

Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos

Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE



**Fragilidade e riscos
socioambientais
em Fortaleza-CE**

Presidente da República
Michel Miguel Elias Temer Lulia

Ministro da Educação
José Mendonça Bezerra Filho

Universidade Federal do Ceará - UFC
Reitor
Prof. Henry de Holanda Campos

Vice-Reitor
Prof. Custódio Luís Silva de Almeida

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação
Prof. Antônio Gomes de Souza Filho

Pró-Reitora de Administração
Prof.^a Denise Maria Moreira Chagas Correa

Imprensa Universitária
Diretor
Joaquim Melo de Albuquerque

Conselho Editorial
Presidente
Prof. Antônio Cláudio Lima Guimarães

Conselheiros
Prof.^a Angela Maria R. Mota Gutiérrez
Prof. Ítalo Gurgel
Prof. José Edmar da Silva Ribeiro

Jader de Oliveira Santos

Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE



Fortaleza
2016

Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE

Copyright © 2016 by Jader de Oliveira Santos

Todos os direitos reservados

IMPRESSO NO BRASIL / PRINTED IN BRAZIL

Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará (UFC)
Av. da Universidade, 2932, fundos – Benfica – Fortaleza – Ceará

Coordenação editorial

Ivanaldo Maciel de Lima

Revisão de texto

Adriano Santiago

Normalização bibliográfica

Marilzete Melo Nascimento

Programação visual

Sandro Vasconcellos / Thiago Nogueira

Diagramação

Sandro Vasconcellos

Capa

Heron Cruz

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Bibliotecária Marilzete Melo Nascimento CRB 3/1135

-
- S237f Santos, Jader de Oliveira.
Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE / Jader de Oliveira Santos
- Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016.
188 p. : il. ; 21 cm. (Estudos da Pós-Graduação)
ISBN: 978-85-7485-254-6
1. Fragilidade ambiental. 2. Riscos socioambientais. 3. Meio ambiente. I. Título.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
OS RISCOS NO CENTRO DOS PROBLEMAS URBANOS	11
CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE FORTALEZA	19
PROCESSOS MORFOGENÉTICOS E COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DO SÍTIO URBANO DE FORTALEZA.....	37
Planície Costeira	41
Praia	44
Terraços marinhos	48
Campo de dunas	51
Dunas móveis.....	54
Dunas fixas.....	57
Paleodunas	60
Planície fluviomarinha	63
Rochas de praia – <i>Beach Rocks</i>	68
Vales e planícies de acumulação	69
<i>Planícies fluviais</i>	69
<i>Planícies lacustres e fluviolacustres</i>	72
Tabuleiros pré-litorâneos	77
Relevos vulcânicos residuais	84
Pedimentos.....	86
Consideração sobre a geomorfogênese e a dinâmica atual do sítio urbano de Fortaleza.....	90
<i>Dinâmica atual</i>	97
PLANEJAMENTO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO: o planejamento urbano-ambiental de Fortaleza	107

O planejamento urbano-ambiental em Fortaleza	112
<i>Macrozona de ocupação urbana</i>	116
<i>Macrozona de proteção ambiental</i>	120
<i>Zonas especiais</i>	122
Aspectos relevantes do Plano Diretor Participativo de Fortaleza	125
FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE	
SOCIAL	127
Fragilidade ambiental.....	128
Vulnerabilidade social.....	138
RISCOS SOCIOAMBIENTAIS EM FORTALEZA.....	155
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
O AUTOR	187

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, conseqüentemente, 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. 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 fluvio-marinhas, o 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 à ocorrência desses fenômenos do que à 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, à 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 talvegues 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, evidenciando-se 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 emerge a importância do desenvolvimento de análises aplicadas ao planejamento, em que possam ser delimitadas de forma integrada as fragilidades impostas aos diferentes sistemas ambientais e às vulnerabilidades da sociedade em enfrentar situações de crise.

Deste modo, acredita-se que, 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.

Os resultados devem necessariamente apresentar dados sintéticos e analíticos das condições ambientais e fragilidades dos ambientes, da vulnerabilidade da sociedade e, por fim, da distribuição espacial dos riscos no território. Essa distribuição, via de regra, é definida pelas condições da fragilidade ambiental, bem como pela capacidade de resposta da população em se restabelecer após a ocorrência desses fenômenos, confirmando que há uma distribuição desigual dos problemas socioam-

bientais, definida por um histórico de segregação socioespacial, portanto excludente, cujas raízes remontam ao próprio processo de consolidação territorial.

OS RISCOS NO CENTRO DOS PROBLEMAS URBANOS

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

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 decênios, a população urbana passa de 25,73% do total, em 1940, para, em 1980, chegar a 67,69% da população vivendo nas cidades. Atualmente, o contingente populacional vivendo nas cidades brasileiras é superior a 84% da população, o que representa mais de 160 milhões de pessoas.

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 de infraestrutura, 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 presentes nas cidades brasileiras, Santos (2008, 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.

De tal modo, as grandes cidades hoje não são somente o *locus* de produção do capital, são também o *locus* de manutenção, reprodução e agudização das desigualdades, ou seja, são o lugar de ampliação das desigualdades socioespaciais e da exclusão territorial.

Ao abordar os 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, que se materializa através da distribuição desigual da população e dos problemas urbanos no território.

Nesta perspectiva, é possível compreender que o ambiente urbano resulta de um longo processo que envolve os aspectos da sociedade e de como esta se relaciona com o meio, o que, na perspectiva de Brandão (2001), faz do ambiente urbano um sistema altamente relacionado, onde tanto os elementos naturais como os elementos derivados das atividades humanas são derivados do sistema de relações e os resultados (bons ou ruins) são fruto da combinação dos dois.

