada compartimento tende a ter padrões de drenagem superficial, arranjos típicos de solos e características singulares quanto aos aspectos fitofisionômicos e, por consequência, os padrões de ocupação humana são também influenciados.

Nesta conjuntura, para a delimitação dos sistemas ambientais, as ortofotos foram avaliadas a partir da geração de chaves de interpretação utilizando os seguintes elementos: tonalidade (cor), textura (impressão de rugosidade), tamanho, forma, sombra, altura, localização, padrão (arranjo espacial dos objetos) e contexto (FLORENZANO, 2007).

Organizou-se esse mapa por meio da análise das ortofotos, trabalhos de campo e da avaliação do acervo cartográfico temático, oriundo de levantamentos sistemáticos dos recursos naturais anteriormente procedidos. Aqui vale mencionar, conforme Florenzano (2008), que os insumos de sensoriamento remoto têm a característica de destacar o relevo da superfície terrestre, sendo bastante utilizados em estudos e mapeamentos de sistemas ambientais.

Na elaboração do mapa de sistemas ambientais deu-se ênfase na legenda para a descrição das características naturais dominantes, servindo de base para indicar as condições potenciais ou limitativas, contribuindo com o planejamento e o ordenamento do território.

Dessa forma, a escala adotada (1:50.000) para geração do mencionado mapa foi determinada como a mais indicada para dar respaldo à análise desejada, em virtude da representação dos detalhes mapeados nos sistemas ambientais, permitindo o planejamento almejando a otimização do uso dos recursos naturais, minimizando os impactos e maximizando as potencialidades.

Conforme o MMA (2006), o planejamento territorial em nível municipal deve gerar mapas entre as escalas 1:100.000 e 1:50.000, consentindo um maior detalhamento das informações e atingindo maior compreensão dos sistemas ambientais.

Visando avaliar a vulnerabilidade dos sistemas ambientais, recorreu-se à análise ecodinâmica com base em critérios de Tricart (1977), os quais foram adaptados por Souza (2000) para a região semiárida do nordeste brasileiro, onde se encontra inserida a maior parte do município de Caucaia. Assim, foram definidas três categorias, representadas pelas classes de vulnerabilidade Alta, Média e Baixa, descritas a seguir:

Vulnerabilidade alta: Correspondem aos sistemas ambientais com ecodinâmica instável e fortemente instável. A definição dessas áreas considera a capacidade de suporte dos sistemas ambientais associada aos processos inadequados de uso e ocupação da terra e as limitações impostas pela legislação ambiental.

Vulnerabilidade média: Consistem nos sistemas ambientais com ecodinâmica de ambientes de transição, onde há frágil equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese. Esses ambientes podem ser influenciados pelas atividades socioeconômicas e por isso requerem critérios específicos de uso e ocupação da terra para que o equilíbrio ambiental não seja alterado.

Vulnerabilidade baixa: São representadas pelos ambientes em equilíbrio, onde a estabilidade morfogenética prevalece. Essas áreas não apresentam maiores problemas ambientais para o desenvolvimento de atividades humanas, desde que estabelecidos normas e critérios de saneamento ambiental, manutenção da infiltração do solo, não favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos.

Com o enquadramento dos sistemas em determinada categoria de meio ecodinâmico, viabiliza-se a possibilidade de destacar o grau de vulnerabilidade do ambiente e sua sustentabilidade futura, tendencial e desejada, gerando subsídios para o ordenamento territorial.

Destaca-se que a organização do mapeamento foi feita com base na utilização de imagens de sensoriamento remoto, em produtos cartográficos básicos e temáticos disponíveis, assim como em trabalhos de campo.

4.7 - Dados Socioeconômicos e Vulnerabilidade Social

Em relação aos dados sociais e econômicos pesquisados, a principal fonte utilizada foi o censo demográfico do IBGE referente ao ano de 2010. A base territorial empregada para o estudo da vulnerabilidade social (IVS) foi em nível distrital e por setores censitários.

É importante destacar que nesse trabalho de tese gerou-se o IVS concernente ao ano de 2010. Não obstante, devido ao SIG elaborado nesta pesquisa pode-se empreender esta mesma avaliação posteriormente com os dados previstos para o censo demográfico de 2020, possibilitando-se efetivar-se uma análise temporal.

Menciona-se que os dados relativos ao censo possuem formato compatível com o programa Microsoft Excel®, contendo a síntese dos dados por setores censitários e distritos, obtidos por meio de download do sítio oficial do IBGE (www.ibge.gov.br).

Essa informação foi imprescindível para o trabalho ora em questão, tendo em vista que todos os dados foram agregados à representação cartográfica do setor censitário, possibilitando a geração de mapas temáticos.

Cabe citar que o programa ArcGIS 9.3® permite a ligação de uma determinada feição, por exemplo polígonos representando os limites de setores censitários, a atributos (dados) contidos na base de dados, consentindo a classificação das feições por classes ou intervalos numéricos. Esta classificação possibilitou a elaboração de mapas temáticos dos indicadores estudados, utilizando o método de quebras naturais.

Segundo Medeiros et al. (2005), este método é baseado na variabilidade dos dados, minimizando a soma da variância dentro de cada uma das classes e maximizando entre elas, tendo como consequência a homogeneidade interna dentro das mesmas e a formação de agrupamentos e padrões inerentes aos dados.

Dessa forma, a base de dados foi inserida no programa ArcGIS 9.3®, como mostra, por exemplo, a Figura 12, permitindo a elaboração dos mapas temáticos dos indicadores em nível de distritos e setores censitários, possibilitando a análise das condições socioeconômicas da população conforme estas áreas geográficas.

Attributes of Clusters

Nome do distrito	Código do distrito	Nome do bairro	% de moradores em domicílios próprios	% de moradores em domicílios ligados água	% de moradores em domicílios ligados a rede geral de esgoto
BOM PRÍNCIPIO	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,115106	0,811037	0,13796
BOM PRÍNCIPIO	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,274445	0,984407	0,114345
BOM PRÍNCIPIO	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,301648	1	0,23062
BOM PRÍNCIPIO	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,244168	1	0,248366
BOM PRÍNCIPIO	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,962725	1	0,140794
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,154212	0,024468	0,025532
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,44418	0,54023	0,08046
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,10373	1	0,140206
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,214305	0,989964	0,058394
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,164715	0,977035	0,063674
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,143446	0,997295	0,125338
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,117362	0,63783	0,049853
CATUANA	2303709000	CAUCAIA (demais setores)	0,057264	0,608696	0,152174
JUREMA	2303709050	Arianópolis	0,207236	0	0
JUREMA	2303709050	Nova Metrópole	0,26978	0,011204	0
JUREMA	2303709050	Arianópolis	0,331356	0	0
JUREMA	2303709050	Arianópolis	0,1784	0,010695	0,008403
JUREMA	2303709050	Arianópolis	0,226924	0,027778	0
JUREMA	2303709050	Araturi	0,109497	0	0
JUREMA	2303709050	Parque Guadalajara	0,197481	0,164251	0
JUREMA	2303709050	Marechal Rondon	0,028499	0,029448	0,002454
JUREMA	2303709050	Parque Potira	0,224504	0,20954	0,003407
JUREMA	2303709050	Parque Potira	0,140381	0,007762	0
JUREMA	2303709050	Parque Guadalajara	0,191877	0,014623	0,003375
JUREMA	2303709060	Tabapuá - Brasília II	0,176658	0,306122	0
JUREMA	2303709050	Nova Metrópole	0,276052	0,005348	0
CAUCAIA	2303709030	Novo Pabussu	0,164746	0,11588	0,011353
CAUCAIA	2303709010	Cigana	0,275126	0,01105	0
CAUCAIA	2303709000	Açude	0,09824	0,03538	0,027525
CAUCAIA	2303709000	Açude	0,094448	0,031294	0,005644
CAUCAIA	2303709010	Cigana	0,229	0,042304	0,022505
CAUCAIA	2303709030	Padre Júlio Maria	0,141432	0,160542	0,001934
CAUCAIA	2303709030	Padre Júlio Maria	0,161145	0,032902	0
CAUCAIA	2303709030	Novo Pabussu	0,264388	0,048966	0,00069
CAUCAIA	2303709020	Grilo	0,148752	0,116056	0
CAUCAIA	2303709010	Centro	0,418696	0,150327	0
CAUCAIA	2303709020	Grilo	0,145742	0,019231	0
CAUCAIA	2303709030	Padre Romualdo	0,258865	0,237608	0,004849
CAUCAIA	2303709030	Padre Romualdo	0,134003	0	0
CAUCAIA	2303709020	Itambé	0,170034	0,074908	0,009824

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 379 Selected) Options

Figura 12: Exemplo do banco de dados de indicadores socioeconômicos dos setores censitários de Caucaia.

Destaca-se que o emprego de um índice de vulnerabilidade social constitui-se em uma importante ferramenta ao possibilitar a identificação de desigualdades sócio-territoriais. Isto se torna possível porque o IVS permite uma representação aproximada das condições de vida da população inserida em um determinado território.

O mesmo pode inclusive revelar a predisposição aos riscos decorrentes de alterações significativas nos planos sociais, políticos e econômicos que afetam a situação de bem-estar individual, familiar e comunitário.

Para tanto, a elaboração do IVS requer uma escolha cuidadosa dos indicadores que serão utilizados, considerando inclusive a disponibilidade de dados e os critérios que possam retratar as condições socioeconômicas e os aspectos da urbanização que envolve diferentes grupos sociais (SANTOS, 2011).

De acordo com SEMAS (2009), embora seja evidente a impossibilidade de representar todas as condições socioeconômicas com o estabelecimento de um índice de vulnerabilidade, é relevante citar que o IVS é um importante instrumento de representação, pois permite a associação de diferentes variáveis em um indicador sintético, servindo de subsídio para analisar as características de grupos populacionais que vivem em áreas geográficas bem delimitadas.

Dessa forma, os dados devem ser tratados com o maior detalhamento espacial possível, considerando, é claro, o território de análise, que no caso deste estudo corresponde ao município de Caucaia.

Em face das considerações apresentadas, foram utilizados como suporte para o cálculo da vulnerabilidade social os dados disponíveis por setor censitário oriundos do Censo Demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Neste contexto, com base na definição de ativos conceituada por Kaztman (1999; 2001) (ver seção 3.3) e nos estudos de Cunha et al. (2006), Garcia e Matos (2007), SEMAS (2009), IPECE (2010), Macedo e Bassani (2010), Santos (2011), FIRJAN (2012), Macedo et al. (2012), SEADE (2012) e PNUD (2013), foram propostos os seguintes indicadores e dimensões para a concepção do IVS (Quadro 3).

Quadro 3: Síntese dos indicadores que compõem o IVS segundo dimensões.

Dimensão	Indicador	Descrição
Habitação e Saneamento	% de moradores em domicílios próprios.	Definido pelo percentual de moradores residentes em domicílios de propriedade total ou parcial de um ou mais moradores, estando o imóvel integralmente pago ou em processo de aquisição.
	% de moradores em domicílios ligados a rede geral de água.	Refere-se ao percentual de moradores residentes em domicílios ligados a rede geral de água.
	% de moradores em domicílios com existência de banheiro ou sanitário.	Consiste no percentual de moradores residentes em domicílios com existência de banheiro ou sanitário.
	% de moradores em domicílios ligados a rede geral de esgoto ou com fossa séptica.	Definido pelo percentual de moradores residentes em domicílios ligados a rede geral de esgoto ou com fossa séptica.
	% de moradores em domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza.	Percentual de moradores residentes em domicílios com serviço de coleta de lixo realizada por serviço de limpeza ou em caçamba.
	% de moradores em domicílios com energia elétrica.	Consiste no percentual de moradores residentes em domicílios que possuem energia elétrica.
Renda	Renda média mensal domiciliar.	Corresponde ao valor (em R$) do rendimento nominal médio mensal domiciliar *per capita* das pessoas residentes em domicílios particulares com rendimento.
	% de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo.	Consiste no percentual de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo. Este valor correspondia à R$ 255,00 em 2010.
	Variância da renda média domiciliar.	Indicador utilizado para avaliar a desigualdade de renda, medindo a variabilidade do valor (em R$) do rendimento nominal médio mensal domiciliar *per capita* das pessoas residentes em domicílios particulares com rendimento.
Educação	% da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta.	Refere-se ao percentual de pessoas com 15 anos ou mais de idade analfabetas. Segundo o IBGE (2010), um indivíduo é considerado analfabeto caso não saiba ler e escrever pelo menos um bilhete.
	% de chefes de domicílios analfabetos.	Consiste no percentual de chefes de domicílios analfabetos. O chefe de domicílio é a pessoa reconhecida pelos moradores como responsável pela unidade domiciliar (IBGE, 2010).
Situação Social	Média de moradores por domicílio.	Corresponde a média do número de moradores em domicílios particulares permanentes.
	Razão de dependência.	Consiste no percentual da população menor de 14 anos somada à população maior de 64 anos, dividida pela população em idade (15 a 64) ativa.
	% de mulheres chefes de domicílios.	Definido pelo percentual de mulheres chefes de domicílio com ausência do cônjuge ou companheiro.
	% de agregados à família.	Constitui-se no percentual de pessoas agregadas no domicílio. O IBGE (2010) denomina de agregado a pessoa residente em domicílio que, sem ser parente, pensionista, empregado doméstico ou parente deste, não pagava hospedagem nem contribuía para as despesas.

Fonte: Elaboração do autor.

Na dimensão Habitação e Saneamento os indicadores procuram captar deficiências relacionadas aos serviços básicos de infraestrutura, assim como questões atinentes a propriedade do domicílio. Buscou-se através dos indicadores da dimensão Renda apreender as condições de distribuição de renda, permitindo um possível acesso por parte das famílias a bens duráveis, alimentação, além de formas de seguro e proteção. Por sua vez, os indicadores disponíveis na base de dados do Censo 2010 e utilizados na dimensão Educação pretenderam captar situações de precariedade do nível de escolaridade e consequentemente, dificuldades em buscar empregos com um maior nível salarial. Quanto à dimensão da Situação Social, procurou-se resgatar elementos ligados ao grau de dependência econômica e envelhecimento existente nas áreas de estudo, considerando que tais elementos podem refletir dificuldades para as famílias no processo de reprodução social. Abordou-se também a densidade domiciliar e as formações domésticas que poderiam prejudicar o bem-estar da família.

Um ponto a ser comentado é que o *lócus* geográfico para o cálculo do IVS corresponde aos setores censitários, ou seja, cada indicador foi medido para os 379 setores censitários com dados disponíveis do município de Caucaia. Salienta-se que seis setores censitários tiveram restrição de acesso aos dados devido ao sigilo estatístico da informação, visando não identificar o informante ou por não possuírem domicílios. Assim, a área territorial desses setores foi agregada aos seus vizinhos, respeitando-se a divisão de bairros e distritos, de forma a não se ter descontinuidades territoriais.

Conforme IBGE (2010), um setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta de dados, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa e do quadro urbano e rural legal, definido em lei municipal.

Desses quinze indicadores, oito têm uma relação direta com a vulnerabilidade social, são eles: % de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo; Variância da renda média domiciliar; % da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta; % de chefes de domicílios analfabetos; Média de moradores por domicílio; Razão de dependência; % de mulheres chefes de domicílios; % de agregados à família.

Nesse sentido, quanto maior o valor do indicador tende a ser mais vulnerável a população residente no setor censitário. Os demais indicadores têm uma relação inversa, isto é, quanto maior o valor do indicador, provavelmente menos vulnerável seja a população que habita em determinado setor censitário.

Utilizou-se a metodologia, proposta por IPECE (2010), de padronização de indicadores considerando-se valores de 0 (menor vulnerabilidade) a 1 (maior vulnerabilidade), uma vez que se têm indicadores com diferentes unidades de medida, como por exemplo: percentual, valor monetário (R$), média, entre outros. Desta forma, um indicador padronizado no setor censitário "s" é obtido através da Fórmula 1:

$$I_{ps} = \frac{I_s - I_{-V}}{I_{+V} - I_{-V}} \qquad (1)$$

Onde:

$I_{ps} =$ Valor padronizado do indicador "I" no setor censitário "s";

$I_s =$ Valor do indicador "I" no setor censitário "s";

$I_{-V} =$ Menor valor do indicador "I" dentre o universo de setores censitários;

$I_{+V} =$ Maior valor do indicador "I" dentre o universo de setores censitários.

Nos casos onde há uma relação direta de vulnerabilidade, ou seja, o menor valor do indicador remete a vulnerabilidade mais baixa e o maior valor indica vulnerabilidade mais alta, tem-se $I_{-V} = I_{min}$ e $I_{+V} = I_{max}$. Como exemplo deste tipo de indicador cita-se o percentual de chefes de domicílios analfabetos. Por sua vez, nos casos de relação inversa com a vulnerabilidade, onde o menor valor aponta a maior vulnerabilidade, tem-se $I_{+V} = I_{min}$ e $I_{-V} = I_{max}$. Um exemplo de indicador nesta situação é a renda média mensal domiciliar.

Após a padronização dos 15 indicadores que compõem o IVS, tem-se como resultado que os valores mais próximos de 1 refletem maior vulnerabilidade. Vale destacar que o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é obtido pelo valor médio dos indicadores, conforme apresentado na Fórmula 2.

$$IVS_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} I_{ps}}{n} \qquad (2)$$

Onde:

IVS_s = Índice de Vulnerabilidade Social do setor censitário “s”;

I_{ps} = Valor padronizado do indicador “i” no setor censitário “s”;

n = total de indicadores selecionados.

Após a elaboração do índice, foi realizada a classificação dos setores censitários, e dos distritos, existentes no município de Caucaia especificando quatro classes de vulnerabilidade, baseadas na média e na variabilidade (desvio-padrão) do IVS. Desse modo, foram criadas as seguintes classes de vulnerabilidade:

i) **Classe 1**: alta vulnerabilidade, para valores superiores ao índice médio somado ao valor do desvio-padrão;

ii) **Classe 2**: média-alta vulnerabilidade, para valores maiores que o valor médio e menores que a média mais o valor do desvio-padrão;

iii) **Classe 3:** média-baixa vulnerabilidade, para valores inferiores à média e superiores à média menos um desvio-padrão;

iv) **Classe 4:** baixa vulnerabilidade, para índices com valores inferiores à média menos um desvio-padrão.

Frisa-se que esta classificação foi utilizada por IPECE (2010) e em outros estudos similares, como, por exemplo, na geração do índice de vulnerabilidade social dos EUA por estados e distritos (CUTTER, 2011).

Com a definição destas quatro classes, é possível avaliar as “zonas de vulnerabilidade”. Conforme Cunha et al. (2006), o caráter multidimensional da vulnerabilidade implica que não necessariamente se deva trabalhar com a categoria dicotômica do tipo vulnerável *versus* não vulnerável.

Pode-se então criar uma espécie de gradiente de situações a partir do qual se possa melhor quantificar e localizar as principais debilidades (ou conjunto delas) de cada segmento sócio-territorial da população.

4.8 - Análise exploratória de dados espaciais do IVS

Buscando identificar um padrão de autocorrelação espacial nos setores censitários quanto ao IVS, usou-se análise de contiguidade ou exploratória de dados espaciais, que se constitui em uma técnica de geoprocessamento que tem por objetivo medir a dependência espacial de uma área geográfica, no caso em questão os setores censitários (SILVA, 1999). A seguir, trata-se sobre os aspectos metodológicos referentes à ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*).

4.8.1. Matriz de vizinhança por contiguidade ou peso espacial

Conforme Almeida (2012), a ESDA avalia a existência de padrões globais e/ou locais de associação espacial a partir do desenvolvimento de um arranjo que permita estimar coeficientes que afiram o grau de interação entre as unidades espaciais, no caso os setores censitários de Caucaia.

Para tanto, fez-se necessário gerar uma matriz de pesos espaciais (W) baseando-se no conceito de contigüidade, criando uma matriz binária atendendo a condição de que dois setores censitários são vizinhos caso eles compartilhem de uma fronteira física comum. Quando isto ocorre, se atribui o valor 1 (um) na matriz, caso contrário, atribui-se o valor 0 (zero). Segundo Almeida et al. (2008), no estudo de vários fenômenos socioeconômicos regiões vizinhas possuem uma interação mais forte entre si do que regiões que não possuem fronteira em comum. Nessas situações, são utilizadas as matrizes de pesos espaciais definidas pelo princípio de contigüidade tipo *Queen* (Rainha) ou *Rook* (Torre).

Duas regiões são vizinhas segundo a matriz *Queen* quando elas possuem fronteiras em comum analisando para tanto os nós (vértices) dos polígonos, os quais representam cartograficamente os setores censitários de Caucaia. Já a matriz *Rook* considera como vizinhas apenas às regiões (polígonos) que tenham fronteira (lados) em comum (HADDAD e NEDOVIC-BUDIC, 2006).

4.8.2. Autocorrelação espacial global

De acordo com Anselin (1995), os indicadores de autocorrelação global caracterizam de modo geral a associação espacial de um determinado índice para uma região em análise.

Nesse sentido, visando averiguar a presença de autocorrelação espacial recorreu-se ao teste estatístico do I de Moran Global, o qual tem como hipótese nula a existência de uma distribuição aleatória do índice em estudo enquanto a hipótese alternativa refere-se à existência de uma associação significativa de valores similares ou diferentes, sintetizando num único indicador o esquema geral de dependência espacial (ANSELIN, 1988).

O índice I de Moran foi utilizado nesta pesquisa para mensurar a autocorrelação espacial do IVS concernente aos setores censitários de Caucaia. O mesmo exibe a associação espacial global, variando a medida do índice entre valores positivos a negativos, indicando a existência de autocorrelação espacial positiva e negativa respectivamente (SILVA, 1999).

Conforme Anselin (2005), o índice de I de Moran Global pode ser definido pela Fórmula 3:

$$I = \frac{n}{\sum_{i}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \frac{\sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n}\omega_{ij}(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n}\omega_{ij}} \qquad (3)$$

Aonde ω_{ij} é o elemento da matriz de vizinhança ou contigüidade ω , y_i é o valor do IVS do setor censitário i, y_j é o valor do IVS do setor censitário j, $\bar{y}$ é a média amostral, e n é o número de setores censitários, no total de 379 observações.

O coeficiente de I de Moran foi estimado utilizando as matrizes de contigüidade do tipo Queen e Rook, para o vizinho (setor censitário) mais próximo (k=1), dois (k=2) e três vizinhos (k=3) mais próximos. A matriz que deteve o maior valor do coefificente foi à do tipo Queen com k=1.

A significância estatística do teste I de Moran Global foi gerada por meio de técnicas de randomização utilizando 999 permutações. Assim, uma autocorrelação positiva e significativa evidencia que há uma semelhança entre o valor do IVS dos setores censitários e a localização espacial dos mesmos revelando a formação de *clusters*. Entretanto, uma autocorrelação espacial negativa supõe que existem diferenças entre o valor do IVS e a localização espacial deles.

4.8.3. Autocorrelação espacial local

Os Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) foram empregados em complementação ao I de Moran Global, seguindo a metodologia proposta por Anselin (1995, 2003), possibilitando desse modo à identificação de *clusters* de vulnerabilidade social em nível de setores censitários. Conforme Anselin (2005), o Índice de Moran Local (Ii) pode ser definido pela Fórmula 4:

$$I_i = n \frac{z_i \sum_j^n \omega_{ij} z_j}{\sum_j^n z_j^2}, \quad \text{sendo } z_i = y_i - \bar{y} \text{ e } z_j = y_j - \bar{y} \qquad (4)$$

Onde ω_{ij} é elemento da matriz de contigüidade ou vizinhança ω, y_i é o valor do IVS do setor censitário i, y_j é o valor do IVS do setor censitário j, $\bar{y}$ é a média amostral, e n é o número setores censitários, ou seja, 379 observações.

O mesmo procedimento atodado para o índice de Moran Global foi aplicado para o índice de Moran Local (Ii), recorrendo-se, desse modo, ao emprego das matrizes de contigüidade do tipo Queen e Rook, testando k=1, k=2, k=3. Novamente o melhor resultado obtido foi o da matriz de vizinhança tipo Queen com k=1, sendo a significância da estatística gerada por meio de técnicas de randomização efetuando 999 permutações, utilizando-se do programa livre OpenGeoda®.

Vale mencionar que segundo Anselin (1995), o coeficiente I de Moran Local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição de cada observação (setores censitários) em quatro categorias (AA, BB, BA, AB), cada uma correspondendo individualmente a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran (Quadro 4), sendo possível visualizar a divisão geográfica dos dados.

BA – Baixo-Alto	**AA –** Alto-Alto
BB – Baixo-Baixo	**AB –** Alto-Baixo

Quadro 4: Diagrama da representação da associação espacial, segundo quadrante. Fonte: Adaptado de Almeida (2012).

No quadrante AA encontram-se os dados com distribuição Alto-Alto, ou seja, setores censitários com altos IVS vizinhos a setores censitários com altos valores, caracterizando *clusters* de vulnerabilidade social. No quadrante BB, os dados possuem repartição Baixo-Baixo, isto é, setores censitários com baixos valores de IVS rodeados de setores na mesma situação, assinalando *clusters* de baixa vulnerabilidade. No quadrante BA, se localizam os dados Baixo-Alto, ou seja, setores censitários com baixos índices cercados de setores com altos valores do IVS. Por fim, o quadrante AB possibilita detectarem-se os dados com distribuição Alto-Baixo, isto é, setores censitários com altos valores do IVS rodeados por setores censitários com baixos índices.

Conforme Medeiros e Pinho Neto (2011), os quatro quadrantes reportam diferentes tipos de dependência espacial. Caso os dados (setores censitários) estejam distribuídos nos quatro quadrantes têm-se indícios de ausência de autocorrelação espacial. Por sua vez, se os dados ficarem concentrados sobre a diagonal que cruza os quadrantes AA e BB existe elevada autocorrelação espacial positiva para o IVS. Em contrapartida, a dependência espacial será negativa se os dados concentrarem-se nos quadrantes BA e AB.

Em síntese, a análise da dependência espacial do IVS de Caucaia objetiva identificar no território municipal áreas precárias em termos de habitação e saneamento, assim como os locais onde reside população em condições desfavoráveis de renda e educação. Por meio da delimitação do *cluster* Alto-Alto pode-se, por exemplo, localizar os setores censitários onde mora a população com alta vulnerabilidade social, estando eles contíguos a setores em igual situação, caracterizando dessa forma porções do território desassistidas de serviços públicos, consentindo o mapeamento das desigualdades sócio-territoriais.

5. CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL

5.1. Aspectos Geológico-Geomorfológicos

Apresenta-se nesta seção a caracterização geológica e geomorfológica do território de Caucaia, levando em consideração os trabalhos realizados por BRASIL (1981), Brandão (1995) e Souza (2000), entre outros.

O município possui um quadro geológico marcado pela primazia das coberturas sedimentares Cenozóicas com ocorrência de rochas do embasamento cristalino e estruturas derivadas do vulcanismo Terciário (MEDEIROS et al., 2012).

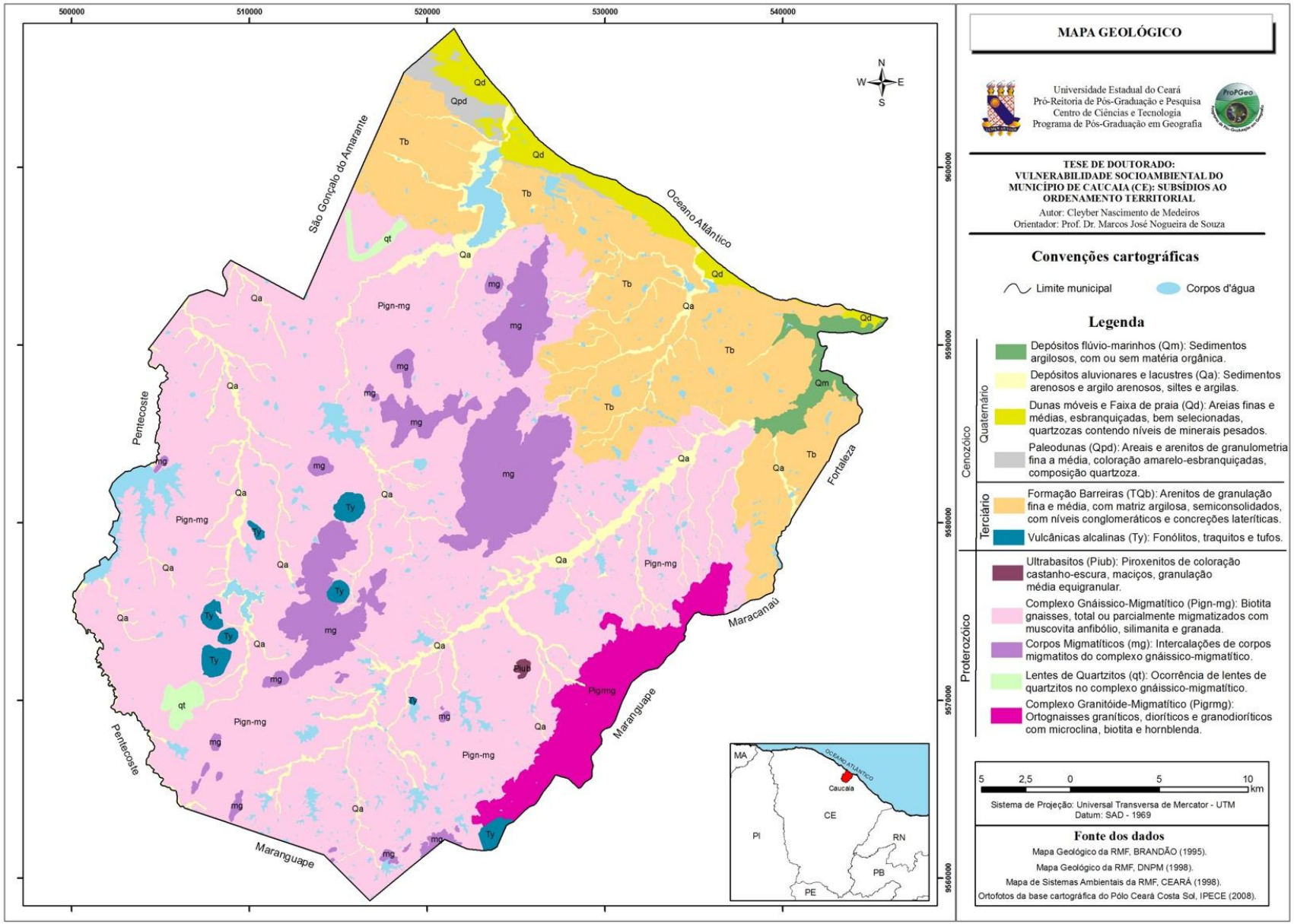
Conforme Brandão (op. cit), Caucaia engloba as seguintes unidades litológicas: Complexo Gnáissico-Migmatítico, Complexo Granitóide-Migmatítico, Ultrabasitos do Proterozóico, Rochas Vulcânicas Alcalinas e as Coberturas Sedimentares Cenozóicas. O Mapa 2 exibe as referidas unidades litológicas no contexto do município.

No Mapa 3 mostra-se a delimitação das unidades geomorfológicas presentes em Caucaia, as quais segundo Souza (2005), são distinguidas pela faixa de praia e terraços marinhos, campos de dunas móveis e fixas, planície flúvio-marinha, tabuleiros pré-litorâneos, planície fluvial e lacustre, maciços residuais, cristas residuais e *inselbergs* e a depressão sertaneja. O Quadro 5 apresenta de forma sintética a correlação entre as unidades litológicas e as feições geomorfológicas.

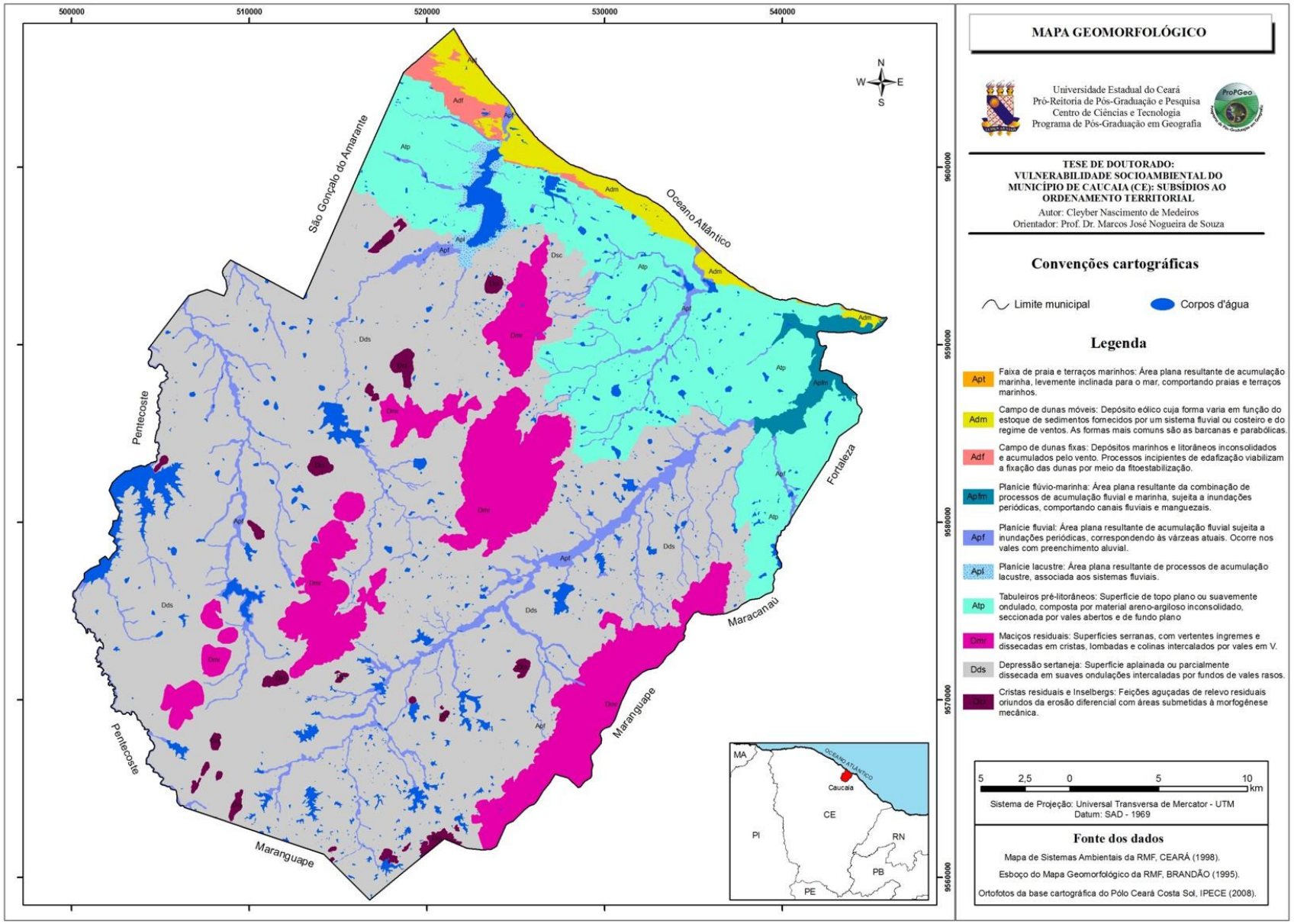
Quadro 5: Síntese das unidades geológicas-geomorfológicas de Caucaia.

Unidade litoestratigráfica	Unidade geomorfológica	Feição geomorfológica
Complexo Gnáissico-Migmatítico	Depressão sertaneja	Depressão sertaneja de Caucaia
	Maciço residual	Maciços residuais do Juá, Conceição e Camará
Complexo Granitóide-Migmatítico	Maciço residual	Maciço residual da Serra de Maranguape
Formação Barreiras	Tabuleiro pré-litorâneo	Tabuleiro pré-litorâneo
Ultrabasitos	Cristas residuais e *Inselbergs*	Cristas residuais e *Inselbergs*
Rochas vulcânicas alcalinas		Cristas residuais e *Inselbergs*
Depósitos aluviais e lacustres	Planície fluvial e lacustre	Planície fluvial e lacustre
Paleodunas	Planície litorânea	Campo de dunas fixas
Dunas móveis, faixa de praia e terraço marinho		Campo de dunas móveis, faixa de praia e terraço marinho
Depósitos flúvio-marinhos	Planície litorânea	Planície flúvio-marinha

Fonte: Adaptado de Souza (2000).



Mapa 2: Unidades geológicas do município de Caucaia.



Mapa 3: Unidades geomorfológicas do município de Caucaia.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico possui posicionamento estratigráfico no Proterozóico Inferior, ocorrendo sotoposto à Formação Barreiras e ocupando grande parte do município de Caucaia. Geomorfologicamente, situa-se no domínio da depressão sertaneja e dos maciços residuais na forma de corpos de migmatitos, como por exemplo, as serras do Juá, Conceição e Camará.

Trata-se de uma sequência dominantemente paraderivada composta de gnaisses aluminosos, em parte migmatizados e, frequentemente, intercalados por níveis quartzíticos e carbonáticos (Figura 13). Constituem-se em biotita-gnaisses com ou sem muscovita, anfibólio, granada e sillimanita. Intercalações de corpos de migmatitos e lentes de quartzitos também são identificadas (BRANDÃO, 1995).

Figura 13: Afloramento de rochas gnaisses na Serra do Camará. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 526.128; N= 9.594.556.

A depressão sertaneja detém acentuada diversificação litológica, amplamente submetida às condições semiáridas quentes, com forte irregularidade pluviométrica e com canais fluviais dotados de intermitência sazonal. A região possui um mosaico de solos com grande variedade de associações, sendo comuns a existência de solos rasos, afloramentos rochosos e chãos pedregosos, extensivamente recobertos por vegetação de caatinga (SOUZA, 2000).

O Complexo Granitóide-Migmatítico ocorre em Caucaia na área concernente à Serra de Maranguape (Figura 14), o qual segundo Brandão (op. cit.) exibe na periferia rochas foliadas desde gnaisses migmatizados até migmatitos metatexíticos, passando, para o interior, a migmatitos diatexíticos e núcleos granitóides nas porções centrais. São ainda entendidos como relevos residuais formados a partir da erosão diferencial que desnudou as áreas gnáissicas circundantes.

Figura 14: Vista da Serra de Maranguape a partir da via de acesso ao distrito de Tucunduba. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 527.029; N= 9.572.475.

Na porção centro-oeste, próximo a Serra de Maranguape, ocorre o corpo ultrabásico do Serrote Manoel Gonçalves, tratando-se de um piroxenito de coloração preto-esverdeada, maciço, e de granulação média, que possui posicionamento crono-estratigráfico no final do Proterozóico Inferior (BRANDÃO, 1995).

As rochas vulcânicas alcalinas, sob a forma de *necks* e diques, constituem uma província petrográfica geneticamente associada ao vulcanismo terciário do arquipélago de Fernando de Noronha, sendo classificadas, dominantemente como fonólitos e traquitos.

As principais ocorrências em Caucaia constituem-se nos serrotes Pão de Açúcar (Figura 15), Japapara, Preto e Salgadinho. Geomorfologicamente constituem-se em *inselbergs*.

Figura 15: Serrote Pão de Açúcar, às margens da BR-020, inserido na depressão sertaneja. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 519.076; N= 9.570.175.

Souza (2000) cita que as cristas residuais e os *inselbergs* possuem áreas de dimensões menores que os maciços residuais, apresentando-se dispersas pela depressão sertaneja. Derivam do trabalho de erosão diferencial em setores de rochas muito resistentes, ocasionando a elaboração de relevos rochosos ou com solos muito rasos, declives íngremes e fortes limitações à ocupação humana.

A Formação Barreiras é de idade plio-pleistocênica e distribui-se de forma contínua em uma faixa de largura variável, acompanhando a linha de costa, situada a retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais, por vezes, aflorando na linha de praia representando falésias vivas (Figura 16). Geomorfologicamente, correspondem aos tabuleiros pré-litorâneos ou *glacis* de deposição (SOUZA, 2005).

Litologicamente, a Formação Barreiras (Figura 17) é constituída por sedimentos areno-argilosos de cor vermelho-amarelada, por vezes esbranquiçada, com granulação fina a média, detendo intercalações de níveis conglomeráticos.

Figura 16: Falésia localizada na praia de Iparana. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.096; N= 9.592.495.

Figura 17: Afloramento da Formação Barreiras em área de tabuleiro pré-litorâneo. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 522.264; N= 9.600.735.

Os depósitos aluviais e lacustres são compostos essencialmente por areias, cascalhos, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica, compreendendo os sedimentos fluviais e lacustres recentes (BRANDÃO, 1995).

Em Caucaia, destacam-se as planícies fluviais dos rios Ceará, São Gonçalo, Anil, Cauhípe, Juá e Barra Nova. As Figuras 18 e 19 ilustram parte da planície do Rio Ceará e da planície lacustre do Lamagar do Cauhípe.

Figura 18: Médio curso do leito do Rio Ceará, em 31/01/2013. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 537.679; N= 9.585.720.

Figura 19: Lagamar do Cauhípe, em 23/05/2013. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 522.899; N= 9.595.431.

As dunas fixas ou paleodunas ocorrem sobrepondo-se aos sedimentos da Formação Barreiras, localizadas principalmente na parte oeste do litoral de Caucaia, sendo uma geração de dunas mais antiga, possuindo o desenvolvimento de processos pedogenéticos e tendo, normalmente, uma cobertura vegetal de porte mais denso e arbóreo (Figura 20). Brandão (1995) cita que as paleodunas são litologicamente compostas por areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosas, quartzosas e/ou quartzo-feldspáticas, com tons amarelos, alaranjados ou acizentados.

Segundo Souza (2000), as dunas recentes ou móveis são litologicamente constituídas por areias esbranquiçadas, bem selecionadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscos e arredondados e, eventualmente, exibindo uma maior compactação. Caracterizam-se pela ausência de vegetação ou pela presença de vegetação herbácea, a qual atenua os efeitos da dinâmica eólica, responsável pela migração das dunas (Figura 21).

Figura 20: Dunas fixas nas margens da CE-090. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 528.002; N= 9.599.380.

Figura 21: Dunas móveis próximas ao Porto do Pecém. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 523.273; N= 9.602.406.

As praias se dispõem de modo alongado pelo litoral de Caucaia, desde a área de estirâncio até a base das dunas móveis. Por vezes há ocorrência de arenitos de praia, como por exemplo, em Iparana (Figura 22). Por sua vez, os terraços marinhos (Figura 23) são superfícies formadas a partir do recuo da linha de costa, e se encontram entre a zona de alta praia e a base do campo de dunas (SOUZA, 2000).

Figura 22: Ocorrência de arenitos de praia na praia de Iparana. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 543.216; N= 9.592.289.

Figura 23: Visão de terraço marinho próximo ao porto do Pecém. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 521.433; N= 9.607.652.

No tocante à litologia, as praias são formadas de areias de granulação média a grossa, apresentando ocasionalmente cascalhos (na desembocadura dos rios) com restos de conchas, matéria orgânica e minerais pesados.

As planícies flúvio-marinhas (Figura 24) são constituídas pela deposição de sedimentos predominantemente argilosos e com grandes concentrações de matéria orgânica, sendo a sua disposição resultante da mistura de águas doce e salgada que colmatam um material escuro e lamacento (SOUZA, 2005).

Figura 24: Planície flúvio-marinha do Rio Ceará com a presença de manguezais. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.933; N= 9.591.152.

O relevo da área em estudo (Mapa 4), expõe a prevalência de curvas de nível inferiores a 100 metros, retratando um terreno relativamente plano a ondulado, com exceção dos locais de ocorrência dos maciços residuais e *inselbergs*. Uma vez em meio digital este mapa deu origem ao Modelo Digital de Terreno (MDT) do município de Caucaia, o qual pode ser visualizado no Mapa 5.

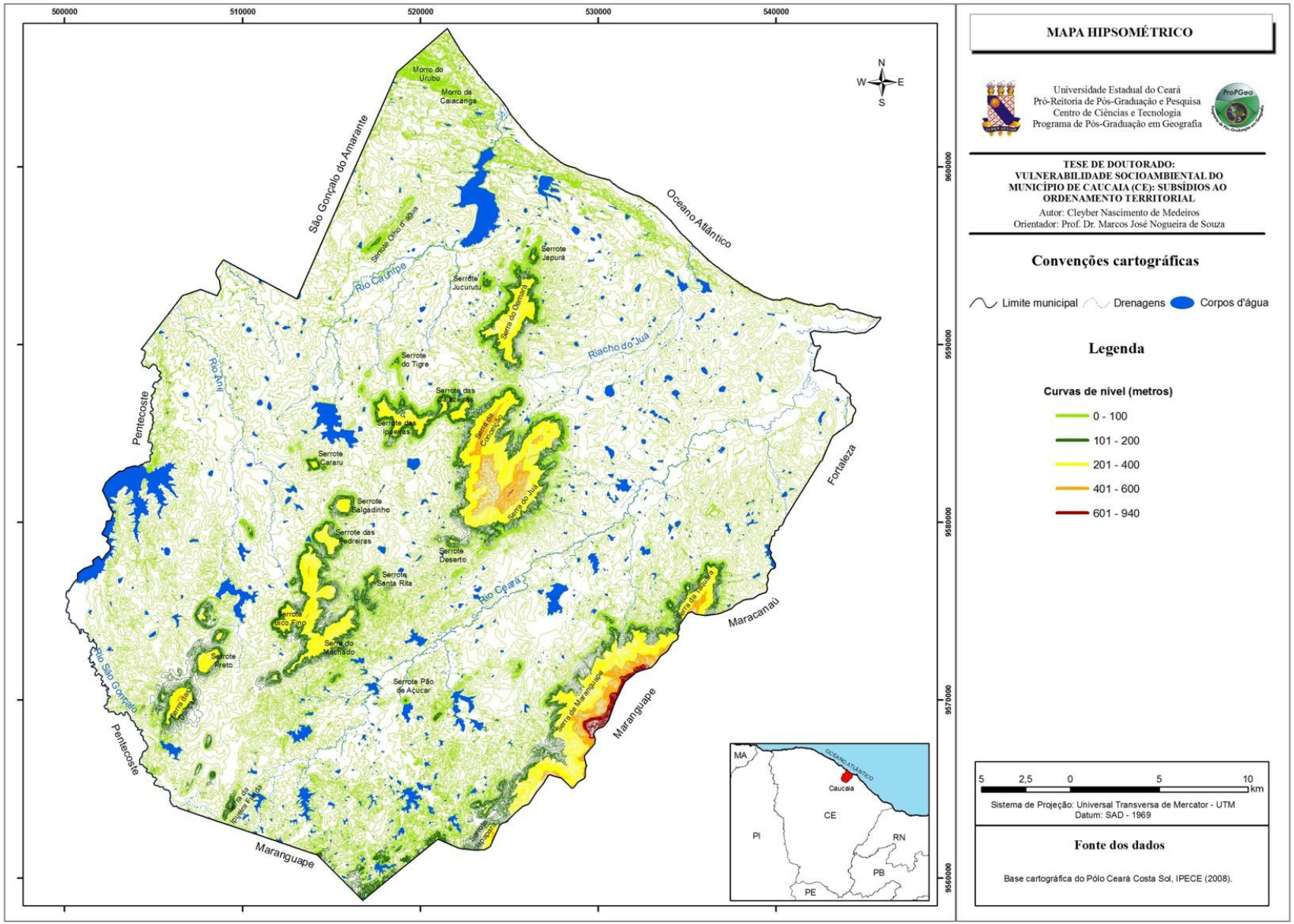
Conforme Medeiros (2004), o MDT consiste na representação digital da forma da superfície terrestre. Entre as diversas aplicações do MDT pode-se citar: cálculo de volumes, perfis e seções transversais, mapas de declividades, análise de corte e aterros para uso em projeto de construção de estradas, mapas topográficos, visualização tridimensional, análises geomorfológicas, entre outras.

Ressalta-se que para gerar superfícies contínuas a partir de dados pontuais e lineares, é necessário o uso de modelos matemáticos para a estimação de suas características não espaciais para além de sua área de abrangência. Dessa forma, é importante selecionar métodos adequados de interpolação.

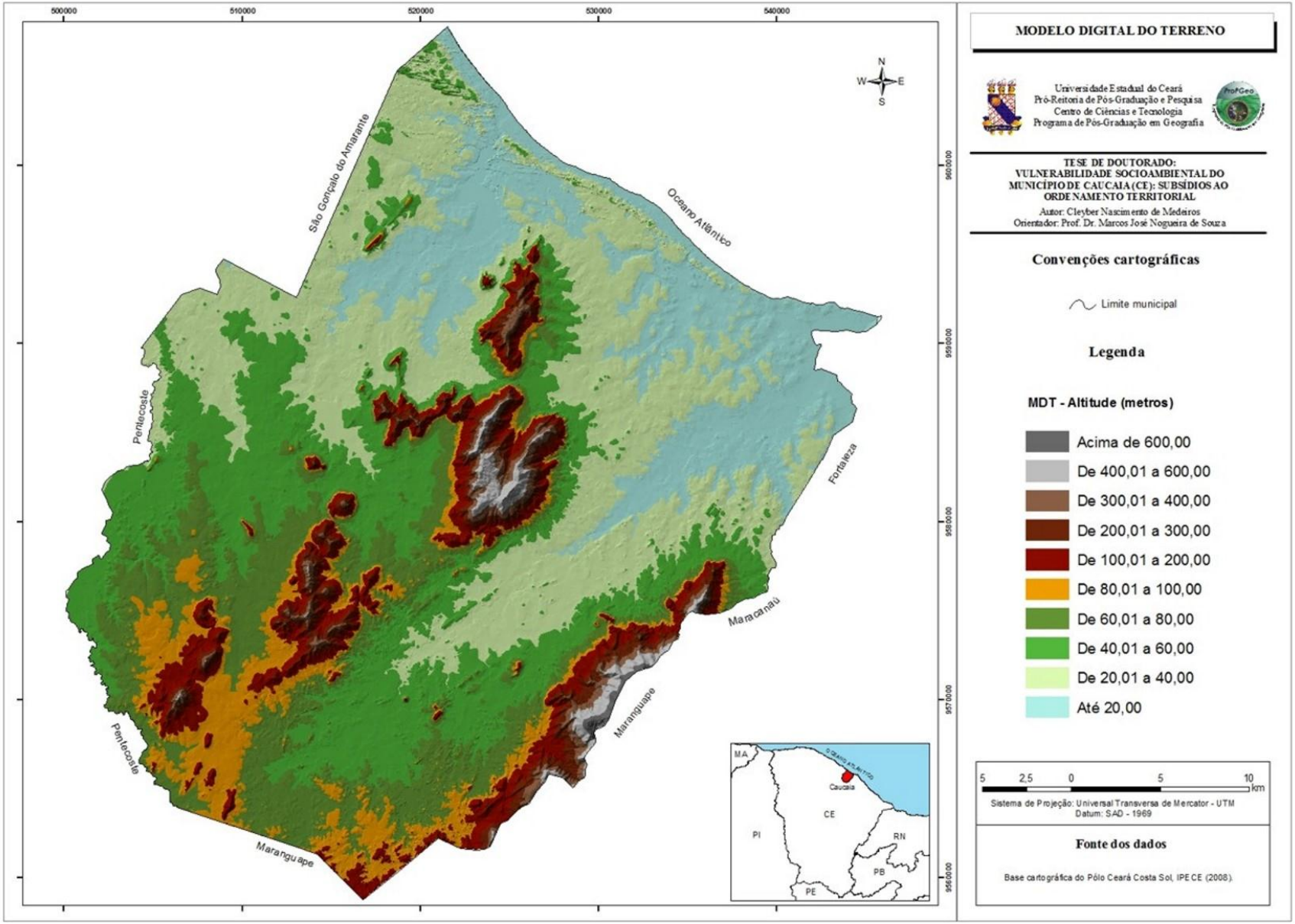
Entre os principais métodos de interpolação podem ser citados: Inverso do Quadrado da Distância, Krigagem, Curvatura Mínima e Triangulação de Delaunay. A escolha de um determinado método é uma decorrência da disposição geográfica dos pontos e da utilização de critérios estatísticos, bem como o conhecimento da região estudada (SILVA, 1999).

Desse modo, utilizando-se do programa ArcGIS 9.3® gerou-se o MDT da área de estudo. O modelo de interpolação empregado foi o de grade irregular triangular (TIN). Segundo Silva (op. cit.), o TIN é um modelo de superfície que se utiliza de uma rede de triângulos conectados, baseados na triangulação de Delaunay. É um modelo vetorial com estruturação topológica no qual o banco de dados consiste em três conjuntos de registros, denominados lista dos nós, lista dos apontadores e lista dos triângulos.

Ressalta-se que o MDT apresentado no Mapa 5 foi gerado a partir das curvas de nível com equidistância vertical de 5 metros e pontos cotados na escala 1:20.000, oriundos da base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol, mostrando em Caucaia um relevo relativamente plano, exibindo também maciços residuais e *inselbergs*.



Mapa 4: Hipsometria do município de Caucaia com curvas de nível em eqüidistância vertical de 5 metros.



Mapa 5: MDT do município de Caucaia.

No tocante às condições de declividade encontradas no território de Caucaia, menciona-se inicialmente que é importante mapeá-las uma vez que estas podem ser consideradas um fator limitante ao uso e ocupação da terra, além de ser parâmetro para a delimitação de áreas de preservação permanente.

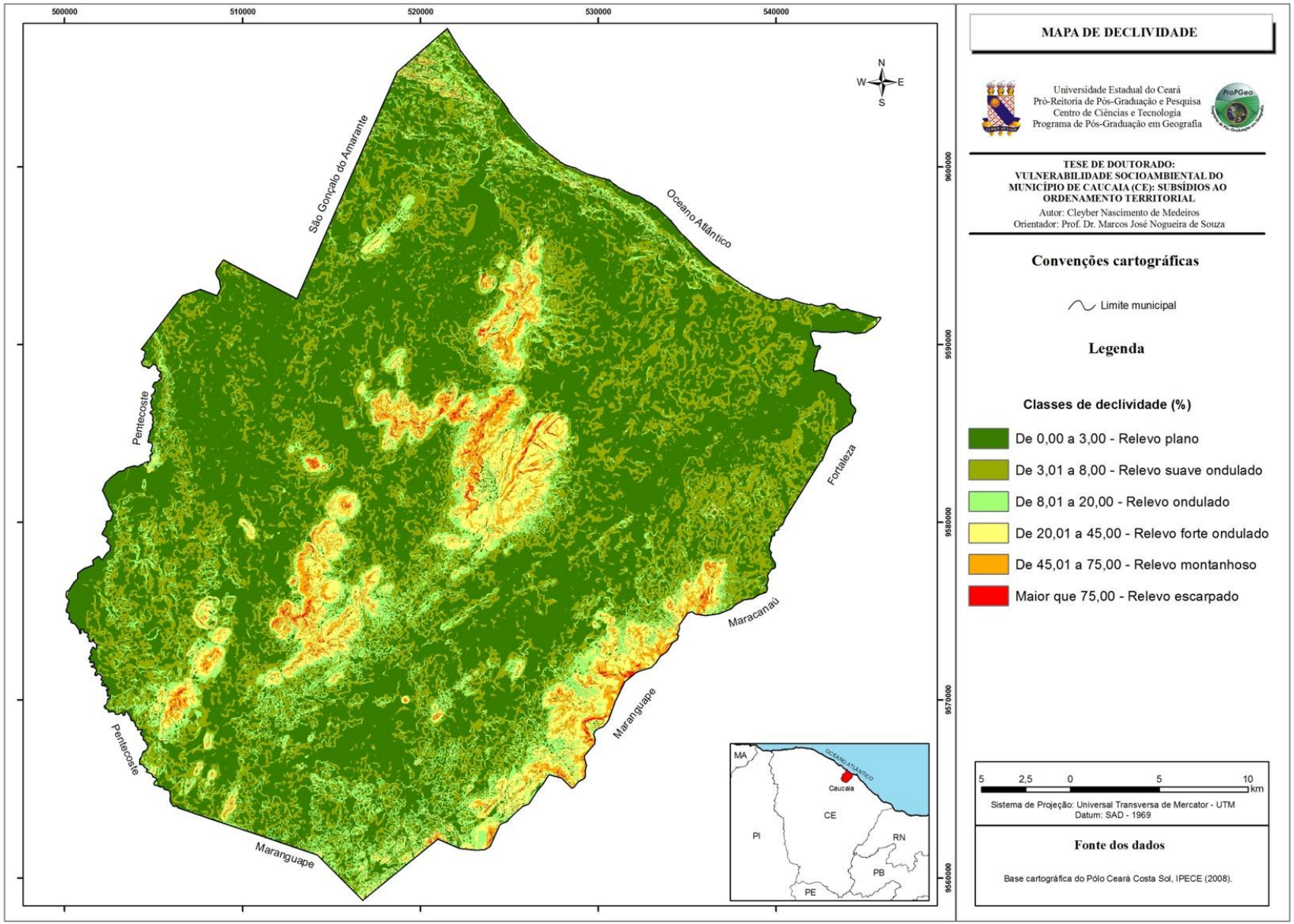
Assim, pode-se classificar o relevo segundo o grau de declividade de um terreno, sendo esta uma informação útil para o planejamento da ocupação ou utilização da terra em determinadas condições. Neste contexto, Lemos e Santos (1996) qualificaram o relevo segundo intervalos de declividade, conforme exposto no Quadro 6.

