UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

JADER DE OLIVEIRA SANTOS

**Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE:
contribuições ao ordenamento territorial**

(versão corrigida)

SÃO PAULO

2011

JADER DE OLIVEIRA SANTOS

**Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-
CE: contribuições ao ordenamento territorial**

(versão corrigida)

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jurandyr
Luciano Sanches Ross

**São Paulo
2011**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

Título do Trabalho: Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE:
contribuições ao ordenamento territorial

Autor: Jader de Oliveira Santos

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humana da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Aprovado em: ____/____ de 2011

Professor Orientador
Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross

Professor Convidado
Dr. Marcos José Nogueira de Souza

Professor Convidado
Dr. Adilson Avansi de Abreu

Professor Convidado
Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento

Professora Convidada
Dra. Marisa de Souto Matos Fierz

DEDICATÓRIA

Aos meus familiares (Fátima, Alexandre, Hélio e Joyce) pelos princípios que me foram dados e constituem a base de minha formação pessoal e a Márcia pelo amor, companheirismo e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma Tese não é fruto somente de um esforço individual, mas sim de um empenho coletivo que se consolida ao longo de toda uma trajetória acadêmica e de vida. Justamente às pessoas que de alguma forma contribuíram para essa realização, dedico os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a confiança que me foi depositada pelo meu orientador, o professor doutor Jurandyr Ross, pessoa fantástica que sempre me apoiou e incentivou nos momentos difíceis e nas realizações alcançadas. Profissional competente, íntegro e sensato, com quem aprendi muitas lições que certamente levarei ao longo de minha trajetória, a ele minha leal gratidão.

Declaro-me muito agradecido a todos os que fazem o Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da USP, notadamente ao seu corpo técnico-administrativo, ao professor doutor Emerson Galvani pelos momentos em que necessitei de sua colaboração e ao professor doutor Adilson Avansi, pela sua presteza, atenção e contribuições. Sou grato também ao CNPq pelo auxílio financeiro concedido para a realização dos estudos.

Tenho grande gratidão ao professor doutor Marcos Nogueira, não só pela sua inestimada contribuição acadêmica e apoio incondicional para a realização da pesquisa, mas também pelo seu exemplo de qualidade, seriedade e comprometimento com o fazer geográfico, ética profissional e pessoal. A ele o meu muito obrigado. Sou agradecido as professoras Vlândia de Oliveira e Lúcia e Brito, a esta última em especial, pelas conversas e apoio para a realização da pesquisa.

Sou muitíssimo grato ao grande amigo professor doutor Manoel Fernandes, pessoa formidável, que, entre tantas outras coisas, foi de extrema importância na minha chegada e acolhida na USP. São inestimáveis meus agradecimentos ao professor doutor Flávio Nascimento, tanto pelas inúmeras contribuições concedidas à pesquisa desde, a fase inicial do projeto, como pelo acolhimento dele e da Vanusia Paiva em uma nova etapa de minha trajetória acadêmico-profissional. A estes amigos de todas e tantas horas, meus profundos agradecimentos.

Sou recompensado aos companheiros Leonardo Kawata, Alex Souza, Luciana Cordeiro, Fernando Nadal e a todos os que fazem o Laboratório de Geomorfologia da USP, especialmente à professora doutora Marisa Fierz, que, além de sempre gentil e prestativa, contribuiu significativamente para a conclusão da pesquisa.

Sou grato aos amigos Jeovah Meireles e Paulo Thiers, pela ajuda e disponibilidade, especialmente ao Paulo pelas muitas horas tomadas de seu tempo.

Meus agradecimentos à SEPLA pelo material disponibilizado para a pesquisa em especial aos amigos Cláudio Bezerra, Helio Alves, Meneleu Neto e Marcelo Gondim. Agradeço também ao Ícaro Paiva e a Andréa Crispim pela ajuda com o IVS e pelas vezes que me auxiliaram, especialmente a Andréa. Registro gratidão a todos os colegas de departamento da UFRRJ pelo apoio e compreensão.

Menção honrosa aos amigos conquistados em São Paulo com os quais passei grandes momentos. São eles: Batavo (Gustavo); Paulo Renato; Arthur Klik, Suene e Roberto (Betão – *In memoriam*); como também à família que formamos: Paulo Henrique (PH), em especial a ajuda de última hora, Sandro Detoni, pelos incontáveis momentos de descontração e Vitor Bacani pessoa fantástica que rapidamente foi convertido de colega de turma-apartamento para grande amigo. Reporto-me particularmente ao Taygoara Martins e à Marcela Falcon, amigos formidáveis que me auxiliaram com algumas imagens, e principalmente pela satisfação de compartilhar de sua companhia.

Agradeço aos meus familiares, especialmente à minha mãe, Fátima e meu irmão, Alexandre, pelo carinho, força e incentivo, sobretudo, pelos momentos que fomos privados de estar juntos ao longo desse percurso. Sou grato a José Carlos e Edna Risette, pela acolhida, apoio, compreensão e confiança que em mim depositam, o seu maior tesouro. Agradecer particularmente a Márcia Risette (muito mais do que companheira), pelo amor, carinho e paciência que possibilitou a concretude deste trabalho.

Enfim, estendo meus agradecimentos às várias pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desta pesquisa e que não foram citadas, porém tiveram papel fundamental na feitura do trabalho.

RESUMO

SANTOS, Jader de Oliveira. Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial. 2011. 331f. Tese (doutorado) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

Trata da problemática dos riscos socioambientais, relacionando-os às fragilidades do ambiente, à vulnerabilidade da sociedade e ao uso e ocupação da terra. Maior ênfase, no entanto, é dada às áreas urbanizadas, em especial na cidade de Fortaleza-CE. Referida cidade passou por um crescimento desordenado, que trouxe uma série de problemas socioambientais. O estudo da fragilidade ambiental tem bases teóricas, metodológicas e conceituais na análise ambiental integrada, que perpassa a funcionalidade dos ambientes, considerando, inclusive, os processos históricos de produção e construção do território. A vulnerabilidade social e os padrões de uso e ocupação da terra definem a exposição dos grupos sociais aos riscos. A associação dessas características possibilitou o estabelecimento de diferentes categorias de susceptibilidade aos riscos, considerando de um lado as fragilidades ambientais em face do desenvolvimento das atividades humanas, e, de outro lado, por meio do índice sintético da vulnerabilidade social à distribuição desigual da população e dos riscos no território. Deste modo, foram estabelecidas bases que possam conduzir a um adequado ordenamento do território, com vistas a minimizar a incidência dos riscos socioambientais.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental, Vulnerabilidade Social, Riscos Socioambientais, Ordenamento Territorial, Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

SANTOS, Jader de Oliveira. Fragility and Socioenvironmental Risks in Fortaleza –CE: Contributions to territorial ordering. 2011. Doctoral Thesis – FFLCH. Post-Graduation Program in Physical Geography. Universidade de São Paulo, 2011.

This research is about the issue of socioenvironmental risks and its relations with environmental fragility, the societies' vulnerability and land use and occupation. Its focused on urban areas, especially in Fortaleza (CE). The accelerated and disordered occupation in Fortaleza has bought several socioenvironmental problems. The environmental fragility issue has its theoretical, methodological and conceptual bases on integrated analysis that encompasses the environments functionality considering the historical production processes and the construction of territory. The social vulnerability and the land use and occupation patterns define the social groups exposure to risks. The association of such characteristics was used to establish different susceptibility categories to the risks, considering on one hand the environmental fragilities face to human activities development, and in the other, the population distribution and risks on the territory by the synthetic index of social vulnerability. In this sense, bases that lead to an adequate territorial ordering were established aiming to minimize the incidence of socioenvironmental risks.

Key-words: Environmental Fragility, Social Vulnerability, Socioenvironmental Risks, Territorial Ordering; Environmental Planning

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 HIPÓTESES ENUNCIADAS NA CONFIGURAÇÃO DO RISCO	28
FIGURA 2 FLUXO DA RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA.....	33
FIGURA 3 SISTEMAS AMBIENTAIS NATURAIS.....	35
FIGURA 4 ESTRUTURA FUNCIONAL DOS SISTEMAS SOCIOECONÔMICOS	36
FIGURA 5 ESTRUTURA FUNCIONAL DA RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA, CONFORMANDO OS SISTEMAS AMBIENTAIS.....	38
FIGURA 6 RELAÇÃO ENTRE MORTES E OS PREJUÍZOS MATERIAIS.....	117
FIGURA 7 MACROZONEAMENTO DE FORTALEZA.....	137
FIGURA 8 ZONEAMENTO URBANO DE FORTALEZA	139
FIGURA 9 ZONEAMENTO AMBIENTAL DE FORTALEZA.....	144
FIGURA 10 ZONAS ESPECIAIS	146
FIGURA 11 MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	150
FIGURA 12 MAPA BÁSICO.....	151
FIGURA 13 MAPA HIPSOMÉTRICO.....	152
FIGURA 14 MAPA DE DECLIVIDADE.....	153
FIGURA 15 DISTRIBUIÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA.	159
FIGURA 16 INSOLAÇÃO TOTAL AO LONGO DO ANO.....	159
FIGURA 17 TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS	161
FIGURA 18 RELAÇÃO PRECIPITAÇÃO E EVAPORAÇÃO PARA A CIDADE DE FORTALEZA-CE.	162
FIGURA 19 PLUVIOMETRIA ANUAL.....	163
FIGURA 20 BACIAS HIDROGRÁFICAS EM FORTALEZA	166
FIGURA 21 CORRELAÇÃO VEGETAÇÃO, SOLOS E RELEVO.....	172
FIGURA 22 MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO NA RMF	188
FIGURA 23 CRESCIMENTO POPULACIONAL DE FORTALEZA 1890-2000	189
FIGURA 24 MAPA DA DENSIDADE DEMOGRÁFICA DA RMF	192
FIGURA 25 MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	196
FIGURA 26 VISTA AEREA DOS SEDIMENTOS ARENOQUARTZOSOS QUE CONSTITUEM A FAIXA PRAIAL E CAMPO DE DUNAS NA PLANÍCIE COSTEIRA EM SABIAGUABA.....	200
FIGURA 27 CONFLUÊNCIA DA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA DO RIO COAÇU E COCÓ. NOTAR O AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS OUTRAS UNIDADES DA PLANÍCIE LITORÂNEA.	200
FIGURA 28 FAIXA DE PRAIA. NOTAR A INCIPIÊNCIA DA VEGETAÇÃO E A DIFERENCIAÇÃO ENTRE AS FEIÇÕES QUE A COMPÕEM.....	202
FIGURA 29 MENOR LARGURA DA FAIXA DE PRAIA, NO BAIRRO GOIABEIRAS.....	203
FIGURA 30 MAIOR EXTENSÃO (LARGURA) DA FAIXA DE PRAIA, NO BAIRRO PRAIA DO FUTURO II.	203
FIGURA 31 ASPECTO DE TOPO PLANO DO RELEVO NOS TERRAÇOS MARINHOS ATÉ A BASE DO CAMPO DE DUNAS.	206
FIGURA 32 TERRAÇOS MARINHOS NA PRAIA DA SABIAGUABA, ENTRE AS DESEMBOLCADURAS DOS RIOS COCÓ E PACOTI.	206
FIGURA 33 LAGOAS FREÁTICAS SOBRE OS TERRAÇOS MARINHOS EM SABIAGUABA. NOTAR MAIOR DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO PIONEIRA.....	209
FIGURA 34 CAMPO DE DUNAS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE FORTALEZA. NOTAR AS DUNAS FIXAS E MÓVEIS.	212
FIGURA 35 FEIÇÕES DE DUNAS BARCANAS, ONDE É POSSÍVEL VERIFICAR A MAIOR DECLIVIDADE NAS VERTENTES A SOTAVENTO	214
FIGURA 36 CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA DAS DUNAS MÓVEIS	215
FIGURA 37 CAMPO DE DUNAS FIXAS NA SABIAGUABA.	218
FIGURA 38 DUNAS FIXAS QUE JÁ SOFRERAM PROCESSOS AVANÇADOS DE DEFLAÇÃO EÓLICA.	219
FIGURA 39 ASPECTO TÍPICO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO CAMPO ORIGINAL E/OU REGENERADA DO CAMPO DE DUNAS FIXAS.	220
FIGURA 40 PALEODUNA SOTOPOSTA POR UMA LITOLOGIA MAIS RECENTE DE DUNAS MÓVEIS.	222
FIGURA 41 PAELODUNAS NA SABIAGUABA.....	223
FIGURA 42 MINERAÇÃO SOBRE PALEODUNAS. NOTAR QUE A RECUPERAÇÃO DA ÁREA MINERADA, CONSISTE EM DEPOSITAR ENTULHO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CAVA DA MINERAÇÃO, EM DESRESPEITO AO PRADE.	224

FIGURA 43 PADRÃO DE DRENAGEM NA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA NA CONFLUÊNCIA DO ESTUÁRIO DOS RIO MARANGUAPINHO E CEARÁ.	225
FIGURA 44 VISTA AÉREA DA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA DO RIO CEARÁ.	227
FIGURA 45 APICUNS NA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA, ONDE É POSSÍVEL VERIFICAR A EXISTÊNCIA DE SALINAS ABANDONADAS E O AVANÇO DA EXPANSÃO URBANA.	227
FIGURA 46 OCUPAÇÃO DA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA POR MORADIAS EM ÁREAS DE RISCO.	230
FIGURA 47 APICUNS EM ÁREAS DE SALINAS DESATIVADAS NA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA DO RIO COCÓ. NOTAR A EXPANSÃO DA URBANIZAÇÃO SOBRE O MANGUEZAL.	230
FIGURA 48 <i>BEACH ROCKS</i> NA MARGEM DIREITA DE DESEMBOLCADA DO RIO COCÓ.	231
FIGURA 49 <i>BEACH ROCKS</i> NA PRAIA DA SABIAGUABA. NA FOTOGRAFIA É POSSÍVEL NOTAR, AS ROCHAS DE PRAIA E O BERMA.	232
FIGURA 50 PLANÍCIE FLUVIAL DE AFLUENTE DO COCÓ NA ÁREA DE TRANSIÇÃO TABULEIRO-DEPRESSÃO SERTANEJA, ENTRE OS CONJUNTOS JOSÉ WALTER E PALMEIRAS (EXTREMO SUL DE FORTALEZA) ..	234
FIGURA 51 PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO COCÓ. NOTAR A BAIXA DECLIVIDADE E A PEQUENA INCISÃO DA REDE DE DRENAGEM, CONFERINDO GRANDE ÁREA DE ESPRAIAMENTO.	235
FIGURA 52 AMPLA ÁREA DE ESPRAIAMENTO DAS ÁGUAS NO BAIRRO AUTRAN NUNES, EM VIRTUDE DA REDUÇÃO DO GRADIENTE FLUVIAL E DA BAIXA CAPACIDADE DE INCISÃO LINEAR DO RIO MARANGUAPINHO.	235
FIGURA 53 VISTA AÉREA DA LAGOA DA PRECABURA, SENTIDO NORTE-SUL.	238
FIGURA 54 LAGAMAR, PLANÍCIE FLUVIOLACUSTRE ORIGINADA PELO BARRAMENTO DO RIO COCÓ NAS PROXIMIDADES DA AV. SEBASTIÃO DE ABREU. MESMO DISTANTE 13KM DA LINHA DE COSTA, OS EFEITOS DA CUNHA SALINA SE FAZEM PRESENTES.	239
FIGURA 55 ÁREAS DE INUNDAÇÃO SAZONAL NAS PROXIMIDADES DA LAGOA DA PRECABURA.	240
FIGURA 56 ÁREA DE INUNDAÇÃO SAZONAL NA ÁREA DE CONTATO COM OS SEDIMENTOS DA FORMAÇÃO BARREIRAS E O EMBASAMENTO CRISTALINO AO SUL DO CONJUNTO JOSÉ WALTER.	241
FIGURA 57 LAGOA FREÁTICA (INTERMITENTE) SITUADA NO CONJUNTO PALMEIRAS. NOTAR A OCUPAÇÃO PELAS RESIDÊNCIAS NA ÁREA DA PLANÍCIE LACUSTRE.	243
FIGURA 58 PERFIL MOSTRANDO OS MATERIAIS MAL SELECIONADOS DA FORMAÇÃO BARREIRAS.	245
FIGURA 59 PACOTE ONDE O MATERIAL PREDOMINANTE É ARENOARGILOSO COM COLORAÇÃO AVERMELHADA.	245
FIGURA 60 ASPECTO PLANO DO RELEVO NOS TABULEIROS PRÉ-LITORÂNEOS. PROXIMIDADES DA AV. PERIMETRAL, NO CONJUNTO SÃO CRISTÓVÃO, EM FORTALEZA.	247
FIGURA 61 ÁREAS DE CULTIVO SOBRE OS TABULEIROS, ONDE É POSSÍVEL NOTAR A BAIXA DECLIVIDADE DO TERRENO.	248
FIGURA 62 VISTA PARCIAL DO ANCURI, ONDE É POSSÍVEL VER A ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO ANCURI SITUADA A QUASE 100M DE ALTITUDE E A TUBULAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA PARA FORTALEZA.	252
FIGURA 63 EIXO A alongado NORTE SUL DO ANCURI.	252
FIGURA 64 MORRO CARURU ENCRAVADO ENTRE O CAMPO DE DUNAS E PLANÍCIE FLUVIOMARINHA DO RIO PACOTI.	253
FIGURA 65 FORMATO DE <i>NECK</i> VULCÂNICO NO MORRO CARURU. NOTAR O AVANÇADO ESTÁGIO DE DESGASTE EM FUNÇÃO DA MINERAÇÃO.	254
FIGURA 66 VISTA AÉREA DAS ÁREAS CRISTALINAS QUE SE ESTENDEM AO SUL DA RMF, SENDO INTERROMPIDA POR PLANÍCIE FLUVIAL AO CENTRO DA IMAGEM. AO FUNDO, NOTAM-SE AS SERRAS DA ARATANHA (CENTRO) E MARANGUAPE (DIREITA).	255
FIGURA 67 ASPECTO MORFOLÓGICO DAS RAMPAS DE PEDIMENTAÇÃO COM O RELEVO VULCÂNICO DO ANCURI AO FUNDO.	257
FIGURA 68 AFLORAMENTO DE ROCHAS CRISTALINAS NO LEITO FLUVIAL DE UM CANAL COM BAIXO POTENCIAL ENERGÉTICO, ONDE NÃO SE VERIFICA UMA PRONUNCIADA INCISÃO DA DRENAGEM.	258
FIGURA 69 AFLORAMENTO DO CRISTALINO EM ESTRUTURA DO BARREIRAS EM RAZÃO DE ATIVIDADES DE MINERAÇÃO.	259
FIGURA 70 MOLHE DO PORTO DO MUCURIBE. NOTAR A SEDIMENTAÇÃO NA PRAIA DO TITANZINHO (ESQUERDA) E O BAIXO PADRÃO DE OCUPAÇÃO.	269
FIGURA 71 INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS AO LONGO DA LINHA DE COSTA PARA CONTER E EROSÃO MARINHA. NOTAR OS MOLHES EM GRANDE PARTE DO LITORAL E O ATERRO NA PRAIA DE IRACEMA (DIREITA).	270
FIGURA 72 REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO TRANSPORTE SEDIMENTAR NO LITORAL OESTE E OS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO.	271
FIGURA 73 FOZ DO RIO COCÓ. NOTAR A FORMAÇÃO DE ILHAS E BANCOS DE AREIA.	273

FIGURA 74 ELEVADO ÍNDICE DE EUTROFIZAÇÃO, POTENCIALIZANDO OS EFEITOS DAS CHEIAS NA PLANÍCIE DO RIO MARANGUAPINHO - IMEDIAÇÕES DO BAIRRO AUTRAN NUNES.	274
FIGURA 75 DESOBSTRUÇÃO E LIMPEZA DA LAGOA DA ITAPEROABA.....	275
FIGURA 76 AFORAMENTO DO CRISTALINO ACENTUADO POR MINERAÇÃO NO BAIRRO PAUPINA.....	276
FIGURA 77 MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL	281
FIGURA 78 PERCENTUAL DE SETORES CENSITÁRIOS QUANTO AO GRAU DE VULNERABILIDADE.....	285
FIGURA 79 DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO EM RELAÇÃO AO IVS.....	286
FIGURA 80 DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DOMICÍLIOS EM RELAÇÃO AO IVS.....	287
FIGURA 81 GRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE O PERCENTUAL DE SETORES CENSITÁRIOS, DOMICÍLIOS E POPULAÇÃO QUANTO À VULNERABILIDADE SOCIAL.....	288
FIGURA 82 MAPA DO ÍNDICE DA VULNERABILIDADE SOCIAL (IVS) EM FORTALEZA.	289
FIGURA 83 DISTRIBUIÇÃO DO IVS BAIXO EM RELAÇÃO AO MACROZONEAMENTO.	291
FIGURA 84 DISTRIBUIÇÃO DO IVS MÉDIO EM RELAÇÃO AO MACROZONEAMENTO.....	293
FIGURA 85 DISTRIBUIÇÃO DO IVS ELEVADO EM RELAÇÃO AO MACROZONEAMENTO.	295
FIGURA 86 DISTRIBUIÇÃO DO IVS MUITO ELEVADO EM RELAÇÃO AO MACROZONEAMENTO.	297
FIGURA 87 MAPA DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS	303
FIGURA 88 UNIDADES DE MUITO BAIXO (1 E 2) E BAIXO (3 E 4) RISCO.	305
FIGURA 89 UNIDADES DE FORTE RISCO.	307
FIGURA 90 UNIDADES DE MUITO FORTE RISCO.	308
FIGURA 91 MAPA APROXIMADO DAS ÁREAS DE RISCOS (COMDEC) E SUA DISTRIBUIÇÃO QUANTO À SUSCEPTIBILIDADE À INCIDÊNCIA DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS.	311

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE FRAGILIDADE.	55
TABELA 2 MATRIZ DOS ÍNDICES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO PARA ESCALAS 1:100.000	81
TABELA 3 CLASSIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE QUANTO À MORFOMETRIA.....	82
TABELA 4 CATEGORIAS HIERÁRQUICAS DE DECLIVIDADE.....	82
TABELA 5 CLASSES DE FRAGILIDADE DOS SOLOS.	83
TABELA 6 CLASSES DE FRAGILIDADE DOS SOLOS UTILIZADAS NA PESQUISA.	84
TABELA 7 GRAUS DE PROTEÇÃO EXERCIDA PELO TIPO DE VEGETAÇÃO.....	85
TABELA 8 GRAUS QUANTO AO GRAU DE URBANIZAÇÃO.....	86
TABELA 9 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA DO BRASIL	95
TABELA 10: INDICADORES DE CATÁSTROFES DE 1974 A 1989.....	115
TABELA 11 TEMPERATURAS AO LONGO DO ANO.	160
TABELA 12 SÉRIE HISTÓRICA DE PRECIPITAÇÕES ENTRE 1974-2005	164
TABELA 13 CORRELAÇÃO ENTRE A TAXONOMIA ANTERIOR E A CLASSIFICAÇÃO ATUAL DE SOLOS.	169
TABELA 14: POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA RMF EM COMPARAÇÃO AO CEARÁ.....	187
TABELA 15 CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA 1970-2000.	189
TABELA 16 TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL DA POPULAÇÃO 1940 – 2000.....	190
TABELA 17: DENSIDADE DEMOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS DA RMF	191
TABELA 18 BASE DE CÁLCULO DOS GRAUS DE VULNERABILIDADE	284
TABELA 19 CÁLCULO DA VULNERABILIDADE SOCIAL	285
TABELA 20 VULNERABILIDADE SOCIAL EM RELAÇÃO A POPULAÇÃO E DOMICÍLIOS	286
TABELA 21 ÁREAS DE RISCO, NÚMERO DE FAMÍLIAS E POPULAÇÃO RESIDENTE EM 2006.	309

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 DIFERENTES TIPOS DE VULNERABILIDADE POPULACIONAL E INSTITUCIONAL	61
QUADRO 2 INDICADORES DE PRECARIEDADE OU AUSÊNCIA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO.	89
QUADRO 3 INDICADORES DE ANALFABETISMO E BAIXA ESCOLARIDADE DO CHEFE DE FAMÍLIA.....	89
QUADRO 4 INDICADORES, SEGUNDO PODER DISCRIMINATÓRIO.....	91
QUADRO 5 ÍNDICE DA VULNERABILIDADE SOCIAL DE FORTALEZA.....	92
QUADRO 6QUADRO 6 SÍNTESE DO PLANEJAMENTO URBANO DE FORTALEZA.....	135
QUADRO 7 SÍNTESE DAS CONDIÇÕES LITOESTRATIGRÁFICAS E PADRÕES DE FORMAS DE RELEVO	157
QUADRO 8 UNIDADE FITOECOLÓGICA, CLASSE DE SOLOS E LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.	173
QUADRO 9 TAXONOMIA DO RELEVO	194
QUADRO 10 SÍNTESE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL	280
QUADRO 11 MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE À FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE SOCIAL	299
QUADRO 12 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS QUANTO À MATRIZ DE CORRELAÇÃO.	300
QUADRO 13 CLASSES DOS RISCOS ENCONTRADAS.	300

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Preservação Permanentes
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
Art. – Artigo (referente à legislação)
AUMEF – Autarquia Metropolitana de Fortaleza
BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNB – Banco do Nordeste do Brasil
CAD – Computer Aided Designer (Desenho assistido por Computador)
CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CE – Estado do Ceará
CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente
COGERH – Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos
COMDEC – Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Fortaleza
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Ceará
CPDH – Centro de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
DSG – Diretoria do Serviço Geográfico
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EMLURB – Empresa de Limpeza Urbana
EPE – Erro Padrão Estimado
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETA - Gavião – Estação de Tratamento de Água do Gavião
ETM – Enhanced Thematic Mapper
ETM+ – Enhanced Thematic Mapper Plus
FIEC – Federação das Indústrias do Ceará
FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GERCO – Gerenciamento Costeiro

GIS – Geographic Information System (mesmo que SIG)
GPS – Global Position System (Sistema de Posicionamento Global)
GRPU – Gerência Regional do Patrimônio da União
Habitafor – Fundação de Desenvolvimento Habitacional de Fortaleza
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
IVS – Índice da Vulnerabilidade Social
LANDSAT – Land Remote Sensing Satélite
MINC – Ministério das Cidades
MMA – Ministério do Meio Ambiente
NEB – Nordeste Brasileiro
ONG – Organização Não Governamental
PARNA – Parque Nacional
PDDUFOR – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza
PDPFor – Plano Diretor Participativo de Fortaleza
PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica
PEMAS - Plano Estratégico Municipal de Assentamentos Subnormais
PMF – Prefeitura Municipal de Fortaleza
PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PRADE – Plano de Recuperação de Área Degradada
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RMF – Região Metropolitana de Fortaleza
RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAABRMF – Sistema de Abastecimento de Água Bruta para Região Metropolitana de Fortaleza
SAD 69 – South American Datum – 1969
SDU – Secretaria do Desenvolvimento Urbano
SEDURB – Superintendência do Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará

SEINF – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infra-Estrutura de Fortaleza;

SEINFRA – Secretaria Estadual de Infra-estrutura

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SEMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano

SEMAS – Secretaria Municipal de Assistência Social

SEPLA – Secretaria de Planejamento e Orçamento de Fortaleza

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SPU – Secretaria do Patrimônio da União

SUPLAM – Superintendência do Planejamento do Município de Fortaleza

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

TM – Tematic Mapper

U.C – Unidade de Conservação

U.R.S.S – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

UECE – Universidade Estadual do Ceará

UFC – Universidade Federal do Ceará

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

ZEIS – Zona Especial de Interesse Social

ZEPO – Zona Especial do Projeto Orla

ZIA – Zona de Interesse Ambiental

ZO – Zona de Orla

ZOC – Zona de Ocupação Consolidada

ZOM – Zona de Ocupação Moderada

ZOP – Zona de Ocupação Preferencial

ZOR – Zona de Ocupação Restrita

ZPA – Zona de Proteção Ambiental

ZRA – Zona de Recuperação Ambiental

ZRU – Zona de Requalificação Urbana

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XIII
INTRODUÇÃO	19
1 OBJETIVOS E HIPÓTESES	24
1.1 Objetivos	25
1.2 Hipóteses	26
2 ASPECTOS TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E CONCEITUAIS	30
2.1 Análise Ambiental Integrada	34
2.2 Geomorfologia como instrumento de síntese para a análise ambiental	42
2.3 Análise da fragilidade do ambiente	50
2.4 Vulnerabilidade social	57
2.5 Conceitos, percepções e abordagens sobre riscos	62
2.5.1 Classificações de risco	67
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS	70
3.1 Sistema de informações	72
3.2 Mapeamento geomorfológico	77
3.3 Fragilidade ambiental	80
3.4 Vulnerabilidade social	87
3.5 Riscos socioambientais	92
4 RBANIZAÇÃO ACELERADA E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS: ENTRAVES AO ORDENAMENTO TERRITORIAL	94

4.1	A urbanização no Brasil	95
4.1.1	Problemas decorrentes da urbanização	98
4.1.2	A moradia no centro dos problemas urbanos	100
4.1.3	Espacialização diferencial dos problemas ambientais e urbanos	102
4.2	Subdesenvolvimento e contextos vulneráveis na conformação de desastres	106
4.2.1	Riscos ambientais e desastres	110
4.2.2	A vulnerabilidade na avaliação de risco	113
4.2.3	Novas concepções nas abordagens sobre riscos	118
4.3	Planejamento ambiental para o ordenamento do território	120
4.3.1	Políticas ambientais e o ordenamento do território	126
4.3.2	Instrumentos de planejamento e gestão ambiental e do território	130
4.4	O planejamento urbano-ambiental em Fortaleza	134
4.4.1	Macrozona de Ocupação Urbana	138
4.4.2	Macrozona de Proteção Ambiental	142
4.4.3	Zonas Especiais	145
4.4.4	Aspectos relevantes do Plano Diretor Participativo de Fortaleza	147
5	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	150
5.1	Geologia/Geomorfologia	153
5.2	Condições climáticas	157
5.3	Hidrografia	165
5.4	Solos e cobertura vegetal	168
6	ANTECEDENTES HISTÓRICOS E PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM FORTALEZA	174
6.1	Aspectos histórico-geográficos que condicionaram a ocupação da Província do Ceará	174
6.2	Das tentativas de ocupação do território à eclosão da metrópole	178
6.3	Quadro urbano atual	185
7	COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO E SUA DINÂMICA	193
7.1	Planície Costeira	197
7.1.1	Praia	201
7.1.2	Terraços marinhos	205
7.1.3	Campo de Dunas	210
7.1.3.1	Dunas Móveis	213
7.1.3.2	Dunas Fixas	217
7.1.3.3	Paleodunas	221
7.1.4	Planície fluviomarinha	224
7.1.5	Rochas de Praia – <i>Beach Rocks</i>	231
7.2	Vales e planícies de acumulação	233
7.2.1	Planícies fluviais	233
7.2.2	Planícies lacustres e fluviolacustres	237
7.3	Tabuleiros Costeiros	243
7.3.1	Tabuleiros pré-litorâneos	243

7.4	Relevos vulcânicos residuais	250
7.5	Pedimentos	254
7.6	Consideração sobre a geomorfogênese e a dinâmica atual do sítio urbano de Fortaleza.	259
7.6.1	Dinâmica Atual	266
8	FRAGILIDADE AMBIENTAL, VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS	277
8.1	Fragilidade ambiental	277
8.2	Vulnerabilidade social	283
8.3	Riscos Socioambientais	298
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	312
	BIBLIOGRAFIA	315

INTRODUÇÃO

A humanidade, ao longo do seu processo histórico, sempre buscou na natureza as condições necessárias para seu desenvolvimento. Para tanto elaborou técnicas para transformar os espaços naturais e extrair os recursos necessários para satisfazer suas necessidades. Esse fenômeno, contudo, se deu de forma desequilibrada sem considerar as limitações impostas às áreas de maior fragilidade ambiental.

Ross (2006) assinala que a sociedade, ao se apropriar do território e dos recursos ambientais, interfere significativamente nos fluxos energéticos e, consequentemente, na funcionalidade dos sistemas naturais. Essas intervenções são procedidas sem considerar as fragilidades dos sistemas. Muito pelo contrário, ocorrem de forma acelerada promovendo modificações nas paisagens naturais num espaço muito reduzido de tempo.

Nas últimas décadas, foram verificadas evidências de que essas intervenções trouxeram problemas ambientais em escala global sem precedentes na história da humanidade. É nas áreas urbanas, contudo, que essas alterações são mais evidentes, principalmente em virtude da modificação dos espaços naturais para dar lugar às construções urbanas, tendo como resultado a deterioração da qualidade ambiental.

Na segunda metade do século XX, o Brasil começou a vivenciar intensa urbanização. Em 1940, o País era predominantemente rural, com apenas 26% da população vivendo nas cidades. No ano 2000, a população urbana atinge mais de 82% da população total. Esse processo, segundo Maricato (1996), foi desencadeado por forte intervenção estatal, pautada no binômio crescimento e pobreza com a concentração dos investimentos financeiros nos grandes centros urbanos. Ainda segundo a autora, o fim desse suposto desenvolvimento na década de 1980 ocasionou a ampliação das desigualdades sociais, originando enorme massa de excluídos exposta a uma grande variedade de problemas socioambientais.

Os problemas ambientais intensificam-se principalmente com a ocupação desordenada dos ambientes de maior fragilidade ambiental. A

retirada da cobertura vegetal, os assoreamentos, os aterros de corpos hídricos, a degradação das dunas, planícies fluviais, lacustres e fluviomarinhas, aumento da impermeabilização e da quantidade e velocidade do escoamento superficial interferem significativamente nos processos naturais, desencadeando desequilíbrios ambientais emergentes.

Esses desequilíbrios vão se manifestar pela incidência de riscos ambientais quando da ocorrência de fenômenos naturais espontâneos – como as enchentes e inundações, abalos sísmicos, ciclones etc – eventos esses que, mesmo de baixa magnitude, ocasionam perdas humanas e econômicas severas, principalmente nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Essas perdas estão relacionadas muito mais à vulnerabilidade da sociedade e à ocorrência desses fenômenos do que a intensidade destes.

Os riscos socioambientais derivam, primordialmente, da ocupação irregular dos ambientes dotados de maior fragilidade ambiental. Essas áreas, via de regra, são constituídas por ambientes legalmente protegidos, onde há precariedade do controle e fiscalização ambiental, favorecendo a ocupação irregular, realidade facilmente verificada nas planícies fluviais de Fortaleza e região metropolitana – RMF, desencadeando riscos relacionados a enchentes e inundações.

Assim como acontece com os deslizamentos, as inundações e enchentes são fenômenos naturais que podem ser sobremaneira influenciados e intensificados pelas intervenções provenientes das atividades socioeconômicas. Os principais fatores naturais causadores de enchentes e inundações são o excedente hídrico proveniente da pluviosidade, as condições de relevo, a forma da bacia e a dinâmica do escoamento pluvial. Os fatores derivados das atividades produtivas que favorecem a ocorrência de enchentes e inundações relacionam-se, principalmente, a impermeabilização do solo, remoção da cobertura vegetal, erosão, assoreamento e medidas de intervenções estruturais mal realizadas ao longo dos cursos fluviais e em todo o sistema de drenagem.

A susceptibilidade a esses eventos em Fortaleza se dá mais claramente no período chuvoso, notadamente nos meses de março a maio – equinócio outonal, com a máxima aproximação da Zona de Convergência Intertropical – ocasionando impactos socioambientais de ordens diversas.

Nesse período, os talwegues dos rios Maranguapinho e Cocó – os principais rios de Fortaleza – já bastante assoreados e poluídos, recebem grandes aportes de água, extravasando o leito fluvial, alagando as áreas marginais, usualmente, superiores aos diques marginais e terraços originalmente mais rebaixados.

A situação é mais crítica nas áreas ocupadas por populações que apresentam maior índice de vulnerabilidade social, não dispondo de condições de infraestrutura para enfrentar essas situações de crise. Essa situação se agrava, quando aliada à precariedade da população, pois se evidencia a baixa capacidade de resposta do poder público em responder adequadamente aos estados de crise.

É justamente nesse complexo jogo de relações entre sociedade e natureza, desencadeado pelo acelerado crescimento urbano, que surge a premente necessidade de ocupar os espaços naturais e, ao mesmo, tempo assegurar um ambiente equilibrado. Esse é um dos grandes esforços a ser implementado no planejamento ambiental e ordenamento do território. É nesse âmbito que esta pesquisa se apresenta, ao sugerir uma análise geográfica aplicada ao planejamento mediante a abordagem sistêmica, onde possam ser delineadas de forma integrada as fragilidades impostas aos diferentes sistemas ambientais e as vulnerabilidades da sociedade em enfrentar situações de crise.

Deste modo acredita-se que, nesta investigação por meio da definição da susceptibilidade aos riscos socioambientais, possam ser estabelecidas as bases para realização de um planejamento que conduza a um processo ordenado de uso e ocupação do solo, com vistas à prevenção de calamidades públicas e/ou redução de riscos.

Como resultados, apresentam-se dados sintéticos e analíticos das condições ambientais e fragilidades dos ambientes, da vulnerabilidade da sociedade por meio de um índice composto e, por fim, a susceptibilidade aos riscos. Os dados e informações produzidas estão representados espacialmente por meio de mapas e em tabelas descritivas com as informações sobre as fragilidades, vulnerabilidades e riscos potenciais e emergentes nos diferentes níveis encontrados.

Para o alcance dos objetivos delineados foi realizada uma série de estudos apresentados em diferentes capítulos ao longo do texto. O capítulo 1

traz os objetivos dessa investigação e sugere algumas hipóteses que justificam a ocorrência de riscos socioambientais nas áreas urbanas, cujo foco principal é a cidade de Fortaleza-Ce.

No segundo capítulo são apresentadas as concepções teóricas e metodológicas que conduziram o trabalho, com ênfase na análise ambiental integrada, pautada numa perspectiva sistêmica, de modo a entender a complexidade e a interconectividade entre as componentes e sua articulação com as estruturas socialmente construídas. Exibe-se a geomorfologia como um componente de síntese que permite uma integração entre as componentes naturais, que são decisivas para o desenvolvimento das atividades humanas. Por fim, o capítulo mostra o resultado dessas relações na configuração de diferentes espaços e como por meio da fragilidade é possível determinar como os ambientes reagem a diferentes atividades humanas.

Os procedimentos metodológicos e operacionais que conduziram esta investigação estão expressos no módulo 3, onde é possível percorrer todas as etapas que conduziram à elaboração dos produtos analíticos e sintéticos necessários à definição das áreas de maior susceptibilidade aos riscos.

O quarto segmento trata dos problemas derivados da urbanização, sobretudo, nos países em desenvolvimento. Demonstra características do processo de urbanização e como este interfere e condiciona a ocupação do território. Apresentam-se as consequências da inadequação dessa ocupação por meio da vulnerabilidade da sociedade à incidência de riscos de toda ordem, sobretudo, os ambientais. Por fim, o capítulo traça um panorama do planejamento urbano em Fortaleza.

No quinto capítulo, são trazidas de maneira sintética as condicionantes ambientais de Fortaleza, tomando-se o cuidado de enfatizar como acontecem as relações de interdependência e interconectividade entre as componentes. A forma como as características ambientais interferem na produção e consolidação do território está presente no sexto capítulo, referente aos antecedentes histórico-geográficos de ocupação do território e urbanização. Nesse, são abordados os principais fatores que condicionaram a atual configuração espacial e como a sociedade se organizou no território.

Grande atenção é dada às condições do relevo. A isso o capítulo sete destina-se integralmente, no entanto, essa análise não se dá no relevo *per si*,

mas sim na forma como o relevo integra e se conecta com as demais componentes ambientais, considerando seus processos genéticos e a fisiologia das paisagens. Esses fatores são fundamentais para entendimento da organização espacial da sociedade no território, bem como para a posterior definição da fragilidade dos ambientes e sua susceptibilidade aos riscos.

O oitavo capítulo encerra os resultados sintéticos e analíticos da fragilidade ambiental e da vulnerabilidade social e como esses se articulam de modo a produzir situações de riscos socioambientais. Para tanto, apresenta a fragilidade dos ambientes em face das atividades humanas, conforme as diretrizes metodológicas estabelecidas em Ross (1994), com as devidas adaptações para o território investigado. Essa preocupação fez-se premente, sobretudo, por se tratar de uma área complexa do ponto de vista da organização social, visto que se trata de território predominantemente urbano. Traz também os resultados do índice composto da vulnerabilidade social – IVS – do Município de Fortaleza, formulado com base nos dados censitários. A combinação espacial dessas duas variáveis produziu o mapa sintético de riscos socioambientais de Fortaleza, onde foi possível estabelecer com maior clareza de definição a espacialização dos riscos. No intuito de verificar a qualidade das informações produzidas, foi procedida uma sobreposição das áreas de risco cadastradas junto à Defesa Civil municipal em relação ao mapa de susceptibilidade aos riscos, onde foi possível verificar a relação socioespacial estabelecida entre a susceptibilidade e a incidência dos riscos.

O último capítulo apresenta os resultados finais da pesquisa, onde se discute a validade das hipóteses previamente levantadas para a investigação, confirmando que há uma distribuição desigual dos riscos no território; distribuição essa definida pelas condições da fragilidade ambiental, bem como da capacidade de resposta da população em se restabelecer quando da ocorrência desses fenômenos, confirmando uma distribuição desigual dos problemas socioambientais, definida por um processo histórico de segregação socioespacial, portanto, excludente, cujas raízes remontam ao próprio processo de consolidação territorial.

1 OBJETIVOS E HIPÓTESES

Frequentemente verifica-se a ocorrência de problemas socioambientais em Fortaleza. Esses, em sua maioria, estão relacionados às cheias e inundações dos principais corpos hídricos presentes no território municipal. Esses problemas, contudo, atingem de maneira mais intensa as chamadas áreas de risco, onde muitas vezes são deflagradas situações de intensa crise, assumindo perspectiva catastrófica.

Ante a escalada na ocorrência dessas situações calamitosas, surge a premente necessidade de compreender as condicionantes para a ocorrência desses fenômenos. Tal preocupação leva às seguintes indagações: quais são as condicionantes necessárias para a ocorrência de situação de crise? Quais os territórios mais susceptíveis à ocorrência de riscos socioambientais?

Essas perguntas não conduzem a uma resposta imediata, ao contrário, suscitam mais perguntas do que respostas, despertando o interesse e a necessidade de compreender como esses fenômenos se manifestam, bem como quais ações podem ser tomadas no intuito de minimizar os efeitos adversos quando da sua ocorrência.

Sistematizando essas inquietações iniciais, e numa tentativa de melhor compreender esses fenômenos, esta investigação parte da seguinte pergunta: quais as condicionantes necessárias para a incidência de riscos socioambientais e quais os territórios estão mais susceptíveis à ocorrência desses riscos na cidade de Fortaleza-CE?

Ante o estabelecimento dessa pergunta de partida, emergem outros questionamentos de forma a elucidar a questão: seriam as próprias condições naturais do sítio urbano? A fragilidade ambiental pode ser um indicador? As condicionantes relativas à sociedade são importantes? O estabelecimento de um indicador de vulnerabilidade é um aspecto relevante nessa definição? Qual o efetivo papel da ocupação desordenada do território nesse processo? Uma investigação deste tipo pode ser realizada mediante análise ambiental integrada?

Com efeito, este ensaio tenta responder em que medida a conjunção da fragilidade ambiental, da vulnerabilidade social, e da ocupação urbana desordenada configurariam situações propícias à manifestação dos riscos socioambientais em Fortaleza-CE.

1.1 *Objetivos*

Ante as considerações anteriormente mencionadas, esta investigação tem como objetivo principal buscar as razões explicativas para a incidência de riscos socioambientais em Fortaleza-CE e desvendar quais são os territórios mais susceptíveis aos riscos.

Para tanto, serão consideradas, de um lado, as fragilidades dos ambientes naturais em face das atividades humanas; de outro, a vulnerabilidade social da população residente em Fortaleza-CE, passando pela forma como a sociedade se organiza no território municipal.

Acredita-se, que por meio do entendimento da relação entre a fragilidade do ambiente, a vulnerabilidade social e o uso e ocupação indiscriminados do solo, pode-se chegar à definição de áreas suscetíveis à incidência de riscos socioambientais em Fortaleza-CE.

Em face o exposto, são esboçados os seguintes objetivos específicos:

- identificar, caracterizar e classificar as diferentes unidades de relevo, numa perspectiva sistêmica, considerando sua estrutura, dinâmica e conexões com as demais componentes ambientais e atividades antropogênicas;
- verificar o processo histórico de ocupação, procedendo à identificação e à avaliação das principais causas e consequências socioeconômicas e ambientais decorrentes das ocupações irregulares nos ambientes de maior fragilidade ambiental;
- levantar as potencialidades e fragilidades dos ambientes, definindo sua capacidade de suporte em virtude da ocupação e expansão urbana;

- analisar variáveis socioeconômicas, de modo a definir espacialmente a vulnerabilidade social;
- estabelecer a relação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade social, para delimitação das áreas de risco socioambientais; e
- atestar os resultados obtidos com a confrontação das áreas de risco cadastradas junto à Defesa Civil.

1.2 Hipóteses

Um dos aspectos que está sendo considerado nesta pesquisa são as próprias características geomorfológicas do ambiente em apreço como indutor natural para a ocorrência dos riscos socioambientais, principalmente os relacionados às inundações. Os aspectos geomorfológicos assumem destaque, à medida que o território em estudo está situado predominantemente sobre os terrenos sedimentares dos tabuleiros pré-litorâneos. Trata-se de ambiente de grande permoporosidade, de aspecto plano, com pequenas diferenças altimétricas entre os topos dos tabuleiros e os fundos de vales.

Tal característica faz com que boa parte da quantidade de água precipitada percole pelas camadas do solo, indo se depositar nos sedimentos da Formação Barreiras, abastecendo o lençol freático. O baixo gradiente fluvial condicionado pelo aspecto predominantemente plano do relevo, cujas altitudes raramente ultrapassam os 40 metros faz com que os canais fluviais tenham uma pequena capacidade de transporte e incisão linear.

A permoporosidade, associada ao modelado do relevo, faz com que a rede de drenagem tenha pequena capacidade de escoamento superficial, formando ampla área de espraiamento, favorecendo o extravasamento dos talwegues fluviais para as áreas marginais quando da ocorrência de eventos pluviométricos mais intensos.

A expansão da ocupação urbana, com a consequente impermeabilização dos solos, faz com que a capacidade de infiltração seja

drasticamente reduzida. Consequentemente, há um aumento no volume do escoamento superficial. Esse aporte de água soma-se à baixa capacidade de escoamento da rede de drenagem e ampliam a área de extravasamento das cheias para além das planícies de inundação, agravando assim os problemas relacionados às inundações.

A ocupação irregular dos ambientes dotados de maior fragilidade ambiental contribui para maior incidência de riscos socioambientais. A ocupação desses ambientes interfere na sua funcionalidade, desencadeando desequilíbrios de diversas ordens, geradores de impactos e riscos emergentes. Quanto maior for o grau de alteração e ocupação dessas áreas, maiores serão os impactos e os riscos associados. A ocupação desses ambientes está relacionada à rápida expansão da área urbana de Fortaleza desencadeada pelo acelerado adensamento demográfico verificado nos últimos quarenta anos que, associado ao crescimento do valor do solo urbano, favoreceu a ocupação desordenada do território. Esse tipo de ocupação aumentou a impermeabilização do solo, reduzindo a infiltração e, consequentemente, favorecendo o escoamento superficial, aumentando o poder energético das enxurradas e intensidade das cheias.

Como são raras as feições do relevo que apresentam elevada declividade, os problemas são mais significativos nas áreas das planícies fluviais e lacustres, que originalmente funcionam como reservatórios naturais para contenção de cheias. Ao mesmo tempo, se essas áreas forem ocupadas, há maior incidência de problemas socioambientais, principalmente os relacionados às inundações que, em muitos casos, expõem essa população a uma série de riscos.

Outro aspecto que está sendo considerado na pesquisa é o fato de que a vulnerabilidade social é fator determinante na incidência de riscos socioambientais em Fortaleza. Tal hipótese sustenta-se, sobretudo, com a base na precariedade das condições socioeconômicas e de infraestrutura das comunidades assentadas nos ambientes de maior fragilidade ambiental.

Essa precariedade faz com que esses grupos sociais tenham baixa capacidade de resposta perante as situações de crise. A baixa capacidade de resposta, entretanto, não é privilégio dos grupos sociais menos favorecidos,

pois ela repercute também na ineficiência do Poder Público estadual e municipal para enfrentar de forma sistêmica as situações de crise.

Nessas condições, a vulnerabilidade socioambiental é enorme, pois a população residente não dispõe de recursos financeiros e de infraestrutura que atenuem os efeitos negativos da ação dos agentes naturais (*hazard*) caracterizados pela sazonalidade, expressando, assim, situações propícias à incidência de riscos socioambientais.

As próprias condições naturais dos ambientes de maior fragilidade ambiental, a ampliação da área urbanizada com a redução da capacidade de infiltração e o aumento do escoamento superficial, aliados à vulnerabilidade institucional e das comunidades assentadas nas áreas de fragilidade ambiental emergente em responder a situações de crise são os fatores explicativos para a ocorrência de riscos socioambientais em Fortaleza, notadamente os relacionados às enchentes e inundações.

A Figura 1 apresenta a síntese das hipóteses relacionadas (fragilidade ambiental, vulnerabilidade da sociedade e uso-ocupação desordenados), onde, por meio de suas correlações se configurariam as condições necessárias para incidência dos riscos socioambientais.

Figura 1 Hipóteses enunciadas na configuração do risco

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Acredita-se que tais fatores interferem na já frágil 'estabilidade' desses sistemas, aumentando o poder energético das enxurradas, que ultrapassam a capacidade de escoamento dos talvegues fluviais, inundando as áreas marginais, induzindo processos degenerativos que convertem em curtos espaços de tempo ambientes de instabilidade potencial para ambientes em estado de instabilidade emergente.

O problema se agrava nas áreas onde residem populações de renda mais baixa e com precariedade de infraestrutura que atenuem os efeitos dos agentes naturais marcados pela sazonalidade, caracterizando situações de enorme vulnerabilidade social.

Deste modo, esta pesquisa tenta responder em que medida a conjunção da fragilidade ambiental, da vulnerabilidade social e institucional, e da ocupação urbana desordenada, configurariam situações propícias à manifestação dos riscos socioambientais em Fortaleza-CE.

2 ASPECTOS TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E CONCEITUAIS

A abordagem de temas relacionados a fragilidades e riscos ambientais deve ser pautada numa perspectiva que envolva os diversos aspectos da relação sociedade e natureza, de modo a compreender a estrutura e o funcionamento do meio físico natural e as intervenções promovidas pelas atividades socioeconômicas. A melhor forma de representar essas relações é por meio das diversas formas de exploração dos recursos ambientais e de uso e apropriação do território.

O delineamento teórico-metodológico proposto está alicerçado na abordagem sistêmica, baseado na análise ambiental integrada, que pressupõe o entendimento do complexo jogo de relações entre os sistemas naturais e socioeconômicos.

Christofolletti (1979) destaca a ideia de que desde meados dos séculos XX, já eram notórios os estudos que se utilizavam de ideias e concepções pautadas numa abordagem sistêmica, contudo o autor ressalta ter sido a partir de 1960 que o enfoque sistêmico foi amplamente difundido e utilizado.

De acordo como Rodrigues et al. (2004), o aumento no interesse das diversas disciplinas sobre a incorporação dos sistemas em seu corpo teórico-metodológico se deu, sobretudo, decorência do acúmulo de conhecimentos e investigações anteriormente procedidos, desencadeando a descoberta de novos objetos de pesquisa que levaram ao estudo das relações entre eles. Ainda segundo o autor, esse processo conduziu a uma necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis, impossíveis de estudar sob métodos tradicionais.

Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos e das relações que são estabelecidas entre si e seus atributos (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1999). Ainda segundo, o autor a estrutura do sistema é constituída pelos elementos e suas combinações, e se expressa por meio das relações e dos arranjos de seus componentes. É nesse sentido que um sistema é um todo

complexo que apresenta organização única, formado pelo conjunto ou combinação de objetos ou partes destes (RODRIGUES et al., op. cit., p. 42).

Os sistemas, portanto, representam um conjunto de objetos ou entidades, interligados por via de relações mais estreitas do que as que se estabelecem isoladamente (SOUZA, 2000) ensejando relações de interdependência que atribuem características que lhes são peculiares. O conjunto das relações entre estes elementos e entre seus estados constitui a estrutura dos sistemas, que se caracterizam pelos intensos fluxos de matérias e energias entre as partes de um todo indissociável (ROSS, 2006), o que confere uma funcionalidade intrínseca.

A radiação solar e as energias do interior da Terra são os principais *inputs* energéticos que fazem haver a mobilização de matérias e energias nos sistemas ambientais. O que possibilita, no entanto, de modo mais ativo e constante a mobilização dos fluxos de energias e matérias é a energia solar.

Rodrigues et al. (2004, p. 32-33) ao abordarem a funcionalidade do geossistema planetário eninam que a funcionalidade sistêmica segue um conjunto de leis gerais e específicas referentes a estrutura e funcionamento. Na inteligência desses autores, essas leis são inerentes a todo o sistema planetário, condicionando o que convencionaram chamar de Superfície Geográfica.

Referidos pesquisadores definiram o agrupamento dessas leis ou regularidades geoecológicas nos seguintes grupos de normas: **leis da estrutura e composição da Terra** que explicam as particularidades quanto à estrutura e à composição da Terra e seus sistemas; **leis da integridade geográfica**, que procuram a integração entre as esferas (sistemas) e fundamentam-se nas trocas de energias e matérias entre os sistemas; **leis de funcionamento**, relativas aos regulamentos de circulação e intensidades desses fluxos, constituindo um conjunto de processos elementares de transporte, intercâmbio e conversão de matéria e energia entre os sistemas que se estabelecem por via de um sistema de circulação complexo; **leis de ritmo e desenvolvimento**, retratando-se ao caráter de desenvolvimento e às tendências de evolução do geossistema (planetário) e repetição periódica (cíclica) dos processos e fenômenos no tempo; **leis da diferencial espacial ou territorial**, consubstanciam-se na diferenciação funcional e dinâmico-evolutiva

da superfície geográfica, o que configura a existência de um mosaico de paisagens.

É no que Grigoriev (1968) chamou de estrato geográfico terrestre, que essas interações desencadeiam os fenômenos mais interessantes à sociedade e, por conseguinte, à Geografia. O estrato geográfico terrestre compreende a área onde as trocas de matérias e energias são mais intensas e envolve porções da crosta, da atmosfera e da hidrosfera. Embora o estrato geográfico não apresente os limites bem definidos, situa-se numa estreita faixa cujo limite inferior é a parte superior da litosfera, enquanto o limite superior corresponde à baixa atmosfera, logo abaixo da camada de ozônio.

No estrato geográfico terrestre, a matéria encontra-se nos três estágios, propiciando as condições necessárias à existência da vida. *“A troca permanente de energia e matéria que se processa nestas duas grandes massas – atmosfera e litosfera –, aliadas a presença da água em seus três estados físicos, é a responsável pela dinâmica e pela presença da vida vegetal e animal na terra”*. (ROSS, 1994, p. 64). Justamente nesse limite (estrato geográfico terrestre), ocorre a manifestação de leis geográficas que moldam diferentes paisagens geográficas.

A Figura 2 demonstra as relações entre as forças endógenas, exógenas na interface atmosfera-litosfera-hidrosfera, que configuram o estrato geográfico terrestre.

Segundo Grigoriev (1968), as paisagens geográficas são manifestações de leis físico-geográficas associadas às características locais, sobremaneira influenciadas por meio das atividades antropogênicas. Ainda na expressão do autor, ao modificar a natureza para atender seus anseios e necessidades, o homem modifica sua própria natureza.

Com arrimo nesta concepção, é possível perceber as complexas relações entre sociedade e natureza, complexidade essa significativamente acentuada pela pressão exercida sobre os recursos naturais, desencadeada pelo adensamento demográfico e as evoluções técnico-científicas verificadas no século XX.

Com efeito, a análise geográfica tem papel de destaque, pois, de acordo com Guerasimov (1980), a Geografia é a ciência que estuda o ambiente numa perspectiva de totalidade, ou seja, sistêmica, ao envolver as condições

bióticas, abióticas e as transformações ensejadas pelas sociedades humanas. Isto permite superar a fragmentação analítica imposta pelas diversas áreas do conhecimento científico.

Figura 2 Fluxo da relação sociedade-natureza

Fonte: Ross (2006).

Ross (2006), ao tratar dos sistemas em Geografia sugere que uma abordagem sistêmica permite investigar os fenômenos naturais e suas inter-relações que se caracterizam por dinâmicas em fluxos constantes de energia e matéria em partes de um todo indissociável. Tricart (1977) considerou a abordagem sistêmica em Geografia como o melhor instrumento lógico disponível para estudar as questões ambientais.

Reforçando o caráter integrador que a abordagem sistêmica apresenta para análises integradas, Porto (2007, p. 50) assinala que

As abordagens sistêmicas são de grande importância para análises integradas por sintetizarem e ilustrarem, através de modelos esquemáticos, aspectos essenciais do problema analisado. Representações sistêmicas podem fornecer uma visão sinóptica dos problemas, que permite ver de uma só vez as diversas partes de um

conjunto. Isto propicia uma visão geral dos diversos componentes, estruturas e processos que forma a cadeia global de interações e causas-efeitos, facilitando, desta forma, a definição e implementação de políticas e estratégias mais abrangentes.

Considerando a indissociabilidade entre as componentes naturais e as intervenções promovidas pelas atividades humanas na integridade e funcionalidade dos sistemas ambientais, Ross (2006) ressalta que podem ser produzidos desequilíbrios temporários e permanentes. Essas intervenções assumem, contudo, maiores proporções quando se tratam de ambientes de fragilidade ambiental emergente, desencadeando reorganizações sistêmicas, interferindo na dinâmica e funcionamento, com severas implicações no seu estágio de evolução.

2.1 *Análise Ambiental Integrada*

A análise ambiental integrada dá ênfase ao conhecimento integrado e à delimitação dos espaços territoriais, modificados ou não pelos fatores econômicos e sociais. Inclui uma vertente de variáveis físicas e bióticas ou variáveis geoambientais, que materializados mediante uma série de unidades espaciais homogêneas que constituem heranças da evolução dos fatores fisiográficos e biológicos ao longo da história natural recente da área (SOUZA, 2000).

A concepção de análise ambiental considera a forma como se organizam e inter-relacionam os diversos componentes geoambientais. Ao considerar a dinâmica da inter-relação dos componentes, abandona-se a perspectiva estática dos estudos setorializados, que predominavam há alguns anos.

Na Análise Ambiental Integrada, não se pode restringir o estudo da natureza à compreensão isolada de cada um dos componentes do meio físico. É preciso pautar-se numa perspectiva integrada do meio ambiente, visando à compreensão das inter-relações dos seus componentes. Esta concepção, em

vez de considerar o estudo setorizado das componentes, privilegia a inter-relação dos diversos elementos em busca de uma noção de totalidade, perspectiva que se mostra deveras eficiente, na medida em que a natureza se constitui um todo e não apenas o somatório de suas partes, ignorando a divisão formal de suas partes estabelecida por alguns setores das ciências.

É importante ressaltar, entretanto, o fato de que referido enfoque metodológico não preconiza a negação da importância dos estudos setorizados; muito pelo contrário, enfatiza-se que é somente mediante análises setoriais que se pode chegar à síntese de organização dos componentes geoambientais (SOUZA et al., 2009). Ao tratar das condições que configuram diferentes sistemas ambientais, Ross (2009) representou a funcionalidade intrínseca entre as componentes da natureza na conformação dos sistemas ambientais por meio da Figura 3.

Figura 3 Sistemas ambientais naturais

Fonte: Ross (2009).

Num estudo que parte de uma análise ambiental integrada, é imprescindível a análise das relações estabelecidas entre os processos geocológicos e sociais, na medida em que os efeitos desencadeados nos sistemas naturais ensejados pelas intervenções das atividades socioeconômicas afetam, sobremaneira, a estrutura e a dinâmica dos sistemas ambientais.

A componente socioeconômica assume significativa importância, à medida que as sociedades humanas se estruturam e funcionam numa outra lógica, configurando uma organização social própria (ROSS, 2009). Essa organização, contudo, é dependente direta dos recursos da natureza, que são a base para atividades produtivas que se estabelecem num determinado território. Ross (op. cit.) estabeleceu, de forma sintética (como apresentado na Figura 4), a estrutura geral do sistema socioeconômico, que funciona de modo combinado por meio de ações articuladas entre os setores financeiros, produtivos, tributários, jurídicos, de transformação, comércio, serviços, circulação de bens, mercadorias e pessoas e o Estado.

Figura 4 Estrutura funcional dos sistemas socioeconômicos

Fonte: Ross (2009).

Ao enfatizar a importância das relações intrínsecas estabelecidas entre a sociedade e a natureza, Ross (1994) ensina que as sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos à natureza, e, portanto, aos ambientes onde vivem; ao contrário, devem ser vistas como parte fundamental da dinâmica, representada mediante fluxos de matéria e energia que fazem o sistema como um todo funcionar. Entretanto Ross (op. cit., p. 64-65), entretantom alerta para a noção de que

As progressivas alterações até então inseridas pelas sociedades humanas nos diferentes componentes naturais, afetam cada vez mais a funcionalidade do sistema e com frequência induzem a graves processos degenerativos ao ambiente natural, em um primeiro momento, e a própria sociedade em prazos mais longos. Por isso é cada vez mais urgente que se façam inserções antrópicas absolutamente compatíveis com a potencialidade dos recursos de um lado e com a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais de outro.

Deve-se, portanto, considerar as interferências promovidas pelas atividades socioeconômicas e culturais no ambiente natural, com o intuito de definir o grau de intervenção e prognosticar cenários tendenciais e pretendidos. Deste modo, fica evidente que existe uma relação funcional, portanto, sistêmica, entre a sociedade e a natureza, pois, embora as relações sejam dialéticas (nas relações sociais) ela é parte de um conjunto maior (sistema), portanto, funcional. A Figura 5 apresenta os sistemas socioambientais produzidos que se manifestam por meio do ordenamento territorial espontâneo ou planejado (ROSS, 2009).

De modo a tentar apreender as relações da sociedade com a natureza, surgem inúmeras propostas de análise, que consideram as relações de interdependência entre as componentes socioambientais numa perspectiva de totalidade.

Ante esses pressupostos, Rodrigues et al. (2004) utilizam a geoecologia da paisagem como instrumental teórico-metodológico para atingir a integração entre a sociedade e natureza. Referida metodologia utiliza a paisagem como categoria de análise, concebendo-a como um sistema total. A esse respeito Rodrigues, et al., (op. cit., p. 47) dizem que,

A partir da visão sistêmica, concebe-se a paisagem como um sistema integrado, no qual cada componente isolado não possui propriedade integradora. Estas propriedades integradoras somente desenvolvem-se quando estuda-se a paisagem como um sistema total

Figura 5 Estrutura funcional da relação sociedade-natureza, conformando os sistemas ambientais

Fonte: Ross (2006, 2009).

Para a conformação da concepção da paisagem como um sistema total, os autores utilizam a concepção de espaço atribuída por Santos (1996) que “considera o espaço, como formado por um conjunto indissociável, solidário e contraditório do sistema de objetos e sistema de ações, sendo as formas que se representam as relações homem/natureza, mais a vida que as anima.” (RODRIGUES et al., 2004, p. 55). Os autores entendem que os objetos são tudo aquilo que existe na superfície terrestre e que o sistema de ações coincidem com as relações sociais de produção. Com amparo nessas concepções, advogam a existência uma proximidade, que faz com que a definição de espaço em Santos (1996) e paisagem social ou sistema socioambiental seja completamente

articulável com a de paisagem natural ou geossistema, permitindo integrar a sociedade e a natureza.

Essa definição de espaço permite aproximar a de meio ambiente, como categoria filosófica, superando assim, a dicotomia natureza/sociedade e articulando a questão ambiental à criação dos espaços. (RODRIGUES, et al., 2004, p. 55).

A concepção de geoecologia da paisagem proposta pelos autores utiliza como princípio metodológico a concepção dialética da relação sociedade-natureza, cuja base metodológica fundamental da gênese, desenvolvimento, diferenciação espacial e temporal das paisagens é a análise histórico-cultural, o que tornaria possível a compreensão de diferentes aspectos que envolvem variadas categorias de fenômenos e objetos de investigação.

Para tanto, as interpretações geoecológicas exigem o desenvolvimento conceitual sistêmico, enfocando as relações objeto-sujeito, o que permitiria enquadrar o sistema numa perspectiva dialética, assim definido em Rodrigues et al. (2004, p. 41):

Desta maneira, o princípio filosófico sistêmico constitui um importante aspecto da metodologia filosófica que organicamente pertence à dialética materialista. O enfoque sistêmico comporta, assim, a base científica da análise geoecológica da paisagem.

Mesmo considerado as formulações expressas, que dão o suporte teórico-filosófico para a geoecologia das paisagens, consideram-se que essa abordagem peca ao não fornecer um corpo teórico conciso, justamente por tentar subordinar todas as características funcionais das componentes ambientais à lógica da dialética materialista, o que, se pensa, causa certa confusão teórica. Pressupõem-se, de saída, que, embora as relações da sociedade sejam dialéticas, ao contrário do que pregam Rodrigues et al. (op. cit.), estas se inserem numa razão funcional, portanto, sistêmica.

Ross (2006), ao tratar da Ecogeografia do Brasil, é mais preciso em suas considerações teórico-conceituais que norteiam o entendimento funcional, portanto, sistêmico, das relações da sociedade e natureza. Para o autor, por mais que a sociedade produza mudanças no comportamento das

componentes, ela não altera as leis gerais da natureza e, por conseguinte, não cria natureza.

Segundo Ross (2006, p. 20), trazer à tona as relações de interdependência e funcionalidade das componentes ambientais e da natureza constitui um novo paradigma na análise geográfica, permitindo uma abordagem integradora entre a sociedade e a natureza.