Coelho (2001, p. 27-28) aponta a existência de uma relação estreita entre os problemas ambientais e a espacialização desigual das diferentes classes sociais no território

Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo o espaço urbano. Atingem muito mais os es-

paços 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.

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, reproduzindo as desigualdades e estabelecendo contextos vulneráveis

Denominamos ‘contextos vulneráveis’ aqueles nos quais os riscos dos sistemas sócio-técnico-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 e estejam expostos a riscos de diversas ordens.

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 mediante uma situação de risco.

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 a possibilidade da ocorrência de situações danosas que podem afetar o ambiente ou a 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.

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.

Mesmo em face das possibilidades de classificação e de atuação das abordagens de riscos, o enfoque desta pesquisa recai sobre os riscos ambientais. 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).

Os riscos ambientais possuem uma perspectiva espacial e não se enquadram unicamente em uma categoria, isto é, expressam as complexidades das relações sociedade e natureza e se materializam no território.

Como bem ressalta Porto (2007), 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 *áreas* naturais, sendo que seus efeitos podem ser sentidos de forma desigual no espaço (THOURET, 2007), conforme a vulnerabilidade da sociedade.

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

Ao estudar os riscos ambientais e seus efeitos na América Latina, Thouret (2007) aponta que as *áleas* de origem geodinâmica, morfodinâmica, hidrológica e climática são as mais recorrentes na região. Ao quantificar a ocorrência desses fenômenos, Tavares (2009) aponta que os climáticos são os principais produtores de desastres naturais.

Em sua maioria, as áreas de risco no Brasil são as que estão susceptíveis às inundações, embora o maior número de vítimas por evento esteja relacionado 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 movimentos de massa geralmente ocorrem em áreas localizadas (setores de uma vertente, por exemplo). Já as inundações ocorrem em áreas de grande dimensão territorial.

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, possibilita o movimento de grandes quantidades de material.

As inundações apresentam relação direta com a intensidade e quantidade das precipitações a 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; RIBEIRO, 2009, p. 41).

As inundações, portanto, resultam da combinação de fatores naturais e antropogênicos. Dentre os fatores 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 derivados das atividades humanas, 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, canalização, retificação, impermeabilização do solo), a erosão das áreas a montante e o assoreamento dos cursos d'água que interferem na velocidade e na capacidade de escoamento do vale (AMARAL; RIBEIRO, 2009; BRASIL, 2009; SANTOS, 2006).

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 fator de risco relacionado a fenômeno natural 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.

Quando analisados os riscos ambientais e as catástrofes, que são as manifestações espaciais dos seus efeitos, geralmente verifica-se que 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, à injustiça ambiental, à 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 e constituem as principais causas de catástrofes naturais no Brasil.

Justamente por envolver essa complexidade de fatores, a 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.

Porto (2007) enfatiza ser preciso desnaturalizar a lógica que prega o risco como um fenômeno neutro, quantitativo, objetivo, re-

sultado de probabilidades e eventos conhecidos, ou de um ‘acidente’ que exclui as populações mais vulneráveis e os determinantes sociais dos riscos.

Emerge, portanto, a necessidade de desenvolvimento de metodologias de investigação que envolvam as complexidades das relações da sociedade e da natureza e de como essas relações se materializam nos territórios, expondo grupos sociais a diferentes níveis de riscos.

Mediante esses estudos, faz-se possível compreender a distribuição da vulnerabilidade social em relação à fragilidade ambiental em Fortaleza, assim como permite identificar territórios que configuram áreas de risco da capital cearense.

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE FORTALEZA

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 314km², limitando-se ao norte com o oceano Atlântico; ao sul com os municípios de Maracanaú, Itaitinga e Pacatuba; a oeste com Eusébio e Aquiraz; a leste com o município de Caucaia (Figura 1). Apesar da reduzida dimensão territorial, o território em estudo encerra um diversificado mosaico de sistemas ambientais, fortemente susceptíveis às intervenções das atividades antropogênicas.

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 no mapa básico (Figura 2).

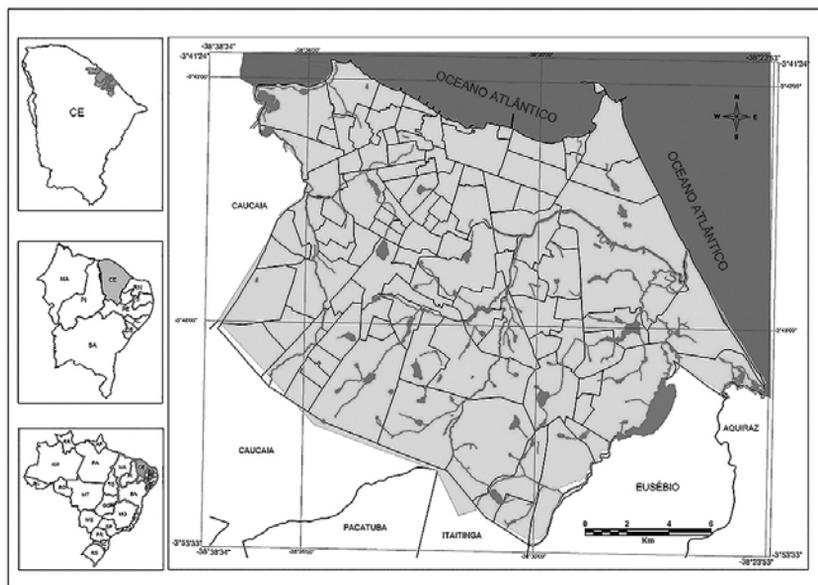
A cidade de Fortaleza é o principal centro urbano cearense, concentrando o maior contingente populacional do estado e ocupando o *status* de quarta maior cidade do Brasil, com população superior a dois milhões e quatrocentos mil habitantes. Diferentemente da maior parte

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 realizado de forma desordenada, sem considerar as potencialidades e fragilidades dos ambientes naturais e/ou modificado pelas atividades produtivas.