Quadro 6: Classificação do relevo a partir do grau de declividade do terreno.

Classes de declividade (%)	Classes de declividade (Graus)	Classificação do relevo	Características
0,00 - 3,00	0,00º - 1,72º	Relevo plano	Superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
3,01 - 8,00	1,73º - 4,58º	Relevo suave ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, apresentando declives suaves.
8,01 - 20,00	4,59º - 11,31º	Relevo ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, exibindo declives acentuados.
20,01 - 45,00	11,32º - 24,23º	Relevo forte ondulado	Superfície de topografia movimentada, com declives fortes.
45,01 - 75,00	24,24º - 36,87º	Relevo montanhoso	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes.
Maior que 75,00	Maior que 36,87º	Relevo escarpado	Regiões ou áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo escarpamentos.

Fonte: Adaptado de Lemos e Santos (1996).

A partir do cálculo da área, utilizando técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG, foi possível indicar que 55,06% (675,17 km²) do território se localiza em condição de relevo plano; 24,07% (295,14 km²) em relevo suave ondulado; 9,26% (113,56 km²) em relevo ondulado; 7,84% (96,16 km²) em relevo forte ondulado; 3,31% (40,58 km²) em relevo montanhoso e 0,47% (5,72 km²) em relevo escarpado. Desse modo, 20,88% do território municipal possuem limitações topográficas em relação à declividade, a qual, quando associada a solos rasos e de baixa fertilidade, tornam-se vulneráveis a processos de erosão. No Mapa 6 pode-se visualizar as classes de declividade presentes em Caucaia, identificando, por exemplo, que os locais com relevo escarpado ocorrem em sua maioria nas serras de Maranguape, Juá, conceição e Camará.



Mapa 6: Declividade no município de Caucaia.

5.2. Aspectos Hidroclimáticos

O estudo das condições hidroclimáticas de Caucaia baseou-se principalmente nos trabalhos de Brandão (1995), Souza (2000, 2005) e Magalhães e Zanella (2011), recorrendo-se também aos dados oriundos das estações meteorológicas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) almejando traçar o perfil pluviométrico do município.

Vale destacar que o clima é fator determinante das condições ambientais, na medida em que influencia a distribuição e disponibilidade dos recursos hídricos e controla a ação dos processos exógenos (SOUZA et al., 2009).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o sistema climático com atuação determinante no território cearense, definindo o regime pluvial no Ceará. Esse sistema gera a ocorrência de precipitações concentradas apenas no primeiro semestre do ano.

Conforme Souza (2000), a concentração pluviométrica no Estado do Ceará ocorre nos meses de Fevereiro a Maio, sendo este período conhecido como “Quadra Chuvosa”.

A ZCIT é o principal sistema sinótico responsável pelo estabelecimento deste período, fazendo-se mais nítida quando da sua máxima aproximação do hemisfério sul, durante o equinócio outonal, retornando ao hemisfério norte no mês de Maio e ocasionando a queda do período chuvoso.

Ressalta-se que a ZCIT terá uma maior ou menor influência na climatologia do Ceará dependendo da ação de fenômenos meteorológicos como, por exemplo, o *El Niño* e a *La Niña*, uma vez que estes amenizam ou potencializam a ação da mesma no tocante à distribuição mensal e o quantitativo das chuvas.

O fenômeno *El Niño* caracteriza-se pelo aquecimento acima do normal das águas do Oceano Pacífico Tropical, no setor centro-leste da costa da América do Sul peruana e equatoriana. *La Niña* é o inverso do *El Niño*, pois resfria as mencionadas águas oceânicas (BRANDÃO, 1995).

Souza (2000) corrobora afirmando que a concentração pluviométrica entre Fevereiro e Maio está associada, sobretudo, às irregularidades geradas pelas condições de temperatura dos oceanos Atlântico e Pacífico, bem como pelos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, salientando que, em síntese, o *El Niño* influencia os prolongados períodos de secas no Nordeste e o *La Niña* causa o contrário, ou seja, potencializa as chuvas torrenciais que podem gerar situações calamitosas em áreas vulneráveis ambientalmente.

Refletindo a ação conjugada dos sistemas atmosféricos e de seus fatores geográficos, o Estado do Ceará apresenta um regime pluviométrico do tipo tropical, ou seja, caracterizado pela marcante irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, bem como pelas altas temperaturas.

Com a influência desses sistemas atmosféricos e de sua proximidade com o litoral, nota-se a predominância em Caucaia do clima quente semiárido brando, ocorrendo também o tropical quente sub-úmido e o tropical quente úmido, possuindo o município médias pluviométricas em torno de 1.243,2 mm/ano (CEARÁ, 1998).

Nimer (1977) menciona que não há variações muito significativas em relação aos aspectos térmicos da região Nordeste, tendo em vista sua localização na zona intertropical que se traduz no pequeno ângulo de incidência dos raios solares, implicando em um clima quente e de temperaturas médias elevadas.

Não obstante, Souza (op. cit.) cita que as médias térmicas no Ceará oscilam entre 26°C e 28°C, só havendo variações mais significativas quando do aumento da altitude, com certa amenização da temperatura e, nos enclaves úmidos, como destaca Ab'Sáber (1974), que são verdadeiros "oásis" no contexto semiárido nordestino, sendo estes encontrados em Caucaia especialmente na serra de Maranguape.

Destaca-se também que o regime térmico da área que compreende o município de Caucaia, em virtude de sua proximidade com o litoral, permite temperaturas amenizadas por meio da corrente dos ventos alísios, sendo registradas médias anuais variando de 26º a 28ºC e amplitudes térmicas sempre inferiores a 5ºC (CEARÁ, op. cit.).

Visando traçar o perfil pluviométrico em Caucaia, primeiramente realizou-se um levantamento de todos os postos pluviométricos que apresentavam série histórica mensal completa, identificando dessa forma o posto situado na sede municipal, que possui dados completos de 1974 a 2012.

Observando a Figura 25 verifica-se que as maiores estiagens em Caucaia foram diagnosticadas nos anos de 1979, 1983, 1993 e 1998 onde os totais pluviométricos não alcançaram os 750 mm/ano. Em contrapartida, na maioria dos anos, os totais pluviométricos têm registrado valores superiores a 1.000 mm/ano, com destaque para os anos de 1985, 1994, 2003 e 2009 que anotaram valores superiores a 2.000 mm. Constata-se também que do total de 39 anos estudados, em 17 teve-se um valor da pluviometria superior à média histórica deste período.

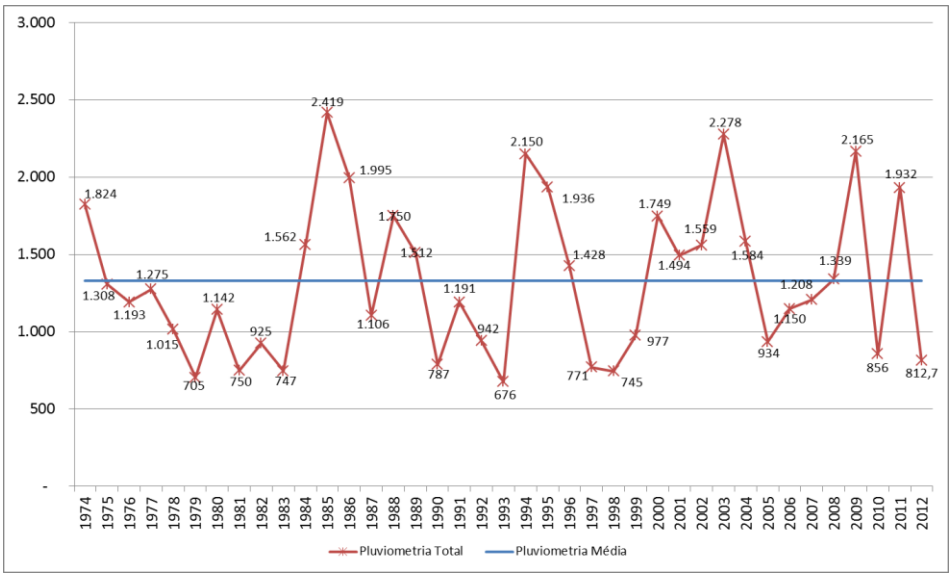


Figura 25: Total e média da precipitação pluviométrica para a estação meteorológica da FUNCEME localizada na sede municipal de Caucaia no período de 1974 a 2012 (mm). Fonte: Elaboração própria.

Cabe mencionar que a maior parte do município de Caucaia está inserida na região semiárida do Nordeste brasileiro. Conforme Souza (2000), esta área caracteriza-se por possuir altas taxas de evaporação e baixos níveis pluviométricos, sendo uma região marcada principalmente pelo alto grau de incerteza têmporo-espacial e, às vezes, pela ausência quase absoluta das chuvas.

Assim como ocorre na maior parte do Ceará, há uma centralização de chuvas no primeiro semestre no território caucaiense, possuindo, em média, mais de 90% do total precipitado ao longo do ano.

A análise dos dados pluviométricos mensais mostra que as precipitações mais significativas se concentram nos meses de Fevereiro a Maio, enquanto que no restante do ano verifica-se o declínio e/ou ausência quase que total, principalmente entre os meses de Agosto a Novembro (Figura 26).

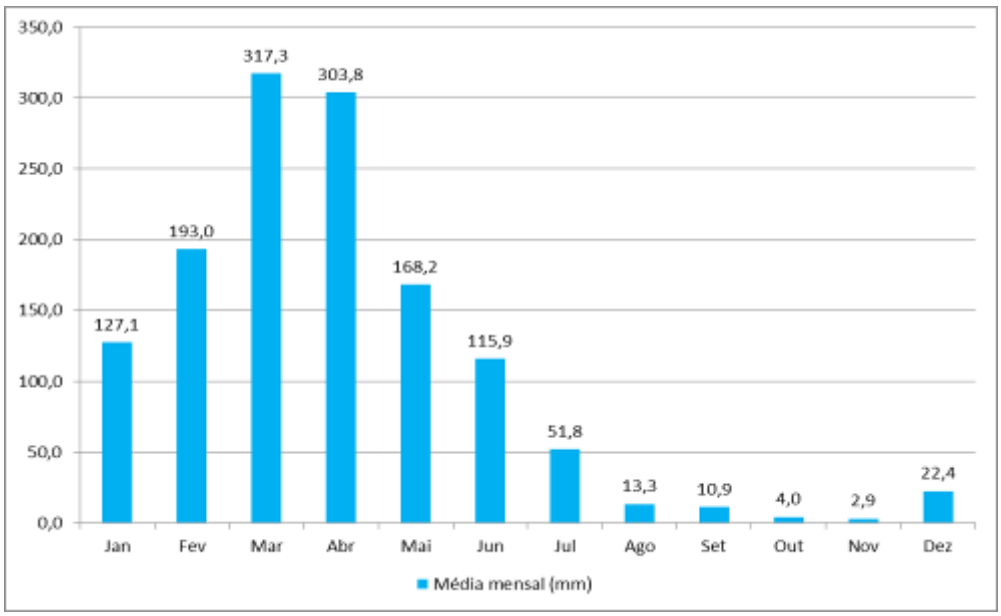


Figura 26: Média mensal da precipitação pluviométrica para a estação meteorológica da FUNCEME localizada na sede municipal de Caucaia no período de 1974 a 2012 (mm). Fonte: Elaboração própria.

Esse mesmo panorama se reflete na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Conforme Magalhães e Zanella (2011), o clima da RMF é representado pela sazonalidade da precipitação e por elevadas temperaturas o ano todo. A sua localização territorial e latitudinal próximo ao Equador, paralelos de 3º a 4º Sul, favorece uma intensa insolação, proporcionando elevadas temperaturas com fracas amplitudes térmicas (características de climas tropicais quentes), onde a atuação de diferentes sistemas atmosféricos estabelecem a sazonalidade da precipitação.

Ressalta-se que a RMF faz limite com o Oceano Atlântico sofrendo influência marítima e consequentemente tendo temperaturas mais amenas do que outras regiões do interior do Estado. Na Figura 27 exibem-se às isoietas referentes à média da precipitação anual para os municípios de compõem a RMF no período de 2001 a 2009 usando dados dos postos pluviométricos da FUNCEME, sendo este mapa gerado por meio do método de interpolação geoestatístico da krigeagem. Com esse método, segundo Landim (2003), tem-se a melhor estimativa para os locais não amostrados, devido à minimização da variância do erro.

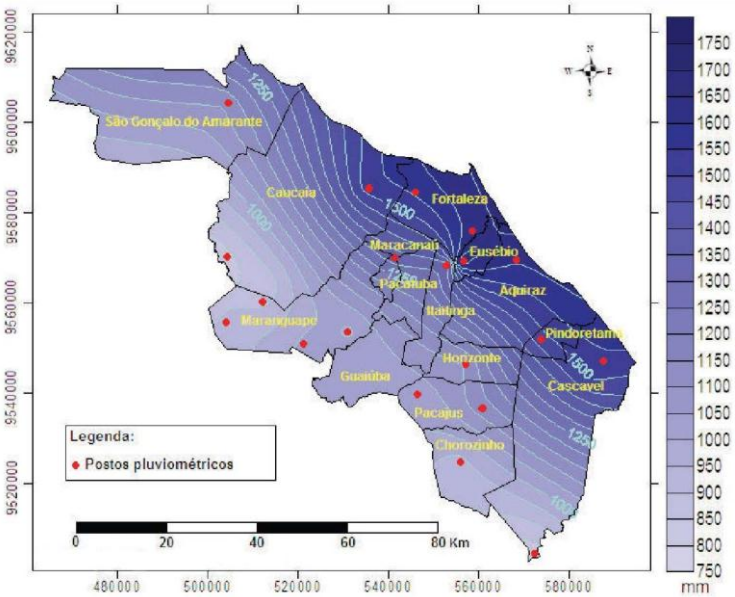


Figura 27: Isoietas da média climatológica da precipitação pluvial, 2001 a 2009. Fonte: Magalhães e Zanella (2011).

Observa-se que as chuvas se mostram heterogêneas espacialmente. Por exemplo, na parte sul do território de Caucaia verificam-se precipitações variando entre 800 e 1.000 mm, enquanto que nos locais situados próximos ao litoral constatou-se valores superiores a 1.500 mm, incluindo a área onde se situa a sede municipal.

Magalhães e Zanella (2011) afirmam que na porção litorânea constata-se uma média maior de precipitação, haja vista a proximidade com o oceano, favorecendo a atuação de sistemas atmosféricos neste setor, como as frentes de brisas, linhas de instabilidade e ondas de leste.

Dessa forma, destaca-se que o clima interfere nas dinâmicas ambientais de acordo com suas condições e atuações climáticas, possuindo influências diretas sobre o regime e disponibilidade dos recursos hídricos tanto superficiais, quanto subterrâneos.

Nesse contexto, os aspectos hidroclimáticos são fundamentais para o conhecimento do clima nos níveis zonal, regional e local, bem como das características dos diversos parâmetros climáticos e dos padrões da circulação atmosférica, também regidos pelas condições climáticas gerais (SOUZA, 2000).

As características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo de determinada área são dependentes dos fatores climáticos, das propriedades litológicas, dos aspectos geomorfológicos e fitoecológicos, sendo que as condições de uso e ocupação também influenciam sobremaneira o potencial hidrológico, a qualidade e a disponibilidade hídrica (SANTOS, 2011).

Neste prisma, cita-se que o município de Caucaia está inserido na Bacia hidrográfica Metropolitana, sendo seu território formado pelas sub-bacias hidrográficas do Ceará, São Gonçalo, Cauhípe e Juá (Mapa 7). Segundo Souza (2000), os principais cursos de água existentes em Caucaia possuem traços característicos, notadamente, em relação à duração do escoamento e seu padrão de drenagem, refletindo, de certa forma, o regime pluviométrico.

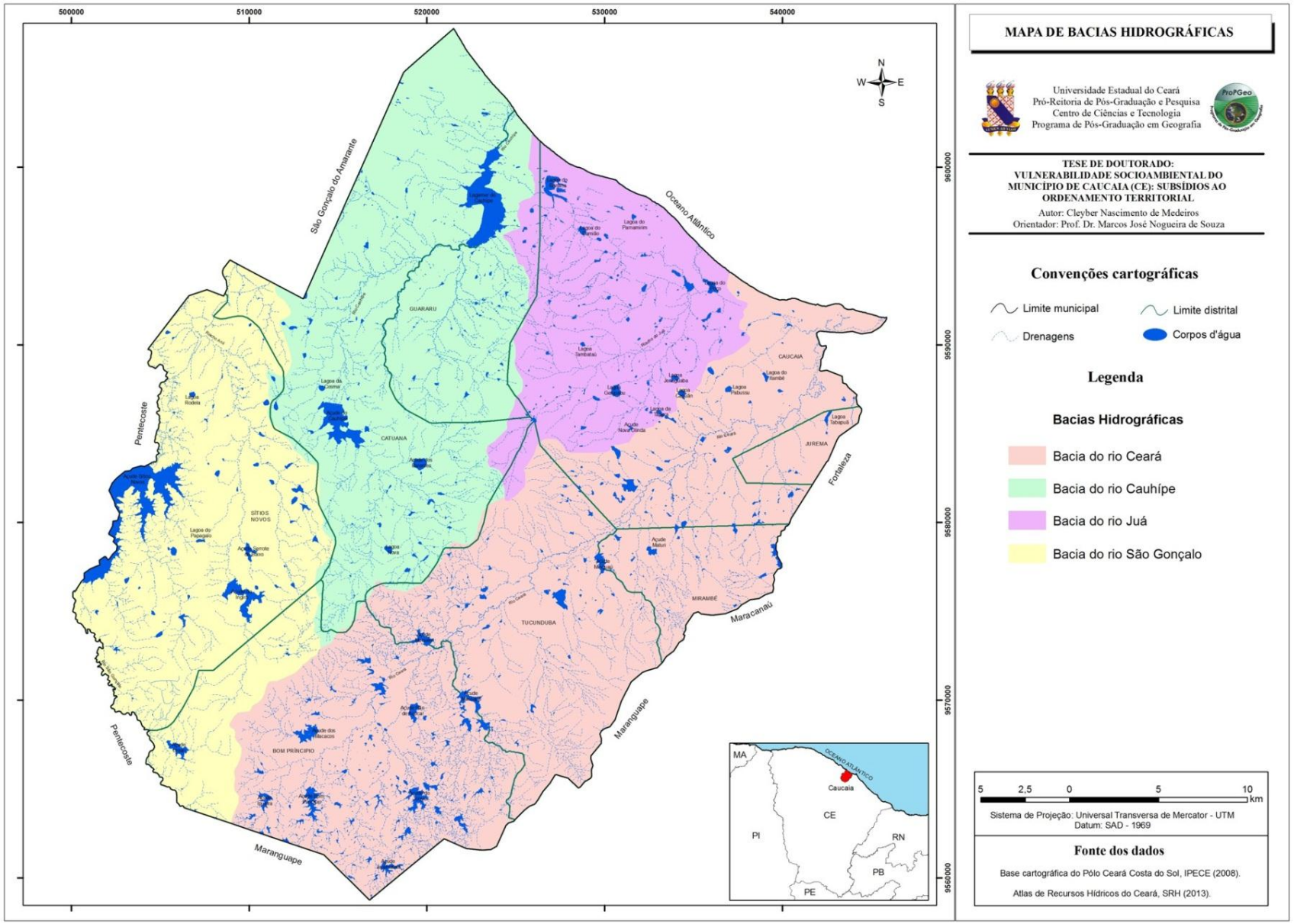
Referido autor menciona que nos tabuleiros pré-litorâneos tem-se uma diminuição do entalhe fluvial, que aliado a maiores permoporosidade e capacidade de retenção de água no solo permitem o surgimento das lagoas costeiras, onde o afloramento do lençol freático faz com que o escoamento superficial seja semi-perene e com padrão de drenagem paralelo nos principais cursos fluviais.

Já nas depressões sertanejas verifica-se o padrão de drenagem dendrítico, com evidência de planícies de inundação, recobertas por sedimentos grosseiros transportados quando do escoamento superficial.

Destaca-se que os maciços residuais constituem importantes divisores de água locais, onde o padrão dendrítico verificado na base das vertentes dos maciços adquire caráter de drenagem paralela nas proximidades do litoral, influenciado pela declividade e permoporosidade dos pacotes rochosos (SARAIVA JÚNIOR, 2009).

A bacia do Rio Ceará possui a maior extensão territorial em Caucaia, com aproximadamente 496,8 km², sendo seus principais rios o Ceará, Maranguapinho, Urucujuba, e os riachos Ipueira, Pinhões, Nambi, dos Patos, do Sabonete, do Tôco e Carauçanga, entre outros.

Na citada bacia também estão localizados importantes açudes e lagoas, sendo os de maior abrangência territorial os açudes do Toque, Bom Princípio, dos Macacos, Massapê, e as lagoas do Tabapuã, Capuã e Pabussu.



Mapa 7: Bacias hidrográficas presentes no município de Caucaia.

Na parte oeste de Caucaia situa-se a bacia do Rio Cauhípe, que abrange 310,3 km², destacando-se os açudes do Cauhípe e dos Parentes, as lagoas do Mato, da Cosma e de Pedro Lopes, como também o Lagamar do Cauhípe, sendo este último uma área de proteção ambiental. Os principais rios e riachos são o Cauhípe, Coité, Davi e Matões. O Rio Cauhípe é do tipo intermitente, podendo ficar seco nos últimos meses do ano, têm nascente nas proximidades do Serrote Salgadinho e drena terrenos cristalinos, da Formação Barreiras e da planície litorânea.

A terceira bacia hidrográfica com maior extensão no município é a do Rio São Gonçalo, com área em torno de 258,5 km². O Rio São Gonçalo tem suas nascentes em terrenos de rochas cristalinas, exibindo um padrão de drenagem do tipo dendrítico, e servindo de limite político-administrativo com o município de Pentecoste. Além do mencionado rio, nesta bacia destacam-se os riachos Anil, Santa Luzia, Catuana e dos Brandões. Os corpos d'água de maior relevância são os açudes Sítios Novos, do Ingira, do Umari, Serrote de Baixo e as lagoas do Umari, Caruru e do Morcego.

O Açude Sítios Novos foi construído no ano de 1999, com o objetivo de aumentar a capacidade hídrica do município de Caucaia para atender às demandas do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) por meio do canal Sítios Novos-Pecém, abastecendo também a população do distrito de Sítios Novos, após tratamento da água realizado pela Companhia de Águas e Esgotos do Ceará (CAGECE).

A Bacia hidrográfica do Juá situa-se na parte norte do território de Caucaia, abrangendo uma área de 160,4 km². Os riachos de maior porte são o Juá, Santo Amaro, Barra Nova, Buriti Forte, Tabeba e Camará. Inseridas nesta bacia se encontram as lagoas do Banana, Poço, Genipapu, Damião, Jeneguaba, Parnamirim, entre outras. As lagoas são utilizadas principalmente como áreas de lazer pelas comunidades, salvo raras exceções, como a Lagoa do Banana, que possui condições turísticas, permitindo o fluxo de turistas em restaurantes e balneários circunvizinhos. As figuras a seguir exibem algumas paisagens referentes aos recursos hídricos superficiais de Caucaia.

Figura 28: Açude Sítios Novos em Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 504.625; N= 9.583.014.

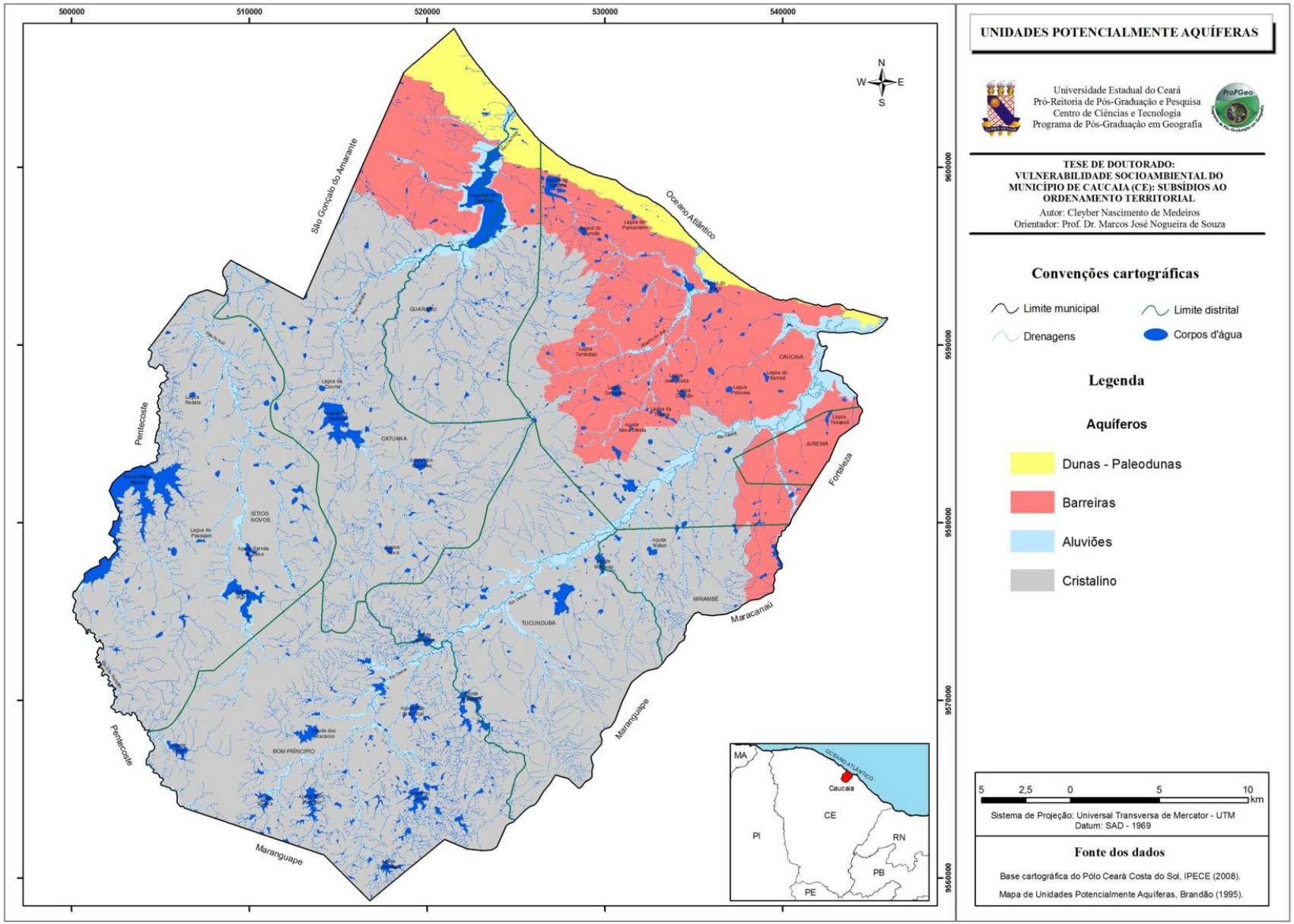
Figura 29: Lagoa do Banana, com restaurantes e residências no seu entorno. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 526.655; N= 9.599.265.

Figura 30: Rio Barra Nova, próximo a CE-090, na planície litorânea. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 535.152; N= 9.595.111.

Figura 31: Passagem molhada sobre afluente do Rio São Gonçalo, no contexto da depressão sertaneja. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 505.329; N= 9.585.105.

Em termos hidrogeológicos, verificam-se a presença de quatro aquíferos em Caucaia: Dunas/Paleodunas, Aluviões, Barreiras e Cristalino (Mapa 8). Os três primeiros estão associados a terrenos sedimentares, enquanto que o último está ligado a terrenos cristalinos, vinculado aos fendilhamentos das rochas.

Conforme Freitas (2009), a capacidade das rochas cristalinas de armazenarem água está intimamente conectada à intensidade, abertura e interconexão da rede de fraturas, detendo valores muito pequenos quando comparadas às rochas sedimentares. Segundo Cavalcante (1998), as vazões produzidas pelos poços têm uma média de 2,5 m³/h e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido é, na maioria das vezes, qualificada como salobra. Não obstante, este aquífero pode ser utilizado como alternativa de abastecimento em pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.



Mapa 8: Esboço da ocorrência de aquíferos subterrâneos existentes no município de Caucaia.

O aquífero Barreiras caracteriza-se por expressiva variação de níveis clásticos com diferentes porosidades, traduzindo potencialidades diferenciadas quanto à produtividade de água subterrânea.

As profundidades dos poços que captam água do Barreiras oscilam predominantemente entre 10 e 50 metros, com média de 20 metros. As vazões são geralmente pequenas, oscilando predominantemente com média de 3 m^3/h e máximas de 12 m^3/h (CAVALCANTE, 1998).

O aquífero aluvião ocorre margeando as calhas dos principais rios e riachos. Na depressão sertaneja, esses sedimentos, muitas vezes, constituem-se na única alternativa para a captação de água subterrânea. Por causa da alta permeabilidade, mesmo com pequenas espessuras, esses depósitos arenosos chegam a produzir vazões bastante significativas.

Segundo Cavalcante (op. cit.), o aluvião é um aquífero livre, com espessuras de até 10 metros e nível estático sub-aflorante, normalmente inferior a 2 metros. São formados por sedimentos de granulometria muito fina, frequentemente, intercalados com níveis argilosos e orgânicos, provindos de uma ação erosiva sobre rochas sedimentares.

O sistema hidrogeológico Dunas/Paleodunas é composto por areias pouco consolidadas e extremamente homogêneas, finas e médias, na área de abrangência das dunas móveis e fixas. Para Freitas (2009), este sistema detém o melhor potencial hidrogeológico do município de Caucaia, representando um aquífero livre, com nível estático normalmente sub-aflorante nas áreas de descarga, sendo freáticas, com nível estático médio de 4 metros, reflexo da pequena espessura desses corpos sedimentares. A vazão média varia entre 5 e 10 m^3/h, podendo chegar a máximas de 15 m^3/h.

Vale ressaltar que, conforme Souza (2000), os aquíferos Dunas/Paleodunas e Aluvião possuem alta vulnerabilidade a contaminação de seus mananciais hídricos, devido à pequena profundidade do nível freático, sendo necessário a conservação e o uso racional desses ambientes, principalmente, em áreas submetidas à ocupação humana intensa.

5.3. Solos e Cobertura Vegetal

A caracterização do mosaico de solos existente no município de Caucaia foi baseada em trabalhos de campo, análise de imagens de satélite e em informações contidas nas pesquisas de Jacomine (1973), Brasil (1981), Iplance (1989), Ceará (1998), Brandão (1995) e Souza (2000), estando em conformidade com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 1999).

Ressalta-se que o estudo dos solos foi conduzido através da identificação de sua distribuição de acordo com a base geomorfológica. Deste modo, as associações das classes de solos foram consideradas segundo as unidades geomorfológicas, compondo um esboço morfopedológico.

Vale destacar que os solos no Estado do Ceará e, consequentemente, em Caucaia, têm uma distribuição estreitamente relacionada com a compartimentação geomorfológica (SOUZA, 2000).

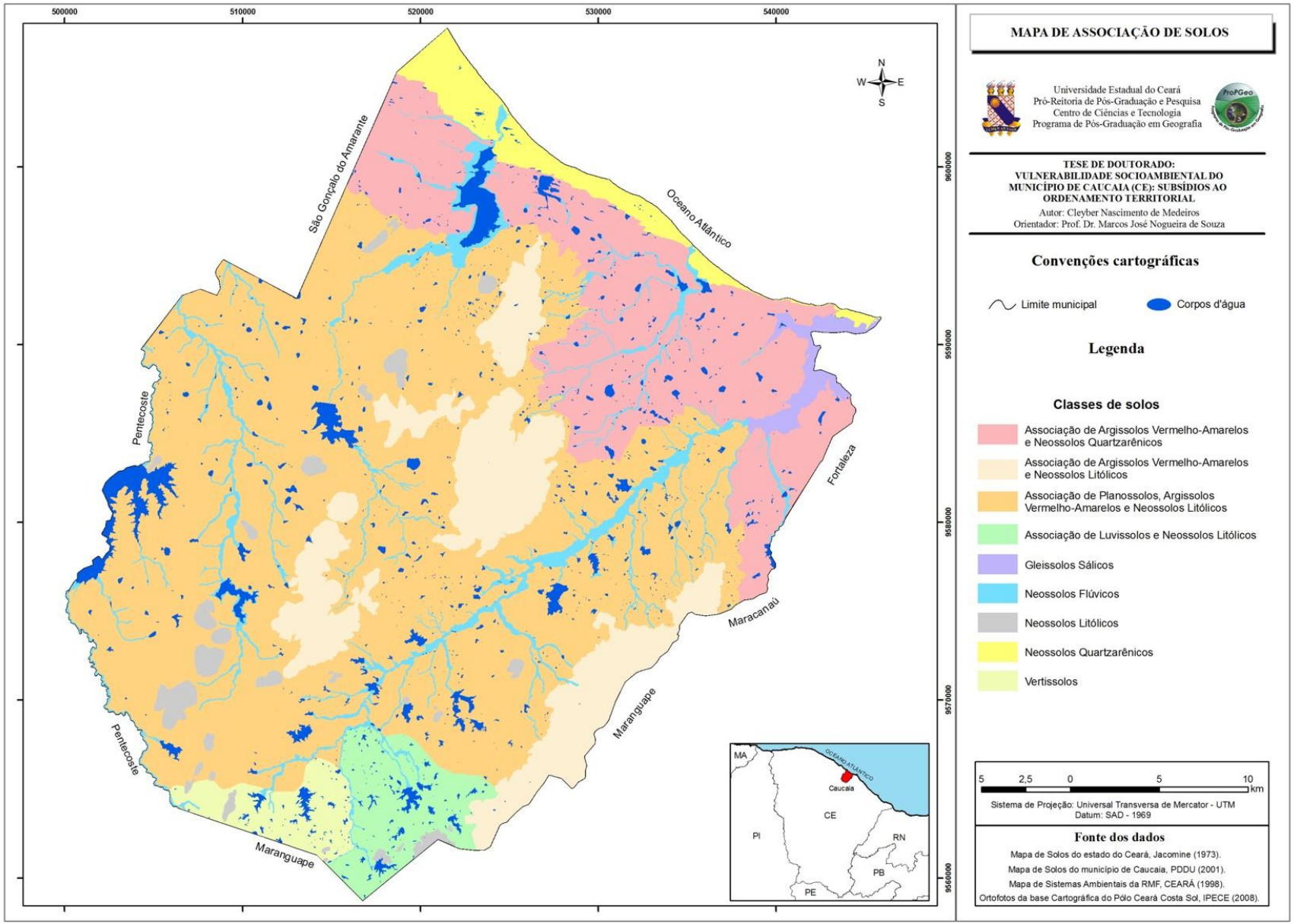
Neste sentido, o Quadro 7 sumaria essa relação, vinculando a classe de solo às unidades geomorfológicas mapeadas em Caucaia, visualizando-se às associações de solos presentes no território municipal no Mapa 9.

Quadro 7: Associação das classes de solos e unidades geomorfológicas de Caucaia.

Associação de solos	Unidade geomorfológica
Associação de Neossolos Litólicos, Planossolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Vertissolos e Luvissolos	Depressão sertaneja de Caucaia
Associação de Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos	Maciço residual, cristas e *Inselbergs*
Associação de Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Quartzarênicos	Tabuleiro pré-litorâneo
Neossolos Flúvicos	Planície fluvial e lacustre
Gleissolos Sálicos	Planície flúvio-marinha
Neossolos Quartzarênicos	Campo de dunas móveis
Neossolos Quartzarênicos	Campo de dunas fixas
Neossolos Quartzarênicos	Faixa de praia e terraço marinho

Fonte: Adaptado de Souza (2000).

A seguir, descrevem-se as principais características dos tipos de solos existentes no município de Caucaia, tendo como fonte Souza (2000, 2009) e Brandão (1995), com algumas adaptações introduzidas.



Mapa 9: Esboço do mapa de associação de solos do município de Caucaia.

- Neossolos Quartzarênicos: Na planície litorânea, estes solos estão relacionados ao campo de dunas (móveis e fixas) e setores da faixa praial, sendo recobertos por vegetação pioneira do complexo vegetacional litorâneo. Nos tabuleiros pré-litorâneos, estão associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos comportando espécies arbustivas e arbóreas da mata de tabuleiro. São solos arenosos, geralmente profundos, pouco desenvolvidos, com alta permeabilidade e baixa fertilidade natural. Apresentam coloração esbranquiçada ou amarelada, possuindo pouca reserva de nutrientes para as plantas, detendo um caráter distrófico.

- Argissolos Vermelho-Amarelos: Possuem distribuição espacial bastante variada em Caucaia, ocorrendo desde os tabuleiros pré-litorâneos, assim como na Serra de Maranguape e na depressão sertaneja. São ocupados por diversificados tipos vegetacionais, com predominância da mata de tabuleiro e caatingas. Sua profundidade varia de profundo a moderadamente profundo, com textura média argilosa, sendo solos bem drenados e de acidez elevada. A coloração é variada, com tons desde vermelho-amarelados até bruno-acinzentadas, detendo origem relacionada a diferentes tipos de materiais.

- Gleissolos Sálicos: Ocorrem em áreas que apresentam altas taxas de salinidade, nas zonas litorâneas e pré-litorâneas. Em Caucaia, encontram-se especificamente na planície flúvio-marinha do Rio Ceará. Não possuem diferenciações nítidas dos horizontes, sendo muito ricos em matéria orgânica em decomposição. Geralmente exibem elevadas concentrações de sais, o que os torna inadequados às atividades agrícolas. Nesses solos é que se desenvolvem os manguezais. Referida vegetação é um complexo vegetacional altamente especializado, por ser tolerante aos elevados índices de salinidade e submetida a inundações diárias conforme a variação de marés.

- Luvissolos: São rasos ou pouco profundos, moderadamente drenados, ácidos a praticamente neutros e com grande quantidade de minerais primários no perfil. Ocupam extensas áreas de relevo suavemente ondulado, nos domínios da depressão sertaneja, onde predominam rochas gnáissico-migmatíticas e a vegetação de caatinga. Normalmente estão associados com Neossolos Litólicos. A falta de água, pedregosidade e suscetibilidade à erosão, constituem os principais fatores limitantes à utilização agrícola dessa unidade pedológica.

- Neossolos Litólicos: Incidem nas áreas dissecadas, ocupando posição de encostas em relevos que variam desde suavemente ondulados até montanhosos, ou mesmo escarpados. Ocasionalmente podem ocupar áreas de relevo praticamente plano. São solos rasos a muito rasos, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, bem drenados, com pedregosidade e rochas na superfície. Possuem textura arenosa até siltosa e são moderadamente ácidos a praticamente neutros. Frequentemente ocorrem associados à Argissolos Vermelho-Amarelos. A utilização agrícola desses solos é fortemente limitada, devido à deficiência de água, pedregosidade, presença de afloramentos rochosos, pouca profundidade e relevo acidentado. Nesses solos se desenvolvem a vegetação de caatinga.

- Vertissolos: De ocorrência restrita em Caucaia, ocupam terrenos de relevo plano a suavemente ondulado, de constituição gnáissico-migmatítica. São solos não hidromórficos, argilosos a muito argilosos, com elevado teor de argilas do grupo da montmorilonita, que provoca expansões, quando molhados, e contrações, quando ressecados. Têm coloração variada, predominando o bruno-escuro, bruno acizentado e bruno-acizentado-escuro. Em épocas chuvosas esses solos encharcam-se facilmente devido à drenagem imperfeita e a lenta permeabilidade, tornando-se bastante suscetíveis à erosão, embora representem solos de bom potencial agrícola.

- Neossolos Flúvicos: Possuem formação a partir da sedimentação fluvial e distribuem-se principalmente ao longo dos rios de maior fluxo, como por exemplo, o Ceará, São Gonçalo, Anil, Cauhípe e Juá, ocorrendo também próximos a lagoas. Variam de muito profundos a medianamente profundos e têm textura variada, apresentando-se de moderada a imperfeitamente drenados, com acidez moderada a levemente alcalina. A camada superficial geralmente mostra coloração bruno-acinzentada-escura e bruno muito escura. São solos de alta fertilidade natural, que são inundados sazonalmente quando do período chuvoso. Primariamente, eram revestidos por uma vegetação do tipo mata ciliar. Observa-se o recobrimento de vastos setores por carnaubais, notadamente no Lagamar do Cauhípe. Em razão da disponibilidade hídrica e da boa fertilidade natural, esses solos são sistematicamente ocupados por atividades agrícolas em Caucaia.

- Planossolos: Ocorrem normalmente relacionados ao relevo plano da superfície pediplanada (depressão sertaneja) e foram desenvolvidos sobre litotipos da sequência gnáissico-migmatítica, predominando a vegetação de caatinga. São relativamente rasos e de baixa permeabilidade, sofrendo encharcamento durante os períodos chuvosos e ressecamento nas épocas secas. As cores dominantes variam de bruno-claro-acizentado a bruno-escuro. A suscetibilidade à erosão, deficiência de água na estação seca e excesso na estação chuvosa, assim como a saturação de sódio trocável nos horizontes superficiais são os limitantes do uso desses solos às atividades agrícolas.

Conforme Souza (2000), pode-se observar estreita relação entre as classes de solos com os demais componentes ambientais. Nesse contexto, o Quadro 8 relaciona a unidade fitoecológica à classe de solos correspondente e ao respectivo compartimento geomorfológico no município de Caucaia.

Quadro 8: Associação das unidades fitoecológicas, classes de solos e compartimento geomorfológico de Caucaia.

Unidade fitoecológica	**Associação das classes de solos**	**Compartimento geomorfológico**
Complexo vegetacional litorâneo	Neossolos quartzarênicos e Gleissolos sálicos	Planície litorânea
Mata de tabuleiro	Argissolos vermelho-amarelos e Neossolos quartzarênicos	Tabuleiros pré-litorâneos
Caatinga	Neossolos litólicos, Planossolos háplicos, Vertissolos, Argissolos vermelho-amarelos e Luvissolos	Depressão sertaneja
Mata plúvio-nebular e Mata seca	Neossolos litólicos e Argissolos vermelho-amarelos	Maciços residuais
Caatinga	Neossolos litólicos	Cristas residuais e *Inselbergs*
Mata ciliar e lacustre	Neossolos flúvicos	Planície fluvial e lacustre

Fonte: Adaptado de Souza (2000).

A caracterização das unidades fitoecológicas presentes no município de Caucaia foi realizada com base em Brandão (1995), Ceará (1998) e Souza (2000).

- Mata Ciliar e Lacustre: As planícies fluviais são áreas que apresentam boas condições hídricas e solos férteis, permitindo a geração de uma cobertura vegetal que está adaptada à inundação dos solos e aos períodos de estiagem. A carnaúba (*Copernicia prunifera*) é a espécie dominante, existindo também a distribuição de arbustos de forma dispersa e irregular ao longo das planícies de inundação, como o mulungu (*Erythrina velutina*) e a oiticica (*Licania rígida*).

- Mata Plúvio-Nebular: Concentra-se nos setores mais elevados das serras de Maranguape, Juá e Conceição, a partir da cota dos 600 metros de altitude (SARAIVA JÚNIOR, 2009), onde há uma maior umidade atmosférica, frequentes chuvas orográficas e solos mais profundos, constituindo unidade vegetacional com porte arbóreo. Sua composição florística caracteriza-se por árvores que alcançam até 30 metros, sendo que as espécies conservam entre 75% e 100% das folhas durante o ano, verificando-se a existência de remanescentes da Mata Atlântica. Dentre as espécies, destacam-se: babaçu (*Orbignya martiana*), jatobá (*Hymenaea courbarie*), tuturubá (*Lucuna grandiflora*) e piroá (*Basiloxylom brasiliensis*).

- Mata Seca: Ocorre nos níveis inferiores (meia encosta) e vertentes de sotavento dos maciços residuais, assim como nas cristas residuais que se distribuem em Caucaia. Tem como característica a queda das folhas nos períodos de estiagem, possuindo espécies de porte arbóreo, intermediários entre a mata plúvio-nebular e a caatinga. As espécies de maior relevância são o angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Astronium urundeuva*), mulungu (*Erythrina velutina*) e a sipaúba (*Thiloa glancocarpa*).

- Complexo Vegetacional Litorâneo: Referido complexo abrange a vegetação da faixa de praia, dunas móveis, dunas fixas e os manguezais. Na faixa de praia e nas dunas móveis, nos locais mais próximos ao mar, tem-se uma vegetação pioneira, onde predominam gramíneas e várias espécies rasteiras que atuam como agentes fixadores contra a deflação eólica. Destaca-se a salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*).

As dunas fixas em Caucaia, normalmente, apresentam-se com um revestimento vegetal de porte arbóreo, situadas a retaguarda da faixa de praia e das dunas móveis. As espécies de proeminência são o juazeiro (*Zizyphus j*oazeiro), pau d'arco roxo (*Tabebuia avellanede*) e a tatajuba (*Chloroflora tinctoria*).

Os manguezais são ecossistemas formados, principalmente, nas áreas de planícies flúvio-marinhas. Sua composição florística é representada pelo manguezal vermelho (*Rhizophora mangle*), manguezal branco (*Laguncularia racemosa*) e o manguezal canoé (*Avicennia nítida*).

Eles devem ser preservados tendo em vista que são ecossistemas complexos e frágeis que desempenham importantes funções ambientais do ponto de vista físico e biológico, sendo áreas de reprodução de um grande número de espécies, funcionando também como filtro natural para o oceano, retendo os sedimentos oriundos de áreas erodidas e substâncias poluidoras.

- Mata de Tabuleiro: Ocorrendo, mormente, em terrenos da Formação Barreiras, caracteriza-se por uma vegetação densa, com indivíduos que exibem um porte médio de seis metros e cujas folhas caem em mais de 50% nos períodos de estiagem. Suas principais espécies são: pau d'arco roxo (*Tabebuia avellanede*), murici (*Byrsonina crassifólia*), angelim (*Andira retusa*), mororó (*Bauhinia ungulata*) e o cajueiro (*Anacardium occidentale*), sendo este último considerado um bio-indicador para identificação dos tabuleiros pré-litorâneos.

- Caatinga: Ocupa a maior porção territorial de Caucaia, associando-se aos domínios dos terrenos cristalinos da depressão sertaneja. Constitui vegetação típica dos sertões nordestinos, ostentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos, incluindo enclaves de cerrados e faixas de transição para outras unidades fito-ecológicas.

Apresenta espécies arbóreas e arbustivas, podendo ser densa ou aberta, refletindo as relações mútuas entre os componentes do meio físico, tais como: relevo, tipo de rocha, solos e grau de umidade. As espécies mais representativas são: jurema (*Mimosa hostile*), catingueira (*Caesalpina bracteosa*), sabiá (*Mimosa caesalpina*), marmeleiro (*Croton sonderianus*) e mandacaru (*Cereus jamacaru*).

5.4. Compartimentação Geoambiental

A compartimentação geoambiental de Caucaia contempla a caracterização dos diversos aspectos naturais, almejando identificar, através de suas relações recíprocas, os sistemas ambientais presentes no município. Para tanto, os referidos sistemas foram delimitados considerando-se a inter-relação dos seus elementos no tocante à dimensão, características de origem e evolução. Com isto, foi possível analisar as limitações e potencialidades dos sistemas ambientais, estudando a capacidade de suporte ao uso e ocupação da terra.

Na avaliação da capacidade de suporte dos sistemas ambientais, as potencialidades são abordadas como atividades passíveis de serem praticadas ou com condições de recursos naturais favoráveis. Por exemplo, cita-se a agricultura, a pecuária, os recursos hídricos, a mineração, o paisagismo, o turismo, a indústria, a expansão urbana, dentre outras.

Em relação às limitações, as mesmas são abordadas com base na vulnerabilidade ambiental dos sistemas, assim como nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos negativos produzidos pela ocupação desordenada da terra.

Observando a importância da diversidade interna dos sistemas de relações, foram demarcados subsistemas ambientais. Neste contexto, Souza et al. (2009) diz que a concepção de paisagem assume relevante significado para o mapeamento das subunidades, em virtude da exposição de padrões uniformes ou com relativa homogeneidade.

Ross (1995) complementa afirmando que os subsistemas ambientais constituem espaços territoriais que detêm certo grau de homogeneidade fisionômica, que é dada pelos elementos que se mostram mais claramente na paisagem à visão humana, isto é, o relevo e a vegetação.

Assim, os aspectos geomorfológicos são utilizados como um dos principais critérios para a delimitação dos sistemas ambientais, dadas as suas características de síntese dos processos ambientais (SOUZA, 2000).

Souza et al. (2002) reconhecem que a compartimentação geomorfológica deriva da herança da evolução geoambiental, pelo menos terciário-quaternária, onde cada compartimento tende a ter padrões de drenagem superficial, associações típicas de solos e características singulares quanto aos aspectos fitofisionômicos e, por consequência, os padrões de uso e ocupação da terra são também influenciados.

Neste contexto, mapearam-se e descreveram-se os seguintes sistemas ambientais em Caucaia: Planície litorânea, tendo como subsistemas às dunas móveis, dunas fixas, planície flúvio-marinha, faixa de praia e terraços marinhos; Planície ribeirinha, subdividida nas planícies lacustres e planícies fluviais; Tabuleiros pré-litorâneos; Depressão sertaneja; Maciços residuais, contendo os subsistemas das serras úmidas pré-litorâneas, das serras secas subúmidas e das cristas residuais e *inselbergs*, conforme delineado no Quadro 9.

Quadro 9: Sistemas Ambientais do município de Caucaia.

Domínios Naturais	**Sistemas Ambientais**	**Subsistemas Ambientais**
Ambientes deposicionais do litoral e do interior; Superfícies pré-litorâneas interiores e Planícies de acumulação	Planície Litorânea	Faixa de praia e terraços marinhos
		Campo de dunas móveis
		Campo de dunas fixas
		Planície flúvio-marinha
	Tabuleiro Pré-litorâneo	Tabuleiro pré-litorâneo
	Planície Ribeirinha	Planície fluvial
		Planície lacustre
Maciços residuais	Maciços Residuais	Serras úmidas pré-litorâneas
		Serras secas e subúmidas
		Cristas residuais e *inselbergs*
Depressões sertanejas semiáridas	Sertões do Choró/Pacoti	Depressão sertaneja de Caucaia

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

Vale destacar que para Tricart (1977) o meio físico deve algumas de suas características essenciais ao desenvolvimento dos seres vivos, de vez que, o meio físico e a biosfera se encontram intrinsecamente ligados. Em síntese, mencionado autor reporta que não é possível estudar a biosfera negligenciando a maneira pela qual os seres vivos se relacionam com o meio físico, assim como não se pode entender o meio físico ignorando os seres vivos que aí se adaptam, condicionando um número considerável de seus caracteres.

Nessa perspectiva, a compartimentação geoambiental subsidia o ordenamento do território, pois leva em consideração o conjunto de condicionantes geoecológicos (potencial ecológico, exploração biológica e ação humana) e suas inter-relações, demarcando áreas cujos conjuntos formam unidades relativamente homogêneas.

Dessa forma, a abordagem geoambiental e o mapeamento dos sistemas ambientais permitem a análise integrada das condições ambientais, no intuito de indicar alternativas visando o desenvolvimento sustentável, contribuindo com o ordenamento por meio de uma ocupação racional da terra. Para tanto, faz-se necessário indicar as potencialidades e limitações de cada sistema ambiental, visando avaliar a capacidade de suporte ao uso e ocupação do território.

A seguir são analisados e mapeados os sistemas ambientais do município de Caucaia, com base em Souza (2000, 2005), na interpretação de produtos de sensoriamento remoto e em trabalhos de campo.

5.4.1. Planície Litorânea

A planície litorânea, via de regra, recobre os sedimentos mais antigos da Formação Barreiras, sendo caracterizada por estreita faixa de terras com largura média de 1,0 a 4,0 km, composta por sedimentos holocênicos (neoformação), com granulometria e origem variadas.

Em Caucaia, observa-se forte relação entre as feições que compõem a planície litorânea, recebendo influência de natureza fluvial, marinha, eólica ou combinadas, gerando formas de acumulação e erosão. Dentre as feições que compõem este sistema ambiental e que serviram de critério para definir os subsistemas ambientais foram consideradas as seguintes: Faixa de praia e terraços marinhos, dunas móveis, dunas fixas e planícies flúvio-marinhas.

Conforme Souza et al. (2009), a planície litorânea detêm alta potencialidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, sendo que este potencial é dependente, essencialmente, das condições climáticas, das características geomorfológicas e geológicas.

Em razão dos condicionantes geológicos, fundamentalmente sedimentares, este sistema ambiental é favorecido pelo acúmulo hídrico no subsolo, configurando importantes aqüíferos nos campos de dunas (móveis e fixas) e nos terraços marinhos, propiciando também a ocorrência de lagoas costeiras (SOUZA, 2000).

No tocante aos solos, há a predominância de Neossolos Quartzarênicos nos subsistemas ambientais das dunas móveis, dunas fixas, faixa de praia e terraços marinhos. Por sua vez, na área da planície flúvio-marinha são observados os solos do tipo Gleissolos Sálicos. Reveste esses solos a vegetação do complexo vegetacional litorâneo composta por espécies pioneiras psamófilas, vegetação de dunas e os manguezais.

Isto posto, menciona-se que a planície litorânea é um ambiente dinâmico e com alta vulnerabilidade ambiental, devido à ação de processos erosivos causados pela atuação eólica, fluvial e marinha, engendrando uma primazia da morfogênese sobre a pedogênese.