O domínio desse novo paradigma socioambiental é um objeto riquíssimo, não mais da Geografia física, da Geografia humana, da Geomorfologia, da Climatologia, entre outros ramos, mas sim, da Geografia, da abordagem analítico-integradora e sintetizadora de uma Geografia que se preocupa com o 'espaço total'.

A concepção de 'espaço total' segue os delineamentos teóricos de Ab'Saber (1994) que definiu o espaço total como todo mosaico de componentes introduzidos pelas sociedades ao longo da história de uma paisagem, considerada como parte integrante de um território. A gênese do espaço total considera a análise da estruturação espacial realizada pela sociedade sobre os atributos remanescentes de um espaço herdado da natureza.

Ainda na lição de Ab'Saber (op. cit.), a paisagem é o suporte ecológico e bioecológico modificado por uma infinidade de combinações de obras e atividades promovidas pela sociedade. Para o autor, esse aspecto é importante de ser ressaltado, pois as atividades humanas se desenvolvem sobre um suporte territorial, ou seja, físico e ecológico.

Nessa perspectiva, Ross (2006, p. 20) diz que o espaço total envolve uma abordagem geográfica de maior espectro, cujas análises objetivam

[...] não só o entendimento das potencialidades dos recursos naturais, mas também das potencialidades humanas, das fragilidades dos sistemas ambientais naturais, bem como das fragilidades socioculturais das sociedades humanas.

Análise ambiental integrada tem como base a geração de produtos sintéticos e analíticos que possam subsidiar a melhor compreensão do território. Os produtos básicos, analíticos e sintéticos constituem os resultados dos estudos em Geografia, que se utilizam de análises integradas, de modo a

fornecer as condições adequadas ao diagnóstico e assim fornecer prognósticos tendenciais e desejados. Esses prognósticos nos estudos aplicados se manifestam através de instrumentos de gestão como o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE).

Ross (1995), quando cuida dos produtos sintéticos da Análise Ambiental Integrada, diz que os temas tratados são necessariamente espacializados no território em que se insere a investigação, e seus conteúdos devem necessariamente apresentar de forma sintética informações multitemáticas referentes aos temas dos diferentes ramos do conhecimento (disciplinas especializadas).

Ainda na concepção Ross (1995, 2006), a correlação dessas informações deve resultar na identificação e delimitação de espaços territoriais que podem ser denominadas de unidades ambientais, unidades de paisagem, sistemas ambientais, dentre outros, com base nos quais possam ser formulados o entendimento das fragilidades potenciais e emergentes, bem como as potencialidades dos recursos ambientais e dos grupos sociais que habitam esses espaços.

Essa concepção está fundamentada na perspectiva geossistêmica estabelecida inicialmente pelo geógrafo russo-soviético Sotchava, que considera a forma como se organizam e se inter-relacionam os diversos componentes dos sistemas. Sotchava (1976) descreve um geossistema como uma unidade dinâmica que apresenta organização geográfica própria, ao integrar os componentes ambientais, suas conexões, processos e fluxos de energia e matéria.

Souza (2000) assinala que o geossistema não apresenta necessariamente uma homogeneidade fisionômica. Ele se caracteriza por possuir morfologia, funcionamento e comportamento específicos. No mesmo sentido Ross (2006, p. 59), explica a ideia de que os geossistemas “*constituem espaços territoriais que guardam certo grau de homogeneidade fisionômica, reflexo dos fluxos naturais de energia e matéria entre os componentes e das inserções humanas por meio de atividades econômicas ao longo da história*”.

Ross (*op. cit.*) alerta para o fato de que esta ‘homogeneidade’ fisionômica presente nos geossistemas é expressa principalmente pelos elementos que se revelam concretamente às vistas humanas, ou seja, por

intermédio do relevo, da vegetação e das diferentes formas de usos da terra. O autor ressalta, entretanto, que o relevo assume papel de destaque, pois suas potencialidades ou fragilidades podem favorecer ou dificultar o desenvolvimento das atividades socioeconômicas. Já Souza (op. cit.) enaltece o relevo como elemento norteador da identificação e definição dos sistemas ambientais (geossistemas) por ser o elemento mais facilmente perceptível na paisagem.

Portanto, faz-se necessário maior aprofundamento dos conhecimentos sobre as características e processos dos geossistemas, com o intuito de conhecer a estabilidade e sua capacidade de resiliência e homeostase (CHRISTOFOLETTI, 2001). O estudo dos geossistemas fornece elementos para o conhecimento sobre a estrutura e funcionamento da natureza e suas interconexões com a sociedade, proporcionando um planejamento racional de uso e ocupação do solo.

Desta forma, a Análise Ambiental Integrada, que tem raízes teóricas na abordagem sistêmica, considera a integração entre as componentes físicas, bióticas e socioeconômicas de determinado território, o que permite a compreensão de problemas socioambientais complexos, bem como os relacionados ao planejamento ambiental e ordenamento do território

2.2 Geomorfologia como instrumento de síntese para a análise ambiental

Os avanços nas pesquisas de geomorfologia aplicada aferiram relevância maior e impulso com a eclosão da problemática ambiental global e da incorporação de uma análise geomorfológica dinâmica, ou seja, sistêmica, que consolidou a geomorfologia como instrumento de síntese na análise ambiental aplicada ao planejamento ambiental e à gestão territorial.

A partir da segunda metade do século XX, vários autores passaram a abordar o relevo numa perspectiva dinâmica aplicada ao uso e exploração dos recursos ambientais, bem como para a gestão ambiental e ordenamento do território. Nesse sentido, merecem destaque os trabalhos de autores como

Tricart (1977, 1992), Sotchava (1978), Grigoriev (1968), Guerasimov (1980), Ab'Saber (1969, 1994), Ross (1991, 1992, 1994, 1995, 2003), Souza (1988, 2000), Christofolletti (1979, 1980, 2003), dentre tantos outros geomorfólogos.

Conforme assinala Christofolletti (1980), os sistemas geomorfológicos são sistemas abertos que atuam e recebem influências de outros sistemas. Acentua ainda, que praticamente a totalidade das investigações de natureza geomorfológica não atuam de modo isolado, mas funcionam dentro de um ambiente que faz parte de um conjunto maior.

Embora possa ser citada uma série de variáveis físico-ambientais e econômico-culturais que possam influenciar o processo de ocupação do território, é o relevo o grande palco de atuação das sociedades humanas. É nele onde se estabelecem as bases físicas para o desenvolvimento das atividades produtivas e manifestações culturais. Como bem aponta Abreu (1985), a compreensão do relevo numa perspectiva sistêmica permite perceber o significado e as propriedades do relevo na organização do espaço, articulando a geomorfologia no campo da Geografia moderna.

No tocante à análise geomorfológica numa perspectiva da análise integrada, Ross (2003) enfatiza que é imprescindível considerar as características de evolução do relevo, pois os ambientes naturais apresentam maior ou menor fragilidade em função das suas características genéticas e de evolução.

Fica evidente, com efeito, o fato de que, para um melhor aproveitamento dos processos produtivos é fundamental o entendimento das potencialidades e fragilidades do relevo em face das atividades humanas. Para tanto, faz-se preciso o desenvolvimento de estudos que envolvam suas características morfológicas, morfométricas e os processos morfogenéticos que esculpem e modelam diferentes formas de relevo. Esses estudos, contudo, não devem ser pautados numa perspectiva estática, muito menos na análise do relevo *per se*, devendo considerar todos os componentes dos sistemas físicos ambientais (SOUZA, 2000), suas relações de dependência e funcionalidade, além de incluir as influências que as atividades humanas ensejam a esses processos.

Ross (1992) leciona que as diferentes formas de relevo têm explicação genética e que a sua compreensão passa necessariamente pelo entendimento

do seu inter-relacionamento com os demais componentes naturais, como as águas, os solos, o subsolo, o clima, a vegetação e a manifestação das relações socioeconômicas por meio das diferentes formas de ocupação do território.

Sobre as relações de dependência estabelecidas entre o relevo e as demais componentes ambientais, Ross (1995) diz que os levantamentos geológicos subsidiam a análise do relevo e ajudam a compreender os tipos de solos que ocorrem em cada unidade do relevo, ao tempo em que os estudos de solos fornecem informações texturais, estruturais e químicas que permitem a análise dinâmica do relevo e de sua fragilidade. A climatologia subsidia o conhecimento sobre solos, dinâmica do relevo, atuação dos processos erosivos (químicos e físicos), inundações, deslizamentos de terras, distribuição da cobertura vegetal e o comportamento do regime hídrico.

Ante o exposto, emerge o papel integrador do relevo nos estudos ambientais, justamente por estar na interface da atmosfera com a litosfera e que para o seu entendimento é necessário saber o funcionamento das componentes. A esse respeito Ross (1995, p. 68) explica que *A geomorfologia, pelo seu papel integrador nas ciências da terra, é uma disciplina que muito atende aos interesses da geografia e do planejamento territorial/ambiental.*

Com base nesses preceitos, parte-se do entendimento de que o relevo é o resultado da interação de forças ativas e passivas derivadas dos processos endogenéticos e das forças ativas dos processos exogenéticos. Tal concepção baseia-se em Penck (1953) ao estabelecer que as forças que moldam e modelam o relevo terrestre são emanadas da atmosfera e do interior da Terra. Consoante referido autor, os relevos atuais da Terra encerram o resultado do antagonismo das forças motoras dos processos endógenos e exógenos.

Penck (op. cit.) definiu as forças endógenas como passivas ou ativas. Os processos ativos são comandados pela dinâmica da crosta e se manifestam por meio de dobramentos, falhamentos, vulcanismos, fraturas, abalos sísmicos, intrusões, soerguimentos e afundamentos cuja gênese é comandada pela tectônica de placas; ao tempo em que as forças passivas se definem pela resistência da litologia ao desgaste em razão dos diferentes tipos de rochas e arranjos estruturais que conferem maior ou menor resistência aos processos de meteorização, que se manifestam muito lentamente de forma passiva, porém, constante e desigual.

Por sua vez, a ação exógena é comandada pelas condições climáticas e se manifesta na meteorização das rochas por meio da ação química e mecânica das águas, ventos e diferenciações de temperatura. Com base nos preceitos estabelecidos por Penck (1953), Ross e Moroz (1997) enfatizam que essas ações resultam da energia emanada pelo Sol, que aquece a baixa atmosfera e comanda os processos de circulação atmosférica, que, por sua vez, atuam de modo constante e desigual, tanto no tempo como no espaço. Deste modo, fica evidente que essas forças atuam de modo diferente sobre a superfície, conforme as características locais, regionais ou zonais, atuais e pretéritas.

Deve-se, portanto, ter clareza de que as formas de relevo resultam da ação dos processos climáticos e das forças emanadas do interior da Terra ao longo do tempo geológico. Fato imprescindível considerar que o clima e a estrutura atuam de forma desigual ao longo do tempo, constituindo um processo constante e em perpétua evolução.

No tocante aos estudos de geomorfologia do Quaternário para as áreas intertropicais do território brasileiro, Ab'Saber (1969) propôs uma abordagem pautada em três níveis de análise.

O primeiro corresponde à compartimentação topográfica regional. Nesse nível, deve-se caracterizar e descrever as formas de relevo o mais detalhadamente possível em cada um dos compartimentos estudados. Consiste essencialmente em identificar as formas de relevo com base no estabelecimento das diferenças e semelhanças, na delimitação das unidades e na descrição das formas.

A estrutura superficial da paisagem compreende o segundo nível de tratamento. Nessa etapa, além de apresentar as características morfológicas e morfométricas básicas, deve-se obter informações sobre a estrutura superficial da paisagem em todos os compartimentos e formas de relevo observadas. A estrutura superficial corresponde ao material que está próximo à superfície, constituído por solos, depósitos coluvionares e aluvionares, detritos rochosos, dentre outros. Segundo Ab'Saber, nessa fase, é possível estabelecer previamente as primeiras proposições interpretativas sobre os processos paleoclimáticos e morfoclimáticos ocorridos na área de estudo ao longo do Quaternário, o que corresponde à análise morfoclimática. No tocante a este

nível de pesquisa, a proposta inicial negligencia a importância da litologia, devendo esta ser incorporada em razão das suas propriedades e arranjos estruturais e litológicos que conferem maior resistência aos processos de meteorização.

O terceiro nível de tratamento (fisiologia da paisagem) preocupa-se em entender os processos atuais, ou seja, seu funcionamento. Este nível de análise deve buscar o entendimento dos fluxos de matérias e energias existentes na paisagem. A fisiologia passa pelo entendimento da sucessão habitual do tempo e da ocorrência de fatos climáticos excepcionais, que o autor denominou de espasmódicos, considerando também os processos biogênicos e químicos correlacionados. A correta mensuração desses fluxos requer a utilização de equipamentos de precisão.

Em síntese, pode-se assinalar que a compartimentação topográfica corresponde a uma fase descritiva das formas, a estrutura superficial envolve aspectos morfogenéticos expressos nos materiais em tempos passados e, por fim, a fisiologia da paisagem envolve o funcionamento, ou seja, a dinâmica da paisagem no presente.

Atualizando essas concepções, pode-se dizer que o primeiro nível corresponde às formas, o segundo compreende os materiais, e o terceiro nível representa os processos, que constituem os objetos de análise da geomorfologia.

Embora em suas proposições Ab'Saber não aborde diretamente temas relacionados ao mapeamento geomorfológico, a partir da década de 1970, o primeiro e o segundo níveis da pesquisa foram incorporados aos mapeamentos geomorfológicos, já que representam um retrato estático da paisagem, enquanto o terceiro nível até pode estar indicado, porém, o mapa não possibilita a representação da dinâmica (ROSS, 2007).

Atualmente, no desenvolvimento dos estudos de geomorfologia aplicada, Ross (2003) ressalta que essas investigações devem estabelecer a análise dos aspectos relacionados à: compartimentação topográfica; caracterização dos padrões de formas e das vertentes e suas relações com os solos, as rochas, o clima e a vegetação; classificação das formas de relevo quanto à sua gênese, tamanho (morfometria) e dinâmica atual; e a classificação das formas de relevo quanto à sua fragilidade potencial e

emergente, procurando-se identificar problemas de erosão e assoreamento, inundações, instabilidade dos terrenos nas vertentes muito inclinadas e instabilidade dos terrenos planos.

Com base nos preceitos anteriormente mencionados e nas contribuições de Penck (1953), Mecerjakov (1968), Ross (1992) e Ross e Moroz (1997), para análise e mapeamento do relevo, serão utilizados os conceitos de morfoestruturas e morfoesculturas. A incorporação desses conceitos faz-se premente à medida que *“todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura”*. (ROSS, 1992, p. 19).

O conceito de morfoestrutura está associado à gênese, cujas características estruturais, litológicas e geotectônicas o definem. As unidades morfoestruturais são caracterizadas, via de regra, por apresentarem grandes dimensões territoriais. Como exemplo dessas unidades, pode-se mencionar as grandes bacias sedimentares, as plataformas ou *crátons* e os cinturões orogênicos.

Os *crátons* ou plataformas são unidades estruturais de grande dimensão, muito antigas datadas do Pré-Cambriano médio e inferior, que atualmente apresentam estabilidade tectônica, mas que já passaram por diversos processos tectônicos e de arrasamento. No caso do território brasileiro, podemos citar como exemplo dessas morfoestruturas o *cráton* do São Francisco, a Plataforma Amazônica e o *cráton* Uruguaio-sulriograndense, cujas litologias e arranjos estruturais datam do Pré-Cambriano inferior.

No caso brasileiro os cinturões orogênicos são representados pelas faixas de dobramentos ocorridos no Pré-Cambriano médio e superior. Essas estruturas apresentam características estruturais, genéticas, macromorfologia e idades específicas, com destaque para grandes variações altimétricas, paralelismo entre serras e vales, e intrusões associadas a dobramentos que, apesar das longas fases erosivas, ainda guardam características de cadeias orogênicas. No Brasil, o exemplo mais marcante dessa morfoestrutura é o cinturão orogênico do Atlântico, que se estende por praticamente toda a costa oriental do Brasil.

No tocante às grandes bacias sedimentares, no território brasileiro tem-se a ocorrência das chamadas bacias sedimentares Fanerozóicas, dentre as quais se destacam as bacias do Amazonas, do Parnaíba (Piauí-Maranhão), do Parecis e do Paraná. Essas morfoestruturas guardam características de gênese, idade e macromorfologia específicas em razão das influências geotectônicas e do desenvolvimento de diversificados e longos processos erosivos, comandados por mudanças climáticas ocorridas durante a epirogenia (AB'SABER, 1972). Atualmente essas morfoestruturas encontram-se em diversos níveis altimétricos e diferentes estados de desgaste (ROSS e MOROZ, 1997).

A definição do conceito de morfoescultura está associada à ação climática sobre determinada estrutura. Ross e Moroz (*op. cit.*) ensinam que as morfoesculturas são representadas pelo modelado, morfologias e tipos de formas geradas pelo desgaste erosivo promovido por ação climática atual e pretérita em diferentes morfoestruturas. Ainda na lição dos autores, as unidades morfoesculturais são marcadas por padrões de fisionomia de relevo desenvolvidos por meio de atividades climáticas que se sucederam tanto no tempo como no espaço, imprimindo de forma contínua suas marcas no relevo.

Em síntese, as morfoestruturas são caracterizadas numa escala temporal diferente, sendo mais antigas do que as morfoesculturas. Estas últimas tendem a ter idades mais recentes, visto que são esculpidas sobre as primeiras, ou seja, não se pode ter uma unidade morfoescultural sem que esta esteja associada a uma unidade morfoestrutural, o que confere às unidades morfoesculturais uma dimensão mais reduzida do que a morfoestrutural. Assim, dentro de uma mesma unidade morfoestrutural, podem ser encontradas várias morfoesculturas.

A utilização desses dois conceitos em geomorfologia permite a compreensão do relevo no conjunto da paisagem, ou seja, numa base territorial onde as sociedades interagem, conferindo a produção de sistemas socioambientais. A esse respeito, Ross (2006, p. 9) aponta que

A geomorfologia é, portanto, um componente da natureza, produto direto e permanente das interações dos fluxos externos e internos de energia, cujo resultado são as formas de relevo ou fisionomias do

terreno, oferecendo sustentáculo para os arranjos espaciais produzidos pela humanidade.

Deste modo, fica evidente que o estudo das formas de relevo fornecem importantes subsídios à avaliação das potencialidades e fragilidades dos ambientes naturais em face das diferentes tipologias de uso.

A preocupação quanto às diferentes formas de uso e apropriação do relevo e dos recursos ambientais, num sentido mais amplo, emerge das ações de certo modo predatórias que a sociedade imprime à natureza no decurso de construção e reconfiguração de seus territórios.

O rápido crescimento demográfico, a disponibilidade de novas tecnologias e a acentuação das contradições e diferenças sociais existentes na sociedade contemporânea exercem pressão cada vez maior sobre os recursos naturais para o atendimento de suas necessidades básicas e aquelas 'criadas' pela sociedade do consumo.

A pressão se torna mais evidente quando da degradação da qualidade ambiental, manifesta na exaustão dos recursos naturais, comprometimento das funcionalidades sistêmicas, perdas paisagísticas, ocupação de áreas de riscos, que em escala global põem em risco a própria sobrevivência da espécie.

Dentre esses e tantos outros problemas ambientais, a ocupação de áreas de riscos assume destaque, já que eventos de rápida duração podem apresentar efeitos severos à sociedade. Em tais situações, faz-se premente analisar a vulnerabilidade da sociedade à ocorrência desses eventos.

Analisar a vulnerabilidade de determinadas áreas, principalmente áreas urbanizadas, em face dos azares naturais a que estão susceptíveis, permite identificar os principais riscos que podem ser desencadeados. Com efeito, Christofolletti (2001, p. 422) aponta que os fenômenos geomorfológicos assumem significativa importância, à medida que

Os azares relacionados com os fenômenos geomorfológicos ganham compreensão sobre sua magnitude e frequência quando integrados aos inputs energéticos fornecidos por outras categorias de fenômenos.

Conforme assinala Christofolletti (2001), a geomorfologia, ao analisar as formas do relevo enfocando suas características morfológicas, materiais,

processos atuantes, fatores controlantes, bem como a dinâmica evolutiva, permite desenvolver pesquisas aplicadas, envolvendo diretamente a análise dos dados geomorfológicos voltados para o atendimento de objetivos relacionados ao uso do solo, inserindo-os nos procedimentos de manejo e tomada de decisão.

Ante o exposto, evidencia-se que os estudos de geomorfologia aplicada devem nortear (realizar) trabalhos práticos (estudos técnicos) de caráter geomorfológico engajados ao planejamento socioeconômico e ambiental, mediante utilização de produtos sensores e controle de campo, cuja finalidade é a geração de uma cartografia geomorfológica integrada de leitura direta e que subsidie o planejamento ambiental em espaços físico-territoriais com diferentes dimensões, considerando, inclusive, sua taxonomia (ROSS, 1992).

2.3 *Análise da fragilidade do ambiente*

A análise da fragilidade do ambiente é uma proposta de classificação voltada ao planejamento ambiental, cujo princípio básico é definir os diferentes níveis de fragilidade dos ambientes naturais e/ou modificados pelas atividades antropogênicas em face do desenvolvimento das atividades humanas, já que a fragilidade dos ambientes para as atividades humanas é maior ou menor em face de suas características genéticas (ROSS, 1994).

As unidades de fragilidade ambiental são importante instrumento de subsídio ao planejamento, já que *“a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes permite melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial”*. (ROSS, 1995, p. 73).

Fierz (2008) confirma essa tendência, ao acentuar que cada sistema apresenta características dinâmicas próprias com diferentes estágios de fragilidade que podem ser avaliados de acordo com o seu equilíbrio e propensão a mudanças ao longo do tempo ou por meio de distúrbios. Tal

asserção reforça a ideia de que os sistemas apresentam diferentes capacidades de uso em virtude das intervenções humanas.

Assim sendo, a fragilidade dos ambientes naturais deve ser considerada no planejamento ambiental-territorial, pautada nos preceitos de unidades ecodinâmicas, de Tricart (1977). Sobre a concepção de unidades ecodinâmicas Ross (1994, p. 65) ensina que,

Dentro desta concepção ecológica o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria dos sistemas que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nas diversas componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentes.

Na condição Tricart (1977), a ecodinâmica das paisagens é uma abordagem metodológica cujo intuito primordial é fazer uma Geografia Física cooperada com a Ecologia, e que, desde essa aproximação, é possível estabelecer os diferentes níveis de estabilidade do ambiente.

O conceito de unidade ecodinâmica é integrado à idéia de ecossistemas, com base no instrumento lógico dos sistemas, onde são enfocadas as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental e os fluxos de matéria e energia existentes no meio ambiente. Ainda segundo autor, essa abordagem é voltada ao melhor aproveitamento dos recursos ambientais, de forma que sua exploração não ultrapasse a capacidade de suporte do ambiente.

Ross et al. (2008) dizem que esse tipo de avaliação exige um bom conhecimento dos fluxos de matéria e energia que caracterizam o sistema, o que para Tricart significa “*determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema ou determinar quais as medidas que devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada sem degradação*”. (ROSS et al., op. cit., p. 68).

Ao apresentar os pressupostos teórico-metodológicos para a definição da teoria ecodinâmica, Tricart afirma que o homem participa efetivamente dos ecossistemas onde vive, modificando-os, permanentemente, para atender seus anseios e necessidades. Essas interferências variam conforme o grau de

desenvolvimento tecnológico e dos processos histórico-culturais de determinada sociedade, desencadeando adaptações no ambiente para que esse possa se adequar a essas mudanças.

Para definição das unidades ecodinâmicas, no entanto, Tricart (op. cit.) considerou essencialmente a relação entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos. Segundo o autor, mediante aferição do balanço entre a morfogênese e a pedogênese, é possível qualificar a ecodinâmica das paisagens, definindo a maior ou menor estabilidade dos ambientes em decorrência da intensidade dos processos atuais. Quando a relação for predominantemente favorável à pedogênese, maior estabilidade será conferida ao ambiente, o que lhe assegurará estado mais avançado de estabilidade. Quando a morfogênese predominar, configura tendência a um ambiente ecodinamicamente instável. Nos casos em que pode prevalecer a manifestação ativa e intensa dos processos pedogenéticos e dos processos morfogenéticos simultaneamente, configuram-se os ambientes de transição.

Nessa perspectiva, foram propostos três meios ecodinâmicos: estáveis, de transição (*intergrades*) e fortemente instáveis, que serão sinteticamente caracterizados:

Os ambientes estáveis são aqueles em que os processos pedogenéticos predominam em relação aos processos morfogenéticos, ou seja, a deposição supera a erosão. O modelado evolui lentamente, com fraca atuação dos processos mecânicos. A estabilidade morfogenética é antiga, em virtude, principalmente, do baixo potencial erosivo. Consequentemente, há um recobrimento vegetal bem desenvolvido e pouco alterado pelas atividades socioeconômicas, assemelhando-se às condições vegetacionais originais, o que corresponderia ao “clímax”, ou onde a vegetação está em decurso avançado de regeneração. Nos ambientes que apresentam essas condições, há equilíbrio entre a exploração dos recursos e a capacidade produtiva dos sistemas.

Ambientes de transição ou *intergrades* caracterizam-se pela ocorrência simultânea da morfogênese e da pedogênese. De tal modo, a formação de solos ou de relevo encontra-se numa relação que pode favorecer a uma ou a outra condição. Quando há predomínio da morfogênese, a ecodinâmica é de transição com tendências à instabilidade. Quando os processos pedogenéticos

são mais atuantes, ocorre um ambiente de transição com tendências à estabilidade. Nesse tipo de meio ecodinâmico, o equilíbrio entre a capacidade produtiva e o uso e exploração dos recursos ambientais pode ser facilmente alterado em razão das intervenções ensejadas pelas atividades socioeconômicas, podendo um ambiente passar do estado de transição com tendências à estabilidade para um ambiente de transição com tendências à instabilidade, e, dependendo do grau de alteração, pode chegar à condição de forte instabilidade.

Nos ambientes fortemente instáveis, os processos morfogenéticos são predominantes em relação aos processos pedogenéticos, estando os outros elementos do sistema natural subordinados à morfogênese. A atividade dos processos erosivos é intensa, por vezes acarretando o exaurimento da capacidade produtiva dos recursos naturais. Nessas situações, as reservas paisagísticas são fortemente comprometidas, chegando, muitas vezes, à condição de irreversibilidade, com rupturas do equilíbrio ecológico, remoção dos solos e impossibilidade de manutenção da atividade biológica e do desenvolvimento de atividades socioeconômicas.

Sobre a dinâmica dos ambientes instáveis, Ross et al. (2008, p. 71) apresentam que

Os ambientes instáveis são assim caracterizados por notáveis mudanças das formas, frequentemente alterações sazonal, crônica ou catastrófica, devido a um importante fluxo de material principalmente grosseiro, mas não necessariamente. São várias as causas dos ambientes instáveis, tais como as forças internas como fortes tremores de terra, condicionando deslizamentos de terras, fluxos de lamas, avalanches de neve e gelo, fluxo de lavas vulcânicas. Condições bioclimáticas também são causas de instabilidade. Irregularidade climática é em geral um sério limitante fator ecológico, bem como as intervenções das sociedades humanas que ao se apropriarem dos recursos ecológicos no ambiente geram instabilidade morfodinâmica em diferentes níveis ou graus.

Embora em suas considerações teóricas Tricart não mencione a Teoria do Equilíbrio Dinâmico, Fierz (2008) destaca o fato de que, com a ecodinâmica, Tricart foi um dos autores que conseguiu aproximar os preceitos estabelecidos na Teoria do Equilíbrio Dinâmico de uma aplicação.

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

Ross et al. (2008) expressam que esses pressupostos atendem perfeitamente a uma perspectiva de planejamento agronômico-ambiental, que embora válida, não atende suficientemente os propósitos voltados para um planejamento ambiental de aspecto mais amplo, que privilegiem a dinâmica e as demandas das sociedades humanas nos seus aspectos econômicos, culturais e políticos.

Deste modo, são encontradas limitações à ampla utilização da ecodinâmica aos estudos geográfico-ambientais com vistas ao planejamento. Um dos principais problemas da proposta original de Tricart é privilegiar a ação dos elementos externos, de certo modo, subestimando a ação dos processos endógenos. Ao tratar essencialmente dos processos físico-ambientais, a ação das sociedades humanas é negligenciada, tornando-a de difícil aplicação em áreas urbanizadas, onde o grau de complexidade é maior em virtude das interferências produzidas pelos diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico, econômico e cultural.

Por fim, o estabelecimento de apenas três meios ecodinâmicos reduz em muito as possibilidades de utilização dessa teoria, pois por mais que o ambiente esteja em estágio de estabilidade, ele tende à instabilidade, principalmente se consideradas as transformações das sociedades humanas.

A esse respeito, Ross (1994) ampliou o conceito de unidades ecodinâmicas ao estabelecer as unidades de instabilidade em potencial e as unidades de instabilidade emergente, classificando-as em cinco níveis hierárquicos, variando de muito fraca a muito forte. Para tanto, desconsiderou os meio *intergrades* em face da imprecisão de definição dessa unidade e inseriu novos critérios de classificação para as unidades ecodinâmicas estáveis e unidades ecodinâmicas fortemente instáveis.

As unidades de fragilidade potencial, grosso modo, correspondem aos ambientes estáveis que se encontram em condições de equilíbrio dinâmico, portanto, que foram menos afetados pelas atividades humanas. Embora apresentem condições de ambientes estáveis, “*apresentam instabilidade potencial qualitativamente previsível face as suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica.*” (ROSS, 1994, p. 66).

Ao mesmo tempo, as unidades de fragilidade emergente estão associadas aos ambientes fortemente instáveis, ou seja, onde não se configuram as condições de equilíbrio dinâmico. Essas unidades, embora possam ser naturalmente frágeis, se caracterizam principalmente por serem aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente o ambiente natural, pelo desenvolvimento de atividades socioeconômicas que afetaram a dinâmica ambiental, principalmente os desmatamentos. Assim como as unidades de fragilidade potencial, as de fragilidade emergente variam de muito fraca a muito forte.

Tanto as unidades de fragilidade potencial como as unidades de fragilidade emergente são hierarquizadas numa classificação qualitativo-numérica que varia de muito baixa (1), baixa (2), média (3), forte (4) e muito forte (5), representadas abaixo na Tabela 1.

Tabela 1 Classificação das unidades de fragilidade.

UNIDADES DE FRAGILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INTENSIDADE DA FRAGILIDADE	
	QUALITATIVA	NUMÉRICA
Fragilidade Potencial	Muito baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Forte	4
	Muito forte	5
Fragilidade Emergente	Muito baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Forte	4
	Muito forte	5

Fonte: Ross, 1994.

Segundo Ross et al. (2008), a redefinição das unidades ecodinâmicas foi fruto do atendimento das necessidades decorrentes dos projetos de

planejamento para bacias hidrográficas, bem como para investigações e resolução de problemas em áreas urbanas com inundações. A esse respeito, falam que

A utilização dos conceitos de Tricart (1977) despertou em Ross (1990 e 1994) a percepção de diferentes níveis de fragilidade dos sistemas ambientais e as características naturais de um lado e de outro o potencial de uso socioeconômico dos recursos naturais. Assim surgiu a concepção de fragilidade ambiental, com análises integradas das relações sociedade-natureza, onde se admite como princípio lógico que os seres humanos são o centro das preocupações e que as questões ambientais são antes de tudo socioculturais. (ROSS, et al., 2008, p. 73).

O reconhecimento das potencialidades e fragilidades dos recursos naturais passa necessariamente pelos levantamentos de solos, clima, rochas, minerais, águas, flora e fauna, enfim de todas as componentes da natureza; no entanto, a análise da fragilidade exige que esses componentes sejam avaliados de forma integrada, ancorados numa perspectiva sistêmica que parte do pressuposto de que na natureza a funcionalidade é intrínseca, envolvendo as componentes físicas, bióticas e socioeconômicas, como bem explica Ross (1995, p. 73)

A identificação dessas unidades tem como objetivo principal fornecer informações dos componentes da natureza de forma integrada, sinteticamente tratadas e representadas em áreas homogêneas. Este produto cartográfico deve representar nos diferentes ambientes naturais, as suas fragilidades potenciais e emergentes e as áreas de riscos (deslizamentos, inundações etc).

Deste modo, está evidente que a maior ou menor fragilidade dos sistemas não é dependente de um só fator, mas de um conjunto de fatores que determinam a capacidade de resiliência do ambiente que é, antes de tudo, a vulnerabilidade que esse sistema apresenta às intervenções humanas (SANTOS, 2006). Em razão, sobretudo, do caráter integrador apresentado, compreende-se que a fragilidade ambiental encerra o resultado do diagnóstico ambiental, considerando inclusive a ação das atividades humanas.

Em síntese, a análise da fragilidade ambiental exige que os conhecimentos setorizados pelas diversas disciplinas científicas sejam avaliados de forma integrada, partindo da premissa de que a natureza apresenta uma funcionalidade intrínseca entre as componentes físico-bióticas e as atividades humanas (ROSS, 1994). Para tanto, deve ser desenvolvida uma série de estudos básicos.

Tais estudos constituem parte fundamental na definição das fragilidades ambientais, ainda mais quando se tratam de áreas que apresentam elevado índice de urbanização, como é o caso desta pesquisa, que investiga a fragilidade ambiental em um ambiente fortemente urbanizado. Maior detalhamento dos estudos setoriais necessários à definição da fragilidade será oportunamente apresentado no capítulo referente aos procedimentos metodológicos e operacionais.

2.4 *Vulnerabilidade social*

Existem várias definições e possibilidades de se compreender a vulnerabilidade. Numa perspectiva popular baseada no senso comum, a vulnerabilidade se refere à susceptibilidade em ser afetado por alguma coisa, enquanto em termos acadêmicos as abordagens de vulnerabilidade assumem a polissemia do conceito, tornando-a passível de investigação pelas diversas áreas do conhecimento científico.

Sobre a diversidade das disciplinas e profissionais que realizam abordagens relacionadas à vulnerabilidade, Porto (2007) diz que, por meio desse conceito, é possível abordar dimensões presentes nos três grandes níveis de fenômenos de complexidade segundo a epistemologia ambiental desenvolvida por Funtowicz e Ravatez (1994). Referida epistemologia envolve: o mundo fisicalista analisado pela Física, Química e Engenharias; o mundo dos seres vivos, analisado pelas ciências Biológicas e Biomédicas; e, finalmente, o mundo humano, analisado pelas Ciências Sociais e Humanas, bem como pela Filosofia (PORTO, 2007).

Tominaga (2009a) define a vulnerabilidade como um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos, políticos e ecológicos que aumentam a susceptibilidade ao impacto de um perigo. Veyret e Richemond (2007a) vão além, ao dizerem que ser vulnerável é estar fisicamente exposto a um perigo, apresentando certa fragilidade diante do evento e não ter condições ou os meios para enfrentar a crise. Ainda segundo as autoras, a análise dos prejuízos desencadeados por essa situação de crise se denomina vulnerabilidade.

A vulnerabilidade, portanto, compreende um limiar de ruptura, a possibilidade de sofrer perturbações derivadas de intervenções que podem ter sido originadas para além dos limites territoriais do sistema afetado.

Na determinação da vulnerabilidade, é considerada a capacidade de um sistema complexo (como uma cidade) em se restabelecer após uma crise (VEYRET e RICHEMOND, op. cit.); ou seja, quanto maior for a vulnerabilidade do sistema, menor será sua capacidade de absorver a perturbação sofrida ou de se readaptar a nova situação, o que para Porto (2007, p. 161) significa dizer que a vulnerabilidade apresenta um significado oposto ao de resiliência.

Em outras palavras, a vulnerabilidade, no campo dos desastres, pode ser entendida como uma propriedade de um sistema sócio-ambiental – ou seja, o grau no qual um sistema ou unidade de exposição é susceptível a algum dano, decorrente de uma exposição a alguma perturbação ou estresse no sistema –, bem como a falta de habilidade para enfrentar, recuperar ou mesmo se adaptar de forma estrutural, perdendo características e adquirindo outras, ou seja, transformando-se em um novo sistema.

As análises sobre a vulnerabilidade podem ser tomadas numa perspectiva individual ou coletiva, contudo, fica evidente que, mesmo numa análise que toma como referência o indivíduo, a vulnerabilidade pode ser compartilhada por um grupo social, ou seja, segundo Veyret e Richemond (2007a), a vulnerabilidade em grande medida se dá em virtude da distribuição da população em torno de um local de risco.

Para Porto (2007), o conceito de vulnerabilidade está referido a grupos sociais específicos que se encontram em um dado território, expostos a um determinado fenômeno e fragilizados quanto a sua capacidade de

compreender e enfrentar esses riscos. Ainda segundo o autor, essa característica torna a vulnerabilidade um conceito-chave para uma análise integrada e contextualizada dos riscos, por trazer à tona, simultaneamente, questões éticas, políticas, físicas e técnicas que conformam a distribuição espacial dos riscos e a capacidade das populações em enfrentá-los.

É justamente o grau de vulnerabilidade de uma sociedade que vai determinar sua capacidade de reconstituição após a ocorrência do desastre, o que, de certo modo, reflete as condições socioeconômicas da população e suas relações socioespaciais. A esse respeito, Cruz et al. (2003, p. 69) dizem que *“La vulnerabilidad es una variable: depende del tipo y la dinámica del desarrollo social en el lugar en riesgo y de su relación con un conjunto de circunstancias llamadas ‘contextos del desastre’.”*

Porto (2007, p. 167) exprime que a vulnerabilidade social pode ser dividida em dois tipos – populacional e institucional. A vulnerabilidade populacional corresponde a grupos específicos mais susceptíveis a determinados tipos de risco. Não se trata apenas de maior exposição, mas, sobretudo, da dificuldade ou incapacidade que esses grupos possuem de identificar e reagir aos riscos, bem como atuar nos processos decisórios. O autor ainda destaca a ideia de que a existência desses grupos está relacionada aos processos históricos que concentram poder político e econômico.

Thouret (2007), ao tratar da vulnerabilidade nas sociedades latino-americanas, com base numa perspectiva do subdesenvolvimento, postula a noção de que sua origem está associada a processos histórico-político-econômicos que remontam ao período de colonização.

Esses processos são condicionados pela lei do “desenvolvimento desigual e combinado”, que confere uma escalada na vulnerabilidade comum aos países em desenvolvimento e às comunidades marginalizadas, propiciando a reprodução das desigualdades duráveis. Ao tratar do que chama de crescimento da vulnerabilidade na América Latina, Thouret (2007, p. 90) ressalta que

A progressão da vulnerabilidade é um processo complexo, cujas raízes mergulham na colonização latina, sobretudo, no período pós-colonial, que coincidiu com o abandono ou a ausência de controle do meio e da má qualidade do controle da expansão urbana em um contexto natural tornado frágil.

Ao mesmo tempo, a vulnerabilidade institucional está relacionada à incapacidade/ineficiência da sociedade e suas instituições em regular, fiscalizar, controlar e mitigar os riscos, especialmente nos grupos sociais e territórios mais vulneráveis. Esta vulnerabilidade é decorrente da fragilidade do sistema, representado pelos marcos: regulatórios, jurídicos, normativos, institucionais, bem como pela restrição de recursos técnicos, humanos e econômicos.

Para melhor especificação quanto à vulnerabilidade social, Porto (2007) subdivide a vulnerabilidade populacional e institucional em subgrupos, apresentados no Quadro 1.

Há de se ressaltar que a vulnerabilidade populacional e institucional (social) se combina com as características da fragilidade ambiental, potencializando a vulnerabilidade socioambiental como um todo.

Ante os pressupostos inicialmente abordados, fica evidente que a exposição aos riscos e a capacidade de resposta da sociedade estão diretamente relacionadas às condições socioeconômicas da população, determinadas pelo nível de pobreza da sociedade. Não por acaso, a vulnerabilidade é maior nos países em desenvolvimento, o que expõe a fragilidade da sociedade e das instituições em lidar com as situações de crise e até mesmo para o atendimento das necessidades básicas da população.

Resumidamente, pode-se concluir que a vulnerabilidade envolve uma perspectiva multidimensional e que compreende a exposição de um sistema complexo aos riscos e a sua capacidade de resposta, sendo esta determinada (no caso de grupos sociais) pelo seu nível de pobreza, definido pelo contexto político, histórico e cultural.

Quadro 1 Diferentes tipos de vulnerabilidade populacional e institucional

Elementos associados à vulnerabilidade social		Características
Vulnerabilidade Populacional	Discriminação social	<ul style="list-style-type: none"> - Processos históricos excludentes que levam a desigualdades sociais e econômicas; - Concentração de poder e renda; - Discriminação social;
	Relações de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Precarização das relações de trabalho; - Baixo nível de salário e proteção social ao trabalhador; - Fragilidade das organizações e representações sindicais;
	Capacidade de Influenciar processos decisórios	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa capacidade influenciar os processos decisórios; - Pequena capacidade de mobilização e participação; - Incipiente percepção dos riscos; - Maior preocupação com o atendimento das necessidades básicas de sobrevivência.
	Percepção e priorização dos riscos	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo nível de percepção dos riscos; - Modestos índices sociais especialmente os relacionados à escolaridade, renda e educação; - Práticas cotidianas que reduzem a percepção dos riscos; - Dependência econômica de certos grupos sociais;
	Capacidade de organização e mobilização	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de equilíbrio entre as forças econômicas geradoras de riscos e a população afetada; - Falta de clareza sobre os direitos básicos fundamentais; - Resistências por questões culturais, políticas e econômicas; - Falta de cultura participativa na região; - Rápido crescimento das periferias; - Presença de organizações com práticas violentas e/ou criminosas; - Maniqueísta entre preservação ambiental e desenvolvimento social por algumas organizações e movimentos ambientalistas;
Vulnerabilidade Institucional	Restrições econômicas e tecnológicas de investimentos em prevenção	<ul style="list-style-type: none"> - Dependência tecnológica; - Baixa capacidade de investimentos; - Falta de investimentos na qualificação profissional; - Precariedade na manutenção das estruturas; - Baixa qualidade dos padrões preventivos
	Globalização, duplo padrão e chantagem locacional	<ul style="list-style-type: none"> - Padrões preventivos totalmente distintos (para o mesmo risco) conforme a localização; - Manutenção ou acentuação das desigualdades regionais e da injustiça ambiental - Incentivos fiscais, locacionais e precarização das condições de trabalho para transferência de indústrias;
	Deficiências nas bases legais	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência ou fragilidade de legislação em contextos vulneráveis para prevenção e controle de riscos; - Inexistência de bases institucionais e técnico-científicas; - Falta de legislação adequada sobre os riscos; - Auto-regulação das empresas geradoras de riscos; - Externalização dos riscos; - Incapacidade na implementação da legislação
	Deficiências nas instituições públicas e profissionais	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de articulação entre as instituições; - Limitações na base de dados e da capacidade de análise dos mesmos; - Diferentes objetivos e foco de ações entre as instituições; - Precariedade na estrutura e infra-estrutura institucional; - Falta de continuidade administrativa; - Precariedade na interação de esforços entre as instituições; - Precariedade nos mecanismos de controle e participação social; - Insuficiência de corpo técnico-científico qualificado.

Fonte: Adaptado de PORTO (2007).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

2.5 *Conceitos, percepções e abordagens sobre riscos*

Segundo Veyret e Richemond (2007a), os riscos hoje ocupam posição central na sociedade pós-industrial, em razão do seu potencial de produzir disfunções ou ensejar perigos, tornando os riscos onipresentes para a sociedade civil e para os tomadores de decisão.

O debate acerca do risco tomou força com a crença de que o desenvolvimento técnico-científico possibilitaria a eliminação completa dos riscos, ou seja, que seria possível a formação de uma ‘sociedade segura’ sem estar susceptível às incertezas e adversidades produzidas pelos fenômenos naturais ou os produzidos pelas atividades humanas.

Cruz (2007) explica que os riscos são inerentes às atividades humanas e estão presentes no nosso cotidiano, nós temos consciência de boa parte dos riscos, no entanto, a maioria deles está além das nossas possibilidades de seleção e controle.

Justamente por constituir temário tão presente na sociedade faz-se necessário maior esclarecimento sobre o que são, como são percebidos e de que modo se manifestam os riscos.

A noção do risco é complexa e, de fato, a palavra risco designa ao mesmo tempo tanto um perigo potencial, como a percepção desse perigo indicando uma situação percebida como perigosa na qual se está ou onde os efeitos podem ser sentidos (VEYRET e RICHEMOND, 2007a).

Nessa perspectiva, Porto (2007) destaca a necessidade de entender os riscos como fenômenos complexos e multidimensionais que são simultaneamente coletivos e singulares, possuindo dimensões técnicas, éticas e sociais irreduzíveis. Por esse conjunto de fatores, devem ser abordados seus aspectos conceituais, percepções e diferentes tipos de classificação.

Como forma de melhor operacionalizar o desenvolvimento da pesquisa, busca-se uma discussão de caráter acadêmico voltada para o conhecimento da natureza do fenômeno, assim como os aspectos teóricos e conceituais relacionados, sem, contudo, realizar uma longa e detalhada revisão teórica, de modo a tratar detalhadamente as diversas correntes teóricas,

conceitos e métodos associados. Deste modo, buscar-se-á a utilização de conceitos que procurem explicar e contextualizar os riscos, de modo que esses possam ser compreendidos e apreendidos.

Conceitualmente, risco é um termo genérico, que pode assumir variadas conotações, sujeito a diferentes abordagens, indo do risco econômico ao ambiental. Embora essas conotações estejam fundamentadas em diferentes princípios e objetivos de análise, elas possuem algo em comum, ao atribuir ao risco à possibilidade da ocorrência de situações danosas que podem afetar o ambiente ou sociedade.

Comumente a noção de risco é associada a um perigo imediato. O risco não significa necessariamente uma situação de perigo. Sair de casa representa um risco, já que se pode ser atropelado, assaltado, vítima de uma bala perdida etc., porém seria exagerado garantir que o ato de sair de casa corresponda a um perigo (SANTOS, 2006). Embora se esteja sujeito a essas situações, não significa que elas estejam na iminência de acontecer.

A maneira mais comum de se considerar o risco é como um produto do perigo, da exposição a esse perigo e o dano potencial que pode ser desencadeado. Seguindo essa concepção, Tominaga (2009b, p. 151) diz que o risco pode ser considerado como uma função do perigo (P), da vulnerabilidade (V) e do dano potencial (DP), podendo ser expresso na seguinte equação: $R=(P)\times(V)\times(DP)$.

Outras abordagens preconizam que o risco não é somente resultado de uma relação probabilística, produto de uma equação. Essas concepções o consideram em um contexto complexo que envolve uma série de variáveis, muitas vezes, difíceis de mensurar. Zuquette (1994), referenciado por Alves (2000), assinala que *“o risco é o resultado entre o evento e a vulnerabilidade dos elementos sob o risco e que corresponde à sua predisposição em ser afetado ou estar susceptível a sofrer perdas-danos”*.

Rebelo (2005), inspirado em K. Smith, diz que o risco é um processo ou acontecimento que pode ocorrer de forma natural ou induzida pelas atividades humanas com potencial de criar perdas, isto é, uma fonte geral de perigo futuro.

A esse respeito Veyret (2007, p. 11) expressa que, de fato, a palavra risco designa ao mesmo tempo tanto um perigo potencial como sua percepção, indicando uma situação perigosa.

O risco, objeto real, define-se como a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal.

A polissemia do risco, aliado à similaridade que esse conceito apresenta com outras categorias de fenômenos, faz com que exista certa confusão teórico-conceitual entre a noção de impacto, risco, perigo, desastre, catástrofe e *hazard*, fazendo com que em diversas abordagens esses conceitos sejam tratados, erroneamente, como sinônimos.

Conforme assinala Brilhante (2002), a noção de risco, notadamente o risco ambiental, é comumente confundida com a de impacto ambiental. Embora esses dois eventos estejam intimamente relacionados, existe diferença significativa entre eles. Impacto corresponde a uma interferência num ambiente, podendo essa ser positiva ou negativa. Já o risco assume sempre um efeito negativo.

Cruz (2007) faz questão de enfatizar a imprecisão conceitual que muitos pesquisadores fazem entre risco e perigo. Referido autor atribui boa parte dessa confusão ao termo inglês *hazard* que, ao ser adotado em países de língua de origem latina, enseja certa confusão. Comumente *hazard* é traduzido como 'perigosidade', embora isso não seja correto. *Hazard* é a manifestação de um fenômeno danoso que pode desencadear perdas humanas, econômicas e ambientais. Outros autores, a exemplo Yvette Veyret preferem a utilização do termo *álea* em vez de *hazard* nos estudos e avaliação de risco.

Por não se verificar diferenciações teórico-conceituais marcantes e por se referirem à ocorrência de um fenômeno ou efeito danoso, ou seja, a manifestação do risco, utilizar-se-ão nesta abordagem esses dois conceitos (*hazard* e *álea*) como sinônimos.

Já o perigo, sob uma óptica dos riscos, pode ser considerado como a possibilidade de ocorrência de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso em um determinado local e em um determinado período de tempo (MINC, 2006 e TOMINAGA, 2009).

Tominaga (2009b) ressalta que as pesquisas sobre perigos naturais no mundo foram iniciadas nos anos de 1960 por Gilbert White e seus colaboradores, cujas abordagens tratavam da avaliação dos riscos a um evento natural mediante a identificação dos processos socioeconômicos e dos processos físicos com seus parâmetros de análise: magnitude, frequência, duração, extensão em área, velocidade, disposição espacial e intervalo de tempo de recorrência. Para enfatizar a diferença entre os fenômenos naturais e a deflagração da situação de risco, usa-se como referência a afirmação de Cerri e Amaral (1998) apud Tominaga (2009b, p. 149). Segundo os autores,

[...] a susceptibilidade de uma área a um determinado fenômeno geológico corresponde à possibilidade de sua ocorrência como evento sem danos, enquanto risco está relacionado à possibilidade de que a ocorrência do fenômeno tenha consequências sociais e econômicas.

O risco se insere em dado contexto social (VEYRET e RICHEMOND, 2007b). Deste modo, uma situação que pode ser risco a um determinado segmento social pode não ser a outro. Por exemplo, a ocupação de uma planície de inundação constitui risco para uma população que não apresenta adequadas condições de infraestrutura. De outro lado, em uma região onde foram realizadas intervenções, visando a reduzir os efeitos potenciais de uma enchente, o risco é reduzido. Esta concepção reforça o papel da vulnerabilidade das organizações socioeconômicas na exposição aos riscos que podem vir a configurar situações de crise (*áleas/hazard*).

O risco não pode ser considerado puramente como contingência. Ele é, na realidade, parte de um processo de construção social, pois esses foram

produzidos da ação da sociedade e é sobre ela que ele se manifesta. Não existe risco sem uma sociedade que o perceba.

Segundo Veyret e Richemond (2007a, p. 30), o risco nasce da percepção de um perigo iminente ou de uma ameaça potencial cujas origens podem ser diversas. Estes perigos ou ameaças são sentidos pelos indivíduos e, ao se manifestarem, podem provocar prejuízos às pessoas, aos bens e à organização do território, podendo desencadear uma crise. A percepção, o conhecimento e a consideração do risco podem variar em função da cultura, do nível de desenvolvimento econômico e mesmo do grupo social envolvido.

Veyret (2007, p. 13) diz que a concepção de risco passa por uma constante mutação, pois o que hoje se concebe como risco até bem pouco tempo podia não ser considerado como tal. Essa mudança é motivada pelo aumento do nível de vida da população, o que levou a sociedade a demandar maior proteção a situações adversas; ou seja, as populações buscam maior segurança, recusando, deste modo, a incerteza do risco. A autora enfatiza a ideia de que essa busca por segurança é menor nos países em desenvolvimento, notadamente onde a luta pela sobrevivência é regra. Nessas situações, o risco ainda é aceito como fatalismo, realidade que pode ser facilmente verificada nos países em desenvolvimento, em especial nos países da América Latina. A esse respeito, Veyret e Richemond (2007b, p. 26) falam que

O risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que os produziu e, especialmente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época.

Outro fator que contribuiu decisivamente para maior percepção dos riscos foi a eclosão da chamada ‘crise ambiental’ deflagrada na década de 1970. A possibilidade de exaurimento dos recursos naturais e as possíveis consequências que a degradação ambiental poderia ocasionar fizeram com que as questões ambientais e, conseqüentemente, os riscos fossem tratados como questões prioritárias.

Esses fatores (melhoria das condições da qualidade de vida e eclosão da crise ambiental global) fizeram com que surgisse nas diferentes áreas do

conhecimento uma gama variada de abordagens sobre a temática dos riscos, notadamente sobre os riscos ambientais, tecnológicos e os relacionados à saúde pública.

Ao tratar dos diferentes tipos de abordagens que as sociedades podem dar aos riscos, Cruz et al. (2003) enfatizam que os riscos podem ser ignorados, agravados ou reduzidos pela práxis social, pois um risco é o que a sociedade compreende como tal, ou seja, um produto da cultura, do conhecimento e da reflexão em determinado contexto histórico.

Mesmo em face da diversidade e da complexidade das abordagens passíveis de se realizar, fica evidente que os riscos devem ser abordados de modo a abranger suas diferentes dimensões, considerando suas dinâmicas ambientais, socioeconômicas e culturais, já que os riscos se relacionam com as condições éticas, políticas, econômicas e culturais, que são em grande parte estabelecidas pelas relações de poder que se estabelecem nos territórios.

Nesse âmbito, a Geografia assume destaque por inserir os riscos nas relações sociais e suas traduções espaciais (VEYRET, 2007). A avaliação de riscos deve ser uma das preocupações da Geografia, justamente por sua perspectiva espacial, ou seja, por abordar as relações da sociedade com a natureza que se materializam espacialmente no território.

2.5.1 Classificações de risco

Veyret e Richemond (2007b, p. 63) enfatizam que existem inúmeros tipos de riscos, mas os que interessam à Geografia são aqueles cuja percepção e gestão se acompanham de uma perspectiva espacial. Esses se inserem na perspectiva dos processos e dos tipos de perigos que permitem sua percepção pelos diversificados atores sociais.

Lourenço (2007, p. 107) estabelece três tipos de riscos: naturais, antrópicos e mistos. Grosso modo, pode-se dizer que os riscos naturais são aqueles cuja origem se dá nos fenômenos da natureza. Já os antrópicos têm como fenômeno causador do dano as atividades humanas. Por fim, os mistos

são aqueles que apresentam essas causas combinadas, que constituem a maioria dos riscos de interesse da Geografia.

Outras classificações podem ser mais genéricas estabelecendo um grupo chamado de natural, onde se enquadram os fenômenos naturais que fogem à possibilidade de intervenção humana, e outro que trata das atividades relacionadas ao desenvolvimento da sociedade.

O’Riordan divide los riesgos en naturales y de origen social o humano. Así, sugiere que “hazard” (en el sentido de factor riesgos) se utilice para eventos naturales como erupciones volcánicas, inundaciones, tormentas y similares, reservando la denominación de ‘riesgos tecnológicos o ambientales’ para lo que dependa del desarrollo social. (CRUZ et al. 2003, p. 84).

Veyret e Richemond (2007b, p. 64) chamam atenção para a ambiguidade de algumas classificações de risco, pois algumas terminologias são redundantes. Risco social apresenta um caráter redundante, uma vez que o risco é sempre social, quaisquer que sejam as origens. Do mesmo modo, a expressão risco ambiental é ambígua, uma vez que é construída necessariamente pela sociedade. Ao utilizar o termo ‘risco natural’ enfatiza-se o processo que está na origem da construção do risco e não na incidência em um grupo social.

Ao classificar os riscos, Porto (2007) preocupa-se com a forma como esses se inserem e se comportam no espaço, o que para o autor é de fundamental importância para compreendê-los. Desta forma, classifica-os em demarcados e extensivos.

Os riscos demarcados são aqueles em que a fonte de geração dos perigos e a exposição a eles encontram-se próximas e podem ser analisadas no interior de um mesmo sistema. O risco de explosão em uma instalação industrial ou a contaminação dos solos por derramamento de um produto químico exemplificam um risco demarcado.

Já os riscos extensivos são aqueles nos quais a fonte ou as fontes de geração de perigo encontram-se longe do local de exposição. É onde o risco extrapola a fronteira dos sistemas geradores de perigo. As inundações constituem esse risco, pois a velocidade e a intensidade do escoamento podem estar associadas a chuvas ocorridas a montante do local onde foi deflagrada a

crise. Outro exemplo que se aplica aos riscos extensivos é o derramamento de substâncias tóxicas na corrente fluvial, onde os efeitos podem ser sentidos a jusante das áreas geradoras da *álea*.

Embora seja comum associar os riscos a eventos de grande magnitude e baixa frequência, é importante ressaltar que os riscos também podem se manifestar de forma lenta e gradual. Para classificações como essa, Veyret e Richemond (op. cit.) estabelecem a denominação de riscos imediatos e riscos difusos.

Os riscos imediatos são os relacionados a eventos de grande intensidade e magnitude, como as inundações. Já os difusos são mais sutis e chamam menos atenção, pois são de atuação lenta e constante, como a seca e a desertificação, cujos efeitos somente serão sentidos a longo prazo.

É difícil estabelecer uma aferição de qual tipo de risco apresenta maior ou menor capacidade de provocar danos. É fato, no entanto, que, mesmo causando prejuízos ambientais e sociais severos, que em muitos casos podem chegar a situações de irreversibilidade, os riscos difusos ocupam menor espaço nas abordagens relacionadas aos riscos e na sociedade em geral. De outro lado, os riscos imediatos, tanto pela intensidade de sua ocorrência, como pela sua maior 'imprevisibilidade', como pelos danos que podem ser imediatamente causados, despertam maior interesse acadêmico e comoção da sociedade civil como um todo.

Mesmo em face das possibilidades de classificação e de atuação das abordagens de riscos, o enfoque desta pesquisa recai sobre os riscos ambientais. Tal escolha se dá justamente pela sua manifestação socioespacial que interfere diretamente na forma como a sociedade se organiza nos territórios, sejam eles riscos naturais, sociais, tecnológicos, mistos, imediatos, difusos ou extensivos.

A ênfase será dada nos riscos ambientais derivados de fenômenos naturais, que podem ser provocados ou agravados pelas atividades humanas, especialmente os relacionados aos fenômenos atmosféricos comandados pela precipitação (inundações e movimentos de massa em decorrência da saturação dos solos).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

Os procedimentos técnico-operacionais são parte fundamental para o desenvolvimento de uma pesquisa, na medida em que são delimitados pela opção metodológica adotada como meio de atingir os objetivos delineados.

Matias (2002) atribui à técnica papel decisivo na história da evolução humana, pois a incorporação de novos instrumentais e tecnologias possibilitam maior integração e capacidade de correlação de dados. No mesmo sentido, Venturi (2005) ensina que o uso das técnicas possibilita a obtenção de dados sobre a realidade que embasarão os caminhos delineados pelo método. Ainda segundo o autor, ao mesmo tempo em que o método auxilia na organização do pensamento a incorporação das técnicas, auxilia na sistematização das informações.

Para a concretização dos objetivos delineados, foi utilizada uma série de procedimentos, técnicas de campo e escritório, complementares e inter-relacionados.

Tais procedimentos foram orientados conforme uma perspectiva sistêmica e holística, considerando os pressupostos delineados no referencial teórico e metodológico. Assim, os procedimentos adotados consideram as contribuições de Sotchava (1971), Grigoriev (1968), Guerasimov (1980), Tricart (1977, 1992), Ab'saber (1969), Ross (1992, 1994, 1995, 2003, 2006, 2008), Souza (1988, 2000), Souza et al. (2009), Christofolletti (1979), Coelho (2001), Nascimento (2006) e Rodrigues et al. (2004), que discutem a abordagem de sistemas em geografia de forma a compreender a interconexão de suas partes e as relações sociedade e natureza.

A Análise Ambiental Integrada foi considerada instrumento de aplicabilidade da Teoria dos Sistemas. Tal perspectiva considera as relações entre os sistemas ambientais e sociais que configuram diferentes sistemas socioambientais.

Foram procedidos estudos e avaliações multitemáticas. Como assinala Nascimento (2006), referidas análises possibilitam a eliminação das barreiras formais entre os temas investigados, privilegiando uma visão sintética da

estrutura funcional das relações entre a sociedade e a natureza no território de análise (a cidade de Fortaleza).

Inicialmente, foram realizados estudos de base físico-ambientais para o delineamento da compartimentação geomorfológica numa perspectiva integrada, considerando as demais componentes da natureza e os diferentes usos e ocupação da Terra, que são a materialização espacial das relações da sociedade no território, definindo a fragilidade do ambiente em face das atividades humanas. As contradições da sociedade dividida em classes, de certo modo, estão apresentadas no índice de vulnerabilidade social. A associação dessas duas perspectivas possibilita a elaboração de um zoneamento que permita a identificação das áreas de maior vulnerabilidade socioambiental e delimitação das áreas de risco.

Ante os pressupostos anteriormente mencionados, foi estabelecida uma sistemática operacional, que compreende três fases fundamentais – analítica, sintética e integrativa (SOUZA, 2000 e NASCIMENTO, 2006).

A fase analítica compreendeu coleta, armazenamento e tratamento dos dados geoambientais (geologia, geomorfologia, clima, solos, vegetação, recursos hídricos superficiais e subterrâneos), para que fosse procedida à caracterização dos componentes ambientais e dos dados relativos à sociedade, considerando suas inter-relações.

A síntese consistiu na seleção e associação dos parâmetros identificados na fase anterior, de forma que foi possível estabelecer a compartimentação do relevo, integrando-o com as demais componentes ambientais, o que, de certo modo, foi a base para o estabelecimento dos sistemas ambientais. Nessa etapa, foram consideradas as relações sociais espacializadas no território por meio dos diferentes tipos de uso e ocupação, além da definição do IVS (índice de vulnerabilidade social). Essa etapa resultou em produtos cartográficos básicos e sintéticos, tais como:

- Mapa básico planialtimétrico;
- Mapa hipsométrico;
- Mapa clinográfico;
- Modelo digital do terreno;
- Mapa geomorfológico integrado;
- Mapa de fragilidade do ambiente; e

- Índice e mapa de vulnerabilidade social;

Por fim, na terceira etapa (integrativa), foram associados os parâmetros relativos às condições ambientais e socioeconômicas de forma sistêmica e holística. Esse produto resulta no zoneamento com a delimitação da vulnerabilidade socioambiental e identificação das áreas de risco socioambientais.

Em razão da complexidade dos procedimentos relativos a cada etapa/produto desta pesquisa, faz-se necessária a descrição mais detalhada de alguns procedimentos pertinentes ao sistema de informações, mapeamento geomorfológico, fragilidade ambiental, vulnerabilidade social, e riscos socioambientais, que serão a seguir detalhados.

3.1 Sistema de informações

O sistema de informações consiste na coleta, organização, armazenamento e tratamento dos dados e informações adquiridos ao longo da investigação, envolvendo atividades de campo e escritório, ambas complementares e inter-relacionadas. Genericamente, essas atividades podem ser distinguidas em revisão bibliográfica e tratamento dos dados geocartográficos. Este último consiste essencialmente em coletar, armazenar, processar e manipular os dados espaciais.

Para aquisição dos materiais cartográficos e documentais, foram procedidas visitas a diferentes instituições e órgãos governamentais, dentre as quais se pode citar: as bibliotecas da Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Estadual do Ceará (UECE), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal Fluminense (UFF); laboratórios de Geomorfologia (USP), Geoprocessamento, Geografia Física e Estudos Ambientais (UECE), Cartografia, Planejamento Urbano e Regional (UFC); e instituições públicas, como Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), Secretaria de Infraestrutura do Ceará (SEINFRA), Secretaria de Meio Ambiente

e Controle Urbano de Fortaleza (SEMAM), Secretaria de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano de Fortaleza (SEINF), Secretaria Municipal de Assistência Social de Fortaleza (SEMAS) e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Fortaleza (COMDEC).

No tocante à revisão bibliográfica, foi procedida a criteriosa revisão durante todo o desenvolvimento do trabalho, desde a formulação do projeto de pesquisa, passando pela análise dos dados e apresentação dos resultados parciais. Para tanto, foram buscadas fontes bibliográficas que atingissem o objeto de estudo, de modo a proporcionar maior embasamento conceitual, teórico e metodológico. Essa busca permeou questões relacionadas à Geografia, Teoria Sistêmica, Análise Ambiental Integrada, relações sociedade-natureza, geossistemas, ecodinâmica, fragilidade ambiental, vulnerabilidade social, uso e ocupação do solo, urbanização, habitação, ordenamento territorial, riscos ambientais e sociais, áreas de risco e geotecnologias. Procedeu-se à análise de uma série de trabalhos, relatórios e publicações acerca dos temas há pouco relacionados e da área em estudo.

Referente à análise dos recursos naturais, foram utilizados autores consagrados, tais como Ab'Saber (1969, 1974, 1994, 2004), Sotchava (1976), Bertrand (1969), Tricart (1977), Souza (1998, 2000), Christofolletti (1979), Brandão (1995), Brandão et al. (1995), Ross (1992, 1994, 1995, 2003, 2006), Guerra (2004), entre outros. Já no que se refere às geotecnologias, demandaram-se abordagens relacionadas a sensoriamento remoto (interpretação e processamento), elementos cartográficos (analógicos e digitais) e sistemas de informações geográficas (SIG), para aproveitamento e aplicabilidade dessas técnicas.

No que concerne às atividades de geoprocessamento, fez-se necessário o desenvolvimento de procedimentos que permearam toda a execução da pesquisa. A incorporação de geotecnologias (tecnologias da geoinformação) aos estudos ambientais proporcionou uma mudança na forma da elaboração científica. Essa mudança, contudo, não aconteceu somente na introdução de novos procedimentos técnicos e metodológicos (fazer), mas também na forma de conduzir o desenvolvimento do conhecimento científico, envolvendo agilidade no relacionamento dos dados e produção das informações referenciadas espacialmente (SANTOS, 2006).