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

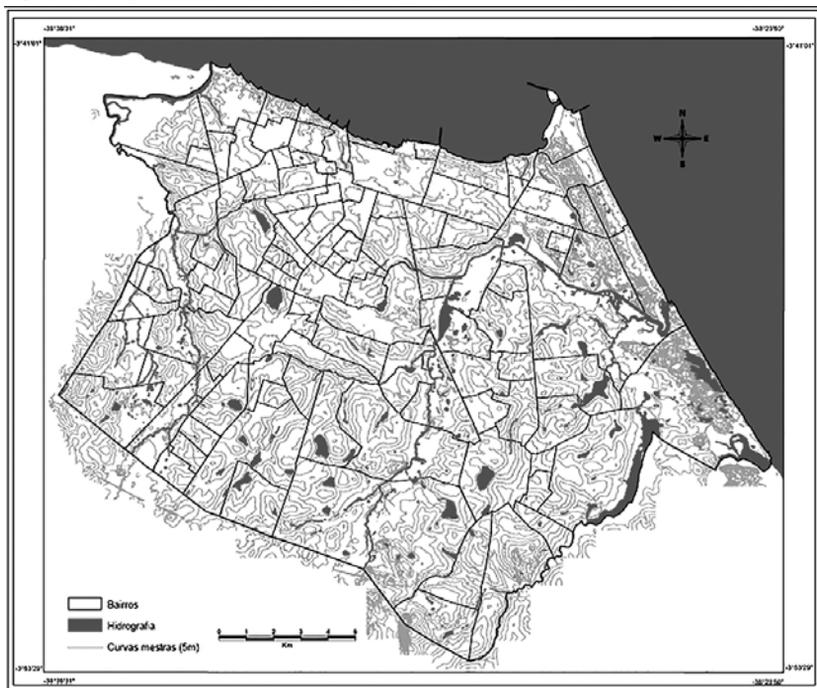
O município de Fortaleza apresenta um quadro geológico caracterizado pela primazia das coberturas sedimentares cenozoicas com ocorrência de rochas do Embasamento Cristalino e estruturas derivadas do vulcanismo terciário.

Figura 1 – Mapa de localização



Fonte: Organizada por Santos (2011).

Figura 2 – Mapa básico, curvas com equidistância de 5 metros



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza (1999, 2009). Organizada pelo autor.

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 os 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 cenozoicas, 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 Proterozoico Inferior. Trata-se de uma superfície de aplainamento em que o trabalho erosivo truncou variados litotipos, formando uma superfície de plana e/ou suavemente dissecada. Morfológicamente, 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 pelo *neck* vulcânico do Morro Caruru. Segundo Brandão (1995), 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 Cenozoico. São constituídas pela planície litorânea, vales e glaciais 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 arenoargilosos 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 glaciais 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 à grande quantidade de matéria orgânica.

Os sedimentos arenoquartzosos 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, sobrepostas 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) e Meireles, Silva e Thiers (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 sota-vento. 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 constituído 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 1 apresenta, de forma sintética, as condições litoestratigráficas das unidades morfoesculturais e os padrões de formas de relevo.

A análise das condições climatológicas, ora apresentada, resulta de uma série de levantamentos anteriormente procedidos para investigações acerca das condições ambientais do município e foi apresentada em Santos e Souza (2005), Santos (2006), Souza et al. (2009) e Santos (2011). Optou-se, na presente investigação, por apresentá-la novamente, em razão da inconsistência de novos dados e em virtude da de-

sativação da estação climatológica (estação Funceme) que apresentava a melhor e mais antiga série histórica do município.¹

Quadro 1 – 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 fluvio-lacustres; 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: Adaptada de Souza et al. (2009); Souza (2000); Santos (2011).

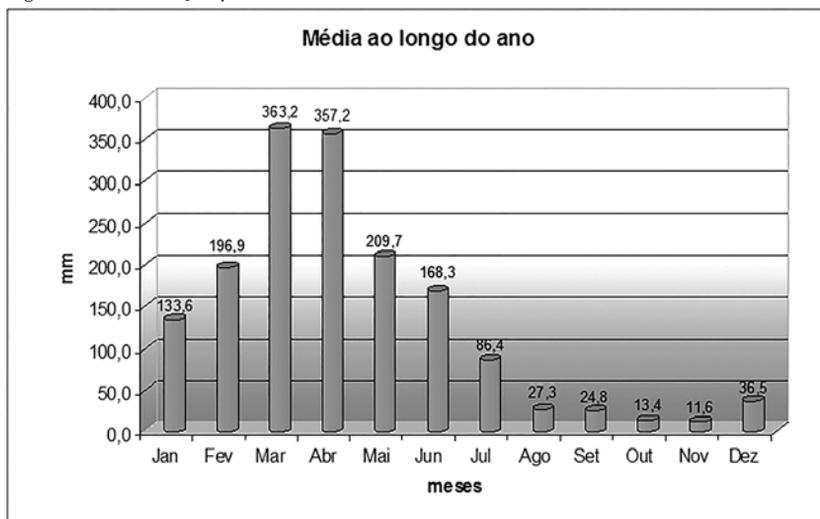
O clima é fator determinante das condições ambientais, na medida em que influencia a distribuição e a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais e controla a ação dos processos exógenos (SOUZA, et al., 2009). A cidade de Fortaleza apresenta índices pluviométricos superiores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

A circulação atmosférica em Fortaleza é comandada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), contudo recebe influências de

¹ 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.

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, conforme pode ser verificado na Figura 3.