Souza (2000) leciona que a faixa de praia e os terraços marinhos são ambientes com forte atuação morfogenética, tendo pedogênese praticamente nula, o que faculta alta vulnerabilidade ambiental para este subsistema com ecodinâmica desfavorável às atividades humanas, que devem ser cuidadosamente planejadas, onde o uso apropriado, por exemplo, é destinado ao lazer e à recreação de forma sustentável.

As dunas móveis são locais fortemente instáveis com predominância da morfogênese, implicando em áreas com alta vulnerabilidade ambiental ao processo de uso e ocupação da terra. Para Souza et al. (2009), as dunas são locais com potencialidade para as atividades do turismo e lazer, desde que sejam levados em consideração preceitos conservacionistas e de sustentabilidade ambiental.

No tocante às dunas fixas, estas constituem ambientes instáveis com alta vulnerabilidade à ocupação (SOUZA et al., 2002). Nos campos de dunas fixas encontram-se consideráveis reservas de águas subterrâneas, além de deterem potencial paisagístico.

A planície flúvio-marinha corresponde a um ambiente fortemente instável e com alta vulnerabilidade à ocupação e uso da terra, devido à prevalência da morfogênese sobre a pedogênese, sendo um sistema ambiental marcado por sedimentos de fino calibre, com solos lodosos, parcial ou permanentemente submersos, onde se desenvolvem os mangues, servindo também de criadouro de inumeráveis espécies de peixes e crustáceos.

Enquadram-se como áreas de preservação compulsória e acesso restrito por imposições legais, sendo possíveis, por exemplo, atividades relacionadas à pesca e extrativismo controlado, recreação e patrimônio paisagístico (SOUZA, 2005).

A Figura 32 exibe foto aérea com os subsistemas ambientais da planície litorânea de Caucaia, observando-se a faixa de praia, os terraços marinhos, os campos de dunas móveis e fixas. Já a Figura 33 evidencia foto aérea mostrando a planície flúvio-marinha do Rio Ceará, verificando-se forte adensamento urbano no entorno deste subsistema ambiental.

Figura 32: Foto aérea mostrando parte da planície litorânea com a presença da faixa de praia, terraços marinhos, campo de dunas móveis e fixas, nas proximidades do Porto do Pecém. Fonte: IPECE (2008).

Figura 33: Foto aérea mostrando parte da planície litorânea com a presença da planície flúvio-marinha do Rio Ceará. Fonte: IPECE (2008).

Os Quadros 10 e 11 expõem as principais características ambientais da Planície Litorânea de forma integrada, bem como as suas potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental.

Quadro 10: Síntese da compartimentação geoambiental da Planície Litorânea.

Subsistema ambiental	Geologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação
Faixa de praia e terraços marinhos	Sedimentos marinhos e eólicos com areias finas e grosseiras, contendo níveis de minerais pesados e eventuais ocorrências de *beach rokcs*.	Faixa de praia com superfície arenosa e acumulação marinha, níveis escalonados de terraços.	Neossolos quartzarênicos.	Vegetação pioneira Psamófila do complexo vegetacional litorâneo.
Dunas móveis	Sedimentos eólicos com areias finas e grosseiras contendo níveis de minerais pesados.	Campo de dunas móveis.	Neossolos quartzarênicos.	Vegetação pioneira Psamófila do complexo vegetacional litorâneo.
Dunas fixas	Sedimentos eólicos antigos com areias finas e grosseiras contendo níveis de minerais pesados.	Campo de dunas fixas.	Neossolos quartzarênicos.	Vegetação de dunas fixas do complexo vegetacional litorâneo.
Planície flúvio-marinha	Sedimentos flúvio-marinhos, argiloso-arenosos, ricos em matéria orgânica.	Áreas de acumulação complexas, periodicamente inundáveis com depósitos de sedimentos continentais e acréscimos de sedimentos marinhos.	Gleissolos sálicos.	Manguezais.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

Quadro 11: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica para a Planície Litorânea.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Faixa de praia e terraços marinhos	Área plana ou com declive muito suave para o mar, resultante de acumulação marinha. Possui faixa praial com largura média de 1-4 km, sendo as principais praias a do Cumbuco, do Icaraí, do Pacheco, de Iparana, dos Coqueiros e da Tabuba. Nesses ambientes por ter grande permoporosidade, há boas quantidades de recursos hídricos subterrâneos, existindo alta vulnerabilidade a ocupação.	Patrimônio paisagístico; Turismo e lazer; Energia eólica; Recursos hídricos subterrâneos e lagoas freáticas; Educação ambiental.	Ambientes legalmente protegidos; Alta vulnerabilidade à poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; Restrições às atividades de mineração; Baixo suporte para edificações e implantação viária. Ecodinâmica desfavorável.	Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Dunas móveis	Morros de areias Quaternárias em depósitos marinhos inconsolidados, acumulados e remodelados pelo vento. Nas dunas móveis quase não há vegetação, com pouquíssimos traços de psamófilas. A característica principal desse ambiente é a ação eólica lapidadora de suas várias formas e tamanhos.	Patrimônio paisagístico; Educação ambiental; Turismo e lazer; Energia eólica; Recursos hídricos subterrâneos e lagoas freáticas.	Ambientes legalmente protegidos; Alta vulnerabilidade à poluição dos solos e dos recursos hídricos; Atividade de mineração descontrolada; Baixo suporte para edificações e implantação viária. Ecodinâmica desfavorável.	Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.
Dunas fixas	Morros de areias Quaternárias em depósitos marinhos e litorâneos inconsolidados e acumulados pelo vento. Processos incipientes de edafização viabilizam a fixação das dunas por meio da fitoestabilização. Constituem morros de areias pertencentes a gerações mais antigas de dunas, estando alguns, eventualmente, dissipados. Em Caucaia, ocorrem principalmente na parte oeste do litoral.	Patrimônio paisagístico; Recursos hídricos subterrâneos; Prática de educação ambiental; Biodiversidade; Pesquisa científica; Turismo e lazer.	Ambientes legalmente protegidos; Baixo suporte para edificações; Alta suscetibilidade à poluição dos solos e dos recursos hídricos; Atividade mineradora e extrativa descontrolada; Ecodinâmica desfavorável.	Ambientes instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação.
Planície flúvio-marinha	Faixa de terras perpendiculares à linha de costa, em estuários, com sedimentos de fino calibre, de origem fluvial e marinha, com solos do tipo Gleissolos. O manguezal serve de criadouro de inumeráveis espécies de peixes e crustáceos, sendo o ecossistema mais produtivo da faixa litorânea. Apesar do poder de regeneração, o sistema ecológico do mangue é frágil e muito vulnerável à degradação ambiental. Em Caucaia, ocorre no estuário do Rio Ceará.	Pesquisa científica e educação ambiental; Pesca artesanal; Extrativismo controlado; Patrimônio paisagístico; Ecoturismo; Preservação da biodiversidade.	Ambientes legalmente protegidos; Inundações periódicas; Solos excessivamente drenados; Impedimentos à mecanização e agricultura.	Ambientes fortemente instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

5.4.2. Planícies lacustres e fluviais

As planícies fluviais são formadas a partir da deposição da ação fluvial, ocorrendo com maior ênfase no município de Caucaia nos rios Ceará, Cauhípe, Juá, São Gonçalo e Anil, além de seus principais tributários.

Por sua vez, as planícies lacustres são determinadas como locais de acumulação inundáveis que bordejam as lagoas perenes existentes na planície litorânea e nos tabuleiros pré-litorâneos, em áreas de baixa altitude, sendo que em algumas situações estas lagoas estão ligadas diretamente à rede de drenagem. Em Caucaia, destaca-se o Lagamar do Cauhípe.

O Lagamar do Cauhípe é uma Área de Proteção Ambiental (APA) gerenciada pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), criada no ano de 1998. Localiza-se no litoral oeste de Caucaia, apresentando uma forma alongada e perpendicular à linha de costa, com 6 km de extensão e largura média de 1,10 km, possuindo uma área de 6,68 km^2 (QUEIROZ, 2003).

Os sedimentos aluviais das planícies fluviais e lacustres são formados em sua grande maioria por areias finas e médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados, siltes, argilas e eventuais ocorrências de matéria orgânica em decomposição (SOUZA, et al., 2009).

Nas planícies fluviais e lacustres verifica-se que os solos são mal drenados, profundos, com alta fertilidade natural, prevalecendo os Neossolos Flúvicos. Estes sistemas ambientais detêm bom potencial hidrológico, onde está inserido o aquífero Aluvião. A vegetação predominante é a mata ciliar, com destaque para as carnaúbas (*Copernicia prunifera*).

Conforme Souza (2000), as planícies fluviais e lacustres são ambientes de transição com tendência a instabilidade e com vulnerabilidade média a alta, onde há uma maior atuação da morfogênese sobre a pedogênese, e em algumas situações existe um equilíbrio entre ambos.

A drenagem imperfeita, o encharcamento e o excesso de água durante a estação chuvosa constituem os principais fatores limitantes ao uso da terra, tratando-se de áreas constantemente sujeitas a inundações (SOUZA, 2005).

Souza (2000) indica que estes sistemas ambientais constituem-se em áreas propícias à prática de lavouras irrigadas em função das boas condições morfopedológicas, sendo favoráveis também ao agroextrativismo.

Vale comentar que são nesses sistemas ambientais que se concentram a maior parte das áreas de risco em Caucaia, pois a ocupação desordenada das planícies fluviais expõe a população residente a riscos derivados de inundações e alagamentos, principalmente, na quadra chuvosa.

As Figuras 34, 35, 36 e 37 mostram aspectos geoambientais e do uso e ocupação da terra praticados nas áreas de planícies fluviais e lacustres presentes no município de Caucaia, enquanto os Quadros 12 e 13 sintetizam as características naturais, limitações, potencialidades e vulnerabilidade desses sistemas ambientais.

Figura 34: Afluente do Rio Ceará com águas poluídas, mata ciliar degradada e ocupação da planície fluvial. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.431; N= 9.584.894.

Figura 35: Planície fluvial do Rio Ceará apresentando a mata ciliar degradada. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 537.678; N= 9.585.727.

Figura 36: Foto aérea exibindo a planície lacustre do Lamagar do Cauhípe, com a presença de loteamentos no seu entorno. Fonte: IPECE (2008).

Figura 37: Planície fluvial do Rio Cauhípe, utilizada como área de recreação e lazer. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 524.368; N= 9.601.467.

Quadro 12: Síntese da compartimentação geoambiental da Planície lacustre e fluvial.

Subsistema ambiental	Geologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação
Planície fluvial	Sedimentos aluviais com areias mal selecionadas, incluindo siltes, argilas e cascalhos.	Áreas planas em faixas de aluviões recentes e baixadas inundáveis limitadas por níveis escalonados de terraços ocasionalmente mantidos por cascalheiros.	Neossolos flúvicos.	Mata ciliar com presença de carnaubais.
Planície lacustre	Sedimentos lagunares arenosos e argilosos, moderadamente a mal selecionados.	Faixas de acumulação de sedimentos arenosos e argilosos, bordejando lagoas e áreas aplainadas, sujeitas a inundações periódicas.	Neossolos flúvicos.	Mata lacustre com presença de carnaubais.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

Quadro 13: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica para a Planície lacustre e fluvial.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Planície fluvial	Superfícies planas, oriundas de acumulação de sedimentos inconsolidados fluviais, sujeitas a inundações sazonais e revestidas primariamente por matas ciliares, incluindo a vegetação de carnaúba, que consiste em um indicador natural para identificação de uma planície fluvial. Ocupam faixas de deposição aluvial, bordejando as calhas dos rios de maior porte do município.	Recursos hídricos; Agroextrativismo controlado; Agricultura; Pesca artesanal; Mineração controlada; Atrativos turísticos e de lazer; Pesquisa científica e educação ambiental.	Restrições legais visando à preservação de matas ciliares; Inundações sazonais dos solos; Expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais; Alta vulnerabilidade a contaminação e poluição dos recursos hídricos.	Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.
Planície lacustre	São áreas de acumulação inundáveis que bordejam as lagoas perenes e subperenes existentes principalmente na planície litorânea e nos tabuleiros pré-litorâneos. Tem sua origem fluvial, freática ou mista. Os sedimentos presentes são areno-argilosos e revertidos por matas lacustres. Em Caucaia, a planície lacustre juntamente com a planície litorânea tem grande potencial paisagístico e turístico. Destaca-se a planície lacustre do Lagamar do Cauhípe, que é uma área de proteção ambiental (APA).	Pesquisa científica e educação ambiental; Recursos hídricos superficiais; Pesca artesanal; Recreação e turismo; Patrimônio paisagístico; Agroextrativismo controlado.	Ambiente legalmente protegido; Inundações periódicas; Dificuldade de mecanização de solos argilosos; Baixo suporte para edificações.	Ambientes de transição com vulnerabilidade média à ocupação.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

5.4.3. Tabuleiros pré-litorâneos

Os tabuleiros pré-litorâneos (Figuras 38 e 39) se dispõem de modo paralelo à linha de costa, à retaguarda da planície flúvio-marinha do Rio Ceará e dos campos de dunas móveis e fixas. São constituídos por sedimentos mais antigos da Formação Barreiras, possuindo topografia plana, com declividade variando entre 0% e 5%, sendo entalhados por rios e riachos no município de Caucaia.

Figura 38: Área de Tabuleiro pré-litorâneo próximo ao lagamar do Cauhípe. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 522.674; N= 9.601.523.

Figura 39: Tabuleiros pré-litorâneos em área de expansão urbana, próximo ao distrito de Mirambé. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.051; N= 9.581.155.

Dessa forma, sob o aspecto litológico, há predominância de sedimentos areno-argilosos de tons esbranquiçados, vermelho-amarelados e cremes. O material em geral é mal selecionado e tem variação textural de fina a média e estratificação indistinta. Do ponto de vista pedológico, observa-se associação de Neossolos Quartzarênicos e de Argissolos Vermelho-Amarelos (SOUZA, 2000).

O complexo vegetacional predominante neste sistema ambiental corresponde à mata de tabuleiro, atualmente bastante descaracterizada, que conforme Fernandes (1990), possui duas feições distintas, a subperenifólia e a caducifólia.

De acordo com Souza et al. (2009), a vegetação subperenifólia situa-se principalmente nas áreas próximas ao litoral, recobrindo Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Quartzarênicos, constituída por espécies de porte arbóreo/arbustivo. Por outro lado, à medida que se aproxima do contato com a depressão sertaneja, passa a haver uma predominância de espécies caducifólias, configurando certa similaridade com as caatingas arbustivas da depressão sertaneja.

No tocante à rede de drenagem, nota-se que os rios assumem um padrão paralelo, devido à permoporosidade da área, o que proporciona a baixa capacidade de incisão linear, como pode ser diagnosticado nas bacias hidrográficas dos rios Cauhípe e Juá.

Segundo Souza (2005), as limitações à ocupação e uso da terra nos tabuleiros pré-litorâneos referem-se, principalmente, à manutenção do equilíbrio ambiental e controle de cheias, com destaque para as áreas mais próximas à confluência de canais fluviais e/ou em áreas próximas às planícies flúvio-marinhas.

Destaca-se que este sistema ambiental possui ecodinâmica favorável a diversas atividades de uso e ocupação da terra, uma vez que possui tendência à estabilidade, detendo vulnerabilidade ambiental baixa, apresentando, portanto, situação propícia à expansão urbana, desde que observadas as adequadas condições de infraestrutura urbana e de saneamento ambiental.

Podem ser visualizados nos Quadros 14 e 15 a síntese das características ambientais do Tabuleiro pré-litorâneo, assim como as suas potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental.

Quadro 14: Síntese da compartimentação geoambiental dos Tabuleiros Pré-Litorâneos.

Subsistema ambiental	Geologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação
Tabuleiro pré-litorâneo	Formação Barreiras: Conglomerados na base, arenitos, siltitos e sedimentos variegados areno-argilosos de cores vermelho-amarelas.	Rampas de acumulação com caimento topográfico suave dissecados em interflúvios tabulares, apresentando baixa declividade.	Neossolos quartzarênicos e argissolos vermelho amarelos.	Mata de tabuleiro.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

Quadro 15: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica para os Tabuleiros Pré-Litorâneos.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Tabuleiro pré-litorâneo	Superfície de topo plano ou suavemente ondulado e com larguras variadas, composta por material areno-argiloso inconsolidado, seccionada por vales abertos e de fundo plano. Tem altitude entre 30 e 80 metros e são constituídos por sedimentos mais antigos da Formação Barreiras, tendo a ocorrência de Neossolos quartzarênicos e Argissolos vermelho-amarelos, verificando-se a presença da Mata de tabuleiro.	Expansão urbana; Instalação viária; Agroextrativismo; Agropecuária; Mineração controlada; Materiais para construção civil; Vulnerabilidades pouco restritivas a atividade industrial; Aterros sanitários; Águas subterrâneas; Pesquisa científica; Lazer e turismo.	Baixa fertilidade natural dos solos; Deficiência hídrica durante a estiagem.	Ambientes estáveis com vulnerabilidade baixa à ocupação.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

5.4.4. Depressão Sertaneja

A depressão sertaneja (Figuras 40 e 41) corresponde ao sistema ambiental com maior área territorial em Caucaia, incidindo na parte sul do município, possuindo contato com os tabuleiros pré-litorâneos e os maciços residuais.

Souza (2000) cita que a depressão sertaneja tem acentuada diversificação litológica, relacionadas ao complexo gnáissico-migmatítico, com rochas indistintamente truncadas por superfície de erosão onde os processos de pediplanação deram origem a este sistema ambiental.

Os solos na depressão sertaneja no município apresentam predominância de Planossolos Háplicos, moderadamente rasos e com baixa permeabilidade, passando por processos de encharcamento durante os períodos chuvosos e de ressecamento nas épocas secas. Ressalta-se que ocorrem também solos do tipo Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Vertissolos e Luvissolos.

As caatingas que recobrem a depressão sertaneja em Caucaia detêm variados padrões fisionômicos e florísticos, possuindo em sua maioria um caráter arbustivo, com exceção nos locais mais próximos do tabuleiro pré-litorâneo, onde se verificam espécies arbóreas, devido à prevalência de uma semi-ardidez mais moderada e de solos com melhores condições de fertilidade natural. Vale destacar que a transição entre os tabuleiros pré-litorâneos e a depressão sertaneja não apresenta rupturas topográficas nítidas no município.

Figura 40: Vegetação da caatinga arbustiva aberta inserida na depressão sertaneja. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 515.577; N= 9.590.463.

Figura 41: Povoado próximo à sede do distrito de Bom Principio no contexto da depressão sertaneja. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 511.595; N= 9.562.721.

A drenagem superficial neste sistema ambiental é densa, de padrão dendrítico e com pequena capacidade de entalhamento em face da intermitência sazonal dos cursos d'água, observando-se também baixo potencial de águas subterrâneas (SOUZA et al., 2009).

A ecodinâmica na depressão sertaneja mostra-se como um ambiente de transição, ocorrendo à ação simultânea dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, detendo vulnerabilidade média à ocupação. São áreas favoráveis à utilização agropastoril e agroextrativista vegetal controlada.

As principais limitações neste sistema ambiental se referem aos solos rasos e com baixa fertilidade natural, à irregularidade pluviométrica, à escassez de recursos hídricos e a suscetibilidade à erosão (SOUZA, 2000).

Os Quadros 16 e 17 apresentam a síntese das características ambientais da Depressão Sertaneja de Caucaia de forma integrada, bem como as suas potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental.

Quadro 16: Síntese da compartimentação geoambiental da Depressão Sertaneja.

Subsistema ambiental	Geologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação
Depressão Sertaneja de Caucaia	Predominância de rochas cristalinas do complexo gnáissico-migmatítico, com biotita-gnaisses, total ou parcialmente migmatizados com muscovita, anfibólio, silimanita e granada.	Superfície pediplanada com pedimentos conservados e parcialmente dissecados, intercalados por planícies fluviais.	Associações de Neossolos litólicos, Planossolos háplicos, Vertissolos, Argissolos vermelho-amarelos e Luvissolos.	Caatinga arbustiva e arbórea.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

Quadro 17: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica da Depressão Sertaneja.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Depressão Sertaneja de Caucaia	Superfície aplainada ou parcialmente dissecada em suaves ondulações intercaladas por fundos de vales rasos. Predominam rochas do embasamento cristalino que apresentam grande variedade de tipos, sendo truncadas por superfície de erosão. Possui baixa declividade, presença de solos pouco profundos e com grande frequência de afloramentos rochosos. Padrão dendrítico da drenagem e regime hídrico intermitente sazonal. Área recoberta pela vegetação de caatinga que se apresenta parcialmente degradada, mas que ostenta padrões fisionômicos e florísticos variados.	Pecuária; Mineração controlada; Extrativismo vegetal; Pesquisa científica; Ecoturismo.	Solos rasos; Pluviometria escassa e irregular; Suscetibilidade a erosão dos solos; Vulnerabilidade à salinização de solos e corpos d' água; Afloramentos rochosos.	Ambientes de transição com vulnerabilidade média à ocupação.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

5.4.5. Maciços Residuais

Os maciços residuais representam uma expressão significativa do ambiente cristalino, compostos por rochas granítico-migmatíticas, sendo áreas serranas dispersas em um relevo plano a suavemente ondulado da depressão sertaneja.

No município de Caucaia verificam-se importantes serras, podendo-se citar, por exemplo, as serras de Maranguape, das Danças, da Conceição, Juá e Camará, além dos serrotes do Olho d' água, Jucurutu, das Cajazeiras, Caruru, Salgadinho, Pedreiras, Deserto, Japapara, Preto, Bico Fino, entre outros.

Souza (2000) cita que os maciços residuais consistem em superfícies elevadas, detendo relevos fortemente dissecados em formas de topo convexos e aguçados, com eventuais interflúvios dotados de declives mais suaves e vales mediana a fortemente profundos, possuindo condições climáticas úmidas e subúmidas. Os maciços residuais são subdivididos por três subsistemas ambientais em Caucaia: Serras úmidas pré-litorâneas; Serras secas e subúmidas; e as Cristas residuais e *Inselbergs*, esta última de menor dimensão espacial.

As serras úmidas pré-litorâneas caracterizam-se por apresentar boas condições de umidade e precipitação nas vertentes voltadas para o Oceano Atlântico (barlavento), predominando o intemperismo químico, favorecendo o desenvolvimento de solos do tipo Argissolos vermelho-amarelos e da Mata plúvio-nebular, notadamente nos setores mais elevados e expostos aos ventos úmidos do litoral.

Segundo Brandão (1995), os setores com maiores altitudes das serras de Maranguape, Juá e Conceição possuem a cobertura vegetal de mata plúvio-nebular, decorrente da elevada altimetria e da exposição aos ventos úmidos, condicionando, por vezes, chuvas orográficas.

Nas vertentes à sotavento as condições climáticas são menos favoráveis, sendo o intemperismo físico o principal processo modelador da paisagem. Nestas serras secas e sub-úmidas prevalecem solos litólicos, rasos a medianamente rasos, com frequentes afloramentos rochosos, possibilitando a formação de uma vegetação intermediária entre a caatinga e a mata plúvio-nebular, a chamada Mata Seca.

A drenagem dos maciços residuais em Caucaia possui padrão dendrítico com elevado poder de entalhe, contribuindo para intensificar a dissecação do relevo em feições de cristas e de colinas. Devido à litologia não permitir infiltração, se verifica um baixo potencial de águas subterrâneas, exceto nas áreas com fraturas.

Conforme Souza (2000), no tocante a ecodinâmica, devido à instabilidade topográfica das vertentes mais íngremes, os maciços residuais são qualificados como ambientes instáveis, com vulnerabilidade alta a ocupação, ressaltando-se que os locais com declividade superior a 45° são classificados como áreas protegidas pela legislação ambiental.

Araújo et al. (2011) estudaram a vulnerabilidade ambiental do complexo de serras do Juá, Conceição e Camará, utilizando como critério a declividade, onde áreas com declive maior que 35º foram qualificadas como tendo alta vulnerabilidade ambiental. Verificou-se que aproximadamente 85% da área dessas serras são caracterizadas como um ambiente de vulnerabilidade alta.

A ocupação e o uso da terra nos maciços residuais em Caucaia tem a ocorrência principalmente da agricultura e da mineração, entre outras atividades de menor relevância. As Figuras 42 e 43 exibem características da paisagem e de atividades humanas desenvolvidas nestes sistemas ambientais no município.

Figura 42: Extração de rocha da Serra da Conceição para britagem. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 525.547; N= 9.587.826.

Figura 43: Vista do maciço residual do Juá com plantação de bananeiras. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 524.205; N= 9.582.711.

Cabe destacar que no contexto da depressão sertaneja também ocorrem às cristas residuais e os *Inselbergs*, que se constituem em áreas de menores dimensões e relevo inferior quando comparadas aos maciços residuais.

Elas apresentam-se dispersas pelo sertão de Caucaia, sendo que geologicamente constituem corpos migmatíticos, assim como rochas vulcânicas alcalinas (fonólitos, traquitos e tufos).

Segundo Brandão (1995), os *Inselbergs* possuem relevos rochosos, com solos muitos rasos, constantes afloramentos rochosos, declives íngremes, sendo gerados a partir do trabalho de erosão diferencial em setores de rochas muito resistentes. Devido a estes aspectos, constituem-se em ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade a ocupação.

Vale destacar que os Quadros 18 e 19 sintetizam as características ambientais dos maciços residuais, assim como as suas potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade.

Quadro 18: Síntese da compartimentação geoambiental dos Maciços residuais.

Subsistema ambiental	Geologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação
Serras úmidas pré-litorâneas	Litotipos variados do complexo cristalino deformados por tectonismo.	Superfícies serranas ou encostas de barlavento forte a medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas e lombadas, intercaladas por vales em V.	Argissolos vermelho amarelos e Neossolos litólicos.	Mata plúvio-nebular, mata seca e Caatinga.
Serras secas e subúmidas	Litotipos variados do complexo cristalino deformados por tectonismo.	Superfícies serranas interiores ou encostas de sotavento das serras úmidas, com vertentes íngremes e dissecadas em cristas, lombadas e colinas intercaladas por vales em V.	Neossolos litólicos, Argissolos vermelho amarelos, presença de afloramentos rochosos.	Mata seca e Caatinga.
Cristas residuais e *inselbergs*	Litotipos variados do complexo cristalino com predominância de rochas mais resistentes ao trabalho de erosão.	Feições aguçadas de relevo residuais oriundos da erosão diferencial com áreas submetidas à morfogênese mecânica.	Neossolos litólicos e afloramentos rochosos.	Caatinga arbustiva.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

Quadro 19: Características naturais dominantes, potencialidades, limitações e ecodinâmica dos Maciços residuais.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Serras úmidas pré litorâneas	Têm compartimentos diferenciados no quadro ambiental municipal, sendo considerados enclaves, onde seu relevo elevado concentra melhores condições ambientais nos planos climático, pedológico e hidrológico, formando um ambiente totalmente diferenciado do semiárido. Possuem litotipos variados, do complexo cristalino pré-cambriano, deformados por tectonismo. As superfícies são serranas, com encostas de barlavento forte a medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas e lombadas, intercaladas por vales em V.	Condições hidroclimáticas favoráveis; Média a alta fertilidade dos solos; Extrativismo vegetal; Mineração controlada; Ecoturismo; Pesquisa científica; Patrimônio paisagístico.	Declividade forte das vertentes; Impedimentos à mecanização; Alta suscetibilidade à erosão; Áreas protegidas pela legislação ambiental em encostas com declividade fortes.	Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.

Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
		Potencialidades	Limitações	
Serras secas e subúmidas	Superfícies serranas interiores ou encostas de sotavento das serras úmidas, com vertentes íngremes e dissecadas em cristas, lombadas e colinas intercalados por vales em V. São caracterizados por litotipos variados do complexo cristalino pré-cambriano fortemente deformadas por falhamentos e dobramentos pretéritos.	Extrativismo vegetal; Mineração controlada; Ecoturismo; Pesquisa científica; Patrimônio paisagístico.	Declividade forte das vertentes; Déficit hídrico; Impedimentos à mecanização; Alta suscetibilidade à erosão; Áreas protegidas pela legislação ambiental em encostas com declividade fortes.	Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.
Cristas residuais e *inselbergs*	Feições aguçadas de relevo residuais oriundos da erosão diferencial com áreas submetidas à morfogênese mecânica. São caracterizados por litotipos variados do complexo cristalino com predominância de rochas mais resistentes ao trabalho de erosão.	Pesquisa científica; Patrimônio Paisagístico; Mineração controlada.	Relevo íngreme; Alta declividade; Afloramentos rochosos.	Ambientes fortemente instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.

Fonte: Adaptado de SOUZA (2000, 2005).

5.5. Vulnerabilidade Ambiental

O Mapa 10 exibe o mapeamento dos sistemas ambientais de Caucaia, possibilitando a localização deles no território municipal. Com base na delimitação dos mesmos, verifica-se que 705,79 km^2 abrangem a depressão sertaneja, o que equivale a cerca de 58% do território. O segundo sistema, em termos de extensão territorial, corresponde aos tabuleiros pré-litorâneos com 209,46 km^2 ou 17,08%, vindo em seguida às serras secas e subúmidas possuindo 101,61 km^2 ou 8,29%, como pode ser visualizado no Quadro 20 e na Figura 44.

Quadro 20: Área (km^2) dos Sistemas Ambientais no município de Caucaia.

Subsistemas Ambientais	Área (km^2)	%
Depressão sertaneja de Caucaia	705,79	57,57
Tabuleiro pré-litorâneo	209,46	17,08
Serras secas e subúmidas	101,61	8,29
Planície fluvial	54,65	4,46
Serras úmidas pré-litorâneas	41,07	3,35
Campo de dunas móveis	24,68	2,01
Cristas residuais e *Inselbergs*	12,97	1,06
Planície flúvio-marinha	11,68	0,95
Campo de dunas fixas	8,89	0,73
Planície lacustre	5,84	0,48
Faixa de praia e terraços marinhos	2,00	0,16
Lagoas / Açudes	47,35	3,86

Fonte: Elaboração própria.

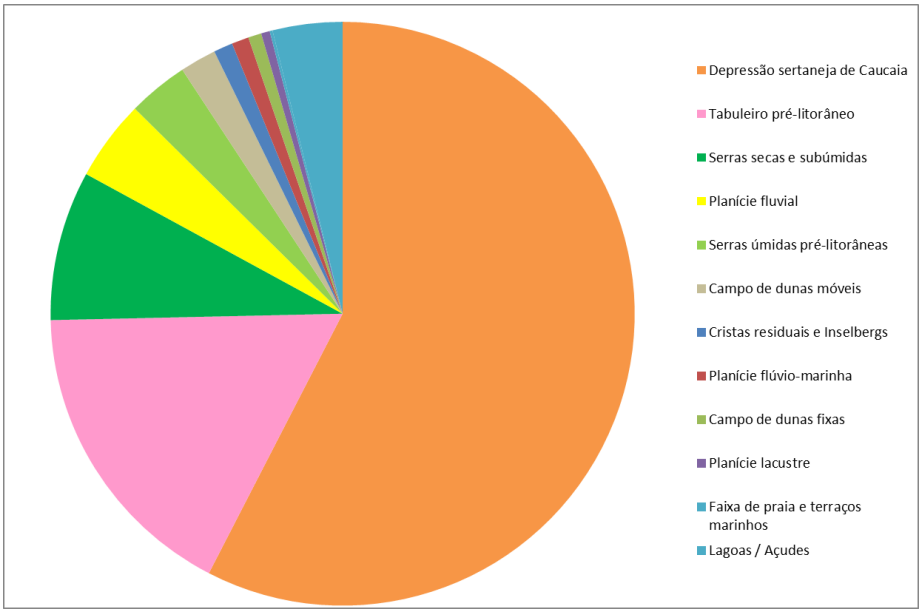
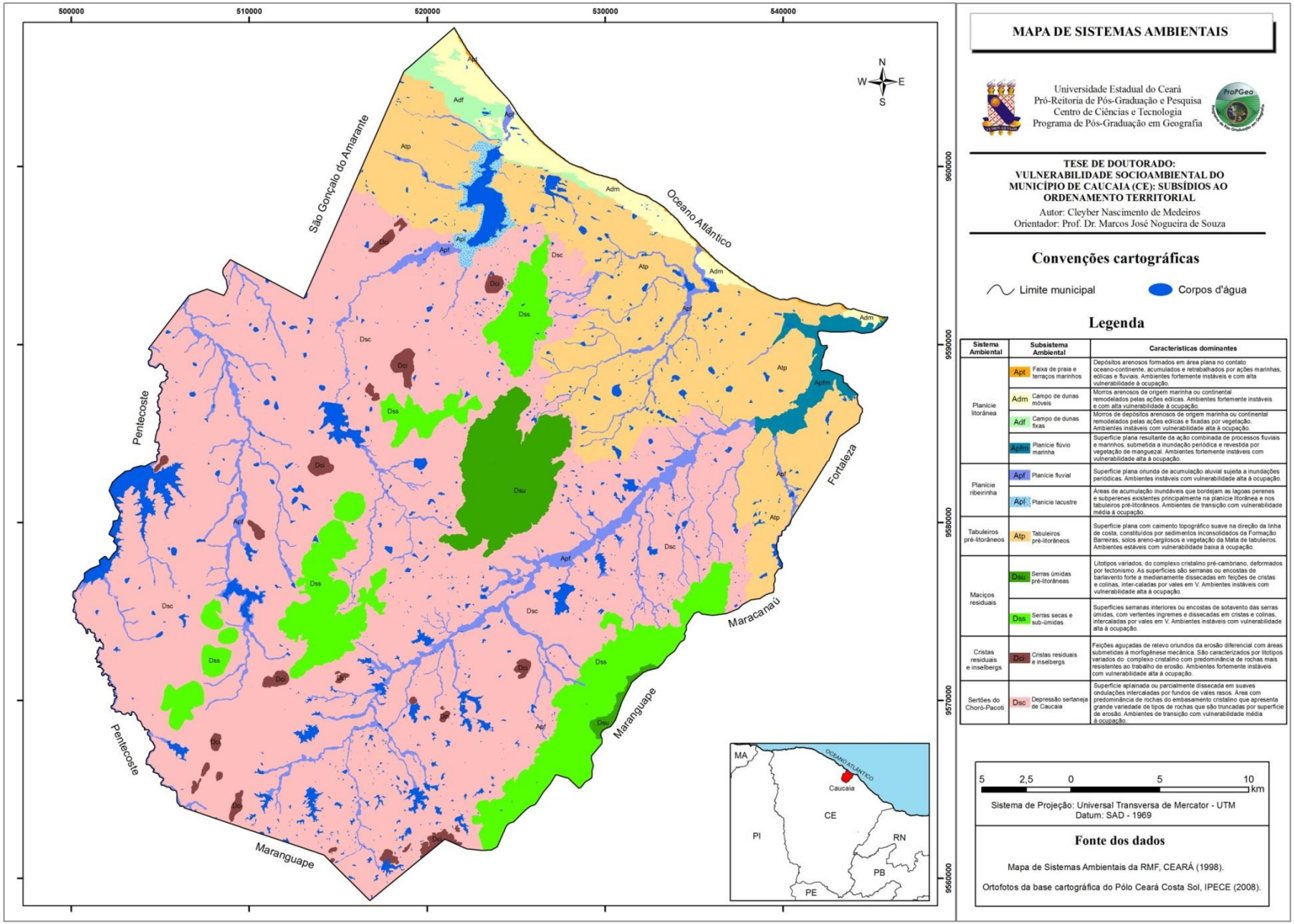


Figura 44: % de área dos sistemas ambientais do município de Caucaia. Fonte: Elaboração própria.



Mapa 10: Sistemas ambientais do município de Caucaia.

Foram definidas e delimitadas unidades de intervenção em virtude da vulnerabilidade ambiental, do grau de estabilidade do ambiente e da capacidade de suporte dos sistemas ambientais aos diversos usos da terra. Com esta delimitação, almeja-se contribuir com o planejamento e o ordenamento territorial.

Em essência, leva-se em consideração a ecodinâmica associada ao processo de uso e ocupação como critério para definição da vulnerabilidade ambiental existente nos diferentes sistemas ambientais, contemplando-se o balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos para definir o grau de estabilidade do ambiente (SOUZA et al., 2009).

Ressalta-se que o rápido processo de uso e ocupação de terra pode provocar o aceleramento dos processos morfogenéticos, que influem diretamente nas condições de estabilidade ambiental, acarretando em impactos e deteriorando a qualidade ambiental.

Com base nessas considerações e de acordo com a diretriz metodológica do ZEE (MMA, 2006), são utilizadas às unidades de intervenção, as quais possuem forte relação com as fisionomias naturais (geomorfologia e sistemas ambientais).

Assim, conforme SOUZA (2005), as unidades de intervenção representam a primeira aproximação do zoneamento que, neste caso, constitui a proposição de programas e ações destinadas ao adequado uso e apropriada ocupação da terra, no escopo do conceito de desenvolvimento sustentável.

A partir dos critérios retromencionados, foram definidas três categorias de unidades de intervenção, adaptadas de Souza et al. (2009), representadas pelas classes de vulnerabilidade Alta, Média e Baixa, estando as referidas categorias presentes no Mapa 11.

- Vulnerabilidade alta: Correspondem aos sistemas ambientais com ecodinâmica instável e fortemente instável. A definição dessas áreas considera a capacidade de suporte dos sistemas ambientais associada aos processos inadequados de uso e ocupação da terra e as limitações impostas pela legislação ambiental.

- Vulnerabilidade média: Consistem nos sistemas ambientais com ecodinâmica de ambientes de transição, onde há frágil equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese. Esses ambientes podem ser influenciados pelas atividades socioeconômicas e por isso mesmo requerem critérios específicos de uso e ocupação da terra para que o equilíbrio ambiental não seja alterado.

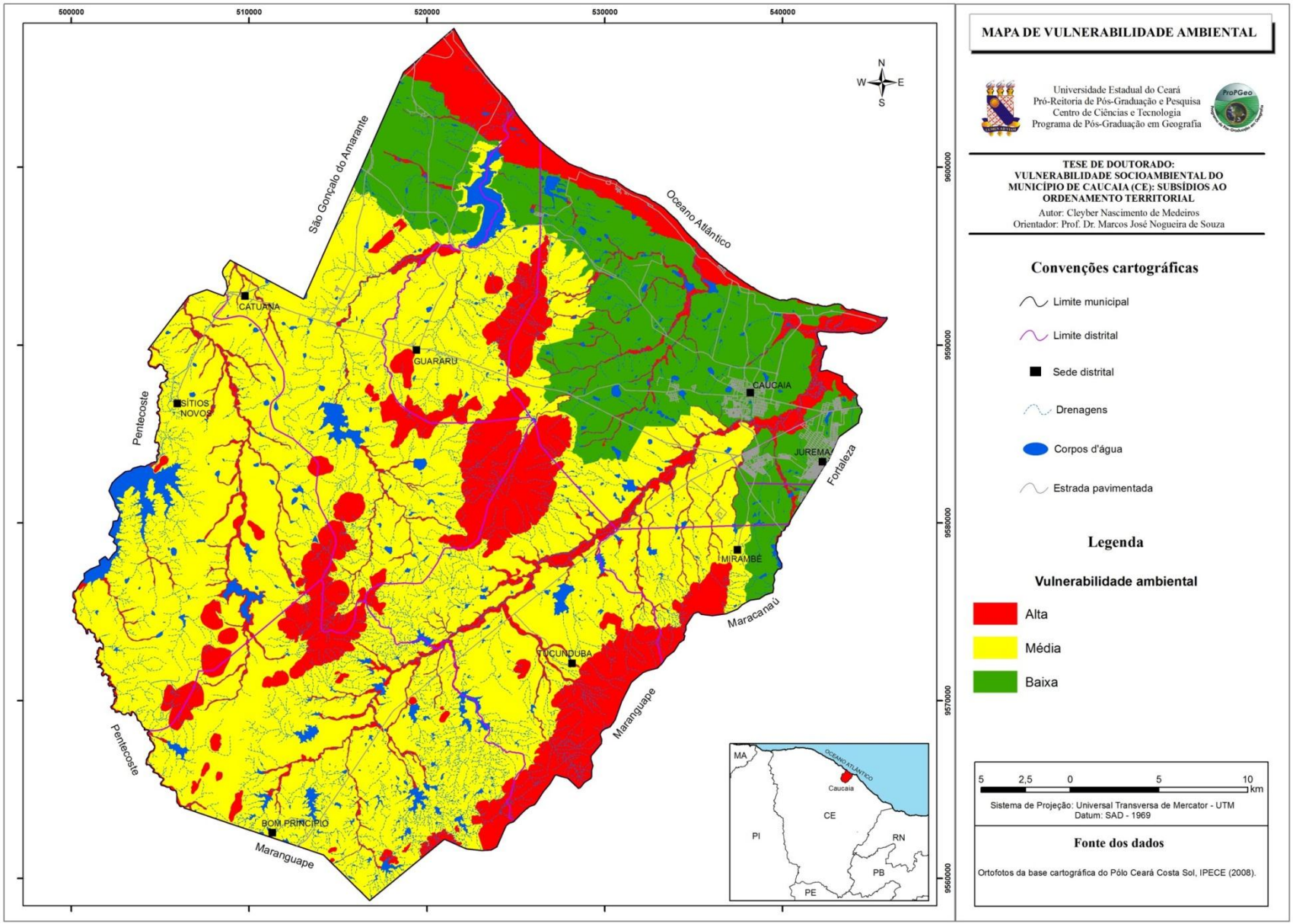
- Vulnerabilidade baixa: São representadas pelos ambientes em equilíbrio, via de regra, mais antigos e onde a estabilidade morfogenética prevalece. Essas áreas não apresentam maiores problemas para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas, desde que estabelecidos normas e critérios de saneamento ambiental, manutenção da infiltração do solo, não favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos.

O Quadro 21 mostra o quantitativo das três classes de vulnerabilidade definidas, observando-se que 17,08% correspondem a locais com vulnerabilidade baixa, 58,05% à vulnerabilidade média e 21,01% à vulnerabilidade alta.

Quadro 21: Área (km^2) das classes de vulnerabilidade no município de Caucaia.

Vulnerabilidade	**Meio ecodinâmico**	**Área (km²) e %**	**Sistemas Ambientais**	**Área (km²)**	**%**
ALTA	Ambientes instáveis e fortemente instáveis	257,55 km² e 21,01%	Campo de dunas móveis	24,68	2,01
			Cristas residuais e *Inselbergs*	12,97	1,06
			Planície flúvio-marinha	11,68	0,95
			Campo de dunas fixas	8,89	0,73
			Planície fluvial	54,65	4,46
			Faixa de praia e terraços marinhos	2,00	0,16
			Serras secas e subúmidas	101,61	8,29
			Serras úmidas pré-litorâneas	41,07	3,35
MÉDIA	Ambientes de transição	711,63 km² e 58,05%	Depressão sertaneja de Caucaia	705,79	57,57
			Planície lacustre	5,84	0,48
BAIXA	Ambientes estáveis	209,46 km² e 17,08%	Tabuleiro pré-litorâneo	209,46	17,08
-	-	-	Lagoas / Açudes	47,35	3,86

Fonte: Elaboração própria.



Mapa 11: Vulnerabilidade ambiental do município de Caucaia.

Segundo Medeiros et al. (2005), o objetivo do mapa de vulnerabilidade ambiental é contribuir para o adensamento ordenado de áreas ainda passíveis de planejamento, de ocupação rarefeita. Não se trata de orientar e acompanhar o crescimento paulatino e buscar melhorias para áreas já urbanizadas, cuja expansão urbana apresenta caráter de continuidade.

Neste viés de análise, procura-se mostrar que a ocupação, sem diretrizes apoiadas no conhecimento do meio físico, pode acarretar consequências danosas com graves impactos ao meio ambiente, e consequentemente na qualidade de vida da população.

Para Olímpio e Zanella (2012), o mapa de vulnerabilidade ambiental representa importante ferramenta para a tomada de decisão, notavelmente para os gestores públicos, ao indicar espacialmente a dinâmica do meio natural e, consequentemente, apontar as potencialidades e as limitações, bem como os riscos das ocupações impróprias, em cada sistema ambiental.

De acordo com Becker e Egler (1996), o mapa de vulnerabilidade ambiental corresponde à análise do meio físico almejando a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. A sua utilização conjuntamente com dados e informações da caracterização social e econômica de uma região permitem importantes subsídios para o planejamento de um território.

Neste contexto, o entendimento da ecodinâmica constitui um requisito fundamental para o aproveitamento adequado dos recursos naturais renováveis sob o enfoque do desenvolvimento sustentável, almejando contribuir com o processo de ordenamento territorial.

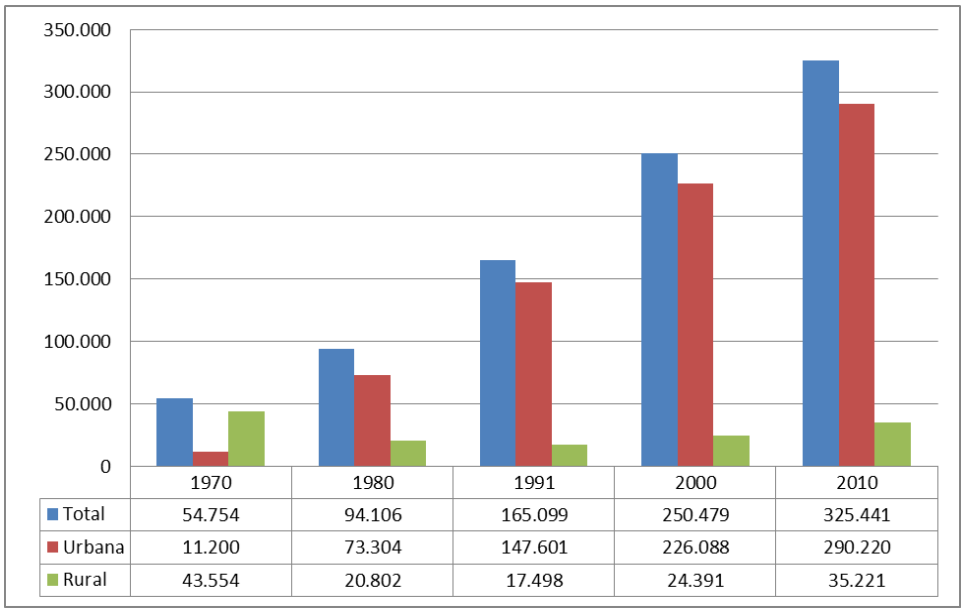
Assim, torna-se necessário o planejamento de ações públicas voltadas para a conservação do patrimônio natural, como por exemplo, a criação de unidades de conservação, a fiscalização das práticas de atividades humanas em áreas vulneráveis ambientalmente, o saneamento básico, a educação ambiental, entre outras ações.

6. CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

6.1. População

A população do município de Caucaia tem apresentado nos últimos anos um acentuado crescimento. A mesma correspondia a 54.754 habitantes em 1970, 94.106 em 1980, 165.099 em 1991, 250.479 no ano 2000 e 325.441 habitantes em 2010 (Figura 45), alcançando uma elevação relativa de 29,93% no derradeiro decênio, bem superior à média do Ceará (13,75%).

Menciona-se também que em 2010 a população residente em Caucaia representou 3,85% do contingente populacional do Estado (8.452.381 hab.), sendo o segundo maior município do Ceará em termos de população ficando atrás apenas da Capital, Fortaleza (2.452.185 hab.).



	1970	1980	1991	2000	2010
Total	54.754	94.106	165.099	250.479	325.441
Urbana	11.200	73.304	147.601	226.088	290.220
Rural	43.554	20.802	17.498	24.391	35.221

Figura 45: Evolução da população de Caucaia no período 1970 - 2010.
Fonte: IBGE (2010).

Observa-se na figura acima que a partir da década de 1980 há um maior quantitativo de pessoas morando em áreas urbanas, iniciando um significativo processo de expansão urbana, culminando com uma taxa de urbanização de 89,28% em 2010, ou seja, aproximadamente 90% da população total de Caucaia residiam nestas áreas naquele ano. Neste aspecto, supera a taxa média do Estado, que foi 75,09% para o ano em foco.

É importante destacar, em termos históricos, que o processo de crescimento populacional do município foi intensificado a partir da década de 1970, onde migrantes passaram a se deslocar para a RMF atraídos por empregos gerados nos setores da indústria e dos serviços, e no caso de Caucaia, pela construção de conjuntos habitacionais.

Conforme Gonçalves (2011), vários fatores podem explicar esse aumento populacional, como por exemplo, a edificação dos conjuntos habitacionais (na década de 1970), a proximidade de Caucaia com a capital, podendo usufruir de seus serviços e da infraestrutura de acesso a Fortaleza.

O autor cita que o crescimento demográfico de Caucaia possui uma relação com a valorização do uso da terra em Fortaleza, a qual afastou parte das classes de menor poder aquisitivo para os municípios fronteiriços com a capital, mediante a construção de conjuntos habitacionais. Caucaia, dessa forma, tornou-se um município de atração, já que era um espaço privilegiado para implantação desses conjuntos. No período em tela, foram erguidos os conjuntos habitacionais do Tabapuá, Nova Metrópole, Araturi, Marechal Rondon, entre outros.

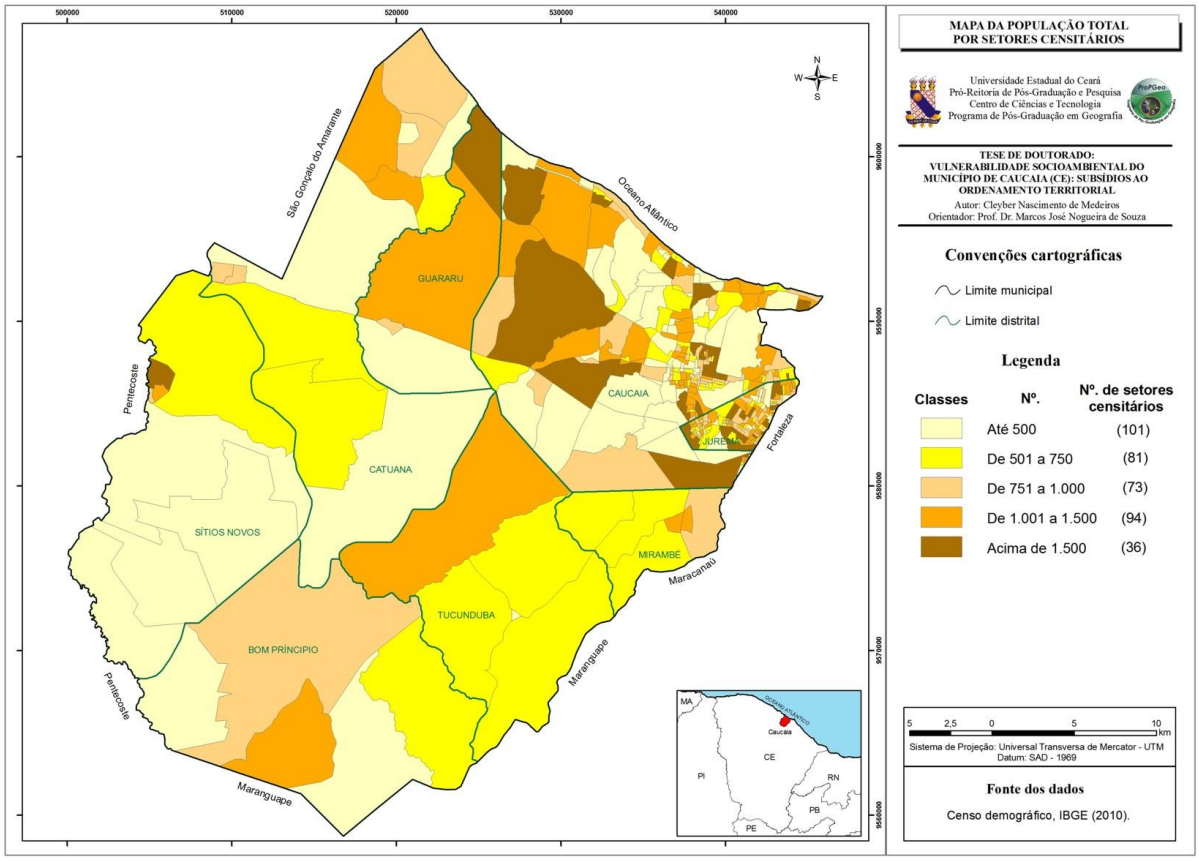
A Tabela 2 exibe a distribuição da população de Caucaia em 2010 segundo os seus oito distritos. Verifica-se que 50,84% da população vivem no distrito sede, sendo os distritos de Jurema (39,72%), Catuana (2,79%) e Sítios Novos (1,84%) os outros com maiores contingentes populacionais. Vale mencionar que nos distritos de Bom Principio, Catuana, Guararu e Tucunduba a maior parcela da população reside na zona rural, enquanto que na sede municipal, Jurema, Sítios Novos e Mirambé tem-se a maior parte da população morando na zona urbana.

Tabela 2: População total, urbana e rural, Caucaia e Distritos - 2010

Distritos	Total		Urbana		Rural		Densidade Demográfica (hab./km^2)
	N.º	% (coluna)	N.º	% (linha)	N.º	% (linha)	
Município de Caucaia	325.441	100,00	290.220	89,18	35.221	10,82	1.037,35
Bom Principio	3.257	1,00	1.196	36,72	2.061	63,28	15,19
Catuana	9.092	2,79	1.878	20,66	7.214	79,34	37,79
Caucaia	165.459	50,84	149.896	90,59	15.563	9,41	646,46
Guararu	4.278	1,31	918	21,46	3.360	78,54	48,76
Jurema	129.276	39,72	129.276	100,00	-	-	7.835,22
Mirambé	5.076	1,56	2.609	51,40	2.467	48,60	112,64
Sítios Novos	5.990	1,84	4.270	71,29	1.720	28,71	29,69
Tucunduba	3.013	0,93	177	5,87	2.836	94,13	18,37

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010.

O Mapa 12 apresenta a repartição populacional de Caucaia conforme os setores censitários, observando-se que a maioria deles possui população com até 500 habitantes e que em 36 destes registraram-se quantitativo superior a 1.500 pessoas. Constata-se também que os setores com maior contingente populacional estão situados nos distritos de Caucaia e Jurema, os quais fazem fronteira com o município de Fortaleza, o que pode ser explicado em parte pela construção dos conjuntos habitacionais mencionados anteriormente.