A mudança foi proporcionada, principalmente, pela utilização de produtos de sensoriamento remoto, ferramentas de cartografia digital e utilização de sistemas de informação geográfica, que proporcionam o armazenamento, processamento, manipulação de uma grande quantidade de dados e informações de forma integrada, que auxiliam, sobretudo, nas análises ambientais e socioeconômicas integradas. Deste modo, as atividades de geoprocessamento envolveram a coleta, o armazenamento, a compatibilização dos formatos, a atualização das bases, o processamento e o relacionamento dos dados.

Os materiais cartográficos utilizados referiram-se a cartas básicas e mapas temáticos em formatos analógicos e digitais, a saber:

- mapa básico de Fortaleza, escala 1:25.000 – PMF;
- folhas planialtimétricas de 1999, escala 1:2.000 – PMF;
- mapas temáticos do Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDPFor), 2007;
- carta geológica, geomorfológica, solos e unidades ambientais da Região Metropolitana de Fortaleza, escala 1:150.00 – CPRM;
- composição RGB do sensor TM Landsat 5, 1997;
- composição colorida e fusão de imagem do sensor ETM+ Landsat 7 com 30 e 15 metros de resolução espacial 1999 e 2002 bandas 5, 4, 3, 2, 1 e 8;
- imagem RGB SPOT 5 com 5 metros de resolução espacial, 2003;
- mosaico de cenas do Quickbird com 0,6 metros de resolução de 2007;
- ortofotos com 15 centímetros de resolução espacial de 2001 e 2004; e
- mapa de Vulnerabilidade Social de Fortaleza – SEMAS.

O material cartográfico digital estava disponível em diferentes formatos (DWG, DGN, DFX e SHP). Em virtude dessa variedade de formatos, os dados foram padronizados para o formato DXF e, posteriormente, anexados, compilados e atualizados em um banco de dados geográfico, mediante o GeoMedia Professional versão 6.1. Referido programa armazena as

informações gráficas e literais em um só banco de dados formato mdb (MS-Access), associado a um sistema de referência cartográfica.

A elaboração da base cartográfica e a produção da cartografia temática foram mediadas por técnicas de sensoriamento remoto e trabalhos de campo, devidamente apoiados pelo receptor de navegação do sistema GPS (Global Position System). No que concerne ao receptor GPS, foi utilizado o GPS *Garmim 12 xl*, com 12 canais, com método de posicionamento absoluto. O erro teórico desse método é de 10 a 15 metros, porém melhorias no sistema garantem resultados inferiores a três metros de erro, perfeitamente compatível com a escala de mapeamento do trabalho. Com o intuito de assegurar maior precisão aos dados levantados em campo, só foram consideradas as coordenadas com Erro Padrão Estimado (EPE) inferior a dez metros, perfeitamente adequado ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) exigido para o mapeamento.

O mapa hipsométrico e clinográfico foi produzido por meio de grade regular de triangulação (tin) realizado no ArcGis versão 9.3, utilizando como base as curvas de nível com equidistância de um metro.

As técnicas de sensoriamento remoto consistiram em etapas de tratamento e interpretação das imagens. O tratamento desses produtos corresponde ao georreferenciamento e aplicação de técnicas de realce, contraste, composições *RGB* e transformação de cores (fusão de bandas). A correção geométrica, georreferenciamento, composições *RGB* e técnicas de realce e contraste das imagens foram executados no programa ENVI 4.5 e no *Image Analyst* (Intergraph Corporation), que usa como plataforma o *software* de CAD (Computer Aided Designer) *MicroStation MSSE* da Bentley Systems. O modelo matemático utilizado para as correções e padronização foi *Affine*. Ao final, os diferentes produtos estavam todos georreferenciados ao datum SAD 69 (South American Datum - 1969) com sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) meridiano central (M.C) -39°.

Em decorrência da complexidade das formas de uso e ocupação existentes na área de estudo, não foram utilizadas técnicas de classificação digital de imagens, pois os resultados poderiam ser, sobremaneira, comprometidos pela complexidade há pouco relacionada. Procedeu-se, pois, à interpretação visual das imagens e checagens de campo para identificação da

verdade terrestre. Para tanto, foram feitos processamentos digitais para facilitar a identificação dos alvos. As principais técnicas utilizadas foram as de composição de imagens coloridas (RGB), proporcionando a falsa cor, fusão de bandas pancromáticas, com multiespectrais e técnicas de realce e contraste, para melhor identificação das formas e tipos de usos. A fusão das imagens foi realizada mediante a transformação HVS no *software* ENVI versão 4.5.

Dada a quantidade de informações e processamentos necessários para execução do trabalho, foi necessário lançar mão de uma série de equipamentos que pudessem organizar, manipular, processar e apresentar adequadamente a massa de dados trabalhados. Foi empregada, então, uma série de equipamentos de campo e escritório que proporcionassem bom desempenho, a saber:

- microcomputador com processador Intel *Core 2 Quad 2 gigahertz* (GHz), com 4 *gigabytes* de memória RAM, 750 *gigabytes* de espaço de armazenamento em disco rígido (HD), acelerador gráfico tridimensional (3D) com barramento de 64 *bits* e 512 *megabytes* de memória, e monitor LCD 17 polegadas;
- impressoras *Deskjet* HP 930cxi e HP 3820;
- impressora Laser HP 1010c;
- scanner formato A4;
- plotter jato de tinta do tipo HPGL2;
- receptor do sistema NAVSTAR GPS Garmin 12xl;
- altímetro; e
- câmera fotográfica digital com 7.2 *megapixels* de resolução e cartão de memória de 2 *gigabytes*.

No que se refere aos programas utilizados para o armazenamento, organização, manipulação e apresentação dos dados e informações, foram utilizados os seguintes:

- AutoCad Map 2000
- MicroStation MSSE;
- Image Analyst
- ENVI 4.5
- GeoMedia 6.1 Professional

- SPRING 4.1
- ArcGis 9.3
- sistema gerenciador de banco de dados Microsoft – Access-2003;
- planilha eletrônica Microsoft Excel 2003;
- editor de texto Microsoft Word 2003; e
- editor de apresentação Microsoft PowerPoint 2003.

3.2 Mapeamento geomorfológico

Conforme explica Ross (2003), ao contrário dos demais mapas temáticos, os geomorfológicos apresentam maior complexidade, decorrente da dificuldade de se representar a realidade relativamente abstrata das formas de relevo, sua dinâmica e gênese. A complexidade que envolve a produção desse mapa é tanta que não existe uma padronização internacionalmente aceita para os mapas geomorfológicos. A esse respeito Ross (1992, p. 21) diz que

A questão da representação gráfica das formas do relevo não pode ser tratada de modo a negligenciar a classificação ou taxonomia destas. Isto se justifica antes de mais nada, pelo fato de que os diferentes tamanhos de formas estão diretamente associados à cronologia e à gênese.

Ross (2003) ao tratar da aplicabilidade do conhecimento geomorfológico para os estudos ambientais destaca que a cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, ou seja, deve representar em primeiro plano as formas de diferentes tamanhos e em planos secundários, a representação da morfometria, morfogênese e morfocronologia, que têm vínculo direto com a tipologia das formas.

Deve-se, portanto, estabelecer um mapeamento geomorfológico que atenda as normas estabelecidas pela União Geomorfológica Internacional ao sugerir que as cartas geomorfológicas devem apresentar as formas de relevo

nos aspectos morfológicos, morfométricos, morfocronológicos e morfogenéticos.

Foi com base dessas premissas que em 1992 Ross elaborou proposta de classificação taxonômica do relevo. Referido autor enfatiza que a classificação por ele elaborada parte essencialmente do aspecto fisionômico. A esse respeito o autor ressalta que a fisionomia das formas é reflexo de determinada influência de ordem genética e idade, interessando, portanto, o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais do modelado.

Essa proposta é ancorada nos princípios definidos por Penck (1953) relativos aos processos endógenos e exógenos, nos conceitos de Guerasimov (1980) e Mecerjakov (1968) sobre morfoestrutura e morfoescultura e na experiência do projeto RADAMBRASIL.

Considerou-se que tanto o estrutural como o escultural estão presentes em qualquer tamanho e forma de relevo e que suas categorias de tamanho, formas, idades e gêneses são passíveis de ser individualizadas e cartografadas em categorias diferentes conforme a escala de análise, o que permite classificar o relevo terrestre em seis unidades taxonômicas (ROSS, 1992).

O primeiro táxon compreende as unidades morfoestruturais. Trata-se de uma unidade de maior dimensão, que contém outras unidades taxonômicas menores e se caracteriza pela sua gênese, evidenciando condições estruturais que definem um padrão de grandes formas de relevo. Como exemplo dessa unidade, pode-se mencionar as coberturas sedimentares Cenozóicas.

O segundo táxon é definido pelas unidades morfoesculturais. É uma unidade taxonômica menor, que é gerada pelo desgaste promovido pela ação climática ao longo do tempo geológico sobre determinada morfoestrutura. Assim, como mencionado anteriormente, dentro de uma unidade morfoestrutural, há diferentes tipos de unidades morfoesculturais, como é o caso da planície costeira inserida na unidade morfoestrutural das coberturas sedimentares Cenozóicas.

Já o terceiro táxon corresponde aos padrões de relevo ou padrões de tipos de relevo, que correspondem a conjuntos de formas menores do relevo, apresentando diferenciações entre si. Essas diferenças estão relacionadas à

rugosidade topográfica, índice de dissecação do relevo, bem como formato do topo das vertentes em cada padrão de forma semelhante. São nessas unidades onde as influências dos processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados como é o caso do campo de dunas móveis.

O quarto nível taxonômico representa as formas de relevo individualizadas dentro de cada padrão de formas semelhantes ou tipos de relevos. Nessa categoria as formas de relevo podem ser classificadas em agradacionais, como é o caso das planícies e terraços fluviais, ou em degradacionais, como ocorre com os morros, colinas, cristas, topos planos, convexos, aguçados e, especificamente, na área em estudo, os relevos vulcânicos residuais do Caruru e Ancuri.

No quinto táxon, estão os tipos de vertentes, também denominados de setores das vertentes inseridas no âmbito de cada uma das formas de relevo. Essas unidades são individualizadas pelos seus aspectos morfológicos e morfométricos que apresentam características geométricas e genéticas com dinâmicas distintas. Esses tipos de vertentes são muito diferentes entre si, em razão das suas condições de inclinação, extensão, dentre outras, todas definidas em razão das características da forma maior a que pertencem como dunas parabólicas com vertentes a sotavento.

O sexto e último nível taxonômico corresponde às formas menores produzidas pelos processos atuais, que podem ser de denudação ou acumulação, bem como os induzidos ou promovidos pelas atividades humanas. Pode-se mencionar como exemplo dessas formas as ravinas, voçorocas, bancos de sedimentação, aterros, cortes, desmonte de morros, cicatrizes de mineração, molhes, aterro sanitário, entre outros.

A definição da taxonomia apresentada permite a efetiva operacionalização das pesquisas geomorfológicas, tendo como ponto de apoio a cartografia das diferentes formas de relevo, considerando sua gênese e idade. Nesse sentido, adotou-se referida metodologia, por ser uma proposta apoiada na fisionomia das formas que tem por base sua gênese e idade, cuja finalidade principal é a geração de uma cartografia geomorfológica integrada de leitura direta que possa auxiliar na definição da fragilidade ambiental, com o intuito de estabelecer as bases para o planejamento ambiental (ROSS, 1992).

Em face do atendimento dos objetivos desta pesquisa e da escala adotada, foram considerados essencialmente os padrões de formas de relevo que correspondem ao terceiro táxon, bem como as formas de relevo (quarto táxon) para tratar dos relevos vulcânicos residuais e o sexto táxon para as formas antropogênicas, representadas por cicatrizes de mineração e aterro sanitário.

Os procedimentos técnico-operacionais para a definição das unidades geomorfológicas foi a identificação visual dos padrões de formas semelhantes, definidos pelo aspecto fisionômico, rugosidade topográfica e as diferentes classes de declividade do relevo, associando-se informações relativas a idade e gênese das formas.

Foram procedidas a análise e à interpretação dos produtos cartográficos básicos, temáticos e de sensoriamento remoto em escala compatível com a proposta de mapeamento, além da utilização de fotografias aéreas de temporalidades diferentes. Os trabalhos de campo constituíram parte fundamental desse processo, pois, com base neles, foi possível o esclarecimento *in loco* dos problemas previamente identificados em gabinete.

Tais concepções e procedimentos ensejaram uma cartografia geomorfológica sintética em atendimento aos objetivos delineados, além de fornecer informações precisas para a definição da fragilidade ambiental.

3.3 *Fragilidade ambiental*

A análise da fragilidade ambiental passa necessariamente por atividades de campo e escritório e envolve etapas que conduzem a estudos básicos do relevo, solo, subsolo, uso do território e do clima. Com base neles, são gerados produtos intermediários, mediante relatórios e/ou cartografia temática e sintética (ROSS, 1994).

Dentre os produtos intermediários, a carta geomorfológica acompanhada da análise genética, é um dos produtos de maior importância

para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental. A formulação segue os preceitos estabelecidos no mapeamento geomorfológico.

Com base na proposta taxonômica apresentada, a cartografia em escalas médias e pequenas segue como parâmetro à definição dos padrões de formas com a rugosidade topográfica ou os índices de dissecação do relevo, como apresentado em Ross (1994, p. 67)

Para estudos de escalas médias e pequenas, toma-se como referencial morfométrico a Matriz dos índices de dissecação desenvolvida por Ross (1992), baseadas na relação de densidade de drenagem/dimensão interfluvial média para a dissecação no plano horizontal e nos graus de entalhamento dos canais de drenagem para a dissecação no plano vertical.

A Tabela 2 apresenta a matriz dos índices de dissecação do relevo para estudos de fragilidade em escala de 1:100.000, com base na proposta de Ross (1992, 1994 e 2008).

Tabela 2 Matriz dos índices de dissecação do relevo para escalas 1:100.000

Grau de entalhamento dos vales	Densidade de drenagem ou dimensão interfluvial média				
	Muito baixa (1) >1.500m	Baixa (2) 1500 a 700m	Média (3) 700 a 300m	Alta (4) 300 a 100m	Muito alta (5) < 100m
Muito fraco (1) < 20m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20-40m	21	22	23	24	25
Médio (3) 40 a 80m	31	32	33	34	35
Forte (4) 80 a 160m	41	42	43	44	45
Muito forte (5) > 160m	51	52	53	54	55

Fonte: Ross (1992, 1994) e Ross et al. (2008).

Com base nos índices de dissecação do relevo apresentados na Tabela 2, as categorias de fragilidade quanto suas propriedades morfométricas ficam classificadas conforme a Tabela 3.

Tabela 3 Classificação da fragilidade quanto à morfometria.

CLASSIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE	MATRIZ MORFOMÉTRICA
1. Muito fraca	11
2. Fraca	21, 22, 12
3. Média	31, 32, 33, 13, 23
4. Forte	41, 42, 43, 44, 14, 24, 34
5. Muito forte	51, 52, 53, 54, 55, 15, 25, 35, 45

Fonte: Ross (1992, 1994) e Ross et al. (2008).

Quando a análise apresenta um nível maior de detalhamento (como nesta pesquisa), Ross (1994) propõe que sejam utilizadas as classes de declividade e sugere que sejam utilizados os intervalos de classes já consagrados nos estudos de aptidão agrícola associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes (ROSS, 1992). Considerando, no entanto, as características do relevo em Fortaleza, foram utilizadas as seguintes classes de declividade (Tabela 4):

Tabela 4 Categorias hierárquicas de declividade

CATEGORIAS HIERÁRQUICAS	DECLIVIDADES EM %
1. Muito fraca	0 a 3%
2. Fraca	de 3 a 8 %
3. Média	de 8 a 13 %
4. Forte	de 13 a 20 %
5. Muito forte	maior que 20 %

Fonte: Ross (1992, 1994) e Ross et al. (2008).

As classes de fragilidade dos solos passam necessariamente pelo conhecimento das características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, profundidade e espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, diretamente relacionadas com o relevo, a litologia e o clima. Com base nessas características e ao considerar o escoamento superficial das águas pluviais, tanto no aspecto difuso como concentrado, podem ser

estabelecidas as classes de fragilidade dos solos. Ross (1992) considerou uma série de análises realizadas por diferentes autores que tratam da erodibilidade dos solos. Com base nos levantamentos realizados apresentou hierarquização da fragilidade dos solos, apresentada na Tabela 5.

Apesar de a tabela de classificação da fragilidade dos solos apresentada, deve-se considerar as diferenças dos solos existentes para as diferentes regiões do Brasil. Tanto que, para aplicação da fragilidade na área em estudo, foram incluídos novos tipos de solos não previstos na proposta inicial. É importante não confundir a fragilidade com a erodibilidade dos solos.

Em áreas urbanizadas, como é o caso do Município de Fortaleza, é preciso considerar como a urbanização interfere na classificação da fragilidade dos solos. Tal preocupação faz-se premente, visto que os solos em sua grande maioria foram alterados por aterros e compactação e/ou encontram-se sobrepostos por impermeabilização asfáltica, o que altera o comportamento do solo em face da ação da chuva/erosão e seu suporte às construções.

Tabela 5 Classes de fragilidade dos solos.

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1. Muito baixa	Latossolo vermelho; Latossolo vermelho-escuro e vermelho-amarelo de textura argilosa.
2. Baixa	Latossolo amarelo e vermelho-amarelo textura média/argilosa
3. Média	Latossolo vermelho-amarelo; Nitossolo; Terra bruna; Argissolo vermelho-amarelo textura média/argilosa.
4. Forte	Argissolo vermelho-amarelo textura média/arenosa.
5. Muito forte	Argissolos com cascalhos; Gleissolos; Neossolos flúvicos; e Neossolos Quartzarênicos;

Fonte: adaptado de Ross (1994) e Ross et al. (2008).

Numa tentativa de considerar essa especificidade, foi elaborada uma proposta de classificação da fragilidade dos solos que considera a ocupação urbana e que harmoniza a esta investigação, que se encontra apresentada na Tabela 6.

Outro fator importante a ser considerado na fragilidade é o grau de proteção aos efeitos da precipitação. Segundo Ross et al. (2008) o comportamento pluviométrico obedece a uma hierarquização de ordem

crescente quanto à capacidade de interferência na estabilidade do ambiente. Um ambiente que apresenta bom estágio de desenvolvimento da cobertura vegetal exibe maior proteção da ação direta das gotas de chuvas em queda livre, ao mesmo tempo que, onde a vegetação não atenua esse efeito, existe maior susceptibilidade a esse agente morfogênico, portanto, apresenta maior fragilidade.

Essa característica assume significativa importância em regiões como o semi-árido, onde a vegetação exerce pouca proteção, além, é claro, das zonas costeiras onde não há cobertura vegetal, de modo a atenuar os efeitos do transporte eólico. A Tabela 7 apresenta os graus de proteção exercida pela vegetação ante a ação da pluviosidade.

Tabela 6 Classes de fragilidade dos solos utilizadas na pesquisa.

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS E URBANIZAÇÃO
1. Muito baixa	Latossolos de estrutura argilosa e média/argilosa (vide classes 1 e 2 da Tabela 5 acima); Nitossolo, Latossolo vermelho-amarelo em áreas dotadas de infraestrutura urbana. – SEM OCORRÊNCIAS
2. Baixa	Argissolos vermelho-amarelo com textura média/argilosa em áreas urbanas dotadas de boas condições de infraestrutura.
3. Média	Argissolos de textura média/arenosa em áreas urbanas dotadas de boas condições de infraestrutura.
4. Forte	Argissolos vermelho-amarelos de textura média/arenosa; Neossolos Quartzarênicos em áreas com infraestrutura urbana.
5. Muito forte	Argissolos com cascalhos; Gleissolos; Neossolos flúvicos; e Neossolos Quartzarênicos;

Fonte: adaptado de Ross (1994) e Ross et al. (2008).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Uma análise mais detalhada da Tabela 7 denuncia que a proposta não considera a ação das chuvas nas áreas impermeabilizadas e urbanizadas, fato facilmente compreensível, já que a referida metodologia não foi originalmente desenvolvida para aplicação em ambientais urbanizados.

No intuito de suprir essa lacuna e principalmente atender as necessidades desta investigação, foi elaborada uma proposta de fragilidade quanto ao grau de urbanização que se aplica às condições do sítio urbano de Fortaleza.

Para elaboração das categorias de fragilidade quanto à urbanização, partiu-se do entendimento de que a fragilidade em áreas urbanizadas está relacionada à intensidade do escoamento superficial, possibilidade de drenagem após a incidência das chuvas, seja pelas intervenções estruturantes ou pelas condições naturais, susceptibilidade natural à inundação das áreas mais rebaixadas e possibilidade de movimentos de massa. Foram hierarquizadas, portanto, as diferentes tipologias de uso e ocupação do território associado às condições infraestruturais e do ambiente natural. A Tabela 8 apresenta de modo sintético os estágios de fragilidade e seus condicionantes fundamentais.

A grande vantagem da utilização dessa metodologia é a possibilidade de emprego dessas variáveis tanto de forma qualitativa, como quantitativa. Desta maneira, pode ser construído um produto cartográfico sintético com a identificação de polígonos de diferentes padrões de fragilidade, representados pelas unidades de fragilidade potencial e unidades de fragilidade emergente.

Tabela 7 Graus de proteção exercida pelo tipo de vegetação.

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA VEGETAL
1. Muito alta	Florestas/matias naturais, florestas cultivadas com biodiversidade, o que corresponderia ao estágio de Clímax.
2. Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa). Mata homogênea de Pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
3. Média	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento, como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosques de nativas.
4. Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto, arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento).
5. Muito baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/degradação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, ausência de vegetação, favorecendo o escoamento em lençol e transporte eólico nas formas litorâneas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Ross (1994) e Ross et al. (2008).

A preparação desse mapa sintético (fragilidade ambiental) passa pela combinação dos dados e informações anteriormente levantados e produzidos, de modo a envolver os aspectos do relevo, litologia, solos, clima, hidrografia cobertura vegetal e tipos de usos.

Essa associação, foi procedida com base na classificação da fragilidade potencial e emergente a partir da associação de dígitos arábicos que caracterizam a fragilidade, variando do mais fraco (1) ao mais forte (5), conforme exposto nas tabelas de classificação da fragilidade, como está apresentado na Tabela 1 (página 55).

Tabela 8 Graus quanto ao grau de urbanização.

GRAUS DE FRAGILIDADE	QUANTO AO GRAU DE URBANIZAÇÃO
1. Muito baixa	Predomínio de condições naturais com um estrato vegetal bem desenvolvido e/ou em estágio de avançado de regeneração que favorece a infiltração, minimizando o escoamento pluvial. Setores de média urbanização situados em áreas mais elevadas que apresentam baixa declividade e contam com medidas estruturais e não estruturais para o controle de cheias, como caixas de sumidouro, canteiros permeáveis, obstáculos para redução na velocidade do escoamento, reservatórios para coleta e reúso de água de chuva.
2. Baixa	Área urbanizada com drenagem eficiente, baixa declividade, presença de ações para controle de cheias, infiltração e redução do escoamento nas vias de circulação, nos lotes e nas construções.
3. Média	Área urbanizada predominantemente impermeável com problemas de drenagem e constantes alagamentos e inundações. Ambientes com declividade praticamente nula, precariamente incorporados à drenagem, susceptíveis a inundações sazonais, que podem ter constituído antigas planícies de inundação de corpos hídricos e lacustres afetados ao não por atividades antropogênicas.
4. Alta	Locais urbanizados e/ou semiurbanizados com precariedade nas construções e na infraestrutura para eventos pluviométricos de média/baixa intensidade. Áreas de inundação natural, como planícies lacustres, e setores mais abrigados das planícies fluviais e fluvio-marinhas.
5. Muito alta	Áreas críticas que deveriam ser destinadas à manutenção de sua funcionalidade sistêmica original. Ausência de infraestrutura e total precariedade dos constructos humanos, fruto do uso e ocupação desordenados do solo. Ambientes naturalmente favoráveis à inundação, tais como corpos hídricos e planícies de inundação. Setores com grande declividade susceptíveis a movimentos de massa.

Fonte: Adaptado de Ross. (2004), Santos (2006) e Araújo (2005).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

3.4 Vulnerabilidade social

Ross (1995) quando cuida da materialização das condições socioeconômicas em determinado território, enfatiza que duas variáveis são deveras importantes para um adequado conhecimento da realidade socioeconômica, que são a história econômica e social, e o uso e exploração atual do solo e dos recursos ambientais. Embora essas duas variáveis sejam importantes indicadores da realidade socioeconômica e cultural de um determinado território, elas não são isoladas, pois, dentro de uma mesma categoria de uso podem existir diferenças que definem condições específicas.

Em áreas com grandes aglomerações de pessoas, como é o caso das metrópoles, o uso e ocupação do solo, de certo modo, pode mascarar diferentes contradições expressas em determinados territórios. Como exemplo, pode-se citar o uso residencial, pois em uma mesma quadra podem coexistir um condomínio residencial de médio ou alto padrão e uma área de ocupação de risco, situação amplamente verificada em Fortaleza. Em situações como essas, devem ser utilizados parâmetros que possam complementar as informações obtidas mediante as tipologias de uso e ocupação do solo, de modo a fornecer um retrato mais visível das contradições e desigualdades sociais existentes.

É nesse contexto que a vulnerabilidade se apresenta como importante indicador das contradições sociais, fruto de relações desiguais de uma sociedade dividida em classes. A definição da vulnerabilidade envolve uma perspectiva multidimensional, pois decorre de fatores diversos. Essa multidimensionalidade assume maior complexidade à medida que se aborda o tema em metrópoles dos países em desenvolvimento, onde os contrastes e conflitos de classe são mais acentuados.

A utilização de um índice de vulnerabilidade social (IVS) é uma importante ferramenta que permite identificar dentro do tecido urbano territórios que, por vezes, abrigam grandes segmentos populacionais apresentando condições socioeconômicas desfavoráveis. Isto se torna possível porque o IVS possibilita uma representação aproximada das condições de vida de

determinados agrupamentos sociais (SEMAS, 2009), podendo inclusive revelar sua predisposição aos riscos.

A construção do IVS requer uma escolha cuidadosa das variáveis que serão utilizadas, considerando inclusive a disponibilidade de dados e os critérios que possam retratar as condições socioeconômicas e os aspectos da urbanização que envolvem esses diferentes grupos sociais.

Embora seja evidente a impossibilidade de representar as condições socioeconômicas dos grupos sociais com o estabelecimento de um índice de vulnerabilidade, é importante considerar 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 (SEMAS, 2009).

Os dados devem ser tratados com o maior detalhamento espacial possível, considerando, é claro, a escala de análise. Em face das considerações apresentadas, serão utilizados como parâmetro de definição da vulnerabilidade social os dados da Secretaria de Assistência Social de Fortaleza (SEMAS), que elaborou o Índice de Vulnerabilidade Social de Fortaleza. Referido índice foi elaborado com arrimo dos dados por setor censitário do censo 2000 (IBGE) e complementados pelos dados coletados pela Secretaria de Saúde do Município por meio do Programa de Saúde da Família, considerando aspectos relacionados a saneamento, habitação, educação, renda e situação social.

No que se refere ao item saneamento, foram considerados os dados referentes ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e destino do lixo. O Quadro 2 mostra a síntese dos indicadores e as variáveis relacionadas ao saneamento, considerando a precariedade ou ausência do serviço.

As informações relativas a habitação são consideradas com os indicadores relativos aos domicílios improvisados e a razão de moradores por domicílio, reunidos no componente relativo às condições de habitação. Os domicílios improvisados são caracterizados por não estarem localizados numa unidade residencial e que não tenham dependências destinadas exclusivamente à moradia, mas que apresentavam moradores à época do recenseamento. A razão de moradores por domicílio procurou representar a

situação de adensamento domiciliar, considerando as informações do Censo 2000.

Quadro 2 Indicadores de precariedade ou ausência dos serviços de saneamento.

PRECARIEDADE OU AUSÊNCIA DO SERVIÇO	INDICADOR
Abastecimento de água	Poço ou nascente na propriedade
	Outra
	Não canalizada
Esgotamento sanitário	Fossa rudimentar
	Vala
	Rio, lagoa ou mar
	Outro escoadouro
Destinação do lixo	Caçamba em serviços de limpeza
	Queimado
	Enterrado
	Jogado em terreno baldio ou logradouro
	Jogado em rio, lago ou mar
	Outro destino

Fonte: SEMAS (2009).

De acordo com as considerações do relatório de construção IVS, por apresentar somente dois indicadores, as condições relativas a habitação não demonstraram poder discriminatório das áreas mais vulneráveis, pois praticamente não houve dispersão (SEMAS, 2006).

Referente aos aspectos educacionais, o IVS considerou indicadores que tratam do número de analfabetos e o percentual de chefes de família com quatro ou menos anos de estudos. A componente educação envolve os indicadores apresentados no Quadro 3 e demonstrou ser um fator importante na descriminação da vulnerabilidade social.

Quadro 3 Indicadores de analfabetismo e baixa escolaridade do chefe de família

INDICADOR	CLASSIFICAÇÃO
Analfabetismo	Pessoas analfabetas
Escolaridade do chefe de família	Menos de um ano de estudo
	1 ano de estudo
	2 anos de estudo
	3 anos de estudo
	4 anos de estudo

Fonte: SEMAS (2009).

Os aspectos relacionados a renda procuram evidenciar os grupos sociais que apresentam as piores condições socioeconômicas e, portanto, estão mais vulneráveis economicamente. Para tanto considerou o percentual de chefes de família com renda inferior a dois salários mínimos e a renda média do chefe de família. A diferença entre esses dois indicadores é que o percentual dos chefes de família com renda inferior a 2 salários mínimos permite identificar as diferenças intraurbanas, pois quanto maior a média da renda dos chefes de família do setor, menores serão os valores do indicador (SEMAS, 2009).

O indicador de situação social procura evidenciar a vulnerabilidade social da família. Para tanto, utiliza a proporção de chefes de família entre 10 e 19 anos, e a proporção de mulheres chefes de família.

Com base nessas variáveis, a SEMAS realizou a análise das componentes. Referida análise possibilitou a atribuição de pesos que considerassem o poder de discriminação dessas variáveis para o cálculo do índice composto da vulnerabilidade social, como apresentado no **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Embora os valores estatísticos (dispersão, peso calculado e peso estimado) estejam discriminados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, não foi possível consultar os critérios que balizaram a definição do peso de cada variável junto à Secretaria¹. Mesmo em face dessa importante limitação, optou-se pela utilização do índice apresentado pela Secretaria por se tratar do índice oficial da Administração Pública Municipal, o que leva a crer que o IVS seja utilizado como referência para o planejamento estratégico do Município.

¹ Segundo a SEMAS a metodologia detalhada e os cálculos não podem ser divulgados pois os procedimentos não são objeto do contrato ente a PMF/SEMAS e a consultoria contratada para prestação do serviço.

Quadro 4 Indicadores, segundo poder discriminatório

Dispersão	Peso Calculado	Peso utilizado	Indicador	Discrimina
0,0108	0,330	0,30	Fornecimento de água	Pouco
0,0979	2,89	3,00	Escoamento Sanitário	Muito
0,002	0,06	0,00	Coleta lixo	Nada
	3,28	3,30	Indicador Sanitário	MUITO BOM
0,0015	0,01	0,00	Domicílio Improvisado	Nada
0	0,00	0,00	Moradores por domicílios	Nada
	0,01	0,00	Indicador Habitação	NADA
0,0359	1,07	1,00	Analfabetismo	Médio
0,0466	1,38	1,50	Até 4 anos de estudo	Bom
	2,45	2,50	Indicador Educação	BOM
0,0371	1,112	1,00	% de 2 SM	Médio
0,0473	1,406	1,50	Renda Invertida (maior a renda, menor o indicador)	Bom
	2,52	2,50	Indicador de Renda	BOM
0,0063	0,184	0,20	Chefe Família de 10 a 19 anos	Muito Pouco
0,0456	1,356	1,50	Chefe família Mulher	Bom
	1,540	1,70	Indicador Situação social	MÉDIO
Total	9,80	10,00	-	-

Fonte: SEMAS (2009).

Com base no quadro apresentado, foram excluídos os indicadores coleta de lixo, domicílios improvisados e moradores por domicílio, que apresentaram o poder discriminatório nulo (peso 0). Desta forma, foi organizado o Quadro 5 Índice da Vulnerabilidade Social de Fortaleza.

Após a atribuição dos valores para os indicadores, foi calculado o valor do IVS para cada setor censitário. De posse dos dados dos setores são extraídas a média e o desvio-padrão, que determinarão os intervalos para definição do grau de vulnerabilidade social, a saber:

Baixa = (média) – ($\frac{1}{2}$ do desvio-padrão)

Elevada = (média) + ($\frac{1}{2}$ do desvio -padrão)

Muito elevada = (média) + (1,5 x desvio-padrão)

Com a aplicação dos valores apresentados, fez-se possível a elaboração do Índice da Vulnerabilidade Social (IVS) em Fortaleza, cujos

resultados serão apresentados no item 8.2 referente a vulnerabilidade social do município de Fortaleza.

Quadro 5 Índice da Vulnerabilidade Social de Fortaleza.

CLASSIFICAÇÃO DO INDICADOR	PESO	DESCRIÇÃO DO INDICADOR
Saneamento (peso total = 3,30)	0,30	Percentual de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água inadequado ou ausente.
	3,00	Percentual de domicílios particulares permanente com esgotamento sanitário inadequado ou ausente.
Educação (peso total = 2,50)	1,00	Percentual de pessoas analfabetas.
	1,50	Percentual de chefes de família com 4 anos ou menos de estudo.
Renda (peso total = 2,50)	1,00	Percentual de chefes de família com renda de até 2 salários mínimos.
	1,5	Renda média do chefe de família
Situação Social (Peso total = 1,70)	0,20	Proporção de chefes de famílias de 10 a 19 anos.
	1,50	Proporção de mulheres Chefe de família.
PESO TOTAL	10,00	

Fonte: SEMAS (2009).

3.5 Riscos socioambientais

Ross et al. (2008) referenciam o trabalho de Tricart e Kiewietdejone (1992), na perspectiva da análise integrada do ambiente, ao considerarem que a análise morfodinâmica é essencial para entender o comportamento do ambiente para o uso racional da terra e avaliação da susceptibilidade de certos tipos de riscos de uso da terra ante a degradação ambiental.

Deste modo e ante os pressupostos apresentados nesta pesquisa, fica evidente que o entendimento dos riscos socioambientais passa necessariamente pelo conhecimento das condições morfodinâmicas guiadoras da fragilidade ambiental. Os riscos ambientais, contudo, não podem ser definidos somente com suporte em aspectos naturais, ou seja, de manifestação dos fenômenos da natureza. Eles constituem a associação desses fenômenos com a capacidade de proteção dos grupos sociais a esses fenômenos, ou seja, da vulnerabilidade social.

Desta forma, acredita-se que a definição da susceptibilidade aos riscos socioambientais resulta da combinação da fragilidade ambiental com a vulnerabilidade da sociedade, permitindo estabelecer diferentes níveis de propensão aos riscos socioambientais. Os níveis de propensão encontrados permitem proceder a uma classificação dos ambientes ante a susceptibilidade aos riscos.

A busca da efetiva correlação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade da sociedade tornou possível realizar uma análise mais complexa, evitando que as categorias de risco fossem definidas somente por um aspecto (fragilidade ambiental ou vulnerabilidade da sociedade) em detrimento do outro.

Embora a condicionante preponderante para o estabelecimento dos riscos socioambientais tenha sido a fragilidade ambiental, faz-se importante destacar o fato de que a definição dos riscos não resulta somente desta variável e sim da combinação das duas.

Expressos os parâmetros utilizados na definição da fragilidade ambiental e da vulnerabilidade social, passou-se para a etapa de análise espacial das informações, que teve como base a análise das informações georreferenciadas (mapas) associadas a um banco de dados geográfico armazenado em um sistema de informações geográficas (SIG).

As análises foram procedidas no *software GeoMedia 6.1*. Nessa etapa foi procedida uma correlação de mapas, onde os polígonos da fragilidade ambiental foram sobrepostos à vulnerabilidade social presente em cada setor censitário, tendo como resultado a associação da vulnerabilidade social com a fragilidade do ambiente. Tal procedimento possibilitou a definição de variadas classes de risco, com informações relativas às condições geomorfológicas, de solo, geologia, uso e cobertura e vulnerabilidade.

Para melhor visualização e em atendimento aos critérios de classificação definidos para esta pesquisa, foram, no entanto, estabelecidas cinco categorias hierárquicas de risco, a saber: muito baixo, baixo, médio, forte e muito forte, que serão apresentadas no item 8.3 referente aos Riscos Socioambientais.

4 RBANIZAÇÃO ACELERADA E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS: entraves ao ordenamento territorial

O quadro urbano brasileiro é deveras problemático, questões não derivadas somente da brutal concentração demográfica, mas sim de um modelo de urbanização excludente, bastante concentrada, que ocorreu sem que houvesse melhorias nas condições de infraestrutura, desencadeando graves consequências socioambientais.

A concentração dos problemas socioambientais em decorrência da urbanização não é exclusividade brasileira, pois se trata de uma das características mais marcantes da urbanização nos países em desenvolvimento. Santos (2008a) aponta que em meados da década de 1980 o fenômeno da urbanização assumem proporções avassaladoras nos países de terceiro mundo.

A respeito das mazelas decorrentes da urbanização, Santos (1980) chama atenção para o fato de que os problemas urbanos nos países em desenvolvimento devem ser tratados de forma diferenciada em relação aos derivados da urbanização nos países industrializados. Ainda segundo o autor, essa preocupação é premente, pois, após a segunda grande guerra, o mundo passou por um processo diferenciado de acumulação de capitais e tecnologias que promoveu ampla dominação técnica e científica dos países industrializados sobre os países em desenvolvimento.

Esse fenômeno trouxe consequências diretas na forma como se deu o processo de urbanização. Ainda segundo Santos (op. cit.), diferentemente da Europa, onde as taxas de urbanização foram acompanhadas por um processo de desenvolvimento econômico e social que contribuiu para uma melhor distribuição da renda gerada pela industrialização, nos países em desenvolvimento (incluindo aí o Brasil), esse fato não ocorreu. Neste último grupo de nações, aconteceu um processo mais violento de concentração de riquezas, desencadeando o aumento das desigualdades sociais, abrindo um imenso “fosso social” entre ricos e pobres.

4.1 A urbanização no Brasil

Ao longo do século XX, o Brasil passou por intensa transformação, motivada, sobretudo, pela industrialização que promoveu profundas mudanças da distribuição da população no território. Até a primeira metade do século XX o País era uma nação com população predominante rural, no entanto, já no final da década de 1960, houve uma inversão, pois a maioria das pessoas passou a viver nas cidades.

A Tabela 9 mostra o crescimento da população brasileira no período que vai de 1940 a 2010. Nela é possível verificar que nesse período foi experimentado um crescimento expressivo da população urbana, passando de pouco mais de dez milhões de pessoas (cerca de 25% do total) em 1940 para mais de 160 milhões de habitantes em 2010, o que corresponde a mais de 84% da população total.

Santos (2008) explica que é entre 1940 e 1980 que se dá a verdadeira inversão do lugar de residência da população. Num período de apenas quatro décadas, a população urbana passa de 25,73% do total em 1940 para em 1980 chegar a 67,69% da população vivendo nas cidades.

Tabela 9 Evolução da população urbana do Brasil

PERÍODO	POPULAÇÃO TOTAL	POPULAÇÃO URBANA	ÍNDICE DE URBANIZAÇÃO
1940	42.326.000	10.891.000	25,73
1950	51.944.000	18.783.000	36,16
1960	70.992.343	32.004.817	45,08
1970	94.508.583	52.905.000	55,98
1980	121.150.573	82.013.375	67,69
1991	146.917.459	110.875.826	75,47
2000	169.590.693	137.755.550	81,23
2010	190.755.799	160.925.792	84,36

Fonte: SANTOS (2008a) e IBGE (2011).

Em números absolutos, o crescimento da população urbana (no período analisado) corresponde a um acréscimo de cerca de 150 milhões de pessoas que passaram a morar nas cidades brasileiras, já que em 1940 a população urbana era de 10,8 milhões de pessoas e em 2010 esse número chegou 160 milhões de habitantes.

Segundo Maricato (2001), um crescimento de tamanha envergadura constitui um gigantesco movimento de construção de cidade, necessário para o assentamento residencial dessa população, bem como das suas necessidades de trabalho, abastecimento, transporte, saúde, saneamento, educação, energia, água, lazer, cultura, serviços públicos e urbanos como um todo.

Verifica-se, no entanto, que o adensamento demográfico não foi acompanhado de melhorias nas condições urbanas, tampouco, de serviços que pudessem atender as necessidades essenciais desse enorme contingente demográfico. Tal situação levou à construção de cidades (principalmente as grandes) detentoras de uma variedade de problemas, que embora, possam se manifestar com variações na forma e na intensidade, apresentam características comuns a todas as cidades brasileiras. Ao tratar da similaridade dos problemas urbanos presente nas cidades brasileiras Santos (2008a, p.15) fala que

Com diferença de grau e intensidade, todas as cidades brasileiras exibem problemáticas parecidas. Seu tamanho, tipo de atividade, região em que se inserem etc. São elementos de diferenciação, mas, em todas elas, problemas como os de emprego, da habitação, dos transportes, do lazer, da água, dos esgotos, da educação e saúde são genéricos e revelam enormes carências. Quanto maior a cidade, mais visíveis se tornam essas mazelas.

Como apontado pelos números do crescimento demográfico, o problema urbano brasileiro tornou-se crônico no início da década de 1980 que encerrou um período de acentuado crescimento urbano associado a industrialização que teve início na segunda metade do século XX. Foi um período marcado pelo crescimento econômico sem distribuição de renda, tendo como principal consequência o aumento dos problemas socioambientais (SANTOS, 2008b e MARICATO, 2001).

Ao tratar dos problemas derivados dessa urbanização acelerada, Maricato (1996, p. 15) atribui ao Estado papel decisivo nesse processo. A esse respeito expressa que

O período que vai de 1930 a 1980, caracterizado por intenso processo de industrialização e urbanização, com forte intervenção estatal na vida econômica e política, merece algumas referências

numéricas com a finalidade de evidenciar tanto o crescimento econômico quanto a concentração das riquezas, com o óbvio reflexo na construção das cidades. Cinco décadas de acentuado crescimento populacional urbano marcado pela dinâmica expressa pelo binômio ‘crescimento e pobreza’ resultarão numa cruel herança para os anos 80. Nessa década ela será agravada pelo fim do desenvolvimento e pela emergência de novo arranjo internacional, que acarretará a ampliação da desigualdade.

Segundo Maricato (2001), o processo de urbanização brasileira ao mesmo tempo em que se constituiu um caminho para a modernização se dá em bases arcaicas, pois não rompe com as raízes escravocratas da sociedade brasileira, recriando (através de novas formas) o atraso como contraposição à dinâmica da modernização.

Para Silva (1992), o que ocorreu na verdade foi a passagem de um país subdesenvolvido agrícola para um país subdesenvolvido industrial, promovendo uma mudança na realidade espacial brasileira, onde as grandes cidades passaram a ser cada vez mais centralizadoras.

Santos (2008b, p. 82) aponta que a centralização exercida pelas grandes cidades brasileiras é consequência do modelo de urbanização² cuja característica principal é concentrar pessoas, serviços, capitais e informações. A esse respeito o autor destaca

A expansão e a diversificação do consumo, a elevação dos níveis de renda e a difusão dos transportes modernos, junto a uma divisão do trabalho mais acentuada, fazem com que as funções do centro regional passam a exigir maiores níveis de concentração demográfica.

O papel centralizador exercido pelas grandes cidades no território brasileiro (e nos países em desenvolvimento como um todo) pode ser facilmente comprovado com a existência de um grande número de cidades grandes e ausência de uma rede de cidades médias bem estruturadas e

² Esse modelo de urbanização e ‘desenvolvimento’ em grande parte foi fomentado pelo Estado através da ação direta e indireta de suas agências/órgãos de fomento e desenvolvimento que concentraram suas ações nas grandes cidades em detrimento das pequenas cidades e/ou áreas rurais. Um exemplo que trata bem desse processo foi a brutal concentração dos investimentos da SUDENE em Fortaleza se comparado aos demais municípios cearenses.

articuladas. Ainda segundo Santos (op. cit.), já nos países centrais, a transição entre as pequenas e grandes urbes é feita pelas cidades médias, que articulam o espaço de maneira mais fluída e homogênea, o que permite uma transição de bens, decisões e informações. Ao tratar do baixo nível de complexidade e complementaridade das cidades brasileiras, Santos (2008a, p. 107) aponta que

A organização interna de nossas cidades, grandes, pequenas e médias, revela um problema estrutural, cuja análise sistêmica permite verificar como todos os fatores mutuamente se causam, perpetuando a problemática.

Esse processo na perspectiva de Silva (2002), aguçou as desigualdades e transformou as cidades no centro de conflitos de classes, já que estas se tornaram o principal destino de levadas e levadas de migrantes oriundos das áreas rurais.

4.1.1 Problemas decorrentes da urbanização

As grandes cidades hoje não são somente o *locus* de produção do capital, são também o *locus* de manutenção, reprodução e agudização das desigualdades sociais, ou seja, são o lugar de ampliação das desigualdades socioespaciais e da exclusão territorial. Esses espaços apresentam tal característica, pois, neles é onde se concentram as maiores disparidades nas condições de vida e acesso aos serviços públicos.

Santos (2008a) ressalta que, ao longo de todo o século XX, especialmente nas últimas décadas, o processo brasileiro de urbanização revelou uma relação direta com o aumento da pobreza, cujo *locus* principal são as grandes cidades que se tornaram verdadeiros polos de atração e manutenção de pobreza.

Ao explicar esse movimento aparentemente contraditório das grandes cidades que, ao mesmo tempo em que produz riquezas, amplia e promove a concentração da pobreza, Santos (2008a, p. 10) acentua que esse processo acontece porque

Algumas atividades continuam a crescer, ao passo que a população se empobrece e observa a degradação de suas condições de existência [...] a cidade em si, como relação social e como materialidade, torna-se criadora de pobreza, tanto pelo modelo socioeconômico, de que é o suporte, como por sua estrutura física, que faz dos habitantes das periferias (e dos cortiços) pessoas ainda mais pobres.

Villaça (2003, 2006) entende que as cidades brasileiras, ao mesmo tempo em que são as vitrines de desenvolvimento, são também o local de concentração da desigualdade, exclusão e injustiça social. Segundo Amaro (2003) o 'drama' urbano brasileiro é o resultado de um processo de urbanização atrelado a uma industrialização que numa opção por uma economia de escala concentrou geograficamente os investimentos, impulsionando os fluxos migratórios para os grandes centros urbanos.

Ao chegar às grandes urbes esse contingente populacional se depara com uma triste realidade, *“o homem do campo, que se desloca em busca de melhores condições de vida na cidade, quando chega, é logo ‘expulso’ para as periferias urbanas, ficando numa situação idêntica ou pior que a anterior”*. (SILVA, 1992, p. 33).

A forte concentração de capitais nas regiões metropolitanas do Brasil foi responsável pelo aprofundamento das diferenças sociais e da segregação socioespacial. Como resultado dessa concentração promovida pelo modelo de industrialização, houve um direcionamento dos investimentos públicos e privados nos centros urbanos, o que contribuiu para a falta de dinâmica das áreas rurais e dos núcleos urbanos das pequenas cidades. Em razão da 'carência' de oportunidades grande parcela da população se vê sem opções de emprego e renda, de modo que, partem em busca de melhores oportunidades nas grandes cidades, o que contribui ainda mais para aumentar os problemas urbanos.

A concentração de investimentos e recursos promovida por esse modelo enseja um 'ciclo', já que cada vez mais se faz necessário um maior aporte de investimentos para atender a crescente demanda social, cujas causas são diversas (e incluem, entre tantos outros aspectos, o fluxo migratório). Como os recursos são escassos, há um claro direcionamento para

o atendimento das demandas das grandes cidades (onde os problemas se tornam mais visíveis), fazendo com que cada vez mais os pequenos núcleos urbanos e áreas rurais fiquem relegados a um plano secundário, onde a escassez de políticas públicas e investimentos é a regra, condenando essas áreas à estagnação social e econômica. A esse respeito Silva (1992, p. 16) assinala que

A chamada crise urbana, aliada a um constante fluxo migratório que se dirige não só do campo mas também das pequenas cidades para a grande tem exigido ou provocado a inversão de grandes investimentos pelo Estado, na busca de solução dos chamados 'problemas urbanos'. Os problemas rurais ficam assim em segundo plano, de forma que não se vê, pelo menos até o momento, nenhuma ação concreta que provoque mudanças estruturais e possibilite a fixação de um maior contingente demográfico no campo e nas pequenas cidades do interior.

Ao abordar dos problemas decorrentes da urbanização no Brasil, Castriota (2003) aponta que um dos traços mais característicos da urbanização brasileira é o fato de que o aumento da exclusão social está sempre acompanhado do agravamento da segregação territorial.

Uma análise mais profunda evidencia que a exclusão social nas cidades brasileiras tem uma explicação histórica, agravada pelo modelo industrial de urbanização que conservou as bases arcaicas da sociedade. Ou seja, é fruto de uma modernização sem desenvolvimento, cujo resultado é a formação de uma grande massa de excluídos que têm seus direitos essenciais negados e ficam susceptíveis a problemas de toda ordem.

4.1.2 A moradia no centro dos problemas urbanos

Dentre todas as mazelas urbanas, o problema mais crítico é o da moradia, pois morar é uma necessidade diária, não podendo ser substituída ou suprimida. Rodrigues (1991) ressalta que morar não é fracionável. Segundo a autora, malgrado, na pior das hipóteses, pode-se em um dia comer e no outro

não, almoçar e não jantar, mas não se pode morar um dia e no outro não morar.

O problema habitacional brasileiro tem sua explicação com base em uma análise histórica dos condicionantes que definiram a urbanização. As raízes desse modelo de urbanização, e, por conseguinte, de acesso à moradia nas cidades foram estabelecidas pela reprodução da força de trabalho, que teve sua origem no estabelecimento do ‘trabalho livre’ em uma sociedade escravocrata, o que historicamente justifica o atual problema da habitação no Brasil (MARICATO, 2003). Para a autora, isto aconteceu em virtude dos baixos salários e da informalidade da classe trabalhadora.

A transformação das estruturas produtivas no campo, aliada à estrutura fundiária que concentra capitais e terras nas grandes propriedades rurais, contribui de forma decisiva para o aumento das migrações em direção aos centros urbanos, fazendo crescer a demanda por moradia nas cidades.

Geralmente essa população migrante apresenta baixos índices de escolaridade e pouca qualificação profissional, indo ocupar-se de subempregos. Em razão da baixa renda gerada pelas condições precárias de trabalho, essa população não consegue ter acesso ao mercado imobiliário formal.

As ocupações ilegais nas cidades não representa exceção, ao contrário, constituem a regra, cuja motivação principal não é o desapego à lei ou o afrontamento promovido pelas lideranças populares, mas sim a falta de opções (MARICATO, 2003). A autora discorre, ainda, que os loteamentos ilegais e as favelas são as opções de moradia mais comuns da população de baixa e baixa-média renda, o que ela define como a ‘solução’ que o desenvolvimento urbano no Brasil deu para os problemas habitacionais, já que a população favelada cresceu a uma taxa maior do que da população urbana como um todo (MARICATO, 1996).

O homem vive onde ele pode morar e isso é determinado pela sua capacidade de pagar por essa moradia que é definida pela sua renda (RODRIGUES, 1991). Deste modo, a população que não dispõe de condições financeiras para pagar por melhores lugares de moradia tem como única opção viável de acesso à moradia esse tipo de ocupação, perpetuando assim a exclusão.

Esse processo de exclusão e, por conseguinte, de dificuldades no acesso a moradia fomentam as ocupações ilegais, o que faz com que nas cidades brasileiras coexistam a cidade formal e a cidade ilegal.

A cidade ilegal é caracterizada pelo acesso irregular à moradia, seja por loteamentos clandestinos, seja pelas ocupações de terras que muitas vezes contam com o 'consentimento informal' das administrações públicas, sobretudo, das prefeituras já que constitucionalmente compete ao município o poder de regular e controlar o uso e ocupação do solo nas áreas urbanas (MARICATO, 1996 e 2003).

A incapacidade e/ou desinteresse do Poder Público em estabelecer políticas públicas para a população de baixa renda resultou num quadro de deficiência/inexistência de programas de financiamento destinados a esse público, fazendo com que essa população se adense nas periferias, favelas, cortiços e áreas de proteção ambiental.

Essas áreas geralmente são públicas ou ambientalmente frágeis, estando fortemente susceptíveis à incidência de riscos, o que determina sua desvalorização e/ou desinteresse por parte do mercado imobiliário formal. Esse processo cria uma diferenciação espacial dos problemas ambientais³.

4.1.3 Espacialização diferencial dos problemas ambientais e urbanos

Ao cuidar da espacialização diferencial dos problemas urbanos, Coelho (2001) ensina que os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo o espaço urbano, atingem muito mais os espaços ocupados pela população de baixa renda. Tal fato se dá, tanto pela maior fragilidade dos ambientes onde essa população está assentada, como pela ineficiência ou mesmo ausência de infraestrutura de modo a minimizar os impactos e riscos ambientais a que estão susceptíveis.

³ É importante ressaltar que, em razão da sua natureza e magnitude, existem problemas ambientais inerentes a todo o espaço urbano como poluição, violência, riscos ambientais derivados de eventos extremos, dentre tantos outros.

A qualidade e a disponibilidade de infra-estrutura e de serviços urbanos se dão em função das relações de produção e dos *lobbies* dos agentes produtores do espaço. Sobre a disponibilidade de infra-estrutura no processo de organização e dinamização do espaço Lamoso (2009, p. 43-44) explica

A infraestrutura é o suporte para produção, a circulação e o consumo das mercadorias geradas pelas atividades produtivas, é um dos elementos organizadores e produtores do espaço, influenciando no desenvolvimento econômico e definindo características do processo de acumulação [...] sua distribuição no espaço é definida politicamente, como resultado do embate entre diferentes projetos políticos e, conseqüentemente, de interesses de classe.

Essa espacialização diferencial resulta de um intrincado processo de relações entre os diferentes segmentos da sociedade, fazendo emergir conflitos de interesses, por vezes, inconciliáveis.

Costa e Braga (2004) asseguram que os conflitos em torno da questão urbano-ambiental se dão em torno de uma intrincada dinâmica de relações e disputas de poder que podem conduzir à formulação e legitimação das diretrizes da política ambiental. Justamente por isso, os autores expressam que os problemas derivados da urbanização não devem ser vistos apenas como expressão ou materialização de distorções econômicas e/ou da injustiça social, embora estas sejam as principais características dos conflitos em torno do uso e ocupação do solo nas cidades brasileiras.

Na concepção de Acselrad (1999), as articulações entre as questões urbanas e ambientais fazem parte das relações de poder que se dão em torno da apropriação do território e de seus recursos que podem legitimar práticas sociais no território. Essas práticas, a depender do contexto político (resultado das relações de forças entre os segmentos envolvidos), tanto podem promover um processo de melhoria das condições de vida (pautado nos preceitos de justiça ambiental), como podem ampliar os conflitos ambientais e territoriais.

De acordo com Costa e Braga (2004, p. 199-200), a lógica da valorização do espaço e a utilização de seus recursos reflete-se diretamente na qualidade de vida das populações (no espaço em questão), de modo a criar e reproduzir desigualdades, conflitos e contradições. Ainda segundo as autoras,

em políticas públicas urbanas, em que o privado prevalece sobre o público e a lógica do mercado exerce sua hegemonia sem o controle efetivo do setor público, há um agravamento da desigualdade na provisão de moradias e na distribuição dos equipamentos e serviços urbanos. Essas situações deflagram um aumento significativo da ilegalidade urbana.

Maricato (1996, 2001 e 2003) enfatiza que a valorização de determinados espaços é determinada pela aplicação do investimento público, o qual, por sua vez, (geralmente) é orientado pelos *lobbies* bem organizados do mercado imobiliário, estabelecendo uma relação intrínseca entre mercado imobiliário, legislação urbano-ambiental e exclusão social.

O vínculo estabelecido por estas relações determinam o processo de transformação espacial, cuja compreensão só pode ser efetuada se for considerada a dinâmica dos processos conformadores do território; ou seja, é preciso compreender a história, a produção e reprodução do espaço urbano, atrelando-o ao modelo de desenvolvimento vigente. A esse respeito Pires (2000, p. 207) explica que

Um olhar para a cidade, numa perspectiva histórica, permite dizer que ao longo da expansão urbana houve uma segregação social e espacial, que levou as populações a ocuparem espaços não adequados para moradia.

Como bem ressalta Coelho (2001), somente com a incorporação dos processos de construção de cidades, resultado de uma sociedade dividida em classes é possível estabelecer uma espacialização diferencial dos impactos e problemas ambientais. A autora ressalta que espacializar não significa apenas posicionar no espaço (mapear) os fenômenos que ocupam determinada expressão no território, mas sim compreender as diferenciações no processo de transformação espacial. A esse respeito Coelho (op. cit., p. 37) explica que

A espacialidade diferencial implica que se considere o meio ambiente, de um lado, como reflexo social, e de outro, como condicionante social, isto é, reflete os processos e as características da sociedade que o criou e ali vive, como impacta sobre seu futuro imediato [...] E por tratar de uma espacialidade situada no bojo de uma sociedade de classes, desigual, a espacialidade implica desigualdades, refletindo e condicionando a sociedade de classes e tendendo a sua reprodução.

Essa associação, como bem aponta Coelho (2001, p. 21), permite compreender que a urbanização é também uma transformação da sociedade e os impactos e problemas derivados *“são ao mesmo tempo produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais.”*

Nesta perspectiva, é possível compreender que o ambiente urbano resultada de um longo processo que envolve os aspectos da sociedade e de como esta se relaciona com o meio. Corroborando esta ideia, Brandão (2001, p. 56) assim esclarece:

O meio ambiente urbano é um sistema altamente interrelacionado, em que tanto os elementos que são obra do homem como os elementos naturais são considerados parte do sistema de relações e que os resultados (bons e ruins) são fruto da combinação dos dois.

Ao analisar a urbanização e o estabelecimento das diferenciações espaciais em Fortaleza, Silva (1992) enfoca que nos casos em que as desigualdades sociais e a concentração de renda são acentuadas, ficam bem estabelecidos o espaço da burguesia e o espaço do proletariado, sendo possível estabelecer a produção do espaço com as relações de poder mantidas naquela sociedade. Ressalta, ainda, que para compreender esse processo é necessário avaliar a ação do Estado no contexto urbano brasileiro, especialmente nas últimas décadas do século XX, de forma a atingir a compreensão do papel do planejamento estatal e seu significado espacial, resultado da intervenção direta e indireta dos órgãos governamentais.

Ante essa realidade segregacionista (excludente por natureza), emerge a necessidade de elaboração de políticas públicas espaciais⁴, de modo que possam ser minimizados os impactos negativos dessa urbanização descontrolada. Trata-se de um desafio para a maioria das cidades brasileiras, pois, como bem ressalta Souza (2006, p. 407),

O crescimento rápido da grande maioria das cidades tem, sem dúvida, ao lado de muitos outros fatores de ordem social, contribuído

⁴ Steinberger e Amado (2006) definem políticas públicas espaciais como um conjunto específico de políticas nas quais se incluem as políticas ambientais, territoriais, regionais, urbanas e rurais que por seu caráter eminentemente territorial, se distinguem das políticas econômicas e sociais, pois, embora estas últimas também tenham um caráter territorial, este não constitui o seu fundamento.

para fazer do planejamento algo difícil; além do mais, para muitos municípios, os seus custos, por menores que possam ser (e não precisam ser grandes), não parecem se justificar em comparação com as urgências típicas da gestão, da administração do aqui e agora, das prioridades de curto e, no máximo, médio prazo.

4.2 Subdesenvolvimento e contextos vulneráveis na conformação de desastres

A sociedade contemporânea é ambígua, Essa ambiguidade é comandada pelo modelo produtivo dominante, que produz e reproduz as contradições sociais características de uma sociedade dividida por classes. De um lado, o desenvolvimento técnico, científico e informacional proporcionou melhorias significativas na qualidade de vida de boa parte da população, e, de outro, promoveu o aumento da vulnerabilidade da sociedade, principalmente nos países em desenvolvimento.

Na perspectiva de Porto (2007, p. 35), essa situação decorre de um modelo de desenvolvimento que em nome do crescimento econômico introduz e multiplica os riscos, ao mesmo tempo que reproduz relações sociais que concentram poder e riqueza, mantendo e reproduzindo as desigualdades. Esse modelo cria uma distribuição desigual da sociedade no território, criando e/ou reproduzindo a segregação socioespacial.

Esse processo de exclusão que enseja uma segregação espacial faz com que a população mais pobre que não dispõe de condições financeiras para adquirir terrenos “mais seguros”, venha a ocupar áreas mais frágeis, ampliando assim sua própria vulnerabilidade.

É nas áreas rejeitadas pelo mercado imobiliário privado e nas áreas públicas situadas em regiões desvalorizadas que a população trabalhadora pobre vai instalar-se: beira de córregos, encostas dos morros, terrenos sujeitos a enchentes ou outros tipos de riscos, regiões poluídas ou, [...] áreas de proteção ambiental (onde a vigência de legislação de proteção e ausência de fiscalização definem a desvalorização. (MARICATO, 1996).

Coelho (2001) aponta a existência de uma relação estreita entre estes e a espacialização desigual das diferentes classes sociais no território. Dessa forma, os impactos ambientais na cidade são sentidos principalmente pelos setores menos favorecidos da sociedade, confinados às áreas mais suscetíveis aos processos ecológicos e que não podem pagar por lugares mais seguros do ponto de vista ambiental.

Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo o espaço urbano. Atingem muito mais os espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas do que os das classes mais elevadas. A distribuição espacial dos primeiros está associada à desvalorização do espaço, quer pela proximidade dos leitos de inundação dos rios, das indústrias, de usinas termonucleares, quer pela insalubridade, tanto pelos riscos ambientais (susceptibilidade das áreas e das populações aos fenômenos ambientais) como desmoronamentos e erosão, quanto pelos riscos das prováveis ocorrências de catástrofes naturais, como terremotos e vulcanismos. (COELHO, 2001, p. 27-28).

Na reflexão de Porto (2007, p. 188), tanto as elites historicamente privilegiadas e favorecidas que se sustentam com recursos não locais, como os centros de poder e decisão se encontram distanciados dos territórios onde vivem as comunidades mais prejudicadas em consequência dessa divisão socioespacial.

Deste modo, interessam a esta pesquisa as discussões sobre vulnerabilidade numa perspectiva multidimensional, ou seja, que buscam integrar diferentes dimensões da realidade, envolvendo aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais, ao mesmo tempo em que possam tratar de aspectos relacionados aos importantes problemas socioambientais derivados da relação sociedade e natureza.

Porto (2007) compreende que é a complexidade social que vai definir o contexto vulnerável, ou seja, que define a vulnerabilidade social. Deste modo, é preciso entender os vários tipos de vulnerabilidade que podem compor um contexto vulnerável. Porto (op. cit., p. 35) apresenta a seguinte definição para contextos vulneráveis

Denominamos 'contextos vulneráveis' aqueles nos quais os riscos dos sistemas sócio-técnicos-ambientais são agravados em

decorrência de vulnerabilidades sociais que permitem a (re)produção social de populações, setores produtivos e territórios vulneráveis aos riscos, ao mesmo tempo que os processos decisórios e as instituições responsáveis pela sua regulação e controle não atuam de forma efetiva, pelo menos para certos grupos de territórios.

A existência desses contextos está relacionada a raízes históricas que conformaram as atuais relações socioespaciais e fazem com que determinados grupos sociais permaneçam sendo alijados de condições adequadas de sobrevivência. Como já abordado, são relações ‘injustas’ em que diferentes segmentos sociais têm acessos diferenciados aos recursos ambientais, disponibilidade de infraestrutura, acesso a saúde, educação, moradia, renda e serviços essenciais.

Deste modo, passou-se a discutir as ligações entre raça, pobreza e poluição, estabelecendo vínculos entre problemas ambientais e desigualdade social. Essa perspectiva introduziu variáveis sociais nos tradicionais estudos de impacto ambiental, possibilitando uma integração analítica entre os processos biofísicos e sociais, numa perspectiva de justiça ambiental (ACSERLALD, 2002).

A incorporação da ideia de justiça ambiental permite desvendar a ligação íntima entre a conformação e configuração do espaço urbano com a ocorrência de desastres. Robaina (2008) ensina que a ocorrência de desastres e áreas de risco no Brasil é o resultado da triste combinação entre população marginalizada e ambiente físico deteriorado, e que um desastre exprime a materialização da vulnerabilidade social. Portanto, o aumento dos desastres está intimamente conectado ao crescente subdesenvolvimento e à marginalização social (ROBAINA, 2008, p. 103-104).

A vulnerabilidade social permite elucidar a expressão espacial dos riscos conforme o desenvolvimento econômico e social da população. Neste sentido, emerge a necessidade premente de entender a relação entre vulnerabilidade e riscos. A esse respeito, Cruz et al. (2003, p. 90) ensinam que

La noción de vulnerabilidad esta relacionada con los riesgos. La vulnerabilidad, desde el punto de vista de los riesgos, es la capacidad de la sociedad para defenderse del riesgo o, si éste produce un desastre, recuperarse de sus efectos.

São numerosos os fatores que permitem estimar a vulnerabilidade. O grau de vulnerabilidade de um sistema está em função de suas propriedades intrínsecas quanto ao grau de impacto externo a que é submetido (PORTO, 2007, p. 150). Deste modo, vulnerabilidade pode ser medida pela estimativa de danos. Essas estimativas de perdas podem ser relacionadas aos bens materiais, às propriedades, aos indivíduos, à população ou aos sistemas como um todo.

Considerando-se as tipologias de uso e ocupação do solo, condições socioeconômicas e culturais médias da população, qualidade das construções e disponibilidade de infraestrutura, podem ser estabelecidos graus de vulnerabilidade social.