Figura 3 – Distribuição pluviométrica média



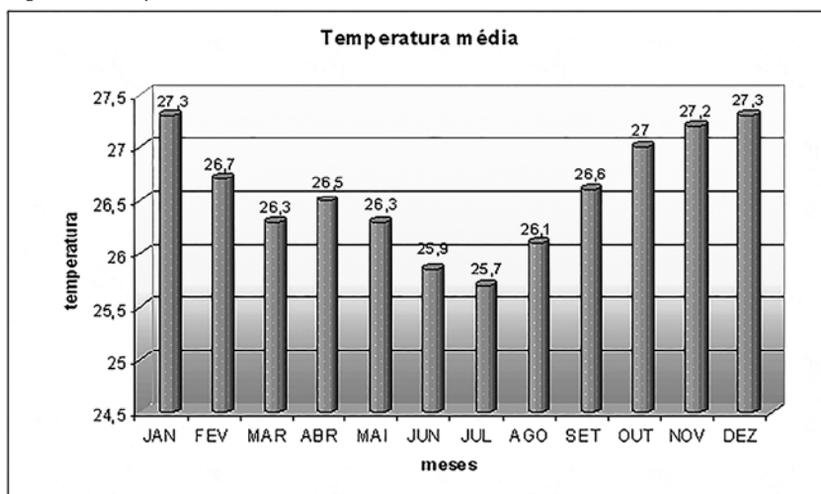
Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2009); Souza et al. (2009).

A ação constante da insolação associada à latitude, proporcionando temperaturas constantes no decorrer do ano, faz com que as temperaturas médias anuais nas regiões próximas ao equador se situem entre 26°C e 28°C tanto na média anual como nas médias mensais (NIMER, 1989), o que justifica as elevadas temperaturas no município.

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. A síntese das médias mensais de temperatura ao longo do ano está apresentada na Figura 4.

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., 2009) que, em média, atinge 1.469mm/ano no município.

Figura 4 – Temperaturas médias anuais

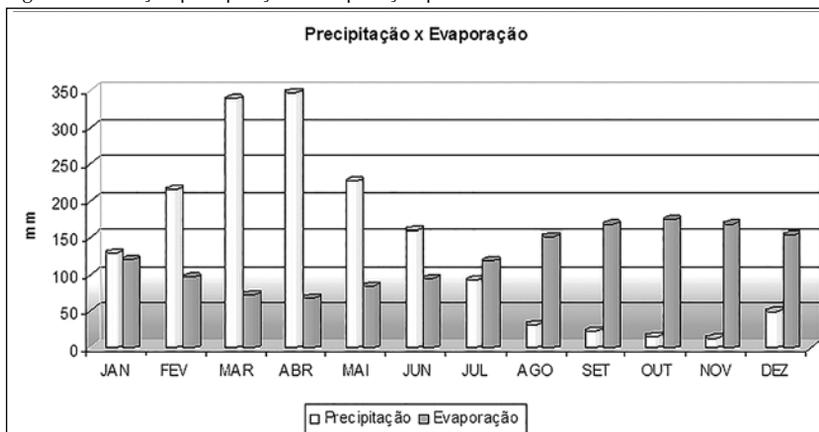


Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2009); Souza et al. (2009).

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 5.

Como visto, 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.

Figura 5 – Relação precipitação e evaporação para a cidade de Fortaleza-CE



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2009); Souza et al. (2009).

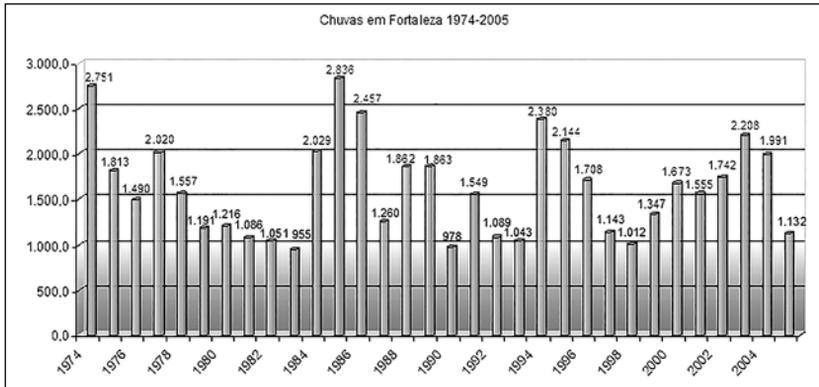
Essa variabilidade pluviométrica está associada às irregularidades ocasionadas pelas temperaturas dos oceanos tropicais e aos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, que ocasionam efeitos variados. O *El Niño* causa prolongados períodos de secas, geradores de sérios problemas socioambientais; o *La Niña* provoca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

A Figura 6 apresenta 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.

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, desencadearam 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.

Figura 6 – Pluviometria anual



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2009); Souza et al. (2009).

As características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo são dependentes das condições climáticas, das propriedades litológicas do terreno e dos 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, tendo em vista 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 imperme-

áveis 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, a capacidade de infiltração e o 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. 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.

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, à 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 à maior permoporosidade dos materiais constituintes

e, conseqüentemente, à 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 em que se estabelecem as planícies fluvio-marinhas, 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 a RMF (Pacoti-Riachão-Gavião), o abastecimento era assegurado pela exploração de aquíferos, instalados 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 conseqüente 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, mostra-se que o sistema está completamente saturado, tanto pelo assoreamento e entupimento dos canais e galerias por resíduos de toda ordem, como, principalmente, pelo aumento no fluxo decorrente da grande impermeabilização do solo.

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 característica 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; MENDONÇA, 2004).

Os solos encontrados em Fortaleza apresentam significativas diferenciações quanto à 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 1 exibe a correspondência entre a classificação anteriormente utilizada e a nova classificação de solos, conforme o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999).

Tomando como base os trabalhos de campo, informações e descrições contidas em diversos trabalhos técnicos e relatórios (FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ, 1989; MOREIRA; GATTO; SOUZA, 1981; JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; CEARÁ, 1998; BRANDÃO et al., 1995; SOUZA, 2000; SOUZA et al., 2009; SANTOS, 2006), segue breve descrição e distribuição das principais classes de solos em Fortaleza.