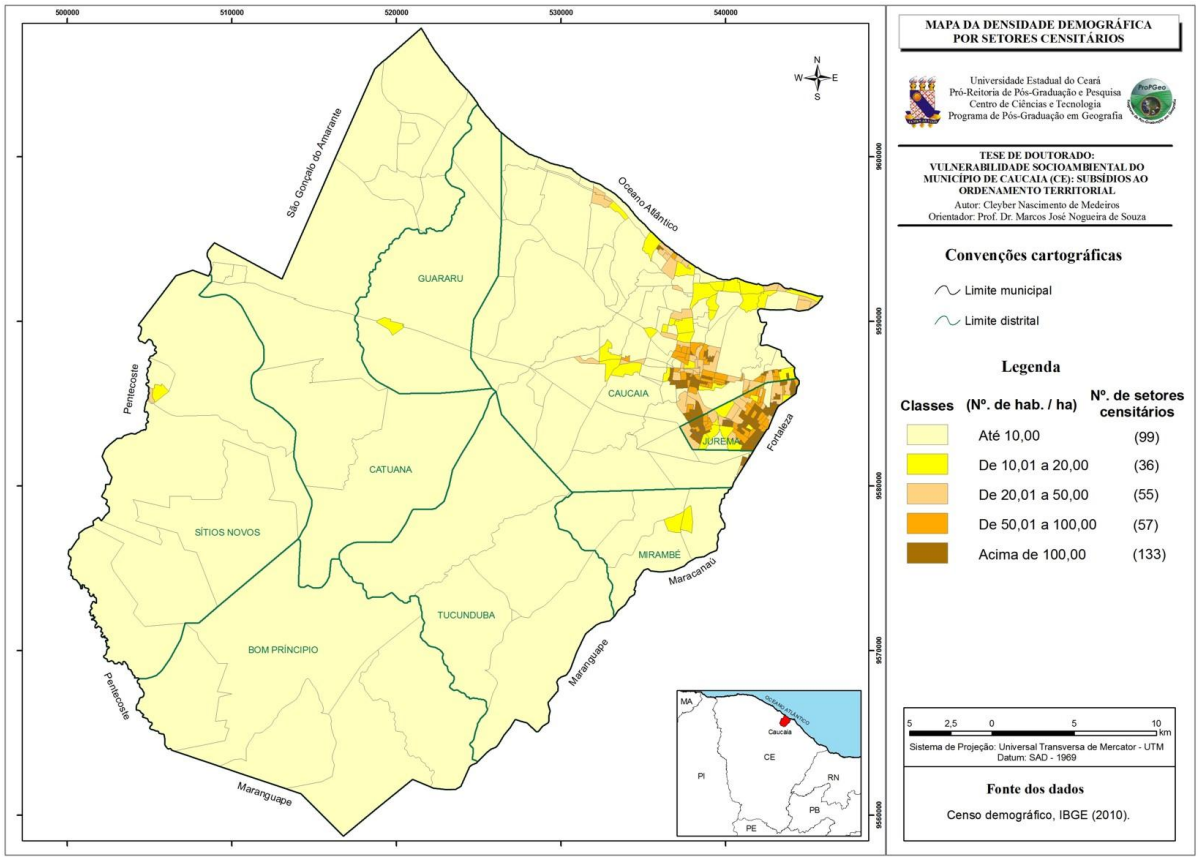


Mapa 12: População do município de Caucaia segundo setores censitários, 2010.

Com uma área total de aproximadamente 1.228,5 Km^2 (IBGE, 2012), equivalente a 0,83% da superfície estadual, o município obteve uma densidade demográfica de 1.037,35 hab./Km^2 (Tabela 2), ficando bem acima da média do Ceará que foi de 52,59 hab./Km^2.

Percebe-se na mencionada tabela, e no Mapa 13, uma forte concentração do indicador da densidade demográfica no distrito de Jurema e em menor escala na sede municipal, ambos vizinhos a Fortaleza. Em contrapartida, nos demais distritos do município de Caucaia observa-se acentuado vazio demográfico.

Esta elevada densidade demográfica nos setores censitários concernentes ao distrito de Jurema e da sede municipal evidencia um processo de conurbação entre Caucaia e a capital do Estado. De acordo com Gonçalves (2011), este processo vem possibilitando a ampliação de relação social entre estes dois municípios, com pessoas morando em Caucaia, mas, por exemplo, trabalhando e estudando em Fortaleza. Ruas, avenidas e pontes interligam atualmente os municípios, compartilhando serviços de infraestrutura e atividades econômicas.



Mapa 13: Densidade demográfica do município de Caucaia segundo setores censitários, 2010.

Quanto à distribuição da população do município por sexo, há um equilíbrio entre o quantitativo de homens (49%) e mulheres (51%), de acordo com os dados presentes na Tabela 3.

Segundo Medeiros (2012), um aspecto importante a ser considerado em estudos demográficos é o comportamento da estrutura etária da população. Dessa forma, os grupos etários de maior interesse são os jovens, menores de 15 anos, os adultos ou população em idade ativa, 15 a 64 anos, e a população idosa com idade igual ou superior a 65 anos.

Tabela 3: População segundo sexo e grandes grupos etários, Caucaia - 2010

Grupos de idade	Total		Homens		Mulheres	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Total	325.441	100,0	159.598	100,0	165.843	100,0
0 - 14 anos	88.780	27,3	45.079	28,2	43.701	26,4
15 - 64 anos	219.953	67,6	107.220	67,2	112.733	68,0
65 anos ou mais	16.708	5,1	7.299	4,6	9.409	5,7
Razão de dependência	-	47,9	-	48,8	-	47,1

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010.

Na tabela acima verifica-se que a maior parcela da população do município está na faixa etária entre 15 e 64 anos (67,6%), vindo em seguida o grupo dos jovens (27,3%) e idosos (5,1%).

Entre os jovens, observa-se um maior quantitativo de homens em relação a mulheres, ocorrendo o inverso nos grupos etários dos adultos e idosos, evidenciando uma maior taxa de mortalidade entre pessoas do sexo masculino em relação ao feminino.

A razão de dependência, que consiste na divisão da população economicamente dependente (os menores de 15 e os de mais de 64 anos) pela população potencialmente produtiva, grupo este constituído de pessoas na faixa etária de 15 a 64 anos, atingiu o valor de 47,9%, inferior à média do Ceará (50,3%), indicando uma maior possibilidade da população economicamente ativa residente em Caucaia tem de garantir a sobrevivência das pessoas dependentes no município.

Dessa forma, estes resultados são úteis para o planejamento demográfico e educacional, pois a partir dos mesmos pode-se identificar, por exemplo, quais os locais que possuem maior parcela de população jovem (0 a 14 anos), onde se inclui a faixa etária apta a cursar a educação infantil e o ensino fundamental, os setores censitários com um contingente expressivo de mão-de-obra em busca de trabalho (15 a 64 anos), entre outros aspectos.

Por fim, nesta seção, apresentam-se as pirâmides etárias (Figura 46) de Caucaia para os anos de 2000 e 2010, onde, conforme Medeiros (2012), a queda na taxa de fecundidade e de mortalidade na última década teve efeito direto na mudança da estrutura etária, resultando no estreitamento da base e no alargamento do topo da pirâmide, indicando um processo de envelhecimento da população caucaiense, ensejando à necessidade de atendimento as especificidades desse grupo, almejando garantir a qualidade de vida dessas pessoas.

Vale comentar que os desafios impostos não estão ligados somente a melhorias nas condições de saúde da população idosa, mas, por exemplo, também a questões relacionadas à acessibilidade aos lugares públicos e as aposentadorias.

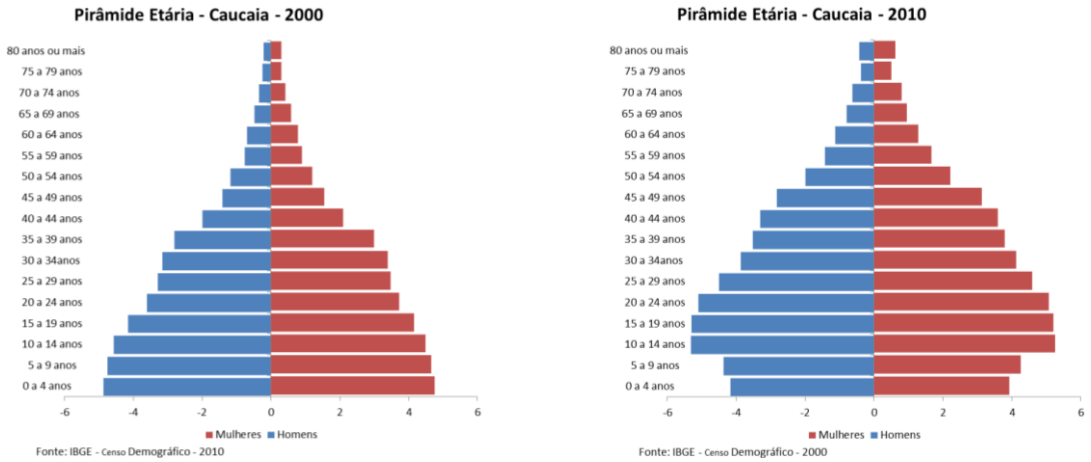


Figura 46: Pirâmide etária da população de Caucaia - 2000/2010.

6.2. Educação e Saúde

O sistema de educação do município, segundo informações fornecidas pela Secretaria da Educação do Estado, é formado pelas redes estadual, municipal e particular. A Tabela 4 mostra dados referentes ao número de escolas, número de professores e de matrículas para o ano de 2011 segundo dependência administrativa.

Verifica-se que a maior parcela das escolas do município refere-se à dependência administrativa municipal (68,6%), fruto de uma maior demanda pelo ensino fundamental. Observa-se ainda a presença de 42 escolas da rede privada em Caucaia, com um total de 13.993 alunos matriculados, correspondendo a 15,7% do universo de matrículas.

Tabela 4: Nº. de professores, escolas e de matrículas, Caucaia - 2011

Dependência Administrativa	Nº de professores		Nº de matrículas		Nº de escolas	
	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%
Total	3.737	100,0	89.106	100,0	219	100,0
Estadual	511	13,7	14.902	16,7	26	11,9
Municipal	2.563	68,6	60.211	67,6	151	68,9
Particular	663	17,7	13.993	15,7	42	19,2

Fonte: Perfil básico municipal, IPECE, 2012.

Na Tabela 5 apresentam-se índices da área de educação relacionados ao ensino fundamental e ao ensino médio para Caucaia e o Estado do Ceará. A taxa de escolarização líquida corresponde à relação entre a matrícula dos estudantes na faixa etária adequada a determinado nível de ensino e a população dessa mesma idade. O valor registrado no município foi inferior à média do Ceará tanto para o ensino fundamental quanto para o médio, indicando a necessidade de se corrigir a distorção das matrículas quanto à faixa etária dos alunos.

Já a taxa de aprovação consiste na relação entre o número de alunos aprovados e o total de matrículas iniciais, ajustada pelas transferências de alunos. Para este indicador, novamente o município teve desempenho pior do que o verificado no Estado como um todo, obtendo uma taxa de aprovação no ano de 2011 de 87,6% para o ensino fundamental e 72,8% no ensino médio.

Por sua vez, a taxa de reprovação é calculada pela relação entre o número de alunos reprovados e o total de matrículas iniciais, ajustada pelas transferências de alunos, em determinado nível de ensino. Caucaia alcançou os percentuais de 8,9% e 8,6% para os ensinos fundamental e médio respectivamente.

Quanto à taxa de abandono, esta corresponde à relação entre o número de alunos que desistiram de estudar e o número de alunos matriculados em determinada série. Para Caucaia, os alunos do ensino fundamental e médio tiveram uma taxa de abandono de respectivamente 3,5% e 18,6%, sendo esta última proporção provavelmente explicada pela busca dos jovens por emprego, em detrimento do ensino médio.

Tabela 5: Índices da área de educação, Caucaia - 2011

Taxas (%)	Indicadores Educacionais			
	Ensino Fundamental		Ensino Médio	
	Município	Estado	Município	Estado
Escolarização líquida	81,1	87,0	38,4	49,0
Aprovação	87,6	89,6	72,8	81,8
Reprovação	8,9	7,8	8,6	6,7
Abandono	3,5	2,6	18,6	11,5

Fonte: Perfil básico municipal, IPECE, 2012.

Ressalta-se que a análise destes indicadores geram subsídios para o planejamento educacional, no intuito de contribuir para a redução do analfabetismo e o aumento do nível de escolaridade da população caucaiense.

No tocante aos equipamentos da área de saúde, tem-se que Caucaia conta com três hospitais ligados ao Sistema Único de Saúde (SUS), cinco clínicas especializadas e 46 centros de saúde (Tabela 6). Quanto à capacidade de atendimento dessas unidades de saúde em relação à população residente, a conclusão é que existem 0,81 leitos por mil habitantes em 2011.

Outro indicador exibido na citada tabela é o número de médicos residentes por mil habitantes, o qual obteve um índice de 0,94, considerado um valor baixo, dado existir menos de um médico para cada mil habitantes, que é o parâmetro mínimo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Tabela 6: Unidades e profissionais de saúde ligados ao SUS, Caucaia - 2011

Tipo de Unidade	Unidades de Saúde Ligadas ao SUS
Total	**70**
Hospital geral	3
Clínica especializada/Ambulatório especialidades	5
Unidade móvel	1
Unidade de vigilância sanitária	1
Centro de saúde	46
Centro de atenção psicossocial	2
Unidade de serviço auxiliar de diagnóstico e terapia	1
Policlínica	3
Profissionais de Saúde	Indicador
Médicos por mil habitantes	0,94
Dentistas por mil habitantes	0,23
Leitos por mil habitantes	0,81
Unidades de saúde por mil habitantes	0,21

Fonte: Perfil básico municipal, IPECE, 2012.

No período de 2000 a 2010, a taxa de mortalidade infantil do município de Caucaia diminuiu 45,2%, passando de 30,50 em 2000 para 16,70 por mil nascidos vivos no ano de 2010 (Tabela 7). Vale comentar que na análise de políticas públicas aplicadas na área de saúde historicamente a taxa de mortalidade infantil tem sido utilizada como um dos principais indicadores para mensurar as condições de saúde de uma população. Comparando com o Estado do Ceará, o município de Caucaia deteve melhor desempenho nos anos de 2000 e 2010.

Tabela 7: Indicadores de saúde, Caucaia e Ceará, 2000 e 2010

Indicador	Caucaia		Ceará	
	2000	2010	2000	2010
Taxa de mortalidade infantil até 1 ano de idade por 1000 nascidos vivos	30,50	16,70	41,43	19,29
Esperança de vida ao nascer (anos)	68,61	73,94	67,77	72,60

Fonte: PNUD, 2013.

Conforme Medeiros (2012), a esperança de vida ao nascer constitui-se também em um indicador importante na mensuração da qualidade de vida das pessoas, pois a mesma avalia as condições sociais, de saúde e de salubridade por considerar as taxas de mortalidade das diferentes faixas etárias, contemplando as causas de morte ocorridas em função de doenças e as provocadas por causas externas (violências e acidentes), sintetizando assim os efeitos de uma série de melhorias e avanços nas condições de saúde de uma população.

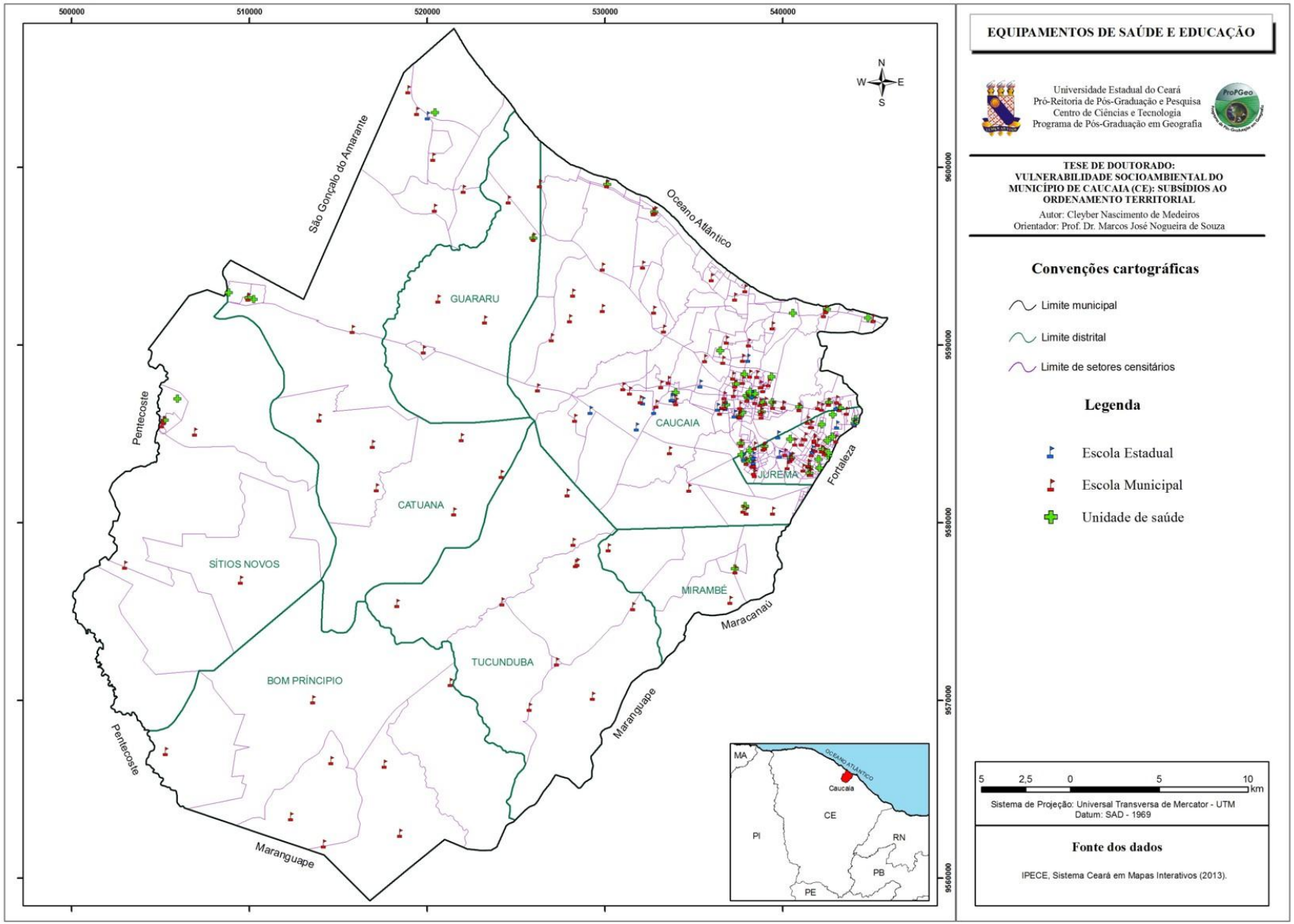
Neste contexto, constata-se que o indicador da esperança de vida ao nascer de Caucaia cresceu 5,8% no período analisado, saindo de 68,61 anos em 2000 para 73,94 em 2010.

Destaca-se que para se realizar uma avaliação na área de saúde em um nível inferior a base municipal, torna-se necessário que se tenha um melhor controle das informações do sistema de saúde, fato que não é verificado no âmbito estadual e municipal atualmente.

A análise das bases de dados disponíveis em Caucaia e no Estado permitiu concluir esta situação. Números contraditórios e principalmente a falta de dados foram os principais problemas encontrados. Persistem ainda importantes problemas de sub-notificação, resultantes da pouca cultura da informação existente em nossas organizações e das condições de retorno fragmentado e generalizante dos dados, principalmente em relação à localização. Devido a este fato, decidiu-se estudar os indicadores de saúde utilizando apenas a base territorial municipal, a qual foi relatada anteriormente.

Não obstante, almejando localizar territorialmente os equipamentos de educação e saúde presentes no município foi gerado o Mapa 14, visualizando-se uma concentração destes serviços públicos em Jurema e na sede municipal, que são os dois distritos mais populosos.

Este mapa possibilita avaliar a distribuição espacial destes equipamentos permitindo detectar problemas quanto à localização e antecipar as necessidades da sociedade em busca da equilibrada distribuição destes serviços públicos, reduzindo desigualdades e promovendo o desenvolvimento educacional e de saúde em todas as áreas de Caucaia.



Mapa 14: Equipamentos de educação e saúde segundo setores censitários, 2013.

A partir do mencionado mapa, podem-se identificar os setores censitários que possam ter prioridade para a construção de novas escolas ou unidades de saúde no intuito de melhorar a oferta de educação e saúde para a população de Caucaia, visto que a implantação de equipamentos públicos deve ser realizada de forma justa e espacialmente equilibrada, priorizando o atendimento das comunidades carentes.

6.3. Distribuição de Renda

O estudo da distribuição de renda é um importante parâmetro em avaliações socioeconômicas da população residente em um território. Neste prisma, a Tabela 8 demonstra que a renda *per capita* média da população de Caucaia cresceu 45,7% entre os anos de 2000 e 2010, passando respectivamente de R$ 260,56 para R$ 379,63.

Tabela 8: Indicadores de renda, Caucaia e Ceará, 2000 e 2010

Indicador	Caucaia		Ceará	
	2000	2010	2000	2010
Renda *per capita* média (R$)	260,56	379,63	310,21	460,63
Proporção de Pobres (%)	46,89	22,82	51,75	30,32
Índice de Gini	0,56	0,48	0,67	0,61

Fonte: PNUD, 2013.

A renda *per capita* média corresponde à razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos, estando os valores em reais (R$) para o ano de 2010.

Comparando com o Ceará, observa-se que Caucaia ainda detém uma renda *per capita* inferior à registrada para o Estado, evidenciando que a média da unidade da federação é influenciada pelo valor anotado em Fortaleza (R$ 846,36), o qual possui a maior renda *per capita* entre os municípios cearenses. Este mesmo resultado foi identificado para a componente Renda do IDH-M, ver Tabela 1, com o município detendo desempenho inferior a média do Ceará na última década.

A pobreza, medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar *per capita* igual ou menor a R$ 140,00 mensais, diminuiu 51,33%, saindo de 46,89% no ano 2000 para 22,82% em 2010, ressaltando-se que este corte de R$ 140,00 foi definido pelo PNUD (2013), sendo inferior ao valor de ½ salário mínimo (R$ 255,00), normalmente utilizado em estudos de pobreza.

A desigualdade de renda, aferida pelo índice de Gini, também sofreu redução, passando de 0,56 em 2000 para 0,48 em 2010. O índice de Gini mede o grau de concentração da distribuição de renda de uma população variando entre 0 e 1, quanto mais próximo de 0 significa que todos os indivíduos recebem a mesma renda e quanto mais próximo de 1 implica que uma única pessoa detém toda a renda (MEDEIROS et al., 2012).

Apesar do arrefecimento verificado, por meio do índice de Gini, na concentração de renda na última década em Caucaia considera-se que a mesma, bem como a proporção de pobres, ainda é bastante elevada no município, ensejando a necessidade da formulação de ações públicas que possibilitem a inclusão social e o aumento da renda dos estratos mais pobres da população.

6.4. Infraestrutura Domiciliar

Nesta seção é avaliada, sumariamente, a situação dos domicílios do município de Caucaia no que concerne a média de moradores, a coleta de lixo, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e o suprimento de energia elétrica, segundo dados constantes na Tabela 9.

Tabela 9: Indicadores de infraestrutura domiciliar, Caucaia e Ceará, 2000 e 2010

Indicador	Caucaia		Ceará	
	2000	2010	2000	2010
Nº. de domicílios particulares ocupados	59.915	89.253	1.765.176	2.369.811
Média de moradores por domicílio	4,18	3,64	4,20	3,56
% de domicílios ligados à rede geral de água	64,71	81,64	60,80	77,22
% de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou com fossa séptica	48,93	59,78	33,88	50,22
% de domicílios com energia elétrica	97,40	99,41	89,23	94,94
% de domicílios com coleta de lixo	75,28	82,48	61,54	75,34

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010.

Inicialmente verifica-se que a média de moradores por domicílio sofreu redução, registrando respectivamente os valores de 4,18 e 3,64 para os anos de 2000 e 2010 em Caucaia. Esta diminuição pode ser atribuída a mudanças que vêm ocorrendo no padrão demográfico da população brasileira nas últimas décadas, onde as famílias estão tendendo a ter menos filhos. Não obstante, a média do município ainda é superior a do Estado.

Quanto ao abastecimento de água, o indicador mais utilizado em avaliações socioeconômicas consiste na proporção de domicílios ligados à rede geral de água, isto é, quando a proveniência da água do domicílio for da rede geral de distribuição, que em princípio, oferece uma água tratada e de melhor qualidade. Em Caucaia, observa-se que em 2010 tinha-se aproximadamente 82% dos domicílios sendo atendidos por este serviço, valor superior ao verificado para o Ceará (77%).

Um indicador de significativa relevância é a proporção de domicílios com acesso à energia elétrica. Constata-se, por meio da Tabela 9, que tanto Caucaia como o Estado do Ceará apresentam quase a totalidade de seus domicílios atendidos com esse serviço, que é essencial para elevar a qualidade de vida da população e para a inclusão social. Em Caucaia, no período de 2000 a 2010, o aumento na proporção de domicílios com energia elétrica foi de 2,1%, passando de 97,40% para 99,41%.

Observa-se que no ano de 2010, 59,78% dos domicílios de Caucaia estavam ligados a rede geral de esgoto ou possuíam fossa séptica, ao passo que para o Ceará este valor foi de 50,22%. Quando comparados estes percentuais com os anotados no ano 2000 constata-se um avanço na oferta deste serviço público.

Não obstante, salienta-se que apesar da melhora verificada na proporção de domicílios ligados a rede geral de esgoto, cita-se que a taxa de cobertura de esgotamento sanitário ainda é baixa, necessitando de mais políticas de expansão da rede de coleta e tratamento de esgotos, trazendo desta forma benefícios para a população em diversas áreas, como, por exemplo, na saúde, saneamento e meio ambiente.

No tocante à coleta de lixo dos domicílios, averigua-se um crescimento na última década no número de domicílios que são atendidos por serviço de limpeza ou que possuem o lixo coletado em caçamba para o município de Caucaia, onde a proporção saiu de 75,28% para 82,48% entre os anos de 2000 e 2010.

Este aumento pode refletir uma melhora na qualidade de vida da população caucaiense, pois a ampliação da coleta de lixo dos domicílios está relacionada, por exemplo, à minimização de problemas nas áreas de saúde e ambiental.

Em relação à destinação dos resíduos sólidos, o município sedia o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC). Este aterro está situado no distrito de Tucunduba, próximo a BR-020, ressaltando que os municípios de Fortaleza e Caucaia possuem um sistema compartilhado de coleta e de disposição final de resíduos sólidos no ASMOC.

Um aterro sanitário é um processo técnico de disposição dos resíduos no solo, no menor espaço possível, de acordo com critérios de engenharia e normas operacionais. Este exige a seleção e preparo de uma área, envolvendo as etapas de coleta, transporte e depósito de lixo (ALMEIDA et al., 2010).

O ASMOC foi inaugurado no ano de 1998, com objetivo de receber o lixo produzido pelo pólo metropolitano, substituindo o lixão do Jangurussu (Fortaleza), desativado pelo Governo do Estado.

Ele é o maior aterro sanitário do Ceará, com uma estimativa diária de 3 mil toneladas de lixo vindas em caminhão (Figura 47), totalizando 90 mil por mês, o que já levou o aterro a ter acumulado cerca de 8,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos (NASCIMENTO et al., 2010).

Estes autores enfatizam que caso o processo de ampliação da área útil do ASMOC não seja acelerado, a administração do aterro já admite a possibilidade de trabalhar fora do limite de segurança a partir do ano de 2014.

Figura 47: Flagrante da fila de caminhões para disposição de lixo no ASMOC. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 536.278; N= 9.581.218.

Menciona-se que a problemática da geração e destino final dos resíduos sólidos, na maior parte das cidades brasileiras, vem se agravando por conta do acelerado crescimento populacional e das mudanças de hábitos sociais.

Este fato não é diferente em Caucaia, sendo, dessa forma, importante manter o planejamento de ampliação da área útil do aterro para que se tenha uma operação que traga os menores impactos ambientais possíveis, notadamente relacionados à poluição dos solos, da água subterrânea e do ar.

Aqui, vale mencionar, segundo Nascimento et al. (2010), que ao redor do ASMOC residem aproximadamente 70 famílias, vivendo exclusivamente do lixo e morando em condições precárias, constituindo-se este fato em importante problema social uma vez que essas pessoas vivem distante dos direitos garantidos pela constituição, tais como a educação, a saúde e a habitação dignas.

Destaca-se que na seção 6.7 estes indicadores serão analisados em nível de distritos e setores censitários de Caucaia, ensejando a geração do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), consentindo o estudo do território na escala inframunicipal, almejando identificar desigualdades sócio-territoriais.

6.5. Atividades econômicas

Esta seção traz as atividades econômicas presentes no município. Para tanto, analisaram-se informações dos setores da agropecuária, da indústria e dos serviços. A Tabela 10 exibe os valores do Produto Interno Bruto (PIB) e do PIB *per capita* de Caucaia e do Estado do Ceará para os anos de 1999 a 2010, sendo este o último ano com dados disponíveis.

Tabela 10: PIB e PIB *per capita* - Caucaia e Ceará - 1999/2010

Anos	PIB a preços correntes (R$ mil)		PIB *per capita* (R$)	
	Ceará	Caucaia	Ceará	Caucaia
1999	20.733.662	541.300	2.917,52	2.267,34
2000	22.607.131	612.225	3.042,41	2.444,22
2001	24.532.733	665.919	3.250,39	2.554,35
2002	28.896.188	770.866	3.775,04	2.871,62
2003	32.565.454	901.027	4.197,42	3.255,38
2004	36.866.273	1.085.418	4.621,82	3.688,34
2005	40.935.248	1.149.555	5.055,43	3.781,80
2006	46.303.058	1.351.617	5.634,97	4.310,22
2007	50.331.383	1.471.921	6.149,03	4.636,71
2008	60.098.877	1.973.210	7.112,00	5.973,82
2009	65.703.761	2.182.801	7.686,62	6.557,02
2010	77.865.415	2.597.520	9.217,00	7.998,82

Fonte: IPECE (2013).

O PIB objetiva medir o crescimento econômico de um território e se refere a um indicador que representa a soma, em valores monetários, de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante certo ano. O mesmo é composto pelos três grandes setores da economia, no caso a agropecuária, a indústria e os serviços. Por sua vez, o PIB *per capita* corresponde ao valor do PIB dividido pelo número de habitantes de um país, estado ou município.

Observa-se na mencionada tabela que Caucaia detinha em 1999 um PIB da ordem de R$ mil 541.300, representando 2,61% do total do Ceará. Em 2010, o valor foi de R$ mil 2.597.520 implicando em uma participação de 3,34% no PIB cearense, evidenciando um maior crescimento econômico do município em relação à média estadual entre os anos de 1999 e 2010.

Quanto ao PIB *per capita*, também se constata uma elevação para os anos estudados, passando de R$ 2.267,34 em 1999 para R$ 7.998,82 em 2010, embora o município sempre tenha detido média inferior a do Estado.

Vale mencionar que o indicador do PIB *per capita* é empregado tendo como hipótese que quanto mais rico for o país (estado ou município), mais seus cidadãos se beneficiam no tocante a melhoria de bem-estar. Não obstante, é importante frisar que é possível que o PIB aumente enquanto que a maioria dos cidadãos ficam mais pobres, uma vez que o indicador não considera o nível de desigualdade de renda.

A Tabela 11 mostra a distribuição setorial do PIB, revelando uma maior participação no Ceará do setor de serviços, para todos os anos analisados, sendo acompanhado dos setores da indústria e da agropecuária. Caucaia possui repartição similar da atividade econômica verificada no Estado, sendo a agropecuária responsável por 1,45% do PIB municipal em 2010, à indústria por 32,63% e os serviços por 65,92%.

Tabela 11: Distribuição setorial do valor adicionado (%) do PIB - Caucaia e Ceará - 1999/2010

Anos	Agropecuária		Indústria		Serviços	
	Ceará	Caucaia	Ceará	Caucaia	Ceará	Caucaia
1999	7,28	3,19	24,53	28,05	68,19	68,76
2000	7,69	3,15	24,16	28,14	68,15	68,71
2001	6,65	2,99	22,59	25,67	70,76	71,35
2002	7,15	2,67	22,67	26,33	70,18	71,00
2003	8,39	3,07	21,76	22,79	69,85	74,14
2004	7,08	2,96	25,13	27,13	67,79	69,92
2005	6,02	2,68	23,08	25,72	70,91	71,60
2006	7,26	2,44	23,53	29,86	69,21	67,10
2007	6,19	2,16	23,57	29,82	70,24	68,02
2008	7,06	1,90	23,61	32,19	69,33	65,91
2009	5,10	1,57	24,51	32,42	70,38	66,01
2010	4,16	1,45	32,63	32,63	63,21	65,92

Fonte: IPECE (2013).

Dentro de um contexto histórico recente, percebe-se um leve processo de redução na participação do setor de serviços e principalmente da agropecuária na economia caucaiense, ao passo que o setor da indústria vem aumentando sua participação no PIB municipal, passando de 28,05% em 1999 para 32,63% em 2010. Isto se deve, provavelmente, a infraestrutura que vem sendo criada, e também por incentivos fiscais concedidos pelo Governo do Estado, visando à instalação de indústrias no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).

Estudando o setor da Agropecuária, visualiza-se, inicialmente, na Tabela 12, a distribuição do número e da área (ha) das propriedades rurais segundo os grupos de área total, sendo os dados oriundos do último Censo Agropecuário.

Conforme o IBGE (2006), um estabelecimento agropecuário, ou propriedade rural, é todo terreno de área contínua, formado por uma ou mais parcelas, subordinado a um único produtor, onde se processa uma exploração agropecuária. Não se consideram como estabelecimentos os quintais e as hortas domésticas.

Tabela 12: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo grupos de área total - Caucaia - 2006

Grupos de Área Total (ha)	Número de Estabelecimentos		Área dos Estabelecimentos (ha)	
	Nº.	%	Nº.	%
Menos de 1	1.622	45,63	562	1,29
1 a menos de 2	845	23,77	999	2,29
2 a menos de 5	517	14,54	1.417	3,25
5 a menos de 10	174	4,89	1.087	2,50
10 a menos de 20	159	4,47	2.211	5,08
20 a menos de 50	109	3,07	3.461	7,95
50 a menos de 100	49	1,38	3.412	7,83
100 a menos de 200	33	0,93	4.451	10,22
200 a menos de 500	31	0,87	10.563	24,25
500 a menos de 1.000	12	0,34	8.078	18,54
Mais de 1.000	4	0,11	7.318	16,80
Total	3.555	100,00	43.559	100,00

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE, 2006. Nota: Nove (9) estabelecimentos agropecuários não tiveram o registro de área.

Analisando a distribuição dos estabelecimentos segundo os grupos de área, pode-se observar, por exemplo, que 88,83% deles possuíam em 2006 menos de 10 ha representando, entretanto, apenas 9,33% da área total. Já os estabelecimentos com mais de 100 ha constituíam 2,25% do contingente de estabelecimentos rurais e concebiam 69,81% da área total.

Nota-se também um processo de proliferação de mini e pequenos estabelecimentos agropecuários em Caucaia, uma vez que se assinalou o quantitativo de 1.622 propriedades rurais com menos de 1 ha, que equivalem a 45,63% do universo de estabelecimentos agropecuários.

Estas informações evidenciam um perfil de concentração fundiária, significando que existem muitos estabelecimentos agropecuários detendo pouca área (ha), enquanto que um número reduzido deles possui grande extensão de terras, que são materializados nos latifúndios, estando, dessa forma, muito longe Caucaia de alcançar patamares de igualdade da posse da terra.

Medeiros et al. (2012) reportam, por meio do cálculo do índice de Gini, que tanto a região Nordeste como o Ceará não sofreram alterações na estrutura fundiária durante o período de 1970 a 2006, permanecendo com forte concentração da posse da terra durante os anos estudados, cenário no qual o município de Caucaia também se insere.

Apresenta-se na Tabela 13 a divisão dos estabelecimentos conforme a condição da posse da terra do produtor, observando-se que em 2.039 (57,21%) deles teve-se a declaração de propriedade da terra, equivalendo a 39.153 hectares ou 89,88% da área total dos estabelecimentos rurais.

Tabela 13: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo condição do produtor - Caucaia - 2006

Condição do produtor	Número de estabelecimentos		Área dos estabelecimentos (ha)	
	Nº.	%	Nº.	%
Proprietário	2.039	57,21	39.153	89,88
Assentado sem titulação definitiva	254	7,13	906	2,08
Arrendatário	169	4,74	814	1,87
Parceiro	41	1,15	183	0,42
Ocupante	1.052	29,52	2.503	5,75
Produtor sem área	9	0,25	0	0,00
Total	3.564	100,00	43.559	100,00

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE, 2006.

Comenta-se também que aproximadamente 30% das propriedades estão na condição de ocupadas, enquanto que 5% foram arrendadas e 7% estão aguardando a titulação definitiva.

A Tabela 14 demonstra o principal uso da terra praticado nos estabelecimentos para o ano de 2006. Percebe-se que a maior parte da área foi destinada ao uso da atividade da pecuária e a criação de outros animais (63,92%), vindo em seguida à lavoura permanente (17,49%), lavoura temporária (10,64%), produção florestal - nativa (4,52%), aqüicultura (2,74%), horticultura e floricultura (0,34%), pesca (0,32%) e produção florestal - plantada (0,03%).

Tabela 14: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo o uso da terra - Caucaia - 2006

Uso da terra	Número de estabelecimentos		Área dos estabelecimentos (ha)	
	Nº.	%	Nº.	%
Lavoura temporária	983	27,58	4.636	10,64
Horticultura e floricultura	142	3,98	148	0,34
Lavoura permanente	138	3,87	7.617	17,49
Pecuária e criação de outros animais	1.869	52,44	27.844	63,92
Produção florestal - florestas plantadas	8	0,22	11	0,03
Produção florestal - florestas nativas	367	10,30	1.969	4,52
Pesca	37	1,04	140	0,32
Aqüicultura	20	0,56	1.194	2,74
Total	3.564	100,00	43.559	100,00

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE, 2006.

Em Caucaia, as principais lavouras permanentes, em termos de produção, referem-se à castanha-de-caju, coco-da-baía, banana e manga, conforme dados presentes na Tabela 15.

Tabela 15: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras permanentes para o município de Caucaia - 2006/2011

Lavoura permanente	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Banana (cacho)	690	695	703	705	710	720
Castanha de caju	3.090	3.095	3.110	3.110	3.860	4.110
Coco-da-baía	1.595	1.605	1.615	1.620	1.630	1.635
Manga	115	115	116	118	120	125
Total	5.490	5.510	5.544	5.553	6.320	6.590

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal.

Para o período avaliado, anos de 2006 (último censo agropecuário) a 2011 (último dado disponível), percebe-se um incremento na produção da lavoura permanente de 20%, passando de 5.490 toneladas em 2006 para 6.590 em 2011.

Em termos de participação no cenário estadual, a quantidade produzida no município de Caucaia em 2011 representou 1,32% da produção total dessas lavouras no Ceará.

A Tabela 16 traz a quantidade produzida, em Caucaia, para as lavouras temporárias durante o período de 2006 a 2011, observando-se uma maior produção (em toneladas), em todos os anos avaliados, de cana-de-açúcar, mandioca, milho, feijão e arroz.

Com exceção da primeira lavoura, às demais se referem à cultura de subsistência, que compõem sistemas produtivos que constituem a base alimentar e também fonte de renda básica para os pequenos produtores. Em 2011, a quantidade produzida em Caucaia destas lavouras foi equivalente a 1,03% do total do Estado.

Tabela 16: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras temporárias para o município de Caucaia - 2006/2011

Lavoura temporária	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cana-de-açúcar	32.100	32.500	32.813	31.172	32.500	31.200
Mandioca	6.852	4.000	2.000	4.324	5.748	10.000
Milho (em grão)	2.295	954	1.280	840	2.565	2.380
Feijão (em grão)	1.076	764	570	446	1.213	1.055
Arroz (em casca)	24	56	58	52	56	67
Total	42.347	38.274	36.721	36.834	42.082	44.702

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal.

No tocante a pecuária, menciona-se que o efetivo de animais do município de Caucaia possui a maior quantidade de galináceos, com mais de 560.000 unidades em 2011. Os bovinos constituem-se no segundo maior efetivo presente nas propriedades rurais, normalmente criados por meio do sistema de manejo extensivo e ocupando terrenos da depressão sertaneja e dos tabuleiros pré-litorâneos, sendo acompanhados pela criação de ovinos, suínos e caprinos, conforme mostrado na Tabela 17.

Tabela 17: Número do efetivo de animais do município de Caucaia - 2006/2011

Efetivo de animais	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bovino	19.473	20.631	21.030	20.601	21.219	21.016
Suíno	9.928	10.377	10.714	10.415	10.722	10.789
Caprino	5.562	5.806	6.038	5.409	5.570	5.810
Ovino	8.965	9.291	9.599	11.806	12.135	12.612
Galináceos	388.946	601.813	556.744	654.836	604.022	567.497
Outros	2.327	2.447	2.556	1.561	1.584	1.627
Total	437.207	652.372	608.689	706.637	657.262	621.362

Fonte: IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal. IPECE (2013).

A Figura 48 mostra a participação dos efetivos de animais, no ano de 2011, de Caucaia em relação ao total do Ceará, almejando identificar a criação de animais mais representativa do município dentro do cenário estadual.

Percebe-se na mencionada figura uma maior contribuição para o efetivo de galináceos, com um percentual de 2,20% do total de animais do Estado, sendo seguido pelo efetivo dos suínos (0,90%), bovinos (0,80%), ovinos (0,59%) e caprinos, que tiveram uma proporção de 0,56% (5.810 cabeças) do montante de 1.044.998 animais registrados no Ceará neste ano.

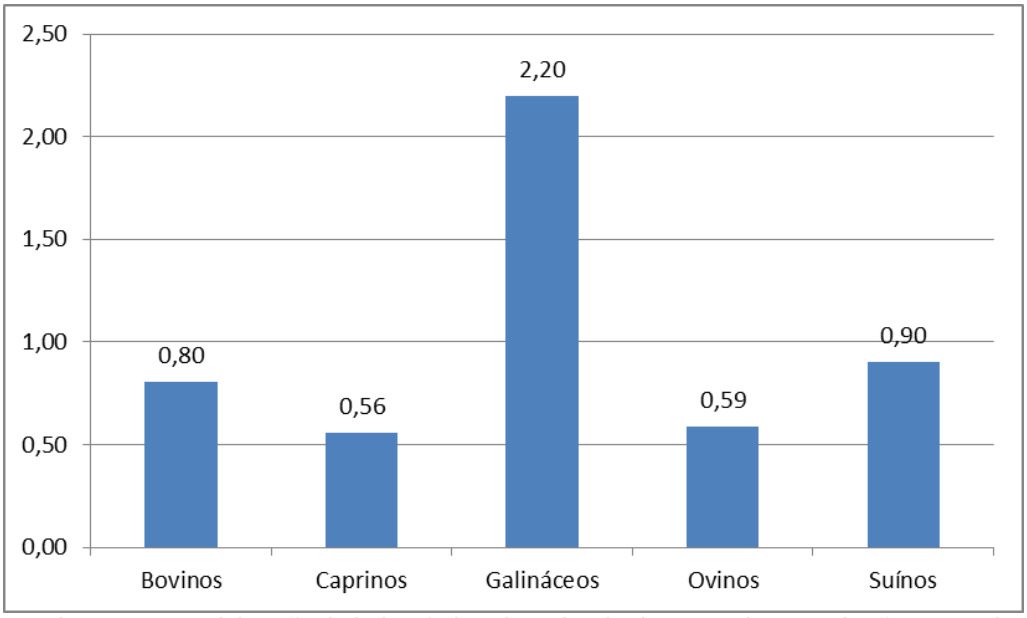


Figura 48: Participação (%) do efetivo de animais de Caucaia em relação ao total do Estado - 2011. Fonte: IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal. IPECE (2013).

Quanto aos produtos de origem animal, verificou-se uma tendência de crescimento da produção de leite de vaca entre os anos estudados, enquanto que as produções de ovos de galinha, de codorna e de mel de abelha apresentam-se praticamente estagnadas (Tabela 18).

Tabela 18: Produção de origem animal do município de Caucaia - 2006/2011

Produtos de origem animal	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Leite de vaca (Mil litros)	6.335	6.640	6.844	7.278	7.556	7.707
Ovos de galinha (Mil dúzias)	2.538	2.057	3.839	3.902	4.122	3.140
Ovos de codorna (Mil dúzias)	104	106	100	101	103	102
Mel de abelha (Quilogramas)	523	558	598	526	501	570
Total	**9.500**	**9.361**	**11.381**	**11.807**	**12.282**	**11.519**

Fonte: IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal. IPECE (2013).

As figuras a seguir ilustram registros referentes à atividade da agropecuária encontrada no município de Caucaia, vinculadas à criação de animais e o cultivo de lavouras temporárias e permanentes.

Figura 49: Plantação de lavoura temporária de milho. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=525.254; N= 9.585.079.

Figura 50: Lavoura permanente em área de tabuleiros pré-litorâneos. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=538.403; N= 9.592.585.

Figura 51: Registro de pecuária extensiva em Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 539.758; N= 9.591.817.

Figura 52: Curral com criação caprina, ovina e bovina em Tucunduba. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 527.059; N= 9.572.373.

Vale mencionar que segundo Elias (2003), não se justifica atribuir o inexpressivo papel da maior parte da agropecuária cearense (4,16% do PIB) somente as suas vicissitudes hidroclimáticas, geomorfológicas e pedológicas, dado que seu território encontra-se encravado no semiárido brasileiro.

É necessário trazer para o debate questões atinentes as relações de produção e de organização do espaço agrário cearense, que envolve logicamente o município de Caucaia, especialmente as condições sociais e técnicas da estrutura agrária, que se caracterizam, notadamente, por uma estrutura fundiária concentrada, uma base técnica rudimentar e uma oligarquia agrária conservadora, fatores estes determinantes para as relações sociais de produção e os regimes de exploração da terra predominantes.

Cita-se também que a estrutura fundiária concentrada e a existência de áreas produtivas não utilizadas são indicadores de um uso da terra com fins especulativos ou objetivos outros menos nobres que não a função social da terra.

No tocante ao setor da Indústria, a Tabela 19 exibe o quantitativo de indústrias por tipo de atividade no município de Caucaia para os anos de 2001 a 2011. Verifica-se uma preponderância, em todo o período estudado, do segmento da indústria de transformação, vindo em seguida empresas do ramo da construção civil, extrativa mineral e de utilidade pública.

Tabela 19: Número de empresas do setor da indústria segundo atividade - Caucaia - 2001/2011

Anos	Total		Extrativa Mineral		Construção Civil		Utilidade Pública		Transformação	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
2001	330	100,0	13	3,9	6	1,8	3	0,9	308	93,3
2002	430	100,0	8	1,9	38	8,8	4	0,9	380	88,4
2003	367	100,0	14	3,8	41	11,2	3	0,8	309	84,2
2004	383	100,0	16	4,2	36	9,4	3	0,8	328	85,6
2005	422	100,0	15	3,6	36	8,5	4	0,9	367	87,0
2006	467	100,0	16	3,4	37	7,9	4	0,9	410	87,8
2007	509	100,0	15	2,9	39	7,7	7	1,4	448	88,0
2008	505	100,0	13	2,6	42	8,3	5	1,0	445	88,1
2009	506	100,0	13	2,6	43	8,5	5	1,0	445	87,9
2010	780	100,0	19	2,4	62	7,9	5	0,6	694	89,0
2011	1.079	100,0	21	1,9	74	6,9	8	0,7	976	90,5

Fonte: Secretaria da Fazenda (SEFAZ). IPECE (2013).

A Tabela 20 detalha a distribuição das empresas do setor da indústria de transformação segundo os seus subsetores, constatando-se uma prevalência de indústrias ligadas ao setor de Vestuário, calçados, artefatos, tecidos, couros e peles (35,86%), Produtos alimentares (15,37%) e Metalurgia (8,71%).

Tabela 20: Número de empresas do setor da indústria de transformação - Caucaia - 2011

Indústrias de transformação	N.º	%
Vestuário, calçados, artefatos, tecidos, couros e peles	350	35,86
Produtos alimentares	150	15,37
Metalurgia	85	8,71
Produtos de minerais não metálicos	82	8,40
Mobiliário	80	8,20
Química	26	2,66
Editorial e gráfica	25	2,56
Materiais plásticos	21	2,15
Madeira	19	1,95
Mecânica	17	1,74
Material elétrico-eletrônico de comunicação	13	1,33
Couros, peles e produtos similares	12	1,23
Papel e papelão	10	1,02
Perfumaria, sabões e velas	9	0,92
Material de transporte	8	0,82
Têxtil	8	0,82
Bebidas	6	0,61
Outros setores	55	5,63
Total	976	100,00

Fonte: Secretaria da Fazenda (SEFAZ). IPECE (2013).

A Figura 53 apresenta um mapa temático com a indicação de pólos industriais planejados e atividades econômicas desenvolvidas no município. A partir do mesmo, pode-se verificar a distribuição territorial de atividades relacionadas à indústria cerâmica, extração de rochas, confecção, informática, alimentos, têxtil, química, entre outras.

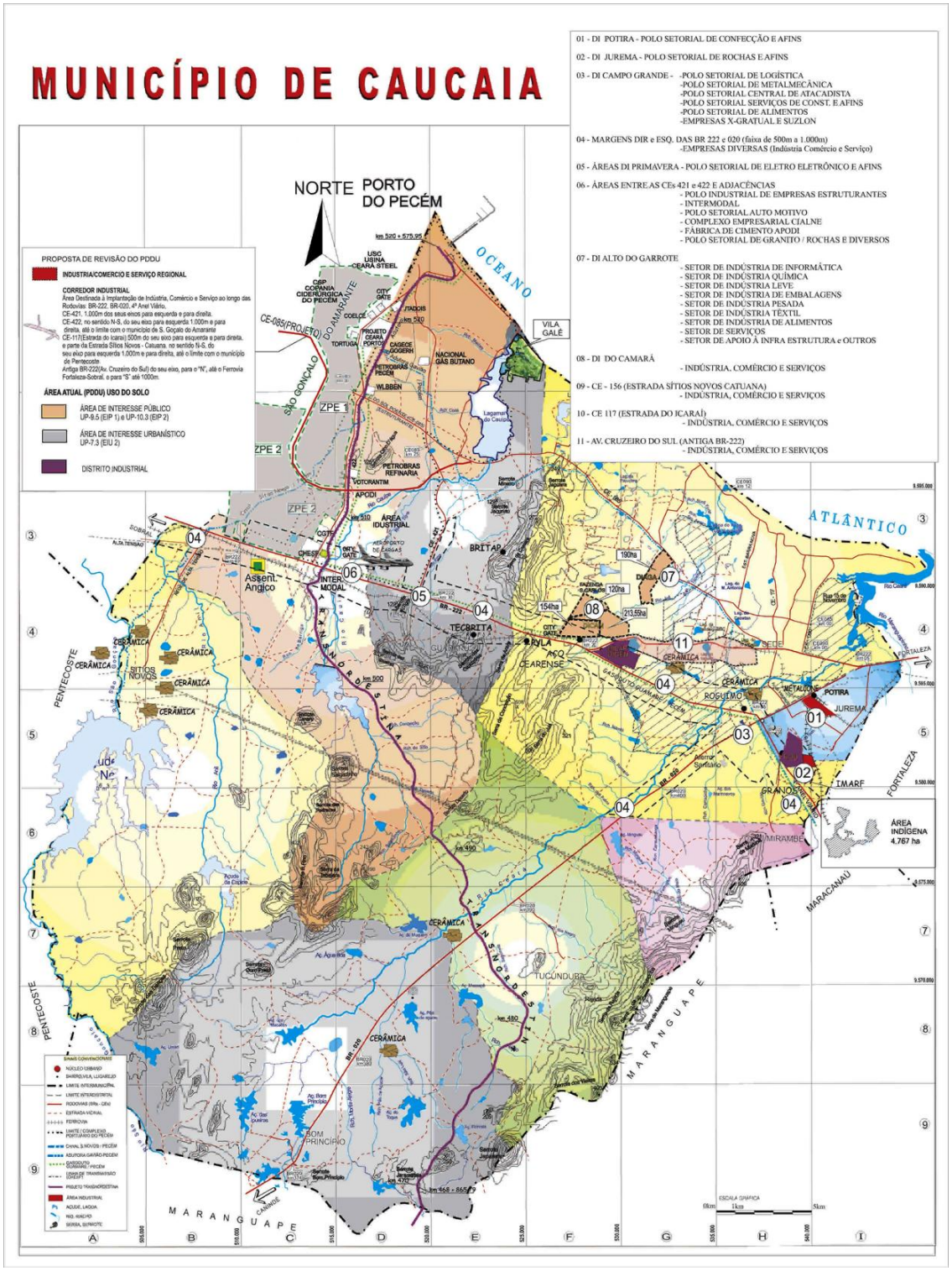


Figura 53: Mapa com indicativo dos distritos e atividades industriais de Caucaia.
Fonte: Prefeitura Municipal de Caucaia (2013).

Em Caucaia, as cerâmicas (Figura 54) estão situadas predominantemente próximas ao sistema ambiental da planície fluvial, notadamente nas planícies do rio Ceará, São Gonçalo, Juá e Anil. A produção de cerâmica envolve as fases de remoção e estocagem da matéria-prima (argila), o processo de fabricação, a secagem e a queima (normalmente usando lenha), sendo o produto final a confecção de tijolos e telhas, entre outros itens.

Baseado no processo de produção tradicional das cerâmicas pode-se evidenciar que esta atividade carece de cuidados ambientais visando minimizar possíveis impactos, como, por exemplo, a erosão dos solos devido à retirada indiscriminada de argila e de vegetação, usada como matriz energética (Figura 55), assim como gases poluentes expelidos pelos fornos na atmosfera, que podem causar doenças respiratórias na população.

Figura 54: Registro de cerâmica no município de Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 526.626; N= 9.587.312.

Figura 55: Flagrante de área desmatada e com a presença de lenha. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 525.673; N= 9.594.631.

As rochas graníticas e vulcânicas alcalinas são empregadas para a produção de brita na RMF nas diferentes especificações comerciais para concretos, lastros e calçamentos, bases e revestimentos, inclusive asfálticos (DNMP, 2012).

Em Caucaia, existem várias empresas licenciadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) para a extração de granito e produção de Brita, citando, por exemplo: Pedreira Dinamite (BRITAP) Ltda, Pedreiras Coité Ltda, Ponta da Serra Mineração Ltda, Explofort Comércio e Serviços Ltda, Nordeste Mineração Ltda, Itatiba Mineração e Construção Ltda, Pyla Pedreira Ltda, entre outras. Estas empresas fazem a exploração de granito nas serras de Camará, Conceição, Juá, Taquara e no serrote Cajazeiras.

Importante destacar que a extração de granito (Figuras 56 e 57) e posterior geração de brita ocasionam impactos ambientais, que podem ser agravados quando as pedreiras estiverem situadas próximas a áreas urbanas.

Conforme DNPM (2012), o processo de desmonte das rochas com uso de explosivos ocasiona inevitáveis impactos ambientais e desconforto para as populações do entorno, que ficam expostas cotidianamente aos seus efeitos. Entre os principais impactos menciona-se o lançamento de pequenos fragmentos, aumento dos níveis de ruído, vibrações no terreno, emissão de poeira e gases tóxicos na atmosfera, sendo importante o constante monitoramento dessa atividade pelos órgãos de licenciamento ambiental.

Figura 56: Extração de granito na serra do Camará realizada pela empresa Itatiba. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 524.413; N= 9.592.980.

Figura 57: Lavra em bancada desenvolvida em meia encosta. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 525.519; N= 9.587.842.

No município de Caucaia também se identificou empresas licenciadas pelo DNPM visando à extração de areia para a utilização principalmente na construção civil, sendo exploradas areias finas, associadas aos depósitos terciários da Formação Barreiras e areias grossas do Quaternário, oriundas de canais e terraços aluviais.