Embora todos os tipos de classificação de níveis de vulnerabilidade apresentem problemas, a depender da disponibilidade e qualidade dos dados, o estabelecimento de um índice sintético de vulnerabilidade social permite estimar a capacidade de resposta de uma comunidade à ocorrência de uma situação de crise.

Ante o que fora exposto no capítulo, fica evidente que a vulnerabilidade social é fundamental para compreensão dos riscos de forma integrada e contextualizada, pois traz à tona, simultaneamente, questões éticas, políticas, técnicas, ambientais, econômicas e sociais, que conformam a distribuição espacial dos riscos, bem como a capacidade das populações em enfrentá-los (PORTO, 2007).

A vulnerabilidade e os riscos fazem parte de um mesmo processo, sendo impossível dissociá-los. A esse respeito Veyret e Richemond (2007a, p. 30) dizem que

O risco nasce da percepção de um perigo ou de uma ameaça potencial que pode ter origens diversas e que denominamos uma álea. Esta é sentida pelos indivíduos e pode provocar, ao se manifestar, prejuízos às pessoas, aos bens e à organização do território. À luz dos acontecimentos que podem desencadear uma crise, a análise dos prejuízos remete ao que se denomina vulnerabilidade.

4.2.1 Riscos ambientais e desastres

Embora já tenha sido mencionado, é importante destacar que os riscos ambientais possuem uma perspectiva espacial e não se enquadram unicamente em uma categoria. Na verdade, eles pertencem simultaneamente a diversas categorias (VEYRET e RICHEMOND, 2007b, p. 63). Ainda conforme as autoras, esse tipo de risco é o resultado da associação entre os riscos naturais e os decorrentes dos processos naturais agravados pela atividade humana e ocupação do território, percebidos e suportados por um grupo social sujeito à ação de um processo físico (*álea*).

Consoante entende Porto (2007, p. 31), diferentemente de outros tipos de riscos associados a um território demarcado (ou seja, onde as fontes de geração estão relativamente próximas), os riscos ambientais possuem natureza extensiva, já que afetam as pessoas nos locais onde elas moram e circulam, interagem com os territórios e as comunidades. Isto faz com que a origem do fenômeno nem sempre coincida com a zona de impacto das *áleas* naturais, sendo que seus efeitos podem ser sentidos de forma desigual no espaço (THOURET, 2007, p. 88), conforme a vulnerabilidade da sociedade.

Ante os pressupostos anteriormente mencionados, os riscos ambientais podem ser entendidos como a vulnerabilidade a que um sistema ou comunidade estão expostos a um dado evento perigoso, evento esse associado a um fenômeno natural (*álea* ou *hazard*) agravado ou provocado pelo homem (SANTOS e SOUZA, 2005).

Ao estudar os riscos ambientais e seus efeitos na América Latina, Thouret (op. cit.) aponta que as *áleas* de origem geodinâmica, morfodinâmica, hidrológicas e climáticas são as mais recorrentes na região.

Quando se analisam os dados referentes aos desastres naturais, verifica-se que o clima, ou seja, as condições externas, são os principais produtores de desastres naturais. (TAVARES, 2009, p. 114)

No Brasil, podem ser excluídos os *hazards* relacionados às atividades geodinâmicas. Embora exista o registro constante de atividades sísmicas, o território brasileiro apresenta certa estabilidade tectônica, o que não propicia abalos de grande intensidade ou atividades vulcânico-magmáticas.

Em sua maioria, as áreas de riscos no Brasil são as que estão susceptíveis às inundações, embora o maior número de vítimas por evento estejam relacionadas aos deslizamentos de terra (movimentos de massa). Há de se considerar, no entanto, que a população atingida pelas inundações é muito superior aos deslizamentos. Isto se dá porque os últimos geralmente ocorrem em áreas localizadas (setores de uma vertente, por exemplo). Já as inundações ocorrem em áreas de grande dimensão territorial. Todos esses eventos estão relacionados aos fenômenos atmosféricos, notadamente as grandes precipitações.

Embora os movimentos de massa apresentem uma relação direta com o material constituinte e a declividade da vertente, as precipitações têm um papel fundamental na desestabilização da vertente e na possibilidade de movimentação gravitacional do material. Esses fenômenos se agravam quando a precipitação é intensa e constante, ou seja, quando há uma saturação dos solos das encostas. A saturação do solo, associada à retirada da cobertura vegetal nas vertentes de maior declividade, possibilitam o movimento de grandes quantidades de material.

As inundações apresentam relação direta com a intensidade e quantidade das precipitações, ao que se aliam as condições ambientais. *“A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem.”* (AMARAL e RIBEIRO, 2009, p. 41).

As inundações, portanto, resultam da combinação de fatores naturais e antrópicos. Dentre os naturais, destacam-se: a forma do relevo; as características de rede de drenagem; a intensidade e quantidade de distribuição das chuvas; as características do solo; o teor de umidade; e a presença ou ausência de cobertura vegetal. Já no que se refere aos fatores antrópicos, citam-se essencialmente o uso e ocupação irregular das planícies e margens dos cursos d'água e das áreas de retenção de cheias; a disposição irregular do lixo nas proximidades dos cursos d'água; as alterações nas características naturais nas bacias de drenagem e nos cursos de água (vazão, canalizações, retificações, impermeabilização do solo); a erosão das áreas a montante; e o assoreamento dos cursos d'água que interferem na velocidade e

capacidade escoamento do vale (AMARAL e RIBEIRO, 2009; MINC, 2009; SANTOS, 2006).

Embora os riscos possam variar conforme as condições de vida local, é imprescindível observar que os riscos naturais estão independentes das condições locais. Esse tipo de risco tem capacidade de abrangência para além dos limites da área de ocorrência do fenômeno, em alguns casos, podendo chegar à escala global.

Veyret (2007) enfatiza que, ao abordar os riscos, o objeto tratado é a percepção de uma potencialidade de crise, acidente ou catástrofe e não o acontecimento catastrófico propriamente dito. É na verdade a possibilidade de ele vir a acontecer, o que torna imprescindível diferenciar riscos de catástrofes, embora em muitos trabalhos esses dois conceitos possam ser tratados como uma única coisa.

A catástrofe pode ser entendida como a deflagração do *hazard*, cujos efeitos causam uma ruptura na dinâmica do sistema socioambiental, induzindo perdas de vidas humanas, ambientais, econômicas e sociais, deflagrando uma situação de crise.

Sobre a complexidade envolvida na incidência de desastres naturais, Cruz et al. (2007) evidencia que cada desastre natural tem causas específicas que são o resultado da interação de um conjunto de sistemas e não um efeito perverso da natureza. No mesmo sentido Cruz et al. (2003, p. 7-8) compreende que

Cada desastre tiene causas específicas, resultado de la interacción de un conjunto de sistemas —social, ecológico, político, económico— y no es un desmán perverso de la naturaleza. La real comprensión del desastre exigirá analizar el trasfondo de este conjunto de sistemas.

Deste modo, para ocorrência de um desastre, faz-se necessária a combinação de uma série de condições que favorecem a existência desse fenômeno. Primeiramente é preciso haver um fato de risco relacionado a fenômeno natural, que pode ser chamado de *álea* natural ou *natural hazard*, com possibilidades de deflagrar uma situação de crise. Em segundo lugar, é

necessário existir um contexto vulnerável, em que a sociedade não apresente capacidade adequada de resposta a essa situação de crise.

Na América Latina, os desastres naturais se sobrepõem a um contexto vulnerável; desastres esses relacionados de um lado, à pobreza e à degradação ambiental, e, de outro, ao crescimento econômico desigual (lei do desenvolvimento desigual e combinado).

Quando analisados os riscos ambientais e as catástrofes que são as manifestações espaciais dos seus efeitos, geralmente verifica-se que esses estão correlacionados: à urbanização acelerada; à degradação ambiental; à fragilidade do ambiente; à irracionalidade no uso e ocupação do solo; à vulnerabilidade da sociedade aos eventos; à baixa capacidade de resposta perante a crise; injustiça ambiental; inexistência de ações preventivas; e à ausência de planos de emergência e sistemas de alerta. Essas são características comuns nas áreas mais carentes dos países em desenvolvimento.

Essas características relacionadas ao 'subdesenvolvimento' são as principais causas de catástrofes naturais no Brasil. Faz-se importante, mais uma vez, reportar-se a Veyret (2007), ao assinalar o problema de uso dessa expressão, pois catástrofes naturais só são consideradas como tais por afetarem a sociedade, isto é o que as diferencia teoricamente dos eventos ou fenômenos naturais.

Risco, vulnerabilidade e preparação são parte da mesma práxis social, pois as áreas passíveis de desastres estão susceptíveis a diferentes fatores de riscos, que só ocasionam desastres se a população for vulnerável à ocorrência destes (CRUZ et al., 2003).

4.2.2 A vulnerabilidade na avaliação de risco

Assim como ocorre com as classificações e definições dos temas relacionados aos riscos, as possibilidades de avaliação também são variadas e estão ancoradas nas concepções e princípios que norteiam os diferentes

pesquisadores e tipos de avaliação. Ao tratar das principais possibilidades de análises de risco, Lima e Silva et al. (2003, p. 243) ressaltam que:

Os pesquisadores, em sua grande maioria atribuem o conceito de análise de risco ambiental à avaliação dos riscos que as atividades humanas impõem ao meio ambiente; a análise de Risco Ecológico visa aos riscos às espécies ou ecossistemas. A análise de risco humano, na área de saúde pública ou na toxicologia, refere-se às probabilidades de efeitos indesejados à saúde humana em função da incorporação de substâncias tóxicas. Existe ainda um quarto conceito de análise de risco, muito utilizado na área industrial e militar, usada para avaliar riscos tecnológicos acidentais, denominada aqui de Risco Tecnológico Acidental. Esse tipo de análise restringe-se a avaliar danos humanos.

Os procedimentos para avaliação de risco variam conforme o enfoque e a natureza do fenômeno abordado, de modo que se possa estimar a probabilidade do risco, a vulnerabilidade da sociedade e a intensidade do fenômeno.

Conforme Penna (2002), o meio ambiente, principalmente o urbano, deve ser analisado sob a óptica do ambiente construído pela apropriação, produção e reprodução do espaço e do ambiente como um todo. Nesta perspectiva, ainda segundo a autora, é possível vincular a problemática ambiental às questões habitacionais, crescimento urbano e expansão das periferias produtos das contradições da produção, consumo e apropriação do espaço.

Ante o exposto, fica evidente que uma avaliação de riscos não pode ser considerada somente numa perspectiva de causa e efeito pautada essencialmente na probabilidade. Deve ser, portanto, pensada numa perspectiva de indissociabilidade da sociedade e da natureza. A esse respeito Cruz et al. (2003, p. 33) ressaltam que

Si los desastres no son separados de lo cotidiano, las cuestiones sociales se transforman en importantes objetos de estudio. Se debería observar cómo actúa el poder económico y político para redistribuir riesgos o recursos de asistencia y prevención, o qué intereses se contemplan en los planes de reconstrucción.

Com base em Degg (1992), Christofolletti (2001) assegura que a avaliação de risco deve ser relacionada às condições socioeconômicas das populações, à medida que *“o reconhecimento das áreas de riscos geoambientais e o estudo sobre os azares naturais refletem os efeitos dos impactos ambientais e a avaliação da vulnerabilidade das organizações sócio-econômicas.”* (CHRISTOFOLETTI, op. cit., p. 422-423).

Ao relacionar a intensidade dos eventos à vulnerabilidade da população Suguio (2008, p. 32) cita como exemplo estudo de Kelly Schear, do Laboratório de Pesquisas Tecnológicas da Califórnia, onde foi realizado um prognóstico de um terremoto de 7,5° na escala Hatcher (grande intensidade). Se o tremor ocorresse em Los Angeles, a previsão de mortes era de aproximadamente 50 mil vítimas. Ao mesmo tempo, se um mesmo tremor atingir a cidade de Teerã, o número de mortes poderá ser 20 vezes maior atingindo mais de 1 milhão de vítimas fatais. Nesse âmbito, emerge a necessidade de relacionar a incidência de riscos e as perdas econômicas e sociais em diferentes realidades, de modo a explicitar as diferenças sociais existentes entre os países em desenvolvimento e das nações mais industrializadas.

A incidência de riscos, a vulnerabilidade da sociedade e as perdas de vidas estão intimamente relacionadas às condições socioeconômicas da população. Degg (1992) apud (CHRISTOFOLETTI, 2001) salienta que a vulnerabilidade nos países tropicais é mais acentuada do que na América do Norte, conforme verificado na Tabela 10.

Tabela 10: Indicadores de catástrofes de 1974 a 1989.

Indicador	Período	América do Norte	América do sul, África, Ásia e Austrália
Número de mortes	1947 a 1967	7.965	414.315
Média de mortos por evento		38	984
Número de mortes	1969 a 1989	4.683	1.476.868
Média de mortos por evento		19	2066

Fonte: Degg (1992) apud Christofolletti (2001).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Conforme se verifica nesta tabela, o número de mortos em cada evento na América do Norte caiu pela metade entre os dois períodos

analisados, passando de 38 para 19 pessoas mortas em média a cada evento, ao tempo em que, no mesmo período, nos países tropicais, o número médio de mortos mais do que duplicou, passando de 984 para 2.066 no período de 1969 a 1989. Os prejuízos materiais também são desproporcionais, pois, enquanto no último período (1969 a 1989) os prejuízos materiais na Ásia, América do Sul, África e Austrália foram da ordem de 6,2 bilhões de dólares, na América do Norte, os prejuízos foram de 21.6 bilhões de dólares.

Verifica-se, portanto, que cada morte na América Latina, África, Ásia e Austrália está relacionada a pouco mais de U\$ 3.000.000,00 (três milhões dólares) em prejuízos materiais, ao tempo em que na América do Norte cada morte representa um custo de mais de um bilhão cento e trinta seis milhões de dólares (U\$1.136.842.105,26), ou seja, 378 vezes mais (Figura 6).

Fica evidentemente estabelecida a relação inversamente proporcional entre os prejuízos materiais e o número de mortes. Quanto maiores os prejuízos materiais, menores são as perdas humanas. Isso decorre mormente da implantação de infra-estrutura e intervenções que visam à proteção da população a esses eventos, tais como abrigos subterrâneos, diques marginais para a contenção de cheias, sistemas eficientes de drenagem urbana etc. A consolidação desses serviços quando da ocorrência de eventos catastróficos proporciona maior proteção à vida e menores perdas humanas.

Já os países em desenvolvimento não contam com a consolidação desses serviços de apoio e minimização de perdas humanas em situações de desastres. Esta situação pode ser facilmente verificada em Fortaleza, já que grande parte do território municipal não dispõe de rede de esgotamento sanitário e o sistema de drenagem é deveras precário. Para se ter noção do problema, o plano diretor de drenagem urbana para a Região Metropolitana de Fortaleza é de 1979, e atualmente mostra-se totalmente ineficiente em razão do grande crescimento demográfico e urbano que a área evidenciou ao longo desses anos.

Figura 6 Relação entre mortes e os prejuízos materiais.

Fonte: Degg (1992) apud Christofletti (2001).

Outro ponto a ser considerado que oferece menor possibilidade de perda de vidas é a maior eficiência dos sistemas de alerta e simulações de evacuação para eventos catastróficos. Na América do Norte, Europa e Japão, esses sistemas estão bem desenvolvidos e são amplamente conhecidos pela população. Nos países periféricos, esses sistemas são ineficientes e na maioria das vezes inexistentes.

Não se pretende, contudo, assegurar que os sistemas de alerta ou os planos emergenciais proporcionam a eliminação dos riscos (como já abordado). Na realidade, mostram-se como mecanismos que auxiliam em ações emergenciais, à medida que preparam a população para conviver com os eventos catastróficos. Muito menos é pretensão aqui insinuar que esses sistemas são totalmente eficientes/confiáveis, pois trabalham com probabilidades. É evidente, porém, que a existência de tais serviços auxilia sobremaneira na minimização de perdas humanas e a existência desses sistemas está relacionada a um maior desenvolvimento econômico e social, em que o risco é incorporado à dinâmica da própria sociedade.

Porto (2007) enfatiza ser preciso desnaturalizar a lógica que prega o risco como um fenômeno neutro, quantitativo, objetivo, resultado de probabilidades e eventos conhecidos, ou de um 'acidente' que exclui as

populações mais vulneráveis. O autor enfatiza que deve ser feita uma abordagem que considere os determinantes sociais dos riscos, incluindo os mais vulneráveis e expostos a aos riscos utilizando o conceito de justiça ambiental como central.

Somente com suporte nesses preceitos seria possível realizar uma proposta de avaliação integrada e contextualizada dos riscos, que deve ser entendida como uma ferramenta conceitual e metodológica para incentivar ações emancipatórias por meio da promoção de justiça ambiental (PORTO, 2007).

4.2.3 Novas concepções nas abordagens sobre riscos

Acseirad (2002) destaca o fato de que nem os defensores da modernização ecológica, tampouco os teóricos da sociedade do risco, incorporaram analiticamente a diversidade social na construção do risco e a presença de uma lógica política a orientar a distribuição espacial dos danos ambientais; ou seja, não abordam de forma efetiva a construção social dos riscos e a distribuição desigual dos danos.

Abordar a distribuição desigual dos danos é central para entender os contextos vulneráveis que conformam os riscos, pois há uma clara desigualdade social à exposição dos riscos. Um dos princípios que deve ser utilizado na prevenção da *állea* é o princípio do atualismo, mediante um resgate histórico ou da memória da população aos riscos (Veyret e Richemond, 2007b). A avaliação histórica dos riscos permite melhor compreender as percepções do risco por meio da memória das catástrofes.

Esse resgate é importante, já que os riscos representam um sistema complexo onde não se verifica uma relação simples de causa e efeito, tampouco, o risco não pode ser reduzido à análise do elo mais fraco da corrente (VEYRET e RICHEMOND, 2007b).

Ao tentar-se compreender a complexidade dos riscos, busca-se evitar a adoção de uma abordagem formal e abstrata de caráter funcionalista, na qual

os sistemas sociais, tecnológicos e ambientais interagem sem historicidade. Tais visões aceitam passivamente a concentração do poder político e econômico que se encontra por detrás de muitos riscos em contextos vulneráveis. Superar a dicotomia entre o técnico, o humano e o social é certamente um grande desafio, não só daqueles que enfrentam os riscos ambientais, mas também dos vários cientistas e profissionais que lidam com problemas de natureza mais fisicalista (fenômenos inanimados do mundo da Física e da Química) ou da área biológica/biomédica (PORTO, 2007).

Outro componente incorporado às abordagens de risco foi o princípio da precaução. Referido princípio foi inicialmente utilizado para prevenção das consequências negativas da acelerada e indiscriminada utilização e dilapidação dos recursos ambientais. Atualmente, verifica-se que houve uma expansão da aplicação desse conceito (VERMERSCH, 2002), estendendo-o a outros campos de ação, como saúde pública, segurança alimentar, segurança do trabalho, dentre outros.

Aplica-se o princípio da precaução ao que se chama de riscos relatados, situações nas quais os possíveis danos só serão observados a longo prazo depois de ocorrido o acidente, ou depois de ser usado aquele produto alimentar, químico ou farmacêutico. (VEYRET e RICHEMOND, 2007c, p. 59). O princípio da precaução se aplica a situações de dúvida *phanton-risk*, estando muito relacionado à incerteza e não ao risco propriamente dito.

Ele concerne ao risco 'residual', corresponde a acontecimentos cuja probabilidade de ocorrência não é nula, mas se manifesta de forma muito fraca para permitir uma avaliação suficiente. Afinal, o princípio da precaução aplica-se quando o conhecimento científico não permite eliminar a dúvida, a incerteza sobre as consequências de certas atividades, nem avaliar de maneira precisa os riscos incorridos no estado atual de nossos conhecimentos.

Embora a incorporação do princípio da precaução seja uma notável inovação jurídica, Charbonneau (2002) leciona que é importante se contrapor à concepção que prega o princípio da precaução como uma inovação jurídica que, por si só, seria capaz de responder sozinha às exigências de proteção em face da incidência de riscos ambientais. Para este e muitos autores, é preciso tomar uma posição mais radical e estabelecer uma relação indissociável entre

precaução e prevenção. A esse respeito Charbonneau (2002, p. 114) leciona que

A prevenção é então indissociável da precaução, e querer distinguir a todo custo essas duas noções é um disparate, pois a segunda não passa, definitivamente, de uma interpretação mais exigente da primeira.

4.3 *Planejamento ambiental para o ordenamento do território*

O crescente aumento das pressões da sociedade sobre o meio natural torna cada vez mais necessário um processo continuado de planejamento e gestão, cujo objetivo primordial é o ordenamento do território; ordenamento este que deve considerar tanto a dinâmica ambiental como a complexidade das relações de uma sociedade desigual, dividida em classes. Isto faz com que o planejamento e a gestão (ambiental e territorial) devam ser realizados de modo que nenhum desses dois aspectos (ambiental e social) seja negligenciado.

Cunha e Coelho (2003) chamam a atenção para o fato de que a gestão ambiental faz parte de um processo mais amplo da gestão do território, aspecto para o qual segundo as autoras ainda não se deu a devida relevância. Para tanto, acentuam que as interações da estrutura física e social assim como as relações desiguais de poder influenciam o uso e acesso aos recursos naturais e que justamente por isso fazem a noção de território fundamental no debate da questão ambiental.

Ao reforçar o caráter fundamental do território na organização da sociedade, Haesbaerd (2007) relata que as discussões acerca do ordenamento e gestão do espaço têm sempre sido fundamentadas nas discussões sobre o território. Ante as considerações brevemente expostas, fica evidente que não se pode pensar o planejamento e a gestão ambiental sem considerar as relações que a sociedade exerce sobre determinado espaço territorial, o que faz, portanto, do território um conceito fundamental, não só no planejamento ambiental, mas também nas investigações de cunho geográfico como um todo.

Na qualidade de conceito chave da Geografia, o território foi bastante trabalhado ao longo do desenvolvimento desta Ciência, o que desencadeou diversas possibilidades de tratamento e investigação amparadas em diferentes correntes filosóficas, teóricas e metodológicas. Foge ao escopo desta investigação tratar das variadas concepções epistemológicas que permeiam a temática, no entanto, essas diferentes abordagens guardam em comum o fato de que a concepção de território envolve relações de poder.

Na concepção de Moraes (2005), atualmente, o território é visto como resultado histórico do relacionamento da sociedade com o espaço, da articulação dos processos sociais que resultaram em intervenções humanas nos lugares e na criação de materialidades e ordenamentos do espaço terrestre, o qual só pode ser desvendado por meio do estudo da sua gênese e desenvolvimento.

Souza (1995), quando se reporta ao território, no livro *Geografia Conceitos e Temas*, considera o território como um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder. Deste modo, os territórios podem ser construídos ou desconstruídos dentro de escalas temporais as mais diferentes. No mesmo sentido Haesbaert (2007), entende que o território se define antes de tudo com referência às relações sociais em que está mergulhado, relações estas que sempre são relações de poder.

É importante destacar que as relações sociais não envolvem somente as interações entre os indivíduos (sociedade), mas também a relação destes com a natureza, permitindo que o território materialize a diferente espacialização dos processos de modernização e o padrão de degradação ambiental (COELHO e CUNHA, 2003).

Desta feita, fica evidente o caráter eminentemente relacional do território tanto nas relações dos grupos sociais como nas relações desses grupos (sociedade) com a natureza. A esse respeito, Souza (2006) chama atenção para o cuidado em não adquirir um excesso de “sociologização” retirando o caráter geográfico desse conceito, fato comumente verificado nas Ciências Humanas, incluindo aí a Geografia. A dinâmica estabelecida nas relações entre a sociedade e a natureza nunca deve ser desconsiderada, tampouco subvalorizada, pois, mesmo em face do atual estágio de desenvolvimento técnico e científico das sociedades contemporâneas, esta não

consegue dominar a dinâmica da natureza e os processos por ela comandados.

Em suma, o território é relacional, não somente por considerar as relações sociais, mas, também, por envolver a complexidade entre os processos sociais e as dinâmicas da natureza, o que confere dinamismo ao território. Consequentemente, é impossível abordar as questões relacionadas ao território sem tratar de população e das condições ambientais, ou melhor, pensar em território é pensar em uma organização social sobre um determinado espaço físico, que constitui um espaço geográfico total⁵.

O quadro ambiental-territorial atual das cidades brasileiras mostra que essas relações se dão de forma desordenada, desencadeando processos de segregação socioespacial, cuja consequência mais marcante é a ampliação das desigualdades sociais. Especificamente em Fortaleza, tal situação é facilmente verificada, pois a cidade obedece a ordenamentos formais e informais que ampliam essa segregação. Esse processo tem origens variadas, que passam desde a ineficiência do planejamento estatal, à omissão e incapacidade do Poder Público na gestão do território, englobando a exclusão histórica das camadas sociais menos favorecidas nos processos de planejamento e gestão do território.

A acentuação das desigualdades socioespaciais e a emergência da crise ambiental deflagraram no final do século XX severas críticas à viabilidade do planejamento, já que esses problemas em sua grande maioria são atribuídos à falta de planejamento Estatal.

Souza (2006) expressa que tais críticas são sustentadas em duas bases teóricas distintas: uma relacionada a um viés crítico (marxista) sustentada na concepção de que o planejamento está associado a uma visão tecnocrática e nada mais é do que um instrumento a serviço do Estado burguês, que foi e é responsável pela manutenção e ampliação das diferenças socioespaciais; a outra se pautava numa perspectiva neoliberal e aponta que os problemas ambientais são derivados da falta de planejamento e, portanto, o mais importante no atual contexto é a resolução dos problemas imediatos

⁵ Ross (2007) concebe o Espaço Geográfico Total como multidimensional por envolver a complexidade da dinâmica da sociedade que se manifesta em um determinado território e dependente do suporte da natureza.

(atuais) com a negociação e mediação (gestão) dos conflitos. Segundo referido autor estas duas visões são por demais simplistas, pois não atacam o cerne da questão, a primeira por apresentar um reducionismo ideológico exarcebado e a outra por uma generalização descabida.

Tais concepções levam à crença de que o planejamento deve ser substituído pela gestão, já que historicamente o Estado é incapaz de planejar adequadamente e quando o faz é omissos quanto à sua execução. É notório o fato de que o Estado foi omissos e incompetente, no entanto, é preciso ter clareza de que essas duas atividades (planejamento e gestão) não são concorrentes, ao contrário, são complementares entre si, pois o planejamento está relacionado ao futuro, enquanto a gestão se dirige ao presente.

Souza (2006) estabelece de forma clara as diferenças entre o planejamento e a gestão assinala que o planejamento e a gestão não se apresentam como concorrentes ou excludentes, pois se referem a perspectivas temporais diferentes. Ainda para o autor, a gestão refere-se essencialmente ao aqui e agora, ou seja, o imediato, a resolução e administração dos problemas e conflitos com base nos recursos disponíveis e nas necessidades iminentes. Já o planejamento está diretamente relacionado à perspectiva de longo prazo, pensar o futuro de modo que esse planejamento possa ser gerido de forma compatível com o que fora programado, ou seja, o planejamento é a preparação para a gestão futura. Trata-se, portanto, de um par indissociável planejamento e gestão, pois não é possível pensar a longo prazo (planejar) sem buscar uma forma de resolução dos problemas imediatos (gerir).

Souza (op. cit.) enfatiza que o fracasso do planejamento tradicional em proporcionar a melhoria da qualidade de vida das populações não deve fazer com que o planejamento seja negligenciado, ao contrário, devem ser buscadas opções e estratégias. Aponta ainda que o planejamento tradicional pautado no estadocentrismo tem que ser superado e substituído por uma perspectiva participativa, para que no futuro não se repitam ou se amplifiquem as misérias do presente. Para tanto, o planejamento deve ser orientado para o futuro, sem, contudo, perder de vista a gestão dos conflitos existentes. Daí surge a premente necessidade do planejamento ser referenciado por um diagnóstico preciso do quadro atual, visando à elaboração de prognósticos que possam estabelecer cenários tendenciais e desejados.

Elaborar cenários significa simular desdobramentos sem a preocupação de quantificar probabilidades, muito menos se restringir a um único desdobramento esperado, já que a sociedade (composta por vários agentes sociais) é marcada por contradições e conflitos de toda ordem, o que torna o planejamento susceptível ao inesperado e às 'sabotagens' derivadas das dinâmicas sociais (SOUZA, 2006).

Assim será possível criar um modelo de planejamento que distribua as atividades no território em função das limitações, vulnerabilidades e fragilidades naturais, bem como dos riscos e potencialidades de uso, de forma que se possibilite uma visão espacial do território com seus diferentes atributos e relações, considerando quatro elementos fundamentais: (1) pensamento orientado para o futuro; (2) escolha entre alternativas. (3) consideração de limites, potencialidades, restrições, prejuízos e benefícios; (4) possibilidades de diferentes cursos de ações (SOUZA, op. cit.).

Isto faz com que o planejamento esteja alinhado com políticas públicas de ordenamento do território, visando justamente à superação dos problemas socioespaciais. Corroborando essa ideia, Ross (2006), ao estudar a Ecogeografia do Brasil entende ser preciso pôr em prática políticas públicas com vistas ao ordenamento territorial que, de um lado, conduzam à melhoria das condições de vida da sociedade e, de outro valorizem a conservação e a preservação da natureza.

Na verdade, o que se evidencia é uma falta de articulação e integração das políticas e práticas de planejamento e gestão ambiental e territorial. Essa má articulação pode ser explicada por uma diversidade de fatores, dentre os quais emerge a incapacidade do Estado brasileiro (e dos países periféricos) em implementar políticas públicas integradas de transformação socioespacial e de regulação dos comportamentos individuais e coletivos (CUNHA e COELHO, 2003).

Um ordenamento territorial consistente com a realidade socioespacial deve ter como objetivo central reduzir as desigualdades socioespaciais e o consequente grau de exclusão socioeconômica da população mediante um processo que é necessariamente multiescalar e multiterritorial (HAESBAERDT, 2006). O autor entende ainda, que combater as desigualdades socioespaciais por meio de um novo ordenamento territorial significa atacá-las em seus

múltiplos níveis e que, para tanto, se deve: aumentar o nível de democratização e representatividade; fomentar o comprometimento público com as iniciativas a serem executadas; e trabalhar num ordenamento que integre múltiplas escalas (município, mesorregião, estados e macrorregião).

Não considerar essas complexidades, incluindo as variedades multiescalares, as questões locais, as escalas e os níveis de análise, consiste num processo tradicional de ordenamento, que só tende ao fracasso ou, mais comumente, na manutenção e ampliação das desigualdades socioespaciais, o que em essência se opõe ao que deveria ser objetivo primordial de ordenamento territorial.

Portanto, deve-se considerar a dinâmica econômica, política, social cultural e natural, sobretudo as influências da complexidade das relações sociedade e natureza cujas combinações resultantes dificultam estabelecer políticas de ordenamento territorial (HAESBAERDT, op. cit.).

Esse processo só será possível se for rompida a ideia de que o planejamento é uma atividade exclusivamente estatal, ou mesmo destinada aos profissionais planejadores. Um planejamento deve ser construído por via de um processo coletivo, onde grupos da sociedade possam se organizar (e se qualificar) para participar junto com o Estado dessas atividades. Nesse aspecto, devem ser traçadas alternativas que envolvam diferentes segmentos da sociedade, de modo a representar a diversidade e a complexidade social (BECKER, 1987; SOUZA, 2006; e ACSELRAD, 2007).

É importante ressaltar que não se pretende aqui estabelecer que se trata da ampliação dos mecanismos de democracia representativa, é em verdade à busca do exercício da cidadania, mediante a participação da sociedade (democracia direta) no planejamento e gestão, que possam conduzir um novo ordenamento do território.

Para tanto, é preciso que a sociedade utilize todos os mecanismos participativos disponíveis, bem como seja dada continuidade na busca de criação de instrumentos e espaços para diálogo, mesmo que isso implique um confronto direto de interesses com o Estado.

Esses preceitos, de certo modo, se encontram amparados na legislação ambiental e territorial vigente, bem como nos instrumentos de regulação do território. Dentre os mecanismos legais e instrumentos de

regulação atuais pode-se mencionar o Estatuto das Cidades, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), os Planos de Manejo e Conselhos Gestores de Unidades de Conservação, as Consultas Públicas, os Referendos Populares e o Orçamento Participativo, só para citar os mais essenciais.

O planejamento e a gestão devem ser vistos como práxis, ou seja, devem ser práticas políticas que envolvam a efetiva participação social, mas também fundamentadas (SOUZA, 2006). Não se trata de uma questão técnica, tampouco política, mas é em verdade a junção das duas dimensões; trata-se de uma atividade coletiva que envolve diferentes atores sociais; é uma ruptura com o planejamento físico-territorial convencional (por essência tecnocrático e regulatório), constituindo um importante meio para se alcançar um maior desenvolvimento socioespacial⁶, reduzindo assim as desigualdades socioespaciais.

4.3.1 Políticas ambientais e o ordenamento do território

O debate a respeito das políticas públicas e legislação ambiental para a gestão do território levanta uma série de questionamentos, em razão, sobretudo, da grande complexidade da temática e das fortes influências que as políticas ambientais estão susceptíveis, conforme a ideologia dominante. Deve-se, portanto, apreender como valores, crenças e ideias são instrumentalizados para a formulação de políticas ambientais e como as relações entre Estado, sociedade e natureza podem constituir modelos alternativos de gestão ambiental, que em essência é uma estratégia de gestão territorial (COELHO e CUNHA, 2003).

É impossível aqui tratar dos aspectos ideológicos que influenciaram e dos que ainda continuam a influenciar a formulação de políticas públicas para a

⁶ Desenvolvimento socioespacial pode ser entendido como um processo de mudança para melhor, desvinculado da perspectiva meramente econômica e associado à perspectiva de justiça social, às quais o crescimento econômico e o progresso técnico devem estar subordinados (SOUZA, 1998).

questão ambiental⁷. Iremos abordar, de forma sucinta, aspectos da legislação ambiental brasileira e alguns instrumentos previstos para a gestão ambiental e ordenamento do território.

O debate relativo às questões ambientais no Brasil (assim como no mundo) ganhou corpo na década de 1970, com a emergência da crise ambiental. Nesse período, emergiu uma série de organizações ambientalistas que se opunham ao modelo de desenvolvimento vigente⁸.

Cunha e Coelho (2003) chamam a atenção para o fato de que, até a metade da década de 1980, o Estado ditou de forma centralizada a política ambiental brasileira. A partir de então, o processo de formulação e implementação de políticas públicas passou a ser cada vez mais o resultado da interação de ideias, valores e estratégias de atores sociais diversos num campo marcado por contradições e conflitos de interesses.

Essa descentralização ocorreu por várias razões, como a falência do modelo tecnocrático e centralizador de planejamento e gestão ambiental; a crescente pressão da sociedade civil organizada; o surgimento das organizações não governamentais; a interferência dos organismos multilaterais, agências de cooperação, instituições de fomento e financeiras para conservação/preservação ambiental. A atuação conjunta desses fatores culminou em maior participação da sociedade na gestão ambiental.

Ao fazer uma periodicização das políticas ambientais nacionais, Coelho e Cunha (op. cit.) dizem que embora seja possível estabelecer diferentes períodos de elaboração de políticas desde o Brasil-Colônia, foi só a partir de 1930 que se estabeleceram as condições para definição das políticas ambientais no Brasil. Identificam, então, três grandes momentos na história das políticas ambientais brasileiras:

a) 1930 – 1971 - marcado pela construção de base de regulação dos usos dos recursos naturais. É estabelecido num contexto de forte centralização estatal, com a criação das indústrias de base e dos primeiros parques nacionais, inspirado no modelo estadunidense de conservação da natureza,

⁷ A esse respeito, Coelho e Cunha (2003) dizem que as políticas ambientais são fortemente influenciadas pelo contexto histórico-social em que estão inseridas. Assim sua formulação está vinculada à percepção que os indivíduos têm da realidade.

com ênfase na Mata Atlântica. O principal marco desta fase é a elaboração do Código Florestal Brasileiro em 1965.

b) 1972 – 1987 - assinala o ápice das ações intervencionistas estatais. Nesse período, foi experimentado o milagre econômico, com o crescimento das metrópoles e a eclosão da crise econômica da década de 1980, com o aumento da percepção sobre uma crise ambiental global. Tem-se intensiva influência das discussões elaboradas pelo Clube de Roma, impulsionadas pela crise do petróleo na década de 1970. Foi o período que marcou a politização da questão ambiental com a fundação do Partido Verde Alemão. Marca também o início das intervenções dos organismos internacionais nas políticas ambientais brasileiras, bem como as pressões advindas das entidades ambientalistas. Destaque para criação de uma estrutura regulatória e a obrigatoriedade dos EIA/RIMA para intervenções de grande envergadura, bem como a criação da política nacional de meio ambiente.

c) 1988 – até os dias atuais, período assinalado pela mudança na abordagem da questão ambiental marcada pelos processos de democratização e descentralização decisória, associadas à rápida disseminação da ideia de desenvolvimento sustentável impulsionado pelo Relatório Brundtland e pela Eco-92. Marca também a inclusão da questão ambiental na Constituição Federal e a criação do Ministério do Meio Ambiente. Foi nesse período que se deu a elaboração da Lei de Crimes Ambientais, da Lei de Recursos Hídricos, do SNUC, da Gestão de recursos hídricos, criação do MMA e da ANA, estímulos federais à implantação do ZEE, e elaboração da agenda 21.

Sobre a mudança no direcionamento da política ambiental brasileira, Morais (2005) aponta que, a partir dos anos de 1980 houve significativa mudança na abordagem da questão ambiental, pois, de certo modo, criou-se uma estrutura regulatória em contradição ao modelo neoliberal vigente, com a definição e implementação dos instrumentos anteriormente previstos, que constituíram um avanço no trato da questão ambiental brasileira.

O avanço nas políticas ambientais no Brasil está diretamente associado ao fim do milagre econômico, desencadeado com a retração do

⁸ Especificamente em Fortaleza, os movimentos ambientalistas ganharam impulso com a preservação do manguezal do rio Cocó. Dentre as principais entidades atuantes, destacam-se a SOCEMA (Sociedade Cearense de Proteção e Defesa do Meio Ambiente) e o S.O.S Cocó.

crescimento da economia. Uma das consequências mais marcantes da crise foi a interrupção da intervenção do Estado em grandes projetos estruturantes, em razão, sobretudo, da crise mundial global e interrupção do financiamento de grandes agências e organismos internacionais, situação agravada com a decretação da moratória no final da década de 1980.

A retomada do crescimento econômico nos primeiros anos do século XXI trouxe uma situação no mínimo contraditória quanto à questão ambiental. Ao mesmo tempo em que o Estado brasileiro promoveu maior enrijecimento das políticas regulatórias e ampliou as áreas protegidas, promoveu e fomentou o avanço de práticas predatórias e de exploração dos recursos ambientais, com o incentivo à instalação de indústrias de base, ampliação das atividades de mineração e a incorporação de novas áreas para as monoculturas e pecuária (MORAIS, 2005; COELHO e CUNHA, 2003).

Atualmente a questão ambiental está no centro das atenções, já que a temática se tornou um campo acalorado de debate, despertando ações e embates promovidos por grupos com visões amplamente contraditórias. De modo geral, pode-se atribuir dois campos contraditórios. De um lado, estão os desenvolvimentistas que ressurgem com grande força no contexto atual, apresentando como única solução possível para amenizar os efeitos das crises econômicas (em especial a crise do mercado imobiliário dos EUA) o crescimento da economia. Esse grupo defende a ideia de que o crescimento só será real e efetivo quando as políticas ambientais deixarem de ser um entrave ao 'desenvolvimento' do País. Do outro lado, surgem os conservacionistas, que advogam um modo 'sustentável' de desenvolvimento de economia.

Esse jogo de contradições e forças divergentes atua fortemente em todas as esferas da sociedade, repercutindo, mais fortemente nas instâncias político-institucionais. Mesmo em face da descentralização das políticas públicas, e da emergência de novos atores sociais, produtos de uma sociedade desigual e marcada por contradições de todos os tipos, o Estado ainda é o grande mediador entre os variados agentes sociais envolvidos na gestão ambiental e no planejamento territorial.

Esse papel de mediação faz com o Estado por vezes assumira posições e ações contraditórias, já que, ao mesmo tempo em que favorece e estimula a participação da sociedade civil nos processos de formulação e implementação

de políticas públicas e na cogestão ambiental, cria unidades de conservação e aumenta a área de reserva legal de 50% para 80% nas propriedades da Amazônia Legal; contraditoriamente, estabelece e propõe medidas que regularizam a posse de terras na região, bem como a anistia para ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APP). De outro lado, para atender a demanda dos movimentos sociais, estabelece medidas que regulamentam a ocupação (regularização fundiária) em Áreas de Preservação Permanente.

Especificamente no que se refere à regularização fundiária das ocupações residenciais (urbanas) em APP, consideram-se se tratar de uma temática deveras delicada. Os movimentos sociais (principalmente os que se preocupam com as moradias em áreas urbanas) defendem a posição de que muitas dessas áreas já estão consolidadas e a regularização constitui a única oportunidade de garantir o efetivo acesso à cidadania e aos serviços fundamentais, como saneamento, transporte, educação e saúde. E mais defendem o direito a posse da moradia desses grupos sociais que historicamente são excluídos; reivindicação mais do que justa, no entanto, é importante considerar que não se pode generalizar esse direito a todos os casos, pois a maioria dessas áreas está em ambientes frágeis, sujeita à incidência de riscos que podem desencadear catástrofes.

Esses conflitos e contradições nada mais são do que a exposição da complexidade da questão ambiental e como essa repercute no ordenamento territorial, fazendo com esse processo seja complexo e necessite, portanto, de um amplo debate que envolva todos os segmentos da sociedade. Nesse âmbito, emerge a importância de articular as atividades de regulação do uso e exploração do território e dos recursos ambientais, por meio de iniciativas de cogestão que envolvam o Estado e os variados atores locais.

4.3.2 Instrumentos de planejamento e gestão ambiental e do território

Existe extenso arcabouço legislativo sobre a questão ambiental no Brasil, que rege o uso e acesso aos recursos naturais. Vários são os exemplos

de regras, normas e leis ambientais que conformam o marco regulatório, dentre as quais, em âmbito federal, se pode destacar os seguintes: Código Florestal (Lei 4.771/1965); Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/1981); Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998); Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei 9.433/1997); Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei 9.985/2000); Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC (Lei 7.661/1988); Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

Os instrumentos estão intensamente ligados à dimensão física do planejamento. Quanto aos principais instrumentos de planejamento e gestão, destacam-se os de previsão e mensuração de impactos ambientais, além de medidas corretivas, quais sejam: Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA; Estudo de Impacto Ambiental – EIA; Relatório de Impacto Ambiental – RIMA; Licenciamento Ambiental; Estudo de Impacto de Vizinhança; Consultas Públicas; Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE; Planos de Manejo; dentre outros.

Dentre os instrumentos ora mencionados, o zoneamento é o principal instrumento de planejamento e organização do território. O Decreto Nº 4.297/2002, que estabelece os critérios para o ZEE Brasil, determina que o ZEE é um instrumento de organização do território, devendo ser seguido na implantação de planos, de modo a considerar as fragilidades dos ambientes estabelecendo restrições e alternativas de exploração do território.

O ZEE é um instrumento político e técnico de planejamento, cuja finalidade consiste em otimizar o uso do espaço e as políticas públicas no território (MMA, 2006; ROSS, 2006; e SOUZA et al. 2007). Do ponto de vista técnico, ele organiza informações sobre o território, necessárias para planejar a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. Do ponto de vista político, serve para aumentar a eficácia das decisões políticas e da intervenção pública na gestão do território, bem como criar canais de negociação entre as várias esferas de governo e da sociedade civil.

Embora o ZEE seja o principal instrumento de planejamento no âmbito nacional, em áreas urbanas onde a complexidade das relações da sociedade com o território e em razão do alto grau de transformação da natureza faz-se necessária a utilização de uma série de outros instrumentos normativos e

regulatórios para o planejamento e gestão ambiental e do território. Essa complexidade é atestada pela diversidade de instrumentos e políticas previstas na legislação urbanística brasileira. Pelo fato de esta investigação abordar uma área municipal que para fins legais tem 100% de sua área considerada como urbana dispensar-se-á maior atenção aos instrumentos da política de desenvolvimento urbano.

A Constituição de 1988 foi a primeira carta federal a incluir em seu conteúdo um capítulo exclusivo sobre a política urbana, indicando as diretrizes gerais que deveriam ser conduzidas pelos municípios na consolidação de sua política urbana, de modo a ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e o bem estar de seus habitantes que deveriam ser regulamentadas posteriormente por legislação específica. Estabelece ainda que o Plano Diretor é o instrumento básico de política de desenvolvimento e expansão urbana, sendo obrigatório nas cidades de mais de 20 mil habitantes.

A Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, também chamada de Estatuto das Cidades regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição, que tratam da política urbana, e institui os instrumentos a serem implementados pela União, estados, e municípios, que devem ser orientados em prol do bem-estar coletivo, da segurança dos cidadãos e do equilíbrio ambiental. Embora sejam estabelecidas diretrizes gerais para as esferas administrativas (União, estados e municípios), é no município que se dá o foco principal do Estatuto das Cidades, já que este é o principal ente federativo indutor da política de desenvolvimento urbano.

No que tange aos instrumentos, o Estatuto da Cidade trata do plano diretor, do disciplinamento, do parcelamento e uso do solo, do zoneamento ambiental e da gestão democrática da cidade. Dentre os instrumentos apontados, o Estatuto enfatiza que o plano diretor é o principal instrumento da política urbana e que este (Plano Diretor) deve ser necessariamente participativo e estabelecer as diretrizes de uso e ocupação do solo por meio de um zoneamento que privilegie os aspectos ambientais, a infra-estrutura urbana disponível e projetada, além das demandas da sociedade.

Acredita-se que a construção do zoneamento deve ser coadunada com um planejamento cujo ponto de partida deva ser a redução das desigualdades socioespaciais, que em essência é um zoneamento de

prioridades, este nada mais é do que uma modalidade de zoneamento que privilegia a inclusão, a participação e a justiça social (SOUZA, 2006). Para tanto, este deve ser ousado, como aponta Souza (Op. cit.) ser ousado, significa ir no cerne da questão, ou seja, é atacar de forma efetiva a exclusão social. Ainda segundo o autor, sua construção não é um processo tecnocrático (incluindo nessa afirmação uma tecnocracia radical esquerda), mas uma conquista coletiva que extrapole as formalidades estabelecidas nas consultas públicas.

Essa preocupação é mister, pois, via de regra, as instâncias de participação da sociedade são mera formalidade, cujo caráter consultivo serve apenas para referendar o projeto que está sendo apresentado.

Para que essa estrutura arcaica de planejamento seja rompida, é preciso que o planejamento seja realizado de forma democrática e participativa, considerando as demandas e aspirações dos diferentes segmentos da sociedade, o que demanda um amplo processo de negociação e mediação entre o Estado e os diferentes segmentos sociais.

Esses instrumentos devem ser orientados para uma gestão descentralizada e participativa, de modo a superar as limitações apresentadas pela regulação tanto comandadas pelo Estado como pelos atores sociais. Becker (1987) enfatiza que a gestão territorial deve ser pautada numa descentralização do poder, fundamentada na representatividade política dos diferentes grupos sociais e não numa mera descentralização administrativa, onde o ponto primordial a ser considerado é o combate ao aumento das desigualdades e da exclusão social, que é essencialmente espacial.

Tais considerações levam necessariamente à conclusão de que os instrumentos de planejamento só têm importância e eficácia se forem implementados, influenciados e monitorados pelo conjunto da sociedade.

Steinberger (2006) e Steinberg e Amado (2006) lecionam que atualmente a expectativa é que se adote um planejamento compartilhado entre o Estado e a Sociedade por meio da elaboração de uma agenda de compromissos enunciados em políticas públicas cuja finalidade principal seja a promoção de uma transformação social.

4.4 O planejamento urbano-ambiental em Fortaleza

Como fora abordado neste capítulo, o planejamento urbano deve ter como ponto de partida o respeito às fragilidades ambientais e a redução das desigualdades socioespaciais. Abordou-se, também a ideia de que este processo só pode ser efetivamente constituído se for pautado em bases técnicas e envolver um processo participativo e descentralizado, de modo a dialogar com diferentes segmentos sociais.

Os pressupostos ora mencionados não foram a prática comum nos planos de desenvolvimento⁹ e ordenamento territorial de Fortaleza. Souza (2009) aponta que a expansão de Fortaleza ocorreu de forma espontânea e até certo ponto desordenada, apesar da existência de alguns projetos de disciplinamento urbano que remontam ao início do século XIX, como pode ser observado no Quadro 6.

A análise, mesmo que superficial, dos planos de desenvolvimento de Fortaleza revela que a maioria desses planos indica o desenvolvimento urbano como ampliação da malha urbana, expresso principalmente pela expansão da rede viária, privilegiando uma melhor circulação entre as áreas, de forma a consolidar a ocupação. Na verdade esses planos urbanísticos muitas vezes eram apenas uma consolidação da ocupação existente e/ou o atendimento às demandas do mercado imobiliário, sem, contudo, abordar efetivamente um projeto de cidade.

Acredita-se que para elaboração do atual Plano Diretor Participativo de Fortaleza – PDPFor (instituído pela Lei Complementar nº 62 de 02 de fevereiro de 2009), tenha sido realizado um esforço para atender os pressupostos estabelecidos no Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.257), o que representa um avanço na forma de pensar e fazer o planejamento urbano e ambiental na cidade de Fortaleza.

⁹ SOUZA (2006) define os planos como documentos consolidadores de uma dada estratégia de desenvolvimento urbano e que estes são reflexo das prioridades, metas e relações de poder que encontram nele (plano) expressão concreta e até mesmo legal dessas concepções.

Quadro 6 Quadro 6 Síntese do Planejamento Urbano de Fortaleza.

PERÍODO	PLANO	DIRETRIZES
1812-1820	Silva Paulet	Disciplinamento do centro através do estabelecimento de diretrizes que seguem um traçado em forma de xadrez aproveitando as facilidades à ocupação oferecidas pelo relevo
1859 e 1875	Adolfo Herbster	Amplia o traçado original estabelecido por Silva Paulet com preocupação da organização física e expansão orientada da cidade através do traçado de loteamentos dando origem aos primeiros subúrbios, fundamental para o atual traçado urbano.
1931-1932	Planta Cadastral de Fortaleza	Prevê o deslocamento da via férrea e o adensamento linear acompanhando os eixos de penetração para o interior. Prolongamento e pavimentação de algumas ruas, além do remodelamento de praças. Associado a malha em xadrez, teve-se a incorporação de um plano radiocêntrico orientador da expansão urbana.
1933-1934	Plano de Remodelação e Extensão de Fortaleza	Fundamentado em novas metodologias urbanísticas previa a extinção do ramal férreo e a abertura de vias periféricas e radiais mais largas, implantando forma radiocêntrica à cidade. Este plano não obteve apoio do Conselho Municipal em detrimento a outras necessidades consideradas prioritárias.
1947	Plano Sabóia Ribeiro	Este plano, apesar de aprovado pela prefeitura as diretrizes não foram implementadas devido a interferências do setor privado. Principal marca é não execução do planejamento e continuação da ocupação desordenada com incremento populacional iniciado na década de 1940.
1963	Plano Diretor Hélio Modesto	Plano integrado de proposição urbanísticas e de cunho econômico, social e racionalização administrativa. Foi um roteiro para as administrações posteriores com a valorização do potencial paisagístico, abertura de via (perimetral, beira-mar e acesso ao aeroporto). Muitas proposições econômico-sociais não foram levadas a diante.
1972	Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (Plandirf)	Segunda fase do processo de planejamento com um plano integrado para a RMF, enfatizando a análise integrada da cidade no espaço regional. Estabelece um zoneamento do uso e ocupação com uma descentralização comercial e de serviços, renovação da área central e planejamento da zona de praia. Criação de importantes vias de circulação.
1975	Plano Diretor Físico	Utiliza como bases as diretrizes do Plandirf, constituindo de um plano de zoneamento, sistema viário e parcelamento do solo. Pela primeira vez toda área municipal foi considerada como urbana (finalidade de arrecadação de IPTU). Promove uma reclassificação do sistema viário. Definição mais clara das regras de parcelamento do solo.
1992	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza - PDDUFor	Adequação do uso e ocupação do solo ao sistema viário. Estabelecimento de um zoneamento mais detalhado com três macrozonas (urbanizada, adensável e transição) subdivididas em microzonas. Utiliza o bairro como unidade de planejamento e criação de zonas especiais.
2009	PDPFor	Primeiro plano diretor a incorporar os preceitos estabelecidos no Estatuto das Cidades através de um processo participativo. Grande ênfase na questão ambiental, justiça social, acesso a moradia e gestão participativa.

Fonte: SOUZA (1978, 2009); LEGFOR (2004); PDPFor (2009).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

A análise do documento leva à conclusão de que este foi orientado pelos seguintes eixos fundamentais: respeito às fragilidades ambientais; redução das desigualdades socioespaciais; e gestão democrática da cidade. Sua elaboração considerou a participação da sociedade com reuniões em diferentes pontos de cada uma das Secretarias Executivas Regionais – SER ¹⁰, além das consultas públicas, e o congresso, que aprovou a minuta do projeto de Lei do Plano Diretor.

Tratou-se da ruptura de um modelo de planejamento que historicamente se deu à margem da grande maioria da sociedade, onde as decisões ficavam restritas ao grupo técnico de elaboração, que muitas era alvo de fortes influências dos setores ligados ao mercado imobiliário e construção civil; ou seja, era predominantemente um planejamento não incluyente, direcionado ao atendimento das necessidades do mercado.

No atual plano (PDPPor), o macrozoneamento divide a cidade em macrozona de proteção ambiental e macrozona de ocupação urbana (urbanização) como pode ser verificado na Figura 7. As zonas especiais que como o próprio sugere apresentam características especiais e por isso se sobrepõem às duas macrozonas.

¹⁰ O Município está dividido em sete unidades administrativas denominadas de Secretarias Executivas Regionais, que funcionam como uma subprefeitura, com certa autonomia administrativa.

Figura 7 Macrozoneamento de Fortaleza

4.4.1 Macrozona de Ocupação Urbana

A zona de urbanização pressupõe o adensamento da cidade, considerando a infraestrutura disponível, priorizando a ocupação nas áreas já consolidadas, na revitalização de áreas dotadas de infraestrutura que estão subvalorizadas e no desincentivo da ocupação das áreas de expansão que não contam com infraestrutura. A Figura 8 apresenta a macrozona de urbanização que está subdividida em:

ZO - Zona da Orla subdividida em sete trechos;

ZOC - Zona de Ocupação Consolidada;

ZOP - Zona de Ocupação Preferencial 1 e 2;

ZRU - Zona de Requalificação Urbana 1 e 2;

ZOM - Zona de Ocupação Moderada 1 e 2; e

ZOR - Zona de Ocupação Restrita

A Zona de Orla obedece aos limites e às discussões produzidas ao longo da execução do Projeto Orla¹¹, estando dividida em sete trechos. Trata-se de uma área diversificada que apresenta diferentes padrões urbanísticos e de ocupação.

Os trechos 1 e 2, que se estendem da foz do rio Ceará até o início da Praia de Iracema constituem um setor com urbanização precária, onde predomina um padrão de ocupação de baixa renda. A exceção desse padrão de ocupação se dá nas proximidades do Centro, onde está instalado hotel de luxo com uma marina e, um pouco mais a leste, encontra-se o maior estaleiro do Estado. Estes setores são alvos de projetos urbanísticos para requalificação da orla, com abertura de vias, eliminação de áreas de risco e projetos paisagísticos, já que em alguns desses setores não é possível o acesso ao mar em razão de moradias em situação de risco.

¹¹ O Projeto Integrado de Gestão da Orla Marítima (ORLA) é uma iniciativa do MMA e da Secretaria do Patrimônio da União, que busca direcionar as diretrizes gerais para o ordenamento da orla marítima, buscando com os estados e municípios a descentralização da gestão da orla marítima.

Figura 8 Zoneamento Urbano de Fortaleza

O trecho 3 é uma transição entre a área litorânea pobre para o setor valorizado pelo mercado imobiliário e indústria do turismo. Na última década essa região recebeu grandes investimentos turísticos, apresentando uma infinidade de projetos futuros para dar uma nova dinâmica à área, como a construção de um centro multifuncional de feiras e eventos (este temporariamente fora de pauta) e outros em execução como a construção do Aquário de Fortaleza (Próximo ao Centro Cultural Dragão do Mar), remoção e requalificação do Arraial Moura Brasil (assentamento precário), dentre outros.

Os trechos 4 e 5 constituem as áreas litorâneas mais valorizadas da cidade onde há um grande adensamento residencial e de equipamentos turísticos. É onde se situa a maior parte da rede hoteleira. O trecho 6 é a zona portuária do Mucuripe. Além do cais e de algumas indústrias alimentícias, comporta uma área de estocagem de grãos, usina para geração de energia eólica, armazenamento e distribuição de combustíveis, além de contar com unidade de refino de óleo bruto pra lubrificantes e asfalto. É um setor problemático, pois dentre outras questões, é a área municipal mais susceptível à incidência de riscos tecnológicos.

Por fim, tem-se o trecho 7, que corresponde à Praia do Futuro 1 e 2, objeto de uma longa disputa judicial entre o Ministério Público Federal, Gerência Regional do Patrimônio da União – GRPU (órgão ligado à Secretaria do Patrimônio da União – SPU) e Associação de Barraqueiros da Praia do Futuro. É uma área pouco adensada (em virtude das condições extremas de salinidade que dificultam a ocupação) onde há predomínio de barracas de praia ao longo de toda a orla. Essas barracas de praia dificultam o livre acesso à praia e em muitos casos impedem a visibilidade de longos trechos da faixa de praia. Por tal motivo, o Ministério Público questiona o tamanho da área ocupada pelas barracas, que privatizam o espaço de praia.

Os índices urbanísticos, percentuais construtivos e taxas de permeabilidade aplicados no Plano Diretor dificultam a ocupação de algumas zonas. Trata-se de uma medida ousada, pois em muitos casos vai contra os interesses do mercado imobiliário, ao restringir a ocupação em áreas preferenciais de expansão do setor, como é o caso da ZOC e da ZOM.

Na Zona de Ocupação Consolidada – ZOC é onde se encontram a maior urbanização e disponibilidade de serviços em todo o Município. Nesta zona houve significativa redução nos índices construtivos em comparação ao PDDUFOR 1992¹². Tal medida tinha como objetivo reduzir a velocidade no lançamento de empreendimentos, de modo a não aumentar a saturação da ocupação e adensamento da área. De outro lado, teve como consequência mais marcante o aumento do valor do m² na região.

Verifica-se clara intenção em inibir a ocupação na ZOM 1 e 2, áreas de expansão imobiliária que experimentaram vertiginosa valorização nos últimos anos (*boom* imobiliário), mas que apresentam precariedade nos serviços saneamento ambiental e de vias de acesso, insuficientes para atender a crescente demanda. É importante destacar que grandes áreas da ZOM 2 apresentam fragilidade potencial elevada, em virtude da grande quantidade de lagoas e corpos hídricos em geral, fundamentais no sistema de drenagem, funcionando como reservatórios naturais para contenção de cheias e inundações. A alteração e/ou supressão (como vêm ocorrendo) desses ambientes pode desencadear sérios problemas socioambientais.

A Zona de Ocupação Preferencial dispõe de infraestrutura urbana instalada e boa disponibilidade de serviços. O incentivo ao adensamento dessas áreas se dá por meio da maior generosidade nos índices construtivos e taxa de aproveitamento do solo. A ZOP 2 é uma área bastante valorizada e seu maior adensamento (com a substituição de unidades unifamiliares por condomínios verticais) segue uma tendência do mercado. Já a ZOP 1 é a primeira área de expansão urbana de Fortaleza (principalmente o setor a oeste do Centro) que posteriormente foi abandonada pelas elites mais abastadas (numa migração em direção ao leste). Esta zona, por ser muito grande, apresenta maior heterogeneidade, com bolsões de pobreza nos bairros Pirambu, Carlito Pamplona, Ellery e seus arredores. Já nas proximidades do Benfica e Parquelândia, há uma melhoria no padrão de ocupação e disponibilidade de serviços. Por fim, no Centro predominam atividades comerciais direcionadas a um comércio de baixa renda. Outro ponto que passa

¹² Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza que entrou em vigor em 1992 e perdurou até 2009, com a aprovação do atual Plano Diretor, excedendo, inclusive, o prazo estabelecido para à sua revisão, que era de 10 anos.

pela requalificação do Centro é a tentativa de induzir a ocupação residencial da área.

A ZRU é por excelência a zona periférica da cidade. Nela encontram-se o maior contingente populacional e a maioria dos assentamentos precários, ao longo do eixo principal do rio Maranguapinho, onde é comum a existência de bolsões de pobreza, baixa quantidade de serviços públicos e saneamento ambiental. As condições sanitárias são precárias, pois, embora exista rede de distribuição de água tratada e de esgotos muitas residências não estão ligadas à rede de esgotos em decorrência do alto custo da tarifa. Como consequência, há uma grande quantidade de despejos de resíduos sem tratamento, diretamente nos corpos hídricos. A maior exceção a essa realidade é o bairro da Maraponga, que experimenta uma grande valorização com instalação de condomínios residenciais, no entanto, há de se ressaltar que boa parte do bairro não tem rede coletora de esgotos, sendo servido por sistemas de fossas sépticas.

As Zonas de Ocupação Restrita (ZOR) constituem os espaços onde a urbanização não avançou efetivamente. Sua ocupação é baixa, e, embora não se possa falar que guardam as características ambientais originais, é onde as intervenções humanas não modificaram completamente a paisagem. Por conseguinte, não apresentam condições de infraestrutura e em alguns casos nem mesmo vias de acesso. Por isso mesmo, são áreas que devem ser ‘congeladas’, devendo sua ocupação ser cuidadosamente planejada. Representam verdadeiros reservatórios naturais contra as cheias, seja pela maior quantidade de lagoas e açudes ou mesmo pela permoporosidade de seus terrenos. A ocupação indiscriminada dessas áreas acarretará problemas de alagamentos e inundações a montante, além da possibilidade de instalação de ocupações em áreas de riscos. Por isso mesmo, a fiscalização deve ser redobrada nessas áreas.

4.4.2 Macrozona de Proteção Ambiental

A Macrozona de Proteção Ambiental tem como objetivo promover a preservação, proteção e recuperação ambiental, regulando as atividades

conforme a capacidade de suporte dos sistemas ambientais. Para atendimento dessas especificidades, apresenta a definição de zonas com características diferenciadas, assim denominadas de Zona de Proteção Ambiental – ZPA 1, 2 e 3; Zona de Recuperação Ambiental – ZRA; e Zona de Interesse Ambiental – ZIA. A Figura 9 espacializa no território o zoneamento ambiental estabelecido no Plano Diretor.

A Zona de Proteção Ambiental representa as áreas frágeis cujo objetivo precípua é a preservação dos sistemas ambientais mediante o uso indireto dos recursos naturais. A ZPA 1 corresponde, grosso modo, as áreas de preservação permanente que anteriormente no PDDUFOR 1992 (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza) eram chamadas faixas de proteção de primeira categoria, o que, grosso modo corresponde as APP's. Em relação ao último Plano Diretor, houve um acréscimo nessas áreas, onde ambientes frágeis que não constavam como áreas de preservação foram incluídos. A faixa de praia corresponde a ZPA 2 e a ZPA 3 é o Parque Natural Municipal de Sabiaguaba (equivalente aos Parques Nacionais no SNUC).

Já as Zonas de Recuperação Ambiental – ZRA correspondem às áreas que anteriormente no PDDUFOR eram denominadas da faixa de proteção de segunda categoria. São áreas ambientalmente frágeis que necessitam de programas e atividades de recuperação para assegurar sua funcionalidade sistêmica, contribuindo assim, para a manutenção do equilíbrio ambiental. Nesses ambientes, a fragilidade é maior em função da susceptibilidade às inundações, embora o tempo de retorno para esses eventos seja maior do que na Zona de Preservação Ambiental.

As Zonas de Interesse Especial – ZIA são áreas que guardam atributos ambientais importantes, e, por isso mesmo, necessitam da implementação de instrumentos que assegurem a manutenção da sua funcionalidade. Deste modo, a ZIA está dividida em três zonas que são: ZIA Cocó, ZIA Praia do Futuro e ZIA da Sabiaguaba. Esta última comporta a Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba. Esta categoria de zona foi criada de modo a facilitar que no futuro fossem criadas unidades de conservação nessas áreas (à exceção da Sabiaguaba que já é uma APA).

Figura 9 Zoneamento Ambiental de Fortaleza

4.4.3 Zonas Especiais

As Zonas Especiais são porções do território que, em virtude de um conjunto de características específicas, fazem com que estas necessitem de um tratamento especial quanto aos parâmetros reguladores de uso e ocupação. Justamente por estas características, e por apresentarem reduzida dimensão espacial, essas zonas se sobrepõem ao macrozoneamento. A Figura 10 apresenta o mapa das zonas especiais que são classificadas em:

ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social;

ZEE – Zonas Especiais Ambientais;

ZEPO – Zona Especial do Projeto da Orla;

ZEROS – Zonas Especiais de Dinamização Urbanística e Socioeconômica;

ZEPO – Zonas Especiais de Preservação do Patrimônio Paisagístico, Histórico, Cultural e Arqueológico; e

ZEI – Zonas Especiais Institucionais

Não se detalhará as características das zonas especiais, no entanto, resumidamente, pode-se dizer que as Zonas Especiais Ambientais constituem áreas cujo objetivo é a manutenção da qualidade ambiental por se constituírem como as áreas que guardam características ambientais significativas, fazendo com que se tornem prioritárias para a sua conservação e uso público.

Já as Zonas Especiais de Interesse Social são áreas que concentram problemas socioambientais muito fortes, principalmente os relacionados a moradia e saúde ambiental, comportando áreas passíveis de regularização fundiária¹³.