Tabela 1 – 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 Manguê

Fonte: Adaptada de Brandão et al. (1995); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999); Souza et al. (2009). Organizada por Santos (2011).

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 assen-

tada sobre eles é constituída principalmente por espécies herbáceas e arbustivas de vegetação pioneira do complexo vegetacional litorâneo, com exceção das áreas a sota-vento 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 de 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 acinzentados.

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, apresentam-se 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.

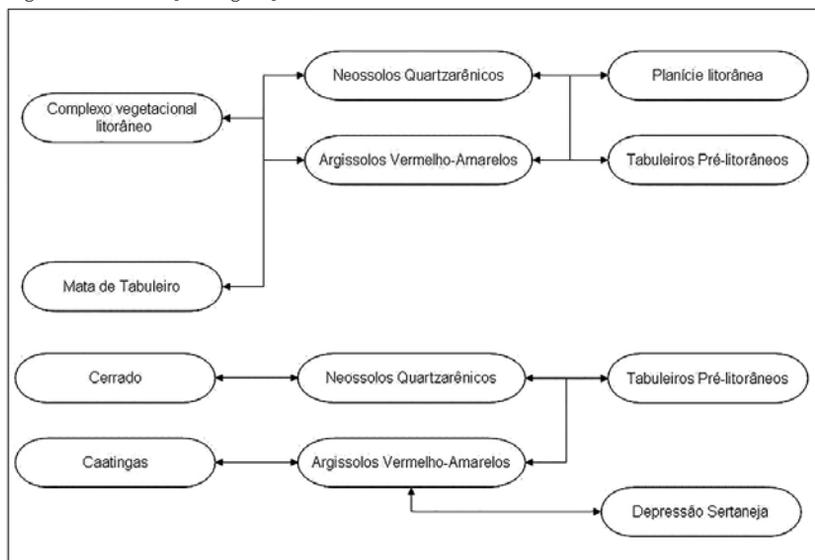
Gleissolos Sálícos ocorrem em áreas que apresentam altas taxas de salinidade, nas zonas litorâneas e pré-litorâneas, principalmente na planície fluvio-marinha dos rios Cocó, Maranguapinho e Pacoti. Verifica-se também sua ocorrência nas margens de lagoas situadas mais próximas do litoral, nos setores 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.

Como exposto anteriormente, fica evidente a estreita relação que os solos estabelecem com os demais componentes ambientais.

A Figura 7 esquematiza essa relação, associando unidades fitoecológicas, classes de solos e formas do relevo.

Figura 7 – Correlação vegetação, solos e relevo



Fonte: Adaptada de Brandão et al. (1995); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999); Souza et al. (2009); Santos (2011).

Mesmo em face da interconectividade entre os diversos componentes ambientais, maior atenção será dada às características geomorfológicas do sítio urbano de Fortaleza. Tal preocupação se justifica, pois a geomorfologia encerra o resultado das combinações entre esses componentes, mediante fluxos de matérias e energia e constitui o principal produto intermediário para a construção do mapa de fragilidade ambiental.

PROCESSOS MORFOGENÉTICOS E COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DO SÍTIO URBANO DE FORTALEZA

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 voltada à compreensão dos riscos ambientais, 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 de genética e de evolução.

Fica evidente, com efeito, o fato de que, para o estabelecimento da susceptibilidade aos riscos, é fundamental o entendimento das potencialidades e fragilidades do relevo. Para tanto, é 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 si, 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. 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”.

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 em que 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 considerar as interferências geológico-estruturais, paleoclimáticas, processos morfodinâmicos atuais e subatuais e as atividades antropogênicas. Deste modo, foi evidenciada a existência de relevos originados de fases de deformação plástica e ruptural Pré-Cambrianas já bastante descaracterizados por processos exógenos e coberturas sedimentares cenozoicas 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.

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 Cenozoicas e o Vulcanismo Terciário, que exibem formas de relevo variadas, além, é claro, dos relevos derivados das atividades antropogênicas.

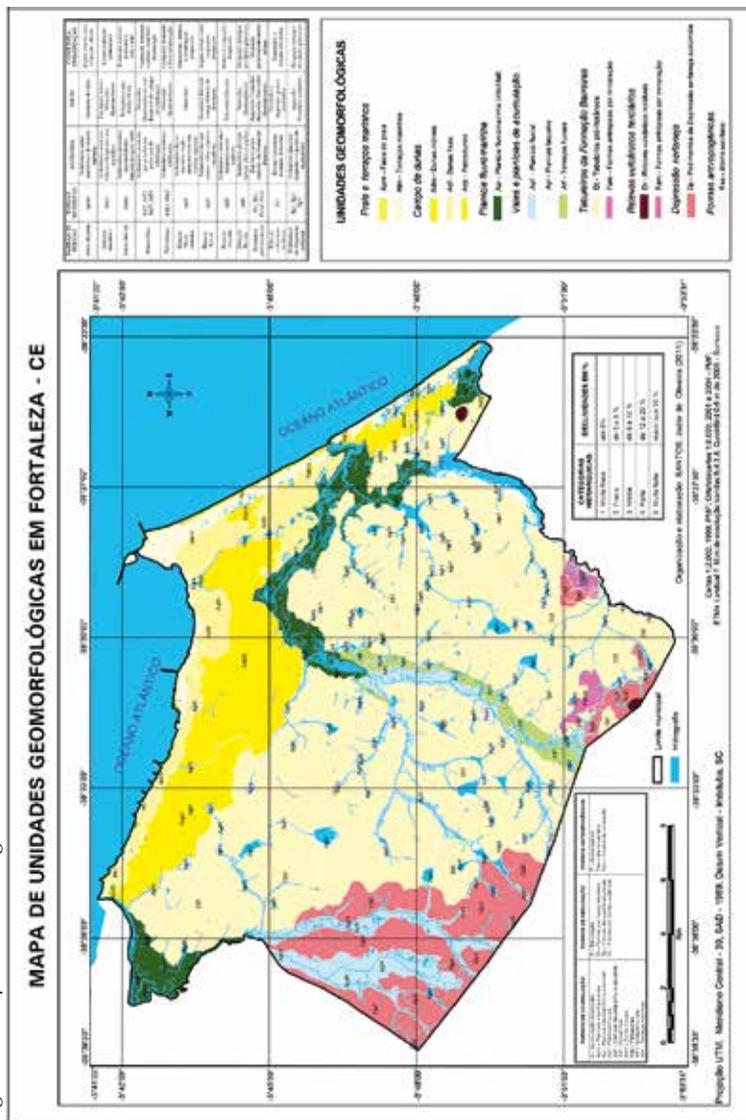
O Quadro 2 sumaria a compartimentação do relevo com base na proposta de classificação taxonômica de Ross (1992), apresentando as unidades morfoestruturais, morfoesculturais, padrões de formas, formas de relevo e processos atuais/atividades antropogênicas. Portanto, embora o mapeamento ora apresentado se refira essencialmente aos padrões de formas de relevo (terceiro táxon), a 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 2 – 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 Cenozoicas	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	