As areias podem apresentar variadas especificações e usos, como por exemplo, serem usadas como matéria prima na indústria de transformação (vidros, abrasivos, cerâmica, química, refratários, cimento eoutros); na indústria da construção civil como agregado miúdo; moldes de fundição; no tratamento de águas e esgotos e como portadora de minerais pesados de interesse econômico como monazita, ilmenita, cassiterita e outros (DNPM, op. cit.).

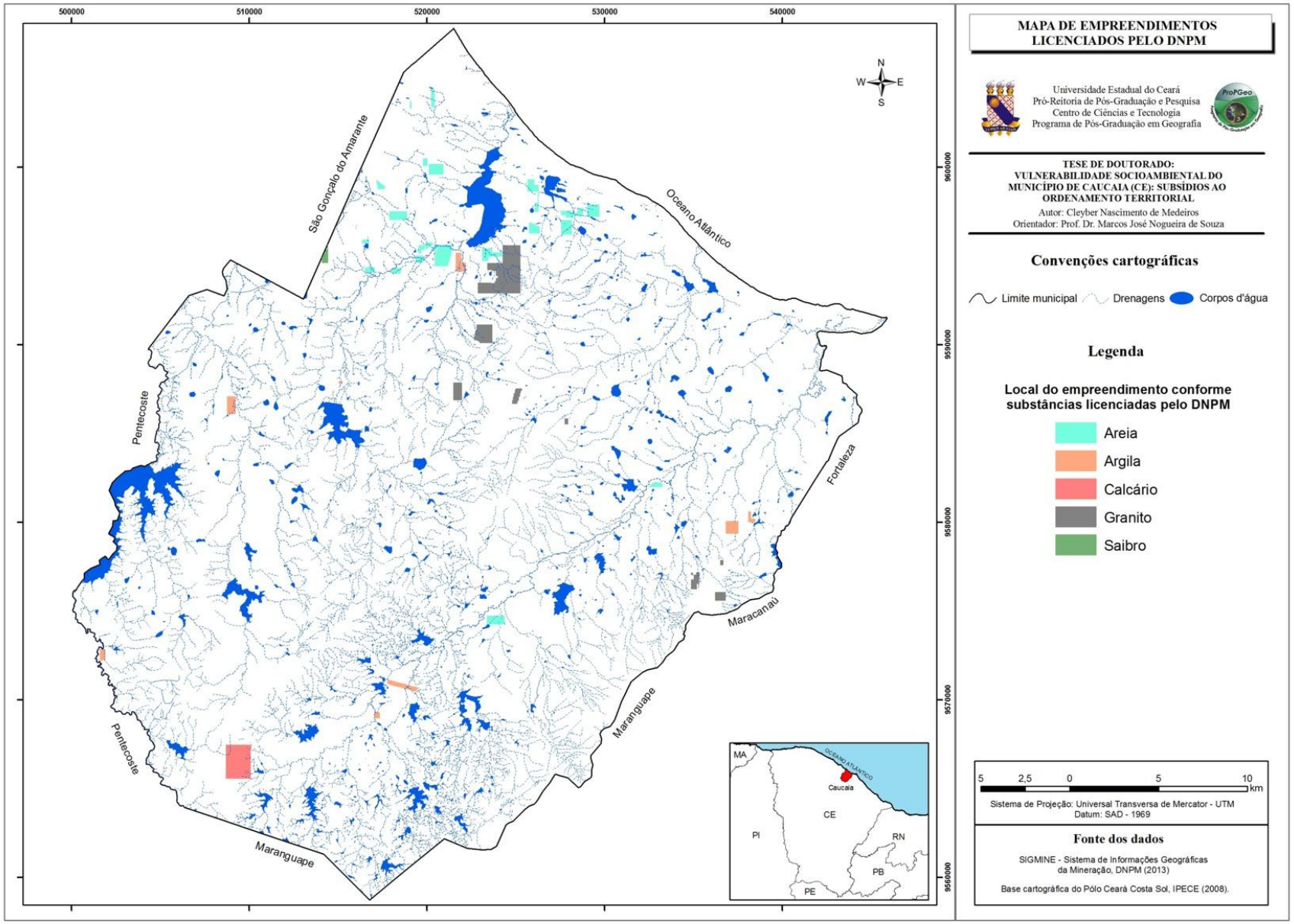
Os principais impactos da extração de areia (Figuras 58 e 59) são a remoção da cobertura vegetal, a desfiguração da paisagem e as alterações na morfologia do terreno, causando desequilíbrio dos processos de transporte e sedimentação, o assoreamento dos ecossistemas aquáticos, a poluição e contaminação dos aquíferos (DNPM, 2012). Outros impactos referem-se à emissão de gases e poeira, geração de ruídos, perturbação da vizinhança, afugentamento da fauna e poluição hídrica, pelo derramamento de óleos egraxas.

Vale comentar que a extração em leito de rio poderia colaborar para o processo de desassoreamento deles caso fosse uma atividade planejada. Não obstante, conforme DNPM (op. cit.), a maioria das áreas ativas com as operações de lavra na RMF não são planejadas de forma adequada. Assim, as extrações praticadas, principalmente, nos períodos de estiagem, quando os rios secam ou ficam muito baixos, provocam alterações na morfologia dos canais e na topografia do fundo, ocasionando, nos períodos chuvosos, quando o rio busca retornar ao equilíbrio anterior, intensa erosão das margens e conseqüente assoreamento.

Figura 58: Extração irregular de areia do leito do Rio Ceará no período de estiagem. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 535.037; N= 9.584.169.

Figura 59: Aspecto de áreas de extração de areia fina (vermelha) por desmonte mecânico. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 525.913; N= 9.596.517.

O Mapa 15, a seguir, apresenta os empreendimentos licenciados pelo DNPM, e com concessão de lavra, até o mês de Agosto de 2013, no município de Caucaia. Pode-se verificar a localização territorial dos mesmos, bem como as substâncias exploradas, com destaque para a extração de granito, areia, argila, calcário e saibro.



Mapa 15: Empreendimentos licenciados pelo DNPM no município de Caucaia.

Ainda em relação às atividades industriais, dá-se ênfase ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), que se situa nos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (Figuras 60 e 61), sendo planejado, pelo Governo do Estado do Ceará, para dinamizar e desenvolver a economia cearense.

Figura 60: Via de acesso para o complexo industrial e portuário do Pecém. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=514.495; N=9.591.420.

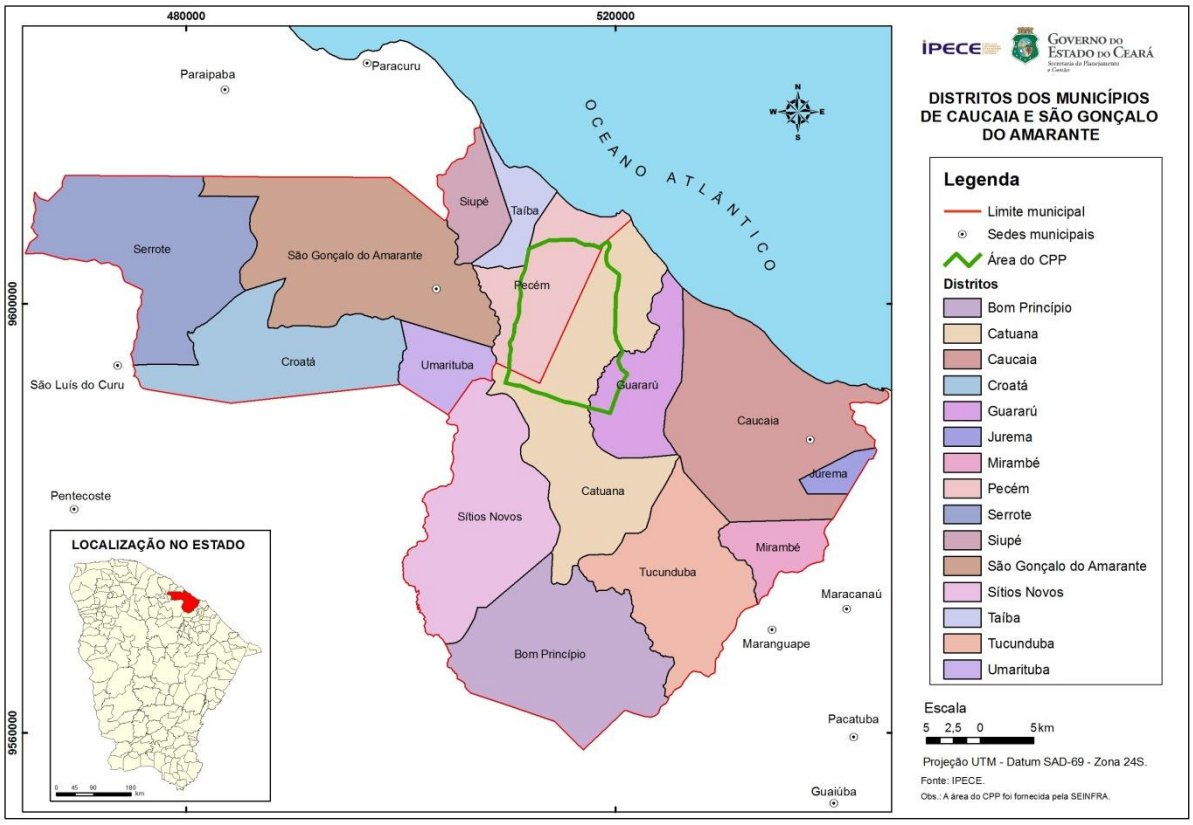


Figura 61: Localização do CIPP no contexto dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante. Fonte: Paiva, Medeiros e Cavalcante (2009).

O CIPP foi concebido para abrigar atividades diversas, tendo como infraestrutura e equipamentos previstos: gasoduto, usina termelétrica, ferrovia, refinaria, siderúrgica, porto e outras atividades industriais relacionadas.

Este complexo industrial surgiu como um projeto estratégico de desenvolvimento do parque industrial do Ceará e de sua área de influência regional, a partir da implantação de projetos-âncora, tais como a usina siderúrgica, a refinaria de petróleo, as usinas termelétricas, a unidade de regaseificação de gás natural liquefeito e um centro de tancagem de combustíveis (ALCE, 2013).

De acordo com Paiva, Medeiros e Cavalcante (2009), devido ao CIPP está sendo projetado sob bases externas, matérias-primas importadas e produtos produzidos principalmente para serem exportados, cabe ao poder público evitar enclaves de impactos negativos, uma vez que há a possibilidade deste complexo industrial se transformar em um elemento exógeno, sem vínculos com a área e estranho ao ambiente.

Isto posto, faz-se importante citar que se torna necessário um maior cuidado na elaboração de estratégias e ações voltadas para a conservação do meio ambiente, para a gestão do crescimento urbano e a geração de emprego e renda, principalmente para a população local.

Menciona-se que a elevação populacional observada nos últimos anos nos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (região do CIPP) acarreta em uma maior atenção que deve ser prestada pelo poder público para garantir a oferta de serviços de modo a suprir a crescente demanda.

Por exemplo, serviços públicos concernentes à educação, saúde, transporte, segurança, saneamento e habitação, entre outros, devem ser projetados almejando acompanhar o crescimento populacional verificado e esperado nos próximos anos.

Não obstante, no tocante a expansão urbana, com o objetivo de ordenar o território a partir do esperado aumento populacional do entorno do CIPP foram reservadas e projetadas duas áreas para loteamentos urbanos na área do complexo industrial (ALCE, op. cit).

Uma área situa-se a noroeste do Setor Industrial do CIPP, com superfície total de 555 hectares, assentada geomorfologicamente nos tabuleiros pré-litorâneos, prevendo a ocupação por uma população total de 59.385 habitantes.

A outra área de expansão urbana localiza-se a leste do Setor Industrial, com superfície total de 312 hectares, projetando-se sua ocupação máxima por 33.384 pessoas quando da estabilização do processo de assentamento.

Neste contexto, tem-se que as extensões de terra ainda desocupadas em Caucaia, aliadas ao pouco planejamento territorial, podem contribuir para que ocorram ocupações desordenadas, comprometendo a paisagem e a operacionalidade dos espaços urbanos (ALCE, 2013).

Assim, em certa medida, pode-se conjecturar que o processo de crescimento urbano acelerado, sem planejamento e ordenamento, coloca em risco a população contribuindo para o surgimento de áreas faveladas, a ocupação de locais que deveriam ser protegidos, o aumento de problemas na área social, etc.

À luz dessas considerações, uma ação fundamental é conhecer a realidade do município de Caucaia, identificando suas características geoambientais e socioeconômicas, maximizando suas potencialidades e minimizando suas limitações, buscando realizar um planejamento territorial que traga desenvolvimento econômico aliado à equidade social e a preservação e conservação do meio ambiente.

Avaliando o setor de Serviços, responsável por 65% do PIB do município, apresenta-se na Tabela 21 o número de empresas vinculadas ao ramo do comércio em Caucaia entre os anos de 2001 a 2011, percebendo-se uma maior concentração de empresas do setor varejista, com um total de 3.298 estabelecimentos em 2011, um aumento de 94,98% quando comparado com o ano de 2001 (1.693 estabelecimentos).

Em Caucaia, há forte atuação da atividade turística, que é vinculada ao setor terciário, impulsionada, sobretudo, pelos atrativos naturais, a arquitetura colonial, a cultura indígena e os locais de peregrinação (turismo religioso).

A Tabela 22 demonstra indicadores do setor do turismo de Caucaia, verificando-se uma demanda turística da ordem de 936 mil turistas em 2011, sendo 91,5% de origem nacional e 8,5% oriundos do exterior.

Tabela 21: Empresas do comércio segundo atividade - Caucaia - 2001/2011

Anos	Total		Atacadistas		Varejistas		Reparação de veículos e de objetos pessoais e de uso doméstico	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
2001	1.738	100,0	45	2,6	1.693	97,4	0	0,0
2002	1.496	100,0	36	2,4	1.453	97,1	7	0,5
2003	1.667	100,0	47	2,8	1.616	96,9	4	0,2
2004	1.702	100,0	43	2,5	1.654	97,2	5	0,3
2005	1.827	100,0	36	2,0	1.787	97,8	4	0,2
2006	1.954	100,0	44	2,3	1.906	97,5	4	0,2
2007	1.968	100,0	46	2,3	1.917	97,4	5	0,3
2008	1.894	100,0	48	2,5	1.837	97,0	9	0,5
2009	1.893	100,0	48	2,5	1.837	97,0	8	0,4
2010	2.802	100,0	68	2,4	2.723	97,2	11	0,4
2011	3.368	100,0	58	1,7	3.298	97,9	12	0,4

Fonte: Secretaria da Fazenda (SEFAZ). IPECE (2013).

A taxa de ocupação hoteleira neste ano alcançou à marca de 55%, bem superior a registrada em 2004 (43,1%). A receita turística estimada em 2011 correspondeu ao montante de 154,5 milhões, evidenciando forte impacto do turismo na economia do município (Tabela 22).

Tabela 22: Indicadores do setor do Turismo - Caucaia - 2004/2011

Indicadores	Período		Variação (%)
	2004	2011	
Nº. da demanda turística (movimentação) - Total	433.241	936.194	116,1
Nº. da demanda turística (movimentação) - Nacional	400.748	856.618	113,8
Nº. da demanda turística (movimentação) - Internacional	32.493	79.576	144,9
Taxa de ocupação hoteleira (%)	43,1	55,3	28,3
Receita turística direta (R$ milhões)	55,0	154,5	180,9

Fonte: Secretaria de Estado do Turismo (SETUR). IPECE (2013).

Observa-se na Tabela 23 o quantitativo de hotéis, pousadas e leitos disponíveis em Caucaia para os anos de 2004 e 2011, constatando-se um crescimento no período estudado, retratando certa evolução na atividade do turismo no município. Por exemplo, tinha-se em 2004 um quantitativo de 10 hotéis em Caucaia dispondo de 645 leitos, passando em 2011 para 13 estabelecimentos hoteleiros compreendendo um montante de 2.059 leitos.

Tabela 23: Número de hotéis, pousadas e leitos - Caucaia - 2004/2011

Tipo	2004		2011		Variação (%)	
	N.º de Unidades	N.º Leitos	N.º Unidades	N.º Leitos	N.º Unidades	N.º Leitos
Hotel	10	645	13	2.059	30,0	219,2
Pousada	14	731	23	988	64,3	35,2
Outros	2	320	3	498	50,0	55,6

Fonte: Secretaria de Estado do Turismo (SETUR). IPECE (2013).

Como atrativos turísticos presentes no município podem-se citar, por exemplo: o centro histórico-cultural de Caucaia, pela sua arquitetura antiga e peculiar; o Centro de Produção Cultural Tapeba, um local no qual se pode conhecer a história e a cultura dos índios Tapeba; A Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres; o Santuário de Santa Edwiges; a Lagoa do Parnamirim; a Lagoa do Banana; o Lagamar do Cauhípe; as praias do Cumbuco, Tabuba, Icaraí, Pacheco, Iparana, entre outras (Figura 62 a 65).

Figura 62: Centro Cultural do Tapeba. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=540.430; N=9.586.613.

Figura 63: Santuário de Santa Edwiges, localizado na Serra do Camará. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=526.503; N=9.594.696.

Figura 64: Visão da faixa da praia de Iparana em Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=541.036; N=9.592.478.

Figura 65: Igreja Matriz, situada no bairro do Centro na sede de Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E=538.364; N=9.587.224.

A região do Cumbuco constitui-se em um dos principais pontos turísticos de Caucaia, e conseqüentemente do Estado do Ceará, sendo formada por belas paisagens inseridas no sistema ambiental da planície litorânea, notadamente a faixa de praia, as lagoas freáticas, os campos de dunas móveis e fixas, compondo dessa forma importante patrimônio natural do município.

Neste local, verifica-se a presença de vários empreendimentos turísticos (hotéis e pousadas), bem como bares e restaurantes, constituindo um pólo gastronômico de Caucaia.

Serviços relacionados ao turismo que podem ser identificados referem-se, por exemplo, à prática de esportes náuticos tais como o windsurfe, surf e a vela, bem como os passeios de buggy pelas dunas (Figuras 66 e 67).

Figura 66: Praia do Cumbuco com prática de kitesurfe. Fonte: Saboia (2010).

Figura 67: Concentração de buggys para passeio nas dunas do Cumbuco. Fonte: Saboia (2010).

Conforme Saboia (2010), o modelo de desenvolvimento turístico e de uso e ocupação da terra que vem sendo adotado pelo poder público no litoral de Caucaia privilegiam os grandes empresários, sem vislumbrar a situação da população local, formada originalmente por pescadores. Esse modelo acarreta em, sua maioria, impactos negativos com sérias conseqüências socioambientais.

A autora cita, por exemplo, como impactos, os danos causados pela implantação de obras de infraestrutura como aterros, impermeabilização do solo (construção de hotéis e pousadas sobre a faixa praial ou campo de dunas); o aumento da demanda de abastecimento de água e energia elétrica e na produção de resíduos sólidos; a modificação da paisagem devido a construções arquitetônicas não integradas à paisagem, sejam pela altura, dimensões ou formas; a destruição de ambientes frágeis como as dunas pela implantação inadequada de estruturas de apoio, ou pelo excesso de uso e movimentação de terra nestes locais; o aumento da especulação imobiliária e a perda de terras pela comunidade local; a descaracterização de valores e formas de comportamento tradicional da população nativa.

No tocante a orla marítima, a mesma inicia-se a partir da foz do rio Ceará, na divisa municipal com Fortaleza, indo até a zona portuária do Pecém, nos limites com o município de São Gonçalo do Amarante. Possui uma extensão aproximada de 20 km, incorporando várias localidades, tais como: Parque Leblon, Iparana, Pacheco, Icaraí, Barra Nova, Tabuba, Cumbuco, Barra do Cauhípe, entre outras.

Conforme PDDU (2001), estas localidades possuem diferentes formas de ocupação urbana, causando maior ou menor impacto ambiental, observando-se, por exemplo, em Iparana a destruição acelerada da faixa de areia da praia, com a invasão do mar derrubando muros de contenção e das casas (Figuras 68 a 71).

Isto ocorre devido à construção de uma bateria de molhes desde o porto do Mucuripe, em Fortaleza, até a foz do rio Ceará, interrompendo o fluxo de sedimentos pela deriva litorânea transferindo o processo erosivo para as praias do setor oeste (MORAIS et al., 2013).

Figura 68: Muro de residência derrubado pela ação do mar em Icaraí. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 543.204; N= 9.592.272.

Figura 69: Muro de pedras para evitar a ação do mar na orla do Icaraí. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 541.086; N= 9.592.459.

Figura 70: Barraca de praia danificada pelo mar em Icaraí. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 542.079; N= 9.592.215.

Figura 71: Voçoroca formada a partir da ação das ondas do mar em Icaraí. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.952; N= 9.592.454.

Em decorrência da falta de fiscalização efetiva do poder público em grande parte das obras na zona litorânea, ocorre invasão de áreas de preservação, como por exemplo, nas margens de lagoas, nas dunas e nas areias das praias, além da contaminação dos aqüíferos através das fossas rudimentares e do lançamento de esgoto a céu aberto (Figuras 72 e 73).

Figura 72: Esgoto de empreendimento hoteleiro lançado a céu aberto na praia de Iparana. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.862; N= 9.592.520.

Figura 73: Flagrante de casa, danificada pelo mar em Pacheco, construída na faixa de praia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.091; N= 9.592.497.

Ressalta-se que existe por parte da prefeitura municipal um projeto de urbanização da orla marítima de Caucaia, objetivando harmonizar os núcleos urbanos através da qualificação dos espaços públicos, da proteção do meio ambiente e da implementação de um eficiente sistema de transporte, uma vez que um problema identificado em campo é que grande parte das vias possuem caixa de rolamento estreitas constituindo uma rede urbana confusa, de difícil circulação de pessoas e veículos. Referido projeto também contempla ações voltadas na área de saneamento, encontrando-se o mesmo atualmente no *status* de planejamento.

6.6. Uso e Cobertura da Terra

No tocante ao mapa de uso e cobertura da terra, os procedimentos para elaboração do mesmo tiveram como referência metodológica a terceira edição do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

Este manual define que o levantamento do uso e da cobertura da terra deve indicar a distribuição geográfica da tipologia de uso, localizada por meio de padrões homogêneos na superfície terrestre.

Para elaboração deste mapa, recorreram-se as etapas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação de produtos de sensoriamento remoto, análise e registro de observações da paisagem *in loco*, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra. Salienta-se que outros detalhes metodológicos usados para a geração deste mapa podem ser consultados no capítulo 4.

Vale mencionar que as diversas coberturas e usos que se dão na terra são frutos de atividades econômicas que, via de regra, privilegia a antropização desregulada em detrimento da conservação ou preservação dos ambientes ali inseridos, principalmente nos dias atuais, quando as atividades da indústria e do turismo são apresentadas, pelo governo, como um dos caminhos indutores ao desenvolvimento socioeconômico do município.

Atualmente em Caucaia, as atividades turísticas e o aumento das áreas urbanizadas modificam os usos de locais até então consolidados, provocando uma série de impactos ambientais.

Podem-se citar, por exemplo, os desmatamentos, o avanço sobre campos de dunas, os aterramentos de vales interdunares e as terraplenagens de topos de morro, sendo que estes locais deveriam ser preservados visando manter o equilíbrio do sistema ambiental da planície litorânea.

É nesse contexto que o mapeamento das unidades de cobertura e uso da terra foi realizado, considerando as modificações impostas pelas atividades socioeconômicas e a diferenciação das tipologias de uso presentes na área.

Vale mencionar que a diferença entre a cobertura e o uso da terra corresponde ao fato de que a cobertura avalia os elementos da natureza ou de aparelhos antrópicos que estão recobrindo a superfície terrestre, considerando as camadas superficiais do solo, independentemente se a cobertura é natural ou antropizada. Já o uso da terra configura as formas como esses elementos ou coberturas são tratados, atribuídas às variadas atividades humanas sobre estas, sejam elas industriais, urbanas, agropecuárias ou florestais (IBGE, 2013).

Destaca-se que para o levantamento das unidades de mapeamento da área, na escala 1:50.000, foi utilizada uma imagem orbital do satélite Landsat 8, datada de 01 de Julho de 2013.

O tipo e a quantidade de informação sobre a cobertura e o uso da terra, obtidos dos sensores remotos dependem das características técnicas desses sensores, notadamente a resolução espacial, que corresponde ao tamanho da menor área interpretável, devendo esta ser compatível com a escala de mapeamento.

Conforme IBGE (op. cit.), considera-se adequado representar a mínima área mapeada por um quadrado de 5 mm x 5 mm. Dessa forma, a relação entre a menor área mapeável e a área real do terreno está vinculada à escala utilizada. Em um mapeamento 1:250.000, por exemplo, a menor área a ser mapeada equivale a 156 ha, enquanto que na escala 1:50.000 ter-se-ia aproximadamente a área de 2,5 ha.

A delimitação das unidades de cobertura e uso da terra foi construída a partir da interpretação da imagem Landsat, empregando técnicas de PDI tais como o realce de imagens e classificações supervisionadas, por incursões de campo e também se recorrendo as ortofotos da base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol (do ano de 2007), uma vez que estas possuem resolução espacial de 2 metros, consentindo a identificação de feições em nível de detalhe.

Neste contexto, as etapas do processo de levantamento e mapeamento da cobertura e uso da terra seguiram a proposta do manual de uso da terra do IBGE, conforme exibido na Figura 74.

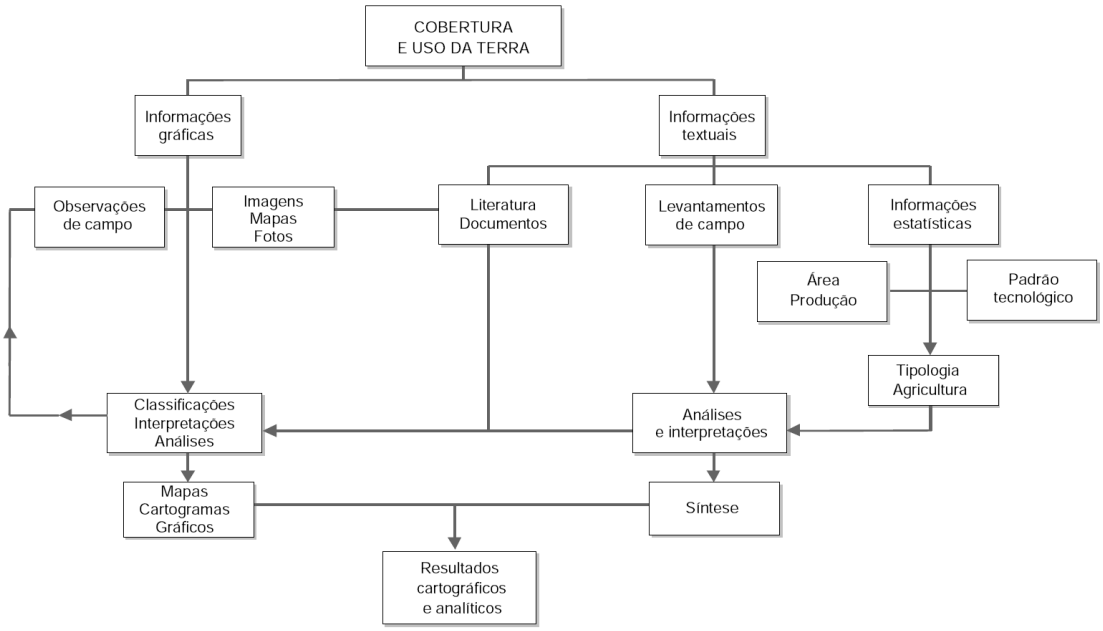


Figura 74: Fluxograma das etapas dos procedimentos de levantamento da cobertura e uso da terra. Fonte: IBGE (2013).

Isto posto, descrevem-se a seguir as classes mapeadas no município de Caucaia, adaptadas de IBGE (2013), onde na escolha e definição da nomenclatura proposta, o manual técnico de uso da terra considerou a terminologia corrente em diversas pesquisas, nacionais e internacionais, visando a sua compatibilização.

- Agropecuária: Atividade que inclui a pecuária e/ou agricultura, com o cultivo de lavouras temporárias e permanentes. A lavoura temporária corresponde à cultura de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano. Já a permanente refere-se à cultura de ciclo longo que permite colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. Por sua vez, a pecuária relaciona-se à criação do gado (bovino, suíno, caprino, etc.), aves e abelhas.

- Aqüicultura: Relaciona-se a atividade de cultivo e criação de peixes, crustáceos, entre outros, em cativeiro.

- **Área urbanizada:** Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as cidades, vilas, povoados, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados.

- Aterro sanitário: Corresponde à área ocupada pelo Aterro Sanitário de Caucaia.

- Corpos d'água: Consiste na área delimitada de lagos, lagoas e reservatórios.

- Dunas fixas: Refere-se aos locais com ocorrência de dunas fixas em Caucaia.

- Dunas móveis: Compreende os locais com incidência de campos de dunas móveis no município.

- Extração mineral: Atividade que inclui áreas de extração de substâncias minerais, como lavras, minas e lavra garimpeira ou garimpo.

- Faixa de praia: Refere-se à faixa litorânea de praia do município.

- Indústria: Consiste em ampla variedade de usos da terra, desde indústrias leves até usinas de indústria pesada. As áreas de indústrias leves eventualmente podem encontrar-se em contato com áreas urbanas.

- Solo exposto: Definido como solo desnudo ou sem cobertura vegetal.

- Manguezal: Locais com presença de vegetação do tipo manguezal presente no município.

- Mata ciliar: Vegetação encontrada nas planícies fluviais e lacustres, com destaque para a carnaúba.

- Mata seca: Ocorre nos níveis inferiores (meia encosta) e vertentes de sotavento dos maciços residuais. Tem como característica a queda das folhas nos períodos de estiagem, possuindo espécies de porte arbóreo, intermediários entre os da mata plúvio-nebular e da caatinga.

- Mata plúvio-nebular: Possui a característica de porte arbóreo, onde a maior parte das árvores alcançam até 30 metros, sendo que as espécies conservam entre 75% e 100% das folhas durante o ano, verificando-se a existência de remanescentes da Mata Atlântica.

- Vegetação de caatinga aberta: Refere-se à vegetação de caatinga aberta com as espécies distanciadas entre si, isto é, com clareiras (espaçadas).

- Vegetação de caatinga fechada: Consiste na vegetação de caatinga sem áreas descobertas, ou seja, cobrindo toda a área de ocorrência de maneira ininterrupta (compacta) e sem clareiras.

- Vegetação de tabuleiro aberta: Corresponde à vegetação de tabuleiro aberta com as espécies distanciadas entre si, isto é, com clareiras (espaçadas).

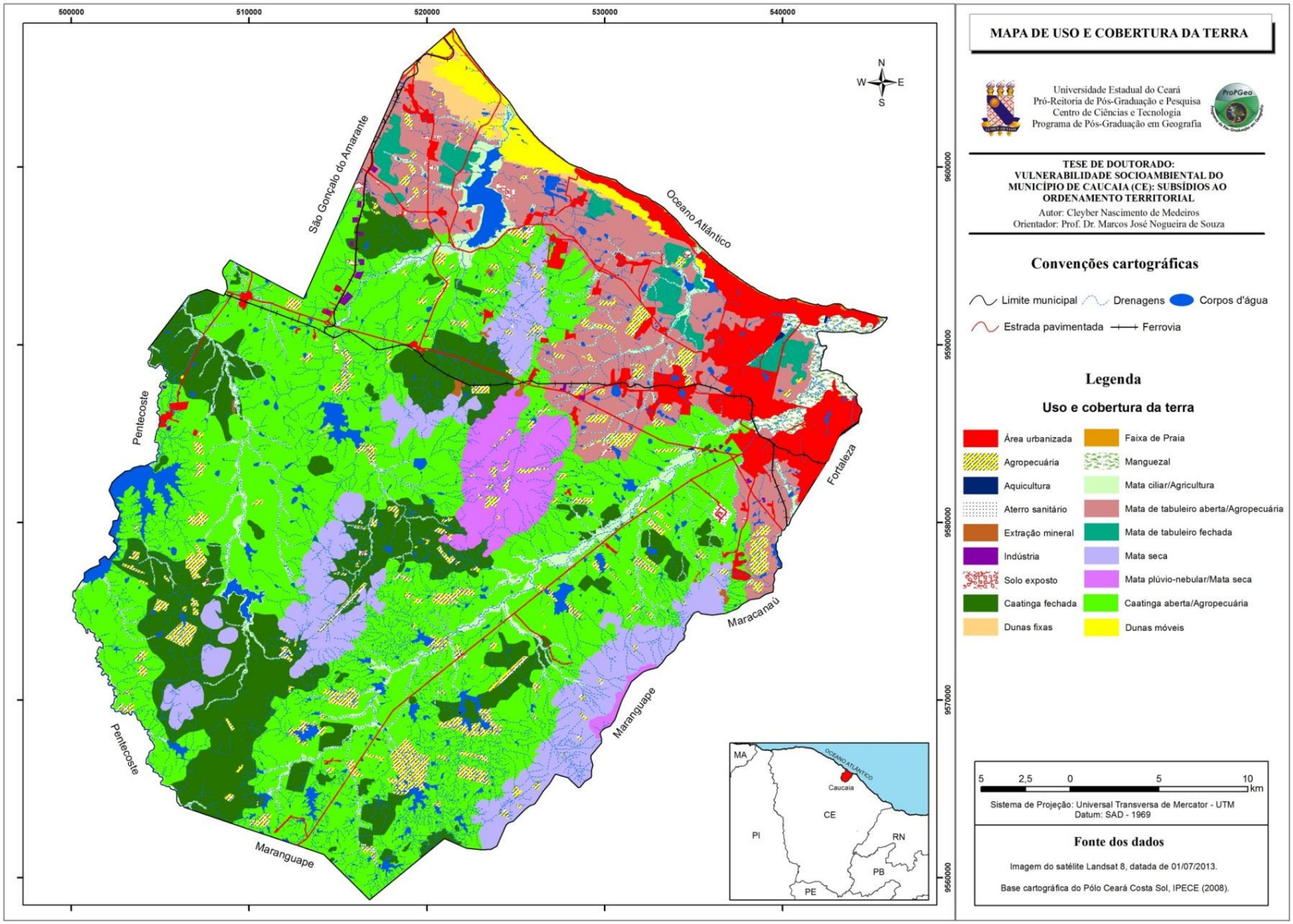
- Vegetação de tabuleiro fechada: Consiste na vegetação de tabuleiro sem áreas descobertas, ou seja, cobrindo toda a área de ocorrência de maneira ininterrupta (compacta) e sem clareiras.

O Quadro 22 exibe o quantitativo de área das classes cartografadas no mapa de uso e cobertura da terra do município de Caucaia (Mapa 16), verificando-se uma prevalência das classes da vegetação de caatinga aberta associada com a atividade da agropecuária (40,51%), vegetação de caatinga fechada (14,31%), mata de tabuleiro aberta/agropecuária (10,22%), mata seca (8,03%) e as áreas urbanizadas (5,37%). No referido mapa constata-se que ás áreas urbanizadas encontram-se em sua grande maioria na parte norte do município, que é o local de incidência dos sistemas ambientais da planície litorânea e dos tabuleiros pré-litorâneos.

Quadro 22: Área (km^2) das classes de uso e cobertura da terra no município de Caucaia.

Uso e cobertura	Área em km^2	%
Caatinga aberta / Agropecuária	496,65	40,51
Caatinga fechada	175,58	14,31
Mata de tabuleiro aberta / Agropecuária	125,26	10,22
Mata seca	98,46	8,03
Área urbanizada	65,79	5,37
Mata ciliar / Agropecuária	57,29	4,67
Agropecuária	53,76	4,39
Corpos d' água	47,35	3,86
Mata plúvio-nebular / Mata seca	39,65	3,23
Mata de tabuleiro fechada	20,44	1,67
Dunas móveis	17,10	1,39
Manguezal	11,44	0,93
Dunas fixas	8,89	0,73
Solo exposto	2,17	0,18
Faixa de Praia	2,00	0,16
Indústria	1,79	0,15
Extração mineral	1,46	0,12
Aterro sanitário	0,84	0,07
Aqüicultura	0,07	0,01

Fonte: Elaboração própria (2013).



Mapa 16: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caucaia.

A atividade da agropecuária, por sua vez, ocorre de forma dispersa no território, e na sua maioria, ocupando pequenas áreas, sobretudo as situadas próximo às planícies ribeirinhas, que é onde se encontram as condições mais propícias, relacionadas à fertilidade de solos, ao seu desenvolvimento.

Quanto à indústria, esta atividade está tendendo a ter uma maior concentração no setor oeste de Caucaia, dentro do contexto da região do Complexo Industrial e Portuário de Pecém.

Ressalta-se que as associações de tipos de uso e cobertura da terra são empregadas quando diversos tipos são encontrados muito próximos uns dos outros em áreas limitadas para serem reconhecidas separadamente.

Quando mais de 80% de uma área é ocupada por só um tipo de uso, está será mapeada como unidade simples. Se não existe uma classe dominante e duas classes diferentes atingem 80% ou mais da área, então as duas são combinadas, surgindo uma nova categoria de uso e cobertura da terra com duas classes associadas (IBGE, 2013).

Frisa-se que no caso de associações de classes de uso e cobertura da terra, a classe inserida em primeiro lugar na legenda constitui o tipo mais representativo.

Nesse sentido, a preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação do território tem levado aos governos federais, estaduais e municipais, a se interessarem por estudos que abordem essa questão.

Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e cobertura da terra e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região.

Segundo IBGE (op. cit.), este tipo de mapa contribui para o acervo de conhecimentos de determinada área e aliado aos mapeamentos geológicos, geomorfológicos e pedológicos pode indicar o nível de vulnerabilidade ambiental de uma região, fornecendo assim subsídios para avaliações dos impactos ambientais em diversos níveis de intensidade.

Dessa forma, por meio do levantamento do uso e cobertura da terra, pode-se identificar e monitorar as atividades (usos preponderantes) inadequadas e conflitivas da região, auxiliando no planejamento territorial, na elaboração de projetos setoriais de uso do solo, na localização de atividades diversas e nos zoneamentos em geral.

Considera-se este levantamento de grande importância, uma vez que os efeitos do uso indiscriminado e desordenado da terra podem levar à degradação ambiental, comprometer a saúde humana e a própria biota, como já vem ocorrendo atualmente neste município.

6.7. Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)

O conceito de vulnerabilidade social foi expresso nas seções 2.3 e 3.8, mas vale comentar que o mesmo, segundo Almeida (2010), é deveras complexo, variando entre e dentro de grupos sociais, sendo multidimensional, dinâmico e dependente da escala, com relação ao tempo e unidades de análise.

O IVS de Caucaia é composto por quinze indicadores agregados em quatro dimensões: Habitação e saneamento; Renda; Educação; e Situação Social. Neste contexto, objetivando operacionalizar o referido conceito, são exibidos, neste tópico, os indicadores que compõem o IVS para Caucaia e seus oito distritos na forma de tabelas e para os setores censitários na forma de mapas temáticos.

Apresentam-se na Tabela 24 os dados concernentes à **Dimensão da Habitação e Saneamento**. Verifica-se que o distrito de Guararu deteve a maior proporção de moradores em domicílios próprios, enquanto que Tucunduba possuiu o menor percentual. A média do município correspondeu a 78,35%.

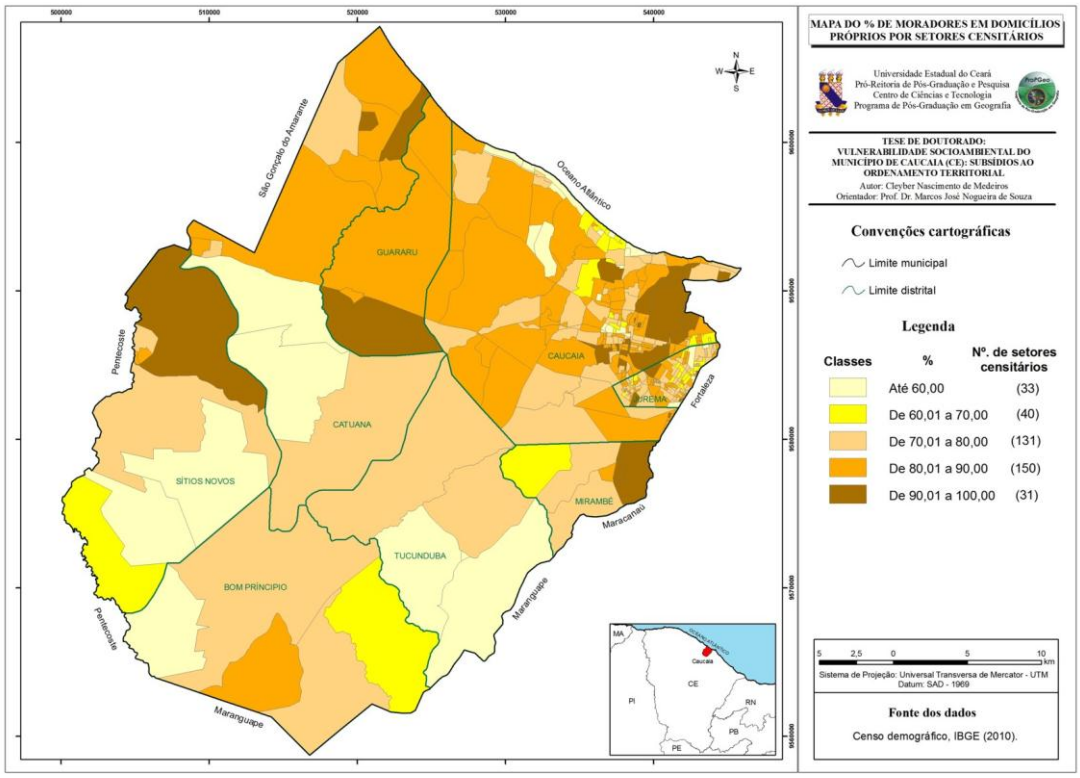
Tabela 24: Indicadores da dimensão da habitação e saneamento, Caucaia, 2010.

Distritos	**Indicadores**					
	% de moradores em domicílios próprios	% de moradores em domicílios ligados a rede geral de água	% de moradores em domicílios com existência de banheiro ou sanitário	% de moradores em domicílios ligados a rede geral de esgoto ou com fossa séptica	% de moradores em domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza	% de moradores em domicílios com energia elétrica
Município de Caucaia	**78,35**	**81,64**	**97,67**	**59,78**	**82,48**	**99,41**
Bom Principio	70,13	7,40	84,37	20,60	3,32	98,46
Catuana	77,49	28,08	90,36	10,88	43,32	99,01
Caucaia	80,20	79,86	98,18	43,81	81,77	99,52
Guararu	85,70	11,05	83,42	27,17	26,77	99,46
Jurema	76,37	93,44	99,34	79,96	92,10	99,70
Mirambé	85,08	69,93	90,20	53,48	41,34	98,58
Sítios Novos	72,20	74,67	95,39	20,82	55,71	98,70
Tucunduba	65,06	4,68	72,53	4,95	4,98	98,14

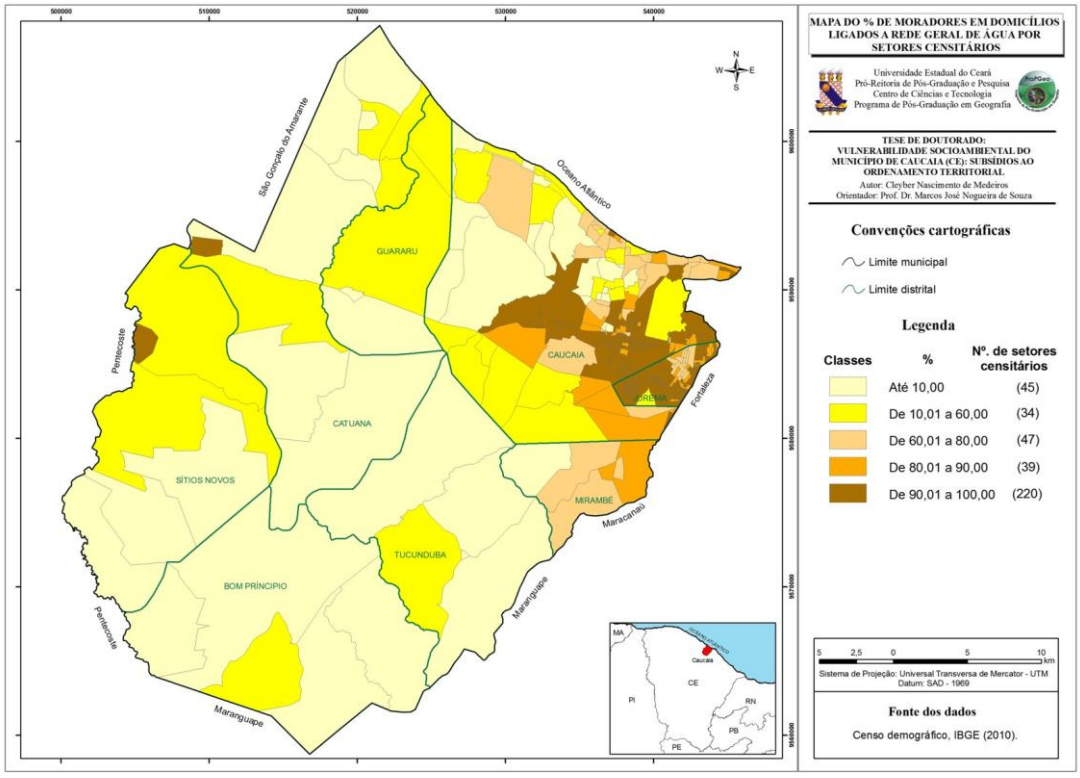
Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração do autor.

Em relação ao abastecimento de água e a existência de banheiro ou sanitário de uso exclusivo do domicílio, Jurema foi o distrito com melhor desempenho, possuindo Tucunduba as piores condições.

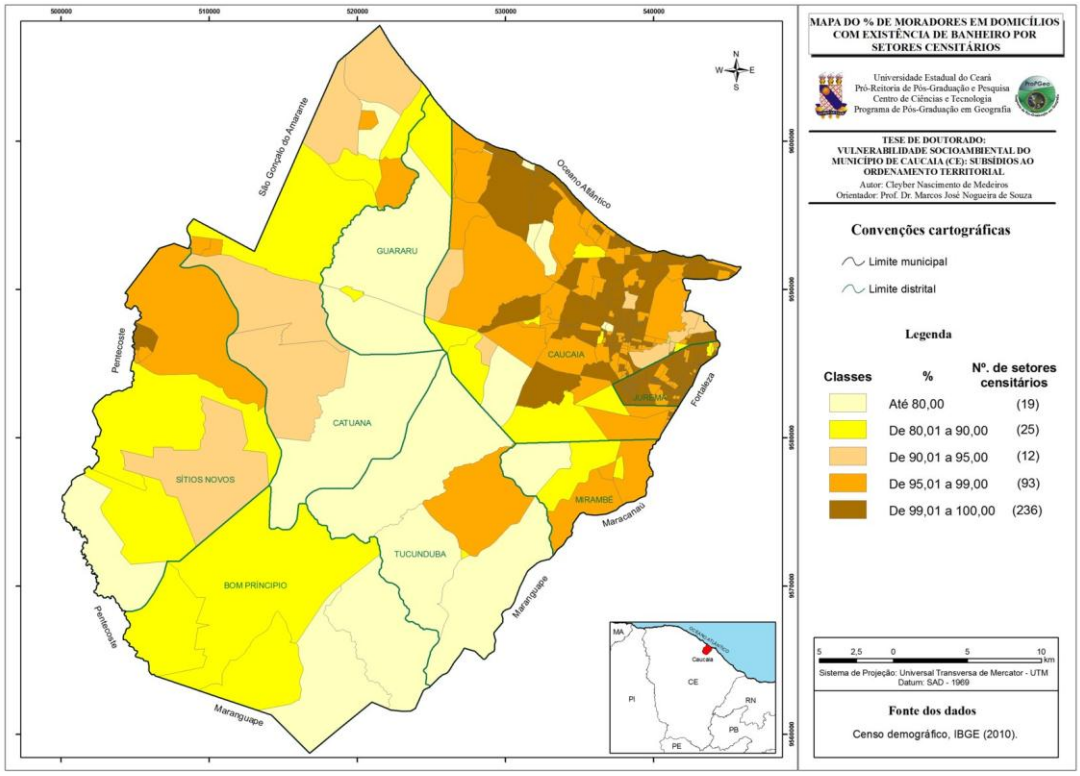
Os mapas a seguir ilustram a distribuição destes três indicadores em nível de setores censitários, percebendo-se que os valores mais elevados encontram-se em sua maioria nos setores da sede municipal e do distrito de Jurema.



Mapa 17: % de moradores em domicílios próprios por setores censitários, 2010.



Mapa 18: % de moradores em domicílios ligados a rede geral de água por setores censitários, 2010.



Mapa 19: % de moradores em domicílios com existência de banheiro por setores censitários, 2010.

No tocante aos domicílios ligados a rede geral de esgoto ou com fossa séptica e a coleta de lixo realizada por serviço de limpeza urbana, novamente os distritos de Jurema e Tucunduba detiveram a melhor e pior situação respectivamente, para ambos indicadores (Tabela 24).

Vale destacar que a proporção de domicílios em Caucaia que possuem como forma de esgotamento sanitário a rede geral de esgoto ou a fossa séptica é mediana (56,20%), sendo também bastante desigual, existindo distritos com percentuais em torno de 80% e outros com menos de 5%, necessitando, consequentemente, de mais políticas de expansão da rede de coleta de esgotos no município, com o intuito de aumentar o percentual de cobertura, trazendo, desta forma, benefícios para a população nas áreas de saúde e meio ambiente.

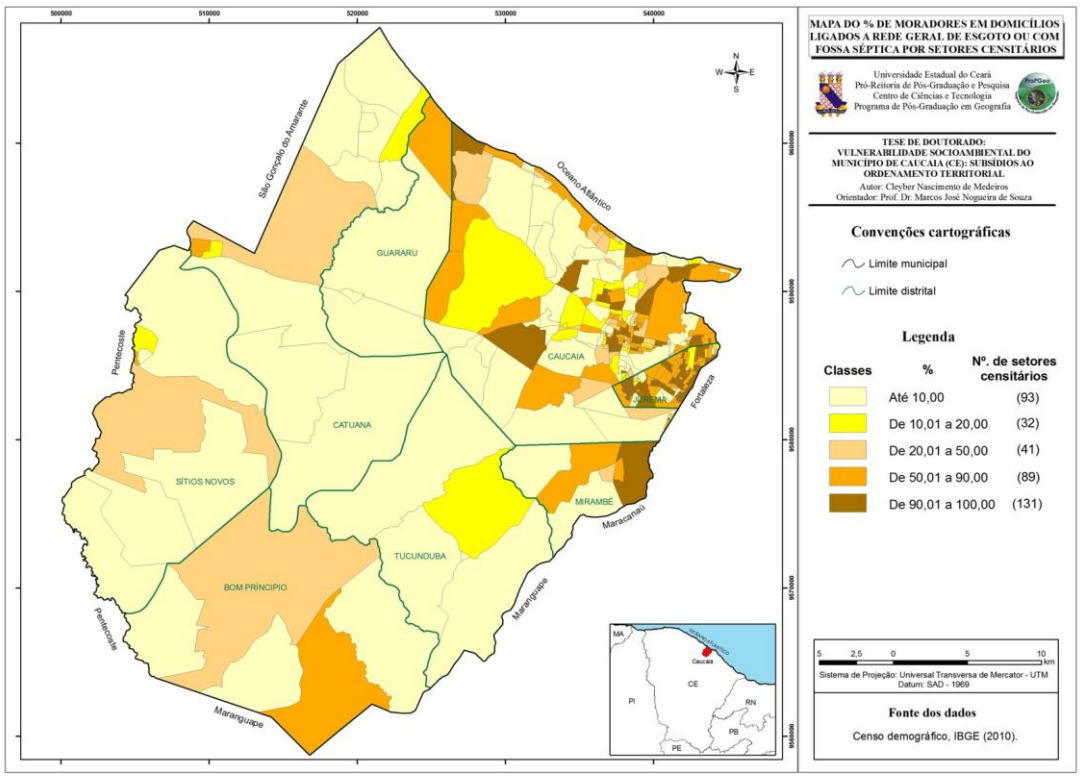
Neste viés de análise, Silva e Travassos (2008) comentam que estudos empíricos realizados demonstram o estreito relacionamento entre a carência de infraestrutura de saneamento e importantes indicadores de saúde, como a mortalidade infantil.

Dessa forma, a ausência de abastecimento de água e de coleta de esgotos pode ser uma das principais responsáveis pela proliferação de doenças, seja através do consumo de água não tratada, ou pelo contato físico com águas poluídas.

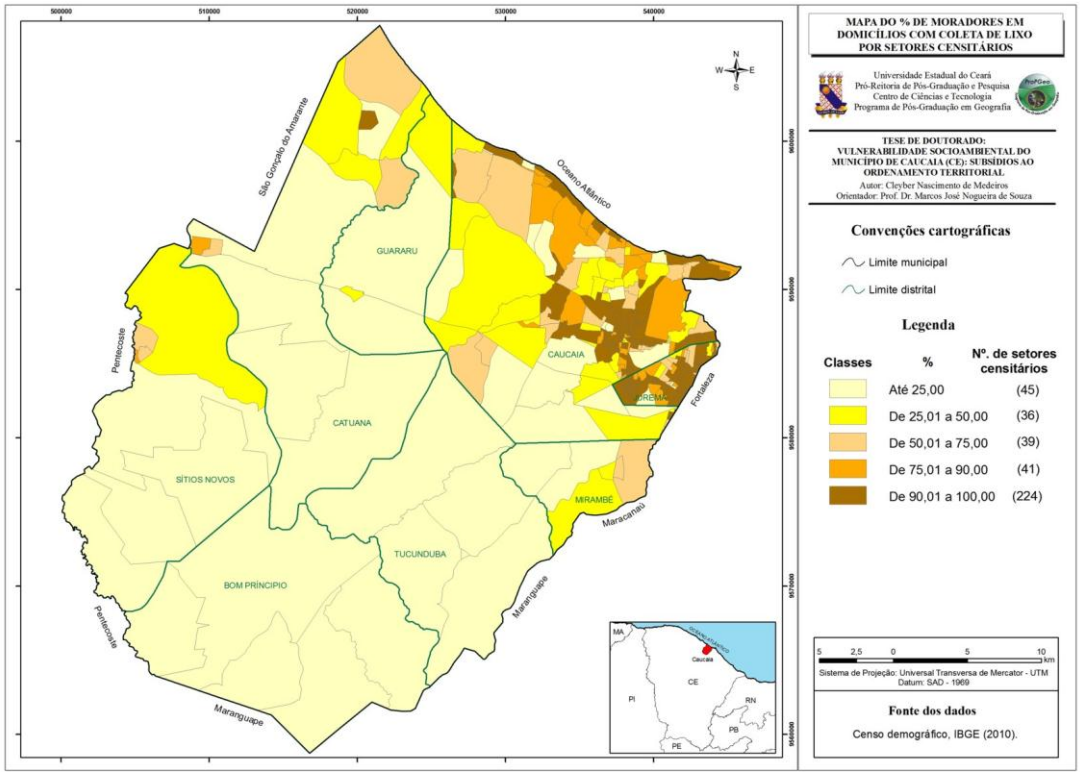
Os Mapas 20 e 21 apresentam a classificação dos setores censitários conforme os indicadores vinculados ao esgotamento sanitário e a coleta de lixo constatando-se uma maior presença destes serviços nos locais urbanos, notadamente nos distritos de Jurema, na sede municipal e na área litorânea do município (Tabuba, Icaraí, Iparana e Cumbuco).