¹³ ¹³ Entende-se a regularização fundiária não somente como legalização da propriedade, mas um complexo processo de requalificação que passa pela posse da terra, urbanização, serviços básicos essenciais, recuperação ambiental e eliminação de áreas de risco.

Figura 10 Zonas Especiais

4.4.4 Aspectos relevantes do Plano Diretor Participativo de Fortaleza

Os principais pontos positivos do atual plano diretor de desenvolvimento urbano de Fortaleza se dão em virtude dos preceitos que estabelecem como eixos fundamentais do desenvolvimento urbano o respeito às fragilidades do ambiente natural, a redução das desigualdades socioespaciais e uma gestão democrática da cidade. No entanto, apresenta alguns problemas que passam desde a alteração da proposta original pelo Legislativo com a anuência do Executivo Municipal, até a necessidade de realização de uma série de estudos e instrumentos regulatórios complementares.

No PDPFor há um excesso da indicação da criação de instrumentos complementares de regulação e normatização, bem como estudos complementares que deveriam ser realizados após a aprovação do Plano. Os excessos tendem a fazer com que o plano, do ponto de vista teórico seja bom, porém de execução duvidosa, principalmente se houver omissão do Poder Público municipal. Tal fato é corroborado, visto que a mesma gestão que aprovou o Plano até o presente momento (2011) não executou esses estudos complementares. Essa situação tende a se agravar, caso a próxima administração seja comandada por uma força política que se opõe aos preceitos estabelecidos nessa administração.

O plano não foi conduzido de forma articulada no próprio âmbito administrativo municipal. Para sua elaboração foi priorizado o diálogo com os movimentos sociais (o que é positivo), no entanto, diversos órgãos da Administração Municipal não conversaram entre si, fazendo com que propostas encontrassem conflitos irreconciliáveis de interesse dentro da própria Administração Municipal.

A sistematização final por parte de uma consultoria alheia à realidade local fez com que muitos aspectos fossem negligenciados. Esse problema se deu, sobretudo, em razão da falta de conhecimento do território de boa parte da equipe, bem como do escasso tempo que estes dispuseram para se inteirar da realidade municipal.

A demora do Executivo em encaminhar a proposta para votação na Câmara fez com que houvesse verdadeira corrida para o licenciamento de empreendimentos com as regras antigas (bem mais permissivas). Aliada a esta corrida, há de se destacar o período de transição estabelecido para licenciamento de novos empreendimento após a aprovação do PDPPFor. Essa 'brecha' consentida estabeleceu que, nos seis primeiros meses após a promulgação do Plano, as regras da legislação anterior (PDDUFOR) ainda seriam válidas para os pedidos de licenciamento.

Os aspectos há pouco mencionados apontam que o atual Plano Diretor de Fortaleza, do ponto de vista conceitual, pode ser considerado um avanço que pode promover uma mudança no padrão de desenvolvimento urbano da Capital cearense. Este mesmo plano, no entanto, corre o risco de ser apenas mais um instrumento de planejamento 'morto' que efetivamente não será aplicado em virtude da sua rigidez na proteção ambiental, descentralização excessiva dos processos decisórios, sem que tenha sido consolidada uma estrutura de participação popular, além da necessidade de uma série de planos complementares.

Sobre a indicação de grande quantidade de planos complementares para parametrizar as políticas delineadas no plano diretor, Souza (2006) entende que um Plano Diretor que depende de vários instrumentos complementares cria um cabedal de dispositivos legais que dificultam sua exequibilidade, incorrendo no risco deste se tornar letra morta. Esta preocupação é premente, visto que, passados dois anos da aprovação do referido plano ainda não foi posta em prática a formulação da nona Lei de Uso e Ocupação do Solo que atenda às diretrizes estabelecidas no atual Plano Diretor.

Evidentemente, a instituição de um Plano de Desenvolvimento Urbano (incluindo a realização de todos os planos e programas complementares previstos), por si só, não resolve os problemas da urbanização. Deve ser desenvolvido um planejamento que envolva políticas socioeconômicas e de ordenamento ultrapassando o espaço metropolitano, direcionando ações de desenvolvimento social e econômico que visem o estabelecimento da população rural no campo, reduzindo os impactos da migração para os centros urbanos.

Mesmo em face dos problemas, dificuldades e limitações apontadas, espera-se que o atual Plano Diretor possa contribuir para disciplinar o crescimento urbano, atendendo os preceitos de justiça social, de modo a promover melhor distribuição dos recursos e investimentos públicos, onde o direito à cidade possa ser assegurado.

5 Caracterização Ambiental

O Município de Fortaleza encerra um quadro ambiental diversificado, diversidade essa conferida não somente pelas suas características físico-ambientais, mas também pelas inter-relações estabelecidas das componentes da natureza com o uso e exploração dos recursos ambientais por meio das atividades produtivas.

Situa-se na porção norte do Estado do Ceará, ocupando uma área de aproximadamente 314 km² limitando-se ao norte com o oceano Atlântico; ao sul com os Municípios de Maracanaú, Itaitinga e Pacatuba; ao oeste com Eusébio e Aquiraz; ao leste com o Município de Caucaia (Figura 11). Apesar da reduzida dimensão territorial, o território em estudo encerra um diversificado mosaico de sistemas ambientais, fortemente susceptíveis às intervenções das atividades antropogênicas.

Figura 11 Mapa de localização.

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

As condições físico-ambientais e de relevo não oferecem maiores problemas à ocupação urbana, já que a maior parte da cidade está assentada sobre as áreas relativamente estáveis dos tabuleiros pré-litorâneos, onde não se verificam grandes diferenças altimétricas, com pequenas declividades, conferindo um aspecto tabular, característico dos tabuleiros pré-litorâneos, como pode ser verificado nos mapas básico (Figura 12), hipsométrico (Figura 13) e de declividades (Figura 14).

Figura 12 Mapa básico.

Fonte: PMF (1999; 2009).

A cidade de Fortaleza é o principal centro urbano cearense, concentrando o maior contingente populacional do Estado e ocupando o *status* de quarta maior cidade do Brasil, com população superior a dois milhões e

quatrocentos mil habitantes. Diferentemente da maior parte das grandes cidades brasileiras, Fortaleza desponta como centro regional somente na segunda metade do século XX, consolidando-se como principal cidade do Nordeste setentrional. Esse rápido crescimento não foi acompanhado por melhorias nas condições de infraestrutura. Ao contrário, foi realizada de forma desordenada, sem considerar as potencialidade e fragilidades dos ambientes naturais e/ou modificados pelas atividades produtivas.

Figura 13 Mapa hipsométrico.

Fonte: PMF (1999; 2009).

Há de se destacar as características das componentes físico-naturais, como essas se inter-relacionam e as interferências na dinâmica ambiental proveniente das atividades antropogênicas.

Figura 14 Mapa de declividade.

Fonte: PMF (1999; 2009).

5.1 Geologia/Geomorfologia

O Município de Fortaleza apresenta um quadro geológico caracterizado pela primazia das coberturas sedimentares Cenozóicas com ocorrência de rochas do Embasamento Cristalino e estruturas derivadas do vulcanismo Terciário.

Com a compilação dos trabalhos de Almeida (1967), Ab'Saber (1969, 1974), Souza (1981, 1988, 2000), Nascimento et al. (1981) e Brandão (1995), pode-se afirmar que as rochas do embasamento cristalino estiveram submetidas a duas fases de eventos tectônicos. O primeiro ciclo estava associado a uma fase de deformação plástica cujo padrão de dobramento tem

eixos orientados na direção SE-SW com mergulho para SW. Após essa fase, as rochas apresentaram maior rigidez, tendo prevalecido um período de tectônica ruptural com falhamentos.

A área que abrange o Município de Fortaleza apresenta características tectônicas litológicas, que têm importantes conexões com as demais componentes ambientais.

Os fatores litológicos representam-se pelas diferentes formas de relevo, com maior ênfase nas superfícies de agradação, originadas da influência de mecanismos morfoclimáticos atuais e pretéritos.

Os fatores geológico-estruturais têm seus reflexos na estruturação do relevo, principalmente no aspecto morfoestrutural. A esse respeito Tricart (1977) chama a atenção para a tectônica e a litologia como aspectos fundamentais do quadro geológico estrutural na definição do quadro ambiental. De um lado, a tectônica envolve as deformações atuais e pretéritas como fontes de instabilidade morfodinâmica, ao tempo que a litologia assume destaque em função das suas propriedades em face da resistência aos processos exógenos.

As características geotectônicas e geocronológicas resultam na ocorrência de unidades morfoestruturais que se traduzem em padrões de formas de relevo que as representam. Em Fortaleza, esses padrões de formas de relevo se manifestam na primazia das coberturas sedimentares cenozóicas, além dos terrenos cristalinos e de rochas vulcânico-alcalinas terciárias.

Os terrenos cristalinos são constituídos pelas rochas dos complexos gnáissico-migmatítico e granítico-migmatítico do Proterozóico inferior. Trata-se de uma superfície de aplainamento onde o trabalho erosivo truncou variados litotipos, formando uma superfície de plana e/ou suavemente dissecada. Morfologicamente, é constituída de rampas de pedimentação que se inclinam suavemente em direção ao litoral e aos fundos de vales. Distribuem-se nas porções meridionais do Município, imediatamente após os tabuleiros pré-litorâneos.

Os relevos derivados de rochas vulcânicas alcalinas apresentam-se localizadamente, sobressaindo-se topograficamente em forma circular e elipsoidal, representados pela Crista do Ancuri e no *neck* vulcânico do Morro Caruru. Segundo Brandão (op. cit.), são rochas constituintes de uma província

petrográfica geneticamente associada ao vulcanismo Terciário do arquipélago de Fernando de Noronha e representam importante fase de reativação da plataforma sul-americana.

As coberturas sedimentares são compostas por sedimentos de origem continental e marinha, mobilizados e depositados durante o Cenozóico. São constituídas pela planície litorânea, vales e glacis de deposição pré-litorâneos da Formação Barreiras.

A Formação Barreiras constitui uma faixa alongada de largura variável, disposta paralelamente à linha de costa, situada à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. Litologicamente, é formada por sedimentos areno-argilosos de coloração vermelho-amarelada, por vezes esbranquiçada, e de aspecto mosqueado, com granulação de fina a média e intercalações de níveis conglomeráticos. Forma um relevo tabular com declive do interior em direção ao litoral e inclinações não superiores a 5°. De forma geral, a morfologia dos tabuleiros apresenta um aspecto rampeado, característico dos glacis de acumulação.

Os vales são constituídos por depósitos fuvioaluvionares com sedimentos fluviais e lacustres, cujos clásticos predominantes são areias, cascalhos, siltes e argilas (SOUZA et al. 2009). Quando dispostos em discordância sobre os terrenos cristalinos, constituem faixas estreitas, geralmente formadas por sedimentos grosseiros, margeando os canais, enquanto, nas áreas de inundação, apresentam granulometria mais fina. Já sob influência dos terrenos sedimentares, os rios e riachos apresentam redução do gradiente fluvial, formando depósitos mais espessos, provenientes do retrabalhamento da Formação Barreiras e das dunas, sendo constituídos por areias finas, siltes e argilas. Nas planícies lacustres, são depositados, principalmente, sedimentos finos, associados a grande quantidade de matéria orgânica.

Os sedimentos arenoquartzozos da planície litorânea apresentam aspectos morfológicos diferentes, esculpindo relevos em forma de praias e terraços marinhos, dunas móveis, fixas e paleodunas, com diferentes idades e gerações. A faixa praial e o campo de dunas são constituídos por sedimentos recentes, transportados por processos continentais e marinhos, posteriormente retrabalhados e depositados pela ação marinha e eólica. São sedimentos

arenoquartzosos de granulometria de fina a média, selecionados pelo transporte eólico, estando geralmente sobrepostos a uma litologia mais antiga.

A faixa praial exibe uma configuração contínua e alongada, que se estende paralelamente por toda a costa, até a base do campo de dunas, sendo constantemente retrabalhada pela abrasão marinha.

Originalmente, as dunas formavam cordões arenosos contínuos, sobrepostos a uma litologia mais antiga, que acompanhavam paralelamente a linha de costa à retaguarda da faixa de praia e terraços marinhos, interrompidas somente por pequenas planícies fluviais e pelas planícies fluviomarinhas. Apresentam-se em forma de dunas móveis, fixas, semifixas e paleodunas com diferentes idades e gerações. Com base em Souza et al. (2009), Santos (2006), Meireles et al. (2006), segue breve caracterização do campo de dunas da planície litorânea em Fortaleza.

As dunas móveis e semifixas são caracterizadas pela ausência ou fixação parcial de vegetação, favorecendo a mobilidade dos sedimentos por meio do transporte eólico. Primordialmente, essas dunas se localizam próximas à linha de costa, onde a ação eólica é mais intensa. Têm forma de meia lua (barcanas) com declives suaves a barlavento e inclinações mais acentuadas a sotavento. À retaguarda dessas dunas, encontra-se uma geração mais antiga, já fixada pelos processos pedogenéticos e exibindo feições de dunas parabólicas e eixos alinhados em direção E-W. As paleodunas estão situadas entre os tabuleiros e as dunas atuais, onde os processos pedogenéticos favoreceram o desenvolvimento de um horizonte superficial bem desenvolvido.

As planícies fluviomarinhas são ambientes que recebem influências dos processos marinhos e continentais, formando um ambiente lamacento, encharcado, úmido, rico em matéria orgânica. É constituída por sedimentos siltosos de textura argilosa, oriundos do transporte fluvial que, quando em contato com as águas salobras dos estuários, precipita as partículas em suspensão.

O relevo do Município de Fortaleza está compartimentado em cinco unidades morfoesculturais, que apresentam diferentes padrões de formas de relevo. Referidas unidades taxonômicas serão devidamente abordadas no capítulo referente à compartimentação geomorfológica. O Quadro 7 apresenta

de forma sintética as condições litoestratigráficas das unidades morfoesculturais e os padrões de formas de relevo.

Quadro 7 Síntese das condições litoestratigráficas e padrões de formas de relevo

Crono-litoestratigrafia	Compartimentação do Relevo	Padrões de formas de Relevo
Sedimentos areno-argilosos Holocênicos	Planície Litorânea	Dunas móveis, fixas e paleodunas; faixa praial; e planície fluviomarinha
Sedimentos aluviais Holocênicos	Planícies de Acumulação	Planícies Fluviais, lacustres e fluviolacustres; terraços fluviais.
Sedimentos Plio-pleistocênicos da Formação Barreiras	Glacis de deposição	Tabuleiros Pré-Litorâneos
Rochas pré-Cambrianas do Embasamento Cristalino	Superfícies de Aplainamento (depressão sertaneja subúmida)	Pedimentos da depressão sertaneja subúmida.
Rochas vulcânicas alcalinas terciárias	Morros e cristas residuais	Crista residual e <i>neck</i> vulcânico

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2009); Souza (2000) e Santos (2006).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

5.2 Condições climáticas

A análise das condições climatológicas ora apresentada resulta de uma série de levantamentos anteriormente procedidos para investigações acerca das condições ambientais do Município e foram apresentadas em Santos e Souza (2005), Santos (2006), Souza et al. (2009). Optou-se, na presente investigação, por apresentá-las novamente, em razão da inconsistência de novos dados e em virtude da desativação da estação climatológica (estação FUNCEME) que apresentava a melhor e mais antiga série histórica do Município¹⁴.

¹⁴ A desativação da estação em 2007 impossibilitou a inclusão dos dados pluviométricos dos anos subsequentes, embora tenha sido dada continuidade à coleta nas demais estações. Deste modo, optou-se por trazer os dados anteriormente levantados e não análise setorial de cada uma das estações climatológicas que se encontram em operação.

O clima é fator determinante das condições ambientais, na medida em que influencia a distribuição e disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e sub-superficiais e controla a ação dos processos exógenos (SOUZA, et al. 2009). A cidade de Fortaleza apresenta índices pluviométricos superiores a 1.200 mm/ano, volume de chuvas que proporciona maior disponibilidade hídrica de superfície e subterrânea, configurando melhores condições de reservas hídricas, se comparadas às regiões semi-áridas do Ceará.

A circulação atmosférica em Fortaleza é comandada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), contudo, recebe influências de outros sistemas de menor escala que atuam na área, como o Sistema de Vorticidade Ciclônica, as linhas de instabilidade formadas ao longo da costa e as brisas marítimas (BRANDÃO et al. 1995; SOUZA et al. 2009).

Assim como ocorre na maior parte do Nordeste setentrional, há maior concentração de chuvas no primeiro semestre, o que representa mais de 90% do total precipitado ao longo do ano. Os picos de concentração pluviométrica ocorrem nos meses de março e abril. A ZCIT é o principal sistema sinótico responsável pelo estabelecimento da quadra chuvosa. Ela se faz bem mais evidente quando da sua máxima aproximação do hemisfério sul, durante o equinócio outonal (23 de março), retornando ao hemisfério norte no mês de maio e ocasionando o declínio do período chuvoso (BRANDÃO, et al. op. cit.), conforme pode ser verificado na Figura 15.

No que se refere à insolação, constata-se que os meses de março e abril são os que apresentam a menor quantidade de horas de sol, com 148,9 e 152,8 horas/mês, respectivamente. Por outro lado, outubro e novembro são os que recebem maior incidência de radiação solar, com 296,1 e 283,2 horas, respectivamente. A Figura 16 apresenta a média da distribuição das horas de sol durante o ano, conforme as normais climatológicas do período de 1961 a 1990, para a estação de Fortaleza. Por meio da análise do gráfico, é possível verificar a irregularidade existente na radiação solar ao longo do ano, se comparada ao valor médio anual do período mencionado.

Figura 15 Distribuição pluviométrica média.

Fonte: FUNCEME (2006) e SOUZA et al. (2009)

Figura 16 Insolação total ao longo do ano.

Fonte: FUNCEME (2006) e SOUZA et al. (2009)

A ação consta da insolação associada à latitude, proporcionando temperaturas constantes no decorrer do ano, fazendo com que as

temperaturas médias anuais nas regiões próximas ao equador se situem entre 26° e 28°C (NIMER, 1972). Segundo o referido autor, as elevadas temperaturas se apresentam não somente na média anual, mas sim nas médias mensais, o que justifica os elevados coeficientes térmicos como os encontrados no Município. Assim como ocorre em todo o Território brasileiro situado no hemisfério austral, os meses de junho e julho são geralmente os que exibem as menores temperaturas.

Em Fortaleza, essa situação concretiza-se, já que a temperatura média anual é de 26,6°C, valor bem próximo da média das mínimas, que é de 23,5°C, e da média das máximas, cujo valor é de 29,9°C, como está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 Temperaturas ao longo do ano.

MESES	MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA
Janeiro	24,7	30,5	27,60
Fevereiro	23,2	30,1	26,65
Março	23,8	29,7	26,75
Abril	23,4	29,7	26,55
Mai	23,4	29,1	26,25
Junho	22,1	29,6	25,85
Julho	21,8	29,5	25,65
Agosto	22,6	29,1	25,85
Setembro	23,4	29,2	26,30
Outubro	24,5	30,5	27,50
Novembro	24,4	30,7	27,55
Dezembro	24,6	30,7	27,65
MÉDIA	23,49	29,87	26,68

Fonte: FUNCEME (2006) e SOUZA et al. (2009)

Os meses de junho, julho e agosto apresentam as menores médias de temperatura com 25,85, 25,65 e 25,85°C, respectivamente. Por outro lado, os meses de novembro (27,55°C), dezembro (27,65°C) e janeiro (27,6°C) são os que exibem as maiores médias. Os meses de menor temperatura mínima média são junho, julho e agosto, com 22,1, 21,8 e 22,6 °C, respectivamente. Em novembro e dezembro, situam-se as médias máximas mais elevadas, com

30,7°C cada uma. A síntese das médias mensais de temperatura ao longo do ano está apresentada na Figura 17.

A forte radiação solar e o consequente aumento da temperatura no segundo semestre, associadas às baixas precipitações a partir do mês de junho, contribuem para intensificar as taxas de evaporação no segundo semestre do ano (SOUZA, et al. op. cit.), que em média atinge 1.469mm/ano no Município.

As maiores taxas de evaporação ocorrem em consonância com a maior radiação solar, que se dá justamente nos meses com menores índices de precipitação. Esse processo faz com que, durante a máxima atuação da ZCIT (período mais chuvoso) sejam registrados os menores índices de evaporação. De outro lado, as evaporações máximas ocorrem durante o período de estio, nos meses de setembro, outubro e novembro, o que contribui para o saldo negativo no balanço hídrico anual, como pode ser verificado na Figura 18.

Figura 17 Temperaturas médias anuais

Fonte: FUNCEME (2006) e SOUZA et al. (2009)

Figura 18 Relação precipitação e evaporação para a cidade de Fortaleza-CE.

Fonte: FUNCEME (2006) e SOUZA et al. (2009)

Como apresentado, fica evidente que as precipitações em Fortaleza apresentam grande irregularidade, manifestando-se não apenas no decorrer dos meses, mas também ao longo dos anos, pois há anos em que o índice pluviométrico médio não é atingido e ocorrem anos em que as precipitações superam a média histórica.

Essa variabilidade pluviométrica está associada às irregularidades ocasionadas pelas temperaturas dos oceanos tropicais e aos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, que ocasionam efeitos variados. O *El Niño* causa prolongados períodos de secas, geradores de sérios problemas socioambientais; o *La Niña* provoca fortes chuvas que causam situações calamitosas, principalmente nas áreas sujeitas aos riscos ambientais (SOUZA, et al. 2009).

A Figura 19 e a Tabela 12 apresentam os totais anuais de precipitação ao longo da série analisada. A análise desses dados permite identificar as maiores secas registradas na série, que ocorreram nos anos de 1979 a 1983, 1992, 1993, 1997 e 1998. Dentre desse período, o ano de 1983 assume destaque por encerrar uma série de cinco anos de estio (1979 a 1983). Nesse período, os valores totais anuais foram bastante inferiores à média.

Figura 19 Pluviometria anual

Fonte: FUNCEME (2006) e SOUZA et al. (2009)

Dentre os anos que apresentam o total pluviométrico inferior à média do período, o de 1983 desponta por apresentar o menor índice registrado (955 milímetros). Souza et al. (2009) e Santos (2006) apontam que os baixos índices pluviométricos associados ao crescimento do consumo de água desencadeou o comprometimento do abastecimento de água para Fortaleza, contribuindo para que o sistema de abastecimento de água entrasse em colapso no início da década de 1990. O abastecimento não foi suspenso em virtude da adoção de medidas emergenciais, como o racionamento de água e a construção do canal do Trabalhador, traçado a partir de fornecimento hídrico oriundo do açude Orós.

Tabela 12 Série histórica de precipitações entre 1974-2005

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tot Anual
1974	330,3	211,4	597,3	608,0	521,6	221,6	29,3	34,5	64,9	23,1	34,9	74,4	2.751
1975	102,3	140,3	451,6	264,4	375,3	150,2	134,5	8,7	58,4	24,6	12,6	90,4	1.813
1976	63,5	304,7	353,5	385,4	132,7	89,8	73,3	28,7	3,4	13,9	22,5	18,4	1.490
1977	240,8	213,4	262,8	251,2	194,4	536,0	253,7	33,4	9,7	18,3	2,8	3,4	2.020
1978	61,2	262,7	229,4	293,8	273,1	105,9	199,5	6,6	44,0	16,7	5,4	58,8	1.557
1979	50,8	182,1	404,7	119,3	247,2	44,9	21,6	37,8	53,0	15,1	6,4	7,7	1.191
1980	187,3	457,3	204,0	100,9	53,3	76,2	49,3	31,4	23,5	19,2	7,8	5,8	1.216
1981	99,2	74,9	576,0	113,8	135,8	31,1	1,8	11,0	1,1	0,7	4,3	36,7	1.086
1982	95,3	180,5	196,0	249,1	101,9	79,0	33,7	31,2	32,3	17,5	14,4	20,5	1.051
1983	22,0	158,8	280,9	131,7	61,4	155,0	54,9	35,0	4,0	19,3	0,6	31,6	955
1984	105,3	266,7	325,3	439,6	318,1	306,9	157,5	38,2	12,9	47,8	4,7	6,3	2.029
1985	232,2	463,4	546,1	634,1	301,8	216,8	157,7	30,8	27,8	0,2	15,0	210,1	2.836
1986	115,0	296,9	765,1	577,6	157,5	323,2	32,9	43,7	39,1	6,8	39,7	59,2	2.457
1987	91,2	130,3	416,1	202,6	54,9	210,4	103,9	25,5	13,3	7,1	0,6	3,8	1.260
1988	182,1	201,9	333,7	424,1	200,2	162,2	126,6	11,2	22,7	11,5	16,5	169,4	1.862
1989	256,4	65,2	324,6	420,7	193,4	277,1	129,3	85,6	21,1	15,3	10,6	63,2	1.863
1990	40,3	130,0	104,4	244,7	205,6	53,3	89,6	13,8	34,7	25,5	19,6	16,6	978
1991	16,5	252,4	449,4	461,3	216,1	69,5	8,7	14,9	2,2	50,0	2,7	5,0	1.549
1992	48,1	305,9	235,2	217,5	90,4	121,6	10,4	30,5	17,6	6,7	3,0	1,9	1.089
1993	43,2	107,8	198,6	231,3	131,8	70,9	180,3	31,5	12,1	5,9	12,7	16,6	1.043
1994	116,2	252,3	405,0	458,1	326,3	593,6	128,2	15,4	16,0	9,5	4,3	54,7	2.380
1995	114,8	246,8	477,5	652,6	349,8	156,8	86,6	0,0	1,1	16,7	36,8	4,0	2.144
1996	98,2	219,4	518,2	449,1	240,9	45,4	27,6	65,9	7,2	12,0	6,4	17,9	1.708
1997	7,6	48,8	189,6	540,2	241,3	12,4	15,2	16,5	0,0	0,0	37,6	34,1	1.143
1998	183,3	84,2	342,3	151,1	103,4	66,6	14,7	20,1	5,4	12,8	3,8	24,7	1.012
1999	47,6	156,6	248,5	323,7	403,6	34,5	4,8	7,1	48,8	9,5	2,1	59,8	1.347
2000	188,9	115,9	274,1	351,8	152,2	77,5	204,2	130,0	165,7	0,0	6,2	6,7	1.673
2001	110,9	47,6	194,0	817,5	61,8	188,9	77,2	0,0	0,0	0,0	14,0	42,6	1.555
2002	273,1	68,8	373,2	523,1	158,9	167,8	132,3	3,2	0,0	24,1	11,2	6,3	1.742
2003	227,9	352,8	568,4	437,9	308,0	269,0	5,0	13,0	20,2	0,0	0,0	6,2	2.208
2004	500,0	196,4	499,4	171,0	86,3	312,7	183,5	7,0	23,4	0,0	11,4	0,0	1.991
2005	22,3	104,9	279,0	183,0	312,8	158,2	38,0	12,2	8,0	0,0	2,0	12,0	1.132
MÉDIA	133,6	196,9	363,2	357,2	209,7	168,3	86,4	27,3	24,8	13,4	11,6	36,5	1.629,1

Fonte: FUNCEME (2006), SOUZA et al. (2009).

5.3 Hidrografia

As características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo são dependentes das condições climáticas, das propriedades litológicas do terreno, aspectos geomorfológicos e fitoecológicos de determinada área. As condições de uso e ocupação do território também influenciam sobremaneira o potencial hidrológico, a qualidade e a disponibilidade hídrica.

As condições climáticas têm influências diretas sobre os recursos hídricos, principalmente por meio das chuvas, à medida que elas são a principal fonte de suprimento aos mananciais e modificam de modo temporário a quantidade de água disponível na superfície e subsuperfície.

As condições geológicas interferem diretamente no escoamento superficial da área, à medida que os terrenos mais porosos da planície litorânea e dos tabuleiros pré-litorâneos propiciam maior infiltração e, por conseguinte, maior disponibilidade de água no solo e subsolo, o que contribui para manter o nível do lençol freático. Já as rochas impermeáveis dos terrenos cristalinos favorecem o escoamento superficial. Sobre as rochas impermeáveis do embasamento, as condições geológicas permitem a ampliação da capacidade de escoamento superficial em direção aos talwegues dos rios e riachos, contribuindo para que haja maior ramificação da rede de drenagem.

As características de relevo determinam a velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, definem a capacidade energética dos rios em escavar vales, transporte de sedimentos e definição de feições morfológicas. Já as condições fitoecológicas e de uso e ocupação, associadas às condições geológicas do terreno, definem a proteção à superfície, capacidade de infiltração e armazenamento da água no solo.

O território do Município é drenado por quatro bacias hidrográficas: bacia do rio Cocó, sistema Ceará-Maranguapinho, bacia do rio Pacoti e bacia da Vertente Marítima, como pode ser verificado na Figura 20. Do ponto de vista espacial, a bacia do rio Cocó e seu principal tributário, o rio Coaçu, são os

principais sistemas hidrográficos do Município, sendo responsáveis pela drenagem de cerca de 70% do território municipal.

Figura 20 Bacias hidrográficas em Fortaleza

Os principais cursos de água existentes em Fortaleza apresentam traços característicos, principalmente em relação à duração do escoamento e seu padrão de drenagem em conformidade com as características dos ambientes que exercem drenagem. De certa forma, os rios tendem a refletir o regime pluviométrico (SOUZA, 2000).

Nas áreas dos terrenos cristalinos, em razão da impermeabilidade dos terrenos, a drenagem assume padrão dendrítico. A irregularidade pluviométrica e a má distribuição das chuvas ao longo do ano asseguram um regime intermitente sazonal, a exceção das áreas onde houve barramentos a montante, que controlam o fluxo hídrico durante todo o ano, como ocorre com os rios Cocó e Maranguapinho.

Sob as condições das depressões sertanejas, os vales são largos, com larga planície de inundação, recobertos por sedimentos grosseiros transportados quando do escoamento superficial. Contam ainda com ampla planície de inundação, recoberta originalmente por vegetação de mata ciliar, fortemente degradada.

Sob os tabuleiros pré-litorâneos, há uma redução do gradiente fluvial, que aliado a maior permoporosidade dos materiais constituintes e, conseqüentemente, da maior capacidade de retenção de água no solo, a ocorrência de lagoas costeiras e o afloramento do lençol freático fazem com que o escoamento superficial passe a ser perene com padrão de drenagem paralelo aos principais cursos fluviais.

Nas áreas onde se estabelecem as planícies fluviomarinhas, os rios Pacoti, Cocó e Maranguapinho apresentam baixo gradiente, o que define a baixa competência em escavar vales, propiciando um padrão de drenagem anastomótico, com vários canais meândricos e o surgimento de algumas ilhas resultantes da deposição dos materiais transportados.

No que se refere aos recursos hídricos subterrâneos, é evidente a relação entre o tipo de aquífero e a geologia da área. Embora não possa haver detalhamento em função da ausência de dados oficiais sobre a utilização do potencial hidrogeológico para o Município de Fortaleza, verifica-se um bom potencial de águas subterrâneas em razão da preponderância de coberturas sedimentares.

Durante a década de 1970, antes da construção e total operacionalização do sistema de abastecimento de água para RMF (Pacoti-Riachão-Gavião), o abastecimento era assegurado pela exploração de aquíferos instalado no campo de dunas fixas e paleodunas em Fortaleza, nas proximidades da avenida Engenheiro Santana Júnior (bacia do rio Cocó).

O potencial aquífero existente nos tabuleiros pré-litorâneos é explorado por uma série de indústrias engarrafadoras de água mineral. As principais são a Naturágua e a Indaiá, ambas situadas na porção leste do Município, entre as sub-bacias do vale do rio Cocó e do rio Coaçu, próximas à lagoa da Precabura e na Sabiaguaba. Também se verifica a concentração de indústrias engarrafadoras (Água Mineral Rica e Iracema) no bairro do Mondubim (setor sul da Cidade) especificamente entre as avenidas Godofredo

Maciel e Presidente Costa e Silva (perimetral). Nessas áreas, o cuidado com os aspectos de sanitaridade devem ser redobrados, em decorrência do elevado grau de ocupação urbana da região.

Embora seja uma atividade de médio impacto ambiental, a superexploração dos aquíferos, pode ocasionar um rebaixamento do lençol freático e o consequente ressecamento de olhos d'água. Outro aspecto a ser considerado é o elevado risco de contaminação dos aquíferos em detrimento do grande índice de ocupação urbano-industrial das áreas de tabuleiros e, por conseguinte, a deposição de resíduos, que podem contaminar o subsolo e, por percolação, atingir as reservas hídricas.

Considerando-se as características de ocupação do território e as atuais condições de urbanização existentes em Fortaleza, pode-se afirmar que foi produzida uma grande alteração no fluxo natural das águas, por meio de intervenções que modificaram e/ou até mesmo suprimiram canais de drenagem e lagoas. Esse processo teve como resultado uma alteração na dinâmica superficial e subsuperficial. O modelo de intervenção utilizado foi o de canalizações e construção de galerias subterrâneas para o escoamento superficial; no entanto, atualmente, se mostra que o sistema está completamente saturado, tanto pelo assoreamento e entupimento dos canais e galerias por resíduos de toda ordem, ou, principalmente, pelo aumento no fluxo decorrente da à grande impermeabilização do solo.

5.4 Solos e cobertura vegetal

A origem e evolução dos solos está relacionada a fatores que traduzem as características dos condicionantes climáticos, litológicos e de relevo ao longo do tempo. Guerra e Mendonça (2004) lecionam que a formação dos solos resulta da interação de muitos processos, tanto os geomorfológicos como os pedológicos. Ainda segundo esses autores, os processos de formação de solos resultam de uma variabilidade temporal e espacial bastante significativa. A atividade biológica é um agente ativo que interfere

definitivamente na formação dos solos. Sob tal aspecto, sob o viés geoquímico, o solo é a interface da litosfera com a biosfera (FONSECA, 1999).

A relação estabelecida entre clima, geologia, topografia, relevo, atividade biológica e tempo confere aos solos características de elementos dinâmicos em constante evolução e vão se adaptando às diversas formas de variações de fluxos de massas e energias, gradientes termodinâmicos e demais condições exógenas (GUERRA e MENDONÇA, 2004).

Os solos encontrados em Fortaleza apresentam significativas diferenciações quanto a tipologia, classes de solos e variação espacial (SOUZA et al. 2009). Apresentam maior predominância espacial as seguintes classes de solos: Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos. A Tabela 13 exibe a correspondência entre a classificação anteriormente utilizada e a nova classificação de solos, conforme o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Tabela 13 Correlação entre a taxonomia anterior e a classificação atual de solos.

CLASSIFICAÇÃO ATUAL	CLASSIFICAÇÃO ANTERIORMENTE UTILIZADA
Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico	Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico
Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico
Neossolos Quartzarênicos	Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Marinhas
Neossolos Flúvicos	Solos Aluviais
Gleissolos	Solos Indiscriminados de Mangue

Fonte: adaptado de Brandão et al. (1995), EMBRAPA (1999) e SOUZA et al. (2009).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Tomando como base os trabalhos de campo, informações e descrições contidas em diversos trabalhos técnicos e relatórios (IPLANCE, 1989; MOREIRA, GATO e SOUZA, 1981; JACOMINE, 1973; CEARÁ, 1998; BRANDÃO et al 1995; SOUZA, 2000; SOUZA et al. 2009 e SANTOS, 2006), seguem breves descrição e distribuição das principais classes de solos em Fortaleza.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos arenosos, geralmente profundos, pouco desenvolvidos, com alta permeabilidade e baixa fertilidade natural. Apresentam coloração esbranquiçada ou amarelada. São solos

distróficos (ácidos com baixa saturação por bases), praticamente desprovidos de minerais primários, o que confere pouca reserva de nutrientes para as plantas. Sua distribuição geográfica está associada à planície litorânea e a setores dos tabuleiros pré-litorâneos da Formação Barreiras.

Na planície litorânea, sua ocorrência está associada ao campo de dunas e setores da faixa praial, onde foi possível o desenvolvimento da pedogênese que deu início ao processo de colonização vegetal. Por serem solos pobres em matéria orgânica e nutrientes, a vegetação assentada sobre eles é constituída principalmente por espécies herbáceas e arbustivas de vegetação pioneira do complexo vegetacional litorâneo, com exceção das áreas a sotavento do campo de dunas.

Na área dos tabuleiros pré-litorâneos, esses solos, por vezes, estão associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos. Seu desenvolvimento ocorreu a partir do retrabalhamento dos sedimentos da Formação Barreiras, produto da lixiviação ou de um recobrimento por sedimentos eólicos. São solos que variam de profundos a muito profundos, excessivamente drenados com baixos teores de argila e forte acidez. Sua coloração varia de avermelhada a branca, textura arenosa e baixa fertilidade natural. Nele se assentam espécies do complexo vegetacional litorâneo. Em alguns setores dos tabuleiros revestidos por Neossolos nas proximidades da Cidade dos Funcionários, Cambeba e Seis Bocas, verificava-se a existência de encaves de cerrado, que foi sumariamente suprimida para dar lugar à ocupação urbana. Atualmente esse remanescente de cerrado está restrito a uma gleba de terra com pouco mais 2,8 hectares no bairro Cidade dos Funcionários.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos podem ser distróficos ou eutróficos. ocorrem nos tabuleiros pré-litorâneos e em relevos de planos a suavemente dissecados nas áreas de transição do tabuleiro com a depressão sertaneja. Sua profundidade varia de profundo a moderadamente profundo, com textura de média a argilosa. São solos bem drenados que apresentam acidez elevada. A coloração é variada, apresentando tons desde vermelho-amarelados até bruno acinzentadas.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos são solos de baixa fertilidade natural e elevada acidez. Por vezes apresentam-se associados a Neossolos Quartzarênicos nas proximidades da zona litorânea. O complexo

vegetal dominante é a mata de tabuleiros, apresentando também espécies da caatinga e do complexo vegetacional litorâneo.

Quando os Argissolos Vermelho-Amarelos são eutróficos, se apresentam nas áreas de transição e nas depressões sertanejas, cuja origem está relacionada a diferentes tipos de materiais. São solos bem desenvolvidos e que de modo geral apresentam boas condições de fertilidade natural. Sua principal limitação está relacionada à disponibilidade hídrica, já que o relevo na área em estudo não é fator limitante. Originalmente apresentam-se ocupados por diferentes tipos vegetacionais com predominância de caatingas e espécies da mata de tabuleiro.

Os Neossolos Flúvicos têm sua gênese na sedimentação fluvial, estando associados aos rios de maior fluxo hídrico e ambientes lacustres. Distribuem-se paralelamente à calha fluvial dos maiores rios como o Cocó, Coaçu, Maranguapinho, e às margens de lagoas sob o domínio dos glaciais de deposição pré-litorâneos; dentre as lagoas, destaque para a da Precabura, Maraponga e Messejana.

Variam de muito profundos a moderadamente profundos e têm textura variada. Apresentam-se de moderada a imperfeitamente drenados, com acidez moderada a levemente alcalinos. A camada superficial geralmente apresenta coloração bruno-acinzentada-escura e bruno muito escura. São solos de alta fertilidade natural, que por vezes são inundados sazonalmente quando do período chuvoso. Primariamente, esses solos eram revestidos por uma vegetação do tipo mata ciliar e lacustre. Verifica-se o recobrimento de vastos setores por carnaubais, principalmente nas proximidades do contato da Formação Barreiras com as rochas cristalinas na porção sul do Município. Em razão da disponibilidade hídrica e da boa fertilidade natural, esses solos foram sendo sistematicamente ocupados por atividades agrícolas.

Gleissolos Sálícos ocorrem em áreas que apresentam altas taxas de salinidade, nas zonas litorâneas e pré-litorâneas, principalmente na planície fluviomarinha dos rios Cocó, Maranguapinho e Pacoti. Verifica-se também sua ocorrência nas margens de lagoas situadas mais próximas do litoral, nos setores mais próximos ao espelho de água. 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.

Conforme exposto anteriormente, fica evidente a estreita relação que os solos estabelecem com as demais componentes ambientais. Nesse sentido, o Quadro 8 e a Figura 21 resumiam essa relação, associando unidades fitoecológicas, classes de solos e formas do relevo.

Figura 21 Correlação vegetação, solos e relevo.

Fonte: Adaptado de Brandão et al. (1995), EMBRAPA (1999) e SOUZA et al. (2009).

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Quadro 8 Unidade fitoecológica, classe de solos e localização geográfica.

UNIDADE FITOECOLÓGICA	CLASSES DE SOLOS	PADRÕES DE FORMAS DE RELEVO
Complexo vegetacional litorâneo	Neossolos Quartzarênicos	Planície litorânea e Tabuleiros pré-litorâneos
	Argissolos Vermelho-Amarelos	
Mata de tabuleiro	Argissolos Vermelho-Amarelos	Tabuleiros pré-litorâneos
Cerrado	Neossolos Quartzarênicos	
Caatingas	Argissolos Vermelho Amarelos	Depressão sertaneja subúmida.

Fonte: Adaptado de Brandão et al. (1995), EMBRAPA (1999) e SOUZA et al. (2009).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

6 ANTECEDENTES HISTÓRICOS E PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM FORTALEZA

Fortaleza hoje se apresenta como metrópole regional, cuja influência se faz presente muito além dos limites territoriais do Ceará; porém, diferentemente de outras capitais litorâneas do Nordeste açucareiro (Oriental), nem sempre ocupou essa posição de destaque. No Ceará colonial, aparecia como um pequeno povoado sem importância para a economia estadual, vivendo basicamente de sua função administrativa e de defesa em virtude da presença do forte que deu nome e origem à cidade. A complexidade e a hegemonia de Fortaleza sobre as demais urbes cearenses são recentes, tendo maior impulso somente em meados do século XIX.

Para entender o processo de formação da cidade de Fortaleza, faz-se necessária a compreensão do processo de produção e ocupação do espaço cearense, que tinha no primeiro momento sua economia baseada na pecuária. As condicionantes do processo de ocupação do território cearense, que muito lentamente culminaram com a emergência de Fortaleza como principal urbe do Estado, serão apresentadas com base nos estudos de Prado Júnior (1980), Souza (1978, 2009), Silva (1992, 2001) e Girão (1971) e Girão (1989).

6.1 Aspectos histórico-geográficos que condicionaram a ocupação da Província do Ceará

Os europeus recém-chegados ao Brasil, mais especificamente ao Nordeste brasileiro, deram início à colonização do novo território em duas linhas: a ocupação do litoral, sustentada na cultura de cana-de-açúcar no Nordeste da zona da mata e, no segundo momento, a ocupação do sertão semiárido (maior parte do Ceará) pela criação de gado, por meio da pecuária extensiva, promovendo assim a efetivação da exploração do interior do Continente.

Prado Júnior (1980) assinala que essas duas linhas de ocupação estão diretamente associadas ao desenvolvimento das atividades econômicas no Brasil-colônia que o autor convencionou chamar de atividades principais e acessórias. As primeiras são aquelas destinadas à exportação (no caso a cana-de-açúcar) e a segunda está relacionada ao abastecimento interno, ou seja, se destinavam exclusivamente à manutenção do funcionamento das atividades que moviam a economia de exportação.

No Ceará em virtude das suas condições ambientais que não permitiam o cultivo da cana-de-açúcar em grande escala, a pecuária (atividade acessória) assume papel de destaque, sendo responsável pela ocupação comercial do interior, tornando-se a força motriz da economia cearense. A maior concentração das fazendas produtoras de gado se deu na região do vale do Jaguaribe, onde até hoje se concentra a maior parte da atividade pecuária no Estado.

Referida produção era em grande parte destinada ao abastecimento das outras províncias, necessitando, portanto, ser escoada por um porto seguro que oferecesse condições adequadas de ancoragem. O local mais apropriado era o porto de Aracati, onde se encontra a foz do rio Jaguaribe que permitia a ancoragem de barcos de longo calado (quilha), e também em razão da sua proximidade com as fazendas produtoras.

Em meados do século XVIII, Prado Júnior (1980) aponta que o sertão nordestino como um todo atinge o seu apogeu de desenvolvimento no período colonial, sendo o responsável pelo abastecimento de gado para todos os centros populosos, desde o Maranhão até a Bahia.

Nesse período, duas cidades assumem grande importância econômica no Ceará no período colonial – Aracati e Icó. A primeira já em meados do século XVIII, se tornou o principal centro comercial do Ceará, consolidando-se por um intenso mercado de charque, já que era de lá que toda produção era escoada, atraindo comerciantes de vários locais, dinamizando a economia e comércio da região. Já a cidade de Icó encravada no sertão no vale do Jaguaribe, servia como ponto apoio e centro coletor do gado que iria ser abatido e transformado em carne de sol (charque).

Fortaleza sem expressão econômica vivia numa constante estagnação comercial no período colonial, em virtude seu comércio pouco desenvolvido,

que se limitava basicamente às serras mais próximas, à precariedade do porto, à falta de ligações viárias e à consequente falta de contato com as áreas produtoras de gado,

Com efeito, o crescimento de Fortaleza, no período colonial, foi muito lento, pois, apesar de ser a capital administrativa, não foram aí desenvolvidas atividades econômicas que pudessem provocar uma maior dinamização do núcleo. O porto era precário, dificultando assim o contato com outras áreas e a inexistência de estradas para o interior do Ceará, impossibilitava o maior relacionamento com as áreas de produção. Desta forma as cidades de Icó e Aracati, localizadas no vale do Jaguaribe, em contato com as zonas de maior desenvolvimento das fazendas de gado, tiveram neste período, um crescimento mais acelerado que a capital. (SOUZA, 1978, p. 99).

O declive da atividade pecuária ocorreu em razão das secas periódicas que praticamente dizimaram os rebanhos cearenses, (destaque as secas de 1777, 1778, 1790 e 1793), o que associado ao comércio da carne seca no Rio Grande Sul e crescimento do cultivo do algodão, ocasionou o declínio das charqueadas no Ceará (SOUZA, 1978; SILVA, 1992). A produção algodoeira ganha espaço e acaba com o exclusivismo econômico da atividade pastoril no Ceará, exercendo função de destaque na economia.

Conforme assinalam Silva (op. cit.), Dantas (2009) e Girão (1989) a atividade algodoeira no Ceará foi impulsionada pela eclosão da guerra da civil dos EUA, e, ainda segundo os autores, essa fase marca a efetiva entrada do Ceará na divisão internacional do trabalho.

Em 1799, o Ceará emancipa-se de Pernambuco e a produção algodoeira que até então era exportada por Pernambuco passa a ser distribuída pelo Ceará. Concomitante, houve uma melhoria nas estradas cearenses, que facilitavam o escoamento de produção. A melhoria no sistema de transportes do Ceará faz-se sentir com maior firmeza no final do século XIX e início do século XX, com a implementação da malha ferroviária.

O crescimento e consolidação de Fortaleza como centro econômico e comercial, superando a então hegemônica Aracati, ocorreram com a derrocada das charqueadas e ascensão da atividade algodoeira. À medida que a atividade algodoeira crescia, crescia também a importância comercial de

Fortaleza. O fato mais marcante para o “progresso” se dá com as melhorias no porto, e, em 1866, a implementação de uma linha de navios a vapor, que possibilitou uma melhor comunicação com outras cidades, ampliando assim sua função comercial. Foi com a implementação das ferrovias, porém, que Fortaleza se torna o principal elo de ligação com o interior do Estado (SOUZA, op. cit.).

Em 1873 é inaugurado o 1º trecho de ferrovia cearense, que ligava o Centro a Parangaba. Entre 1880 e 1926, Fortaleza expande seu raio de ação para o interior, com a expansão da rede ferroviária, que então atinge locais longínquos, como Baturité, Quixadá Sobral, Crateús e Crato, proporcionando o crescimento de Fortaleza e a expansão de seu raio de ação no interior, aumentando sua função comercial, acompanhando a expansão do algodão no interior do Estado (SILVA, 1992).

Sendo assim, no final do século XIX há a consolidação de Fortaleza como principal cidade cearense, tendo como força motriz de sua economia o comércio. Segundo Souza (1978, p. 75), fica evidente que

O crescimento de Fortaleza está diretamente relacionado ao desenvolvimento da função comercial que tem a primazia sobre os demais concentrando o excedente do setor primário, a cidade se constitui em centro de coleta da produção agrícola e distribuidor de bens e serviços a uma vasta área, que extravasa os limites do Estado.

Ainda segundo a autora, o estabelecimento dessa função comercial centralizadora proporcionou que as cidades do interior se tornassem centros de redistribuição de mercadorias produzidas ou adquiridas em Fortaleza, e de centros coletores da produção das fazendas do interior de todo o Ceará.

Outro aspecto não menos importante foi a concentração das atividades administrativas, tornando a Capital o principal centro político, econômico, social e cultural da Província do Ceará, atraindo uma nova burguesia, que passou a exigir mudanças na paisagem urbana, melhorias na infraestrutura e nos serviços, tais como iluminação pública, e a primeira rede de distribuição de água encanada, o que possibilitou a formação de um mercado de trabalho urbano em Fortaleza (SOUZA, op. cit.).

Desse processo, tem-se como consequência a necessidade de implementação de políticas públicas de ordenamento territorial para essa emergente cidade. Foi nesse período que foram traçados os primeiros planos urbanísticos com vistas ao ordenamento do território, embora seja visível que até os dias de hoje esse seja um dos principais problemas de Fortaleza. As iniciativas de ocupação, produção e organização do território, contudo, datam do início do período colonial e serão tratadas no próximo item (Das tentativas de ocupação do território à eclosão da metrópole) que versa acerca do histórico de ocupação de Fortaleza.

6.2 *Das tentativas de ocupação do território à eclosão da metrópole*

Os relatos e registros das primeiras iniciativas de ocupação do território são escassos, em razão da indisponibilidade de arquivos que retratem esse primeiro período colonial em Fortaleza, então se recorreu aos trabalhos de Souza (1978) Girão (1971), Girão (1989) e Silva (1992 e 2000).

Conforme relata Girão (1971), a primeira ocupação do Ceará fazia parte do objetivo geral da Coroa Portuguesa que consistia na ocupação do litoral como forma de evitar a invasão do território por outras nações, iniciado efetivamente em 1603 por Pedro Coelho de Souza, com a construção do Fortim de São Tiago, situado na Barra do Ceará, extremo oeste de Fortaleza. Em razão de uma forte seca essa, ocupação não foi adiante, culminando com a transferência da comitiva para Pernambuco (SOUZA, 1978).

Sobre a segunda tentativa de ocupação de Fortaleza, Souza (op. cit.) diz que por volta de 1612, no mesmo local onde se encontravam os restos do Fortim de São Tiago, é erguido o Forte de São Sebastião, pelo português Martim Soares Moreno. Esta tentativa de ocupação durou até 1631 com o deslocamento de Soares Moreno para Pernambuco. Posteriormente, o local fora ocupado por holandeses, sendo por fim totalmente destruído pelos índios.

Nota-se que na época havia um total desinteresse por parte da Coroa Portuguesa pelo território em epígrafe. Segundo Girão (1989), a Coroa só se

interessou efetivamente pelas terras do Siará Grande após a invasão francesa, justamente pela sua localização estratégica entre o Maranhão e Pernambuco. Em 1649, os holandeses, chefiados por Matias Beck, fundaram o Forte Shoonenborck, atual Nossa Senhora da Assunção, situado sobre o campo de dunas às margens do riacho Pajeú, permanecendo ali até 1654 (SOUZA, 1978).

A escolha de localização se deu em virtude da disponibilidade de água doce do riacho Pajeú, sua posição topográfica mais elevada, que permitia ampla visão da costa e do Continente para possíveis ataques de nativos e navegadores, bem como a proximidade da serra de Maranguape, onde se acreditava que poderia extrair prata.

O local de instalação do Forte, contudo, apresentava dificuldades de manutenção em decorrência das fortes limitações do meio físico-natural, por estar encravado no meio das dunas (fixas, semifixas e paleodunas) com solos arenosos e por não se situar numa baía ou na foz de um grande rio que pudesse ser um porto seguro às embarcações.

Girão (1971) e Souza (1978) ressaltam que foi com a instalação do Forte que em suas proximidades foi se formando um pequeno núcleo que posteriormente deu origem à cidade de Fortaleza. Referidos autores ressaltam que essa ocupação holandesa teve pouco significado para o crescimento de Fortaleza.

Souza (op. cit.) expressa que, depois de recuperadas as terras do Ceará pela Coroa Portuguesa em 1654, as povoações de Fortaleza e Aquiraz (então capital da Província) disputaram por muito tempo a hegemonia do território e que a existência do Forte foi fundamental na decisão de tornar Fortaleza capital administrativa do Ceará, em razão, sobretudo dos constantes ataques que Aquiraz sofria dos indígenas.

Durante muito tempo Fortaleza constituía um pequeno povoado, no entanto, foi elevada à categoria de vila em 1726 (Vila Nossa Senhora da Assunção), embora não passasse de um pequeno núcleo de edificações (SILVA, 1992). Ainda referenciando Souza (1978), a vila teve pouco desenvolvimento, apresentando um comércio incipiente, vivendo basicamente de sua função administrativa, que passou por um processo maior de

dinamização quando, em 1799, o Ceará se tornou independente de Pernambuco, mas somente em 1823 Fortaleza foi elevada ao título de cidade.

Souza (op. cit.) e Girão (op. cit.) ressaltam que, ao longo da primeira metade do século XIX, são inúmeros os registros de viajantes que tratam do baixo desenvolvimento e importância de Fortaleza em virtude das condições inapropriadas do seu porto e dos ventos constantes, que dificultavam a ancoragem das embarcações, além da baixa fertilidade de suas terras em razão dos solos predominantemente arenosos. A esse respeito Souza (1978) apresenta trecho do relato do Inglês Henry Koster, feito em 1810, sobre sua viagem ao Ceará

A Vila de Fortaleza do Ceará edificada sobre terra arenosa em formato quadrangular com quatro ruas partindo da praça e mais outra bem longa do lado norte desse quadrado [...] A Fortaleza de onde esta Vila recebe a denominação fica sobre uma colina de areia, próxima as moradas e consiste num baluarte de areia ou terra ao lado do mar, uma palissada enterrada no solo para o lado da Vila. (KOSTER, 1942 apud SOUZA, 1978).

Tais relatos são importantes indicadores históricos que confirmam que o desenvolvimento inicial de Fortaleza se deu sobre dunas fixas e semi-ixas que paulatinamente foram sendo ocupadas e passaram por um processo intenso de deflação eólica, recobrando áreas dos tabuleiros, evidenciando que essa formação arenosa se estendia para áreas mais ao sul.

Outro aspecto comum apresentado nos relatos de viajantes é o baixo dinamismo da Vila e a precariedade do porto e das vias de comunicação com os demais núcleos de povoamento no interior do Ceará, notadamente das áreas produtoras de gado e algodão, o que constitui uma característica da vila de Fortaleza na primeira metade do século XIX.

Como fora abordado no item referente aos processos históricos de ocupação da Província do Ceará, o dinamismo da cidade só foi efetivamente alcançado na segunda metade do século XIX com o amplo desenvolvimento do cultivo do algodão, as melhorias no porto, o que possibilitou a introdução de uma linha a vapor, o implemento e ampliação das vias de comunicação com o interior do Estado e a implantação da linha férrea.

Aliado às ferrovias, outro mecanismo da dinamização das relações entre Fortaleza e o restante da Província foram os caminhos, notadamente os que ligavam Fortaleza a: Messejana, que levava ao vale do Jaguaribe e sul do Estado, atual BR 116; em direção a Sobral e Piauí, a estrada do Soure que ligava a Caucaia, atualmente a BR 222; e o caminho da Parangaba, que fazia a ligação com o sudoeste do Estado e Brasília, atualmente BR 020. Foram esses caminhos os percussos das rodovias mais importantes do Estado e de certa forma direcionaram a expansão da cidade além do seu núcleo central. À medida que a população crescia, bairros iam sendo construídos em suas imediações.

Notadamente a partir de 1875, houve um crescimento da malha urbana, que ocasionou uma expansão da cidade para além dos limites que foram inicialmente traçados, tornando necessária a implementação de medidas que proporcionassem um ordenamento ao crescimento da cidade. Segundo Silva (1992), Souza (1978), foi nesse ano que o engenheiro da Província do Ceará, Adolfo Herbster, concluiu sua planta topográfica, que apesar de não se tratar de um projeto inteiramente novo, pois mantinha sistema de traçado urbano em forma de xadrez projetado pelo também engenheiro Silva Paulet, no ano de 1818, dava um novo ordenamento à já então cidade.

Esta nova planta ampliava o traçado urbano para além de seus limites originais, com três *boulevards*, que tinham como objetivo fundamental disciplinar a expansão urbana de Fortaleza, corrigir os becos e, ruas desalinhas, e em um futuro breve, facilitar o escoamento do movimento urbano que ainda hoje mantém seu traçado (PONTE, 1993). Vários são os relatos que advogam que a “disciplinarização” do núcleo urbano de Fortaleza no final do século XIX fazia parte de um conjunto de medidas e técnicas, voltadas para o reajustamento social das camadas populares, dentro um processo disciplinador para instaurar uma nova ordem social, compreendida aqui de forma superficial como as bases de fixação da exclusão social, que definem as desigualdades duráveis.

A partir de 1930, verifica-se um intenso processo de crescimento populacional que não foi acompanhado por ampliação e melhorias da infraestrutura, conseqüentemente repercutindo na ampliação da área urbanizada que desencadeou uma série de problemas ambientais e urbanos.

Sobre esse período, Silva (1992) relata que o crescimento espontâneo e desordenado deu lugar à aglomeração de edificações precárias na periferia da cidade.

Sobre a explosão populacional iniciada após os anos de 30 do século XX pode-se afirmar que esse crescimento foi impulsionado por fatores de caráter ambiental e social. As contingências climáticas compreendidas pelas extensas e periódicas secas a que o semiárido nordestino, e mais especificamente, o cearense estão susceptíveis, associado à estrutura fundiária local com bases fincadas no grande latifúndio com sistema de produção predatório baseado na incorporação de terras, desencaderam imensa leva de migrantes para a cidade em busca de melhores oportunidades.

Com a mudança do porto da área do Poço da Draga para o Mucuripe, o transporte de mercadorias com destinação ao mercado externo se ampliou sobremaneira, aumentando ainda mais o crescimento urbano descontrolado. Associado ao incremento produtivo houve melhoria significativa do sistema de transportes, para escoamento da produção de matérias-primas das fazendas do interior em direção a Fortaleza. As rodovias assumem papel de enorme importância, tornando-se o principal meio de transporte e escoamento do excedente agrícola. O implemento e a melhoria das rodovias, datados principalmente da segunda metade do século XX, dinamizaram e integraram ainda mais a comunicação entre os diferentes pontos do Estado, convergindo para a principal cidade.

Dessa maneira, ao tempo em que as vias de comunicação ferroviárias e rodoviárias passaram a ser o mecanismo de escoamento da excedente agrícola oriundo do interior do Estado e de distribuição dos produtos manufaturados destinados às áreas interioranas, também serviram para o transporte de grandes levas de migrantes com direção à Capital, principalmente nos períodos de seca.

O pequeno produtor rural e os trabalhadores do campo em geral veem-se expropriados da terra e buscam na grande cidade uma melhor oportunidade de vida. Consequentemente as grandes cidades passam a crescer numa velocidade muito grande, gerando problemas de caráter econômico e social, repercutindo na necessidade de investimentos em infraestrutura e disponibilidade de empregos produtivos. Sobre o crescimento

da população de Fortaleza analisado sob o ponto de vista das migrações Souza (1978, p. 56) conclui que

O crescimento de Fortaleza se verifica, portanto, a expressão de uma alta participação de migrantes, procedentes na sua grande maioria do interior do Estado. Constitui-se, principalmente, de uma população de baixa renda, que, chegando à cidade, contribui para a expansão das aglomerações faveladas que apresentam amplo crescimento na capital, nos últimos anos.

Essa concentração de imigrantes em Fortaleza ocorre pela ausência de dinamismo dos núcleos urbanos do interior do Estado, incapazes de atrair a população migrante do campo, contribuindo para intensificar a migração para Fortaleza (SOUZA, op. cit.). Ao tempo que essa atração acelera o processo de urbanização, esta não é acompanhada de melhorias nas condições de infraestrutura e aumento nas oportunidades de trabalho de modo a atender as necessidades desse contingente. Segundo Silva (2000), o aumento da área urbana de Fortaleza é expresso pela ampliação das periferias, principalmente loteamentos clandestinos, pela autoconstrução e instalação de grandes conjuntos habitacionais.

Um dos efeitos mais evidentes do crescimento demográfico desordenado ocorre na falta de moradia. Ao tratar dos problemas habitacionais, Rodrigues (1991) ensina que esse é o principal problema das grandes cidades, pois morar não é fracionável, ou seja, não se pode morar um dia e outro não morar. Os que não têm assegurado esse direito (direito à moradia) buscam alternativas, de modo que possam atender essa necessidade básica, tendo a favelização como expoente máximo desse processo.

O surgimento de favelas em Fortaleza data do início dos anos 30 do século XX, tendo se iniciado nas proximidades do seu núcleo central e posteriormente foram se expandido para as periferias. Sobre as primeiras ocupações desse tipo no território em estudo, Silva (2001, p. 29) diz que

Data do início da década de 30 a origem desses aglomerados com características de favelas. Entre 1930-1955 surgiram as seguintes favelas na cidade: Cercado do Zé Padre (1930), Mucuripe (1933), Lagamar (1933), Morro do Ouro (1940), Varjota (1945), Meireles (1950), Papoquinho (1950), Estrado de Ferro (1954).

Diferentemente de outras capitais brasileiras, que têm a concentração de favelas nos morros, em Fortaleza, em virtude das suas condições de relevo que não se apresentam como grandes obstáculos à ocupação, tais como morros e rios de grande extensão, essa ocupação se deu de forma dispersa ao longo de todo o seu espaço urbano.

As iniciativas por parte do Poder Público para resolução dos problemas habitacionais foram insuficientes, ficando restrita às ações do Banco Nacional de Habitação (BNH) e da Companhia de Habitação do Ceará (COHAB-CE), órgão estadual que ficou responsável pela construção e gerenciamento de uma série de conjuntos habitacionais. Essas iniciativas, no entanto, não foram suficientes para atender a demanda por moradias.

A década de 1970 foi marcada por uma política de incentivos fiscais e financeiros, visando à redução das diferenças regionais, promovida pela SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (DANTAS, 2009). Ao invés de reduzir as diferenças regionais por meio de investimentos descentralizados, essa política foi pautada na concentração de investimentos nos maiores centros urbanos da região, o que contribuiu para o crescimento de Fortaleza.

Conforme assinala Silva (2000), essas ações foram resultado da introdução do 'desenvolvimento' como meta oficial, impulsionado pela alocação de recursos governamentais fora do eixo tradicional. Em Fortaleza, esse fenômeno é sentido na mudança de sua fisionomia e estrutura urbana, que na verdade é reflexo das alterações ocorridas no sistema urbano brasileiro. Para Silva (2000, p. 26),

A cidade expressa em sua estrutura, forma e movimento a dinâmica da sociedade nacional estando consoante com as transformações decorrentes de medidas políticas, econômicas e sociais adotadas no país nos últimos anos.

Referido autor alerta para o fato de que as medidas recessivas adotadas no Ceará foram tardias, o que acarretou demora maior no encerramento do período de surto de crescimento acentuado de algumas cidades cearenses, em especial, a Capital (SILVA, 2000). Ainda consoante o

autor, esse processo dificultou o estabelecimento do sistema urbano complexo, contribuindo para uma lenta e tardia consolidação do sistema urbano cearense, sob o comando intenso de Fortaleza, que constitui um exemplo acabado de macrocefalia urbana, explicando, desta forma, o crescimento desmesurado da Capital em detrimento das outras cidades do Estado.

Ante as considerações anteriormente mencionadas, que evidenciam o processo que transformou a cidade em apreço de vila em metrópole, há de se considerar que as características de centralidade e concentração existentes em Fortaleza denunciam a inexistência de uma rede urbana desenvolvida no Ceará, como bem apresenta Souza (1978, p. 28):

Com efeito, o Ceará é bem caracterizado pela presença da grande cidade (a Capital) catalisando as populações, as atividades econômicas e decisões políticas, acompanhada por um grande número de pequenos centros urbanos, sendo pouco expressivos os níveis intermediários de cidades. Assim, além de desequilíbrios em termos espaciais, verifica-se, no Ceará, as disparidades entre o processo de crescimento de Fortaleza e das demais cidades.

Deste modo, ainda conforme já assinalara Souza, no final da década de 1970, a concentração das atividades econômicas e sociais em Fortaleza aumenta cada vez mais as disparidades entre a Capital e as demais cidades estaduais. Tal situação contribui para o aumento e incremento das desigualdades sociais, tanto na Capital como nos demais municípios cearenses, configurando um quadro urbano e ambiental cujo principal expoente é a incapacidade (histórica) do Poder Público em planejar¹⁵ e gerir adequadamente os problemas socioambientais.

6.3 *Quadro urbano atual*

Como mencionado anteriormente, Fortaleza é a principal urbe cearense, e o principal polo do Nordeste setentrional. Desta forma, concentra um grande contingente demográfico que se apropria do território por meio de

¹⁵ Há de se reconhecer as melhorias no que se refere ao planejamento voltado ao atendimento das demandas socioambientais; no entanto, verifica-se que os instrumentos criados para o planejamento e gestão urbano-ambiental da cidade ainda não foram efetivamente implementados, como o PDPFor.

variadas formas de uso, ocupação e exploração dos recursos ambientais. Gonçalves (2004) acentua que a concentração demográfica, por si, implica uma série de problemas ambientais que não se pronunciam quando a população está dispersa em áreas rurais, como a produção e deposição do lixo, abastecimento de água, saneamento básico, saúde pública, transporte, moradia, dentre tantos outros.

Esses problemas, segundo o autor, torna-se o principal desafio ambiental do mundo contemporâneo, pois as diferentes formas de uso e ocupação da Terra são, na verdade, o reflexo do desenvolvimento do sistema técnico-científico. A esse respeito Gonçalves (op. cit., p. 24):

O desafio ambiental está no centro das contradições do mundo moderno-colonial. Afinal, a idéia de progresso – e sua versão mais atual, desenvolvimento – é rigorosamente, sinônimo de dominação da natureza! Portanto, aquilo que o ambientalismo apresentará como desafio é, exatamente, o que o projeto civilizatório, nas suas mais diferentes visões hegemônicas, acredita ser a solução: a idéia de dominação da natureza. O ambientalismo coloca-nos diante da questão de que há limites para a dominação da natureza. Assim, além de um desafio técnico, estamos diante de um desafio político e, mesmo, civilizatório.