Fonte: Adaptada de Ross (1992). Organizada pelo autor.

A seguir, será procedida à análise detalhada das unidades de relevo, considerando suas conexões com os demais componentes ambientais e as atividades socioeconômicas. Referidas unidades estão mapeadas na Figura 8.



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, Silva e Thiers (2006) ressaltam que o regime de distribuição pluvial determina a estacionalidade da drenagem hídrica superficial e o reabastecimento dos aquíferos subterrâneos, influenciando no deslocamento, no acúmulo de sedimentos e nos 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. Morais (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, 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*.

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 es-

tabilizados 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 (BRANDÃO, 1995; BRANDÃO et al., 1995; MEIRELES; SILVA; RAVENTOS, 2001; MEIRELES; SILVA; THIERS, 2006; SILVA, 1998; SOUZA et al., 2009).

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 mais 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 9 mostra a configuração dos sedimentos arenoquartzosos holocênicos que compõem a planície costeira de Fortaleza. Nela observa-se a faixa de praia, onde é possível visualizar o estirâncio e a berma, os terraços marinhos holocênicos com o campo de dunas móveis e semifixas e fixas.

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, de 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 necessário maior detalhamento dessas formas de relevo.

Figura 9 – Vista aérea dos sedimentos arenoquartzosos que constituem a faixa praias e campo de dunas na planície costeira em Sabiaguaba



Fonte: Elaborada pelo autor.

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. Constituem 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 diários 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.

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 nas Figuras 10 e 11.

Figura 10 – Menor largura da faixa de praia, no bairro Goiabeiras



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 – Maior extensão (largura) da faixa de praia, no bairro Praia do Futuro II



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 processos marinhos e continentais e se tornaram muito volumosos para serem transportados pela ação eólica e marinha.

Uma das características mais marcantes da faixa de praia é a ausência de vegetação. 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 à elevada salinidade, intensidade dos ventos e radiação solar (SOUZA et al., 2009).

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 desen-

cadeados processos erosivos acelerados ao longo de toda faixa de praia à 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 à instalação do porto do Mucuripe, na década de 1950, que alterou a dinâmica costeira em Fortaleza e nos municípios situados a oeste da Capital, o que desencadeou a necessidade de várias intervenções a fim de conter os efeitos da abrasão marinha. A esse respeito Morais (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 a 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, Silva e Raventos (2001, p. 21) 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 item referente à geomorfogênese e à dinâmica atual.

Terraços marinhos

Os terraços marinhos constituem faixa arenosa situada imediatamente após a 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 à manifestação local das oscilações do nível do mar no Quaternário. Sua largura é variada, podendo chegar a mais de seiscentos metros na região da Sabiaguaba, ao tempo em que as dimensões são mais reduzidas nas praias a oeste.

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 0,60mm, podendo ser distinguidos dois pacotes de sedimentos

São formadas por duas camadas distintas, sendo uma inferior de depósitos de praia com estratificação cruzada, marcada 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.

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, especificamente durante a regressão subsequente à última transgressão por volta de 5000 anos antes do presente.

Em estudo sobre a dinâmica costeira entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Ceará, Meireles, Silva e Raventos (2001, p. 18) 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 12). Essas lagoas costeiras são intermitentes e estão associadas à variação do nível hidrostático, atingindo seu ápice no primeiro semestre do ano, sendo que na estiagem 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 mi-

gratórias (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E CONTROLE URBANO DE FORTALEZA, 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 12 – Terraços marinhos na praia da Sabiaguaba



Fonte: Elaborada pelo autor.

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.

Campo de dunas

Meireles, Silva e Thiers (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; SILVA; THIERS, 2006, p. 103).

A dinâmica e a morfologia dunar estão diretamente correlacionadas com a intensidade e com a velocidade dos ventos alísios de sudoeste, com a baixa umidade atmosférica e com a 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 paisagem (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, Silva e Raventos (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 flúviomarinhas 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, Silva e Raventos (2001) e Meireles, Silva e Thiers (2006) estabelecem quatro gerações 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) e Meireles, Silva e Raventos (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 13 apresenta uma perspectiva do campo de dunas da praia da Sabiaguaba, em que 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 13 – Campo de dunas na planície costeira de Fortaleza



Fonte: Elaborada pelo autor.

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, pelas construções, proporcionou a interrupção do fluxo de sedimentos que se deslocava 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 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.