Interessante observar que mesmo no distrito de Jurema, há setores mais bem servidos do que outros, evidenciando desigualdades na oferta destes serviços públicos.

Conforme Almeida (2010), carências de saneamento e habitação podem ser condicionantes de vulnerabilidade e exposição aos perigos naturais, pois a falta de habitação e de acesso a serviços públicos, tais como a água tratada, coleta de esgotos e de lixo, pode conferir situações de intensa insegurança e vulnerabilidade a população.



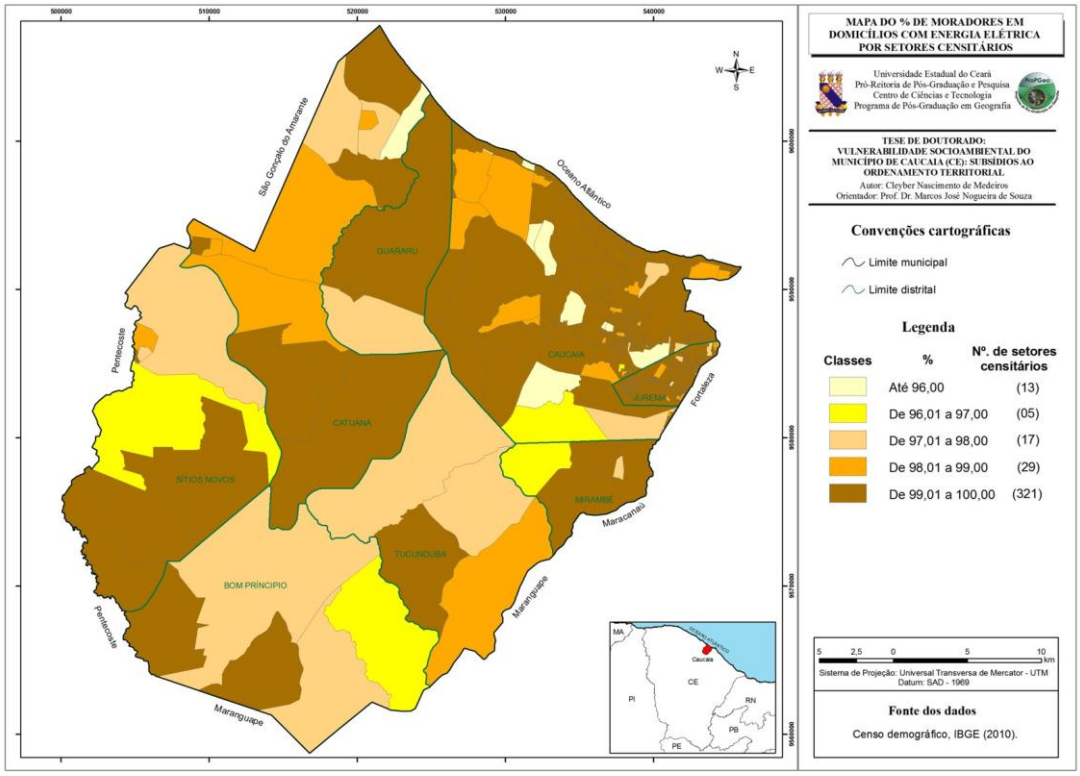
Mapa 20: % de moradores em domicílios ligados a rede geral de esgoto ou com fossa séptica por setores censitários, 2010.



Mapa 21: % de moradores em domicílios com coleta de lixo por setores censitários, 2010.

Em relação à proporção de moradores que residem em domicílios com presença de energia elétrica, verifica-se uma boa condição para o município como um todo, e, por conseguinte em todos os distritos (Tabela 24). Assim, Caucaia caminha para a universalização da oferta deste serviço de infraestrutura, apresentando mais de 99% de cobertura no ano de 2010. O Mapa 22 exibe a classificação dos setores censitários quanto a este indicador, constatando-se que em 13 deles existem uma cobertura inferior a 96%, sendo estes locais prioritários, caso não haja restrição na legislação, para a implantação deste serviço público.

A Tabela 25 mostra os dados referentes à **Dimensão da Renda**, que é formada pelos indicadores da Renda média mensal domiciliar (R$); % de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo; e Variância da renda média domiciliar. Constata-se que há uma disparidade na distribuição de renda no município, a qual pode contribuir para o surgimento de desigualdades sócio-territoriais. Por exemplo, os domicílios localizados no distrito sede possuem renda média mensal superior a R$ 700,00, ao passo que os domicílios da maioria dos distritos detêm renda média mensal menor que R$ 500,00.



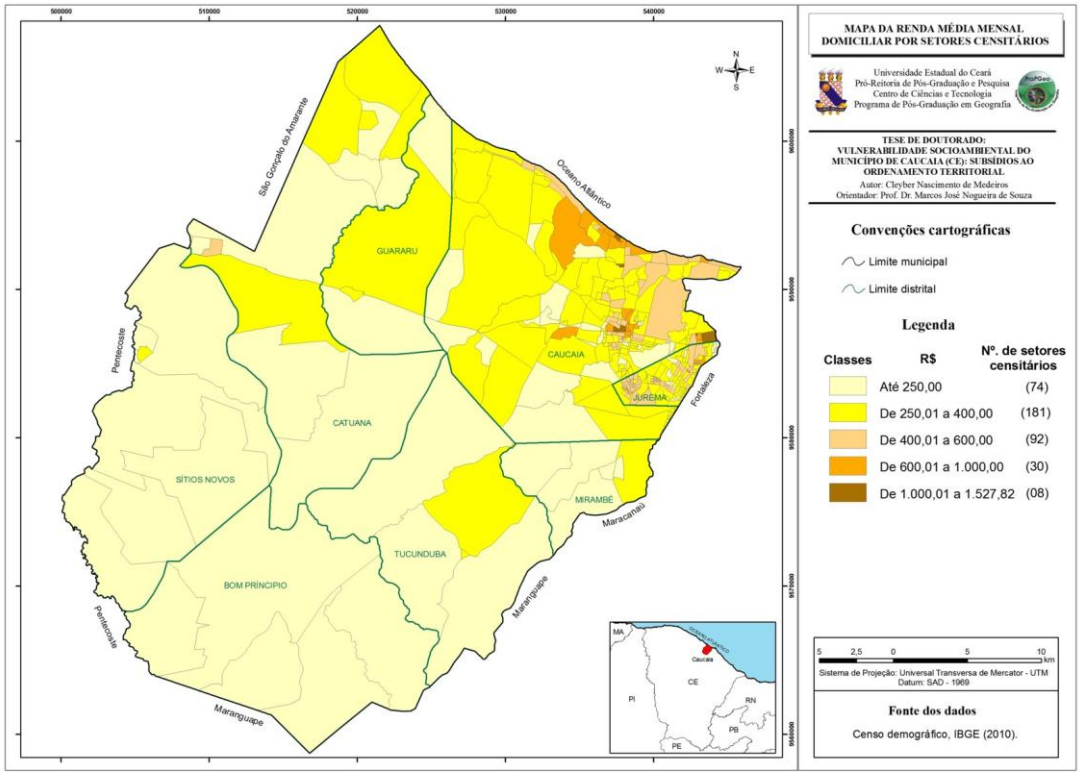
Mapa 22: % de moradores em domicílios com energia elétrica por setores censitários, 2010.

Tabela 25: Indicadores relativos à dimensão da renda, Caucaia, 2010.

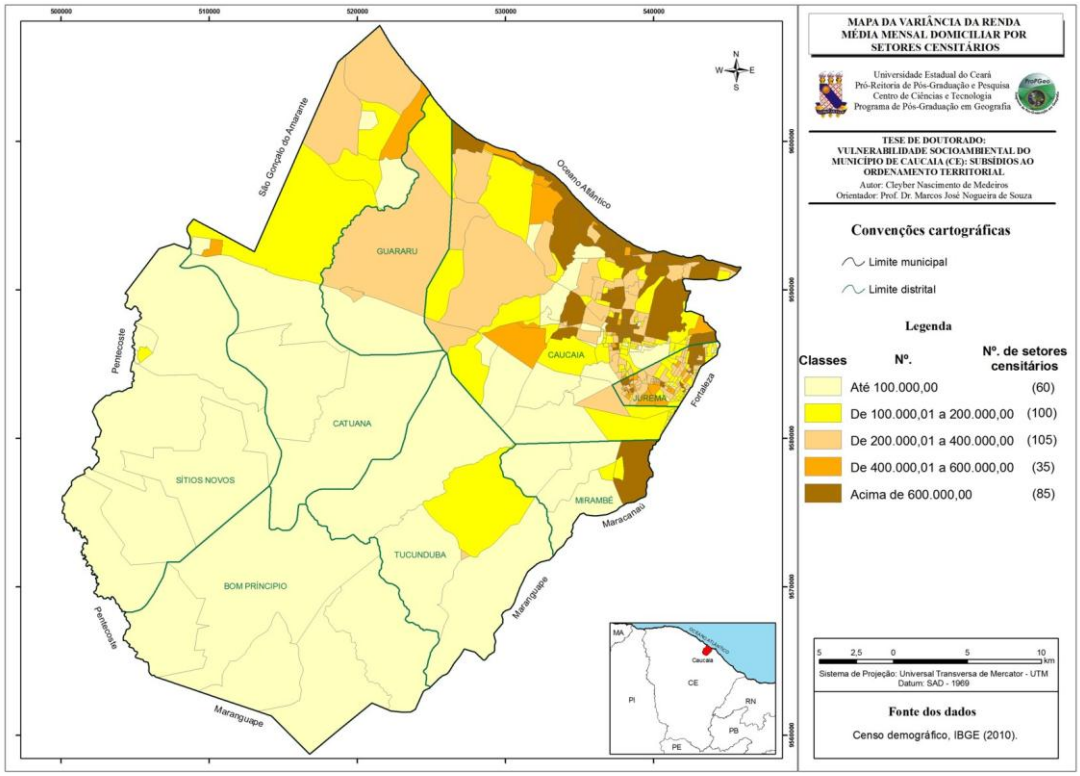
Distritos	Indicadores		
	Renda média mensal domiciliar (R$)	% de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo	Variância da renda média domiciliar
Município de Caucaia	**693,11**	**59,01**	**389.418,55**
Bom Principio	441,55	64,88	64.454,18
Catuana	513,47	62,75	193.348,73
Caucaia	728,67	59,50	1.865.523,69
Guararu	495,77	65,12	191.107,98
Jurema	692,36	57,17	356.077,91
Mirambé	490,87	63,90	239.936,98
Sítios Novos	447,56	66,27	81.278,79
Tucunduba	419,36	65,64	123.620,16

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração do autor.

Verifica-se também um elevado valor da variância da renda média domiciliar na sede de Caucaia, indicando que existe uma dispersão deste valor entre os domicílios desse distrito, ou seja, domicílios com altos valores de renda média mensal e outros com baixos valores. Os Mapas 23 e 24 trazem a divisão territorial dos dois indicadores avaliados conforme os setores censitários, podendo-se averiguar, por exemplo, um baixo valor da renda média e da variância nos setores pertencentes aos distritos de Sítios Novos, Bom Principio, Catuana, Tucunduba, Mirambé e Guararu.



Mapa 23: Renda média mensal (R$) domiciliar por setores censitários, 2010.

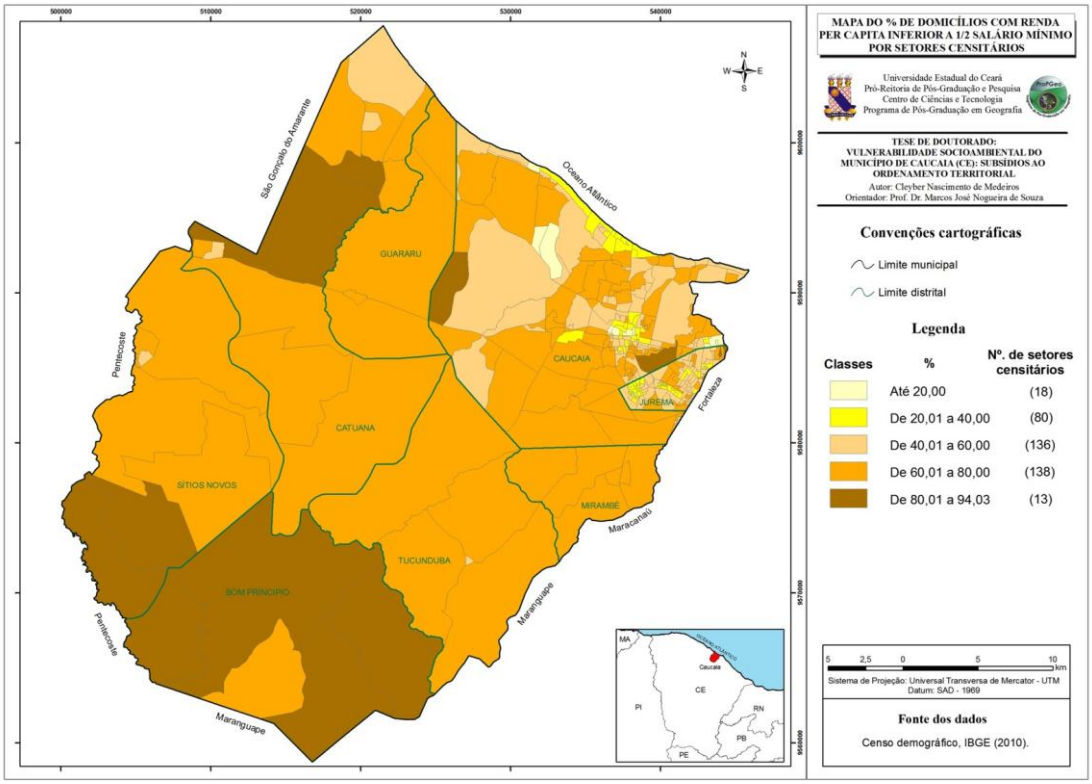


Mapa 24: Variância da renda média mensal (R$) domiciliar por setores censitários, 2010.

Quanto à proporção de residências com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo, utilizada em muitos estudos como taxa de pobreza, constata-se que o município obteve um percentual de 59,01%.

Assim, fica evidenciado que a maioria dos domicílios detém um valor de renda mensal *per capita* reduzido em Caucaia. Ressalta-se que apenas o distrito de Jurema deteve proporção inferior (57,17%) a média municipal, sendo que os distritos de Sítios Novos (66,27%), Tucunduba (65,64%) e Guararu (65,12%) auferiram os maiores percentuais de domicílios com renda *per capita* menor que ½ salário mínimo, que correspondia em 2010 a R$ 255,00.

O Mapa 25 reporta a classificação dos setores censitários de acordo com o grau de pobreza, isto é, a proporção de domicílios com renda *per capita* inferior a ½ salário mínimo, notando-se uma prevalência de setores com altos percentuais principalmente na parte sul do município (distritos de Bom Princípio e Sítios Novos) e no distrito de Catuana, na região de divisa com o município de São Gonçalo do Amarante, a qual abrange a área do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Especificamente neste setor (consulta realizada no SIG gerado), encontram-se residindo 485 pessoas em 96 domicílios, sendo que em 82% deles tem-se uma renda *per capita* inferior a ½ salário mínimo.



Mapa 25: % de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo por setores censitários, 2010.

Os indicadores da **Dimensão da Educação** são mostrados na Tabela 26. Verifica-se que a população acima de 14 anos de idade não alfabetizada, considerados analfabetos funcionais, do município de Caucaia registrou o valor de 12,86% em 2010. O distrito de Jurema (9,19%) e a sede municipal (13,25%) obtiveram as menores taxas. Em contrapartida, todos os demais distritos detiveram valores acima de 20%, sendo estes percentuais considerados elevados quando comparados com a média municipal.

Tabela 26: Indicadores relativos à dimensão da educação, Caucaia, 2010.

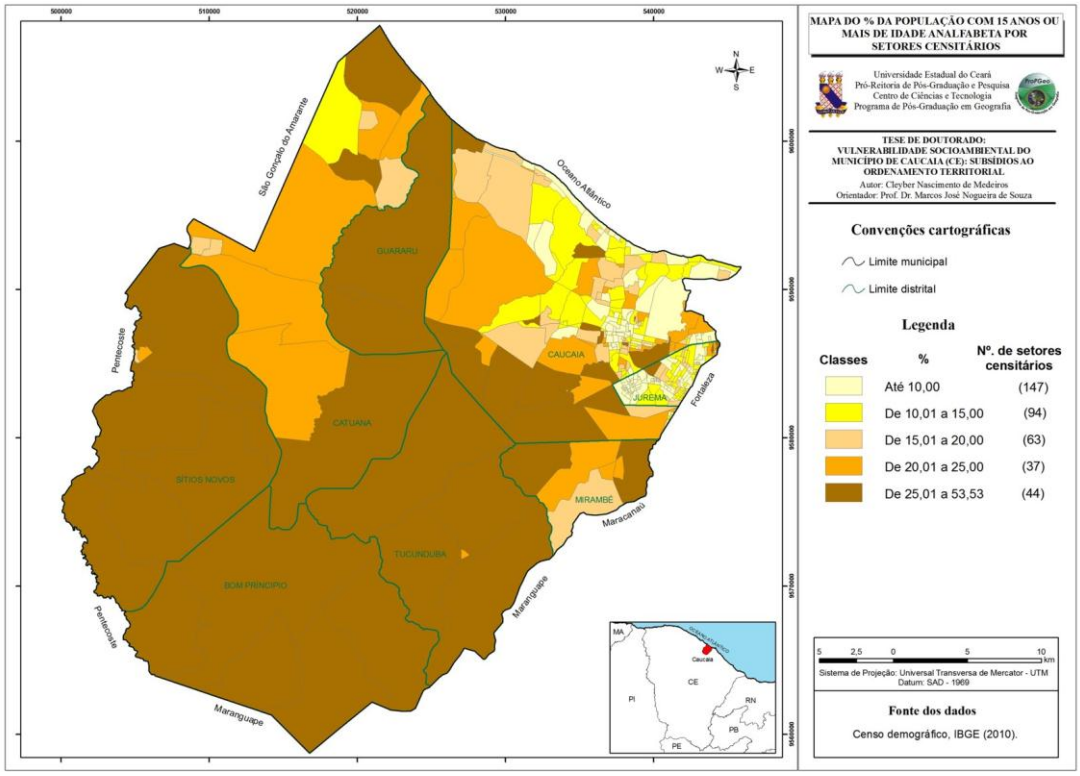
Distritos	**Indicadores**	
	% da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta	% de chefes de domicílios analfabetos
Município de Caucaia	**12,86**	**17,40**
Bom Principio	36,75	43,61
Catuana	21,15	27,95
Caucaia	13,25	18,38
Guararu	29,60	41,16
Jurema	9,19	12,00
Mirambé	24,58	35,16
Sítios Novos	27,40	36,94
Tucunduba	32,92	45,41

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração do autor.

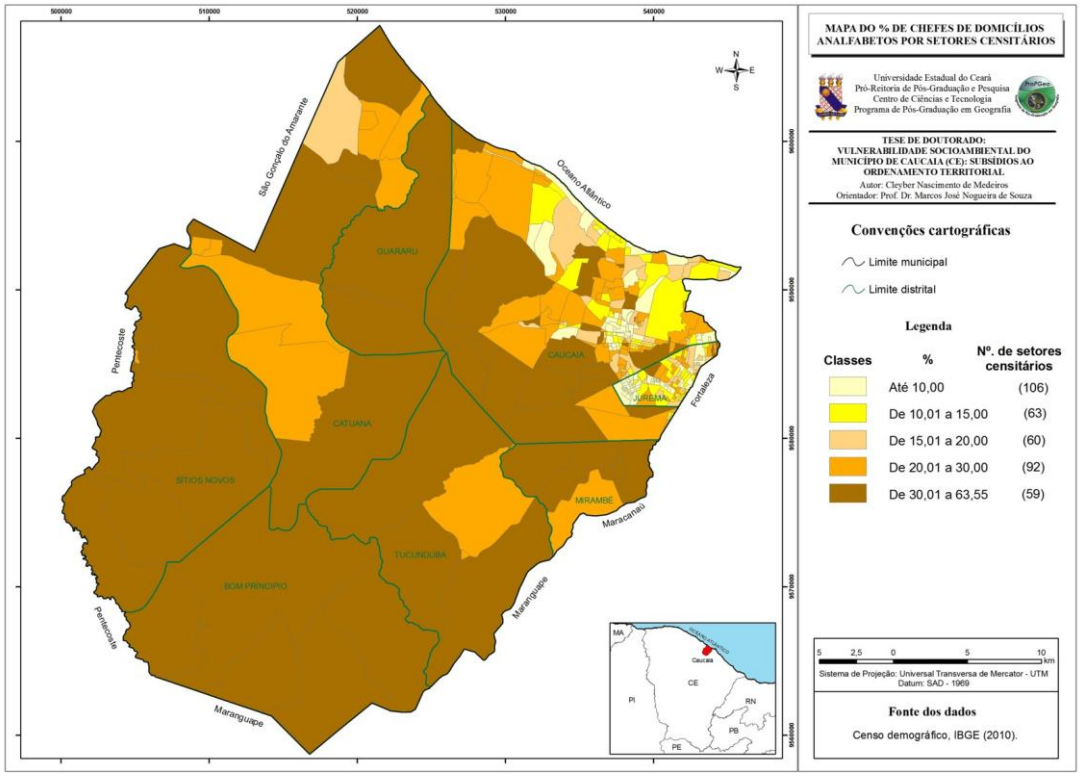
No Mapa 26 apresenta-se a distribuição geográfica da taxa de analfabetismo da população com 15 anos ou mais de idade segundo os setores censitários. O referido mapa revela uma melhor condição em termos de alfabetização dos indivíduos residentes nos setores urbanos dos distritos de Jurema e Caucaia, os quais contam com um maior número de escolas públicas e densidade de pessoas, conforme visto anteriormente nos Mapas 12, 13 e 14.

O percentual de chefes de domicílios analfabetos seguiu um padrão próximo ao do indicador anterior, com as menores taxas sendo observadas em Jurema e na sede de Caucaia respectivamente. Comparando-se os dois indicadores, percebe-se uma maior incidência relativa de analfabetos chefes de domicílios, em relação à população com 15 anos ou mais de idade.

A classificação dos setores censitários de acordo com a taxa de analfabetismo dos chefes de domicílios é mostrada no Mapa 27, onde se verifica novamente uma melhor condição nas áreas situadas na sede municipal e em Jurema, observando-se também que na grande maioria dos setores dos demais distritos registraram-se proporções superiores a 30%.



Mapa 26: % da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta por setores censitários, 2010.



Mapa 27: % de chefes de domicílios analfabetos por setores censitários, 2010.

De acordo com Almeida (2010), o acesso à educação condiciona vários aspectos socioeconômicos, pois quanto maior o tempo de estudos tende a ser maiores a renda, a qualidade de vida e a expectativa de vida do indivíduo.

Além disso, uma formação adequada pode definir a maneira como um indivíduo lida com o risco a fatores de redução de bem-estar, visto que pouca educação pode limitar a habilidade de enfrentar as situações perigosas e dificultar medidas de recuperação e adaptação.

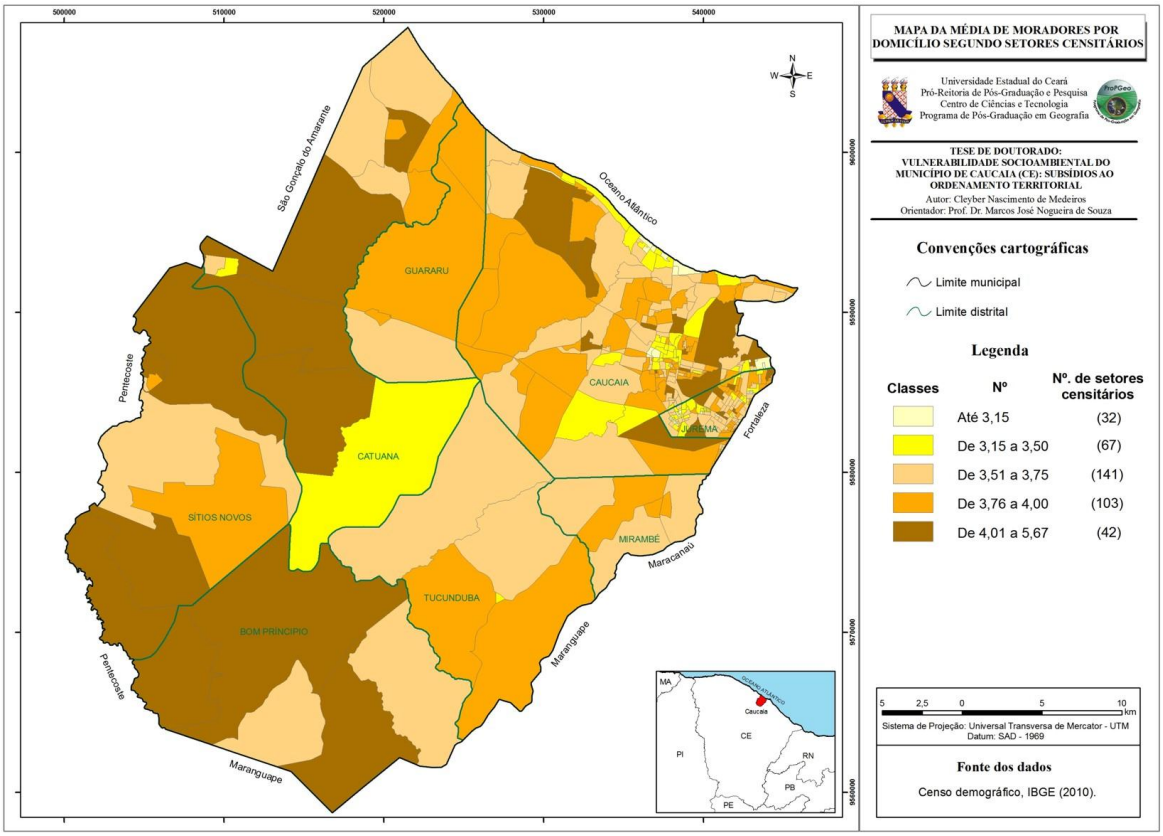
A Tabela 27 apresenta os dados relacionados à **Dimensão da Situação Social**, que é composta pelos seguintes indicadores: Média de moradores por domicílio; Razão de dependência; % de mulheres chefes de domicílio que não residem com conjugue ou companheiro; e % de agregados à família.

Constata-se que a média de moradores por domicílio variou entre 3,58 (Jurema) e 3,92 (Bom Princípio). O Mapa 28 apresenta a classificação dos setores censitários de Caucaia de acordo com este indicador, observando-se um maior quantitativo de setores variando entre a média de 3,51 e 3,75 moradores por domicílio. Quanto maior o valor deste indicador tem-se uma tendência de vulnerabilidade social mais alta para os residentes.

Tabela 27: Indicadores relativos à dimensão da situação social, Caucaia, 2010.

Distritos	**Indicadores**			
	Média de moradores por domicílio	Razão de dependência	% de mulheres chefes de domicílio	% de agregados à família
Município de Caucaia	**3,64**	**47,93**	**41,17**	**0,34**
Bom Principio	3,92	58,34	44,46	0,06
Catuana	3,72	57,74	37,03	0,51
Caucaia	3,65	49,20	40,41	0,34
Guararu	3,82	59,15	24,38	0,35
Jurema	3,58	44,07	43,01	0,35
Mirambé	3,81	55,51	31,78	0,26
Sítios Novos	3,93	61,19	46,39	0,37
Tucunduba	3,69	60,86	39,05	0,37

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração do autor.

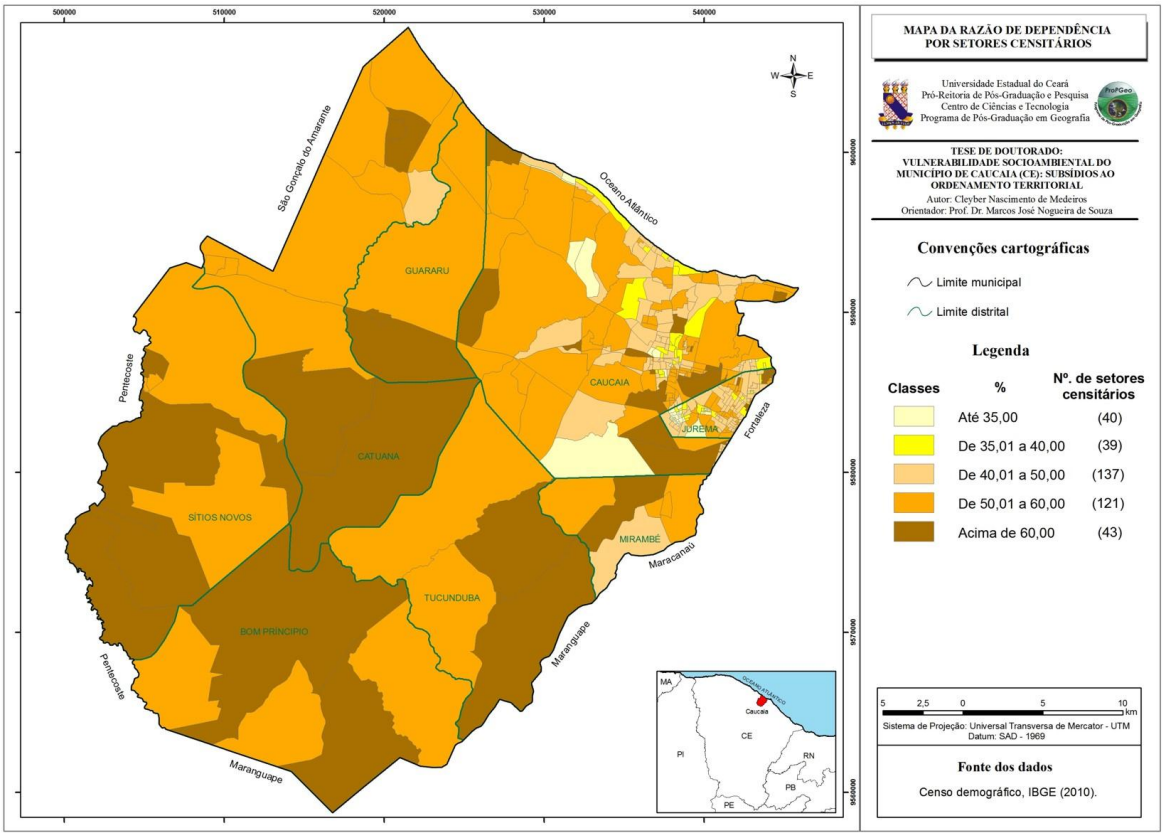


Mapa 28: Média de moradores por domicílio segundo setores censitários, 2010.

A razão de dependência atingiu o valor de 47,93% para o município de Caucaia, enquanto que o distrito de Sítios Novos alcançou a maior taxa (61,19%) e Jurema (44,07%) a menor.

Do ponto de vista da distribuição geográfica, percebe-se que apenas dois distritos (Caucaia e Jurema) tiveram o valor da razão de dependência inferior a 50%, sendo estes distritos caracterizados por possuir baixas proporções de jovens (0 a 14 anos) e idosos (65 anos ou mais), e uma maior predominância de população em idade ativa (15 a 64 anos), disponibilizando para o mercado de trabalho, um contingente expressivo de mão-de-obra procurando emprego.

No Mapa 29 é visualizada a distribuição territorial da razão de dependência de acordo com os setores censitários do município. Pode-se constatar que nos setores situados na zona rural de Caucaia têm-se os maiores valores do indicador em análise. Ressalta-se que quanto maior o grau de dependência econômica e de envelhecimento há uma disposição que tais elementos possam refletir dificuldades para as famílias no processo de reprodução social.

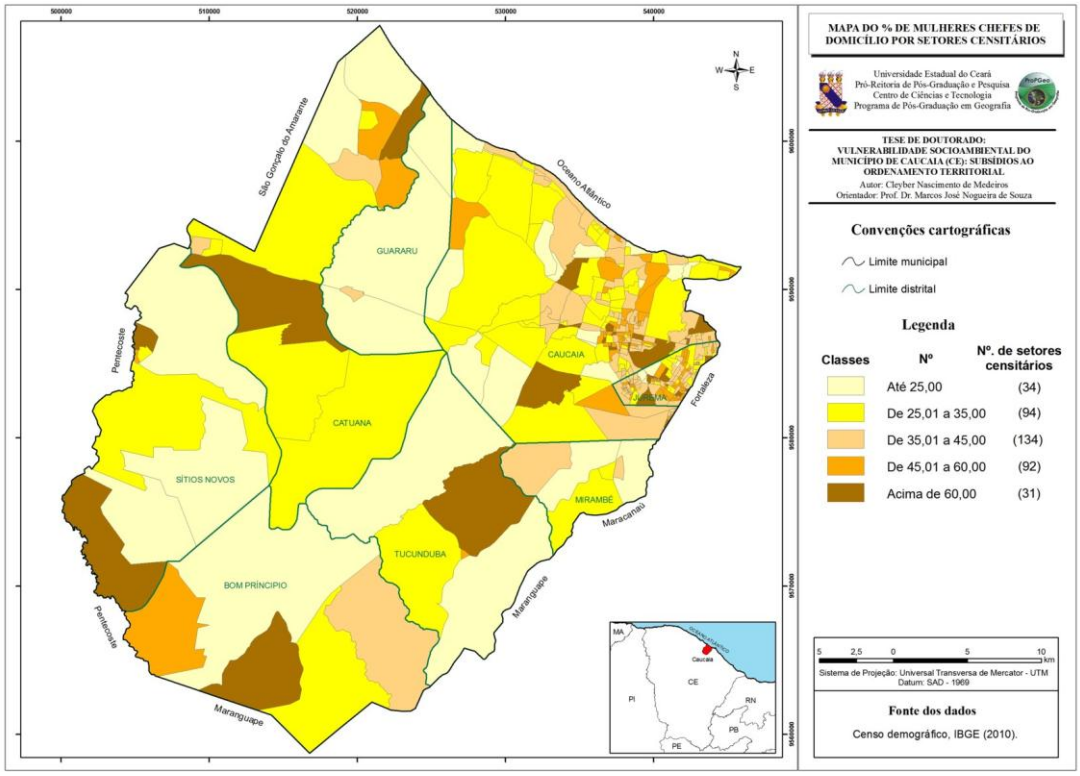


Mapa 29: Razão de dependência por setores censitários, 2010.

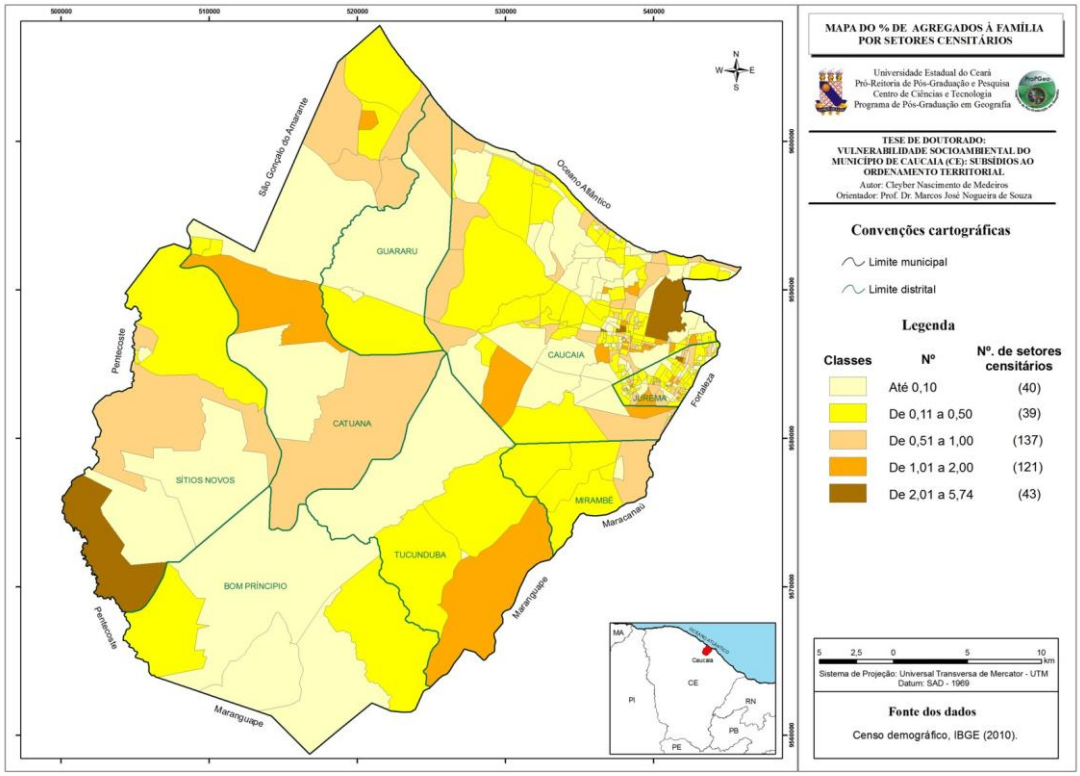
Almeida (2010) cita que a presença de idosos em grupos expostos a riscos naturais e sociais os torna mais vulneráveis, pois eles detêm maiores dificuldades de mobilidade, requerendo mais cuidados por conta de suas debilidades físicas ou psíquicas, o que pode causar a diminuição da resiliência (capacidade de resposta e recuperação) desses grupos.

O percentual de mulheres chefe de domicílio que não residem com conjugue ou companheiro foi superior à média identificada para o município como um todo nos distritos de Bom Principio, Jurema e Sítios Novos (ver Tabela 27 e Mapa 30). Ressalta-se que quanto mais alto for o valor do indicador existe uma maior propensão da família à vulnerabilidade social, uma vez que a mãe tem a responsabilidade de cuidar sozinha do lar e de buscar renda visando sustentar a família.

No tocante ao percentual de agregados na família, verificou-se uma maior incidência na população residente nos distritos de Caucaia, Catuana, Sítios Novos e Tucunduba, de acordo com o Mapa 31, notadamente em setores rurais.



Mapa 30: % de mulheres chefes de domicílio por setores censitários, 2010.



Mapa 31: % de agregados à família por setores censitários, 2010.

As tabelas e mapas anteriores mostraram os indicadores para os distritos do município de Caucaia de forma isolada. A Tabela 28, a seguir, apresenta a **análise integrada das dimensões**, gerando o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

Tabela 28: Indicadores para todas as dimensões que compõe o IVS, Caucaia, 2010.

Distritos	**Dimensões**					
	Habitação e Saneamento	Renda	Educação	Situação social	**IVS**	Posição
Jurema	0,0753	0,0931	0,0000	0,3720	**0,1480**	1º
Caucaia	0,1958	0,4184	0,1691	0,4623	**0,3078**	2º
Mirambé	0,3796	0,5351	0,6257	0,5249	**0,4823**	3º
Catuana	0,5637	0,4601	0,4556	0,6932	**0,5631**	4º
Guararu	0,5190	0,5654	0,8067	0,5545	**0,5761**	5º
Sítios Novos	0,4756	0,6394	0,7036	0,9219	**0,6577**	6º
Bom Principio	0,8109	0,5917	0,9731	0,6792	**0,7536**	7º
Tucunduba	0,9969	0,6546	0,9304	0,6611	**0,8300**	8º

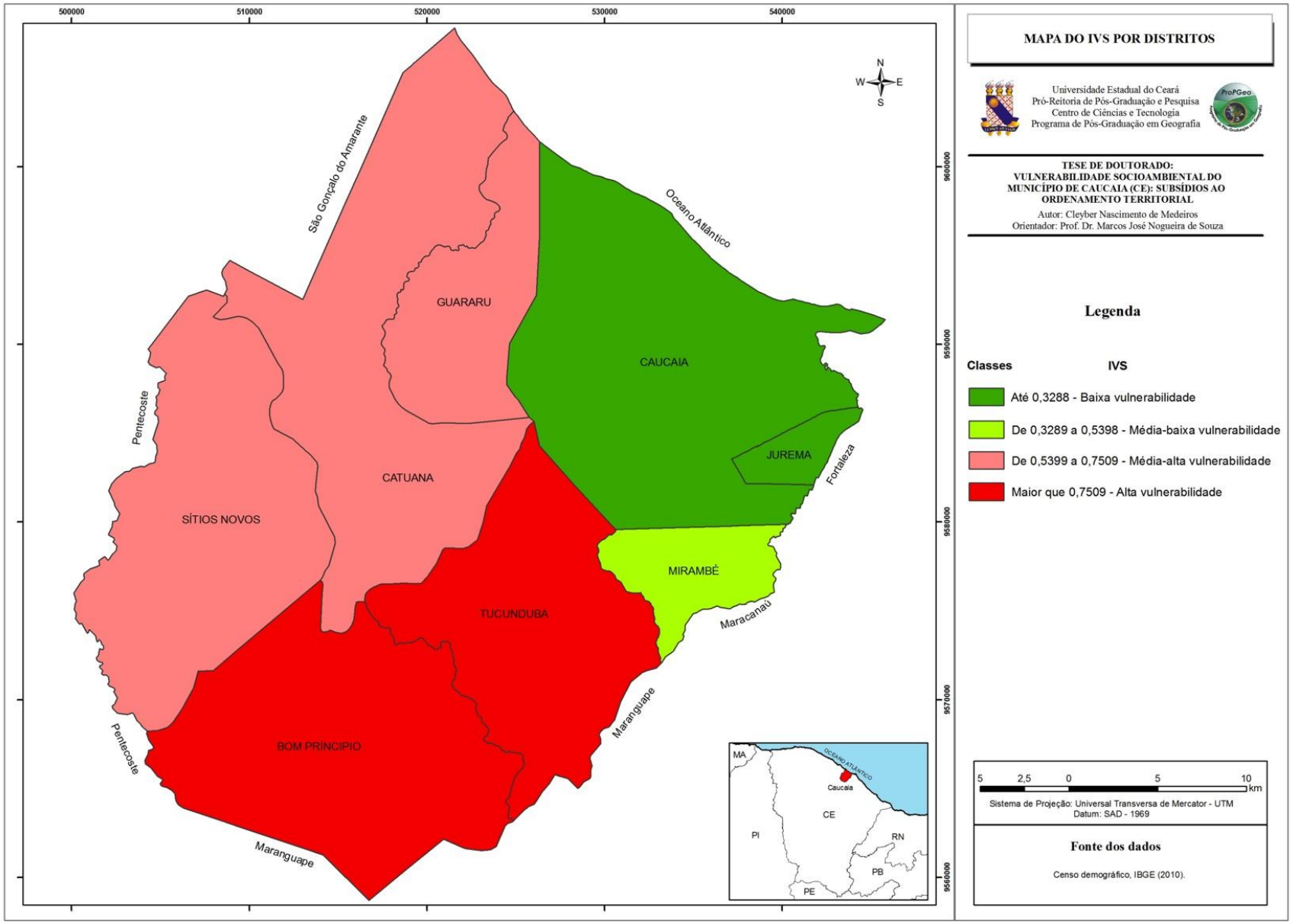
Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração do autor.

O IVS varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior a vulnerabilidade. Observa-se que o distrito de Jurema deteve os melhores índices relativos em todas as dimensões, e consequentemente em relação ao IVS, sendo seguido pela sede de Caucaia.

Na contramão, os distritos que obtiveram os maiores valores de IVS foram Tucunduba, Bom Princípio e Sítios Novos, possuindo, as populações desses distritos maior propensão a sofrer perda de bem-estar, uma vez que detêm menor dotação de ativos, estando expostos a riscos ocasionados por alterações nos planos sociais, políticos e econômicos, podendo afetar suas condições de vida individual, familiar e comunitária.

O Mapa 32 exibe a distribuição territorial do IVS em nível de distritos, verificando-se que a população da sede de Caucaia e do distrito de Jurema foram classificadas como tendo baixa vulnerabilidade social; a população de Mirambé possuiu média-baixa vulnerabilidade; Guararu, Catuana e Sítios Novos registraram média-alta vulnerabilidade; e a população de Tucunduba e Bom Princípio alta vulnerabilidade. Salienta-se que a metodologia de definição das classes de vulnerabilidade pode ser consultada na seção 3.8.

Importante mencionar que nos distritos de Bom Principio, Catuana, Guararu e Tucunduba parcela significativa da população reside na zona rural, sendo esta região do município carente de serviços públicos ligados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo e educação, apresentando também baixa renda domiciliar *per capita*.



Mapa 32: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para os distritos de Caucaia, 2010.

Ressalta-se que Jurema possui um contingente populacional em torno de 130.000 habitantes, localizando-se totalmente em área urbana e sendo vizinha a Fortaleza, capital do Estado. Por sua vez, o distrito sede ainda possui algumas áreas classificadas como rurais ou em processo de urbanização, as quais não são servidas por infraestrutura urbana adequada.

Conforme Fujita et al. (2002), um dos principais fatores que ocasionariam um ambiente de externalidades positivas, gerando infraestrutura urbana, seria a concentração de pessoas e empresas, atraindo fornecedores de matérias prima e facilitando a difusão da informação promovida pela proximidade geográfica, além da redução dos custos de transporte.

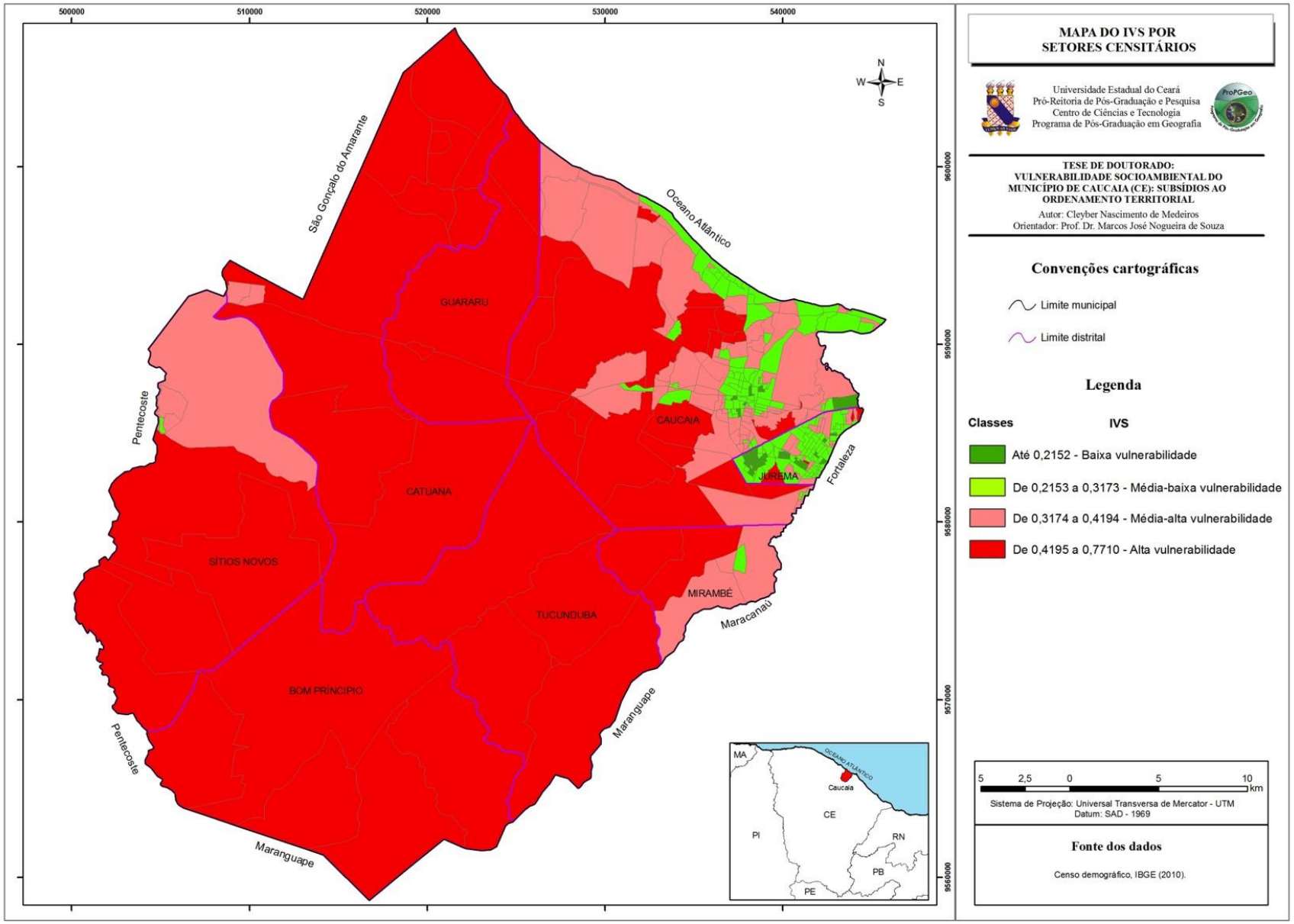
Neste prisma, se faz necessário ressaltar que embora o enfoque deste estudo seja as fronteiras administrativas do município de Caucaia, a visão da realidade metropolitana é fundamental para a compreensão e a análise municipal, uma vez que vários residentes em Caucaia trabalham em Fortaleza, optando por residir o mais próximo possível da capital, no caso na sede de Caucaia ou no distrito de Jurema.

Na próxima seção é estudado o IVS tendo como *lócus* geográfico os setores censitários de Caucaia, visando identificar áreas com alta vulnerabilidade social, mesmo nos distritos que obtiveram condições relativas melhores (Caucaia e Jurema) que os demais.

6.7.1. IVS segundo os setores censitários do município de Caucaia

O IVS se apresenta como um índice que possibilita o estudo das contradições sociais, sendo estas contradições fruto de relações desiguais que são ocasionadas por uma sociedade que é dividida em classes (SANTOS, 2011).

Para atingir este objetivo, o IVS assume caráter multidimensional e multiescalar, onde almejando ter-se de forma mais visível o retrato das disparidades sócio-territoriais existentes em Caucaia optou-se pela análise do índice em nível de setores censitários, o qual é a menor unidade de agregação de dados pesquisada no Censo 2010. Neste contexto, o Mapa 33 exibe a distribuição dos setores censitários conforme as quatro classes de vulnerabilidade do IVS.



Mapa 33: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para os setores censitários de Caucaia, 2010.

Observando o referido mapa se verifica que o padrão do IVS identificado no mapa em nível de distritos se repete parcialmente quando se analisa uma unidade geográfica de menor dimensão, no caso os setores censitários.

Avaliando os distritos, percebe-se inicialmente que os setores censitários pertencentes à Guararu, Bom Princípio e Tucunduba continuaram a ter suas populações classificadas como de alta vulnerabilidade social, enquanto que Catuana registrou setores qualificados com médio-alto e alto IVS. A população destes distritos correspondeu em 2010 a 19.640 pessoas ou 6,03% do total do município.

As figuras seguintes apresentam aspectos relacionados aos mencionados distritos, os quais, de uma forma geral, carecem de uma melhor infraestrutura de serviços públicos relacionados ao abastecimento de água, coleta de lixo, esgotamento sanitário e educação.

Figura 75: Rua na localidade de Primavera, em Guararu, área com alto IVS. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 519.326; N= 9.590.049.

Figura 76: Residências na sede de Bom Principio, com abastecimento de água feito por meio de cisternas. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 512.003; N= 9.563.096.

Figura 77: Residências na zona rural de Tucunduba, local com alto IVS. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 528.334; N= 9.571.983.

Figura 78: Registro da falta de saneamento básico em rua na sede do distrito de Catuana. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 509.943; N= 9.592.855.

O distrito de Sítios Novos registrou setores censitários nas classes de alta, média-alta e média-baixa vulnerabilidade. Ressalta-se que o setor qualificado como sendo de média-baixa vulnerabilidade está situado na sede distrital, a qual possui abastecimento de água das residências oriundo da rede geral, tendo também a presença da atividade do comércio, que busca dinamizar a economia local. No distrito de Mirambé localizam-se setores avaliados como de média-baixa, média-alta e alta vulnerabilidade, evidenciando-se também uma propensão a riscos que possam diminuir as condições de bem-estar da população (Figuras 79 a 82).

Figura 79: Setor com alto IVS em Sítios Novos, mostrando esgoto a céu aberto. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 505.240; N= 9.585.611.

Figura 80: Setor com alto IVS em Sítios Novos com carência de saneamento. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 505.272; N= 9.585.595.

Figura 81: Setor na sede de Sítios Novos com média-baixa vulnerabilidade. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 505.143; N= 9.585.506.

Figura 82: Via principal da sede de Mirambé, setor de médio-baixo IVS. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 537.230; N= 9.577.383.

O distrito de Jurema possuiu setores nas classes de baixa, média-baixa, média-alta e de alta vulnerabilidade, demonstrando desigualdades sócio-territoriais neste local. Os setores qualificados como de alta vulnerabilidade situam-se no bairro de São Miguel, fronteira com Fortaleza, e nos bairros de Araturi e Arianópolis, enquanto que no bairro Nova Metrópole anotou-se baixo IVS (Figuras 83 e 84).

Figura 83: Setor de alta vulnerabilidade social no bairro São Miguel, Jurema. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 544.103; N= 9.586.387.

Figura 84: Setor com baixo IVS no bairro Nova metrópole, Jurema. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.608; N= 9.583.819.

Na sede de Caucaia, também houve setores censitários classificados como possuindo baixa, média-baixa, média-alta e alta vulnerabilidade, estes situados principalmente nos bairros de Sobradinho, Toco, Urucutuba, Capuã, Lagoas dos Porcos, Barra Nova, Bom Jesus, Mestre Antônio, Icaraí, Genibapu e Patrícia Gomes (Figura 85). Dessa forma, o IVS em nível de setores censitários permite identificar dentro do tecido urbano locais que, por vezes, abrigam segmentos populacionais, que apresentam condições socioeconômicas desfavoráveis.

Por outro lado, também se verifica um adensamento de setores censitários qualificados como tendo baixa e média-baixa vulnerabilidade, localizados, sobretudo, nos bairros do Centro (Figura 86), Padre Romualdo, Novo Pabussú, Cigana, Parque Soledade e Itambé, sendo estas áreas caracterizadas por possuir uma melhor infraestrutura urbana, quando comparadas às demais do município e, consequentemente, um maior valor do uso da terra.

Figura 85: Moradias em local sem infraestrutura urbana no bairro Patrícia Gomes, setor com alto IVS, na sede de Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.427; N= 9.584.831.

Figura 86: Visão de rua em setor com baixo IVS na sede de Caucaia. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.282; N= 9.587.242.

Neste prisma, vale citar que os setores com menor vulnerabilidade social localizam-se em zonas mais valorizadas da cidade. Esses locais no território municipal concentram parcela significativa da população de maior renda, possuindo também melhor disponibilidade de infraestrutura e maior oferta de serviços públicos.

A Tabela 29 mostra a divisão populacional dos distritos de Caucaia segundo a classificação do IVS. Em síntese, verifica-se que 45.546 (13,99%) pessoas residem em setores censitários que estão na condição de baixa vulnerabilidade, 148.703 (45,69%) em situação de média-baixa vulnerabilidade, 93.307 (28,68%) em condição de média-alta e 37.885 (11,64%) pessoas moram em setores qualificados na situação de alta vulnerabilidade.

O contingente populacional de baixa e média-baixa vulnerabilidade está concentrado na sede de Caucaia e no distrito de Jurema. Em contrapartida, Tucunduba, Bom Principio e Guararu tiveram suas populações com a classificação alta. Não obstante, vale mencionar que a sede municipal e Jurema também possuem expressivo quantitativo de pessoas na situação de alta vulnerabilidade.