Esse desafio assume maiores proporções à medida que se observam as condições socioeconômicas no espaço compreendido pela cidade de Fortaleza e sua Região Metropolitana, que constitui a área mais densamente povoada do Estado do Ceará (SANTOS, 2006).

A população total da RMF é de 3.415.455 milhões de habitantes. Trata-se de uma enorme concentração demográfica, se comparada ao restante do Ceará, o que representa mais 42% dos 8.097.276 habitantes do Estado. A Tabela 14 mostra essa disparidade, principalmente se analisados os números totais da concentração demográfica existente em Fortaleza, com 71,75% da população de sua região metropolitana, o que corresponde a 29,85% do Estado do Ceará, e a Figura 22 mostra o mapa da distribuição da população na RMF, por municípios. Os dados apresentados referem-se ao Censo de 2000, por indisponibilidade de informações mais atualizadas para os outros municípios da RMF.

A respeito do crescimento demográfico em Fortaleza, verifica-se um movimento ascendente no adensamento populacional iniciado na década de 1920. Considerando-se um período de 20 anos, de 1920 a 1940, a população mais do que duplicou. Dessa década em diante, observa-se um crescimento ainda maior, pois a população praticamente triplica até 1960, seguindo mesma trajetória até a década de 1980. De 1950 a 1960, ou seja, num período de apenas dez anos, a população praticamente duplica, passando de pouco mais de 270 mil para mais de 514 mil habitantes.

Tabela 14: População dos municípios integrantes da RMF em comparação ao Ceará.

	POPULAÇÃO	% EM RELAÇÃO À RMF	% EM RELAÇÃO AO CEARÁ
CEARÁ	8.097.276	-	100,00
RMF	3.415.455	100,00	42,18
Aquiraz	70.938	2,08	0,88
Caucaia	313.584	9,18	3,87
Chorozinho	21.083	0,62	0,26
Eusébio	39.697	1,16	0,49
Fortaleza	2.416.920	71,75	29,85
Guaiúba	21.600	0,63	0,27
Horizonte	45.251	1,32	0,56
Itaitinga	33.941	0,99	0,42
Maracanaú	196.422	5,75	2,43
Maranguape	100.279	2,94	1,24
Pacajus	53.139	1,56	0,66
Pacatuba	62.320	1,82	0,77
São Gonçalo do Amarante	40.281	1,18	0,50

Fonte: FORTALEZA, 2006.

Os dados apresentados evidenciam intenso crescimento demográfico. Na Tabela 16, estão apresentados os índices de crescimento anual da população no período compreendido entre 1940 e 2000.

A criação da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF na década de 1970 acelerou o crescimento populacional da Capital e das demais cidades que atualmente integram a RMF, como pode ser verificado Tabela 15.

Essa concentração demográfica foi bastante acelerada, com a população total crescendo de 857.980 habitantes em 1970 para 2.141.402 no ano 2000, somente em Fortaleza. De 1950 a 1970, a população de Fortaleza

praticamente duplicou, passando de 270.169 pessoas para 514.813 habitantes. A Figura 23 mostra o crescimento populacional da cidade, no período compreendido entre 1890 e 2000.

Figura 22 Mapa de distribuição da população na RMF

Fonte: IBGE (2000).

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Esse crescimento vertiginoso foi verificado em todos os municípios da RMF, especialmente em Fortaleza e naqueles que apresentam maior nível de articulação urbana com a Capital, como Maracanaú e Caucaia (SOUZA et al. 2009), tendo como consequência uma forte concentração demográfica.

Tabela 15 Crescimento da população da Região Metropolitana de Fortaleza 1970-2000.

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL					
	1970	1980	1991	1996	2000	2006
Aquiraz	25.557	33.016	46.305	52.282	60.469	70.938
Caucaia	54.754	94.108	165.099	209.150	250.479	313.584
Chorozinho	-	-	-	-	18.707	21.083
Eusébio	6.930	12.095	20.410	27.206	31.500	39.697
Fortaleza	857.980	1.307.611	1.768.637	1.955.513	2.141.402	2.416.920
Guaiúba	11.792	13.551	17.562	17.060	19.884	21.600
Horizonte	7.632	10.212	18.283	25.382	33.790	45.251
Itaitinga	8.578	12.104	22.775	25.886	29.217	33.941
Maracanaú	15.685	37.894	157.151	160.065	179.732	196.422
Maranguape	43.917	53.232	71.705	82.064	88.135	100.279
Pacajus	25.703	36.774	31.800	37.076	44.070	53.139
Pacatuba	11.546	16.455	37.773	43.594	51.696	62.320
São Gonçalo do Amarante	21.003	24.680	29.286	32.687	35.608	40.281
TOTAL RMF	1.049.058	1.577.980	2.386.386	2.677.965	2.984.689	3.415.455

Fonte: FORTALEZA, 2006 e Síntese Diagnóstica de Fortaleza, 2004

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Figura 23 Crescimento populacional de Fortaleza 1890-2000

Fonte: SOUZA, 1978; SOUZA et al. 2009; e CENSO, 2000.

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

A concentração demográfica existente na RMF, especialmente em Fortaleza, confere maior representatividade quando se analisa a densidade demográfica. Ao tempo que a densidade demográfica do Ceará é de 54,40 habitantes por quilômetro quadrado (hab/km²), a RMF apresenta uma densidade superior a 686 hab/km², o que evidencia a grande concentração populacional no espaço regional, como pode ser verificado na Tabela 17.

Tabela 16 Taxa de Crescimento Anual da População 1940 – 2000.

PERÍODO	FORTALEZA	ESTADO DO CEARÁ
1940 / 1950	4,13	2,57
1950 / 1960	6,66	2,03
1960 / 1970	5,24	2,84
1970 / 1980	4,30	1,95
1980 / 1991	2,78	1,69
1991 / 2000	2,15	1,73

Fonte: FORTALEZA, 2006.

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Mesmo no interior da RMF as contradições são visíveis, enquanto em Chorozinho a densidade é de 68,38 hab/km² em Fortaleza esse índice é superior a 7.700 hab/km². De modo geral, é notável o fato de que a maior densidade demográfica se encontra nos municípios mais próximos a Fortaleza, em virtude da maior articulação exercida entre essas cidades e a Capital (Figura 24), principalmente nas áreas de cornubação como em Maracanaú, Eusébio, Itaitinga, Aquiraz e Caucaia. Pacajus e Horizonte apresentam elevados índices por estarem no eixo viário da BR-116 e em virtude da grande quantidade de indústrias instaladas ao longo desse eixo viário (assim como o total da população, a densidade demográfica considera os dados do Censo 2000).

Ao tratar da concentração demográfica na RMF Souza (1978) assinala que o crescimento populacional na região, em particular na cidade de Fortaleza, foi impulsionado pela migração oriunda das zonas rurais do Ceará em razão da falta de dinâmica dos núcleos urbanos no Estado, consolidando Fortaleza como principal destino desse fluxo migratório, o que comprova a macrocefalia existente na Capital e denuncia a existência de um menor nível de

complexidade e complementaridade da rede de cidades interioranas do Ceará (SILVA, 2000).

Tabela 17: Densidade Demográfica dos Municípios da RMF

MUNICÍPIO	ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO (habitantes)	DENSIDADE DEMOGRÁFICA Hab/Km ²
CEARÁ	148.825,602	8.097.276	54,40
RMF	4976,1	3.415.455	686,37
Aquiraz	482,80	70.938	146,93
Caucaia	1195,60	313.584	262,28
Chorozinho	308,30	21.083	68,38
Eusébio	78,00	39.697	508,93
Fortaleza	313,80	2.416.920	7702,10
Guaiúba	271,30	21.600	79,62
Horizonte	191,90	45.251	235,80
Itaitinga	155,30	33.941	218,55
Maracanaú	98,60	196.422	1922,10
Maranguape	654,80	100.279	153,14
Pacajus	241,90	53.139	219,67
Pacatuba	138,00	62.320	451,59
S.G. do Amarante	845,80	40.281	47,62

Fonte: FORTALEZA, 2006.

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Como pôde ser visto na Figura 23, o crescimento de Fortaleza aconteceu de forma bastante rápida, num curto espaço de tempo, impulsionado, em grande parte, pela ocorrência de secas, que sistematicamente aconteceram no espaço cearense e empobrecem ainda mais a população do campo. A inexistência de políticas públicas para o setor rural contribuiu de forma decisiva para o aumento das migrações, cujo principal destino é a Capital estadual e sua região metropolitana.

Além dos índices pluviométricos naturalmente desfavoráveis ao desenvolvimento de atividades agrícolas, não houve, por parte do Poder Público, a adoção de políticas agrícolas que valorizassem o trabalho do homem do campo. Muito pelo contrário, há que se registrar um retrocesso da atividade agrícola, impulsionado por políticas estaduais excludentes que procuram privilegiar grandes grupos agroindustriais e indústrias de substituição (SANTOS, 2006).

Figura 24 Mapa da densidade demográfica da RMF

Fonte: adaptado de IBGE (2000).

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Em face disso, a população rural menos “qualificada” vê-se sem opções de sobrevivência e implementa a “Triste Partida” para os centros urbanos, engrossando o contingente dos excluídos que têm seus direitos básicos negados, tais como saúde, moradia, emprego e educação, só para citar os mais essenciais.

7 COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO E SUA DINÂMICA

Para a compreensão das diferentes formas de relevo no Município de Fortaleza, é preciso considerar o conjunto dos compartimentos existentes na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), que, por sua vez, se insere no contexto do semiárido nordestino onde há primazia das depressões sertanejas. Há de ressaltar, contudo, a existência de ambientes de exceção no conjunto regional, que constituem a primazia das unidades ambientais existentes em Fortaleza.

Com efeito, a compreensão do relevo e suas conexões com as demais características ambientais da região deve-se considerar as interferências geológico-estruturais, paleoclimáticas, processos morfodinâmicas atuais e subatuais e as atividades antropogênicas. Deste modo, foi evidenciada a existências de relevos originados de fases de deformação plástica e ruptural Pré-Cambrianas já bastante descaracterizados por processos exógenos e coberturas sedimentares Cenozóicas, com a coexistência de relevos estruturais derivados de rochas vulcânicas alcalinas Terciárias. Aliam-se as influências de ordem tectônico-estrutural para o delineamento das unidades morfoestruturais, devendo-se considerar os processos morfoesculturais delineados pelos processos exógenos, com influência dos eventos paleoclimáticos e atuais.

A esse respeito Souza (1981, p. 47) explica que

Tais preocupações de ordem genética, possibilitam a identificação das formas decorrentes da evolução paleoclimática com a detecção dos agentes responsáveis pela origem dessas formas dependentes de uma morfodinâmica de ablação ou de acumulação.

Os aspectos relacionados à gênese e à morfodinâmica serão abordados no capítulo que trata da geomorfogênese e seu significado para dinâmica e a evolução ambiental.

Com base nas considerações retromencionadas e nos pressupostos delineados para a condução desta investigação, foram classificadas como unidades morfoestruturais o Embasamento Cristalino, as Coberturas Sedimentares Cenozóicas e o Vulcanismo Terciário, que exibem formas de

relevo variadas, além, é claro, dos relevos derivados das atividades antropogênicas.

O Quadro 9 sumaria a compartimentação do relevo com base na proposta de classificação taxonômica de Ross (1994), apresentando as unidades morfoestruturais, morfoesculturais, padrões de formas, formas de relevo e processos atuais/atividades antropogênicas. Portanto, embora o mapeamento ora apresentado se refira essencialmente aos padrões de formas de relevo (terceiro táxon), referida compartimentação considera unidades de relevo mais detalhadas como as formas de relevo (4º táxon) e os relevos derivados das atividades socioeconômicas (6º táxon).

Quadro 9 Taxonomia do relevo

1º Táxon Morfoestruturas	2º Táxon Morfoesculturas	3º Táxon Padrões de Formas de relevo	4º Táxon Formas de relevo	5º Táxon Vertentes	6º Táxon Processos atuais e antropogênicos
Coberturas Sedimentares Cenozóicas	Planície Litorânea	Faixa de praia			Molhes-espigões
		Terraços marinhos			
		Dunas fixas			Cicatriz de mineração
		Dunas móveis			Cicatriz de mineração
		Paleodunas			Cicatriz de mineração
		Planície fluviomarinha			
		Beach rocks			
	Vales e planícies de acumulação fluvial	Planície fluvial			Aterro sanitário
		Planícies lacustres e fluviolacustres			
		Terraços fluviais			
	Glacis de deposição pré-litorâneos	Tabuleiros pré- litorâneos			Aterro sanitário
					Cicatriz de mineração
Vulcanismo Terciário	Relevos vulcânicos residuais		Morro Caruru		Cicatriz de mineração
			Serrote Ancuri		
Embasamento Cristalino	Depressão sertaneja subúmida	Pedimentos da depressão sertaneja subúmida.			Cicatriz de mineração

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

A seguir será procedida à análise detalhada das unidades de relevo, considerando suas conexões com as demais componentes ambientais e as atividades socioeconômicas. Referidas unidades estão mapeadas na Figura 25.

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EM FORTALEZA - CE.

Figura 25: Mapa Geomorfológico.

Figura 25 Mapa Geomorfológico.

7.1 Planície Costeira

O litoral é um ambiente diferenciado, principalmente por possuir um caráter de interface dos oceanos com os continentes. Justamente por essas características de interface, os ambientes costeiros recebem intensos fluxos de matéria e energia que acentuam a ação dos processos morfogenéticos. Referidos processos nas feições litorâneas são muito intensos, em virtude da ação dos processos de transporte, acumulação e erosão que atuam fortemente na área.

Na planície litorânea de Fortaleza, há de se verificar a estreita relação entre feições que a compõem. As feições morfológicas recebem influências de natureza marinha, eólica, fluvial ou combinada, originando formas de acumulação e erosão. Além dos efeitos da morfodinâmica atual e dos fatores litológicos, a morfologia é também influenciada pelos episódios eustáticos transgressivos e/ou regressivos, pela neotectônica e por eventos paleoclimáticos (SOUZA et al., 2009).

Sobre os fatores geomorfogenéticos atuantes na dinâmica costeira, Silva (1998) ressalta que as correntes marinhas, as oscilações do nível do mar e marés, a arrebentação das ondas, a hidrologia de superfície e subterrânea, a ação dos agentes climáticos, sobretudo o vento, comandam os fluxos de matéria e energia que atuam na dinâmica costeira. A atuação desses fatores desencadeia processos geomorfogênicos que levam à formação de ambientes com fragilidade ambiental muito alta.

Assim como ocorre nas demais zonas litorâneas do Nordeste Setentrional, no litoral de Fortaleza, os ventos e a deriva litorânea têm papel fundamental nos processos geomorfogênicos. Deve-se ressaltar, no entanto, o papel determinante das condições pluviométricas na dinâmica dos ambientes costeiros. A esse respeito, Meireles et al. (2006) ressaltam que o regime de distribuição pluvial determina a sazonalidade da drenagem hídrica superficial e o reabastecimento dos aquíferos subterrâneos, influenciando no deslocamento, acúmulo de sedimentos e processos de migração de partículas nos solos e camadas sedimentares.

Esse processo é bastante afetado pelas intervenções antropogênicas realizadas na zona costeira de Fortaleza, que interferem de forma determinante nos fluxos de matérias e energias que comandam a dinâmica ambiental litorânea.

A zona costeira do Ceará é classificada como costa arenosa retilínea, com um amplo cordão arenoso em forma de dunas, o que a difere significativamente no Nordeste Oriental. No que se refere à litologia, a planície costeira é constituída por sedimentos Tércio-Quaternários da Formação Barreiras, sobrepostos a depósitos Holocênicos de dunas, praias, mangues e aluviões em superfícies localizadas. O esquema geral de classificação da zona costeira do Ceará pode ser aplicado à região de Fortaleza por apresentar os mesmos estágios de evolução que os verificados no Estado do Ceará como um todo.

Embora se caracterize predominantemente como Tércio-Quaternária, a zona costeira apresenta afloramentos do Pré-Cambriano. Moraes (2000) classifica estratigraficamente a zona costeira de Fortaleza em: Zona do Embasamento Cristalino Pré-Cambriano, Vulcanismo Fissural do Terciário, Coberturas Tércio-Quaternárias da Formação Barreiras e os Depósitos Quaternários Holocênicos.

Na linha de costa de Fortaleza, o promontório do Mucuripe é uma feição morfológica derivada do afloramento do Cristalino, que desempenha papel importante na elaboração da zona litorânea. Sobre esse assunto, Moraes (2000, p. 109) ressalta que esse afloramento tem papel de fundamental importância na elaboração do litoral em virtude dos condicionantes de progradação ou retrogradação que provoca nas praias adjacentes. Ainda segundo o autor, a ponta do Mucuripe está relacionada com o Alto Estrutural de Fortaleza e é formado por quartzitos, gnaisses e migmatitos que em grande parte se encontra mascarado pela presença de *beach rocks*.

O Vulcanismo Fissural é representado pela ocorrência localizada de rochas vulcânicas alcalinas geneticamente associadas a vulcanismo terciário do arquipélago de Fernando de Noronha. Em Fortaleza o Morro Caruru, situado nas proximidades da foz do rio Pacoti, é a representação desse tipo de relevo estrutural.

Quando os sedimentos Tércio-Quaternários da Formação Barreiras atingem diretamente a linha de costa, são esculpidas feições em forma de falésias.

A existência de paleofalésias e cordões de dunas estabilizados e afastados da praia, existentes ao longo de todo o litoral cearense, constituem importantes evidências dos processos de regressão marinha ocorridos no Quaternário, que influenciaram diretamente a constituição atual do litoral de Fortaleza e do Ceará como um todo (MEIRELES et al. 2001; MEIRELES et al., 2006; BRANDÃO, 1995; BRANDÃO et al.1995; SOUZA et, 2009; e SILVA, 1998).

Em Fortaleza, essas evidências estão relacionadas aos relevos de paleodunas e paleofalésias verificados em toda a região que se estende do Centro até o estuário do rio Cocó. Em muitos casos, essas paleoformas apresentam grandes rupturas topográficas como as verificadas nas proximidades da Leste-Oeste (Pirambu) Praia de Iracema (Centro Cultural Dragão do Mar), Av. Barão de Studart (Praia dos Diários) e Dionísio Torres, ao tempo em que há situações em que a diferenciação entre as paleoformas e as formas atuais é de difícil separação, requerendo análises por demais detalhadas.

Já os sedimentos Holocênicos, constituem as típicas feições constituintes do litoral de Fortaleza. É sobre esses sedimentos que se encontram os relevos esculpidos em forma de praias, terraços marinhos, campos de dunas móveis e fixas e as planícies fluviomarinhas.

A Figura 26 mostra a configuração dos sedimentos arenoquartzosos Holocênicos que compõem a planície costeira de Fortaleza. Nela observa-se a faixa de praia, onde é possível se visualizar o estirâncio e a berma, os terraços marinhos Holocênicos com o campo de dunas móveis e semifixas e fixas. Já a Figura 27 evidencia o aspecto da planície flúviomarinha e, ao fundo, ocupação das outras unidades de planície costeira.

Figura 26 Vista aerea dos sedimentos arenoquartzosos que constituem a faixa praial e campo de dunas na planície costeira em Sabiaguaba.

Figura 27 Confluência da Planície fluviomarinha do rio Coaçu e Cocó. Notar o avanço da urbanização sobre as outras unidades da planície litorânea.

Ante o exposto acima, fica evidente que a planície litorânea é um ambiente dinâmico e de extrema fragilidade ambiental, em decorrência da ação

dos processos de erosão, transporte e de acumulação que atuam ao longo desses ambientes costeiros e que conferem à área baixa capacidade de resiliência aos impactos provenientes das atividades socioeconômicas. (SANTOS, 2006). Em face das características genéticas e da dinâmica das formas constituintes da planície litorânea, faz-se se necessário maior detalhamento dessas formas de relevo.

7.1.1 Praia

As praias formam um grande depósito que se dispõe de modo paralelo por toda a costa, desde a linha de maré mais baixa até a base das dunas móveis. Constitui uma faixa contínua e alongada no sentido leste-oeste, que se estende por todo o litoral de Fortaleza, perfazendo um percurso aproximado de 30 quilômetros, desde a foz do rio Pacoti, na praia da Cofeco, até o estuário do rio Ceará, na praia da Barra do Ceará, sendo seccionadas localmente pela ponta do Mucuripe e pelos estuários dos rios Ceará, Cocó e Pacoti.

Dentre as feições que compõem a faixa de praia, destacam-se a antepraia, o estirâncio, o berma e a pós-praia. A antepraia é onde está situada a zona de arrebentação que, via de regra, se encontra submersa. O estirâncio é onde se fazem sentir os efeitos diário das amplitudes de maré, situado entre a maré mais baixa e a maré alta. Nessa zona, os sedimentos são constantemente lavados pela maré. Imediatamente após o estirâncio, ocorre uma faixa de terras que se encontra mais abrigada dos efeitos da amplitude de maré que constitui o berma. Essa feição só é alcançada pelas águas marinhas quando da ocorrência de eventos excepcionais como as marés de sizígia associadas a ondas de *swell*. O berma apresenta um nítido declive em direção ao mar, ao tempo que em direção aos terraços marinhos, em geral, apresenta aclives suaves. A pós-praia corresponde à área de transição entre a praia propriamente dita e os terraços marinhos, como ocorre em Fortaleza. A configuração dessas unidades pode ser verificada na Figura 28.

Figura 28 Faixa de praia. Notar a incipiência da vegetação e a diferenciação entre as feições que a compõem.

Tomando-se como referência a Ponta do Mucuripe, o litoral de Fortaleza pode ser dividido em setor norte, que se estende deste ponto até o estuário do rio Ceará, no sentido leste-oeste, e setor sudeste, que vai da ponta do Mucuripe até a desembocadura do rio Pacoti, no sentido N-SE.

A faixa praial apresenta largura bastante variável, apresentando-se mais estreita no sentido norte, desde a Barra do Ceará (estuário do rio Ceará) até a ponta do Mucuripe, ao tempo que, deste ponto até a foz do rio Pacoti (setor sudeste), os depósitos de praia têm maior dimensão espacial, chegando a 200 metros de extensão na Praia do Futuro, como pode ser verificado na Figura 29 e Figura 30.

Sobre sua constituição litológica Brandão (1995) e Silva (1998) dizem que essas feições são constituídas em decorrência da acumulação de sedimentos arenosos de granulação média a grossa, ocasionalmente cascalhos, pequenos seixos, restos de conchas, matéria orgânica e minerais pesados que foram depositados na linha de costa por processo marinhos e

continentais, e se tornaram muito volumosos para serem transportados pela ação eólica e marinha.

Figura 29 Menor largura da faixa de praia, no bairro Goiabeiras.

Figura 30 Maior extensão (largura) da faixa de praia, no bairro Praia do Futuro II.

Uma das características mais marcantes da faixa de praia é a ausência de vegetação, apresentando processos pedogenéticos pouco desenvolvidos. Em alguns setores da pós-praia e do berma, são estabelecidas as condições para o desenvolvimento de uma vegetação pioneira herbácea, formando um estrato rasteiro, composto por gramíneas adaptadas a elevada salinidade, intensidade dos ventos e radiação solar (SOUZA et al. 2009), como pode ser verificado na Figura 28.

A praia é uma forma de relevo que apresenta dinâmica ambiental bastante intensa, estando constantemente sujeita a mudanças morfológicas em função da intensidade dos agentes morfodinâmicos. Quando as ações antropogênicas ocorrem de forma inadequada, interrompendo os fluxos entre a praia, o terraço marinho e as dunas, podem ser desencadeados processos erosivos acelerados ao longo de toda faixa de praia a jusante dos fluxos eólicos e correntes marinhas.

Em Fortaleza, a faixa de praia foi objeto de severas interferências nos fluxos de matérias e energias em virtude das intervenções antropogênicas realizadas nas últimas décadas. As alterações antropogênicas na linha de costa estão relacionadas à implantação da estrutura viária, expansão urbana, instalação de equipamentos turísticos e de lazer como a construção de hotéis e barracas de praia, atividades industriais e portuárias e obras estruturantes, a fim de conter o avanço da linha de costa.

Essas intervenções ocorreram, sobretudo, em decorrência da expansão da cidade de Fortaleza e de sua região metropolitana, com impactos que interferem na dinâmica ambiental de toda a região. Dentre as alterações realizadas na faixa de praia, maior destaque é conferido a desde a instalação do porto do Mucuripe, na década de 1950, que alterou a dinâmica costeira em Fortaleza e nos municípios situados ao oeste da Capital, o que desencadeou a necessidade de várias intervenções a fim de conter os efeitos da abrasão marinha. A esse respeito Moraes (2000, p. 157) diz que

A faixa de praia da RMF sofreu processos de progradação e retrogradação durante as últimas décadas, com implicação direta na instalação do Porto do Mucuripe, e todos os quebra mares colocados ao longo do litoral norte de Fortaleza, muro de proteção no município

de Caucaia formando arcos praias oriundos do enrocamentos perpendiculares à linha de praia.

Como consequência, houve um forte processo erosivo nas praias a oeste da ponta do Mucuripe e um engordamento das praias à leste da Ponta, essencialmente sobre a Praia do Futuro, resultado da interrupção do fluxo sedimentar da deriva litorânea a partir da construção de um molhe perpendicular à linha de costa para instalação do Porto. Sobre esse assunto, Meireles et al. (2001) ensinam que

No extremo norte da Praia do Futuro, um molhe perpendicular à deriva litorânea dos sedimentos (as areias provenientes de sudeste foram barradas pela estrutura de engenharia), interfere no volume de areia armazenado, o que provocou um engordamento contínuo desta faixa de praia. As ondas do tipo spilling, predominam durante a maior parte do ano, de acordo com as oscilações de marés e ação dos ventos, as quais promovem, preferencialmente, um transporte das areias em direção à face de praia, mantendo uma larga zona de berma.

Como mencionado, essas intervenções desencadearam diversos impactos ambientais na planície litorânea. Os efeitos desses impactos sobre a dinâmica ambiental serão tratados no capítulo referente à geomorfogênese e à dinâmica atual.

7.1.2 Terraços marinhos

Os terraços marinhos constituem faixa arenosa situada imediatamente após faixa de praia, que se encontra protegida da ação das marés. Distribuem-se de forma paralela à linha de costa, estendendo-se desde a pós-praia até a base das dunas móveis, com exposição mais frequente onde não há recobrimento de dunas. Apresentam topo plano, com cotas variando entre quatro e seis metros de altitude, estando diretamente relacionados a manifestação local das oscilações do nível do mar no Quaternário (Figura 31). Sua largura é variada, podendo chegar a mais seiscentos metros na região da

Sabiaguaba (Figura 32), ao tempo em que as dimensões são mais reduzidas nas praias à oeste.

Figura 31 Aspecto de topo plano do relevo nos terraços marinhos até a base do campo de dunas.

Figura 32 Terraços marinhos na praia da Sabiaguaba, entre as desembocaduras dos rios Cocó e Pacoti.

Trata-se de uma área de transição, entre a praia e o campo de dunas, constituída essencialmente por sedimentos arenosos de maior calibre, que não foram transportados pela ação eólica para o campo de dunas.

Sua gênese e evolução estão associadas a sedimentos arenosos, cascalhos, pequenos seixos e restos de conchas, transportados e retrabalhados pelos processos marinhos. Sobre a sua formação, Silva (1998) assinala que o excesso de sedimentos depositados na linha de costa se torna muito volumoso para ser transportado pela ação eólica ou marinha, acumulando-se nas praias.

Sobre sua constituição litológica Morais (2000, p. 159) acentua que são formados por areias médias de grãos subarredondados polidos, cuja esfericidade média varia entre 0,55 e 0,60 mm, podendo ser distinguidos dois pacotes de sedimentos

São formadas por duas camadas distintas, sendo uma inferior de depósitos de praia com estratificação cruzadas, marcadas por nível de material mais grosseiro, conchas e níveis de minerais pesados. A camada superior consiste de areias médias bem selecionadas, indicadoras de deposição eólica.

Em estudos do litoral cearense, Morais (op. cit.) sintetiza os trabalhos anteriormente realizados e expressa que os terraços marinhos evidenciam as flutuações relativas do nível do mar nos últimos 120.000 anos. Ressalta ainda que em algumas exposições, é possível verificar a ocorrência de terraços que chegam a oito metros de altitude, caracterizando-os, portanto, como Pliocênicos.

Ao tratar dos terraços marinhos em Fortaleza, Morais (2000, p. 159) evidencia que sua gênese está relacionada essencialmente às variações do nível do mar no Quaternário.

Esses terraços representavam a variação do nível do mar no Quaternário, mais especificamente são depósitos de praia formados durante a regressão subsequente à última transgressão (5.100 anos antes do presente).

Ao realizar estudo da dinâmica costeira entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Ceará Meireles et al. (2001) ressaltam que

Estes depósitos contornam a ponta do Mucuripe e prolongam-se por toda a faixa litorânea. Nas proximidades do Seminário da Prainha e Biblioteca Pública, ocorrem em contato erosivo com morfologias que podem ser associadas a falésias mortas. A partir da faixa de praia, os terraços apresentam uma continuidade lateral com a zona de berma.

Em alguns setores dos terraços litorâneos o recobrimento de uma camada limosa, siltosa e/ou a ocorrência de exutórios ocasiona a formação de uma série de lagoas freáticas, como as existentes entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Cocó, na Sabiaguaba-Cofeco (Figura 33). Essas lagoas costeiras são intermitentes e estão associadas à variação do nível hidrostático, atingido seu ápice no primeiro semestre do ano, sendo que na estiagem (segundo semestre) atingem o nível mínimo, e na maioria das vezes chegam ao ressecamento.

Nas lagoas sobre os terraços litorâneos, mesmo quando do seu ressecamento apresentam-se boas condições de umidades, o que favorece o desenvolvimento mesmo que incipiente de uma flora diversificada, servindo inclusive como ecossistemas de suporte para aves migratórias (SEMAM, 2006).

Nos terraços, evidencia-se a incipiência de processos pedogenéticos sem a formação de horizontes superficiais orgânicos. Por vezes, há ocorrência de uma vegetação pioneira psamófila especializada. Trata-se de uma vegetação herbácea, formando um substrato rasteiro, composta essencialmente por espécies tolerantes às severidades desses ambientes (elevada salinidade, ventos fortes e intensa radiação solar).

Figura 33 Lagoas freáticas sobre os terraços marinhos em Sabiaguaba. Notar maior desenvolvimento da vegetação pioneira.

Os terraços marinhos em Fortaleza encontram-se ocupados pela expansão urbana, causando interferências diretas no fluxo de sedimentos da dinâmica costeira. Os setores que apresentam as características naturais mais preservadas estão na Praia do Futuro e Sabiaguaba. Sobre a praia do Futuro a ocupação encontra-se em ampla expansão, ao mesmo tempo em que na Sabiaguaba se encontram os setores em que esse processo ainda não teve início.

A ocupação indiscriminada dos terraços marinhos desencadeia sua descaracterização funcional, pois (à exceção da Sabiaguaba) esses ambientes paulatinamente estão deixando de ser uma zona de trânsito dos sedimentos transportados da praia em direção ao campo de dunas para se tornarem uma zona de deflação eólica.

7.1.3 Campo de Dunas

Meireles et al. (2006) correlacionam os campos de dunas existentes no litoral cearense com os eventos eustáticos de alta frequência ocorridos no Quaternário. Essas flutuações possibilitaram maior disponibilidade na quantidade de sedimentos em períodos em que o nível do mar estava mais baixo do que o atual para a formação de campos de dunas contínuos que atualmente conformam o litoral do Ceará. A esse respeito os autores expressam que

A plataforma continental plana e muito extensa possibilitou, em oscilações do nível do mar de pequenas amplitudes, a exposição de extensas áreas com sedimentos representativos de fácies quartzosas e biodetrítica para o transporte eólico. (MEIRELES et al., 2006, p. 103)

A dinâmica e a morfologia dunar estão diretamente correlacionadas com a intensidade e a velocidade dos ventos alísios de sudoeste, à baixa umidade atmosférica e à quantidade e variabilidade temporal das precipitações. Em razão da constância eólica no litoral cearense, aliada aos fatores anteriormente mencionados, os campos de dunas, principalmente as dunas móveis, avançam sobre os outros sistemas, transformando-os, criando, assim, novos tipos de paisagens (SILVA, 1998).

Tal fato indica a forte dinâmica das áreas dunares ao longo de toda a planície litorânea e das feições que a compõem. Ao tratar do modelo de evolução dos campos de dunas no litoral cearense, Meireles et al. (2001, p. 109) exaltam que

É através da relação de interdependência entre morfologias definidas, como praia, dunas móveis, canais estuarinos e promontórios, que se processa parte da dinâmica costeira, com a manutenção de um fluxo contínuo de areia para a faixa de praia através da participação de sedimentos provenientes dos campos de dunas móveis. As planícies flúvio-marinhas e os promontórios envolvidos com o transpasse de areia para a linha de praia proporcionam a integração entre os fluxos eólico, gravitacional, estuarino e de correntes marinhas (ondas e marés). Foram os

responsáveis, em grande parte, pela origem dos campos de dunas e pela contínua transformação morfológica da planície costeira, mesmo quando submetidas aos eventos de mudanças do nível relativo do mar.

As dunas podem ser classificadas por diferentes critérios e aspectos, tais como cronologia, morfologia, cobertura vegetal, mobilidade de sedimentos, fragilidade ambiental, entre outros. Utilizando-se de critérios cronológicos, Meireles et al. (2001) e Meireles et al. (2006) estabelecem quatro geração de dunas para o litoral cearense.

A primeira geração, mais antiga apresenta-se em forma de parabólica com expressiva penetração no interior do continente. As dunas da primeira geração já apresentam estágio de dissecação avançado, geralmente estando ocupadas e/ou ainda cobertas por vegetação com uma camada de solo arenoso.

A segunda geração é representada por campos vegetados fixos, apresentando-se em forma de lençóis, moldada em forma de dunas parabólicas. A terceira geração é considerada pela presença de arenitos dunares, ou aelianitos, evidenciando oscilações de nível do mar nos últimos 5000 anos. A quarta geração é representada pelas dunas móveis ou atuais, que se deslocam sobre os depósitos das gerações anteriores, por vezes assoreando lagoas, lagunas, projetando-se sobre o leito de rios e riachos. Esta geração apresenta-se em forma de extensos lençóis e campos de barcanas. Nos sedimentos dessas dunas, observa-se estratificação cruzada acanalada e plano-paralela com ângulos com 30° em média.

Considerando as características ambientais da área em estudo, com base nos trabalhos de Souza (1988, 2000); Brandão (1995); Silva (1998); Meireles et al. (2001), e em atendimento aos objetivos desta pesquisa, o campo de dunas existente em Fortaleza foi classificado em dunas móveis, fixas e paleodunas.

A Figura 34 apresenta uma perspectiva do campo de dunas da praia da Sabiaguaba, onde é possível verificar as dunas móveis ou recentes e as dunas que já passaram por processos de edafização (fixas). Por meio de

fotografia, é possível constatar a proximidade das dunas móveis com a linha de costa, o que explica a maior mobilidade dos sedimentos pela dinâmica eólica.

Figura 34 Campo de dunas na planície costeira de Fortaleza. Notar as dunas fixas e móveis.

As dunas móveis são de formação recente, estando mais próximas à linha de costa. Encontram-se desprovidas de cobertura vegetal e, portanto, bastante suscetíveis aos efeitos da ação eólica em que a morfogênese é intensa. As dunas fixas, por serem de formação anterior, apresentam o desenvolvimento de processos pedogenéticos, o que propiciou o desenvolvimento de uma vegetação arbustivo-arbórea, conferindo maior estabilidade se comparadas às móveis. As paleodunas são de gênese mais antiga e de difícil identificação, uma vez que em sua maioria se encontram aplainadas e edafizadas, sendo comumente confundidas com as dunas fixas e com a superfície dos tabuleiros pré-litorâneos (SILVA, 1998).

Referida classificação, além de critérios cronológicos, considera os aspectos relativos ao grau de estabilidade, conferidos pela dinâmica eólica, desenvolvimento de processos pedogenéticos e fitoestabilização decorrente da

fixação ou não de cobertura vegetal, fatores essenciais ao estabelecimento dos níveis de fragilidade ambiental.

A ocupação das áreas dos terraços marinhos e da faixa de praia pelo arruamento e, posteriormente, construções proporcionou a interrupção do fluxo do sedimentos que se deslocavam conforme orientação do ventos alísios SE-SO que alimentavam o campo de dunas. Desta forma, sem alimentação dos sedimentos advindos do transporte eólico, deu-se início à deflação eólica dos campos de dunas.

Esse processo foi fundamental para a descaracterização morfológica e ambiental em virtude da ocupação do campo de dunas que originalmente constituía a maior parte da planície litorânea de Fortaleza. Em alguns setores, a urbanização é intensa, com total descaracterização ambiental desses sistemas. Serão abordadas, contudo, as características pertinentes aos três tipos de dunas anteriormente mencionados.

7.1.3.1 *Dunas Móveis*

São feições de acumulação formadas pela deposição eólica. Sua formação se dá com a da remoção dos sedimentos da praia pela ação dos ventos. Assim como ocorre em todo litoral cearense, originalmente em Fortaleza, distribuíam-se como um cordão contínuo disposto paralelamente à linha de costa. Sua continuidade só é interrompida pela presença de canais fluviais.

Geralmente esses sedimentos estão capeando uma geração de dunas mais antigas, embora em algumas áreas estejam diretamente assentadas sobre os sedimentos da Formação Barreiras. Morfologicamente, essas feições se apresentam em forma de dunas barcanas com suave inclinação a barlavento e declives mais acentuados à sotavento, como pode ser verificado na Figura 35.

As dunas móveis começam a se esboçar desde a porção terminal dos terraços marinhos, sendo mais exuberantes na Sabiaguaba e Praia do Futuro, onde os processos de urbanização se apresenta bem menos desenvolvidos do

que nos outros setores do litoral em apreço. As dunas móveis, em grande parte, foram convertidas em fixas ou semifixas, em face da ocupação urbana.

Figura 35 Feições de dunas barcanas, onde é possível verificar a maior declividade nas vertentes a sotavento

As dunas móveis apresentam larguras variáveis, sendo mais extensas nas proximidades da Praia do Futuro, Cidade 2000 e Sabiaguaba, ao mesmo tempo que nas proximidades do Centro são mais estreitas. Há de se considerar, contudo, as influências da ocupação urbana e do processo de deflação eólica que sobremaneira influenciam a urbanização, o que torna difícil uma delimitação mais precisa de seus limites.

As altimetrias são variadas, cujas feições mais elevadas chegam a atingir 60 metros nos setores do Morro Santa Terezinha, Praia do Futuro e Sabiaguaba. Na porção oeste e central do Município, a deflação eólica é mais pronunciada, o que explica as altitudes mais modestas, em torno de 40 metros.

Litologicamente, as dunas móveis são constituídas por sedimentos areno-quartzosos Holocênicos de granulação fina a média, bem selecionados

pelo transporte eólico, com coloração esbranquiçada sobreposta a uma litologia mais antiga (Figura 36).

Figura 36 Constituição litológica das dunas móveis.

No que se refere à origem do material arenoso dunar, Morais (2000) ressalta que esse material pode ser de fontes primárias e secundárias. As fontes primárias correspondem ao trabalho do vento sobre os materiais não eólicos. Nas fontes secundárias, os materiais podem derivar de uma geração mais antiga de dunas, ou podem ser os próprios sedimentos das dunas remobilizados pelo deslocamento delas.

Em virtude da sua disposição à linha de costa e aos estuários, são muito importantes no *by pass* de sedimentos que alimentam a deriva litorânea. Durante as marés baixas, os sedimentos ressecam e, assim, são transportados, para o interior, pelos ventos, acumulando-se em feições dunares.

A migração das dunas ocorre preferencialmente de leste para oeste, seguindo a direção dos ventos predominantes (alísios). É importante ressaltar

que o transporte de sedimentos sobre o campo de dunas fundamenta a dinâmica evolutiva da linha de costa atual.

Meireles et al. (2006) concluíram que as dunas móveis presentes em praticamente todo o litoral cearense, por conseguinte, na RMF, controlam os processos geodinâmicos da linha de costa, dentro de um padrão de comportamento e dependência de acordo com a evolução morfogenética das zonas de *bay pass* de sedimentos.

Morais e Souza (1971) procederam a estudos de natureza sedimentológica, que mostraram diferenças quanto à mobilidade e ao índice de seleção dos sedimentos nas praias de Fortaleza. Referidas análises determinaram que as areias de dunas nas proximidades das praias próximas aos estuários dos rios Cocó e Pacoti apresentam maiores níveis de selecionamento do que os sedimentos de dunas próximas ao Cocó, que, além de apresentarem menor índice de seleção, indicam maior índice mobilidade dos sedimentos entre nas praias do Futuro e Sabiaguaba (situadas entre os estuários do Cocó e do Pacoti). Tal fato, possivelmente, justifique a baixa ocupação da Sabiaguaba que, aliada aos elevados índices de salinidade pode ter contribuído para o processo tardio de ocupação da Praia do Futuro.

Do modo geral, as dunas móveis são caracterizadas essencialmente pela ausência de vegetação. Quando muito, apresentam a fixação de um revestimento vegetal pioneiro, responsável pela minimização do movimento migratório promovido pela ação eólica. Geralmente essas espécies começam a se desenvolver nas depressões interdunares, e, posteriormente, após a ocupação pela vegetação pioneira, passam a se fixar nas dunas vivas, contudo, esse processo de fixação de dunas é lento em decorrência da intensidade do deslocamento dos sedimentos transportados pelo vento (SILVA, 1998).

Nos setores mais ao oeste da Praia do Futuro, as dunas se apresentavam cobertas por formações vegetais herbáceas ou arbustivas, o que favoreceu a deflação eólica, fazendo uma transição gradativa para as dunas edafizadas, originalmente recobertas com uma vegetação arbóreo-arbustiva. Esse recobrimento contribuiu, de forma decisiva, para o avanço da expansão urbana sobre o campo de dunas na década de 1980.

Atualmente à exceção de alguns setores da Praia do Futuro e Sabiaguaba, as dunas móveis se encontram 'estabilizadas' em função do processo de ocupação, ou em franca retomada dos processos erosivos.

A degradação e a ocupação das dunas móveis interferem no transporte eólico, por conseguinte, na dinâmica costeira, produzindo impactos do nível freático, redução da faixa de praia e alterações na paisagem litorânea, desencadeando problemas socioambientais diversos.

7.1.3.2 *Dunas Fixas*

Ocorrem em toda a planície litorânea, dispostas logo após o cordão de dunas móveis até a área limítrofe com os tabuleiros pré-litorâneos e/ou com as paleodunas. Apresentam morfologia predominantemente de dunas parabólicas e transversais.

As dunas fixas são ambientes que já passaram pela ação de processos pedogenéticos, o que proporcionou o desenvolvimento de uma cobertura vegetal mais desenvolvida. Embora estejam presentes em praticamente toda a planície costeira de Fortaleza, a maior concentração desse tipo de dunas se dá nas proximidades do estuário do rio Cocó. A Figura 37 apresenta visão parcial do campo de dunas do setor leste do litoral de Fortaleza.

Na perspectiva de Souza (2000) essa geração de dunas apresenta areias com tons vermelho-amarelados, baixos níveis altimétricos e evidências eventuais de dissipação das feições originais, e, em alguns casos, apresentam estratificação cruzada, o que evidencia a mudança na direção dos ventos, como pode ser observado na Praia do Futuro, nas dunas que ficam mais distantes da linha de costa.

Eventualmente, podem apresentar altitudes que superam os 60 metros, como nas proximidades da descida da av. Santos Dumont perto dos bairros de Lurdes, Cidade 2000, Dunas e no Morro Santa Terezinha.

Figura 37 Campo de dunas fixas na Sabiaguaba.

Meireles et al. (2001, p. 5) lecionam que a remobilização dos sedimentos arenosos definiu a gênese dos corpos dunares, tendo sua formação associada a

Um período em que as condições climáticas e do nível do mar, geraram grandes volumes de areia para o transporte eólico (estimado em aproximadamente 270 milhões de m³, para as dunas da Praia do Futuro). Os sedimentos foram remobilizados pelo vento em um período de nível do mar mais baixo que o atual e com um clima em que predominavam as condições meteorológicas compatíveis com as que presenciamos no primeiro semestre do ano. Uma melhora nas condições de umidade, ventos mais amenos e menores períodos de insolação (compatíveis com as observadas atualmente no segundo semestre), representaram condições ideais para o início da fixação.

Ao tratar das dunas fixas que apresentam cotas altimétricas mais elevadas, Morais (2000) enfatiza a gênese das dunas fixas nas imediações da margem direita da planície fluviomarinha do rio Cocó. A esse respeito, ele

ressalta que o retrabalhamento dos sedimentos de antepraia, jogados na praia pela atividade marinha, e a presença de lençóis de areais em processo de migração sobre o rio Cocó formaram uma feição dunar transversal de grandes proporções, com base nos processos fitoestabilizadores desencadeados mediante fixação de uma vegetação rasteira.

O rebaixamento topográfico representado pelas depressões interdunares é causado pelos processos de deflação eólica (Figura 38). Referidas depressões funcionam como corredores de circulação para os sedimentos eólicos que alimentam o campo de dunas, e por vezes assoreiam lagoas costeiras e estuários.

Figura 38 Dunas fixas que já sofreram processos avançados de deflação eólica.

Nas regiões de depressões interdunares, o lençol freático fica mais próximo à superfície, tornando o substrato mais úmido, favorecendo dessa forma o desenvolvimento de um tapete vegetal herbáceo de maior densidade (SILVA, 1998).

Nas depressões interdunares, as ressurgências aliadas à impermeabilidade do pacote arenoso, possibilitam a ocorrência de lagoas perenes e intermitentes. Essas últimas ocorrem durante a quadra chuvosa, ressecando-se durante a estiagem.

Originalmente, as dunas fixas eram recobertas por uma vegetação sub-perenifólia, com padrões fisionômicos variados, em que predominam plantas de porte arbustivo a barlavento e arbóreo nas encostas a sotavento. A Figura 39 apresenta o aspecto da cobertura vegetal sobre as dunas fixas nas imediações da Cidade 2000.

O desenvolvimento dos processos pedogenéticos e o consequente recobrimento vegetal têm papel fundamental na fixação das dunas, anulando os efeitos da ação eólica e impedindo o avanço de sedimentos rumo ao interior.

Figura 39 Aspecto típico da vegetação arbórea do campo original e/ou regenerada do campo de dunas fixas.

Os processos antropogênicos sobre o campo de dunas conduzem a uma descaracterização da paisagem dunar. Tal fato pode ser evidenciado na

análise da completa descaracterização de maior parte do campo de dunas em Fortaleza. Atualmente apenas parcela da Praia do Futuro e da Sabiaguaba mantêm suas características naturais conservadas. Deste modo, pode-se afirmar que variadas transformações paisagísticas se processam ao longo da planície litorânea de Fortaleza, dentre as quais se pode destacar o desmonte de dunas nas Goiabeiras e Pirambu, a descaracterização das dunas nas porções do Meireles, Praia de Iracema, Mucuripe e Centro da Capital, com o total recobrimento por edificações e arruamentos.

7.1.3.3 *Paleodunas*

Trata-se de uma geração mais antiga de dunas, já tendo sido possível o estabelecimento de processos pedogenéticos, o que permitiu a fixação de uma cobertura vegetal de maior porte.

Estratigraficamente, estão situadas sobre os sedimentos da Formação Barreiras e em grande parte estão sotapostas por dunas mais recentes móveis ou fixas (Figura 40).

Distribuem-se de forma quase contínua em relação à linha de costa, estando à retaguarda das dunas recentes, formando uma faixa de largura variável sendo mais expressivas nos bairros Cidade 2000, Dunas e Papicu.

Constituem depósitos de materiais inconsolidados que em alguns casos podem apresentar certo grau de compactação. Litologicamente são constituídas por areias bem selecionadas, de granulometria variando de fina a média, por vezes silteosa e de cor amarelada, alaranjada e em alguns casos acinzentada. Sua composição é predominantemente quartzosa e/ou quartzo-feldspática (BRANDÃO et. al., 1995), conforme pode ser visto na Figura 41.

Ainda segundo autores, em algumas exposições podem ser verificadas estruturas sedimentares de estratificação plano-paralela e cruzada. Verifica-se, também, a ocorrência de pelitos de pequena espessura intercalados no pacote arenoso, ao qual podem ser associados como depósitos em ambientes úmidos que correspondem as áreas mais baixas das depressões interdunares.

Figura 40 Paleoduna sotoposta por uma litologia mais recente de dunas móveis.

Assim como ocorre com os sedimentos da Formação Barreiras, a delimitação dessa unidade encerra grande esforço, em virtude das semelhanças que essas unidades apresentam. Sobre esse assunto, Brandão (1995) enfatiza que há grandes dificuldades do ponto de vista geológico em definir onde começa e termina essa unidade, em virtude das semelhanças dessas com a face arenosa da Formação Barreiras. Para resultados mais precisos acerca desse depósito, seriam necessárias sondagens e coleta de material para análise laboratorial granulométrica, de teores de argila e matéria orgânica, estratificação, dentre outros, o que foge ao escopo desta pesquisa.

Morfologicamente, as paleodunas apresentam originalmente uma morfologia típica de dunas parabólicas, Brandão (op. cit.) diz que o alinhamento dessas dunas segue uma direção E-W, o que reflete a predominância dos ventos que sopram do quadrante leste.

Figura 41 Paelodunas na Sabiaguaba.

Este fato justifica sua disposição paralela em relação à linha de costa, principalmente ao oeste da ponta do Mucuripe, constituindo as áreas mais elevadas do Meireles e Aldeota. Acredita-se que o desenvolvimento maior dessa feição sobre essa área esteja diretamente associado à barreira imposta ao transporte eólico, representada pelo rio Cocó em primeiro plano e segundo plano pelo seu principal afluente, o Coaçu. Brandão (1995) ressalta que a espessura desse pacote é em torno de 15 metros nos setores mais elevados como os citados e decaem suavemente, reduzindo sua espessura em direção ao interior (sul) e ao oeste, sendo que em alguns casos podem apresentar formas dissipadas, o que dificulta ainda mais a delimitação das paleodunas dos tabuleiros pré-litorâneos.

A Figura 42 mostra uma lavra de mineração sobre as paleodunas no bairro Cidade 2000. Com base nas condições do local e análise da imagem referida, é possível verificar a extensa espessura do pacote sedimentar, bem como o aspecto suavizado do relevo, indicando que a área foi objeto de intensa deflação eólica, condicionando a atual morfologia do relevo.

Figura 42 Mineração sobre paleodunas. Notar que a recuperação da área minerada, consiste em depositar entulho da construção civil na cava da mineração, em desrespeito ao PRADE.

Tais evidências corroboram o que fora anteriormente citado, ao se enfatizar a dificuldade em se estabelecer um limite preciso dessa unidade geomorfológica com a dos tabuleiros pré-litorâneos.

7.1.4 Planície fluviomarinha

As planícies fluviomarinhas são ambientes diferenciados, por serem submetidos à ação dos processos fluviais e marinhos. Trata-se de um ambiente lamacento, encharcado, úmido, com grande quantidade de matéria orgânica, apresentando uma vegetação altamente especializada (mangue), que atua nos processos de fitoestabilização.

Na área de estudo, as planícies fluviomarinhas apresentam dimensões variadas e estão associadas à foz dos rios Ceará, Cocó e Pacoti, que têm suas desembocaduras em forma de estuário. Consoante Silva (1998), sua variabilidade dimensional se dá em função do potencial hidrogeológico de cada uma das bacias hidrográficas.

Em virtude da redução do gradiente topográfico, há uma diminuição do potencial energético nos ambientes estuarinos, limitando o transporte sedimentar com predomínio de materiais finos em suspensão. As altitudes são inferiores a quatro metros e as declividades são praticamente inexistentes não ultrapassando 2%, propiciando a ação das influências de maré. O padrão de drenagem é anastomosado com vários canais em meandro, por vezes formando ilhas fluviomarinhas, como pode ser constatado na Figura 43.

Figura 43 Padrão de drenagem na planície fluviomarinha na confluência do estuário dos rio Maranguapinho e Ceará.

O contato das águas continentais carregadas de sedimentos em suspensão com as águas salgadas (marinhas) propicia a floculação dos sedimentos, formando os depósitos fluviomarinhos.

No contexto regional, os rios Ceará e Pacoti desenvolvem extensas planícies fluviomarinhas, porém, por constituírem áreas de limites municipais, essa unidade se estende para além dos limites territoriais de Fortaleza, fazendo com que as parcelas dessa unidade no território em estudo apresentem pequena dimensão espacial. No rio Cocó essa unidade assume maior importância no contexto municipal, por ocupar maior dimensão espacial e estar inserida totalmente em sua área urbana.

Os estuários dos rios Cocó, Pacoti e Ceará, próximos à sua desembocadura, apresentam-se mais estreitos. A jusante, há um alargamento da planície fluviomarinha, exibindo manguezais mais desenvolvidos (Figura 44). Os apicuns ou salgados constituem estreita faixa que bordeja os manguezais e delimita as planícies fluviomarinhas dos tabuleiros pré-litorâneos. Embora seja uma área de transição, os apicuns ocupam pequenas faixas e manchas dispersas, em virtude, sobretudo, da sua utilização no passado para atividade salineira e da expansão da malha urbana (Figura 45).

São ambientes criados por processos de deposição, notadamente de sedimentos de textura argilosa com elevada concentração de matéria orgânica em decomposição. Silva (1998) expressa que, em função da drenagem exorréica (existente em todo o Ceará), é grande a quantidade de sedimentos siltosos e argilosos que chegam em suspensão ao litoral, que, quando em contato com as águas salobras dos estuários, precipitam as partículas em suspensão, dando origem aos depósitos sedimentares de mangue. Ainda segundo o autor, em geral, os sedimentos mais afastados do leito fluviomarinho, na planície de inundação, são de granulometria mais fina e, também, com maiores teores de matéria orgânica.

A planície fluviomarinha é a unidade que mantém a mais estreita relação com o estuário, cuja funcionalidade intervém no fluxo solar, energia mecânica das águas e de matéria orgânica e inorgânica, já que durante a preamar o fluxo da maré dificulta o escoamento fluvial, deslocando a água doce para montante (SILVA, op. cit.).

Ainda conforme o autor, de modo geral, as superfícies dos leitos dos estuários são irregulares, constituídas, essencialmente por um substrato argilolimoso que fora trazido pelo fluxo das águas fluviais e que depois foram

remobilizados pelos efeitos das marés até as margens das planícies fluviomarinhas.

Figura 44 Vista aérea da planície fluviomarinha do rio Ceará.

Figura 45 Apicuns na planície fluviomarinha, onde é possível verificar a existência de salinas abandonadas e o avanço da expansão urbana.

Em decorrência da mistura de águas marinhas e continentais, e da consequente precipitação dos sedimentos em suspensão, os solos de mangue são lamacentos e profundos, apresentando alta concentração de salinidade e matéria orgânica em decomposição. Há predominância de Gleissolos, genericamente associados a solos indiscriminados de mangues. Trata-se de um ambiente de alta produção de biomassa, que serve de berçário para inúmeras espécies marinhas e continentais.

A força mecânica da maré, aliada à difusão da água salgada na água doce, além da sedimentação predominante de limos e vasas, justificam a fixação dos mangues (CEARÁ, 2005). Essa vegetação se associa a uma cobertura herbácea que reveste, principalmente, as planícies de marés e atua fortemente nos processos de pedogênese e de estabilização geomorfológica.

O mangue (vegetação perenifólia paludosa marítima de mangue) é uma vegetação altamente especializada, cuja característica principal é suportar altos índices de salinidade e receber influência de quatro oscilações diárias de marés (duas preamar e duas baixamar).

Como visto anteriormente, as planícies fluviomarinhas são ambientes onde há constantes e intensas trocas de matérias e energias, configurando-se como ambientes de fragilidade emergente, em virtude da ação dos agentes morfogenéticos e das intervenções das atividades antropogênicas. Em face da sua configuração atual, fica evidente que esses ambientes foram alvo de intervenções em sua funcionalidade, derivadas tanto de aspectos naturais como de fatores antropogênicos.

Quanto aos aspectos de ordem natural, Silva (1998) destaca que a irregularidade dos aportes de água doce, durante os períodos de seca, e o avanço de sedimentos eólicos, contribuem de forma determinante para uma redução espacial dos manguezais, em rios de menor vazão hídrica, como os encontrados em Fortaleza.

Em decorrência do processo histórico da ocupação litorânea junto às desembocaduras dos rios, os manguezais foram sistematicamente recebendo os efeitos das transformações antropogênicas. Essas transformações são mais evidentes nas áreas onde os núcleos habitacionais tiveram maior desenvolvimento, como a atual área da Região Metropolitana de Fortaleza, especialmente nos estuários dos rios Ceará e Cocó.

A implantação de salinas também foi importante fator na transformação da paisagem litorânea, interferindo diretamente em sua funcionalidade sistêmica. Com o declínio da atividade salineira iniciado na década de 1970, as salinas desativadas tiveram destinações diversas.

Na margem esquerda do rio Ceara, nas proximidades do bairro Vila Velha, extensas áreas de manguezal e de apicuns que inicialmente foram ocupadas pela atividade salineira, atualmente se encontram ocupadas por moradias de baixa renda, constituindo-se numa das maiores áreas ocupacionais de risco a inundações da cidade de Fortaleza, onde os problemas socioambientais são severos (Figura 46).

No Cocó, a desativação de salinas desencadeou a ocorrência de manchas dispersas de salgados e apicuns ao longo de todo o sistema estuarino, além da implementação de empreendimentos comerciais em áreas que deveriam ser destinadas à manutenção da funcionalidade sistêmica do manguezal (Figura 47). Em alguns setores, a vegetação de mangue se encontra em avançado estágio de regeneração.

A exuberância dos manguezais atinge maiores porções nas áreas dos rios Cocó e Ceará que não foram utilizadas na atividade salineira e/ou se encontram em decurso de regeneração por não terem sido reocupadas com o declínio da referida atividade.

Ante os aspectos anteriormente mencionados está evidente a importância da manutenção da funcionalidade do sistema estuarino para assegurar a integridade sistêmica de todo o conjunto litorâneo.

Figura 46 Ocupação da planície fluviomarinha por moradias em áreas de risco.

Figura 47 Apicuns em áreas de salinas desativadas na planície fluviomarinha do rio Cocó. Notar a expansão da urbanização sobre o manguezal.

7.1.5 Rochas de Praia – *Beach Rocks*

Os arenitos de praia ou *beach rocks* são alinhamentos rochosos situados abaixo da linha de preamar. Em Fortaleza, os *beach rocks* guardam características muito semelhantes com as demais ocorrências dessas rochas no Ceará, pois se distribuem em alinhamentos alongados, descontínuos e paralelos à linha de costa ou em blocos, tendo sua ocorrência associada a enseadas ou áreas próximas às desembocaduras fluviais (MORAIS, 2000). Essa similaridade pode ser observada nas ocorrências dessas rochas em Fortaleza, como observado nas praias da Cofeco e Sabiaguaba (Figura 48 e Figura 49) próximas à desembocadura dos rios Pacoti, Cocó e na enseada do Mucuripe.

Figura 48 *Beach Rocks* na margem direita de desembocadura do rio Cocó.

A ocorrência de blocos associados aos recifes da Formação Barreiras acentua a ideia de que as rochas e sedimentos da Barreiras contribuem de forma fundamental no fornecimento de materiais para a formação dos *beach rocks* (MORAIS, 1967 e 2000).

Sobre sua constituição, os estudos procedidos por Moraes (op. cit.), Brandão (1995) e Brandão et al. (1995) explicam que são arenitos conglomeráticos com grande quantidade de bioclásticos (fragmentos de moluscos e algas), cimentados por carbonato de cálcio, que mostram estratificação cruzada dos tipos planar a acanalado. Sua composição é predominantemente quartzo-feldspática e de alto conteúdo carbonático tendo sua gênese associada à cimentação do carbonato de cálcio, sendo que, no Mucuripe, os arenitos se diferenciam por exibirem avançado estágio de laterização.

Embora apresentem pequena dimensão espacial e tenham restrita distribuição espacial, essas rochas desempenham papel fundamental de proteção natural da costa aos efeitos da abrasão marinha nas praias onde ocorrem, o que justifica a manutenção da faixa de praia no Meireles, diferentemente do que ocorreu na praia de Iracema e praticamente em todo o litoral norte de Fortaleza.

Figura 49 *Beach Rocks* na praia da Sabiaguaba. Na fotografia é possível notar, as rochas de praia e o berma.

Dada a escala de análise e em atendimentos aos objetivos delineados nesta investigação, essas ocorrências não serão apresentadas no mapeamento, pois representam áreas que recebem influências diretas das marés, portanto, têm seu uso vedado.

7.2 Vales e planícies de acumulação

7.2.1 Planícies fluviais

As planícies fluviais são terrenos planos com baixas declividades derivadas da ação da deposição fluvial. Souza (1988) evidencia que as planícies fluviais são as formas mais características de acumulação decorrentes da ação fluvial, acompanhando longitudinalmente as calhas fluviais dos rios de maior porte.

Por estarem dispostas ao longo das calhas fluviais, e por apresentarem baixo gradiente topográfico, estão constantemente sujeitas às inundações, o que dificulta sobremaneira sua ocupação, conferindo a essas áreas uma fragilidade ambiental elevada.

São formadas essencialmente por sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados, quaternários, de origem fluvial, resultantes dos processos de aggradação. Litologicamente, as planícies fluviais são constituídas por siltes, argilas, areias e cascalhos, oriundos do transporte fluvial. A Figura 50 mostra os materiais depositados nas planícies fluviais, onde é possível verificar a existência de materiais bem selecionados (mais escuros) e sedimentos grosseiros, o que denuncia a variação da capacidade de transporte conforme a ocorrência de chuvas torrenciais.

Figura 50 Planície fluvial de afluente do Cocó na área de transição tabuleiro-depressão sertaneja, entre os Conjuntos José Walter e Palmeiras (extremo sul de Fortaleza)

Quando sobre os terrenos cristalinos, dada a natureza do terreno, as planícies fluviais tendem a ter reduzidas dimensões, formando uma faixa estreita de terras compostas por sedimentos grosseiros (seixos e cascalheiras), expondo terraços fluviais não condizentes com a capacidade energética do rio. Quando dessas situações, ficam evidentes condições hidroclimáticas pretéritas que evidenciam oscilações eustáticas (Figura 51).

À medida que se aproxima do contato das estruturas sedimentares da Formação Barreiras, há uma redução do gradiente fluvial que induz a uma redução da velocidade do escoamento e do transporte sedimentar, como pode ser verificado na Figura 52. A esse respeito Souza (1988) ressalta que a faixa de deposição é ampliada redução do gradiente fluvial. Nesses casos, são estabelecidas as condições para existência de uma grande área de acumulação, composta principalmente de siltes e argilas.

Figura 51 Planície fluvial do rio Cocó. Notar a baixa declividade e a pequena incisão da rede de drenagem, conferindo grande área de espraçamento.

Figura 52 Ampla área de espraçamento das águas no bairro Autran Nunes, em virtude da redução do gradiente fluvial e da baixa capacidade de incisão linear do rio Maranguapinho.

Souza (1988), ao se referir às planícies fluviais, entende que, transversalmente ao talvegue se pode observar uma sequência dividida em quatro feições distintas: área de vazante, várzea baixa, várzea alta e rampas de interflúvios. A vazante é integrada pelo talvegue e leito menor do rio, sendo delimitada por diques marginais, originalmente mantidos por vegetação de porte arbóreo. A largura é dependente do regime fluvial, alcançando poucas dezenas de metros sobre os terrenos cristalinos e podendo chegar a algumas centenas de metros nas áreas de coberturas sedimentares.

A várzea é a típica área da planície, sendo inundada pelas águas do escoamento superficial somente em eventos cujo tempo de retorno é mais elevado. Nas áreas da várzea baixa, os sedimentos são caracterizados pela existência de depósitos arenoargilosos, originalmente recobertos por vegetação ribeirinha que, atualmente, se encontra totalmente descaracterizada.

Os pequenos compartimentos mais elevados da planície que se encontram mais protegidos das inundações, mesmo em períodos excepcionais, são chamados de várzeas altas. Nessas áreas, os solos são mais desenvolvidos, apresentando relações genéticas entre os horizontes. Essa transição da várzea alta, para baixa pode ser facilmente percebida nas áreas de contato da depressão sertaneja com os sedimentos dos tabuleiros pré-litorâneos, ao longo do curso principal dos rios. Na bacia do Cocó, essa transição é bem definida desde a porção extrema meridional no Ancuri-Jangurussu até as proximidades com a ponte sobre a BR-166, no bairro da Aerolândia. Ao mesmo tempo, no Maranguapinho, essa passagem é evidente ao longo de seu curso principal, mesmo face do elevado grau de urbanização da área.

Já entre o limite da planície com os interflúvios aparecem as rampas de baixa declividade, marcadas por aclives suaves que correspondem ao nível dos terraços.

Mesmo em face da setorização ora apresentada, na cidade de Fortaleza, se verifica que, em virtude do elevado grau de urbanização em algumas áreas, quando da ocorrência eventos pluviométricos de maior intensidade, tanto a várzea alta quanto os níveis de terraços são inundados em

decorrência da impermeabilização do solo, causando sérios prejuízos socioeconômicos.

7.2.2 Planícies lacustres e fluviolacustres

As planícies lacustres e fluviolacustres são formas de relevo que se desenvolvem às margens de corpos hídricos lacustres e fluviolacustres de origem fluvial ou em razão do afloramento do lençol freático, estando diretamente relacionadas aos terrenos sedimentares dos tabuleiros pré-litorâneos e da planície costeira.