Dunas móveis

São feições de acumulação formadas pela deposição eólica. Sua formação se dá com a 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. Morfológicamente, essas feições se apresentam em forma de dunas barcanas com suave inclinação a barlavento e declives mais acentuados a sota-vento, como pode ser verificado na Figura 14.

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 apresentam 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 14 – Feições de dunas barcanas, onde é possível verificar a maior declividade nas vertentes a sota-vento



Fonte: Elaborada pelo autor.

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.

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, Silva e Thiers (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 pró-

ximas 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 de mobilidade dos sedimentos entre as 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 a 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.

Dunas fixas

Ocorrem em toda a planície litorânea, dispostas logo após o cordão de dunas móveis até a área limítrofe com os tabuleiros pré-lito-

râneos 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 15 apresenta visão parcial do campo de dunas do setor leste do litoral de Fortaleza.

Figura 15 – Campo de dunas fixas na Sabiaguaba



Fonte: Elaborada pelo autor.

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.

Meireles, Silva e Raventos (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 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 fluvio-marinha 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. 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.

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 subperenifólia, com padrões fisionômicos variados, em que predominam plantas de porte arbustivo a barlavento e arbóreo nas encostas a sota-vento.

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.

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 mantém 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.

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 16).

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 siltosa e de cor amarelada, alaranjada e, em alguns casos, acinzentada. Sua composição é predominantemente quartzosa e/ou quartzo-feldspática (BRANDÃO et al., 1995).

Ainda segundo autores, em algumas exposições podem ser verificadas estruturas sedimentares de estratificação plano-paralela e cruzada. Verifica-se, também, a ocorrência de pelíticos de pequena espessura intercalados no pacote arenoso, ao qual podem ser associados como depósitos em ambientes úmidos que correspondem às áreas mais baixas das depressões interdunares.

Figura 16 – Paleoduna sotoposta por uma litologia mais recente de dunas móveis



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 geoló-

gico, 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 (1995) diz que o alinhamento dessas dunas segue uma direção E-W, o que reflete a predominância dos ventos que sopram do quadrante leste.

Este fato justifica sua disposição paralela em relação à linha de costa, principalmente a 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, em 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 a 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 17 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.

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.

Figura 17 – 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



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 18.

Figura 18 – Padrão de drenagem na planície fluviomarina na confluência do estuário dos rios Maranguapinho e Ceará



Fonte: Elaborada pelo autor.

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. À jusante, há um alargamento da planície fluvio-marinha, exibindo manguezais mais desenvolvidos. Os apicuns ou salgados constituem estreita faixa que bordejia os manguezais e delimita as planícies fluvio-marinhas 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.

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 exorreica (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 fluvio-marinho, na planície de inundação, são de granulometria mais fina e, também, com maiores teores de matéria orgânica.

A planície fluvio-marinha é a unidade que mantém a mais estreita relação com o estuário, cuja funcionalidade intervém no fluxo solar, na energia mecânica das águas e na matéria orgânica e inorgânica, já que durante a baixa-mar o fluxo da maré dificulta o escoamento fluvial, deslocando a água doce para montante (SILVA, 1998).

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 fluvio-marinhas.

Em decorrência da mistura de águas marinhas e continentais e da conseqüente 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 (SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 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 manguê (vegetação perenifolia paludosa marítima de manguê) é uma vegetação altamente especializada, cuja característica principal é suportar altos índices de salinidade e receber influência de quatro oscilações diárias de marés (duas preamares e duas baixa-mares).

Como visto anteriormente, as planícies fluviomarinhas são ambientes em que 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 as quais 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 Ceará, 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.

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 19). 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 19 – Apicuns em áreas de salinas desativadas na planície fluvio-marinha do rio Cocó. Notar a expansão da urbanização sobre o manguezal.



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 20), próximas à desembocadura dos rios Pacoti, Cocó e na enseada do Mucuripe.

Figura 20 – Beach Rocks na margem direita de desembocadura do rio Cocó



Fonte: Elaborada pelo autor.

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, 2000).

Sobre sua constituição, os estudos procedidos por Morais (1967, 2000), Brandão (1995) e Brandão et al. (1995) explicam que são are-

nitos 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.

Dada a escala de análise em atendimento 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.

Vales e planícies de acumulação

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 agradiação. Litologicamente, as planícies fluviais são constitu-

ídas por siltes, argilas, areias e cascalhos oriundos do transporte fluvial. A Figura 21 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 21 – Planície fluvial de afluente do Cocó na área de transição tabuleiro-depressão sertaneja, entre os Conjuntos José Walter e Palmeiras (extremo sul de Fortaleza)



Fonte: Elaborada pelo autor.

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. Em tais situações, ficam evidentes condições hidroclimáticas pretéritas que evidenciam oscilações eustáticas.

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 22. 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 22 – 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



Fonte: Elaborada pelo autor.

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-Jangurusu até as proximidades com a ponte sobre a BR-116, no bairro da Aerolândia. Ao mesmo tempo, no Maranguapinho, essa passagem é evidente ao longo de seu curso principal, mesmo face ao 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, verifica-se que, em virtude do elevado grau de urbanização em algumas áreas, quando da ocorrência de 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.

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 (SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 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 (Figura 23) e Precabura. 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 lagoas 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 da 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.

Ao longo das formas litorâneas, ocorre uma série de lagoas costeiras freáticas, portanto intermitentes. Segundo Meireles, Silva e Raventos (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 do elevado grau de urbanização, já não existem registros desses corpos hídricos.

Figura 23 – 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



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 atetamento 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 24 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 24 – Áreas de inundação sazonal nas proximidades da lagoa da Precabura



Fonte: Elaborada pelo autor.

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.