Tabela 29: População segundo às classes de vulnerabilidade do IVS, Caucaia, 2010.

Distritos	Classes de vulnerabilidade								Total
	Baixa		Média-baixa		Média-alta		Alta		
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	
Bom Principio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3.257	8,60	3.257
Catuana	0	0,00	0	0,00	1.881	2,02	7.211	19,03	9.092
Caucaia	9.145	20,08	71.376	48,00	70.858	75,94	14.080	37,17	165.459
Guararu	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4.278	11,29	4.278
Jurema	36.401	79,92	74.920	50,38	14.010	15,01	3.945	10,41	129.276
Mirambé	0	0,00	1.439	0,97	2.538	2,72	1.099	2,90	5.076
Sítios Novos	0	0,00	968	0,65	4.020	4,31	1.002	2,64	5.990
Tucunduba	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3.013	7,95	3.013
Total	45.546	100,00	148.703	100,00	93.307	100,00	37.885	100,00	325.441

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração do autor.

Esses resultados sugerem que a distribuição espacial dos setores com maior e menor vulnerabilidade não é bem definida. Observam-se no Mapa 33 alguns possíveis agrupamentos (*clusters*) de setores com baixos índices de população vulnerável, localizados principalmente na sede de Caucaia e no distrito de Jurema. Verificam-se também grupos de setores com altos índices de população vulnerável socialmente, encontrados, principalmente, nos distritos de Tucunduba, Guararu e Bom Principio.

Assim, o exame subjetivo do referido mapa sugere que a distribuição do IVS não ocorre de forma aleatória no território, existindo tendências de concentração de setores com níveis mais altos e mais baixos do índice.

Nesse contexto, algumas questões são levantadas: há um padrão de dependência espacial entre os setores censitários considerando-se o IVS? Ou seja, há setores com alto índice rodeados por setores na mesma situação, isto é, "*clusters* da alta vulnerabilidade"? Existem setores com baixos índices contíguos a setores em igual situação, ou seja, "*clusters* de baixa vulnerabilidade"? Igualmente, pode-se esperar dissimilaridade espacial como setores censitários com baixa vulnerabilidade rodeados por setores com alta vulnerabilidade? Para responder a essas perguntas e se poder fazer inferências mais adequadas a esse respeito, é necessário estudar o IVS utilizando técnicas de geoprocessamento.

6.7.2. Análise espacial do IVS

Mediante a necessidade de verificar se há autocorrelação espacial do IVS em nível de setores censitários para o município de Caucaia como um todo, recorreu-se ao índice I de Moran Global. Referido índice varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior a autocorrelação espacial.

A hipótese nula desse teste é a de que o IVS se distribui aleatoriamente no território, enquanto a hipótese alternativa afirma que há uma dependência espacial para o indicador avaliado, ou seja, setores censitários contíguos tendem a ter índices similares de vulnerabilidade social. A Tabela 30 exibe o valor do I de Moran Global para o IVS usando a matriz de contiguidade espacial tipo *Queen*[1] em primeira, segunda e terceira ordem.

Tabela 30: Teste de I de Moran Global para o IVS segundo os setores censitários de Caucaia, 2010.

Indicador	Valor	P-Valor
IVS - Contiguidade de 1ª ordem	0,7681	0,001
IVS - Contiguidade de 2ª ordem	0,5837	0,001
IVS - Contiguidade de 3ª ordem	0,4322	0,001

Fonte: Elaboração do autor.

[1] O critério *Queen* indica que a vizinhança é definida não apenas com os setores censitários superiores, inferiores e os laterais (critério *Rook*), mas também com os setores que possuem vértices em comum. Quanto à matriz de contiguidade, a condição de 1ª ordem analisa a associação existente entre o IVS de cada setor e seus vizinhos imediatos; a condição de 2ª ordem avalia os vizinhos dos vizinhos de todos os setores censitários com o qual se faz fronteira; e na condição de 3ª ordem analisa-se os vizinhos dos vizinhos dos vizinhos para todos os setores com vértices em comum. Os cálculos foram realizados utilizando o programa OpenGeoda®.

Observando os dados da citada tabela constata-se que todos foram significativos a 1% (p-valor menor que 0,01). Analisando os mesmos, podem-se tirar algumas conclusões.

Primeiro, existe uma forte indicação de autocorrelação global positiva para o índice em estudo, isto é, em média, os setores censitários com altos valores de IVS são circundados por setores na mesma situação, enquanto que setores censitários com baixos índices são vizinhos de setores na mesma circunstância, caracterizando assim *clusters* de alta e baixa vulnerabilidade social respectivamente.

Segundo, infere-se que a dependência espacial do IVS é maior quanto mais próximo se estiver do ponto de referência, devido ao maior valor obtido para a matriz de contiguidade de primeira ordem.

Objetivando complementar os resultados evidenciados pelo I de Moran Global, se apresenta na Figura 87 o diagrama de dispersão do IVS, usando a matriz de contiguidade de primeira ordem. Na citada figura, pode-se observar que a maior parte dos pontos (setores censitários) estão localizados nos quadrantes AA e BB.

Esses resultados estão de acordo com o I de Moran Global, uma vez que mostram que a maioria dos setores censitários encontra-se nos quadrantes que representam a existência de autocorrelação espacial positiva, ou seja, valores de IVS semelhantes aos verificados por seus vizinhos.

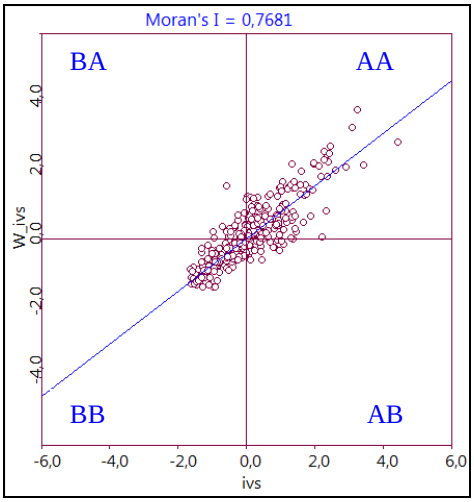


Figura 87: Diagrama de Dispersão de Moran para o IVS, matriz de contiguidade tipo *Queen* de 1ª ordem. Fonte: Elaboração do autor.

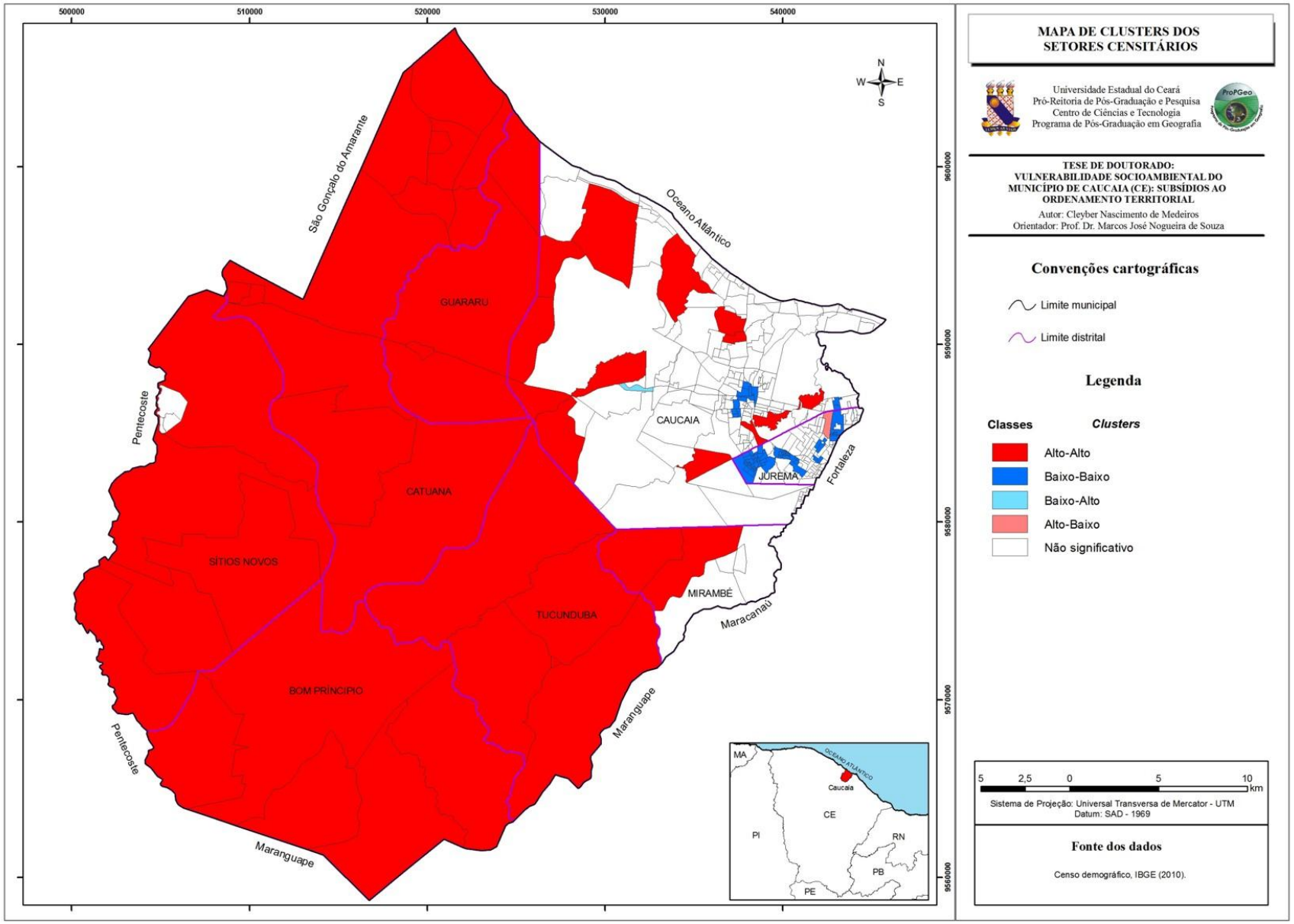
Apesar do detalhamento mostrado com o diagrama de dispersão, o mesmo não permite identificar territorialmente os *clusters* de setores com índices similares. Faz-se necessário recorrer então ao Indicador Local de Associação Espacial (LISA), possibilitando a classificação dos setores censitários em quatro categoriais quanto à situação de vulnerabilidade social.

Neste contexto, o Mapa 34 exibe os grupos de setores com significância estatística (ao nível de 5%) a partir do cálculo do indicador LISA. Os mesmos são classificados em quatro categorias:

- → Alto-Alto: Setores censitários com altos valores de IVS vizinhos a setores censitários com altos índices;
- → Baixo-Baixo: Setores censitários com baixos valores de IVS vizinhos a setores censitários com baixos índices;
- → Alto-Baixo: Setores censitários com altos valores de IVS vizinhos a setores censitários com baixos índices;
- → Baixo-Alto: Setores censitários com baixos valores de IVS vizinhos a setores censitários com altos índices.

Assim, pelo mapa de *clusters*, pode-se verificar que a existência da autocorrelação global positiva no tocante ao IVS é confirmada localmente, já que dentre os índices de maior significância encontram-se predominantemente a classificação Alto-Alto e Baixo-Baixo. Esse resultado valida a hipótese de que setores censitários com população na situação de alta vulnerabilidade social estão em sua maioria localizados próximos um dos outros.

Em termos de localização territorial, confirma-se que os setores censitários dos distritos de Guararu, Catuana, Sítios Novos, Bom Principio, Tucunduba e Mirambé caracterizam um *cluster* de alta vulnerabilidade social, ou seja, a população residente nestes locais está em sua maioria mais propensa à redução de bem-estar que pode ser ocasionado por possíveis alterações nos planos sociais, políticos e econômicos (perda de um emprego, doenças, recessão econômica, etc.), bem como adversidades naturais, notadamente o fenômeno da seca, trazendo dificuldades, por exemplo, para obtenção de água para consumo humano.



Mapa 34: Clusters de setores censitários com significância estatística do I de Moran local, 2010.

Em Jurema foram identificados bolsões de baixa vulnerabilidade em setores censitários pertencentes aos bairros de Nova Metrópole, Arianópolis, Araturi, Parque Guadalajara e Parque Albano, significando que estes setores censitários se constituem em sua maior parte por população em melhores condições socioeconômicas relativas do que a dos distritos citados anteriormente.

No Bairro de Tabapuá Brasília II foi mapeado um *cluster* de alta-baixa vulnerabilidade, ou seja, este setor censitário possui um alto valor de IVS, mas está cercado de setores com baixa vulnerabilidade, sendo caracterizado como uma “ilha” de alta vulnerabilidade social.

Na sede de Caucaia, teve-se o registro de *clusters* de alta vulnerabilidade social situados nos bairros de Barra Nova, Mestre Antônio, Patrícia Gomes, Sobradinho e Tabapuá Brasília. Por sua vez, em setores censitários localizados nos bairros do Centro, Açude, Cigana e Planalto Caucaia foi diagnosticado um *cluster* baixo-baixo, ou seja, setores censitários com baixo valor do IVS contíguos a setores censitários na mesma situação.

Os dados obtidos mostram uma maior dinâmica econômica e social nos distritos e setores censitários mais conectados com Fortaleza, denunciando a precariedade das condições socioeconômicas e qualidade de vida nas áreas mais interioranas de Caucaia. Realidade que pode ser comprovada empiricamente e que pode ser extrapolada, em certa medida, para os outros municípios da Região Metropolitana de Fortaleza.

Essa assertiva corrobora a ideia de Silva (2000), quando o autor trata da precariedade da articulação e complementaridade exercida pela rede de cidades existente no interior do Estado, acentuada pela macrocefalia exercida pela capital estadual e sua área de influência imediata.

Dessa forma, a evidência mostrada no Mapa 33 é confirmada no mapa de *clusters* (Mapa 34), onde as áreas que possuem uma população com melhores condições educacionais, de renda e são servidas por infraestrutura domiciliar adequada detêm uma menor vulnerabilidade social.

Ressalta-se que a lógica do oferecimento por parte do poder público dos serviços de infraestrutura privilegia, quase sempre, zonas mais valorizadas da cidade.

Assim, por meio do mapa de *clusters* de setores censitários se visualiza espacialmente onde a população mais necessitada se encontra em termos de acesso a habitação, saneamento básico, renda e educação, sendo o mesmo uma importante ferramenta para a proposição de ações públicas voltadas ao combate das heterogeneidades sociais encontradas em Caucaia.

Vale destacar que segundo MMA (2006), a análise socioeconômica deve buscar parâmetros e critérios que identifique as formas diferenciadas de ocupação do território. Nesse sentido, a síntese dos estudos socioeconômicos deverá gerar uma regionalização (ou *clusters*) capaz de delimitar subespaços para os quais possam ser definidos programas e ações governamentais mais adequados às suas especificidades, colaborando para um planejamento eficaz do território, visando diminuir as desigualdades sócio-territoriais.

É importante salientar que o IVS gerado neste estudo reflete as condições de vulnerabilidade social da população caucaiense concernente a 2010, originando um retrato das disparidades sócio-territoriais naquele ano.

Não se almejou acompanhar ou monitorar o fenômeno ao logo do tempo, buscando identificar ciclos ou tendências. Não obstante, de acordo com o SIG criado nesta pesquisa, pode-se empreender a análise do IVS futuramente utilizando os dados previstos para o censo demográfico de 2020, possibilitando-se efetivar-se um comparativo temporal.

Destaca-se também que o IVS deve ser visto como uma ferramenta que identifica o local e o quantitativo da população mais vulnerável socialmente em um determinado período de tempo, não se extraindo informações sobre as causas dessa situação ou às formas de superá-la, mas sendo um instrumento que permite indicar regiões prioritárias para a prática de ações de superação da vulnerabilidade social.

Neste contexto, conforme Genovez et al. (2007), a utilização integrada de SIG e análise espacial permite a produção de dados diversos, úteis ao planejamento de políticas públicas mais adequadas e próximas à realidade das diferentes áreas de intervenção, uma vez que conhecer as particularidades de um local é fundamental para a redução dos desequilíbrios e consequente diminuição das desigualdades sócio-territoriais.

Parafraseando Santos (2000), comenta-se que as cidades detêm dinâmicas espaciais que se concretizam no território, sendo que ao se negligenciar essa diversidade nega-se a existência de diferentes territórios que compõem uma cidade.

Percebesse, desse modo, a importância de se mapear a vulnerabilidade social, pois a partir dos mapas elaborados podem-se planejar estratégias de desenvolvimento mais efetivas e ações públicas focadas, localizando-se territorialmente onde está à população vulnerável, mesmo no interior de *clusters* de baixa vulnerabilidade, no intuito de se planejar ações almejando reduzir as disparidades sócio-territoriais existentes no município.

Finalmente, menciona-se que as políticas e ações de gestão do território devem utilizar dados integrados e sistematizados, visando medidas coordenadas que melhorem as condições de vulnerabilidade da população.

Nesse sentido, considera-se que as informações produzidas nesse trabalho, que visa estabelecer a construção de um índice de vulnerabilidade e a identificação *clusters* de vulnerabilidade, constituem importantes instrumentos investigativos que podem ser aplicados ao planejamento municipal, subsidiando ações voltadas ao combate das desigualdades sócio-territoriais.

7. ASPECTOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS

De acordo com MMA (2006), a superposição cartográfica da malha ambiental (unidades de conservação, áreas de preservação e terras indígenas) sobre a malha municipal, por meio de técnicas de SIG, constitui um importante instrumento para subsidiar o planejamento e o ordenamento territorial.

Esse mapeamento aliado à verificação do uso e cobertura da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APP) permite identificar as incompatibilidades legais, que se expõem quando a legislação incidente nos locais a serem protegidos é desrespeitada, provocando conflitos de usos. Assim, objetivando mapear as APP's e unidades de conservação (UC) inseridas no município de Caucaia efetuou-se um estudo da legislação vigente.

Neste contexto, uma APP é definida segundo o disposto no Código Florestal (Lei Federal n.^{0} 12.651/2012), como uma área que deve ser protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar da população.

Vale mencionar que conforme o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU (2001), a política ambiental de Caucaia tem por pressupostos o meio ambiente ecologicamente equilibrado e uma qualidade de vida como direitos inalienáveis do cidadão, impondo-se ao poder público e à comunidade o dever de defendê-lo e conservá-lo para o benefício das presentes e futuras gerações.

Comenta-se ainda que o PDDU define parâmetros para delimitação das áreas concernentes à proteção integral, onde existam florestas e demais formas de vegetação natural, situadas:

- Ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, assim como suas nascentes, numa faixa mínima de 30 (trinta) metros;

- Ao redor dos lagos e lagoas ou reservatórios de água, naturais ou artificiais, numa faixa de 30 (trinta metros) metros, no mínimo, distantes dos perímetros molhados, em torno das margens destes;

- Nos manguezais, áreas estuarinas e dunas;

- No topo dos morros, montes, montanhas e serras, assim como nas suas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°;

- Ao redor das nascentes e olhos d'água, num raio mínimo de 100 metros;

- À cobertura vegetal que contribua para a estabilidade das encostas sujeitas à erosão e deslizamentos ou para a fixação de dunas;

- Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, em faixa com largura mínima de 100 metros.

Não obstante, é importante salientar que a lei vigente no plano diretor de Caucaia está atualmente em desconformidade com o mais recente código florestal, necessitando passar a mesma por atualização e adequações.

Neste bojo, destaca-se que de acordo com o novo código florestal (BRASIL, 2012), art. 4º, as áreas de preservação permanente constituem-se nos seguintes locais:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinqüenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinqüenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinqüenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima:

a) de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d’água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinqüenta) metros;

b) de 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinqüenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinqüenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Dentro deste contexto, para este trabalho, em virtude da escala adotada (1:50.000) e das condições geoambientais de Caucaia, as APP´s mapeadas e que constituem a base jurídico-institucional correspondem às áreas de margens de rios, dependendo da largura dos mesmos, ao redor de nascentes ou olho d'água numa faixa de 50 metros, no entorno de lagoas e açudes segundo o local de ocorrência deles (urbano e rural), nos lugares com declividade superior a 45°, em áreas de dunas e manguezais.

Fazem parte também da base jurídico institucional as Unidades de Conservação referentes à Estação Ecológica do Pecém, Área de Proteção Ambiental (APA) do Lagamar do Cauhípe, APA do Estuário do Rio Ceará, o Parque Botânico do Ceará e a Terra Indígena dos Tapebas.

A Estação Ecológica do Pecém possui uma área dentro dos limites de Caucaia de 600,91 ha, sendo instalada através do decreto estadual nº 25.708 do ano de 1999. Uma UC pertencente a essa categoria (Estação Ecológica) tem como escopo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. A mesma foi gerada com a intenção de proporcionar o equilíbrio ecológico do subsistema ambiental das dunas (móveis e fixas), situadas próximas ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).

Criada pelo decreto estadual nº 24.957, de 05 de junho de 1998, a APA do Lagamar do Cauhípe detêm aproximadamente 1.685,83 ha, constituindo-se em um patrimônio paisagístico do município, estando inserida no contexto dos sistemas ambientais da planície lacustre, dos tabuleiros pré-litorâneos e da planície litorânea. Por estar localizada na área de influência do CIPP, o desenvolvimento de ações antrópicas nesta APA deve ser criteriosamente planejado, de forma que não ocorram degradações que possam comprometer o equilíbrio dos sistemas ambientais ali presentes.

A APA do Estuário do Rio Ceará foi concebida no ano de 1999, por meio do decreto estadual nº 25.413, de 29 de março, detendo uma área de 1.932,82 ha. Neste local ocorrem os sistemas ambientais das dunas (móveis e fixas), dos tabuleiros pré-litorâneos e da planície flúvio-marinha, configurando-se em um lugar de rara beleza cênica e sendo um importante patrimônio paisagístico do município.

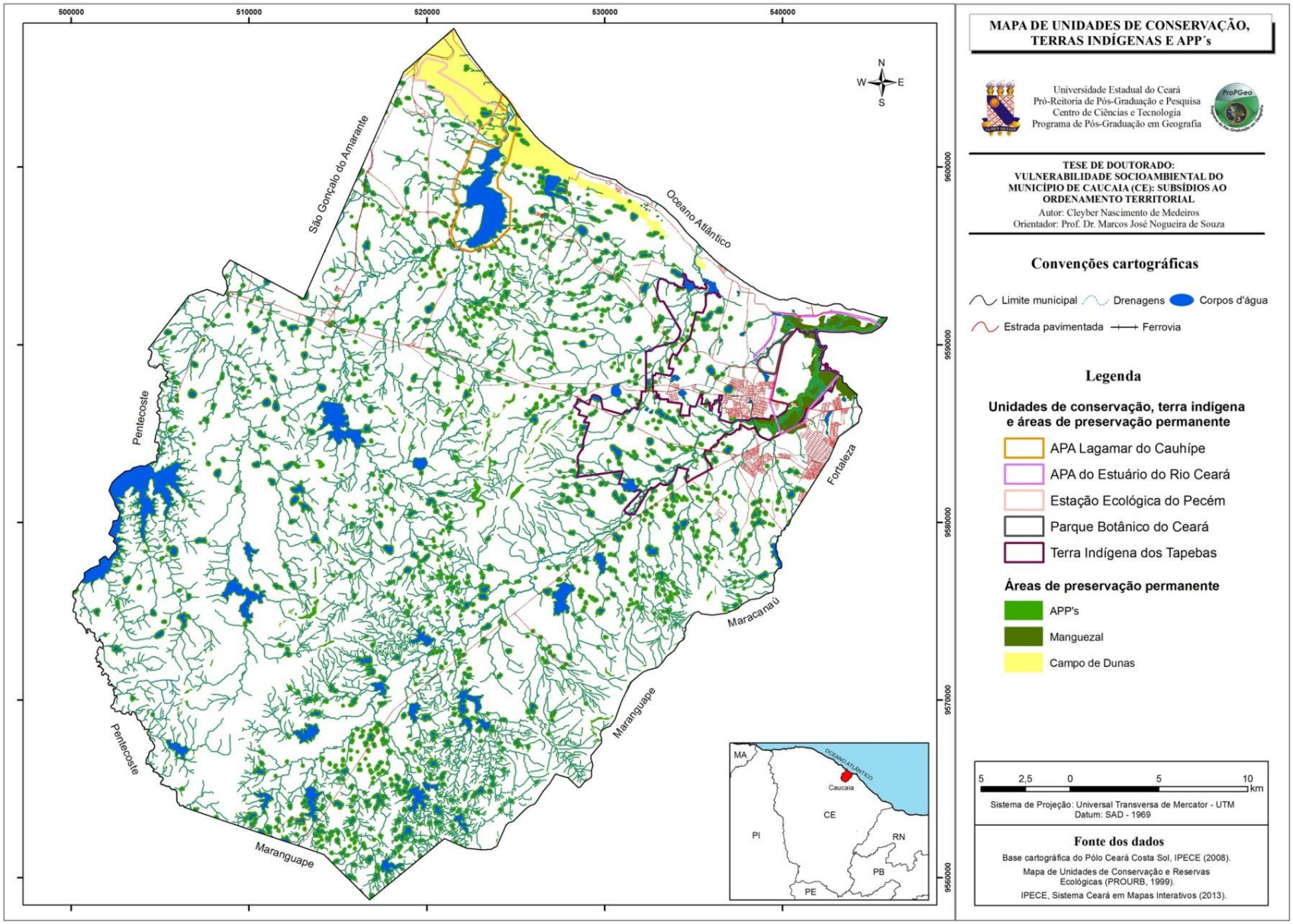
Não obstante, atualmente verifica-se forte pressão demográfica nesta unidade de conservação, a qual é rodeada pelas áreas urbanas da sede de Caucaia e da cidade de Fortaleza, o que potencializa a execução de uma variedade de atividades humanas que podem gerar conflitos de uso da terra neste local, como, por exemplo, o desmatamento do manguezal, a poluição do rio, a retirada de areia para uso na construção civil, entre outras ações.

O Parque Botânico, criado pelo decreto estadual nº 24.216 de 09 de setembro de 1996, possui uma área de 157,30 ha. Trata-se de uma UC com caráter de proteção integral, visando resguardar a vegetação do complexo vegetacional litorâneo, composta principalmente pela mata de tabuleiro e pelo manguezal, oriundo da planície flúvio-marinha do rio Ceará. O parque é aberto à visitação pública, configurando-se em um local de lazer e recreação, propício para a prática da educação ambiental.

Comenta-se ainda que foi identificada em Caucaia a reserva indígena dos Tabebas, cuja terra foi delimitada pela Fundação Nacional dos Índios (FUNAI), perfazendo um quantitativo aproximado de 5.618 ha. Ressalta-se que esta área ainda precisa ser homologada pelo Governo Federal e ter o registro cartorial das terras, constituindo estas ações nas últimas etapas do processo demarcatório.

O Mapa 35 apresenta a localização das unidades de conservação, terra indígena e áreas de preservação permanente de Caucaia, compondo a base jurídico-institucional dessa pesquisa.

De acordo com o mapeamento elaborado, estes locais compreendem uma área estimada de 332,50 km^2 (excluídas as intercessões), significando cerca de 27% do território do município.



Mapa 35: Unidades de conservação, terras indígenas e APP´s do município de Caucaia.

Contraditoriamente, no território de Caucaia, observa-se a degradação de significativas extensões das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, cuja preservação tem como função principal servir de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes. Os manguezais e paleodunas são outras áreas de reservas ecológicas afetadas pelas ações antrópicas, principalmente os desmatamentos indiscriminados. Estes comentários podem ser respaldados analisando-se os dados presentes na Tabela 31, onde pode-se consultar o uso e cobertura da terra de acordo as APP´s e unidades de conservação.

Nas áreas de APP´s é significativo o uso da terra em atividades relacionadas à agricultura (4,4%), encontrando-se também, em menor escala, as atividades da aquicultura, indústria e mineração. Nestes locais também foi diagnosticado áreas de expansão urbana (1,6%), as quais podem causar impactos ambientais irreversíveis.

Tabela 31: Uso e cobertura da terra (em hectares) presentes nas APP´s, unidades de conservação e terras indígenas - Caucaia - 2012.

Uso e cobertura da terra	**Área (ha)**					
	APP's	**APA do Rio Ceará**	**APA do Lagamar do Cauhípe**	**Estação Ecológica do Pecém**	**Parque Botânico do Ceará**	**Terra Indígena dos Tapebas**
Agricultura	1.220,85	18,87	0,74	0,00	0,00	275,33
Aquicultura	7,54	22,91	0,00	0,00	0,00	0,00
Área urbana	431,87	312,84	13,52	0,00	0,01	167,43
Caatinga aberta	11.149,51	0,00	1,57	0,00	0,00	1.458,60
Caatinga fechada	2.653,39	0,00	0,00	0,00	0,00	11,50
Corpos d' água	366,30	13,35	623,38	9,83	0,77	173,98
Dunas fixas	889,46	0,00	12,04	492,39	0,00	0,00
Dunas móveis	1.710,07	0,00	133,84	98,69	0,00	0,00
Faixa de Praia	0,00	0,00	4,10	0,00	0,00	0,00
Indústria	14,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manguezal	1.144,47	894,47	0,00	0,00	0,49	626,13
Mata ciliar / Agricultura	3.432,43	8,05	521,73	0,00	0,33	654,42
Mata de tabuleiro aberta	2.282,11	345,20	305,54	0,00	0,00	1.691,28
Mata de tabuleiro fechada	135,80	317,12	61,07	0,00	155,70	545,09
Mata seca	1.473,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mata úmida	588,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineração	29,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solo exposto	18,29	0,00	8,30	0,00	0,00	14,23
Total	27.547,70	1.932,82	1.685,83	600,91	157,30	5.618,00

Fonte: Elaboração do autor.

Conforme o mapeamento realizado, não se identificaram na Estação Ecológica do Pecém e no Parque Botânico do Ceará atividades humanas causadoras de degradação ambiental.

Não obstante, nas APAS do Rio Ceará e do Lagamar do Cauhípe encontraram-se atividades relacionadas, sobretudo, à agricultura e áreas de expansão urbana, notadamente os loteamentos.

Quanto à terra indígena dos Tapebas, a maior parte da área é composta pela vegetação de caatinga e manguezais, ressaltando que foi mapeada parcela significativa de área urbana.

É importante salientar que o estado de conservação dos recursos hídricos presentes nas UC’s, especialmente nas APA's, encontra-se bastante comprometido por ações humanas que causam a degradação ambiental, merecendo estes locais passarem por uma política de recuperação prioritária. Sugere-se que esta política deve ser conduzida pelo governo tendo a participação dos proprietários de terra, técnicos e a população como um todo, para que sejam aceitas e efetivadas.

8. VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL

O conceito de vulnerabilidade vem sendo empregado e moldado em diversos campos disciplinares, tornando-se bastante útil para examinar diferentes aspectos da realidade, como, por exemplo, questões vinculadas à vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental.

Menciona-se que a vulnerabilidade social decorre de vários fenômenos, com causas e consequências distintas, os quais podem atingir de forma desigual a população.

Segundo Zanella et al. (2013), as condições demográficas, culturais, políticas, econômicas e educacionais influenciam as pessoas, ou territórios contendo grupos de indivíduos, a estarem na situação de maior ou menor vulnerabilidade, isto é, refletem a capacidade de enfrentar os riscos e aproveitar as oportunidades visando melhorar a situação de bem-estar, ou impedir a sua deterioração.

Quanto à vulnerabilidade ambiental, a mesma pode ser compreendida a partir da análise das características ecodinâmicas, relacionando também à capacidade de resposta do meio físico aos efeitos adversos provocados por ações antrópicas (SOUZA, 2000; TAGLIANI, 2003; SANTOS e CALDEYRO, 2007), podendo afetar a estabilidade natural dos sistemas ambientais.

Por sua vez, a vulnerabilidade socioambiental congrega a vulnerabilidade ambiental e social de forma simultânea, materializando-se em certo território (DESCHAMPS, 2004).

Nesse sentido, a vulnerabilidade socioambiental corresponde a um local onde coexistem ambientes e populações em situação de risco, expondo os indivíduos às adversidades (perigos) decorrentes de fenômenos naturais e sociais, tais como inundações ou enchentes, deslizamentos de terra, soterramentos, erosão marinha, secas recorrentes, acometimentos de doenças, perdas de emprego, recessão econômica, entre outras.

Destaca-se que o conceito de perigo consiste em uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto o risco versa sobre a probabilidade da ocorrência de um perigo que gere perdas (SMITH, 2001).

Neste bojo, a vulnerabilidade socioambiental possui comportamento sistêmico, no qual as componentes naturais e humanas estão em constante interação, concretizando-se no território.

Vale enfatizar que por meio de técnicas de geoprocessamento é possível criar produtos cartográficos que podem contribuir para um planejamento territorial mais adequado, sobretudo no tocante à avaliação da vulnerabilidade socioambiental.

Isto se torna possível devido à superposição cartográfica das informações, gerando um modelo em ambiente SIG de modo a consentir a interpretação e compreensão de forma integrada das características ambientais e sociais que ocorrem em um determinado território.

Freitas e Cunha (2013) comentam que na literatura que trata da vulnerabilidade já está consagrada a contribuição do geoprocessamento e do seu potencial para a modelagem de aspectos físicos e socioeconômicos, voltados à prevenção, mitigação e enfrentamento de manifestações de riscos, sejam eles naturais, sociais ou mistos.

Nesse contexto, para a compreensão e operacionalização da vulnerabilidade socioambiental, optou-se pela determinação de etapas. Foram inicialmente analisadas as condições geoambientais e de vulnerabilidade dos sistemas ambientais presentes no município, conforme exposto no capítulo 5.

Em seguida foram avaliadas às condições socioeconômicas da população caucaiense, com base em dados oriundos do censo demográfico 2010 do IBGE, gerando o índice de vulnerabilidade social em nível de setores censitários, identificando-se desigualdades sócio-territoriais relacionadas às condições de habitação, saneamento (abastecimento de água, coleta de esgotos e de lixo), renda, educação e situação social (capítulo 6).

Após isto, visando mapear os locais de ocorrência da vulnerabilidade socioambiental no território de Caucaia, realizou-se, por meio de técnicas de geoprocessamento, a superposição dos setores censitários contendo a população qualificada na condição de alta e média-alta vulnerabilidade social sobre o mapa de vulnerabilidade ambiental, podendo-se localizar as áreas no município onde se situam a população mais vulnerável socialmente, e ainda sofrem maiores riscos ambientais por ocuparem lugares com alta vulnerabilidade ambiental.

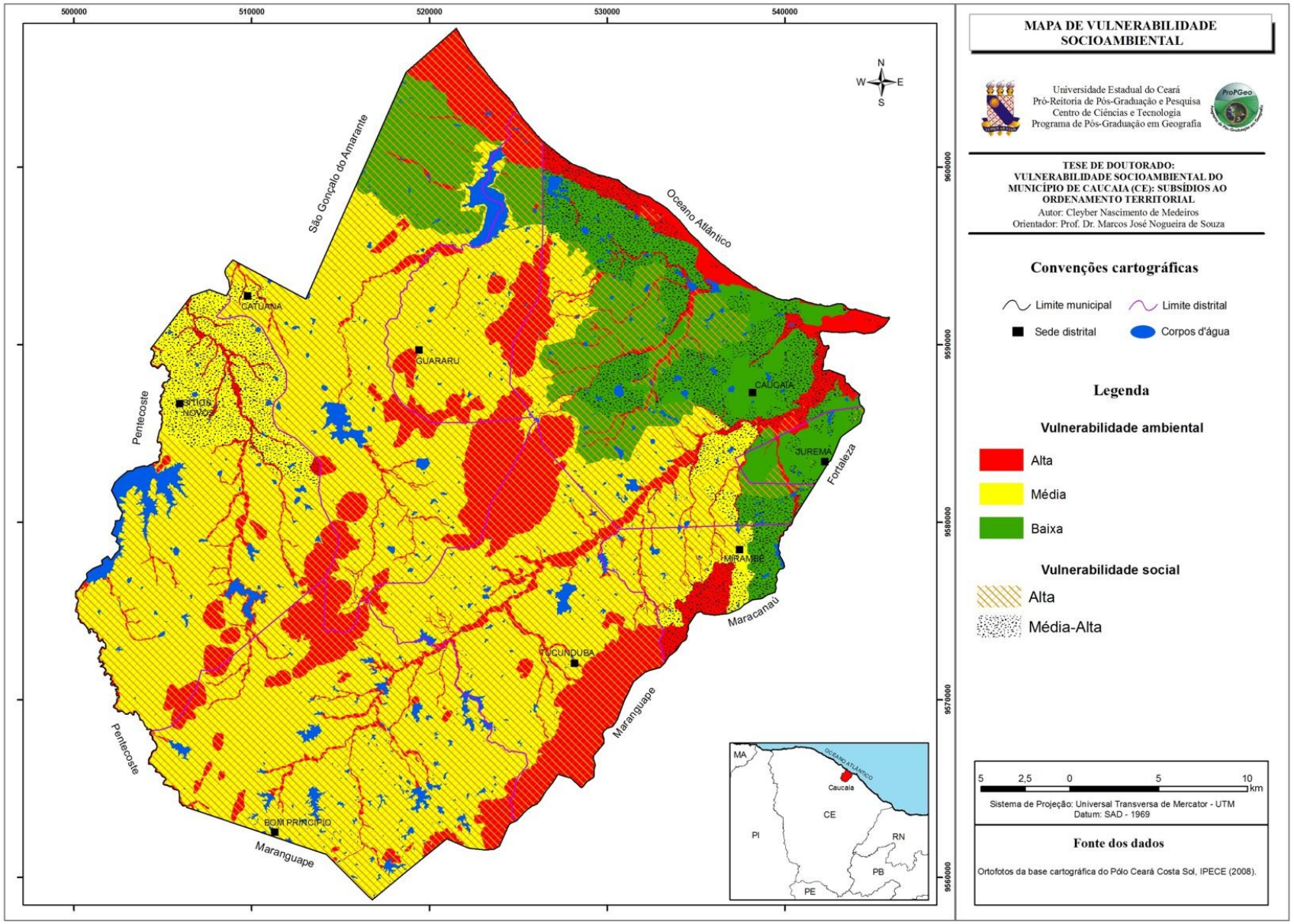
Como exemplo de estudos que utilizaram a cartografia e o geoprocessamento como ferramenta de integração da vulnerabilidade social e ambiental podem-se citar Cutter et al. (2000); Deschamps (2004); Zahran et al. (2008); Santos (2011); Almeida (2012); Freitas e Cunha (2013); Zanella et al. (2013), entre outros, justificando-se esta técnica por consentir-se a avaliação da localização de incidência do fenômeno da vulnerabilidade socioambiental de forma precisa.

Destarte, a cartografia da vulnerabilidade socioambiental permite a comparação entre os locais de um determinado território, contribuindo para uma melhor orientação de políticas públicas voltadas para a prevenção, redução, mitigação e sensibilização ao risco (MENDES et al., 2011).

Cunha e Leal (2012) citam que o diagnóstico da vulnerabilidade socioambiental vem ganhando relevância na prática de ordenamento do território, devido à mesma possibilitar a identificação de áreas prioritárias para a intervenção de políticas públicas com escopo para a conservação dos recursos naturais e para a elevação do bem-estar da população.

Assim, um estudo das condições de vulnerabilidade que atente para o diagnóstico das desigualdades sociais e das assimetrias ambientais de forma integrada, consente uma melhor definição de estratégias relacionadas ao planejamento e ordenamento territorial.

Sob esse prisma, apresenta-se no Mapa 36 o quadro da vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia, gerado a partir da análise integrada do mapa de vulnerabilidade social e ambiental.



Mapa 36: Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia.

Observando-se o referido mapa, pode-se identificar os lugares de ocorrência no município de alta, média e baixa vulnerabilidade ambiental, assim como de média-alta e alta vulnerabilidade social.

Verifica-se, por exemplo, que as áreas com maior prevalência de setores censitários contendo população qualificada na condição de alta vulnerabilidade social se sucedem nos locais atinentes ao sistema ambiental da depressão sertaneja (que tem média vulnerabilidade ambiental), bem como nos sistemas dos maciços residuais, da planície fluvial e da planície flúvio-marinha, que possuem alta vulnerabilidade ambiental.

Uma possível explicação para isto é que estes lugares, via de regra, são mais acessíveis à população pobre, seja porque são áreas públicas e/ou de preservação (invadidas), ou por tratar-se de locais muito desvalorizados pelo mercado imobiliário, por serem pouco propícios à ocupação devido às características de risco ambiental e à falta de infraestrutura.

Segundo Zanella et al. (2013), a ocupação das planícies fluviais é um exemplo do processo histórico de exclusão social, sendo estes terrenos normalmente destinados à população socialmente vulnerável, em termos de acesso à infraestrutura (coleta de esgotos, lixo e abastecimento de água), educação, renda e propriedade da terra. Nestas áreas, normalmente, a população mais pobre é acometida por desastres hidroclimatológicos, principalmente em anos de quadra chuvosa acima da média.

Em relação aos maciços residuais, constatou-se em Caucaia a presença de pequenas comunidades e sítios inseridos neste sistema ambiental, as quais estão sujeitas nos setores de maior declividade ao acometimento de deslizamentos de terra, além da existência de carência no abastecimento de água potável, configurando-se em locais com alta vulnerabilidade socioambiental, notadamente para a população de baixa renda.

Conforme Souza (2000), as principais limitações geoambientais da depressão sertaneja quanto ao processo de ocupação humana correspondem à deficiência de recursos hídricos superficiais e subterrâneos (agravados em anos de seca), bem como a baixa fertilidade e a suscetibilidade à erosão dos solos.

De acordo com Deschamps (2008), existe consenso entre os especialistas de que a rápida urbanização, sem planejamento territorial, aumenta o risco de desastres naturais, uma vez que a demanda por terras para a expansão da cidade provoca o uso de áreas impróprias e expostas a riscos naturais, nomeadamente em locais propensos a deslizamentos, inundações e enchentes.

Exemplo disso no perímetro municipal de Caucaia são as ocupações irregulares constatadas nos campos de dunas móveis e na planície flúvio-marinha do Rio Ceará, onde construções precárias contribuem para a degradação ambiental, além de a população ficar propensa aos riscos ambientais.

Nesse sentido, Almeida (2012) afirma que a acelerada urbanização empreendida no país, principalmente a partir da segunda metade do século XX, gerou uma desordenada expansão das cidades, sobretudo daquelas que compõem regiões metropolitanas. O autor complementa citando que os fortes desequilíbrios regionais, estampados na economia, e a precariedade da vida no campo, levaram grandes contingentes populacionais para as cidades, onde a industrialização, vista como oportunidade de trabalho, e a maior oferta de serviços e equipamentos públicos sinalizavam a esperança de uma melhor qualidade de vida.

Entretanto, grande parte dessa população migrante, com baixa qualificação profissional, passou a vivenciar o desemprego e a falta de moradias dignas, acarretando em desigualdades sociais, levando essas pessoas para os vazios urbanos, comumente constituídos por áreas ambientalmente vulneráveis.

Uma vez que o fluxo migratório superpôs-se à capacidade de implantação de infraestrutura urbana adequada por parte do poder público, nestas áreas, as populações passaram a conviver com a falta de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, coleta de lixo e a dificuldade de acesso a serviços públicos (educação e saúde).

Em contrapartida, nos tabuleiros pré-litorâneos, os quais detêm baixa vulnerabilidade ambiental, predomina a maioria dos setores censitários que possuem população na situação de média-alta, média-baixa e principalmente baixa vulnerabilidade social, tendo estas duas últimas classificações uma maior prevalência no contexto das sedes dos distritos de Jurema e Caucaia.

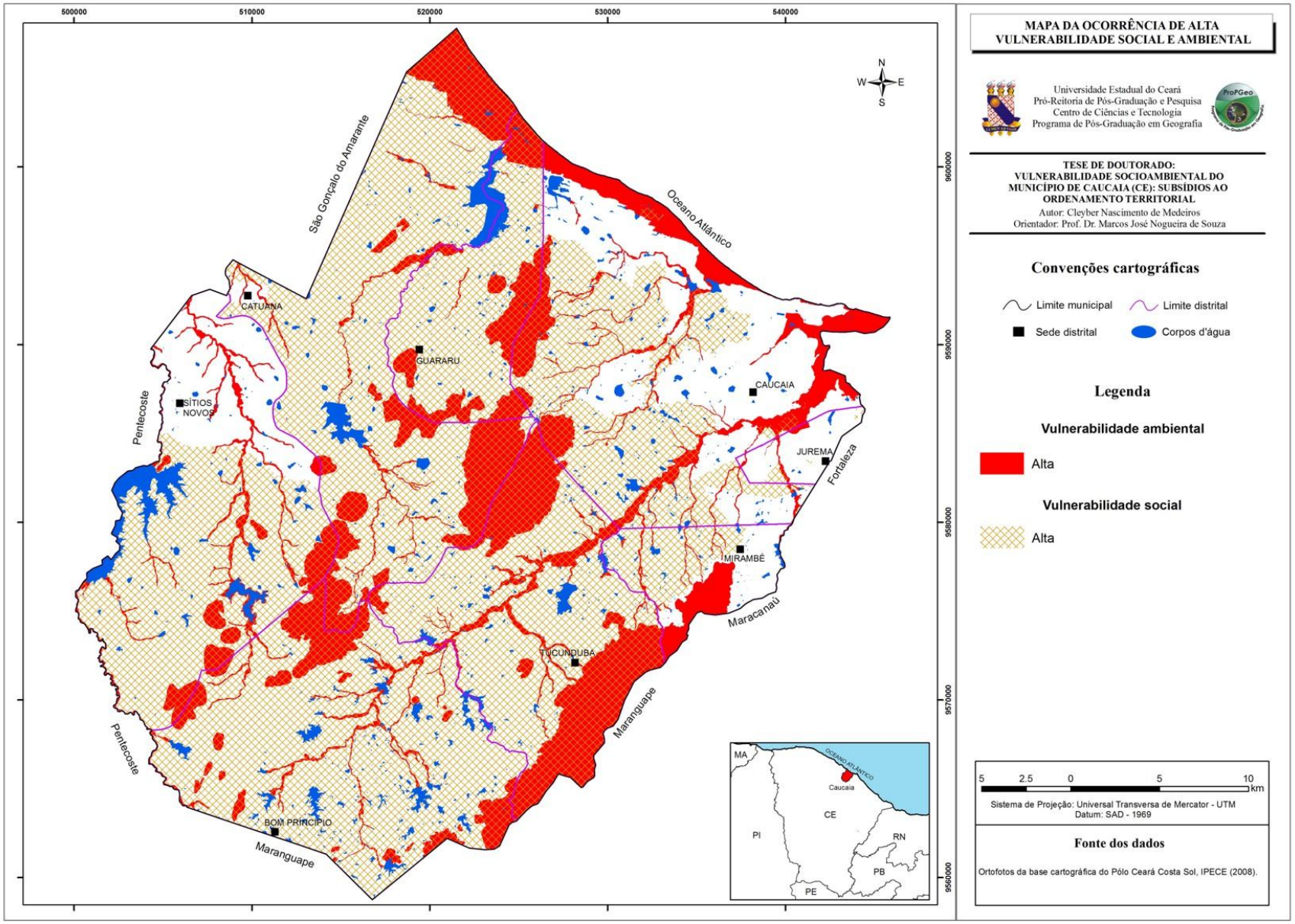
As sedes de Caucaia e de Jurema, de modo geral, possuem um processo de urbanização em consolidação, sendo áreas mais aptas do ponto de vista ambiental, além de comportarem um padrão de ocupação onde sobressaem as condições de baixa vulnerabilidade social, dentro da realidade municipal.

Dessa forma, os tabuleiros pré-litorâneos constituem-se em área mais adequada para o adensamento urbano e a concentração demográfica, dada a topografia pouco acidentada, desde que sejam levados em consideração no planejamento e no ordenamento territorial aspectos vinculados ao saneamento básico e à implementação de infraestrutura urbana.

Neste viés de análise, Fujita et al. (2002) citam que uma das conseqüências do processo de aglomeração populacional em uma dada cidade é a sua respectiva ocupação por meio da expansão da fronteira urbana em direção à periferia, isto é, nas zonas centrais da cidade a densidade do uso do solo é mais elevada (maior demanda e lotes menores). Por sua vez nas zonas periféricas, a densidade é mais baixa (menor demanda e lotes maiores), porém o custo de deslocamento até as zonas centrais é maior.

Todavia, considerando-se a velocidade desse processo no tempo, pode-se gerar uma expansão urbana concentrando as classes de renda superior nas zonas centrais e, a depender dos condicionantes histórico-institucionais, a ocupação da periferia pela população mais vulnerável socialmente, residindo em habitações informais, sem que a infraestrutura pública acompanhe essa evolução espacial. Assim, torna-se fundamental que o Governo realize de forma equânime no território ações de infraestrutura pública.

Neste prisma, o Mapa 37 detalha os locais em Caucaia com registro de alta vulnerabilidade socioambiental, configurada a partir da materialização no território da ocorrência integrada da vulnerabilidade ambiental e social. Salienta-se que não é por acaso que as áreas de risco e degradação ambiental também são, na maioria das vezes, áreas de pobreza e privação social. De fato, há uma tendência de os grupos de alta vulnerabilidade social residir em locais com más condições urbanísticas, sanitárias e em situações de risco ambiental, como, por exemplo, terrenos próximos de cursos d’água, áreas de dunas e em locais com elevada declividade.



Mapa 37: Áreas com alta vulnerabilidade socioambiental no município de Caucaia.

Dessa forma, o mapa de vulnerabilidade socioambiental consiste em uma importante ferramenta para o planejamento territorial e de tomada de decisão ao indicar, espacialmente, as condições socioeconômicas da população associando-as à dinâmica e vulnerabilidade dos sistemas ambientais. Assim, este estudo busca contribuir em termos metodológicos para a realização de um mapeamento detalhado do fenômeno, podendo-se identificar as áreas prioritárias para intervenção de ações públicas.

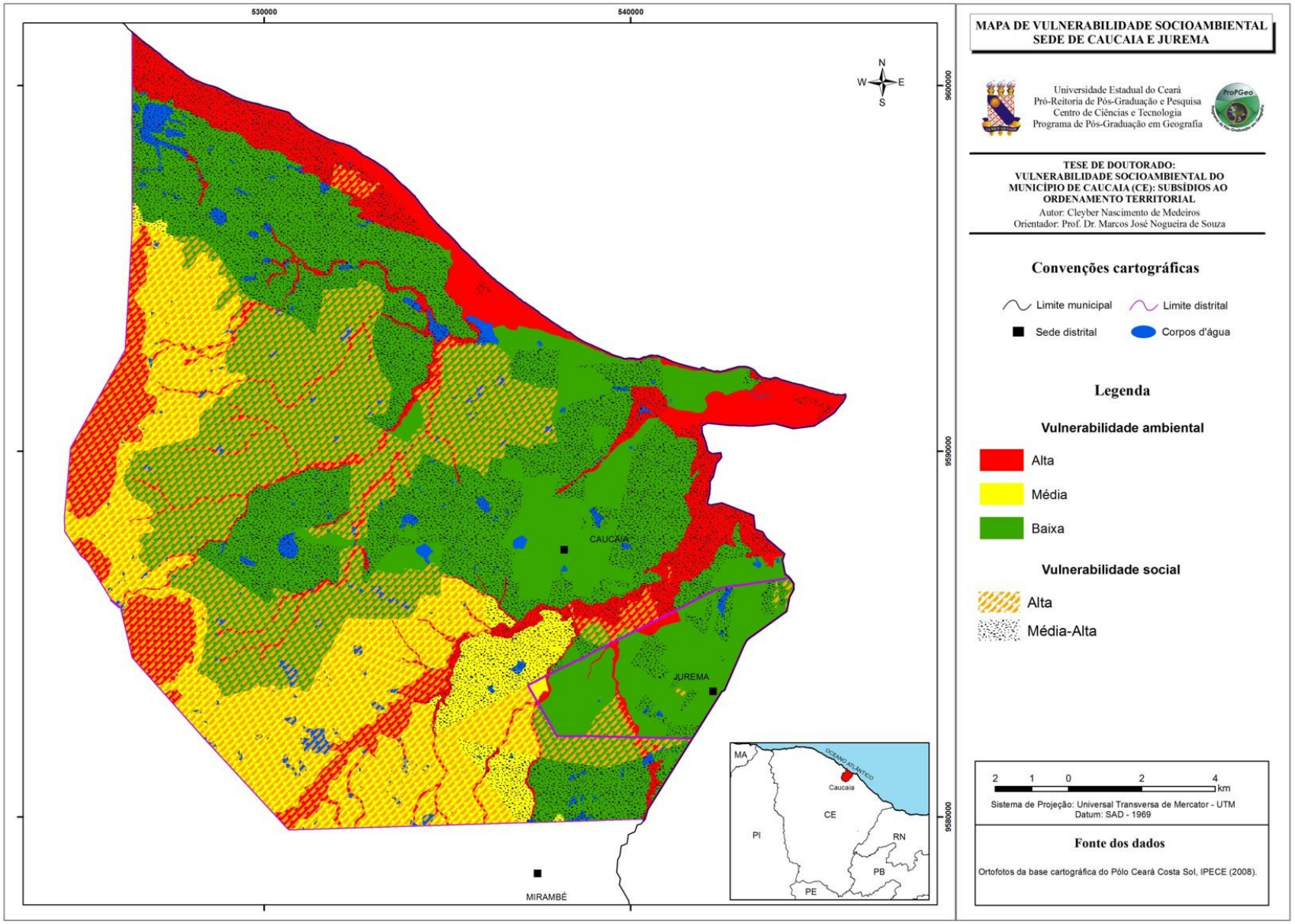
Nesse aspecto, com base nos resultados expostos no Mapa 37, confirma-se a hipótese, traçada na introdução dessa pesquisa, de que em Caucaia a população mais vulnerável socialmente habita, normalmente, as áreas de maior vulnerabilidade ambiental.

Neste contexto, os mapas e as figuras apresentados a seguir ilustram aspectos inerentes à localização de incidência da vulnerabilidade socioambiental verificada no município.