Nas áreas mais próximas à costa, muitas vezes, as lagoas costeiras são resultado do barramento do fluxo hídrico superficial pelo campo de dunas ou pela pequena profundidade do lençol freático, ocupando as depressões interdunares (CEARÁ, 2005).

Em alguns casos, correspondem a áreas aplainadas, que podem apresentar uma cobertura arenosa, e são submetidas a inundações periódicas, precariamente incorporadas à rede de drenagem (SOUZA, 2000).

As lagoas dispersas ao longo de todo o território municipal apresentam formas, dimensões e capacidades de armazenamento variadas. Essas características dimensionais são dependentes diretamente do relevo, da capacidade hídrica superficial e subterrânea, bem como da profundidade do lençol freático.

Os corpos lacustres e fluviolacustres mais representativos na área de estudo são as lagoas da Messejana, Parangaba, Maraponga, Sapiranga, Opaia, Lagamar e Precabura (Figura 53 e Figura 54). Esta última é a que apresenta as melhores condições de qualidade de água, originada do barramento natural do rio Coaçu, pouco antes de desaguar no Cocó. Vale destacar que a referida lagoa não está totalmente inserida no território municipal, sendo área-limite entre os Municípios de Fortaleza e Eusébio.

Verifica-se também a ocorrência de uma série de lagoas intermitentes, diretamente associadas à quadra chuvosa. Essas são rasas e muito raramente permanecem com um grande volume armazenado após o período de chuvas.

Entre os meses de outubro e dezembro, quando não secam completamente, o nível de água acumulada é muito baixo. De modo geral, verifica-se elevado índice de eutrofização, o que favorece o aparecimento de uma vegetação higrófila.

A pequena dimensão espessura do espelho de água, aliada ao elevado índice de eutrofização, faz com que, em boa parte as lagoas intermitentes estejam com seus leitos totalmente cobertos por vegetação higrófila.

Figura 53 Vista aérea da Lagoa da Precabura, sentido norte-sul.

Ao longo das formas litorâneas, ocorre uma série de lagoas costeiras freáticas, portanto, intermitentes. Segundo Meireles et al. (2001), esses depósitos sedimentares ocorrem dispostos em zonas de exutório, dispostas essencialmente nas dunas dissipadas e sobre os terraços marinhos Holocênicos com maior ocorrência nas praias do Futuro e Sabiaguaba. No

litoral oeste, em razão ao elevado grau de urbanização, já não existem registros desses corpos hídricos.

Figura 54 Lagamar, planície fluviolacustre originada pelo barramento do rio Cocó nas proximidades da Av. Sebastião de Abreu. Mesmo distante 13km da linha de costa, os efeitos da cunha salina se fazem presentes.

Morais (2000, p. 163) ao tratar das lagoas costeiras, assegura que sua gênese está relacionada aos efeitos da ação eólica e permoporosidade dos terrenos da planície costeira. Continua ressaltando

A maioria das lagoas costeiras é formada pela ação migratória das dunas sobre córregos, riachos, rios e cursos d'água em geral. Como as dunas são áreas de recarga em potencial, passam a alimentar as lagoas depois de estabelecidas, através de seus exutórios. Portanto, a sedimentação nestas lagoas não apresenta atapetamento de material argiloso.

A Lagoa do Papicu é um bom exemplo de um corpo dunar associado ao afloramento do lençol freático em depressão interdunar. Sua gênese está relacionada aos exutórios das dunas fixas do entorno dos bairros De Lurdes e Dunas. Em decorrência da maior disponibilidade hídrica subsuperficial, seu vertedouro apresenta fluxo hídrico durante todo o ano.

No contato com planícies fluviolacustres dispersas em todo o Município, há ocorrência de áreas de inundação sazonal. São áreas que apresentam morfologia plana de cobertura areno-siltosa sujeitas a inundações sazonais. Quando da incidência de chuvas mais intensas, há um espraiamento da área, havendo a tendência de incorporação à rede de drenagem superficial comandada pelos rios Cocó, Maranguapinho, Pacoti e seus principais tributários. A Figura 55 apresenta áreas da Lagoa da Precabura e alguns pequenos tributários do rio Coaçu, que quando da incidência de chuvas, são incorporadas à rede de drenagem.

Figura 55 Áreas de inundação sazonal nas proximidades da Lagoa da Precabura.

As áreas inundadas sazonalmente apresentam elevados índices de salinização dos solos em virtude da evaporação e precipitação dos sais dissolvidos na água, propiciando as condições favoráveis à ocupação por uma vegetação resistente à elevada salinidade dos solos, tendo como principal espécie vegetal a carnaúba, que se estende até as áreas adjacentes, como pode ser verificado na Figura 56.

Figura 56 Área de inundação sazonal na área de contato com os sedimentos da Formação Barreiras e o embasamento cristalino ao sul do conjunto José Walter.

Evidências geomorfológicas, as características morfológicas atuais e sua disposição em relação à drenagem e demais corpos lacustres levam à conclusão de que essas áreas em sua grande maioria correspondem a antigas lagoas que passaram por processos de assoreamento e atualmente se encontram precariamente incorporadas à rede de drenagem.

Os solos nas planícies lacustres e fluviolacustres são de arenoargilosos e argiloarenosos. Nas áreas mais distantes do espelho d'água, os solos são predominantemente arenoargilosos, de coloração esbranquiçada e/ou amarelo-esbranquiçada, bastante lixiviados, portanto, com baixa fertilidade natural. Ao tempo que nas fáceis mais protegidas das inundações predominam solos argilo-arenosos, ricos em matéria orgânica com coloração variando de cinza-escuro a negro nas áreas mais próximas à lâmina de água, o que confere melhores condições edafopedológicas.

Generalizadamente, as lagoas em Fortaleza recebem os fortes efeitos da urbanização, com a ocupação das suas margens e, em muitos casos, do leito principal e o elevado grau de poluição/contaminação de suas águas por dejetos e efluentes de toda ordem.

As lagoas, via de regra, à exceção das costeiras, associadas aos terraços marinhos e depressões interdunares, estão dispostas nos tabuleiros pré-litorâneos. Suas melhores condições edafopedológicas, no primeiro momento de ocupação do território, propiciaram o desenvolvimento de agricultura de vazante, o que desencadeou a retirada da mata ciliar.

Por terem em suas margens sedimentos arenoargilosos e argiloarenosos, historicamente, as lagoas foram utilizadas para remoção de materiais por mineração. Nas fácies arenosas, o material era utilizado na construção civil, ao tempo que nas fácies argilosas o material foi utilizado em olarias, para construção de telhas, tijolos e outros artefatos que se utilizam da argila como matéria-prima. Essa atividade embora, pouco documentada, ocasionou uma série de transformações na paisagem. O melhor exemplo dessas transformações é a lagoa da Parangaba, que, segundo registros históricos, teve um aprofundamento das margens e incorporação das vastas áreas ao espelho de água decorrente dessa atividade.

Por estarem associadas ao nível do lençol freático, durante períodos de estiagem prolongados, as lagoas intermitentes e as perenes que possuem menor capacidade de armazenamento chegam a secar completamente. Quando da ocorrência de dois ou mais anos de estiagem prolongada, muitas dessas lagoas não chegam a acumular água. Essa situação favorece o avanço descontrolado da ocupação urbana sobre setores das planícies e até mesmo do espelho d'água, como o demonstrado na Figura 57.

A ocupação irregular dessas áreas causa uma série de problemas socioambientais, principalmente nos anos em que as precipitações são superiores à média anual, expondo essa população aos riscos relacionados a cheias e inundações.

Figura 57 Lagoa freática (intermitente) situada no conjunto Palmeiras. Notar a ocupação pelas residências na área da planície lacustre.

7.3 *Tabuleiros Costeiros*

7.3.1 Tabuleiros pré-litorâneos

Os tabuleiros pré-litorâneos são uma superfície com aspecto plano de pequena declividade em direção ao litoral e/ou fundos de vales. Litologicamente, são compostos por sedimentos pertencentes à Formação Barreiras, e se dispõem de modo paralelo à linha de costa e à retaguarda dos sedimentos arenoquartzosos que compõem a planície litorânea. Em alguns casos chegam a aflorar na linha de costa, esculpindo falésias vivas, situação que pode ser facilmente verificada ao oeste da área de Estudo, logo após o

estuário do rio Ceará na Praia de Iparana, Município de Caucaia, e/ou registros de paleofalésias, como a que ocorre na praia de Iracema, no fim da avenida Dom Manoel.

No contexto regional, apresenta largura variada, sendo mais estreita ao oeste da área e mais larga ao leste, onde chega a penetrar algumas dezenas de quilômetros em direção ao interior. A respeito da largura da Formação Barreiras na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Brandão (1995) informa que sua espessura é variada, estando diretamente relacionada com a superfície irregular do embasamento, superfície à qual repousa em discordância erosiva angular, atingindo maiores profundidades em direção à costa, onde está sotoposta aos sedimentos eólicos do cordão de dunas recentes e paleodunas.

Nascimento et al. (1981, p. 120), ao tratarem da Formação Barreiras na costa Cearense evidenciam que se trata de um *“pacote de material areno-argiloso de colorações vermelhas e creme-amareladas, mal selecionados, com raros níveis caulíníticos, com acamamento não distinto, e intercalações de leitos de granulação mais grosseira a conglomerática”*. Ainda segundo os autores, à medida que se aproxima da costa, a lixiviação contribui para carrear a percentagem argilosa, resultando uma cobertura mais arenosa.

Sua constituição litológica é predominantemente arenoargilosa, com sedimentos mal selecionados de granulação variando de fina a média que “[...] de acordo com os estudos de Bigarella (1975) atribui-se uma idade miocênica superior e pleistocênica para esta unidade” (BRANDÃO, 1995). A respeito da sua constituição litológica, Brandão (op. cit., p. 13) leciona que,

Litologicamente essa sequência é constituída de sedimentos areno-argilosos, não ou pouco litificados, de coloração avermelhada, creme ou amarelada, muitas vezes com aspecto mosqueado, mal selecionadas, de granulação variando de fina a média, mostrando horizontes conglomeráticos e níveis lateríticos, sem cota definida, em geral associados à percolação de água subterrânea. A matriz é argilosa caulínítica, com cimento argilo-ferruginoso e às vezes silicoso. A estratificação é geralmente indistinta, notando-se apenas um discreto paralelismo entre os níveis de constituição faciológica diferentes. Nos níveis de cascalhos, por vezes observa-se uma incipiente organização em estruturas cruzadas e paralelas, bem como aumento da granulometria em direção à base

(granodecrescência), mostrando alguns seixos imbricados. Estes clásticos normalmente são de quartzo e, mais raramente, de feldspato, laterito e outros tipos de rocha, com diâmetros variados que atingem até cerca de 10cm e com grau de arredondamento tendendo a se intensificar em direção aos seixos menores.

A Figura 58 mostra o material mal selecionado da Formação Barreiras nas proximidades do contato com as áreas do Embasamento cristalino. Já na Figura 59, há predominância de material arenoargiloso nas porções mais centrais dos tabuleiros.

Figura 58 Perfil mostrando os materiais mal selecionados da Formação Barreiras.

Figura 59 Pacote onde o material predominante é arenoargiloso com coloração avermelhada.

O sistema deposicional da Formação Barreiras é variado e inclui desde leques aluviais coalescentes até planícies de marés. As fácies sedimentares superficiais têm, igualmente, variações que dependem de condições diversas, tais como da área-fonte dos sedimentos, dos mecanismos de mobilização e das condições de deposição (SOUZA et al., 2009).

Brandão (op. cit.), Brandão et al. (1995), Moraes (2000) e Souza (1988, 2000) assinala que os sedimentos que a compõem são predominantemente continentais, em que condições paleoclimáticas úmidas favorecem a decomposição química das rochas, originando os materiais detríticos posteriormente depositados sob condições de clima semi-árido sujeito a chuvas torrenciais que formavam amplas faixas de leques aluviais no sopé de encostas mais ou menos íngremes, favorecendo o transporte e a deposição de material grosseiro no sopé dos relevos residuais e a progressiva seleção de areias e argilas nas fácies distais do leque. Flutuações eustáticas conferiram um nível do mar mais rebaixado que o atual, o que propiciou a formação do recobrimento de uma ampla plataforma.

A tratar da continuidade da área de exposição desses sedimentos no Ceará, Souza (1988) ressalta que a continuidade da área de exposição dos sedimentos se perde para o interior e em alguns casos, afloram como manchas dispersas, comprovando que a cobertura já chegou a ter maior abrangência espacial, situação que pode ser verificada na porção sul do Município, nas proximidades do Anel Viário e Distrito Industrial de Maracanaú, onde há afloramentos do Cristalino e manchas de tabuleiros se distribuindo de forma dispersa rodeadas pelas rochas do embasamento cristalino.

Segundo Nascimento et al. (1981), não existem evidências de perturbações de ordem tectônica, apenas uma suave inclinação em direção ao mar que seria reflexo do paleorrelevo das rochas de seu substrato.

Morfologicamente, os tabuleiros pré-litorâneos se apresentam como típicos *glacis* de deposição, com topos planos e declividades inferiores a 6%. A maior ou menor declividade está relacionada à morfoestrutura que o sustenta e à camada superficial que o recobre.

Consoante Souza (1988), grande parte dos tabuleiros é revestida por uma espessa cobertura arenosa, o que favorece a percolação de água e os efeitos da lixiviação, minimizando a ação da erosão pluvial, contribuindo, dessa

forma, para a formação de relevos com topos horizontais onde as declividades não ultrapassam 2%, como pode ser verificado na Figura 60 e na Figura 61.

Figura 60 Aspecto plano do relevo nos tabuleiros pré-litorâneos. Proximidades da av. Perimetral, no Conjunto São Cristóvão, em Fortaleza.

Em alguns setores recobertos por um material que apresenta maior porcentagem de argila, desenvolvem-se as condições que favorecem uma incipiente dissecação do relevo, contrastando com os topos horizontalizados das áreas recobertas pelos sedimentos mais arenosos. Ainda segundo Souza (op. cit.), nas áreas onde afloram os sedimentos mais argilosos, o desgaste superficial é intensificado em decorrência da circulação do escoamento difuso, propiciando que as encostas tenham caimento para as planícies fluviais.

Com base nas considerações de Souza (op. cit.) e nas observações de campo e análises de escritório, pode-se afirmar que os tabuleiros recobertos por sedimentos arenosos, portanto, com baixo percentual de argilas, têm aspecto de rampas com suave inclinação em direção ao litoral, onde a declividade em média é de 4%. Já nos tabuleiros onde prevalece uma cobertura com maior concentração de argila, há maior incidência dos

processos erosivos lineares, onde as declividades são um pouco mais pronunciadas, chegando a 4-6% em alguns setores.

Figura 61 Áreas de cultivo sobre os tabuleiros, onde é possível notar a baixa declividade do terreno.

A maioria dos tabuleiros está situada no grupo cujas declividades variam entre 2 a 4%, constituindo a unidade geomorfológica de maior dimensão espacial no território municipal e onde está assentada significativa parcela da área urbanizada de Fortaleza. Grosso modo, pode-se assegurar que o vale rio Cocó secciona essa unidade no sentido norte sul, dividindo-a em porções leste e oeste.

Em áreas de contato dos sedimentos do Barreiras com as rochas do embasamento cristalino, onde a camada sedimentar é pouco espessa, há um recobrimento com maior fração de argila, o que favorece maior dissecação do relevo, promovendo declividades que chegam até 6%.

Essa situação é mais facilmente verificada onde os tabuleiros recobrem as rochas do embasamento, como ocorre na área próxima ao vale do

rio Maranguapinho. Nos setores onde os tabuleiros se dispõem em discordância erosiva angular a paleorrelevos dissecados, as declividades são mais acentuadas, principalmente na porção sudeste do Município, nos bairros Ancuri, Pedras, Jangurussu e Paupina. Neste último, as feições se destacam com paleorrelevos de cristas cristalinas onde as altitudes superam os 50 metros e as declividades podem chegar a 12%. Os ressaltos e declividades são mais pronunciados neste setor, podendo chegar a mais de 12% declividade. Essas elevadas declividades estão relacionadas às intervenções antropogênicas que retiram o material coluvial e eluvial que recobria esse paleorrelevo para utilização na construção civil, denudando as rochas quartzíticas.

Em alguns setores da Formação Barreiras, verifica-se a existência de uma cobertura arenosa rasa, de coloração esbranquiçada, que capeia extensos setores dessa unidade. Esses setores são chamados genericamente de tabuleiros arenosos. Onde predominam os sedimentos mais argilosos, de coloração amarelada e/ou avermelhada, são chamados de tabuleiros argilosos ou simplesmente tabuleiros.

Brandão (1995) chama a atenção para a necessidade de estudos sedimentológicos mais detalhados, a fim de determinar a natureza dessas areias, para definir se estas são produtos da extensiva lixiviação atuante sobre os sedimentos arenoargilosos que carregam a fração mais fina, ou se representam uma cobertura eólica rebaixada ao nível dos tabuleiros que podem corresponder a paleodunas dissipadas. A extensividade dessa cobertura, associada à ausência de afloramentos derivada das pequenas diferenças altimétricas em virtude do aspecto aplainado do relevo, dificultam sobremaneira sua identificação.

Em campo, verifica-se grande dificuldade em estabelecer os limites dessa unidade morfoestrutural, tanto com as litologias pré-Cambrianos, como com os sedimentos eólicos do campo de dunas que já passaram por um processo de edafização. No contato com as estruturas cristalinas, Brandão (op. cit.) chama atenção para o fato de que em alguns locais a separação só é possível quando existem resquícios de estruturas metamórficas, tais como foliações ou fragmentos de veios de quartzo nas coberturas residuais.

Já as dificuldades em estabelecer os limites entre essa morfoestrutura e os sedimentos eólicos do campo de dunas residem nas semelhanças estabelecidas entre os sedimentos da Formação e os sedimentos eólicos que já passaram por um processo de edafização, pois referidos pacotes apresentam materiais com a coloração amarelada e/ou avermelhada. Nesses casos, a alternativa é a análise das estruturas sedimentares, o selecionamento dos sedimentos e quantidade de argilas, que são mais abundantes no Barreiras.

A rede de drenagem consequente entalha os glaciais de modo pouco incisivo, isolando interflúvios tabuliformes. Apresenta fluxo médio muito lento, limitando a capacidade de incisão linear que não permite ao rio escavar os vales. Disso resulta que os níveis altimétricos entre as áreas situadas no topo dos tabuleiros e no fundo dos vales não ultrapassem dez metros (SOUZA, 2000).

As áreas interfluviais que compõem os tabuleiros pré-litorâneos, correspondem a terrenos firmes, estáveis, com topografias planas e solos espessos. Não por acaso, é onde está situada a maior parte da cidade de Fortaleza.

7.4 *Relevos vulcânicos residuais*

Os ambientes de exceção são constituídos por corpos rochosos em forma de *neck* vulcânico que se sobressaem topograficamente no relevo como elevações circulares (Morro Caruru) ou elipsoidais (Serrote do Ancuri). São rochas vulcânicas alcalinas geneticamente associadas ao vulcanismo terciário de Fernando de Noronha.

Brandão, (1995) e Nascimento et al. (1981) dizem que os primeiros estudos referentes às rochas vulcânicas alcalinas no Ceará foram elaborados por Almeida (1958), quando o autor se referiu ao Morro Caruru, posicionando-o no extremo ocidental do alinhamento vulcânico subordinado a uma zona de fraturas à altura do paralelo de 4º sul. Referido estudo sugere que este corpo

está associado a grandes lineamentos estruturais submarinos, relacionados ao vulcanismo terciário do arquipélago de Fernando de Noronha, que se estenderiam até o interior do Estado do Ceará, e estão relacionados à reativação da Plataforma Sul-Americana.

Nascimento et al. (op. cit.) para elaboração do texto de geologia da folha Fortaleza (SA.24-Z-C) do Projeto RADAMBRASIL, fizeram uma avaliação dos dados anteriormente produzidos, análises químicas e determinação de elementos petrográficos e geocronológicos sobre o *necks* vulcânicos alcalinos da Região Metropolitana de Fortaleza.

Referidos estudos confirmaram as elaborações de Almeida (op. cit.) e classificaram essas rochas como datadas do Oligoceno, com idade aproximada de 34 m.a, considerando-as como um importante exemplo da reativação da Plataforma Sul-Americana, vinculada a zonas de fraqueza que estenderiam desta região até o arquipélago de Fernando de Noronha. Neste sentido, elaboraram as seguintes conclusões sobre a geocronologia dessas rochas vulcânicas:

Concluindo, as ocorrências alcalinas são aqui consideradas como sincrônicas com idade em torno de 34 m.a, devendo representar importante fase de reativação da plataforma Sul-Americana vinculada a zonas de fraqueza que se estenderiam desta região até o arquipélago de Fernando de Noronha e o atol das Rocas. NASCIMENTO et al. (1981:109).

Com base nas amostras analisadas por Nascimento et al. (op. cit.), tanto o Caruru como o Ancuri foram caracterizados como rochas homogêneas maciças, com granulação de fina a média de coloração cinza-amarronzado, no Ancuri, e de cor cinza no Caruru.

O Serrote Ancuri, situado ao sul de Fortaleza, no limite com o Município de Itaitinga, justamente na área de contato entre os terrenos cristalinos e os sedimentos do Barreiras (Figura 62), morfologicamente, exibe uma forma elipsoidal bem caracterizada, apresentando eixo alongado alinhado na direção norte-sul, como pode ser visto na Figura 63.

Figura 62 Vista parcial do Ancuri, onde é possível ver a estação elevatória do Ancuri situada a quase 100m de altitude e a tubulação do sistema de distribuição de água tratada para Fortaleza.

Figura 63 Eixo alongado norte sul do Ancuri.

Já o morro Caruru está localizado no nordeste no Município de Fortaleza, na foz do rio Pacoti, e encontra-se rodeado por dunas de diferentes gerações. Apresenta-se de forma circular típico de *neck* vulcânico, já bastante descaracterizado em razão da mineração ali existente, como pode ser verificada na Figura 64 e na Figura 65.

Figura 64 Morro Caruru encravado entre o campo de dunas e planície fluviomarinha do rio Pacoti.

Nascimento et al. (1981) chamam atenção para o fato de que embora não estejam mapeados, é comum a existência de diques de rochas alcalinas na RMF, normalmente associados aos *necks* alcalinos que preenchem zonas de fraturamento das rochas encaixantes, comumente concordantes com o rumo regional seguindo alinhamento NE-SO. Estas afirmações levantam a hipótese da ocorrência de um paleorelevo desse tipo nas proximidades do Ancuri. Tal fato não será aqui investigado, pois não está nos objetivos desta pesquisa, mas indica a necessidade de estudos de natureza geológica mais

detalhados, a fim de identificar esses corpos ígneos e como eles influenciam o modelado da região.

Figura 65 Formato de *neck* vulcânico no Morro Caruru. Notar o avançado estágio de desgaste em função da mineração.

7.5 Pedimentos

Essas formas de relevo ocupam o extremo meridional do Município de Fortaleza, concentradas nas porções sudoeste e sudeste do Município, próximo aos canais principais dos rios Cocó e Maranguapinho. Seu aspecto morfológico apresenta-se em forma de rampas de pedimentação com suave inclinação em direção ao litoral ou ao fundo dos vales, estendendo-se desde a base dos maciços residuais da RMF até a poucos quilômetros da planície litorânea.

Sua largura é variada, estando de certo modo relacionada à largura dos depósitos do Barreiras, tendo maior representatividade espacial na porção sudoeste do Município, onde penetra em direção à faixa litorânea, chegando a menos de oito quilômetros da linha de costa.

As cotas altimétricas não ultrapassam 50 metros, não apresentando rupturas topográficas nítidas entre as rochas do Embasamento Cristalino e os sedimentos da Formação Barreiras. Apesar de ocuparem pequenas dimensões territoriais na área de estudo, essa unidade estende-se para o sul representando a unidade de maior representatividade espacial no contexto da RMF e do Ceará como um todo (Figura 66).

Figura 66 Vista aérea das áreas cristalinas que se estendem ao sul da RMF, sendo interrompida por planície fluvial ao centro da imagem. Ao fundo, notam-se as Serras da Aratanha (centro) e Maranguape (direita).

Litologicamente, são constituídas de rochas Pré-Cambrianas do Complexo Nordestino (NASCIMENTO et al., 1981). Os litotipos que constituem essas rochas são bastante variados. Brandão (1995), ao estabelecer mapeamento geológico da Região Metropolitana de Fortaleza, divide as rochas

cristalinas em dois grupos, o complexo granitóide-migmatítico e o complexo gnáissico-migmatítico. Referidos complexos ocupam grande dimensão espacial, estendendo-se desde o extremo meridional de Fortaleza até o interior do Ceará.

Brandão (op. cit.) associa a região estudada ao contexto geológico-geotectônico da Faixa de Dobramentos Jaguaribeanos de Brito Neves (1975). Ainda segundo o autor, os estudos regionais para o estabelecimento de uma litoestratigrafia são fragmentários, incluindo-as no Proterozó

O Complexo granitóide-migmatítico é composto de rochas migmatíticas diversas e ortognaisses graníticos que datam do Proterozóico inferior. Conforme assinala Brandão (op. cit.) trata-se de uma individualização litológica dentro do Complexo Nordeste, por não considerar as rochas paraderivadas inseridas nessa unidade, apresentando grande dimensão espacial.

Brandão (1995) ao analisar regionalmente esse complexo, considerou que do ponto de vista tectônico-estrutural, representa uma estrutura do tipo “domo gnaiss-granítico”, exibindo-se de forma ovalada com eixo maior orientado na direção NE-SW.

O Complexo gnáissico-migmatítico é constituído por migmatitos e rochas gnáissicas para e ortoderivadas. Segundo Brandão (1995), Brandão et al. (1995), Nascimento et al. (1981) e Souza (1988) trata-se de uma associação petroectônica de posicionamento no Proterozóico inferior que recebe denominações diversas na literatura. Optou-se, no entanto, por utilizar a denominação de Brandão (op. cit.) que chamou de Complexo Gnáissico-Migmatítico, por se tratar de uma conotação mais abrangente.

As rochas desse complexo mostram a atuação de processos metamórficos e deformacionais em escala regional. Ainda conforme Brandão (op. cit.), nessa unidade, as estruturas foram desenvolvidas sob condições de alto grau metamórfico, apresentando dobramentos complexos.

Brandão (1995) chama atenção para a dificuldade em estabelecer de forma bem definida os limites desses dois complexos, em virtude, sobretudo, do forte relacionamento tectônico existente nas duas unidades, estando as diferenças associadas à intensidade dos processos deformacionais, em que a unidade granitóide-migmatítica aparenta ter experimentado com maior evidência uma ação tectônica ruptural mais do que plástica.

Em face das características litológicas apresentadas, e em conformidade com os objetivos desta pesquisa, as rochas dos complexos Granitóide-Migmatítico e Gnáissico-Migmatítico foram aqui agrupadas, indistintamente, como rochas Cristalinas Pré-Cambrianas.

Os padrões de formas de relevo desenvolvidos em rochas do Embasamento Cristalino, grosso modo, localizam-se em duas porções do território municipal, uma na porção sudeste e outra a sudoeste do Município. As porções meridionais do embasamento apresentam-se em forma de rampas de pedimentação com suave inclinação em direção ao fundo dos vales (Figura 67), enquanto em direção ao litoral mergulham sobre os sedimentos da Formação Barreiras que a recobrem.

Figura 67 Aspecto morfológico das rampas de pedimentação com o relevo vulcânico do Ancuri ao fundo.

Na porção sudoeste, o Cristalino tem maior representatividade espacial, avançando mais de sete quilômetro sobre os sedimentos do Barreiras, margeando o canal principal do rio Maranguapinho, bem próximo à sua confluência com rio Ceará, distante apenas oito quilômetros dos sedimentos da planície litorânea. A Figura 68 apresenta o afloramento do

cristalino sob o leito fluvial de um afluente do rio Maranguapinho, no bairro Bom Sucesso, em Fortaleza.

Figura 68 Afloramento de rochas cristalinas no leito fluvial de um canal com baixo potencial energético, onde não se verifica uma pronunciada incisão da drenagem.

A exposição das feições dessa unidade morfoestrutural estão relacionadas a existência de paleorrelevos dissecados que precederam a fase deposicional dos sedimentos Barreiras, que foram exumados em razão de processos erosivos desencadeados na fase pós-deposição que se iniciou no Pleistoceno. A Figura 69 apresenta afloramento do cristalino, que se apresenta mais destacado em função de atividades de mineração desenvolvidas no local.

Figura 69 Afloramento do cristalino em estrutura do Barreiras em razão de atividades de mineração.

7.6 *Consideração sobre a geomorfogênese e a dinâmica atual do sítio urbano de Fortaleza.*

As variadas formas de relevo encontradas na área de estudo encerram o resultado dos diferentes estágios da evolução geomorfogenética regional. A análise morfogenética considera as interconexões de variáveis complexas, relacionadas a fatores de natureza geotectônica, litológica, climática e dos processos históricos de ocupação. Souza (2000, p. 60) relata que as formas de relevo resultam da combinação de ações variadas e

Sua evolução deriva de um jogo complexo de influências, no qual os principais desempenhos são reservados à estrutura geológica e às litologias, ao lado de fatores paleoclimáticos e morfogenéticos atuais. É da integração desse conjunto de variáveis, ou do predomínio de uma em relação às demais, que se esboçam feições resultantes ora

da estrutura, ora dos efeitos degradacionais ou agradacionais. É importante salientar que as formas associadas com a evolução paleogeográfica, decorrentes da ação dos agentes externos apresentam evidente primazia espacial.

Para o entendimento do relevo da área em apreço, faz-se preciso remontar aos estudos que tratam da morfogênese regional, dentre os quais se destacam as obras de Souza (1981, 1988, 2000); Souza et al. (2009); Nascimento et al. (1981); Meireles et al. (2001); Meireles et al. (2006); Moraes (2000); Brandão (1995); Brandão et al. (1995); Almeida (1967); Ab'Saber (1959, 1969, 1972).

Ab'Saber (1969), com a concepção morfogenética, estabeleceu que foi a partir do Cretáceo, estendendo-se por todo o Cenozóico, que as atuais fisionomias foram sendo esculpidas. Faz-se necessário considerar, porém, a influência de eventos de natureza tectônica pretéritos que contribuem de forma decisiva no arranjo litológico-estrutural da área.

Com base na compilação dos trabalhos de Souza (1981, 1988), Nascimento et al. (1981), Almeida (1967) Brandão (1995) e Ab'Saber (1964), pode-se afirmar que as rochas do embasamento cristalino estiveram submetidas a duas fases de eventos tectônicos. O primeiro ciclo estava associado a uma fase de deformação plástica, cujo padrão de dobramento tem eixos orientados na direção SE-SW, com mergulho para SW, que atuou durante o Proterozóico inferior. Após essa fase ainda no Proterozóico inferior e superior, as rochas apresentaram maior rigidez, quando prevaleceu um período de tectônica ruptural, que desencadeou uma vasta série de falhamentos em escala regional.

Após esse período, a área em estudo apresentou longa fase de estabilidade tectônica que se estendeu até o Mesozóico, com a reativação da Plataforma Sul-Americana. No Mesozóico e no Jurássico superior, os efeitos diastróficos se manifestaram com maior intensidade, resultado da reativação Waeldeniana (ALMEIDA, op. cit.). Nessa fase, foram desencadeados movimentos diastróficos de natureza epirogenética, acompanhados de reativações da tectônica ruptural ao longo dos lineamentos Pré-Cambrianos (SOUZA, 2000).

Ross e Moroz (1997) ressaltam que foi com o soerguimento da Plataforma Sul-Americana relacionada à abertura do Atlântico que os processos circundenudacionais se desenvolveram. Esse movimento epirogenético foi definido por Almeida (1967) como reativação Wealdeaniana e que posteriormente Ab'Saber (1969) denominou de epirogênese pós-Cretácea.

Com a separação do Continente Sul-Americano da Placa Africana, foi desencadeada uma série de processos de ordem tectônica que resultaram no soerguimento da Plataforma Sul-Americana. Vale destacar que o soerguimento da plataforma ocorreu de forma desigual. Na margem oeste do Continente, foram desencadeados processos orogenéticos que resultaram na formação da cordilheira dos Andes, ao tempo em que na margem leste do Continente teve como efeito mais marcante a abertura do oceano Atlântico e o soerguimento de toda a Plataforma.

Esse movimento epirogenético se processou de forma desigual, com re-ativação de falhas e desencadeando processos erosivos que rebaixaram os terrenos que ficaram mais susceptíveis aos processos denudacionais, favorecendo a existência de amplas superfícies de aplainamento e a posterior formação de amplos depósitos correlativos, como é o caso da Formação Barreiras.

Ross (1985) enfatiza que o soerguimento da plataforma não se deu de forma igual, tanto espacial como temporalmente, o que fez com que algumas áreas fossem mais soerguidas do que outras. Tal fato leva à compreensão de que os processos climáticos e, portanto, as atividades erosivas, se manifestaram também de forma desigual, tanto no tempo como no espaço.

No Terciário, foi verificada intensa atividade vulcânica que Almeida (op. cit.) relacionou a uma zona de fraturas e lineamentos estruturais submarinos, que se estendem desde o interior do Ceará até o arquipélago de Fernando de Noronha, sendo uma importante evidência da reativação da Plataforma. O Serrote do Ancuri é uma forma de relevo derivada justamente dessa atividade, situando-se na área de contato entre os sedimentos do Barreiras e as rochas cristalinas do embasamento Pré-Cambriano. Ao tempo que o Morro Caruru é a representação do vulcanismo terciário na linha de costa, constituindo-se como relevo de exceção na planície litorânea.

No Cretáceo, houve uma sedimentação extensiva, enquanto o Terciário superior parece encerrar o verdadeiro episódio de reativação crustal em função do soerguimento da Plataforma Sul-Americana. Deste ponto em diante, a estabilidade tectônica possibilitou a primazia dos processos morfoclimáticos que, durante todo o Quaternário, até a fase atual, justificam as características fundamentais da morfologia regional (SOUZA, op. cit.), tendo como resultado a primazia de padrões de formas de relevo de acumulação na compartimentação geomorfológica regional.

Segundo Ceará (2005), os eventos precedentes ao Cenozóico na área se traduziram na morfologia por meio das propriedades litológicas e das estruturas que balizaram as alterações e as ações erosivas, à exceção das rochas vulcânicas alcalinas, datadas do Terciário. Ao tempo, os fatores paleoclimáticos apresentam influência na diferenciação dos processos morfogenéticos e nas feições do modelado.

A evolução do Cenozóico superior culminou no Plio-Quaternário com evidente primazia dos processos degradacionais por climas secos e/ou semiáridos sobre as estruturas cristalinas. Eles foram responsáveis pela elaboração da superfície pediplanada sertaneja e pelo acúmulo de grande volume de sedimentos levados em direção ao litoral, que deram origem aos depósitos correlativos da Formação Barreiras (SOUZA, 1988 e 2000).

A maioria dos trabalhos que tratam da evolução morfogenética nordestina indica o início do Pleistoceno com as condições morfogenéticas propícias à instalação da rede de drenagem. Deste ponto em diante, estima-se que a rede de drenagem se apresentava já em condições similares às atuais. Foi deste período em diante que se estabeleceram também as condições climatobotânicas atuais.

Embora se caracterize predominantemente como Tércio-Quaternária, a planície litorânea apresenta afloramentos do Pré-Cambriano e do Cretáceo. Moraes (2000) classifica estratigraficamente a Zona costeira de Fortaleza em: zona do Embasamento Cristalino Pré-Cambriano, Vulcanismo Fissural do Terciário, Coberturas Tércio-Quaternárias da Formação Barreiras e os Depósitos Quaternários Holocênicos da Planície Litorânea.

Na linha de costa de Fortaleza, o promontório do Mucuripe é uma feição morfológica derivada do afloramento do Cristalino, que desempenha

papel importante na elaboração da zona litorânea. Sobre esse assunto, Morais (2000) ressalta que esse afloramento tem papel de fundamental importância na elaboração do litoral, em virtude dos condicionantes de progradação ou retrogradação que provoca nas praias adjacentes. Ainda segundo o autor, a ponta do Mucuripe está relacionada com o Alto Estrutural de Fortaleza e é formado por quartzitos, gnaisses e migmatitos que em grande parte se encontra mascarado pela presença de *beach rocks* ou capeado pelas coberturas Cenozóicas.

Ao longo do Quaternário, foram desenvolvidos os processos agradacionais responsáveis pelo estabelecimento das atuais formas de relevo que comportam a planície litorânea e as planícies fluviais e lacustres. Os sedimentos Holocênicos, portanto, recentes, que recobrem a planície litorânea estão sobrepostos estratigraficamente aos depósitos da Formação Barreiras.

Na planície litorânea, o Quaternário é composto pelos sedimentos arenosos de granulação fina a média, bem classificados, que compõem a faixa de praia, terraços marinhos e campo de dunas. Também no Quaternário, comportam-se os depósitos fluvioaluvionais constituídos por areias mal selecionadas com granulometria variando de fina a grossa, localmente comportando cascalhos, siltes e argilas das planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres. Nas planícies fluviomarinhas, além destes, verificam-se sedimentos finos siltoargilosos e ricos em matéria orgânica desenvolvidos nas áreas que recebem influência dos processos marinhos e fluviais.

Souza (1988), Meireles et al. (2001), Morais (2000) ressaltam que o Quaternário foi marcado por influências galúcioestáticas que resultaram em flutuações eustáticas, as quais alternaram transgressões e regressões marinhas estritamente ligadas a mudanças climáticas úmidas e secas. Consoante os autores, durante as fases secas, prevaleceram condições degradacionais com forte atuação eólica na faixa litorânea. Quando prevaleciam condições de maior umidade, a alteração química das rochas era mais evidente, favorecendo a alteração das rochas e dissecação do relevo pela morfogênese química.

As paleofalésias, cordões de dunas estabilizados e paleodunas afastadas da praia existentes ao longo de todo o litoral cearense, constituem importantes evidências dos processos de regressão marinha, ocorridas no

Quaternário, que influenciaram diretamente a constituição atual do litoral de Fortaleza e do Ceará como um todo (MEIRELES, et al., 2001; MEIRELES et al. 2006; BRANDÃO, 1995; BRANDÃO et al. 1995; SOUZA et al., 2009; e SILVA, 1998).

Sobre a planície litorânea, os campos de dunas dispostos paralelamente à linha de costa recobrem parcialmente as planícies fluviomarinhas e os estuários. As dunas mais antigas, de coloração amarelo-avermelhada, são parcialmente fitoestabilizadas e tiveram sua origem subordinada ao retrabalhamento das areias de antigos setores de pós-praia ou de terraços marinhos antigos. As gerações de dunas mais recentes, de tonalidades mais claras, foram acumuladas durante o último episódio de regressão, que ocorreu subsequentemente à dissipação das paleodunas.

Em Fortaleza, essas evidências estão relacionadas aos relevos de paleodunas e paleofalésias verificadas em toda a região que se estende do Centro da Cidade até o estuário do rio Cocó, que, em muitos casos, apresentam grandes rupturas topográficas como as verificadas nas proximidades da Leste-Oeste (Pirambu) Praia de Iracema (Centro Cultural Dragão do Mar), av. Barão de Studart (Praia dos Diários) e Dionísio Torres.

A dinâmica costeira na planície fluviomarinha faz-se evidente nos movimentos diários de oscilação de marés, contudo, diversos autores chamam atenção para o fato de que a atual configuração dessa unidade tem sua gênese associada a episódios eustáticos ocorridos no Quaternário, pois, segundo Mereles et al. (2001, p. 9),

[...] durante a última fase glacial, em que o nível do mar atingiu aproximadamente 110m abaixo da cota atual, a planície costeira era mais extensa, com a drenagem fluvial inserida em coberturas pleistocênicas tipicamente marinhas. A planície de maré também está inserida em um contexto morfodinâmico que evidenciou oscilações relativas do nível do mar durante o Holoceno, principalmente nas áreas mais interiores dos rios Pacotí e Cocó e imediações das avenidas Sebastião de Abreu e Engenheiro Santana Júnior.

Ainda segundo Meireles et al. (op. cit.), a progradação do litoral com uma extensa planície costeira; o crescimento vertical de sedimentos com

predomínio da fração de argila nos estuários; e a dinâmica fluvioestuarina, com a origem de paleocanais e o canal atual, constituem os três eventos básicos de cunho regional que determinaram o desenvolvimento das planícies fluviomarinhas.

As oscilações do nível relativo do mar relacionadas a eventos paleoclimáticos desencadearam flutuações climáticas que interferiram diretamente nas condições fluviais e fluvioestuarinas. Essas interferências se manifestaram por meio da mudança no nível de base, na velocidade e quantidade do escoamento, na torrencialidade das chuvas, na carga de sedimentos e nos teores de salinidade.

Estas flutuações são mais marcantes pelos eventos ocorridos no Quaternário, durante os períodos de glaciação.

Nas áreas fluviais, essas evidências são encontradas no desenvolvimento de níveis de terraços, e a ocorrência de sedimentos grosseiros que não condizem com a capacidade energética atual dos rios Cocó e Maranguapinho.

No litoral, a natureza das mudanças do nível do mar e as flutuações climáticas podem ser definidas por meio de sondagens, depósitos de mangues e canais abandonados, provenientes dos eventos transgressivos e regressivos (MEIRELES, et al., 2006). Referidos autores sintetizam a gênese das formas de relevo da planície costeira de Fortaleza.

Foi através da ação das marés, das ondas e dos ventos predominantes de leste e nordeste, que se desenvolveu a deriva litorânea dos sedimentos regionalmente de leste para oeste. Durante o período de maré baixa, os ventos transportam parte dos sedimentos sobre o estiramento para a berma e daí para o interior do continente, dando origem às dunas móveis, isto se o volume de areia não for suficiente e os ventos apresentarem competência para mobilizá-lo. Ao serem edificadas as estruturas dunares (barcanas, barcanóides, parabólicas, transversais, dômicas, entre outras) e com a continuidade do processo de migração, as que alcançam canais fluvio-marinhos são consumidas pela hidrodinâmica estuarina, com os sedimentos originando bancos de areia no leito do canal. Ao atingirem a desembocadura e lançados para a linha de praia, o transporte sedimentar é regido pelo sistema de correntes litorâneas

(novamente pela ação das ondas, marés e correntes marinhas)
(MEIRELES et. al. (2006:107).

Os temas e informações aqui abordados sobre a geomorfogênese regional não apresentam caráter conclusivo, apenas resumem abordagens anteriormente procedidas e apresentam hipóteses que suscitam a necessidade de realização de estudos de natureza geológico-geomorfológica mais detalhados, que fogem a pretensão desta pesquisa.

7.6.1 Dinâmica Atual

As ações morfogenéticas manifestam-se de forma diferenciada nos diversos compartimentos de relevo, contudo são nos ambientes Quaternários onde essas ações se manifestam mais fortemente.

Na planície litorânea, a instabilidade morfogenética é maior, conseqüentemente é nessas áreas onde a dinâmica atual é mais influenciada pelos processos antropogênicos em face das suas fragilidades ambientais.

Os ventos e a deriva litorânea têm um papel fundamental nos processos geomorfogênicos, contudo, deve-se ressaltar o papel determinante das condições pluviométricas na dinâmica dos ambientes costeiros. Enquanto na estação seca os sedimentos se tornam instáveis, sendo constantemente mobilizados pela ação eólica, durante a estação chuvosa esses tendem a uma maior estabilidade em virtude da coesão que a água imprime aos sedimentos arenosos mais expostos, reduzindo assim os efeitos do transporte eólico.

A esse respeito, Meireles et al. (2006) ressaltam que o regime da distribuição pluvial determina a estacionalidade da drenagem hídrica superficial e o reabastecimento dos aquíferos subterrâneos, influenciando no deslocamento, acúmulo de sedimentos e processos de migração de partículas nos solos e camadas sedimentares.

A fixação de uma vegetação fitoestabilizadora tem papel fundamental na dinâmica costeira, ao tempo em que nas áreas sem fixação de vegetação, o

transito de sedimentos é livre. Nos setores onde há cobertura vegetal, mesmo que incipiente, a atividade eólica é atenuada.

Esses processos são mais nítidos sobre os ambientes de praia, terraços marinhos e dunas que constituem abundante estoque de sedimentos arenosos. Ao tratar da capacidade de armazenamento de sedimentos na zona de berma Meireles et al. (2001, p. 9) destacam a ideia de que

A zona de berma caracteriza-se como um importante depósito de areia que tem como função principal, atuar como regulador do aporte de areia para o perfil de praia, quando as ondas solicitam sedimentos para a deriva litorânea. Como estão ocupadas pelas construções civis, não participam deste processo, elevando o potencial erosivo da zona de praia.

As intervenções antropogênicas realizadas na zona costeira de Fortaleza interferiram de forma determinante nos fluxos de matérias e energias que comandam a dinâmica ambiental litorânea. A ocupação dos terraços marinhos e da faixa de praia proporcionou a interrupção do fluxo dos sedimentos que se deslocavam conforme orientação dos ventos alísios SE-SO que alimentavam o campo de dunas. Desta forma, sem alimentação dos sedimentos advindos do transporte eólico, deu-se início ao processo de deflação eólica dos campos de dunas. No tocante a esse aspecto, Moraes (2000, p. 119) explica que

Os fluxos eólicos sempre desempenharam papel notório no suprimento de sedimentos no entorno da ponta do Mucuripe, que divide o litoral de Fortaleza em duas partes bem distintas. A leste, a linha de costa mais retilínea constitui a fonte de sedimentos de dunas que transitavam livremente em direção ao litoral norte (ou seja, o que se situa a oeste da Ponta), formando acréscimo e subsequentemente bancos de areia ao longo de toda enseada de Mucuripe. No entanto, Fortaleza foi construída interpondo-se no caminho das dunas e com isto houve represamento do transporte eólico, contribuindo para a erosão na área imediatamente a oeste daquela ponta. A ponta do Mucuripe também separa dois tipos de fácies sedimentares que recobrem a plataforma continental adjacente.

Na década de 1950, foi construído na praia do Titã um molhe perpendicular à linha de costa para instalação do porto do Mucuripe (Figura 70). Segundo Moraes (1971), essa intervenção obstruiu os sedimentos em suspensão carregados por uma corrente de sentido noroeste e aproximadamente paralela à Praia do Futuro, que alimentava a deriva litorânea. Consequentemente, houve um desequilíbrio no balanço sedimentológico, trazendo graves consequências morfogenéticas a todo o litoral de Fortaleza e praias ao oeste da Capital.

Com a interrupção do fluxo sedimentar pelo molhe do Mucuripe, houve um acúmulo de sedimentos na bacia de evolução portuária e nas praias adjacentes, ao sudeste da ponta do Mucuripe. A esse respeito, Moraes entende que *“depois desta sedimentação, a corrente, destituída de material em suspensão e dotada de forte poder erosivo, refletiu-se na direção da Praia de Iracema, resultando a sua destruição”* (MORAIS, 1972 p. 139).

Meireles et al. (2001) citam os trabalhos de Pitombeira (1994) e Maia (1998). Referidos autores estimaram que o volume anual de sedimentos retidos com essa intervenção foram superiores a 800.000m³ por ano. Ainda conforme Meireles et al. (op. cit.), à medida que esse volume aumentava, ia se desenvolvendo uma nova zona de berma, que posteriormente foi sendo gradativamente incorporada à malha urbana com arruamentos, instalação de equipamentos públicos e construções, como ocorreu na Praia do Futuro e no Serviluz.

Se de um lado houve a interrupção do fluxo sedimentar que ocasionou a “engorda” da Praia do Futuro, de outro, desencadeou erosão nas praias a oeste da ponta do Mucuripe em virtude do déficit no balanço sedimentológico. Os efeitos erosivos desencadeados foram potencializados pela à expansão urbana sobre as áreas fontes de sedimentos eólicos do campo de dunas que alimentavam a deriva litorânea das praias do litoral oeste de Fortaleza.

Figura 70 Molhe do porto do Mucuripe. Notar a sedimentação na Praia do Titanzinho (esquerda) e o baixo padrão de ocupação.

Essa nova configuração desencadeou a necessidade de construção de uma série de obras de engenharia para contenção dos efeitos erosivos. Ao total, foram construídos 14 espigões perpendiculares à costa e diversas outras ações localizadas, incluindo o aterro da Praia de Iracema para atenuar os efeitos da abrasão marinha. A Figura 71 mostra algumas dessas intervenções, com a série de molhes construídos ao longo do litoral e o referido aterro.

Morais (1980), Meireles et. al. (2001) e Meireles et al. (1990) estabeleceram as relações morfológicas associadas à interrupção do fluxo sedimentar da deriva sedimentar aos processos erosivos na linha de costa, principalmente nas praias a oeste de Fortaleza e formação de bancos de areias na foz do rio Ceará, comprovando o impacto dessas ações antropogênicas. Ainda segundo os referidos autores, essas intervenções desencadearam uma

dinâmica litorânea peculiar, que interage com 14 espigões, muros de arrimo, marinas e atividades portuárias.

Figura 71 Intervenções estruturais ao longo da linha de costa para conter a erosão marinha. Notar os molhes em grande parte do litoral e o aterro na Praia de Iracema (direita).

Fonte: adaptado de SEMACE (2007) Imagem QuickBird, resolução 60cm.

Na Barra do Ceará, o problema está relacionado à existência de dois corpos dunares isolados, circundados pela ocupação urbana. Assim como ocorreu com as demais dunas da planície litorânea, essas feições tiveram sua gênese na remobilização das areias depositadas na faixa de praia na maré baixa pelos ventos alísios para o interior do Continente, cujas direções dominantes são de leste para sudeste, que se depositavam nas dunas e posteriormente eram mobilizados para a margem direita do rio Ceará. Ao entrar no sistema estuarino, esses sedimentos eram submetidos ao transporte litorâneo, indo alimentar as praias situadas ao oeste da foz do rio Ceará, contribuindo, assim, para atenuar os efeitos da abrasão marinha nas praias do Município de Caucaia (Iparana, Icaraí e Cumbuco).

Meireles et al. (2001) relatam que o bloqueio do transporte desses sedimentos iniciado pela expansão do arruamento e da urbanização das praias do Pirambu e Goiabeiras impediu a reposição do material para o sistema

dunar, suprimindo permanentemente o trânsito e acesso de areia para as dunas, submetendo-as a processos intensos de deflação eólica causando soterramento das vias de acesso e residências em virtude da intensa ocupação das margens desses corpos dunares.

Com a interrupção do aporte de sedimentos no sistema estuarino do rio Ceará foram desencadeados efeitos erosivos acentuados, o que culminou na remoção da faixa de areia situada à margem direita do rio, desencadeando a necessidade de construção de um molhe perpendicular à praia para proteção da sua foz e o avanço da linha de costa ao oeste do estuário. Os efeitos morfodinâmicos mais fortes da erosão marinha a oeste fazem-se sentir na abrasão das falésias em Iparana, na redução da faixa de praia e destruição de construções no Icaraí. A Figura 79 apresenta uma aproximação simplificada do fluxo sedimentar na porção oeste do litoral de Fortaleza, na foz do rio Ceará.

Figura 72 Representação esquemática do transporte sedimentar no litoral oeste e os efeitos da urbanização.

Fonte: adaptado de SEMACE (2007) Imagem QuickBird, resolução 60cm.

Nas planícies fluviomarinhas, os agentes que comandam a dinâmica atual são mais nítidos mediante a oscilação diária das marés. Deve-se ressaltar, contudo, que vários outros agentes morfodinâmicos atuam nesse sistema. Os ambientes estuarinos têm papel fundamental na dinâmica litorânea. Nesse sistema, a vegetação de mangue atua no processo de

estabilidade geomorfológica, impedindo a erosão das margens, controlando os efeitos das cheias e a retenção do transporte eólico.

A realimentação da deriva litorânea pela remobilização dos sedimentos eólicos que entram no sistema estuarino e que posteriormente são lançados na costa, realimentando a dinâmica costeira, são de fundamental importância para o equilíbrio sedimentológico, e, portanto, o equilíbrio da dinâmica ambiental de toda a zona costeira. O efeito marcante da interrupção do transporte sedimentar nos ambientes estuarinos é o demonstrado no estuário do rio Ceará, com a formação de bancos de sedimentação e a erosão costeira das praias ao oeste, como anteriormente abordado.

A vegetação de mangue tem papel fundamental na manutenção da funcionalidade sistêmica. Com a retirada da cobertura, o efeito protetor das margens é atenuado, desencadeando processos erosivos e ampliação da área de alagamento, quando da incidência de grandes precipitações e/ou marés de sizígia.

As alterações na dinâmica estuarina são sentidas em todos os estuários da RMF, onde a formação de bancos de areias e soterramento pelas areias das dunas é visível. No Cocó, é possível verificar um processo de migração de sua foz com um desvio no sentido da deriva litorânea, no sentido noroeste (Figura 73).

As planícies fluviais são unidades onde a dinâmica ambiental é intensa e o principal agente morfodinâmico é o rio; contudo, considerar os processos morfogenéticos nas planícies fluviais requer a compreensão da dinâmica ambiental e das atividades antropogênicas desenvolvidas em toda a bacia hidrográfica e não somente sobre o canal fluvial e as áreas de deposição e/ou erosão na planície.

A intensa retirada da cobertura vegetal, no primeiro momento, para dar lugar a uma ocupação pautada no desenvolvimento das atividades de subsistência, e no segundo, para arruamento e ocupação urbana, contribuiu para aumentar a quantidade de materiais que chegam ao sistema fluvial. Ao mesmo tempo, que houve um incremento na quantidade de matéria, procedeu-se a redução na energia disponível no sistema, devido, sobretudo aos barramentos a montante, o que pode ser verificado nos rios Cocó, Pacoti e Maranguapinho.

Figura 73 Foz do rio Cocó. Notar a formação de ilhas e bancos de areia.

Quando ocorrem eventos ‘espasmódicos’ relacionados às grandes concentrações pluviométricas, o aporte de sedimentos que chegam aos canais principais dos rios não encontra condições para serem transportados pelo sistema fluvial. Esse excesso de sedimentos acumula-se ao longo dos canais principais, assoreando-os e formando bancos de areia.

O constante assoreamento, aliado à retirada da vegetação ribeirinha (que originalmente exercia papel de atenuador das cheias), e o elevado índice de eutrofização em grande parte dos corpos hídricos municipais fazem com que seja ampliada a área de espraiamento das águas quando da incidência de precipitações.

Os canais fluviais já bastante assoreados não têm capacidade de escoamento, fazendo com que sejam inundadas áreas marginais. Esse fenômeno faz com que áreas que anteriormente só eram inundadas quando da incidência de eventos pluviométricos intensos sejam objeto de constantes inundações. A Figura 74 apresenta o elevado potencial de espraiamento das

águas do rio Maranguapinho, em virtude das condições de relevo e do elevado índice de eutrofização.

Figura 74 Elevado índice de eutrofização, potencializando os efeitos das cheias na planície do rio Maranguapinho - imediações do bairro Autran Nunes.

Esse processo também se manifesta sobre as planícies lacustres e fluviolacustres. Vários são os registros, em Fortaleza, de lagoas que passaram por severa deposição de sedimentos e atualmente se encontram totalmente assoreadas, com uma morfologia de área aplainada, apresentando problemas de drenagem quando do período chuvoso. A Figura 75 mostra o processo de desobstrução e limpeza da Lagoa da Itaperoaba como medida paliativa para redução de riscos na quadra chuvosa. Ainda na figura é possível visualizar o avanço da ocupação urbana sobre a Lagoa, culminando na redução de seu espelho d'água.

No setor sudeste do Município, nas áreas de contato dos sedimentos do Barreiras sobre o embasamento cristalino, nota-se certa irregularidade altimétrica entre a disposição do pacote sedimentar.

Figura 75 Desobstrução e limpeza da Lagoa da Itaperoaba.

Tal diferença decorre de paleorrelevos dissecados do cristalino. Esses paleorrelevos apresentavam-se como ressaltos topográficos antes da sedimentação Pliopleistocênica do Barreiras. Souza (1988 e 2000) presume que no sopé dessas colinas dissecadas (paleorrelevos), em condições de semiaridez se formaram pequenos depósitos sedimentares e rampas de colúvio que se estendiam até a base dos maciços residuais existentes na RMF.

Na fase de deposição do Barreiras, esses paleorrelevos foram parcialmente sobrepostos por uma pequena camada sedimentar, que, em virtude do ressalto topográfico, a predominância de uma cobertura argilosa e a pouca espessura da camada sedimentar quando do início dos processos erosivos no período pós-deposicional, foram mais facilmente removidas, deixando as rochas cristalinas expostas.

Souza (2000) referencia o trabalho de Mabesoone et al. (1975), ao enfatizar que quando a denudação e a erosão atingem a rocha cristalina inalterada, os processos geomorfológicos destrutivos estagnam muito lentamente. Esse movimento não levaria a um aplainamento, mas somente à

exumação de um eventual relevo preexistente. Tal fato justifica a proximidade do embasamento cristalino com as feições litorâneas, bem como a existência de paleorrelevos dissecados que se apresentam nas porções sudoeste e sudeste do Município.

Na região sudeste do Município, principalmente no bairro da Paupina, nota-se um ressalto topográfico em forma de crista residual que atinge altitudes superiores a 50 metros. Essa superfície irregular está relacionada aos afloramentos do cristalino que tiveram seus topos exumados pelos processos erosivos na fase pós-deposicional e pelas atividades antropogênicas (Figura 76). Os sedimentos Barreiras e as coberturas eluviais que circundavam esses morros formaram um grande depósito que foi amplamente explorado por atividades de mineração.

Atualmente a retirada do material expôs os quartzitos e gnaisses que davam suporte a esses paleorrelevos. Ante o exposto, fica evidente que os processos morfodinâmicos atuais exibem os reflexos da ocupação desordenada, o que contribui para o aceleração e, em muitos casos, reativação dos processos degradacionais.

Figura 76 Aforamento do Cristalino acentuado por mineração no Bairro Paupina.

8 FRAGILIDADE AMBIENTAL, VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS

8.1 *Fragilidade ambiental*

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

Embora esteja pautada numa perspectiva de indissociabilidade entre as componentes ambientais e suas interações com a sociedade, a classificação ora apresentada utiliza o relevo como elemento fundamental de definição da fragilidade ambiental. Não se trata simplesmente de uma compartimentação do relevo ou uma análise das formas *per si*, mas sim da interconexão estabelecida entre o relevo com as demais componentes da natureza, os processos atuantes e as intervenções da sociedade.

Embora tenha sido utilizada uma série de informações acerca dos componentes que constituem os diferentes sistemas ambientais, a legenda da fragilidade foi simplificada em uma combinação sequencial numérica, que apresenta os dados referentes ao relevo, ao solo e à ocupação do território.

A atribuição da sequência numérica, bem como o valor representado para cada componente, considera os preceitos estabelecidos nos procedimentos metodológicos da pesquisa. Deste modo, os dados na legenda são apresentados numa sequência que varia de 1 (muito fraca) a 5 (muito forte), conforme o grau de fragilidade (potencial e emergente).

Optou-se por não utilizar a componente climatológica, visto que a área apresenta certa homogeneidade nas condições climáticas. Trata-se de uma

área de pequena extensão territorial (pouco mais de 300 km²) onde não se verifica a influência do relevo nas condições de precipitações por meio de chuvas orográficas ou diferenciações de temperatura nos diferentes setores do território¹⁶. Deste modo todo o clima da área foi considerado como de fragilidade elevada, já que chove mais de 1200mm/ano concentrados quase totalmente no primeiro semestre do ano, sobretudo, durante os meses de março a maio.

O estabelecimento do indicador de fragilidade do relevo foi feito numa perspectiva integrada, não se restringindo aos aspectos morfométricos. Foram considerados, além da forma e declividade, os materiais constituintes e processos atuantes nas formas de relevo.

Em decorrência dessa combinação, a classificação numérica e qualitativa da fragilidade do relevo não seguiu estritamente o definido nas classes de declividade da proposta inicial de Ross (1994). Tal escolha se deu, sobretudo, pelas condições de declividade predominante (entre 0 e 6%) e em razão do elevado grau de alteração da paisagem pela urbanização, optando-se assim por um critério mais integrador do relevo com os elementos retromencionados.

Especificamente no que se refere à fragilidade dos solos esta foi o resultado das características dos solos aliados aos níveis de transformação do ambiente pelas atividades antropogênicas. Essa definição se deu em virtude do elevado grau de urbanização existente em Fortaleza, onde os solos em muitos casos foram compactados ou estão sotopostos às estruturas urbanas, sobretudo, ao recobrimento asfáltico e infra-estrutura viária e urbana como um todo.

A cobertura vegetal e o grau de urbanização constituem o último indicador numérico da fragilidade. Este indicador assume significativa importância, haj vista que a maior ou menor proteção dos solos aos efeitos da energia cinética das gotas de chuva, a capacidade de mobilidade de partículas dos solos e a velocidade e intensidade do escoamento superficial, de modo

¹⁶ As diferenciações estão relacionadas a sensação térmica, em virtude da maior incidência de ventos e em razão do fenômeno de ilhas de calor; no entanto, não representam diferenças significativas que mereçam ser tratadas em separado para o atendimento dos objetivos desta pesquisa.

que é sobremaneira influenciado pelas condições de cobertura vegetal e o tipo de urbanização.

Ao todo foram encontradas 32 unidades de fragilidade ambiental (o que corresponde a 588 polígonos), agrupadas nas categorias de fragilidade potencial e emergente, sendo 14 de fragilidade potencial e 18 de fragilidade emergente. Um fato a ser destacado é que, com base nos critérios de classificação utilizados, não foram encontrados ambientes de fragilidade muito baixa, tanto nas unidades de fragilidade potencial como nas de fragilidade emergente.

Das 14 unidades de fragilidade potencial, quatro foram consideradas como de baixa fragilidade e estão situadas sobre os tabuleiros pré-litorâneos e paleodunas. As unidades de média fragilidade se dividem em sete categorias e estão situadas, principalmente, sobre os tabuleiros e os terrenos cristalinos. Já no que se refere às unidades de forte fragilidade, estas estão divididas em duas categorias, todas situadas no campo de dunas, onde a urbanização já está consolidada. Por fim, as fragilidades potenciais muito fortes situam-se sobre setores dos terraços marinhos, representando apenas uma ocorrência.

As unidades de fragilidade emergente apresentam maior diversidade, fazendo com que sua subdivisão seja mais complexa. Justamente por isso, foram encontrados 18 diferentes tipos de unidades. Destas, duas são classificadas como de baixa fragilidade e apenas uma é considerada de fragilidade média. Já as que podem ser classificadas como de forte fragilidade correspondem a sete unidades, e as de situação mais crítica, classificadas enquanto muito forte, são em maior número, com oito ocorrências.

Pode ser destacado um aspecto similar entre esses dois tipos de unidades (forte e muito forte), já que ambas estão situadas predominantemente sobre os terrenos inconsolidados da zona litorânea ou das áreas de acumulação derivadas da dinâmica fluvial e lacustre.

O Quadro 10 apresenta a síntese das unidades de fragilidade, considerando sua categoria (se potencial ou emergente), a unidade (baixa, média, forte e muito forte), compartimento geomorfológico no qual cada unidade está inserida e os indicadores de fragilidade na seguinte sequência: relevo, solos e cobertura. Por fim há o código atribuído a cada unidade.

A Figura 77 apresenta o mapa de fragilidade ambiental, onde é possível verificar a distribuição espacial das unidades de fragilidade potencial e emergente no território.

Quadro 10 Síntese da Fragilidade Ambiental

CATEGORIAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL		UNIDADE GEOMORFOLÓGICA	INDICADORES DE FRAGILIDADE ¹	CÓDIGOS DE FRAGILIDADE
FRAGILIDADE POTENCIAL	BAIXA	Tabuleiros Pré-litorâneos	122, 222	Dt122; Dt222
		Paleodunas	221, 222	Adp221, Adp222
	MÉDIA	Dunas Fixas	232	Adf232
		Tabuleiros Pré-litorâneos	223, 224, 232	Dt223; Dt224; Dt232,
		Terraços Marinheiros	232	Atm232
		Depressão Sertaneja	233	Dp233
		Atividades antropogênicas (mineração)	224	Fam224
	FORTE	Dunas Fixas	332, 333	Adf332; Adf333
	MUITO FORTE	Terraços Marinheiros	244	Atm244
FRAGILIDADE EMERGENTE	BAIXA	Tabuleiros Pré-litorâneos	234	Dt234
		Atividades antropogênicas (mineração)	233	Fam233
		MEDIA	Terraços Marinheiros	Atm244
	FORTE	Terraços Marinheiros	333, 343, 354	Atm333; Atm343; Atm354
		Terraços Fluviais	444	Atf444
		Planícies lacustres	544	Apl544
		Tabuleiros pré-litorâneos	334	Dt334
		Atividades antropogênicas (mineração)	435	Fam435
	MUITO FORTE	Faixa de Praia	555	Apm555
		Dunas Móveis	555	Adm555
		Dunas Fixas	554	Adf554
		Planície Fluviomarinha	555	Api555
		Planície Fluvial	555	Apf555
		Planície Lacustre	545	Apl545
		Relevos Vulcânicos Residais	555	Dr555
		Atividades antropogênicas (aterro sanitário)	545	Fas545

¹ – A definição numérica dos indicadores segue a seguinte ordem: relevo, solos e cobertura.

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Por intermédio da análise do mapa de fragilidade ambiental (Figura 77) verifica-se que as unidades de fragilidade potencial, portanto, menos frágeis, estão situadas essencialmente sobre os tabuleiros pré-litorâneos e nos terrenos cristalinos da depressão sertaneja. A primeira (tabuleiros) ocupa praticamente toda a porção central do Município, estendendo-se para o sul, sendo recortada localmente pelas áreas mais frágeis das planícies fluviais e lacustres.

As áreas de fragilidade potencial nos terrenos cristalinos situam-se na porção meridional, apresentando certa continuidade espacial, estendendo-se desde a porção sudeste ao sudoeste. Neste último, atinge maior penetração em direção N-NO. Ocasionalmente, essas unidades são interrompidas por ambientes mais frágeis das planícies (fluviais e lacustres) e os de maior estabilidade situados sobre os tabuleiros pré-litorâneos.