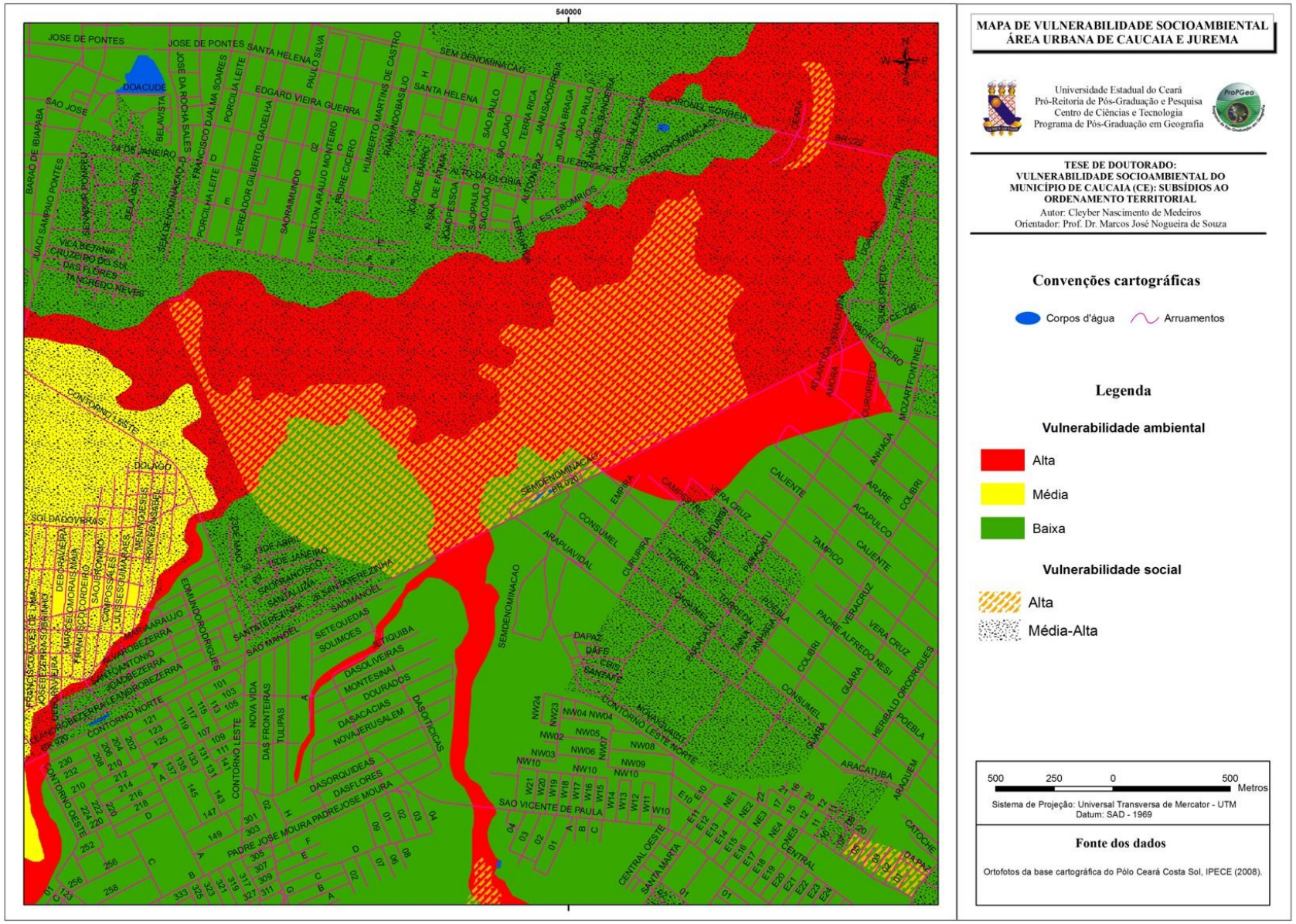
Especificamente em relação aos citados mapas, detalharam-se, por meio de técnicas de SIG, os locais de prevalência de alta vulnerabilidade socioambiental, tanto quanto às áreas de baixa vulnerabilidade, para o distrito de Jurema e a sede municipal de Caucaia, os quais, juntos, respondiam em 2010 por cerca de 295.000 habitantes ou 90% do contingente populacional do município. Revelou-se, dessa forma, os lugares prioritários para a intervenção de políticas públicas que objetivem a melhora do bem-estar da população mais carente, assim como a conservação dos recursos naturais.

Vale mencionar que a integração de dados socioeconômicos e ambientais por meio de ferramentas de geoprocessamento permite operacionalizar a estimativa da quantidade de população em condição de vulnerabilidade social, assim como desvendar os locais mais vulneráveis ambientalmente.

No entanto, deve-se levar em consideração que as relações socioambientais são complexas e dado o caráter quantitativo dos mapas, surge a necessidade da combinação ou validação dos mesmos com informações qualitativas, como por exemplo, a consulta à população das comunidades envolvidas, e sobretudo de observações de campo.



Mapa 38: *Zoom* para as áreas de vulnerabilidade socioambiental na sede de Caucaia e no distrito de Jurema.



Mapa 39: Zoom para as áreas de vulnerabilidade socioambiental em setores específicos da sede de Caucaia e no distrito de Jurema com detalhe para o arruamento.

Nessa perspectiva, as figuras seguintes trazem exemplos de trabalhos de campo efetuados no município com o objetivo de retratar feições qualitativas de locais com incidência de alta vulnerabilidade socioambiental mapeados, ilustrando alguns desafios enfrentados pela população residente nestas áreas no tocante aos riscos socioambientais ali presentes.

Figura 88: Flagrante de ocupação irregular da planície de afluente do Rio Ceará causando degradação ambiental e estando sujeita a inundações e enchentes. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.384; N= 9.585.743.

Figura 89: Registro de casas precárias às margens do Rio ceará, no contexto da planície flúvio-marinha, configurando invasão de área de preservação permanente. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.945; N= 9.586.504.

Figura 90: Casas de taipa com ausência de infraestrutura domiciliar, inseridas na depressão sertaneja, na zona rural de Guararu, tendo maiores dificuldades no período de seca, especialmente para obtenção de água potável. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 518.619; N= 9.590.088.

Figura 91: Flagrante de casas na zona rural do distrito de Sítios Novos, no âmbito da depressão sertaneja, próximas a rede de alta tensão da Chesf, propensas aos riscos de emissão de radiação da rede de alta tensão. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 506.128; N= 9.587.659.

Figura 92: Invasão irregular de dunas móveis por habitações, próximo a lagoa do Parnamirim, na planície litorânea, com forte possibilidade de contaminação do lençol freático. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 532.028; N= 9.597.677.

Figura 93: Ocupação da planície fluvial por construções precárias, sendo uma área sujeita a inundações no período do inverno. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 538.087; N= 9.584.335.

Figura 94: Flagrante da convivência com múltiplos riscos e forte precariedade de infraestrutura urbana e de habitação. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 544.724; N= 9.591.098.

Figura 95: Registro de habitação situada na planície flúvio-marinha do Rio Ceará, bem como material usado para aterro do mangue. Fonte: Medeiros (2014). UTM: E= 540.384; N= 9.586.385.

Finalmente, considera-se que as políticas públicas a serem implementadas no município devem sistematizar e integrar as informações ambientais, sociais e econômicas, visando medidas coordenadas que contribuam para a evolução das condições de bem-estar da população de Caucaia, assim como a manutenção e a recuperação dos espaços naturais mais vulneráveis.

8.1. Esboço do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

Apresenta-se nesta seção o esboço do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) de Caucaia, fruto da análise integrada das condições geoambientais, socioeconômicas e da base jurídico-institucional do município.

Ressalta-se que a elaboração e posterior implantação de um ZEE deve obrigatoriamente ter a participação de diversos especialistas e principalmente a validação do mesmo por todos os segmentos da sociedade.

Dessa forma, ao se lançar uma proposta de ZEE no contexto de uma pesquisa de doutorado almeja-se dar uma contribuição metodológica no âmbito da ciência geográfica, estabelecendo um indicativo técnico para o ordenamento territorial, que está fortemente embasado na avaliação das especificidades socioambientais existentes em Caucaia.

Neste contexto, levando em consideração os estudos de Souza (2000), PDDU (2001), MMA (2006), Nobre (2008), Souza et al. (2009), Santos (2011), e sobretudo a análise empreendida sobre os fatores geoambientais e socioeconômicos do município de Caucaia, materializados nos mapas de unidades de conservação e APP's, uso e cobertura da terra, vulnerabilidade ambiental, social e socioambiental, propõem-se as zonas descritas abaixo, as quais constituem a Carta Síntese de Gestão do Território.

- Zona de uso industrial:

Compreende a área destinada ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), reservada à implantação e/ou intensificação de atividades econômicas que promovam maior dinâmica da cadeia da indústria no território de Caucaia.

Ocorre sobre o sistema ambiental dos tabuleiros pré-litorâneos e em menor parte na depressão sertaneja, detendo atualmente baixa densidade populacional. Salienta-se que a instalação de indústrias nesta zona deve seguir todos os procedimentos legais, inclusive em relação à elaboração de estudos de impactos ambientais na área do empreendimento a ser construído, assim como no seu entorno.

- Zona de urbanização consolidada:

Apresentam-se indistintamente nos sistemas ambientais, com maior incidência nos tabuleiros pré-litorâneos, planície litorânea e na depressão sertaneja, sendo que parte significativa dos componentes naturais primários desta zona foi sendo sistematicamente suprimido ao longo dos anos, existindo o predomínio de variadas tipologias de uso, incluindo áreas comerciais, residenciais, industriais, entre outros usos, consistindo em locais destinados, predominantemente, à concentração da ocupação humana de forma ordenada.

Sugere-se a implementação de programas de recomposição florestal, como por exemplo, um plano de arborização, assim como o fortalecimento de infraestrutura urbana e da rede de saneamento básico nestes lugares, minimizando o acometimento de enchentes, alagamentos e o desconforto térmico.

- Zona de proteção ambiental:

Corresponde às áreas com alta vulnerabilidade ambiental em Caucaia que não fazem parte de APP's, sendo o objetivo da proteção desses locais manter o equilíbrio geoambiental e a conservação da biodiversidade.

Essa zona engloba os sistemas ambientais da planície litorânea, abarcando o subsistema da faixa de praia e terraços marinhos, as planícies fluviais e lacustres, os maciços residuais constituídos pelos subsistemas das serras secas e subúmidas, serras úmidas pré-litorâneas, cristas residuais e *inselbergs*. A proteção ambiental pode ser entendida como um conjunto de mecanismos voltados à conservação dos recursos naturais. A utilização racional deles deve assegurar a sustentabilidade para a atual e as futuras gerações.

Desse modo, atividades que podem ser empreendidas nestes locais correspondem, por exemplo, ao agroextrativismo controlado, agricultura familiar, pesca artesanal, mineração controlada, ecoturismo e lazer, pesquisa científica e educação ambiental. Ressalta-se que também fazem parte desta zona as APAS do Lagamar do Cauhípe e do Rio Ceará, dependendo de Planos de Manejos para a regularização de atividades humanas nestas UC's.

- Zona de preservação permanente:

Versam sobre as áreas de preservação permanente (APP) definidas em lei, com abrangência espacial em todos os sistemas ambientais do município. Nessa zona também estão presentes as unidades de conservação de caráter preservacionista, designadamente a Estação Ecológica do Pecém e o Parque Botânico do Ceará, que incidem respectivamente nos sistemas ambientais da planície litorânea e dos tabuleiros pré-litorâneos.

Esses locais devem ser preservados, objetivando a manutenção do equilíbrio ambiental e garantindo a reprodução da flora local e da fauna residente ou migratória, bem como a sustentação dos recursos naturais e da biodiversidade.

- Zona de expansão urbana:

Consiste em setores do sistema ambiental dos tabuleiros pré-litorâneos, o qual possui ecodinâmica estável e baixa vulnerabilidade ambiental. Desse modo, representa um local mais favorável para o estabelecimento de forma ordenada de áreas urbanas, dependendo da demanda populacional acarretada pelo crescimento demográfico que vem ocorrendo no município.

Ressalta-se que neste sistema ambiental podem ainda ser desenvolvidas outras atividades socioeconômicas, como por exemplo, as vinculadas aos setores da agropecuária, indústria e serviços, salientando-se que estas ações devem ser devidamente planejadas, uma vez que estas áreas ainda guardam características ambientais importantes, necessitando serem mantidas as áreas de preservação permanente.

- Zona de uso sustentável:

Compreende setores do sistema ambiental da depressão sertaneja que possui ecodinâmica de transição, detendo vulnerabilidade ambiental média a ocupação humana. As principais limitações deste sistema ambiental referem-se aos solos rasos e suscetíveis à erosão, assim como déficit hídrico oriundo de uma pluviometria escassa e irregular.

As potencialidades constituem-se na pecuária e na agricultura, desde que haja disponibilidade hídrica, sendo necessário o planejamento de projetos de fortalecimento da capacidade de armazenamento e oferta hídrica, como por exemplo, a construção de pequenas barragens, açudes e adutoras. Outras atividades que podem ser praticadas nesse sistema ambiental correspondem ao extrativismo vegetal, mineração controlada, instalação viária e expansão urbana.

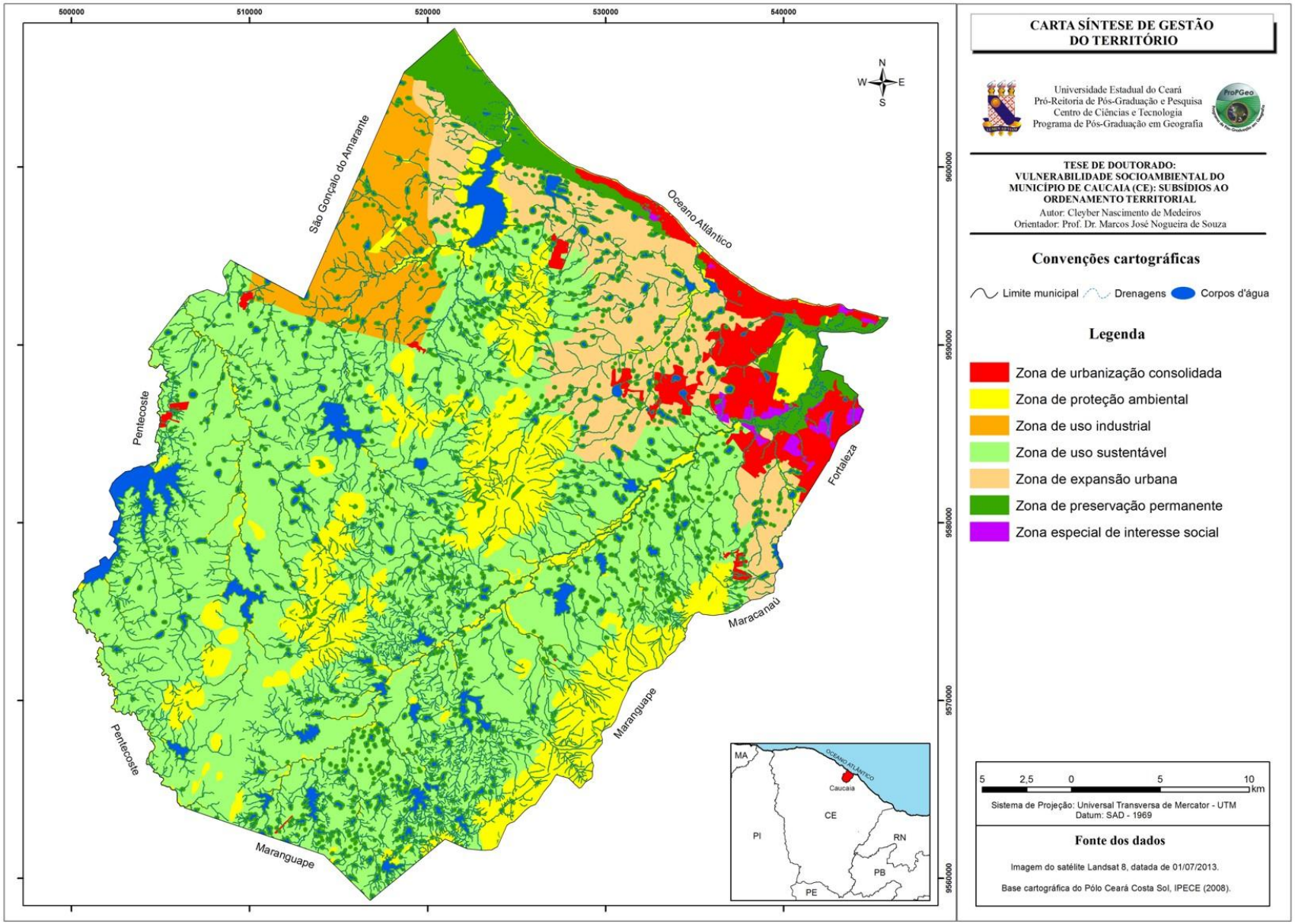
Ressalta-se que estas ações precisam ser ordenadas, dado que estes locais possuem características ambientais relevantes para a funcionalidade desses sistemas, ensejando que elas sejam conservadas por meio do uso sustentável. Menciona-se que essas práticas socioeconômicas devem visar o favorecimento da comunidade local, uma vez que são locais que quando se encontram ocupados correspondem às atividades da agricultura familiar, contribuindo para a fixação da população na zona rural e fortalecendo o setor agropecuário no município.

- Zona especial de interesse social:

Porções do território (setores censitários) onde foi diagnosticada a presença de parcela significativa de população (superior a 100 habitantes) residindo em áreas urbanas detendo condições de alta vulnerabilidade social, as quais devem ter prioridade na execução de projetos sociais relacionados à melhoria das condições de habitação e saneamento, assim como projetos voltados à elevação dos níveis educacionais e de renda familiar.

Ressalta-se que não devem ser implementadas zonas de interesse social em locais dotados de alta vulnerabilidade ambiental, com ecodinâmica de ambientes instáveis, classificadas como zonas de preservação ambiental.

De forma sumária, o Mapa 40 mostra a carta síntese de gestão do território do município de Caucaia, gerada por meio da técnica de álgebra de mapas em ambiente SIG, visando à espacialização das zonas propostas anteriormente.



Mapa 40: Carta Síntese de Gestão do Território do município de Caucaia.

Vale comentar que na concepção de um zoneamento, normalmente prevê-se zonas especiais de atuação institucional, as quais podem abrigar, por exemplo, setores de administração, segurança, saneamento, cultura, preservação do patrimônio histórico, entre outras. Não obstante, devido à escala de mapeamento deste trabalho as mesmas não foram contempladas diretamente, ressaltando-se que a maioria delas pode ser planejada futuramente e inserida na zona de uso sustentável ou de urbanização consolidada.

Cita-se que a operacionalização de um ZEE aplicado ao ordenamento territorial é extremamente importante para subsidiar a tomada de decisão dos gestores públicos e também por servir de ferramenta para a sociedade na sua função de controle e monitoramento da ação governamental, evitando ou dificultando que o jogo de interesses particulares suplante as especificidades técnicas.

Nesse viés, Bastos e Silva (2010) explanam que o setor da zona costeira do Ceará, que inclui o litoral de Caucaia, apresenta intensos conflitos entre várias classes, tais como os interesses econômicos do mercado imobiliário e turístico, das usinas de geração de energia eólica, dos criadores de camarão em cativeiro, dos ambientalistas na preservação ambiental integral, das comunidades tradicionais, dos interesses do Estado em promover o desenvolvimento e inúmeros outros interesses existentes.

Assim, cabem aos gestores públicos terem acesso ao conhecimento das condições geoambientais e socioeconômicas de uma região de forma integrada, pois as ações de gestão acontecem em lugares específicos, os problemas a serem resolvidos possuem uma determinada localização, e o conhecimento do território permite um maior número de acertos na tomada de decisão.

Dessa forma, destaca-se que o zoneamento pode ser considerado como a definição de setores ou zonas com objetivos de manejo e normas específicas, pretendendo contribuir para o estabelecimento de ações que proporcionem um desenvolvimento sustentável, objetivando o aumento da qualidade de vida da população e a conservação dos recursos naturais, contribuindo efetivamente para o processo de ordenamento territorial.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Caucaia localiza-se na Região Metropolitana de Fortaleza, sendo atualmente o segundo maior do Estado em termos populacionais e o terceiro sob o aspecto da dimensão econômica, designadamente no tocante ao Produto Interno Bruto (PIB).

Este município também possui uma diversidade de sistemas ambientais, os quais detêm potencialidades, limitações e vulnerabilidades específicas, tornando-se necessário estudá-las almejando conceber um planejamento territorial que tenha como viés orientador o desenvolvimento sustentável, frente ao acelerado processo de expansão urbana que vem ocorrendo na região.

Esta pujança demográfica de Caucaia pode ser explicada, em grande medida, devido ao fluxo migratório proveniente do interior cearense iniciado nas décadas de 1970 e 1980, onde as pessoas buscavam residir na capital cearense ou nos municípios mais próximos da mesma, desejando, entre outros aspectos, oportunidades de emprego, melhores condições de moradia e um maior acesso a serviços públicos relacionados, por exemplo, à educação e saúde.

Não obstante, este contínuo processo de adensamento populacional que vem acontecendo ao longo dos anos no município tem causado uma significativa ampliação da malha urbana, a qual vem ocorrendo de forma desordenada e desigual no território, existindo locais com total ausência de serviços públicos e de infraestrutura, contrapondo-se a áreas bem servidas que, normalmente, são habitadas pela população mais abastada em termos de renda.

Destaca-se que a população de baixa renda, via de regra, ocupa os lugares mais vulneráveis ambientalmente assim como as áreas de preservação permanente, por serem locais com baixo interesse para o mercado imobiliário, contribuindo com o processo de degradação ambiental e estando sujeita aos riscos naturais, tais como enchentes, alagamentos e deslizamentos de terra.

Dentro deste contexto, esta investigação objetivou desvendar as áreas no território municipal com prevalência de alta vulnerabilidade ambiental, assim como identificar quais os lugares onde reside a população mais vulnerável socialmente.

A hipótese a ser validada é a de que o contingente populacional com as piores condições relativas de renda, educação, habitação e infraestrutura domiciliar, ou seja, vulnerável socialmente, habita atualmente, em sua maioria, as áreas qualificadas como tendo alta vulnerabilidade ambiental em Caucaia.

Para tanto, foi necessário realizar o mapeamento dos sistemas ambientais presentes no município com base na interpretação de produtos de sensoriamento remoto e trabalho de campo, avaliando as suas características naturais dominantes, capacidade de suporte (potencialidades e limitações), ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental.

Delimitaram-se onze sistemas ambientais no município de Caucaia, sendo que os campos de dunas móveis, a planície flúvio-marinha, os campos de dunas fixas, a faixa de praia e os terraços marinhos, a planície fluvial, as serras secas e subúmidas, as cristas residuais e *inselbergs* e as serras úmidas pré-litorâneas, pelas características ecodinâmicas de prevalência da morfogênese, foram classificados como ambientes instáveis e fortemente instáveis, detendo alta vulnerabilidade ambiental à ocupação.

Já os ambientes com ecodinâmica de transição apresentando média vulnerabilidade ambiental correspondem às planícies lacustres e à depressão sertaneja. Por sua vez, os tabuleiros pré-litorâneos configuraram-se como sistemas ambientais com ecodinâmica estável, possuindo baixa vulnerabilidade ambiental.

Em termos quantitativos, constatou-se que 21% da área do território de Caucaia têm alta vulnerabilidade ambiental à ocupação, sendo de 58% e 17% os percentuais para os locais com média e baixa vulnerabilidade respectivamente.

Dessa forma, a delimitação dos sistemas e o mapeamento da vulnerabilidade ambiental representam importantes ferramentas para o planejamento e ordenamento territorial ao apontar, espacialmente, a localização deles, indicando as potencialidades e limitações, sobretudo os riscos de ocupações impróprias que podem ocasionar a degradação ambiental e a suscetibilidade à vulnerabilidade ambiental.

Dentro deste contexto, destaca-se que a ocupação do território sem o devido conhecimento do meio físico, pode acarretar em consequências nocivas com graves impactos ao meio ambiente, e consequentemente, na qualidade de vida da população caucaiense.

Assim, o mapa de vulnerabilidade ambiental possibilita a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. A utilização deste mapa conjuntamente com o diagnóstico socioeconômico gera importantes subsídios para o planejamento territorial.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, objetivou-se estudar as condições de vulnerabilidade social da população residente em Caucaia, materializada por meio da construção de um índice sintético.

Para tanto, com base nos dados disponíveis no Censo 2010, calculou-se o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para os distritos e setores censitários do município, sendo o mesmo composto por quinze indicadores agregados em quatro dimensões: Habitação e saneamento; Renda; Educação; e Situação Social.

Verificou-se que o distrito de Jurema obteve o melhor desempenho em todas as dimensões que compõe o IVS, e consequentemente em relação ao índice como um todo, sendo acompanhado pela sede de Caucaia.

Em contrapartida, os distritos que registraram os maiores valores de IVS foram Tucunduba, Bom Princípio e Sítios Novos, detendo, as populações desses distritos maiores riscos a sofrer perda de bem-estar, gerados por possíveis alterações nos planos econômicos, sociais, políticos e ambientais.

Constatou-se a hipótese de que há dependência espacial do IVS dos setores censitários de Caucaia com base na análise do I-Moran global e local, uma vez que os índices de maior significância encontram-se, predominantemente, na classificação alto-alto e baixo-baixo, implicando que os setores censitários com população na situação de alta vulnerabilidade social estão, em sua maioria, situados próximos uns dos outros.

No tocante a localização territorial, os setores censitários dos distritos de Guararu, Catuana, Sítios Novos, Bom Principio, Tucunduba e Mirambé caracterizam um *cluster* de alta vulnerabilidade social, ou seja, possuem elevada vulnerabilidade e estão contíguos uns aos outros. Em compensação, identificou-se em setores da sede municipal e do distrito de Jurema um *cluster* de baixa vulnerabilidade, revelando que a população residente nestes locais possuem melhores condições relativas de acesso à educação, renda, habitação e infraestrutura domiciliar.

Nessa perspectiva, evidencia-se que as áreas mais conectadas com a capital do Estado, Fortaleza, possuem um maior dinamismo socioeconômico, demonstrando a precariedade das condições sociais, econômicas e de infraestrutura pública da população residente nos locais mais interioranos de Caucaia.

Desse modo, por meio do mapeamento da vulnerabilidade social em nível de setores censitários são gerados subsídios que possibilitam o planejamento de ações públicas focadas visando à diminuição das desigualdades sócio-territoriais presentes atualmente em Caucaia.

Destaca-se que por meio da análise integrada do mapa de vulnerabilidade ambiental e social, usando técnicas de geoprocessamento, foi possível localizar no território municipal os lugares de incidência de alta vulnerabilidade socioambiental, que corresponde aos locais de episódios simultâneos da vulnerabilidade ambiental e social, revelando, dessa forma, as áreas prioritárias para a intervenção de políticas públicas que objetivem a melhora do bem-estar da população mais carente, assim como a conservação dos recursos naturais.

As áreas de ocorrência de vulnerabilidade socioambiental em Caucaia configuram-se, em sua maioria, pela ocupação irregular de locais com alta vulnerabilidade ambiental pela população com baixa renda e situação inferior de educação, como por exemplo, a ocupação indiscriminada de campos de dunas móveis, da planície fluvial e flúvio-marinha.

Neste bojo, o mapa de vulnerabilidade socioambiental contribui com informações úteis para o planejamento territorial e a tomada de decisão ao indicar, geograficamente, as condições socioeconômicas da população associando-as com a dinâmica e vulnerabilidade dos sistemas ambientais.

Vale mencionar que foi efetuado o diagnóstico das atividades econômicas e o mapeamento do uso e cobertura da terra do município de Caucaia, percebendo-se uma maior pujança do setor de serviços, seguido de atividades vinculadas à indústria e à agropecuária.

Dessa forma, por meio do levantamento do uso e cobertura da terra, pode-se identificar e monitorar as atividades inadequadas e conflitivas da região, auxiliando no ordenamento territorial e na proposição de zoneamentos, uma vez que os efeitos do uso indiscriminado e desordenado da terra podem levar à degradação ambiental, comprometer a saúde humana e a própria biota.

Neste contexto, em relação ao diagnóstico da base jurídico-institucional, estimou-se que as áreas de preservação permanente e unidades de conservação compreendem aproximadamente 27% do território do município. A partir do mapeamento do uso e cobertura da terra, empreendido por meio da interpretação de imagens de satélite e trabalhos de campo, foi possível identificar os diversos usos praticados nestes locais.

Observou-se em campo a degradação de significativas extensões das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, cuja preservação tem como função principal servir de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes. Os manguezais e dunas fixas são outras áreas de reservas ecológicas afetadas pelas ações antrópicas, principalmente os desmatamentos indiscriminados.

Nas áreas de APP´s é expressivo o uso da terra em atividades relacionadas à agricultura, encontrando-se também, em menor escala, as atividades da aquicultura, indústria e mineração. Nestes locais também foi diagnosticado áreas de expansão urbana, as quais podem causar impactos ambientais irreversíveis.

Também foi proposto um zoneamento a partir da análise integrada das condições geoambientais, socioeconômicas e da base jurídico-institucional do município, com vistas a auxiliar o processo de ordenamento territorial de Caucaia, delimitando-se sete zonas: Urbanização Consolidada; Proteção Ambiental; Uso Industrial; Uso Sustentável; Expansão Urbana; Preservação Permanente; e Especial de Interesse Social.

Finalmente, menciona-se que as políticas e ações de gestão do território devem utilizar dados integrados e sistematizados, visando medidas coordenadas que melhorem as condições de vida da população e possibilitem a conservação dos recursos naturais.

Nesse sentido, as informações produzidas em trabalhos como este, que visam estabelecer uma proposta técnica de ordenamento territorial fortemente embasada no conhecimento dos aspectos geoambientais e socioeconômicos gerando um diagnóstico geográfico do território, constituem importantes instrumentos investigativos que podem ser aplicados ao planejamento municipal, subsidiando ações voltadas ao combate das desigualdades socioambientais.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. São Paulo - SP. **Geomorfologia**, nº 43. 1974.

ALBUQUERQUE, E. L. S. **Análise geoambiental como subsídio ao ordenamento territorial do município de Horizonte - Ceará**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UECE. Fortaleza - CE. 131 p. 2012.

ALCE - Assembleia Legislativa do Ceará. **Cenário Atual do Complexo Industrial e Portuário do Pecém**. Editora INESP. Fortaleza - CE. 326 p. 2013.

ALMEIDA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Editora Alínea. Campinas - SP. 498 p. 2012.

ALMEIDA, E. S; PEROBELLI, F. S; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 46, nº 1, p. 31-52, jan/mar. 2008.

ALMEIDA, F. T. R; SANTOS, G. O; SILVA, R. A. C; GOMES, C. C. Caracterização física do solo utilizado em camadas de cobertura no aterro sanitário de Caucaia, Ceará. V Congresso Norte-Nordeste de Inovação (CONEPI). **Anais...** Fortaleza. 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/>. Acesso em: 01 ago. 2013.

ALMEIDA, L. Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações**. 1ª ed. Editora Cultura acadêmica. São Paulo-SP. 214 p. 2012.

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UNESP. Rio Claro - SP. 278 p. 2010.

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 da População**. São Paulo - SP, v.3, n° 1, p. 43-59. 2005.

ANDRADE, M. C. **Geografia, região e desenvolvimento: Introdução ao estudo do *aménagement du territoire*.** Ed. Brasiliense. São Paulo - SP. 95 p. 1971.

ANDRADE, M. C. Territorialidades, desterritorialidades, novas territorialidades: os limites do poder nacional e o poder local. In: SANTOS, M.; SOUZA, M.A.A; SILVEIRA, M. L. (Orgs.). **Território: globalização e fragmentação**. Ed. Hucitec-ANPUR. São Paulo - SP. 1998.

ANSELIN, L. **Exploring Spatial Data with GeoDa: a Workbook**. University of Illinois. Urbana-Champaign. 2005.

ANSELIN, L. Local Indicator of Spacial Association-LISA. **Geographical Analysis**. v.27, n° 2, p. 93-115. 1995.

ANSELIN, L. **Spatial Econometrics: methods and models.** Boston: Kluwer Academic. 1988.

ANSELIN, L. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 2, p. 153-166. 2003.

ARAÚJO, T. S; SILVEIRA, L. M. M; CRUZ, M. L. B. Determinação da vulnerabilidade ambiental, através das técnicas de sensoriamento remoto, na Serra Juá-Conceição-Camará, Caucaia/CE. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, SBSR. **Anais**... Curitiba - PR. 2011.

BASTIÉ, J. Es um mito la ordenacion del territorio. In: BASTIÉ, J. et al. (Orgs.). **Reflexiones sobre la ordenacion territorial de las grandes metropolis**. México. Instituto de geografia. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, p. 11-17. 1988.

BASTOS, F. H; SILVA, E. V. O Zoneamento Ecológico e Econômico como Subsídio aos Procedimentos de Licenciamento Ambiental na Zona Costeira do Estado do Ceará - Brasil. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. **Anais**... Universidade de Coimbra, Portugal. 11 p. 2010.

BECKER, B. K; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Brasília - DF. SAE - Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Federal. MMA - Ministério do Meio Ambiente. 40 p. 1996. Disponível em: <http://www.egler.com.br/index.php/dinamica?view=publication&task=show&id=22>. Acesso em: 11 ago. 2012.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas.** Trad. de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes. 1973.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico.** Editora Gráfica Cariú. Caderno de Ciências da terra. São Paulo - SP. 1972.

BRANDÃO, R. L. **Sistemas de informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR**. Diagnostico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação da Região Metropolitana de Fortaleza. CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. 1995.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SA-24 (Fortaleza), Volume 21. Rio de Janeiro - RJ. 1981.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.651. **Institui o novo Código Florestal**. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 12 dez. 2012.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford, Claredon Press. 193 p. 1987.

BUSSO, G. **La vulnerabilidad social y las políticas sociales a inícios del siglo XXI: una aproximación a sus potencialidades y limitaciones para los países latinoamericanos.** Santiago do Chile: CEPAL/CELADE. 2001.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Banco de Dados Geográficos.** Tese de Doutorado em Computação Aplicada. São José dos Campos - SP. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1995.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. (Org.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos - SP. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. p. 1-5. 2001.

CÂMARA, G; CASANOVA, M; HEMERLY, A; MAGALHÃES, .; MEDEIROS, C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas - SP. Instituto de Computação, UNICAMP. 197 p. 1996.

CAVALCANTE, I. N. **Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Estado do Ceará**. Tese de Doutorado - IG/USP. São Paulo - SP. 156 p. 1998.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH. **Atlas dos recursos hídricos.** 2013. Disponível em: <http://www.srh.ce.gov.br>. Acesso em: 08 fev. 2013.

CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE. **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará.** Coordenação Geral e Metodologia do Prof. Marcos José Nogueira de Souza. Fortaleza - CE. 1998. Volumes I, II e III.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. 2010. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 fev. 2013.

COSTA, F.H.S; PETTA, R. A; LIMA, R. F. S; MEDEIROS, C. N. Determinação da Vulnerabilidade Ambiental na Bacia Potiguar, Região de Macau (RN), utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 58, p. 119-127. 2006.

CRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** 1ª ed. Edgard Blücher. São Paulo - SP. 236 p. 1999.

CUNHA, J. M. P; JAKOB, A. A. E; HOGAN, D. J; CARMO, R. L. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. In: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação.** Campinas - SP. Nepo/Unicamp. p.143-168. 2006.

CUNHA, L; LEAL, C. Natureza e sociedade no estudo dos riscos naturais. Exemplos de aplicação ao ordenamento do território no município de Torres Novas (Portugal). In: PASSOS, M. M; CULHA, L; JACINTO, R. (Org.). **As novas geografias dos países de língua portuguesa: paisagens, territórios e políticas no Brasil e em Portugal**. São Paulo: Geografia em movimento. p. 47-66. 2012.

CUTTER, S. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, nº 93, Junho, p. 59-69. 2011.

CUTTER, S; MITCHELL, J; SCOTT, M. Revealing the Vulnerability of People and Places: A case study of Georgetown County, South Carolina. **Annals of the Association of American Geographers**. nº 90, v. 4, p. 713‑737, 2000. Disponível em: <http://webra.cas.sc.edu/hvri/docs/gtown.pdf>. Acesso em: 22 out. 2013.

DAGNINO, R. S; CARPI JUNIOR, S. Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro - SP. v. 2, nº 2, p. 51-87. 2007.

DESCHAMPS, M. V. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Cadernos de Metrópole**, nº 19, 1º semestre, p. 191-219. 2008.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba.** Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. UFPR. Curitiba - PR. 2004.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. **A indústria de agregados para construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza.** 2012. Disponível na internet: <www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=6632> Acesso em: 21 fev. 2013.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF.** Parte integrante do Plano Diretor de Mineração para a RMF. 1998.

DUEKER, K.J. Land Resource Information Systems: A review of fifteen years of experience. **Geoprocessing 1**, p. 105-128, 1979.

ELIAS, D. Desigualdade e pobreza no espaço agrário cearense. **Revista Mercator**, UFC, nº 2, v. 3, p. 61-69, 2003.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro, 412 p. 1999.

FERNANDES, A. **Temas fitogeográficos**. Ed. Stylos comunicação. Fortaleza-CE, 1990.

FERREIRA, M. P; DINI, N. P; FERREIRA, S. P. Espaços e dimensões da pobreza nos municípios do Estado de São Paulo: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IVPS. **Revista São Paulo em Perspectiva**, nº 1, v. 20, p. 5-17. 2006.

FIRJAN. **Índice de Desenvolvimento Municipal**. Sistema FIRJAN. 2012. Disponível em: <http://www.firjan.org.br/ifdm/>. Acesso em: 11 jan. 2013.

FISCHER, A. Da especificidade do ordenamento do território. In: FIRKOWSKI, O. L. C. F; SPOSITO, E. S. (Orgs.). **Indústria, ordenamento do território e transportes: a contribuição de André Fischer.** São Paulo - SP. UNESP, p. 87-97. 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo - SP. Editora Oficina de Textos. 2007.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento remoto para geomorfologia. In: Florenzano, T. G. (Org.). **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo - SP. Editora Oficina de Textos, cap. 2, p. 36-65. 2008.

FLORIANO, E. P. **Planejamento Ambiental**. Caderno Didático nº 6, 1ª ed./ Eduardo P. Floriano Santa Rosa, 54 p. 2004.

FRADE, C. C. F. **A componente ambiental no ordenamento do território.** Dissertação de mestrado. Conselho Económico e Social. Lisboa, Portugal. 134 p, 1999.

FREITAS, L. C. B. **Qualidade das águas subterrâneas - Área no município de Caucaia, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geologia, UFC, 110 p. 2009.

FREITAS, M. I. C; CUNHA, L. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, nº 1, v. 5, p. 15-31. 2013.

FUJITA, M; KRUGMAN, P; VENABLES, A. J. **Economia Espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo**. Editora Futura: São Paulo - SP. 2002.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Séries históricas das chuvas**. 2013. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/download-de-series-historicas>. Acesso em: 11 jan. 2013.

GARCIA, A. G; MATOS, R. A distribuição espacial da vulnerabilidade social das famílias brasileiras. Seminário sobre população, pobreza e desigualdade. **Anais...** Caxambú-MG 2007. Disponível em: <http:www.abep.nepo.unicamp.br/SeminarioPopulacaoPobrezaDesigualdade2007>. Acesso em: 12 dez. 2012.

GARCIA, B. La situación laboral precária: marcos conceituales e ejes analíticos pertinente. **Revista Trabajo**. OIT-México. Ano 2, nº 3. 2006.

GENOVEZ, P. C; MONTEIRO, A. M. V; CÂMARA, G; FREITAS, C. C. Indicadores territoriais de exclusão/inclusão social: Geoinformação como suporte ao planejamento de políticas sociais. In: ALMEIDA, C. M; CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs.). **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual.** Ed. Oficina de textos, p. 64-85. 2007.

GOMES, D. D. M; MEDEIROS, C. N; ALBUQUERQUE, E. L. S; DUARTE, C. R; VERISSIMO, C. U. V. Geotecnologias aplicadas ao diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica do rio Jaibaras no semiárido cearense. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 65, p. 35-52. 2013.

GONÇALVES, T. E. Região Metropolitana de Fortaleza: O município de Caucaia na dinâmica de integração e mobilidade intrametropolitana. **Revista Caminhos de Geografia.** v. 12, nº 40, p. 144-154. 2011.

GOODCHILD, M.F. **Spatial Analysis with GIS: Problems and Prospects GIS/LIS**. The Inforum Atlanta, Georgia, p. 40-4. 1991.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN. Natal/RN, 222 p. 2003.

GUIA DO ENVI. 2013. **Guia do software Envi 4.5.** Disponível na internet: <http://www.envi.com.br/index.php/downloads>. Acesso em: 15 abr. 2013.

HADDAD, M. A; NEDOVIC–BUDIC, Z. Using Spatial Statistics to Analyze intra-urban Inequalities and Public Intervention in São Paulo, Brazil. **Journal of Human Development.** v. 7, nº 1, p. 85-109. 2006.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial oficial dos Estados e Municípios Brasileiros**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em: 15 out. 2012.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2006**. 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 nov. 2013.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010**. 2010. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2012.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª Edição, 171 p. 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 jan. 2014.

IGEO - Instituto Geográfico. **Conceito de Ordenamento Territorial.** Disponível em: <www.igeo.pt/instituto/cegig/got/17_Planning/Files/indicadores/conceito_ot.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2003. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 21 abr. 2012.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Anuário Estatístico do Ceará 2012**. Fortaleza - CE. 2013. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2012/index.htm>. Acesso em: 15 abr. 2013.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol.** Nota técnica nº 35. Fortaleza - CE IPECE, 2008. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/notas_tecnicas/NT-35.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2012.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Índice Municipal de Alerta 2010.** Fortaleza. 2010. Disponível em: <www.ipece.ce.gov.br/categoria4/ima/>. Acesso em: 05 jan. 2013.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal**. Fortaleza. 2012. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/index_perfil_basico.htm>. Acesso em: 15 abr. 2013.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Sistema Ceará em Mapas Interativos.** 2013. Disponível em: <http://mapas.ipece.ce.gov.br>. Acesso em: 11 fev. 2013.

IPLANCE - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

JACOBI, P. R. **Moradores e meio ambiente na cidade de São Paulo**. Cadernos CEDEC, São Paulo, nº 43. 1995. Disponível em: <http://www.cedec.org.br/files_pdf/CAD43.pdf>. Acesso em: 16 out. 2012.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Cartas Topográficas: Fortaleza (SA. 24 - Z - C. IV). EMBRAPA. Recife - PE. 1973.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** Tradução de José Carlos Neves Epiphanio (coordenador). Parêntese Editora, São José dos Campos - SP, 598 p. 2009.

KAZTMAN, R. **Activos y estructura de oportunidades. Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay**. Uruguay: PNUD-Uruguay. 1999.

KAZTMAN, R. Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. **Revista de la CEPAL**. Santiago do Chile, n.75, p.171-189. 2001.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2ª ed. São Paulo - SP. Ed. UNESP. 2003.

LANG, S; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** São Paulo - SP. Ed. Oficina de Texto. 2009.

LEMOS, R. C; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3ª ed. Campinas - SP. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 84 p. 1996.

LISBOA FILHO, J. Projeto de Banco de Dados para Sistemas de Informação Geográfica. 1º Encontro da Escola Regional de Informática da Região Norte - SBC. **Anais...** Manaus - AM, 29 p. 2001.

MACEDO, C. E. G; BASSANI, V. D. S. Vulnerabilidade socioeconômica em Porto Alegre: Uma abordagem com análise multivariada. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. **Anais**... Caxambu - MG. 2010.

MACEDO, Y. M; PEDROSA, L. P. D; ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidade social de Natal, RN, Brasil: Operacionalização e mensuração no fenômeno no município. **Revista Geonorte**. Edição espacial. v. 1. nº 4 . p. 1.020-1.030. 2012.

MAGALHÃES, G. B; ZANELLA, M. E. Comportamento climático da Região Metropolitana de Fortaleza. **Revista Mercator**. v. 10, nº 23, p. 129-145. 2011.

MARICATO, E. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In: CASTRIOTA, L. B. (Org). **Urbanização Brasileira: redescobertas**. Belo Horizonte - MG, Ed. C/Arte, p. 78-96. 2003.

MARICATO, E. **Metrópole na Periferia do Capitalismo**. São Paulo - SP. Ed. HUCITEC. 1996.

MEDEIROS, C. N. **Geoprocessamento na Gestão Municipal: Mapeamento do Meio Físico e Socioeconômico do Município de Parnamirim - RN**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. UFRN. 140p. 2004.

MEDEIROS, C. N. Perfil socioeconômico dos bairros de Fortaleza. In: MENEZES, A. S. B; MEDEIROS, C. N. (Orgs.). **Perfil socioeconômico de Fortaleza.** IPECE, p. 151-185. 2012.

MEDEIROS, C. N; ARAGÃO, M. C. A; GOMES, D. D. M; ALBUQUERQUE, E. L. S. Utilização de software livre para disponibilização de dados georreferenciados na internet: caso do sistema Ceará em mapas interativo. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 65, p. 25-34. 2013.

MEDEIROS, C. N; GOMES, D. D. M; ALBUQUERQUE, E. L. S. A concentração da posse da terra na região nordeste e no estado do Ceará. **Revista Geografia**. v. 37, nº 2, p. 199-221. 2012.

MEDEIROS, C. N; PETTA, R. A; DUARTE, C. R. Estudo do meio físico para avaliação da vulnerabilidade à ocupação humana do Município de Parnamirim (RN), utilizando técnicas de geoprocessamento. **Revista Geociências**, ano 24, n. 3. p. 239-253, out. 2005.

MEDEIROS, C. N; PETTA, R. A; DUARTE, C. R. Mapeamento de indicadores socioeconômicos do município de Parnamirim (RN) utilizando técnicas de geoprocessamento. **Revista Geografia**, v. 30, nº 3, p. 163-181. 2005.

MEDEIROS, C. N; PINHO NETO, V. R. **Os determinantes espaciais da extrema pobreza no estado do Ceará**. Texto para Discussão nº 97 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. Fortaleza. 45p. 2011.

MEDEIROS, C. N; SOUZA, M. J. N; GOMES, D. D. M; ALBUQUERQUE, E. L. S. Caracterização socioambiental do município de Caucaia (CE) utilizando sistema de informação geográfica (SIG): subsídios para o ordenamento territorial. **Revista Geografia Ensino e Pesquisa**. v. 16, nº 2, p. 507-524. 2012.

MENDES, J. M; TAVARES, A. O; CUNHA, L; FREIRIA, S. A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**. Coimbra, Portugal, n° 93, p. 95-128. 2011.

MERICO, L. F. K. **Introdução à economia ecológica**. Blumenau - SC. Editora FURB. 160p. 1996.

MI - Ministério da Integração Nacional. **Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial**. Anais da oficina sobre a política nacional de ordenamento territorial. Brasília - DF, 78 p. 2005.

MILLER, J. G. Living Systems: basic concepts. **Behavior Science**, v. 10, n° 3, 193-237 p. 1965.

MMA. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil**. 3ª ed. Brasília: MMA, 2006.

MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e ciências humanas.** Ed. Annablume. São Paulo - SP. 162 p. 2005.

MORAIS, J. O; FREIRE, G. S. S; PINHEIRO, L; SOUZA, M. J. N; CARVALHO, A. M; PESSOA, P. R; OLIVEIRA, S. H. M. **Erosão e progradação do litoral brasileiro: Relatório do Estado do Ceará.** 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2013.

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego. **Aspectos conceituais da Vulnerabilidade Social.** Relatório técnico. Brasília - DF, 31 p. 2007. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2012.

NASCIMENTO, B. F; SILVA, V. E. G; COSTA, M. C. L. Vulnerabilidade socioambiental no entorno do aterro sanitário metropolitano oeste de Caucaia (ASMOC). XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. **Anais**... Porto Alegre - RS. 2010. Disponível em: <www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=3849>. Acesso em: 11 jul. 2013.

NASCIMENTO, F. R; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. v. 6-7, p. 167-179. 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro - RJ. IBGE. Recursos Naturais e Meio Ambiente, nº. 4, 422p. 1977.

NOBRE, M. N. **O Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento de planejamento e gestão ambiental: uma proposta para a bacia hidrográfica do rio Corumbataí (SP)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente. UNESP. Rio Claro - SP. 249 p. 2008.

NOGUEIRA, V. M. R. Bem-estar, Bem-Estar Social ou Qualidade de Vida: A reconstrução de um conceito. **Revista Semina: Ciências Humanas e Sociais**. v. 23, p. 107-122. 2002.

NOVO, E. M. **Sensoriamento Remoto e Aplicações**. 2ª Edição Revisada. São Paulo - SP. Ed. Edgard Blücher. 1992.

OLIMPIO, J. L. S; ZANELLA, M. E. Emprego das geotecnologias na determinação das vulnerabilidades natural e ambiental do município de Fortaleza / CE. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 64, v. 1, p. 01-14. 2012.

OLIVEIRA, I. S. D. **A contribuição do Zoneamento Ecológico Econômico na avaliação de impacto ambiental: bases e propostas metodológicas.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. USP. São Carlos - SP, 125 p. 2004.

PAIVA, W. L; MEDEIROS, C. N; CAVALCANTE, A. L. **Caracterização Socioeconômica e Geográfica dos Municípios que Compõem o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).** Texto para discussão n.º 65 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. Fortaleza. 2009. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos_discussao/index.htm>. Acesso em: 05 jan. 2013.

PEREIRA, R. C. M; SILVA, E. V. Solos e Vegetação do Ceará: Características Gerais. In: Borzacchiello J; Cavalcante T; Dantas E. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico.** 1ª ed. Fortaleza - CE. Edições Demócrito Rocha. v. 1, p. 189 - 210, 2005.

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO - PPDU. **Lei ambiental e de Organização Territorial**. 2001. Disponível em: <http://www.caucaia.ce.gov.br/sessoes/cidadao/pddu.php> Acesso em: 15 abr. 2013.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Brasília: PNUD/ONU, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/> Acesso em: 05 ago. 2013.

PORTO, M. F. S. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental.** Rio de Janeiro - RJ. Fiocruz, 248 p. 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAUCAIA. **Mapa com indicativo dos distritos e atividades industriais de Caucaia**. Disponível em: <www.caucaia.ce.gov.br> Acesso em: 08 nov. 2013.

QUEIROZ, A. M. **Caracterização limnológica do Lagamar do Cauhípe - Planície costeira do município de Caucaia**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFC, 204 p. 2003.

RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder.** Ed. Ática, São Paulo - SP. 1993.

REIGADO, F. **Desenvolvimento e planeamento regional: uma abordagem sistémica.** Editorial Estampa. Lisboa, Portugal. 2000.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia - USP**. São Paulo - SP, n° 8, p. 65-76, 1994.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia - USP**. São Paulo - SP, n. 9, p. 65-75, 1995.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** Ed. Oficina de Textos, São Paulo - SP. 208 p. 2006.

SABOAIA, L. F. **Para onde sopram os ventos do Cumbuco? Impactos do turismo no litoral de Caucaia, Ceará.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UECE. Fortaleza - CE. 128 p. 2010.

SANTOS, I; VITTE, A. C. Proposta de mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Palmital, Região Metropolitana de Curitiba. In: 1^{0} Fórum Geo-Bio-Hidrologia: estudos em vertentes e microbacias hidrográficas. **Anais...** Curitiba, 1998.

SANTOS, J. O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza - CE: contribuições ao ordenamento territorial**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física - USP. São Paulo - SP. 2011.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. 5ª ed. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP. 176 p. 2008.

SANTOS, M. J. S. **Indicadores de desenvolvimento humano e qualidade de vida na Amazônia: A experiência do Acre.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 155 p. 2005.

SANTOS, M. **Por uma nova globalização**. Ed. Record, Rio de Janeiro - RJ. 2000.

SANTOS, R. F; CALDEYRO, V. S. **Paisagens, condicionantes e mudanças.** In: SANTOS, R. F. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental: desastres ambientais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/livros/Vulnerabilidade_ambiental_desastres_naturais_ou_fenomenos_induzidos_MMA_2007.pdf> Acesso em: 15 nov. 2010.

SARAIVA JÚNIOR, J. C. **Geomorfologia dos maciços costeiros de Caucaia, Ceará**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFC, 151p. 2009.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Índice paulista de responsabilidade social.** Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. 2012. Disponível em: < http://www.seade.gov.br/projetos/iprs/>. Acesso em: 11 jan. 2013.

SEMAS - Secretaria Municipal de Assistência Social. **Índice da Vulnerabilidade Social**. Relatório técnico. Fortaleza - CE. 2009. 26p.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: Conceitos e Fundamentos.** Editora da UNICAMP, Campinas - SP. 236 p. 1999.

SILVA, F. M; ALMEIDA, L. Q. Uma abordagem sobre a vulnerabilidade socioambiental no ambiente estuarino: aspectos teórico-conceituais. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n° 4, p. 102-112. 2012.

SILVA, J. B. A. Cidade Contemporânea no Ceará. In: SOUZA, S. (Org.). **Uma nova História do Ceará**. Edições Demócrito Rocha, Fortaleza - CE. 448 p. 2000

SILVA, J. M. O. **Análise Integrada na Bacia Hidrográfica do rio Pirangi - CE: Subsídios para o Planejamento Ambiental**. Tese de Doutorado. UFC. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza - CE, 290 p. 2012.

SILVA, L. S; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Revista Cadernos metrópole**. v. 19. p. 27-47. 2008. Disponível na internet: www.cadernosmetropole.net/download/cm_artigos/cm19_118.pdf. Acesso em 18/10/2012.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster**. 3ª ed. Londres: Routledge. 392 p. 2001.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo dos Geossistemas.** Métodos em questão, nº 16, IGOG. 1977.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C; SOUZA, M. J. N; MORAES, J. O. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Fortaleza: FUNECE. 2000.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B. et al. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Edições Demócrito Rocha, Fortaleza - CE. p. 127-140. 2005.

SOUZA, M. J. N; NETO, J. M; CRUZ, M. L; OLIVEIRA, V. P. V. Prognóstico da Gestão Ambiental da Área de Influência Direta do Açude Castanhão. In: MEDEIROS, C. N; GOMES, D. D. M; ALBUQUERQUE, E. L. S; CRUZ, M. L. B. (Orgs.). **Os recursos hídricos do Ceará: Integração, Gestão e potencialidades.** IPECE, p. 11-37. 2011.

SOUZA, M. J. N; NETO, J. M; SANTOS, J. O; GONDIM, M. S. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor participativo - PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 172 p. 2009.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V. P. V; GRANJEIRO, C. N. M. Análise geoambiental. In: ELIAS, D. G. (Org.). **O novo espaço da produção globalizada**. Fortaleza: Editora FUNECE, cap. 1, p.23-89. 2002.

SOUZA, M. J. O Território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. et. al. (Orgs.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 77-116. 1995.

TAGLIANI, C. R. A. **A mineração na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estratégia para a gestão sob um enfoque de Gerenciamento Costeiro Integrado.** Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. Rio Grande do Sul - RS. 252 p. 2002.

TAGLIANI, C. R. A. Técnicas para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Belo Horizonte - MG. p. 1657-1664. 2003.

TELES, G. A. **Dinâmicas Metropolitanas Contemporâneas: Caucaia na Região Metropolitana de Fortaleza**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UECE. Fortaleza - CE. 176 p. 2005.

TOMINAGA. L. K. Análise e Mapeamento de Risco In: TOMINAGA. L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico**, p. 147-160. 2009.

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

USGS. **Imagens do satélite Landsat 8**. 2013. Disponível em: <landsat.usgs.gov>. Acesso em: 01 ago. 2013.

VILAS BOAS, J. H. **Bases teóricas e metodológicas, da abordagem geográfica do ordenamento territorial, aplicadas para o desenvolvimento de sistema de banco de dados georreferenciaveis.** Tese de Doutorado em Geografia. USP. São Paulo - SP, 252 p. 2001.

ZAHRAN, S; BRODY, S; PEACOCK, W; VEDLITZ, A; GROVER, H. Social Vulnerability and the Natural and Built Environment: A model of flood casualties in Texas. **Disasters**, n.º 32, v. 4, p. 537‑560. 2008. Disponível em: <http://www.texasemergingcommunities.org/resources>. Acesso em: 22 out. 2013.

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

ZANELLA, M.E; OLIMPIO, J. L. S; COSTA, M. C. L; DANTAS, E.W.C. Vulnerabilidade socioambiental do Baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Revista Sociedade e Natureza**, nº 25, v. 2, p. 317-332. 2013.