Ainda quanto à distribuição das unidades de fragilidade potencial em relação à geomorfologia, as exceções são configuradas pelas áreas de paleodunas e dunas fixas (onde os processos de edafização já se consolidaram) que já passaram por avançado estágio de transformação e atualmente se encontram completamente urbanizadas, contando inclusive, com uma boa qualidade de infraestrutura urbana.

Quando se observa a distribuição das unidades de fragilidade emergente, verifica-se que estas estão concentradas na zona costeira, sobretudo, ao nordeste, na região da Sabiaguaba e ao longo dos principais cursos fluviais, notadamente os rios Cocó e Maranguapinho. São ambientes que originalmente deveriam ser destinados à manutenção da funcionalidade sistêmica, devendo, portanto, ser vedada sua ocupação.

Há também uma grande concentração desses ambientes nas áreas relacionadas às planícies fluviais e lacustres. São ambientes de extrema fragilidade, constantemente sujeitos a inundações, cuja função primordial é o espraiamento das águas quando dos períodos de maior intensidade pluviométrica, sobretudo, nos eventos de baixa frequência e grande magnitude.

Em função de suas declividades os relevos vulcânicos residuais também são ambientes que apresentam fragilidade ambiental muito forte, sendo, portanto, vedada sua ocupação. Tal fato já ocorre na prática, pois, sobre o Morro Caruru, a atividade predominante é a mineração e o Ancuri está

totalmente sendo utilizado como estação elevatória para distribuição de água tratada para o Município.

Com base no que fora constatado acerca da fragilidade, pode-se afirmar que a distribuição dos ambientes mais frágeis segue estreita correlação com a componente geomorfológica, embora já tenha sido enfatizado que não é resultado desta, somente. Apesar da diversidade de ambientes que apresentam uma fragilidade emergente forte ou muito forte, a situação mais preocupante se dá nas áreas de planície fluvial.

Tal preocupação decorre da elevada situação de fragilidade deste ambiente, que está susceptível à incidência de eventos de grande intensidade, e atualmente está com sua funcionalidade sistêmica comprometida em decorrência da ocupação urbana descontrolada. A atual situação das planícies fluviais, sobretudo as situadas sobre os rios Cocó e Maranguapinho, configuram as condições necessárias para eclosão de situações extremamente graves, ainda mais quando considerada a vulnerabilidade das populações assentadas nesse ambiente, tema este que será abordado no item subsequente.

8.2 Vulnerabilidade social

A vulnerabilidade social aqui apresentada refere-se ao Índice Composto da Vulnerabilidade Social – IVS produzido pela Secretaria de Assistência Social do Município de Fortaleza – SEMAS. Como já abordado nos procedimentos metodológicos e operacionais, o referido índice foi constituído com base nos dados dos setores censitários do IBGE (Censo 2000) e considerou os dados relativos a saneamento, habitação, renda e situação social.

Do montante de 2.194 setores censitários existentes no Município, 20 foram excluídos por problemas operacionais. Segundo a SEMAS (2009), 14 foram excluídos por apresentarem valores pequenos para o cálculo dos

indicadores e seis por se tratarem de setores especiais¹⁷ (assim classificados no Censo) fazendo com que eles tenham uma coleta diferenciada em relação aos demais, portanto, não servindo para a base de cálculo.

A análise dos setores censitários revelou que, numa escala que vai até 10 o IVS mínimo calculado foi 0,44, e o máximo foi de 7,82. Posteriormente foi obtida a média do índice para os 2.174 setores censitários analisados no Município, que foi de 4,29, cujo desvio-padrão foi calculado em 1,61.

De posse desses dados (média e desvio-padrão), foi possível estabelecer a classificação dos graus de vulnerabilidade, conforme apresentado na Tabela 18, onde M = Média e DP = Desvio-Padrão.

Tabela 18 Base de cálculo dos graus de vulnerabilidade

ÍNDICE	CALCULO		VALOR
	FORMULA	DADOS	
Baixa	$M - (\frac{1}{2} DP)$	$4,29 - (1,61 / 2)$	3,49
Média	M	4,29	4,29
Elevada	$M + (\frac{1}{2} DP)$	$4,29 + (1,61 / 2)$	5,10
Muito Elevada	$M + (1,5 \times DP)$	$4,29 + (1,5 \times 1,61)$	6,71

Fonte: Adaptado de SEMAS (2009).

Conforme os resultados obtidos, puderam ser estabelecidos os quatro níveis de vulnerabilidade. As vulnerabilidades mais baixas são aquelas cujo IVS não ultrapassa 5,10, correspondendo às categorias de baixa vulnerabilidade, que vão de 0,44 até 3,48 e média vulnerabilidade situada entre 3,49 e 5,10. Já as vulnerabilidades mais acentuadas partem de 5,11, atingindo um índice máximo de 7,82, e agrupam duas categorias: vulnerabilidade elevada, que compreende o intervalo de 5,11 até 6,71; e vulnerabilidade muito elevada que se inicia em 6,72, atingindo o pico máximo de 7,82.

A Tabela 19 apresenta a relação entre as categorias de vulnerabilidade social, o IVS calculado e a quantidade de setores censitários que se enquadram em cada uma das categorias definidas.

A análise dos dados apresentados na Tabela 19 revela alguns aspectos interessantes, já que a quantidade de setores censitários nos três primeiros graus de vulnerabilidade apresenta bastante proximidade, como pode

¹⁷ Setores especiais são aqueles que, por apresentarem características especiais, a coleta das informações é diferenciada. Como exemplo, tem-se quartéis, hospitais etc.

ser graficamente verificado na Figura 78, que mostra o percentual de setores existentes em cada categoria do IVS.

Tabela 19 Cálculo da vulnerabilidade social

INDICADOR DE VULNERABILIDADE	IVS			SETORES CENSITÁRIOS	
	Min.	Max	Médio	Número	Percentual
Baixo	0,44	3,48	2,58	772	35,5%
Médio	3,49	5,10	4,20	700	32,2%
Elevado	5,11	6,71	5,99	525	24,1%
Muito Elevado	6,72	7,82	7,04	177	8,1%
TOTAL				2.174	100%

Fonte: Adaptado de SEMAS (2009).

Figura 78 Percentual de setores censitários quanto ao grau de vulnerabilidade.

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

A Tabela 20 apresenta a população e o número de domicílios existentes nas quatro categorias de vulnerabilidades. Uma análise pouco criteriosa desses dados pode levar a conclusões que podem mascarar a realidade socioambiental do Município. Tal preocupação justifica-se, pois, se analisadas conjuntamente as categorias de baixa e média vulnerabilidade, constituem praticamente dois terços dos domicílios (66,82%), o que representa mais de 1.410.000 pessoas. Trata-se de um significativo contingente populacional que se encontra em situação que varia de boa a confortável quanto à vulnerabilidade social.

Tabela 20 Vulnerabilidade Social em relação a população e domicílios

INDICADOR DE VULNERABILIDADE	POPULAÇÃO		DOMICÍLIOS	
	Número	Percentual	Número	Percentual
BAIXO	696.340	32,54 %	180.339	34,3 %
MÉDIO	713.953	33,3 %	171.256	32,52 %
ELEVADO	561.819	26,26 %	134.775	25,63 %
MUITO ELEVADO	168.932	7,90 %	39.677	7,55 %
TOTAL	2.141.044	100,00 %	526.047	100,00 %

Fonte: Adaptado de SEMAS (2009).

Se de um lado dois terços da população vivem em condições aceitáveis do ponto de vista da vulnerabilidade social, de outro, cerca de um terço sobrevive em condições de acentuada vulnerabilidade. Trata-se de uma situação de enorme gravidade, visto que mais de 34,16%, ou seja, cerca de 730 mil pessoas vivem em condições vulneráveis. A Figura 79 detalha a concentração populacional em cada uma das categorias de vulnerabilidade.

Figura 79 Distribuição da população em relação ao IVS.

Fonte: Adaptado de SEMAS (2009).

Baseado em uma análise detalhada dos números, é possível constatar que mais de meio milhão de pessoas, o que corresponde a mais de 26% da população, vivem em condições de vulnerabilidade elevada.

Embora, percentualmente, a população que vive sob piores condições de vulnerabilidade social seja minoria, é importante atentar para a noção de que estes 7,9% correspondem a aproximadamente de 168.000 pessoas. Esse

número representa enorme contingente populacional, superior a população total da maioria dos municípios cearenses.

Os dados apresentados refletem o enorme problema habitacional existente em Fortaleza, já que o índice composto da vulnerabilidade social (IVS) é a síntese de uma série de variáveis socioeconômicas que são reflexo das condições de vida da sociedade. A Figura 80 mostra a vulnerabilidade social em relação aos domicílios.

Figura 80 Distribuição do número de domicílios em relação ao IVS.

Fonte: Adaptado de SEMAS (2009).

Mediante análise dos dados apresentados (Tabela 19 e Tabela 20), é possível verificar que, não por acaso, existe estreita relação em termos percentuais entre o número de setores censitários, a quantidade de domicílios, a população residente e sua classificação quanto aos graus de vulnerabilidade. A Figura 81 apresenta graficamente esta relação.

Como já apontado nos aspectos relativos à urbanização e problemas socioambientais derivados desse processo, a vulnerabilidade da sociedade apresenta clara diferenciação espacial no território; diferenciação esta resultante de movimentos articulados dos diferentes agentes produtores do espaço.

Figura 81 Gráfico da relação entre o percentual de setores censitários, domicílios e população quanto à vulnerabilidade social.

Fonte: Adaptado de SEMAS (2009).

Tal fato pode ser facilmente constatado, já que as melhores condições de vulnerabilidade se apresentam nas áreas mais valorizadas, que, não por acaso, são as que dispõem de melhores condições urbanas e de infraestrutura.

A Figura 82 apresenta o mapa com graus de vulnerabilidade social em Fortaleza. Por meio da análise espacial do mapa, é possível verificar a distribuição desigual no território municipal dos diferentes graus de vulnerabilidade e constatar como essa vulnerabilidade se insere numa perspectiva de diferenciação espacial.

Não por acaso, há uma estreita relação entre o índice de vulnerabilidade social e as zonas definidas no planejamento urbano-ambiental municipal. Tal fato pode ser evidenciado na sobreposição dos mapas de vulnerabilidade social com o zoneamento urbano-ambiental do Município, apresentados no Plano Diretor (PDPFor). A análise espacial desses mapas revela estreita correlação entre o zoneamento e os índices de vulnerabilidade social.

Figura 82 Mapa do Índice da Vulnerabilidade Social (IVS) em Fortaleza.

Para melhor exemplificar essa relação, detalhar-se-á melhor a distribuição espacial da vulnerabilidade social com o zoneamento urbano-ambiental, a fim de verificar se há uma espacialização desigual da distribuição da população no território.

Os setores com menor vulnerabilidade social encontram-se nas zonas mais valorizadas da cidade. Esses são os espaços na cidade que concentram parcela significativa da população de maior renda, apresentando melhor disponibilidade de infraestrutura e maior oferta de serviços urbanos.

A maior concentração dessa faixa de população (com baixa vulnerabilidade) se dá nas zonas de urbanização consolidada (ZOC) e nas zonas de ocupação preferencial (ZOP) 1 e 2, como pode ser verificado na Figura 83.

A ZOC é integrada pelos bairros da Varjota, Meireles, Aldeota e trechos do Papicu, sendo composta em quase sua totalidade por setores dotados de baixa vulnerabilidade social, o que evidencia a concentração de um público com melhores condições financeiras. Não por acaso, trata-se do setor mais urbanizado da Cidade, apresentando uma grande valorização do solo.

As ZOP 1 e 2 também apresentam, em quase sua totalidade, setores censitários de baixa vulnerabilidade social, com destaque para as áreas que envolvem o Jacarecanga, Parquelândia, Centro, Benfica e Fátima.

Outra significativa concentração de baixos índices de vulnerabilidade ocorre entre os bairros Benfica e Parangaba cujo eixo principal situa-se entre as avenidas dos Expedicionários e José Bastos. Da Parangaba em direção ao sul, já existe um estreitamento desses setores, estendendo-se ao longo da avenida Godofredo Maciel até o bairro da Maraponga.

Na região das Seis Bocas, sobretudo, nos bairros Cidade dos Funcionários, Cambéa, Lago Jacaré e adjacências, destaca-se um núcleo de baixa vulnerabilidade aparentemente isolado. É importante destacar, porém, o fato de que, para além dos dados considerados no cálculo uma análise empírica do movimento de construção da cidade ocorrido no último decênio (intervalo dos censos 2000-2010) permite afirmar-se que ocorreu uma grande concentração de serviços e infraestrutura ao longo da zona de ocupação moderada (ZOM) 1 e 2.

Figura 83 Distribuição do IVS Baixo em relação ao Macrozoneamento.

Esse crescimento ocorreu de forma muito acelerada, sobretudo nas proximidades dos bairros situados ao longo do eixo viário da av. Washington Soares, notadamente nos bairros Edson Queiroz, Salinas, Luciano Cavalcante e Cidade dos Funcionários, fazendo com que o quadro de aparente isolamento desse núcleo de baixa vulnerabilidade não seja condizente com a atual realidade socioeconômica da região.

Trata-se de um setor que experimenta um *boom* imobiliário, em virtude da expansão da cidade para o sudeste em direção ao Cambé e aos condomínios de alto padrão como o *AlphaVille*, situados nos municípios vizinhos (Eusébio e Aquiraz).

Outro aspecto que chamou atenção foi o fato de o Conjunto Ceará I e II, em sua totalidade, estar classificados como de baixa vulnerabilidade. Trata-se de um contraste marcante com as áreas do seu entorno imediato, classificados como de vulnerabilidade elevada. Inicialmente, acreditava-se que se tratava de uma área com certa similaridade do ponto de vista das condições socioeconômicas e, por conseguinte, no IVS.

Já no que se refere à distribuição espacial dos setores de média vulnerabilidade, verifica-se que esta categoria é a que se apresenta de modo mais uniformemente distribuído no território municipal. Ela está presente em praticamente todas as zonas do Município, à exceção das zonas mais urbanizadas (ZOP e ZOC). A Figura 84 mostra a espacialização dos setores de média vulnerabilidade em relação ao zoneamento urbano-ambiental.

Sua ausência é mais marcante nos setores de ocupação consolidada, onde há um amplo predomínio de baixa vulnerabilidade. Também apresenta pouca presença em setores da ZOM1 situados nas imediações do *shopping* Iguatemi, próximo à Sebastião de Abreu, que é também é um setor com predominância de baixa vulnerabilidade.

O que pode ser caracterizado como principal característica dos setores de média vulnerabilidade é sua predominância espacial sobre as zonas de requalificação urbana (ZRU). Do ponto de vista da concentração espacial, é o setor oeste da cidade que apresenta um predomínio de média vulnerabilidade, com destaque para a região da Barra do Ceará, que exhibe a maior concentração desse tipo de vulnerabilidade.

Figura 84 Distribuição do IVS Médio em relação ao Macrozoneamento.

Seguindo a lógica de diferenciação espacial no território, os setores de média vulnerabilidade fazem uma transição das áreas de baixa vulnerabilidade para os setores que apresentam vulnerabilidade elevada.

Essa característica transicional pode ser facilmente verificada na mudança da zona de ocupação preferencial para a de requalificação urbana, onde há amplo domínio de condições de média vulnerabilidade.

Os setores mais vulneráveis estão situados primordialmente na zona de requalificação urbana, verificando-se também a existência nas zonas de ocupação moderada e de ocupação restrita.

Do ponto de vista de sua espacialidade, os setores de elevada vulnerabilidade encontram-se praticamente em toda a porção sudoeste, sul e sudeste do Município, como apresentado na Figura 85. Esta localização caracteriza uma perspectiva de concentração dessa condição de vulnerabilidade nas zonas mais periféricas da cidade, nas porções mais afastadas das áreas centrais e/ou dotadas de melhores condições de infraestrutura.

Ainda quanto ao aspecto espacial, há nítida relação com a planície fluvial do rio Maranguapinho que, como já mencionado, à exceção do Conjunto Ceará, toda a área imediata de entorno do referido Rio é composta (em sua maioria) por setores que apresentam elevada vulnerabilidade social.

Também no extremo sul, verifica-se grande concentração desses setores, sobretudo nos principais afluentes do rio Cocó, com maior incidência nas proximidades do Planalto Ayrton Sena (antigo Pantanal) e José Walter. Verifica-se também grande aglomeração desses setores na Grande Messejana, Barroso e Mata Galinha, bairros situados na porção sudeste.

Paupina, Ancuri e Pedras são bairros inseridos na Zona de Ocupação Restrita, mas que também apresentam grande quantidade de setores em situação de vulnerabilidade elevada.

Ademais, há concentrações na Praia do Futuro I e II, Cais do Porto, Castelo Encantado, Serviluz e Goiabeiras. São áreas litorâneas onde há grandes problemas de ordem socioeconômica e ambiental.

Figura 85 Distribuição do IVS Elevado em relação ao Macrozoneamento.

Os setores mais problemáticos são os que apresentam um quadro de vulnerabilidade social muito elevada. Nessas áreas, a situação social é crítica, e a precariedade é regra. Estão concentrados, sobretudo nas proximidades dos principais corpos hídricos da cidade, bem como nas áreas de dunas inconsolidadas.

A Figura 86 apresenta a distribuição espacial dos setores com vulnerabilidade ambiental muito elevada em sobreposição ao zoneamento, onde é possível constatar que estes setores estão situados em parte ou na sua totalidade na macrozona de proteção ambiental, sobretudo nas zonas de proteção e recuperação ambiental. Quando não estão nessa macrozona, situam-se sobre a zona de requalificação urbana e em alguns poucos setores na zona de ocupação restrita.

Como já apontado, sua espacialidade acompanha os cursos fluviais e corpos lacustres mais importantes, bem como as áreas de dunas. No tocante a este ambiente (dunas) sua maior concentração se dá na região da Sabiaguaba (NE), Vicente Pinzon, partes do Mucuripe, Praia do Futuro e Papicu, que são áreas de ocupação irregular desses bairros.

Em Fortaleza, verifica-se uma situação diferente em relação às principais cidades litorâneas do Brasil. Nas demais urbes, à exceção da região portuária, não se verifica a ocupação de uma população de baixa renda na região litorânea. Em Fortaleza, há verdadeiros bolsões de pobreza na zona da orla, contando inclusive com favelas na faixa de praia, como é o caso do bairro das Goiabeiras.

No extremo sudoeste, a concentração se dá nos bairros Siqueira, Granja Lisboa e Bom Jardim, estando normalmente associadas aos setores de proteção ambiental das planícies fluviais do rio Maranguapinho e seus afluentes.

Figura 86 Distribuição do IVS Muito Elevado em relação ao Macrozoneamento.

Dentre todos os setores que apresentam vulnerabilidade social muito elevada, o pior está situado no Autran Nunes. Neste setor, o IVS atinge o valor máximo encontrado, que é de 7,82, onde habitam 621 pessoas residentes em 131 domicílios, o que dá em média 4,74 habitantes por moradia. Constitui um valor mais elevado do que a média geral da cidade, que é de pouco mais de quatro (4,07) habitantes por domicílio. Se comparado com o setor de menor vulnerabilidade que fica no Mucuripe (proximidades da av. Beira Mar), onde a média de habitantes por domicílio é de 3,34 pessoas, a discrepância é ainda maior.

A espacialização da vulnerabilidade permite evidenciar uma clara diferenciação espacial na ocupação do território que tem suas origens no processo de transformação espacial. Verifica-se que, na Zona de Ocupação Consolidada e de Ocupação Preferencial, índices de vulnerabilidade social mais elevados são praticamente inexistentes. Tal fato corrobora o que fora apontado várias vezes ao longo da pesquisa, evidenciando que a maior vulnerabilidade social está associada à disponibilidade de infraestrutura urbana. Esta, por sua vez, é determinada pelas condições socioeconômicas da população residente, obedecendo à lógica dos produtores e incorporadores imobiliários.

8.3 *Riscos Socioambientais*

A definição dos riscos socioambientais considerou a combinação da fragilidade ambiental com o índice de vulnerabilidade social. De modo a permitir uma melhor integração entre os níveis de fragilidade (potencial e emergente) com a vulnerabilidade social, as unidades de fragilidade emergente tiveram classificação numérica alterada para que pudesse ser feita uma correlação direta entre estas e a vulnerabilidade social numa mesma matriz de classificação. Deste modo, as unidades de fragilidade emergente ficaram assim classificadas: muito baixa (6); baixa (7); média (8); forte (9); e muito forte (10).

O Quadro 11 apresenta a matriz de correlação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade social. A matriz apresentada segue os princípios reunidos em Ross (1994) na definição da fragilidade ambiental, onde é possível evidenciar a correlação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade da sociedade em termos qualitativos, onde os números arábicos representam a maior ou menor propensão à ocorrência do problema, permitindo ao pesquisador o estabelecimento de critérios que melhor atendam às características do território investigado. Deste modo, evita-se o estabelecimento de uma correlação numérica simples para definição dos riscos socioambientais.

Quadro 11 Matriz de correlação entre à Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social

FRAGILIDADE AMBIENTAL		ÍNDICE DA VULNERABILIDADE SOCIAL			
		Baixo (1)	Médio (2)	Elevado (3)	Muito elevado (4)
POTENCIAL	Muito baixa (1)	11	12	13	14
	Fraca (2)	21	22	23	24
	Média (3)	31	32	33	34
	Forte (4)	41	42	43	44
	Muito forte (5)	51	52	53	54
EMERGENTE	Muito baixa (6)	61	62	63	64
	Baixa (7)	71	72	73	74
	Média (8)	81	82	83	84
	Forte (9)	91	92	93	94
	Muito forte (10)	101	102	103	104

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

A combinação dessas informações possibilitou a agregação de polígonos associados a um banco de dados geográfico, onde foram armazenados dados e informações sobre cada unidade encontrada. Tal procedimento permitiu maior detalhamento das características de cada polígono, propiciando identificar 40 tipos diferentes de combinações de riscos variando de muito baixo a muito forte, como pode ser observado no Quadro 12.

Quadro 12 Classificação dos riscos quanto à matriz de correlação.

RISCOS SOCIOAMBIENTAIS	MATRIZ DOS ÍNDICES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE SOCIAL
Muito Baixo (1)	11-12-21-22-31-32-41-42-51
Baixo (2)	13-23-33-43-52-61
Médio (3)	14-24-34-53-62-71-72
Forte (4)	44-54-63-64-73-81-82-83-91-92
Muito Forte (5)	74-84-93-94-101-102-103-104

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Como não foram encontradas categorias de fragilidade potencial e emergente muito baixa, automaticamente, foram excluídas da matriz de classificação as seguintes combinações numéricas definidoras das categorias de riscos: 11; 12; 13; 14; 61; 62; 63; e 64.

Mediante a combinação dos indicadores e por meio da correlação espacial dos mapas não foram encontradas unidades de fragilidade média associadas a setores com vulnerabilidade baixa e muito elevada, representados pelas combinações numéricas 81 e 84, respectivamente. Deste modo a combinação da fragilidade ambiental com o índice sintético da vulnerabilidade social está representada no Quadro 13, que apresenta os riscos ambientais no Município de Fortaleza.

Quadro 13 Classes dos riscos encontradas.

RISCOS SOCIOAMBIENTAIS	MATRIZ DOS ÍNDICES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE SOCIAL
Muito Baixo (1)	21-22-31-32-41-42-51
Baixo (2)	23-33-43-52
Médio (3)	24-34-53-71-72
Forte (4)	44-54-73-82-83-91-92
Muito Forte (5)	74-93-94-101-102-103-104

Elaboração e organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

As unidades classificadas como de risco muito baixo envolvem setores e/ou trechos de setores censitários inseridos nas unidades de fragilidade potencial cuja vulnerabilidade social é classificada como baixa ou média. O

limite para um setor ser classificado dentro dessa categoria (risco muito baixo) representa a combinação das unidades de fragilidade potencial forte cujo IVS também seja classificado como médio, resultando na combinação numérica 42.

Situação semelhante ocorre com as áreas classificadas como de baixo risco situadas essencialmente sobre os terrenos de fragilidade potencial cujo IVS não seja superior a três, o que corresponde às áreas de vulnerabilidade social elevada.

Já as áreas classificadas como de risco médio apresentam maior complexidade e dificuldade de estabelecimento, por apresentarem ambientes tanto de fragilidade potencial como de fragilidade emergente. A definição mínima para o risco médio considera um ambiente de fragilidade potencial baixa cuja vulnerabilidade da sociedade é muito elevada (indicador 24). Tal escolha se sustenta essencialmente na capacidade de resposta da população a uma situação de crise, que nesses casos é mínima, mesmo em face da elevada 'estabilidade' do ambiente. Por seu turno, o indicador máximo (encontrado na matriz de definição de riscos) para ser classificado como médio considera os setores (ou fragmentos desses setores) com IVS médio, mas que estão em ambientes de fragilidade emergente média, resultando na combinação numérica 72.

Os espaços fortemente susceptíveis aos riscos (risco forte) são aqueles cuja fragilidade do ambiente está situada essencialmente nas unidades de fragilidade emergente, embora se verifiquem dois setores de fragilidade potencial (forte e muito forte). Nessas áreas (de fragilidade potencial), o critério fundamental para definição do risco é a baixa capacidade de resposta da população em responder a uma situação de crise, determinada pelo índice de vulnerabilidade (IVS muito elevado), estando representadas pelos indicadores 44 e 54. No outro extremo dessa categoria, estão as unidades de fragilidade emergente classificadas como forte (indicador 9), cuja vulnerabilidade social seja de no máximo 2 (média).

Por seu turno, as situações de extrema exposição aos riscos (risco muito forte) consideram os ambientes de fragilidade emergente associados a um elevado indicador de vulnerabilidade. Embora algumas áreas sejam classificadas com um IVS baixo (valor 1), estas estão inseridas em ambientes de extrema fragilidade, o que justifica o risco muito alto, como é o caso das

planícies fluviais, fluviomarinhas e dunas móveis. Nesse sentido, todas as áreas de fragilidade emergente muito alta foram classificadas como sendo de riscos extremos, dada a intensidade dos fenômenos que podem ser desencadeados nesses ambientes.

No que se refere à distribuição espacial no território a Figura 87 apresenta o mapa de susceptibilidade aos riscos socioambientais no Município de Fortaleza. Na análise deste, verifica-se que a maior parcela do território é classificada em situação confortável do ponto de vista da susceptibilidade à incidência de riscos, visto que os espaços classificados como baixo e muito baixo são amplamente predominantes.

Especificamente no que se refere às áreas de risco muito baixo, verifica-se que estas constituem a unidade de maior dimensão territorial e situam-se, sobretudo, na porção central do Município, sobre os tabuleiros pré-litorâneos e nas áreas de urbanização consolidada sobre as paleodunas. São áreas mais seguras do ponto de vista ambiental e comportam um padrão de ocupação onde predominam condições de baixa vulnerabilidade social.

As áreas de risco muito baixo ‘coincidem’ com as zonas de ocupação consolidada e preferencial, definidas no Plano Diretor do Município (PDPFor). Especificamente nos setores mais ao norte, onde se inserem os bairros da Aldeota, Meireles, Varjota e setores do Mucuripe, definidos como zona de ocupação consolidada (ZOC) estão situados os setores com melhores índices de vulnerabilidade social (como apresentado no item referente a esta temática) e comportam terrenos de baixa fragilidade. Não por acaso, constituem áreas preferenciais do mercado imobiliário.

Embora estejam concentrados na porção central da cidade, verifica-se que essa situação de risco muito baixo ocorre em praticamente todas as zonas do Município, com maior concentração na Zona de Ocupação Moderada, situada mais ao oeste, imediatamente após a planície fluviomarinha do rio Cocó.

Figura 87: Mapa dos riscos socioambientais.

Figura 87 Mapa de Riscos Socioambientais

No mapa, também é possível verificar que há certa continuidade entre as áreas de risco muito baixo para as de baixo risco, estando a última imediatamente após as primeiras, partindo-se do Centro em direção às periferias. Envolvem Zonas de Requalificação Urbana (nas porções sul e sudoeste), Ocupação Restrita (extremo meridional) e Ocupação Moderada (ao leste).

Esses setores, além de contarem a maior 'estabilidade' dos ambientes sobre a Formação Barreiras, dispõem de boas condições de infraestrutura, onde se concentra um contingente populacional cujos indicadores sociais apresentam boas condições. Fazendo, no entanto, uma transição para as áreas mais frágeis que comportam ambientes de médio risco.

Os terrenos situados sobre esses ambientes vêm experimentando nos últimos anos um constante crescimento na taxa de ocupação e, conseqüentemente, na sua valorização imobiliária, especialmente nos bairros da Maraponga e, sobretudo, os situados na Zona de Ocupação Moderada (ao leste em direção ao bairro Água Fria).

A Figura 88 apresenta alguns exemplos das áreas classificadas como muito baixo risco (1 e 2) e risco baixo (3 e 4). A imagem 1 mostra uma área de dunas fixas que já foi alvo intervenções de infraestrutura para fins de loteamento urbano. Já a fotografia 2 corresponde a um setor do bairro Cidade dos Funcionários, que desperta grande interesse do mercado imobiliário. Os ambientes de fragilidade baixa são representados pela fotografia 3, nas proximidades da planície fluvial do rio Maranguapinho, e a foto 4 apresenta uma visão panorâmica a partir da estação elevatória do Ancuri para a área de transição entre os tabuleiros e a depressão sertaneja.

As áreas de médio risco marcam uma transição espacial entre os setores mais seguros para os mais frágeis. No que diz respeito à sua localização, é importante ressaltar que não ocorrem na porção central do Município. Essencialmente estão situadas entre os tabuleiros pré-litorâneos e as áreas de acumulação das planícies fluviais e lacustres, situadas no sudoeste e ao leste com uma mancha de significativa dimensão na região do Lagamar (margem esquerda do rio Cocó).

Figura 88 Unidades de muito baixo (1 e 2) e baixo (3 e 4) risco.

Ainda quanto à localização dessas unidades, um aspecto que merece destaque é a existência de setores de médio risco, derivados das atividades antropogênicas. Esse é o caso das áreas que foram exploradas por atividades de mineração (que não tiveram um plano de recuperação para área degradada) nas proximidades do rio Coaçu, no bairro Paupina.

As áreas mais críticas, que apresentam situação de risco forte e muito forte, localizam-se associadas às planícies fluviais, lacustres e fluviomarinhas, bem como associadas aos terrenos de neoformação das dunas móveis e faixa de praia.

Os terraços fluviais, em sua maioria, comportam ambientes de forte risco, embora se verifique a ocorrência de áreas de risco muito forte próximas ao rio Cocó, nos bairros Jangurussu, Barroso, Cajazeiras, Mata Galinha, Castelão e Dias Macedo.

As áreas classificadas como de risco forte estão associadas a ambientes de risco muito forte como ocorre ao longo de toda a planície fluvial e fluviomarina do rio Cocó e nos terraços marinhos e dunas da planície litorânea.

A exceção se configura nas proximidades do bairro Jangurussu e Conjunto Palmeiras, que foram utilizadas para mineração (em sua maioria de atividade clandestina). Nessas áreas, ocorreu grande retirada de material para emprego na construção civil.

A constante escavação desses ambientes (para retirada de material destinado a aterros) produziu uma depressão no terreno, alterando a dinâmica da infiltração e do escoamento superficial. Deste modo, a água que não infiltra acumula-se em superfície, não sendo devidamente incorporada à rede de drenagem.

A Figura 89 mostra exemplos de áreas de forte risco. As imagens 1 e 2 referem-se aos terraços fluviais que apresentam problemas de drenagem e, quando da ocorrência de chuvas mais fortes, sofrem com alagamentos e encharcamento de solos. Esses ambientes têm como principal funcionalidade o controle de cheias na bacia do rio Cocó, funcionando como reservatórios naturais para o armazenamento do excedente pluviométrico. Justamente por isso são áreas cuja ocupação deve ser cuidadosamente planejada.

Ainda referente à Figura 89 apresentam-se dois ambientes situados na planície litorânea fortemente susceptíveis aos riscos socioambientais. A imagem 3 mostra área de transição entre dunas móveis e terraços marinhos na Praia do Futuro. Já a fotografia 4 exibe uma ocupação situada sobre os terraços marinhos entre as praias da Barra do Ceará e Goiabeiras, nas proximidades do antigo projeto Costa Oeste. Referido projeto prevê a requalificação (direcionada ao turismo) de toda a orla marítima situada ao oeste, cuja primeira fase consiste na construção de uma avenida margeando a orla marítima até a ponte sobre o rio Ceará.

Figura 89 Unidades de forte risco.

Os ambientes de riscos muito forte estão invariavelmente associados às áreas de fragilidade muito elevada. Compõem também essa unidade os ambientes de média fragilidade, mas que apresentam elevados índices de vulnerabilidade social.

Localizam-se nas áreas de dunas móveis e ao longo de praticamente toda a planície costeira em Sabiaguaba, nas planícies fluviomarinhas, fluviais e lacustres. Também se verificam nos relevos vulcânicos em decorrência de sua acentuada declividade e características de solos. Sobre o Morro Caruru, especificamente, além da fragilidade decorrente das condições naturais, estas foram sobremaneira acentuadas em razão da atividade de mineração ali desenvolvida.

Na Figura 90, apresentam-se quatro exemplos de unidades classificadas como de risco muito forte. As fotografias 1 e 2 mostram áreas

relacionadas a planícies fluviais. A imagem 1 mostra a planície do rio Maranguapinho (porção SO do Município). Nela é possível ver o baixo gradiente entre o leito menor do rio e as áreas adjacentes, bem como a presença de construções no próprio leito fluvial. A fotografia 2 mostra construções no leito de um afluente do rio Cocó nas imediações do Jangurussu. A imagem 3 apresenta riscos relacionados à abrasão marinha na praia das Goiabeiras (litoral oeste), onde há predomínio de ocupações precárias. Por seu turno, a fotografia 4 exibe ocupações irregulares na planície fluviomarinha do rio Ceará no bairro Vila Velha.

Figura 90 Unidades de muito forte risco.

É justamente nos ambientes identificados pela pesquisa, como de risco muito forte, que há maior registro de incidência de riscos em Fortaleza.

Tal fato se constata com base na análise dos dados da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC).

Embora não exista um mapeamento preciso das áreas de risco em Fortaleza, as informações adquiridas na Defesa Civil dão conta de que das 105 áreas de risco existentes em Fortaleza, no ano de 2006,¹⁸ mais de 69% estão susceptíveis à incidência de riscos relacionados às inundações e 12% estão susceptíveis a alagamentos. A Tabela 21 apresenta os dados das áreas de risco cadastradas pela Defesa Civil Municipal.

Tabela 21 Áreas de Risco, número de famílias e população residente em 2006.

TIPO DE RISCO	Nº ÁREAS	RELAÇÃO AO TOTAL	Nº FAMÍLIAS	RELAÇÃO AO TOTAL	Nº PESSOAS
Alagamento	13	12,38 %	2.075	9,03 %	8.715
Inundação	73	69,52 %	17.500	76,14 %	73.500
Deslizamento	15	14,29 %	2.949	12,83 %	12.385
Desmoronamento	1	0,95 %	33	0,14 %	138
Mais de um risco*	3	2,86 %	427	1,86 %	1.793
TOTAL	105	100 %	22.984	100 %	96.532

Fonte: Adaptado de COMDEC (2006).

Organização: SANTOS, Jader de O. (2011).

Faz-se importante destacar que os dados acima mencionados se referem exclusivamente às áreas dentro do Município, ocupadas por populações acompanhadas e frequentemente atendidas pela COMDEC. Estão sendo utilizados os dados referentes a 2006, portanto, que apresentam uma defasagem de cinco anos, em virtude da não da indisponibilização de informações atualizadas por parte da PMF. É importante ressaltar que algumas dessas áreas (cerca de dez) foram alvo de ações do Poder Público municipal, em conjunto com o Estado e a União, e atualmente já não existem, bem como outras surgiram e atualmente são declaradas 99 áreas de risco na Capital.

Mesmo em face da defasagem, os dados acima são bastante elucidativos, pois permitem associar as áreas de risco (considerando-se as cadastradas junto ao Poder Público municipal) com a susceptibilidade aos riscos socioambientais encontrados nesta presente pesquisa.

¹⁸ Desde 2007, a Prefeitura municipal, por meio da Defesa Civil e da Companhia de Habitação de Fortaleza (Habitafor) e de uma linha de financiamento da Caixa Econômica Federal (CEF), discute a elaboração de um plano municipal para redução de riscos; no entanto, até o presente momento, referido plano não fora apresentado. Dentre os principais entraves à sua execução, está a pequena quantidade de recursos disponibilizados pela CEF e a indisponibilidade da PMF em alocar recursos próprios.

A insuficiência dos dados espaciais e locacionais sobre as áreas de risco cadastradas pela Coordenadoria de Defesa Civil municipal faz com que não seja possível estabelecer uma espacialização precisa dessas áreas no território. Foi, porém, realizada uma tentativa de espacializar essas unidades por intermédio de um mapeamento aproximado dessas ocorrências, cujos resultados foram apresentados parcialmente em Santos e Souza (2007) e Santos e Ross (2008).

A localização (pontual) dessas áreas tem o objetivo apenas de indicar a sua possível localização, visto que o processo de identificação se deu com base nas informações apresentadas nos registros das áreas de risco da Defesa Civil. Como os registros sobre a localização são genéricos (não contam com endereço definido, tão pouco apresentam coordenadas geográficas/planas), ressalta-se que a espacialização ora apresentada pode conter pequenas divergências com a localização efetiva dessas áreas.

Mesmo em face da imprecisão dos dados, a espacialização (mesmo que imprecisa) dessas áreas permite verificar como se dá sua distribuição no território. Permite também se fazer uma aproximação entre a ocorrência dessas áreas com a susceptibilidade à incidência de riscos encontrada nessa pesquisa.

A Figura 91 apresenta a localização aproximada das áreas de risco cadastradas junto à COMDEC sobrepostas ao mapeamento da fragilidade e riscos socioambientais executados nesta pesquisa.

Ao sobrepor as informações da susceptibilidade aos riscos socioambientais com as áreas de risco cadastradas pela Defesa Civil de Fortaleza em 2006, verifica-se que há estreita relação entre essas áreas e os ambientes mais susceptíveis. As áreas de risco situadas sobre os ambientes estáveis associam-se à precariedade da ocupação e à deficiência na drenagem urbana.

Ao se efetuar uma análise minuciosa das informações referentes aos riscos socioambientais em Fortaleza, verifica-se que a maior parte de seu sítio urbano está assentada sobre condições de baixo risco, não apresentando, portanto, maiores limitações à ocupação urbana, e os riscos estão associados a um indisciplinamento no uso e ocupação do solo. Estes aspectos serão oportunamente abordados no capítulo referente às Considerações Finais.

Figura 91: Mapa aproximado das áreas de risco (COMDEC) e sua distribuição quanto à susceptibilidade à incidência de riscos socioambientais.

Figura 91 Mapa aproximado das áreas de riscos (COMDEC) e sua distribuição quanto à susceptibilidade à incidência de riscos socioambientais.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados por meio da análise espacial entre as áreas de riscos (conforme o tratamento dado pela Defesa Civil municipal) e os ambientes mais susceptíveis aos riscos socioambientais apontados nesta pesquisa mostram que há estreita correlação entre a susceptibilidade ao risco (encontrada) e a manifestação territorial dos riscos socioambientais em Fortaleza.

Essa interseção permite comprovar as hipóteses levantadas nesta investigação, que associam a fragilidade do ambiente, à vulnerabilidade da sociedade, juntamente ao uso e ocupação inadequados da terra na incidência dos riscos socioambientais.

Com base nessas considerações, evidencia-se que, para a ocorrência de um desastre, faz-se necessária a combinação de uma série de condições que favorecem a existência desse fenômeno. Primeiramente, é preciso ter um fato de risco relacionado a fenômeno natural que pode ser chamado de *álea* natural ou *natural hazard*, com possibilidades de deflagrar uma situação de crise. Em segundo lugar, é preciso haver um contexto vulnerável, onde a sociedade não apresente capacidade adequada de resposta a essa situação de crise. Essas duas condições podem facilmente se manifestar por meio da distribuição desigual da população no território, expressa no uso e ocupação da terra, deflagrando assim as condições necessárias para a manifestação dos riscos.

Verifica-se que em Fortaleza, dadas as condições de vulnerabilidade da sociedade (contexto vulnerável) e a ocupação inadequada dos ambientes de maior fragilidade não é necessária a ocorrência de eventos de baixa frequência e elevada magnitude para a deflagração de uma situação de crise, ou seja, para a ocorrência do risco (*álea* ou *hazard*). Este pode se manifestar em situações de média frequência e intensidade ou até mesmo em situações corriqueiras, como as chuvas dentro da média estabelecida para determinado período.

As considerações acerca dos resultados obtidos nesta investigação levam-se a corroborar as ideias Castriota (2003), quando o autor ressalta que o aumento da exclusão social está diretamente relacionado à segregação territorial, tendo como reflexo mais marcante a ocupação dos ambientes de fragilidade emergente (forte e muito forte) por esse contingente de excluídos.

Tal asserção aufere magnitude e importância em países como o Brasil, onde os problemas socioambientais, sobretudo os urbanos, são derivados de uma brutal concentração demográfica que não foi acompanhada de melhorias nas condições de renda e infraestrutura de modo a atender as necessidades desse contingente demográfico, resultado de um modelo de urbanização excludente que repercute de forma direta na realidade socioespacial existente em Fortaleza.

Com base nos resultados conseguidos e nas reflexões teóricas e conceituais que permeiam todo o trabalho, acredita-se que as condições encontradas nesta pesquisa não constituem uma exclusividade para a cidade de Fortaleza e sim uma situação que pode ser facilmente encontrada nas demais cidades brasileiras. Como bem aponta Santos (2008), as cidades brasileiras, grosso modo, apresentam os mesmos problemas, o que muda são as intensidades dos fenômenos. Embora os indicadores nos conduzam a essa dedução, esta só pode ser confirmada em estudos específicos direcionados a determinadas realidades, o que evidentemente foge ao escopo desta pesquisa, não permitindo-se estender essas considerações de forma inequívoca a todas as cidades brasileiras.

Assim como ocorre com as demais urbes nacionais, Fortaleza hoje não é somente o *locus* de produção e reprodução do capital, mas também o *locus* de produção e reprodução das desigualdades socioespaciais, cuja condição mais marcante é a geração de uma imensa massa de excluídos susceptíveis a problemas de toda sorte, se constituindo como verdadeira vitrine das desigualdades socioambientais.

Deste modo, pode-se dizer que a ocorrência de riscos em Fortaleza está associada à urbanização acelerada; à degradação ambiental; à fragilidade de determinados ambientes; à irracionalidade no uso e ocupação do solo; à vulnerabilidade da sociedade aos eventos e sua baixa capacidade de resposta

perante a crise; à injustiça ambiental-territorial; à inexistência de ações preventivas; e à ausência de planos de emergência e sistemas de alerta.

Permite, também, evidenciar que a metodologia de investigação proposta nesta pesquisa constitui importante mecanismo para definição de territórios com diferentes susceptibilidades à incidência de riscos socioambientais, notadamente em espaços onde a urbanização é elevada, como na cidade de Fortaleza-CE. Outro aspecto que chama a atenção é a possibilidade da aplicação dessa metodologia a diferentes áreas e ambientes, desde que sejam feitas as adaptações necessárias a cada território e/ou fenômeno que seja foco de investigação.

Por fim, acredita-se que a pesquisa ora apresentada constitui ferramenta útil ao planejamento ambiental e ordenamento do território, de modo que possam ser compatibilizadas as atividades com a capacidade de suporte dos sistemas socioambientais. Deste modo, será possível realizar um planejamento includente, que distribua de modo mais equilibrado as atividades no território, considerando de um lado as fragilidades ambientais e de outra parte as vulnerabilidades da sociedade.

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. N. O relevo Brasileiro e Seus Problemas. **Brasil a Terra e o Homem**. São Paulo: Editora Nacional, 1964.

AB'SABER, A. N. Participação das Depressões Periféricas e Superfícies Aplainadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro. **Geomorfologia: IGEO/USP**. São Paulo, n. 29, 1972.

AB'SABER, A. N. Bases conceptuais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MULLER-PLANTENBERG, G. e AB'SABER, A. N. (orgs.). **Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha**. São Paulo: Edusp, 1994.

AB'SABER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das Caatingas Brasileiras. **Geomorfologia**. São Paulo, v.43, 1974.

AB'SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário. **Geomorfologia: GEOG/USP**. São Paulo, n. 18, 1969.

ABREU, A. A. de. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. ano 4, n. 2, p. 51-63, 2003.

ABREU, A. A. de. Significado e propriedades do relevo na organização do espaço. **Boletim de Geografia Teórica**. n. 15, p. 154-163, 1985.

ACSELRAD, H. (org.). **Cartografias sociais e território**. UFRJ-IPPUR. Rio de Janeiro: UFRJ-IPPUR, 2007. 168p.

ACSELRAD, Henri. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. v. 1, p. 79-90, 1999.

ACSELRAD, Henri. Justiça Ambiental e Construção Social do Risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, co-edição Natures, Sciences, Sociétés. Curitiba, n. 5, p. 49-60, 2002.

ALMEIDA, F. F. M. de. **Origem e evolução da Plataforma Brasileira**. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1967.

ALVES, Iasmine Caron. Perspectiva Socioambiental na vila Santa Isabel, Viamão - RS: Estudo de caso. In: SUERTEGARAY, D. **Ambiente e Lugar no Urbano**: A grande Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS, 2000, p. 165-160.

AMARAL, Rosângela e RIBEIRO, R. R. Inundações e Enchentes. In: TOMINAGA, L. Keiko, SANTORO, Jair. AMARAL, Rosângela. (orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-52.

AMARO, João Júlio Vitral. Cidades brasileiras: velhos problemas, novas leituras. In CASTRIOTA, L. B. (org.). **Urbanização Brasileira**: redescobertas. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2003. p. 272-298.

BECKER, Bertha K. Questões sobre tecnologia e gestão do território Nacional. In. BECKER, B., MIRANDA, M. e BARTHOLO JR, R. (orgs). **Tecnologia e Gestão de Território**. Rio de Janeiro: EDUFRJ, 1987. p. 183-217.

BERNARD, Hétu. Uma Geomorfologia Socialmente Útil: os Riscos Naturais em evidência. **Mercator**: Revista de Geografia UFC. Fortaleza, n. 3, p. 83-97, 2003.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. São Paulo, v.13, p. 1-21, 1969.

BRANDÃO et al. **Sistema de Informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza** – PROJETO SINFOR. Fortaleza: CPRM, 1995. 34p.

BRANDÃO, Ana Ma. P. Macedo. Clima Urbano e Enchentes na Cidade do Rio de Janeiro. In GUERRA, A. T.; et al. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BRANDÃO, R. L. Sistema de Informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – PROJETO SINFOR. **Mapa geológico**: Texto Explicativo. Fortaleza: CPRM, 1995. 34p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SA-24 (Fortaleza). Rio de Janeiro v. 21, 1981.

BRILHANTE Ogenis Magno. Gestão e Avaliação da Poluição, Impacto e Risco na Saúde Ambiental. In. **Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p 19-73.

CASSETI, Walter. Gestão do Território, impactos ambientais e desafio. **ANPEGE**: Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e pesquisa em Geografia. Curitiba, n. 1, p. 123-146, 2003.

CASTRIOTA, Leonardo Barci. Urbanização brasileira: redescobertas. In CASTRIOTA, L. B. (org.). **Urbanização Brasileira**: redescobertas. Belo Horizonte, Editora C/Arte, 2003. 9-28.

CEARÁ. **Macrozoneamento do Estado do Ceará**. Fortaleza: SEMACE, 1998.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Plano de Manejo da APA do rio Ceará**. Fortaleza: SEMACE/FCP, 2005. 315p.

CERRI, L. Eugenio da Silva; et al. Mapeamento de Risco em Assentamentos Precários no Município de São Paulo (SP). In: **Geociências**: UNESP. Rio Claro, v. 26 n.2, p.143-150, 2007.

CHARBONNEAU, Simon. O princípio da precaução ou os limites de um princípio político. In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, co-edição Natures, Sciences, Sociétés. Curitiba, n. 5, p. 111-119, 2002.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise de Sistemas em Geografia. Geomorfologia**. São Paulo: HUCITEC, 1979.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da org. **Geomorfologia uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p 415-441.

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

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236p.

COELHO, M. C. Nunes. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In GUERRA, Antonio J. T. e CUNHA, Sandra B. da (org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.

COSTA, Heloisa S. de Moura. BRAGA. Tânia Moreira. Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental. In: ACSELRAD (org.). **Conflitos Ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará; Fundação Heinrich Böll, 2004. p. 195-216.

CRUZ, José et al. **Ecología Social de Los Desastres**. Montevideu: Coscoroba ediciones, 2003. 176p.

CUNHA, Luís Henrique & COELHO, Maria Célia Nunes. Política e Gestão Ambiental. In CUNHA, Sandra Baptista da e GUERRA, Antonio José Teixeira

(org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 43-79

DANTAS, E. Da Fortaleza à Região Metropolitana. In: Dantas, E. COSTA, M. C. Lustosa. (orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza, EDUFC, 2009, p. 25-54.

DEMEK, J. **Generalização dos mapas geomorfológicos**. 1977.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999.

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

FONSECA, Ariadne do Carmo. **Geoquímica dos Solos**. In GUERRA, Antonio José Teixeira, SILVA, Antonio Soares da & BOTELHO, Rosângela Machado Garrido. **Erosão e Conservação de Solos: conceitos, princípios e aplicações**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1999.

FUNCEME. **A zona Costeira do Ceará: compartimentação geoambiental e antropismo**. Fortaleza: FUNCEME, 2009. 77p.

GIRÃO, Raimundo. **Pequena História do Ceará**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1971.

GIRÃO, Valdenice Carneiro. Da Conquista à Implementação dos Primeiros Núcleos Urbanos na Capitania Siará Grande. . In: SOUZA, Simone. (Coord.) **História do Ceará**. Fortaleza: EDUFC; Fundação Demócrito Rocha, 1989. p. 23-41

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **O Desafio Ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GRIGORIEV, A. A. Os fundamentos teóricos da moderna geografia física. In: **The Interaction of Science in the Study of the Earth**. Moscou, 1968.

GUERASIMOV, I. Problemas metodológicos de ecologización de La ciência contemporânea. In: **La Sociedad El Medio Natural**. Moscou: Editorial Progreso, 1980.

GUERRA, Antonio José Teixeira. e MENDONÇA, Jane Karina Silva. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In VITTE, Antonio Carlos e Guerra Antonio José Teixeira. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 280p

HAESBAERDT, Rogério. Concepções de Território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, Milton. et al. **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. 3a. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 43-71.

HAESBAERDT, Rogério. Ordenamento Territorial. **Boletim Goiano de Geografia**: Instituto de Estudos Avançados/Geografia-. Goiânia, v. 26, n.1, p. 117-124, 2006.

IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8&uf=00>>. acesso em 30 de abril de 2011.

IPLANCE - FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ - **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

JACOMINE, P. K. T. et al. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Ceará. **Boletim Técnico, 28/SUDENE**. Recife. Série Pedologia, n. 16.. v.2, 1973.

LAMOSO, Lisandra Pereira. A Infra-estrutura como elemento organizador do território. In SILVEIRA, R.; LAMOSO, L. P.; MOURÃO, F. C. (orgs). **Questões nacionais e regionais do território brasileiro**. São Paulo: Expressão Popular; UNESP Programa de Pós-graduação em Geografia. 2009. p. 43-62.

LIMA E SILVA, P. P; GUERRA, A. J. T; DUTRA, L. E. D. Subsídios para avaliação econômica de Impactos Ambientais. In. GUERRA, Antonio J. T. e CUNHA, Sandra B. da (org.). **Avaliação e Perícia Ambiental**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 217-260.

LIMONAD, Ester. Reflexões sobre o espaço, o urbano e a urbanização. In: **GEOGRAPHIA**: Revista da Pós-Graduação em Geografia da UFF. Niterói, n. 1, p. 71-92 [S.l].

LOURENÇO, Luciano. Riscos naturais, antrópicos e mistos. **Territorium**. Coimbra, n 14, p. 107-111, 2007.

MARICATO, Ermínia. **Brasil Cidades**: alternativas para a crise urbana. 2ªed. Petrópolis: Vozes, 2001. 204p.

MARICATO, Ermínia. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In CASTRIOTA, L. B. (org). **Urbanização Brasileira**: redescobertas. Belo Horizonte, Editora C/Arte, 2003. p. 78-96.

MARICATO, Ermínia. **Metrópole na Periferia do Capitalismo**. São Paulo: HUCITEC, 1996.

MATIAS, Lindon Fonseca. Sistema de Informações Geográficas (SIG): Ainda a Questão do Método. **GEOUSP**. São Paulo, n.13, 2002.

MECERJAKOV. J. P. Les Concepts de Morphostruture et de Morphoesculture: un novel instrument de l'analysis Geomorfologique. In: **Annales de Geographie**. Paris, 1968.

MEIRELES, A. J. A SILVA, E. V. e THIERS P. R. L. Os Campos de Dunas Móveis: fundamentos para um modelo integrado de planejamento e gestão da zona costeira. **GEOUSP**: Espaço e Tempo. São Paulo, n. 20, p. 101-119, 2006.

MEIRELES, A.J.A.; CASTRO, J.W.A.; LIMA VERDE, A Sedimentologia e dinâmica costeira entre as praias do Futuro e Iparana - Fortaleza, Ceará. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, 1990, Natal. **Anais**, Natal: UFRN, 1990. p. 796-805

MEIRELES, A. J. de Andrade; SILVA, E. V. da; RAVENTOS, J. S. Geomorfologia e Dinâmica Ambiental da Planície Litorânea Entre as Desembocaduras dos Rios Pacotí e Ceará, Fortaleza –Ceará. **GeoNotas**: Revista do Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, v.5, n.1, 2001.

MILARÉ, Edis. Estudo Prévio de Impacto Ambiental no Brasil. In AB'SABER, Aziz Nacib e Plantenber, Clarita M"uller Org. **Previsão de Impactos**. São Paulo: Edusp, 1994. 569p

MINC - Ministério das Cidades. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas**: guia para elaboração de políticas municipais. CARVALHO, Celso Santos e GALVÃO, Tiago (orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Citie Alliance, 2006. 111p.

MINC - Ministério das Cidades. **Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

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.

MORAIS, Antonio C. Robert de. **Território e História no Brasil**. 2ª Ed. São Paulo: Annablume, 2005. 154p.

MORAIS, J. O de & SOUZA, J. V. Transporte e sedimentação de dunas no município de Fortaleza (Ceará-Brasil). In: **Estudos sedimentológicos**. Natal, v.1 ed.1, p. 73-81, 1971.

MORAIS, J. O. Aspectos da geologia ambiental costeira do município de Fortaleza. **Tese** (Professor Titular departamento de Geologia) Universidade Federal do Ceará- UFC. Fortaleza, 1980.

MORAIS, Jader Onofre de. Contribuição ao Estudo dos “Beach-Rocks” do Nordeste do Brasil. In: **Trabalhos de Oceanografia, UFPE**. Recife, n.9, p. 79-94, 1967.

Morais, Jáder Onofre. Processo de Assoreamento do Porto do Mucuripe. **Arquivos de Ciências do Mar**. FORTALEZA, v. 12, n. 2, p. 139-149, 1972.

MOREIRA, M. M. A.; GATTO, L. C. S.; SOUZA, M. J. N. Geomorfologia. In BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto **RADAMBRASIL**. Folha AS.24 Fortaleza; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 488p.

NASCIMENTO, D. Alves do. et al. Geologia. In BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto **RADAMBRASIL**. Folha AS.24 Fortaleza; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 488p.

NASCIMENTO, F. Rodrigues do. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro**: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará. 2006. 340 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

PENCK, Walter. **Morphological Analysis of Land Forms**: a contribution of physical geology. London: Macmillan, 1953.

PENNA, Nelba Azevedo. Urbanização, Cidade e Meio Ambiente. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. São Paulo, nº 12, 2002.

PIRES, C. L. Z. Impactos ambientais decorrentes de ocupação irregular nas nascentes da bacia hidrográfica do arroio do Salso: o caso da lomba do Pinheiro – Porto Alegre / RS. In: SUERTEGARAY, D. M. A; BASSO, L. A. e VERDUM, R. (orgs). **Ambiente e Lugar no urbano**: a Grande Porto Alegre. Porto Alegre, 2000.

PONTE, Sebastião Rogério. **Fortaleza Belle Époque**: reformas urbanas e controle social (1860-1903). Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1993.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Uma Ecologia Política dos Riscos**: princípios para integramos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. 248p.

PRADO JÚNIOR, Caio. **História Econômica do Brasil**. 24^a. Ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1980. 394p.

REBELO, Fernando. **Uma experiência Européia em riscos naturais**. Coimbra: Minerva Coimbra, 2005.

ROBAINA. Luís Eduardo de Souza. Espaço Urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil. **Ciência e Natura**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, vol. 30, nº2, p 93-105, 2008.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Moradia nas Cidades Brasileiras**. 4^a ed. São Paulo: Contexto, 1991. 72p.

RODRIGUES, J. M. Mateo., et al. **Geoeecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza, Editora UFC, 2004, 222p.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo** – escala 1:500.000. São Paulo:FFLCH_USP_IPT_FAPESP, 1997.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: Amalia Inés Geraiges de Lemos; Emerson Galvani. (Org.). **Geografia, tradições e perspectivas: Interdisciplinaridade, meio ambiente e representações**. São Paulo, Expressão popular, 2009, p. 119-138.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. Sanches; FIERZ, M. Matos; AMARAL, Rosângela do. Da Ecodinâmica à Fragilidade Ambiental: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. In: LEMOS, Amália Inês G. de; ROSS, J. L. Sanches; LUCHIARE, Ailton (orgs). **América Latina: sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Expressão Popular, 2008. p.67-84.

ROSS, Jurandyr L. S. Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Depto de Geografia da USP**. São Paulo. n.8, 1994.

ROSS, Jurandyr L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208p.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo. n.9, p.65-75, 1995.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: Guerra. Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: BERTRAND Brasil, 2003. p. 291-336.

ROSS. Jurandyr Luciano Sanches. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo, n.6, 1992.

ROSS. Jurandyr Luciano Sanches. O Relevo Brasileiro, as superfícies de aplanamentos e os Níveis Morfológicos. **Revista do Departamento de Geografia da USP** São Paulo, n.5, 1991.

ROSS. Jurandyr Luciano Sanches. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo. n.4, 1985.

SANTOS, Jader de O. e SOUZA, Marcos J. Nogueira de. Compartimentação Geoambiental e riscos ambientais associados na bacia hidrográfica do rio Cocó, Ceará. In: PINHEIRO, Daniel R. de C. (org.). **Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões**. Fortaleza: ABC Editora, 2006, p.75-98.

SANTOS, Jader de Oliveira; ROSS, Jurandyr. L. S. Estudo da Fragilidade e Riscos Ambientais em Fortaleza-Ce. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia - II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2008, Belo Horizonte. **Anais / Resumos**. São Paulo: TecArt, 2008. v. único. p. 1-10.

SANTOS, Jader de Oliveira; SOUZA, Marcos J. Nogueira de. Diagnóstico Geoambiental da bacia hidrográfica do rio Cocó - Região Metropolitana de Fortaleza, CE. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal. **Anais - Trabalhos completos**. Natal: UFRN, 2007. v. único p. 657-673.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na Bacia hidrográfica do rio Cocó**: Região Metropolitana de Fortaleza-CE. 2006. 216 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2006.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. 5ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008a. 176p.

SANTOS, Milton. **A urbanização desigual**: especificidade do fenômeno em países subdesenvolvidos. Petrópolis: Vozes, 1980. 128p.

SANTOS, Milton. **Metamorfose do Espaço Habitado**. 6ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008b. 136p.

SANTOS, Rozely Ferreira dos (org.). **Vulnerabilidade Ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. 192p.

SEMAM. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano de Fortaleza. **Danos Ambientais Provocados pelo Intenso Tráfego de Veículos e Mineração sobre o Campo de Dunas de Sabiaguaba e Ecossistemas Associados** – Fortaleza/CE: relatório técnico. Fortaleza, 2005.

SEMAM. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano de Fortaleza. **Laudo Técnico Geoambiental, Ecodinâmico e Socioeconômico para a Criação do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba e Área de Proteção Ambiental de Sabiaguaba**: relatório técnico. Fortaleza, 2006.

SEMAS. Secretaria Municipal de Assistência Social. **Índice da Vulnerabilidade Social**: relatório técnico. Fortaleza, 2009. 26p.

SILVA, E. V. da. **Geoeecologia da Paisagem do Litoral Cearense**: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica. Fortaleza: Tese (Professor Titular do Departamento de Geografia – UFC). Fortaleza: 1998.

SILVA, José Borzacchiello da. A Cidade Contemporânea no Ceará. In SOUZA, Simone de (org.). **Uma nova História do Ceará**. – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2000. 448p.

SILVA, José. Borzacchiello da. **Quando os incomodados não se retiram**. Fortaleza: Multigraf Editora, 1992. 192p.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo dos geossistemas**. Métodos em questão. IGEOG/USP. São Paulo, 1976.

SOTCHAVA, V. B. **Uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre**. IGEOG-USP. São Paulo. n. 14, 1978.

SOUZA Jr., Manoel de Araújo. **Sensoriamento remoto aplicado no estudo de estruturas geológicas com ocorrências de depósitos minerais, na porção centro-norte do estado da Paraíba**. Dissertação. (INPE). São José dos Campos, 1998.

SOUZA, M. L. **Mudar a Cidade**: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e a Gestão Urbana. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 560p.

SOUZA, Marcelo Lopes de. O território. Sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: Castro, I.; Gomes, P.C.; Correa, R.L. (Org.). **Geografia: Conceitos e temas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, p. 140-164.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Planejamento Integrado de Desenvolvimento, natureza, Validade e Limites. **Terra Livre - AGB**. São Paulo. n.10, p.123-139, 1992.

SOUZA, Marcos J. Nogueira de. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. In: **Revista de Geologia-UFC**. Fortaleza. V. 1. p. 73-91, 1988.

SOUZA, Marcos J. Nogueira de. **Geomorfologia e Condições Ambientais dos Vales do Acaraú-Coreaú** (Ceará). Tese (Doutorado em Geografia Física). FFLCH-USP. São Paulo, 1981. 248p.

SOUZA, Marcos J. Nogueira de; NETO, José Meneleu; SANTOS, Jader de Oliveira; GONDIM, Marcelo de Souza. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza**: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão

do plano diretor participativo – PDPPFor. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009. 172p.

SOUZA, Marcos. J. Nogueira de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: Souza, M.J.N. et. al. (Orgs.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p.13-98.

SOUZA, Maria Salete de. Fortaleza: uma análise da estrutura urbana. **Guia de excursões do 3º Encontro Nacional de Geógrafos** – AGB. Fortaleza, 1978 (mimeo.).

STEINBERGER M. e AMADO, T. M. O Espaço Urbano do Zoneamento Ecológico-Econômico. In: STEINBERGER M. (org.) **Território, Ambiente e Políticas Públicas Espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. 151-186p.

STEINBERGER M. Território, Ambiente e Políticas Públicas Espaciais. In: _____. (org.) **Território, Ambiente e Políticas Públicas Espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. 29-82p.

SUGUIO, Kenitiro. Mudanças Ambientais da Terra. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336p.

TAVARES, Renato. Clima, Tempo e Desastres. In. TOMINAGA. L. Keiko, SANTORO, Jair. AMARAL, Rosângela. (orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 111-146.

THOURET, Jean-Claude. Os riscos nos países em desenvolvimento. In: VEYRET, Yvette (org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 83-85.

TMARCHIORI, Daniela G. e SANTORO, Faria e Jair. Gerenciamento de Desastres Naturais. In: TOMINAGA. L. Keiko, SANTORO, Jair. AMARAL, Rosângela. (orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 161-178.

TOMINAGA. L. Keiko. Análise e Mapeamento de Risco In: TOMINAGA. L. Keiko, SANTORO, Jair. AMARAL, Rosângela. (orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009a. p. 147-160.

TOMINAGA. L. Keiko. Desastres Naturais: porque ocorrem? In: TOMINAGA. L. Keiko, SANTORO, Jair. AMARAL, Rosângela. (orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009b. p. 11-23.

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

TRICART, J. **Ecogeography and rural management**. In Longman Scientific & Technical. Paris, 1992.

VENTURI, Luiz. A. Bittar. O Papel da Técnica no Processo de Produção Científica. In: VENTURI, L.A.B (org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p13-18,

VERMERSCH, Dominique & MATTHEE, Mrielle. Princípio de Precaução e Preocupação Ética: um casamento racional? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. co-edição Natures, Sciences, Sociétés. Curitiba, n.5, p. 131-138, 2002.

VEYRET, Yvette & RICHEMOND, Nancy Meschinet. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Yvette (org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007a. p. 25-46.

VEYRET, Yvette & RICHEMOND, Nancy Machined. Os tipos de riscos. In: VEYRET, Yvette (org.) **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dílson F. da Cruz São Paulo: Contexto, 2007b. p. 63-80.

VEYRET, Yvette & RICHEMOND, Nancy Meschinet. Representação, gestão e expressão espacial do risco. In: VEYRET, Yvette (org.) **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007c. p. 47-62.

VEYRET, Yvette. Introdução. In: _____ (org.) **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dílson F. da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 11-22.

VILLAÇA, Flávio. A recente urbanização brasileira. In: CASTRIOTA, L. B. (org.). **Urbanização Brasileira**: redescobertas. Belo Horizonte, Editora C/Arte, 2003. p. 28-42.

VILLAÇA, Flávio. Perspectivas do Planejamento urbano no Brasil hoje. In: **II Seminário Cidades Brasileiras** - Desejos e Possibilidades. Campo Grande: Prefeitura Municipal, 2000. 16p.