Evidências geomorfológicas, características morfológicas atuais e sua disposição em relação à drenagem e demais corpos lacustres levam à conclusão de que essas áreas, em sua maioria, correspondem a antigas lagoas que passaram por processos de assoreamento e, nos dias de hoje, se encontram precariamente incorporadas à rede de drenagem.

Os solos nas planícies lacustres e fluviolacustres são 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 fâcies mais protegidas das inundações predominam solos argiloarenosos, 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 fâcies arenosas, o material era utilizado na construção civil, ao tempo que nas fâcies 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 mar-

gens 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 25.

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 25 – Lagoa freática (intermitente) situada no conjunto Palmeiras. Notar a ocupação pelas residências na área da planície lacustre



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 a 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 a oeste da área e mais larga a 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, a 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 arenoargiloso 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 (1995, 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 mos-

queado, 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 caulinitica, 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 26 mostra o material mal selecionado da Formação Barreiras nas proximidades do contato com as áreas do Embasamento Cristalino. Já nas porções centrais dos tabuleiros, há predominância de material arenoargiloso nas porções mais centrais dos tabuleiros.

Figura 26 – Perfil mostrando os materiais mal selecionados da Formação Barreiras (esquerda) e material predominante arenoargiloso com coloração avermelhada (direita)



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 (1995), Brandão et al. (1995), Morais (2000) e Souza (1988, 2000) assinalam 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 semiárido 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.

Ao 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 em que as declividades não ultrapassam 2%, como pode ser verificado na Figura 27.

Figura 27 – Aspecto plano do relevo nos tabuleiros pré-litorâneos. Proximidades da Av. Perimetral, no Conjunto São Cristóvão, em Fortaleza



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 (1988), 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 (1988) 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 em que prevalece uma cobertura com maior concentração de argila, há maior incidência dos processos erosivos lineares, em que as declividades são um pouco mais pronunciadas, chegando a 4-6% em alguns setores.

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 de 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 em que 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 em que 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% de 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, dificulta sobremaneira sua identificação.

Em campo, verifica-se grande dificuldade em estabelecer os limites dessa unidade morfoestrutural tanto com as litologias Pré-Cambrianas, como com os sedimentos eólicos do campo de dunas que já passaram por um processo de edafização. No contato com as estruturas cristalinas, Brandão (1995) 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 a 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.

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 (1967), 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 4° 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. (1981), 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 os *necks* vulcânicos alcalinos da Região Metropolitana de Fortaleza.

Referidos estudos confirmaram as elaborações de Almeida (1967) 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, p. 109).

Com base nas amostras analisadas por Nascimento et al. (1981), 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 28), morfologicamente exibe uma forma elipsoidal bem caracterizada, apresentando eixo alongado alinhado na direção norte-sul.

Figura 28 – 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



Fonte: Elaborada pelo autor.

Já o morro Caruru está localizado no nordeste do 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.

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 paleorrelevo 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.

Pedimentos

Essas formas de relevo ocupam o extremo meridional do município de Fortaleza, concentradas nas porções sudoeste e sudeste, 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.

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 granitoide-

-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 (1995) associa a região estudada ao contexto geológico-geotectônico da Faixa de Dobramentos Jaguaribeana. Ainda segundo o autor, os estudos regionais para o estabelecimento de uma litoestratigrafia são fragmentários, incluindo-as no Proterozoico.

O Complexo granitoide-migmatítico é composto de rochas migmatíticas diversas e ortognaisses graníticos que datam do Proterozoico Inferior. 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 gnaisse-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 ortoderivadas. Segundo Brandão (1995), Brandão et al. (1995), Nascimento et al. (1981) e Souza (1988), trata-se de uma associação petrotectônica de posicionamento no Proterozoico Inferior que recebe denominações diversas na literatura. Optou-se, no entanto, por utilizar a denominação de Brandão (1995) 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 (1995), 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 granitoide-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 granitoide-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 29), enquanto em direção ao litoral mergulham sobre os sedimentos da Formação Barreiras que a recobrem.

Figura 29 – Aspecto morfológico das rampas de pedimentação com o relevo vulcânico do Ancuri ao fundo

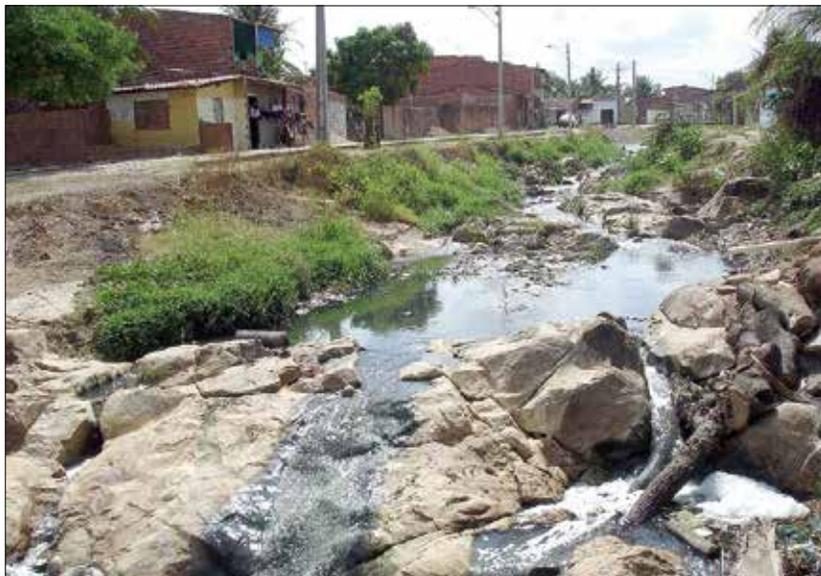


Fonte: Elaborada pelo autor.

Na porção sudoeste, o cristalino tem maior representatividade espacial, avançando mais de sete quilômetros sobre os sedimentos do Barreiras, margeando o canal principal do rio Maranguapinho, bem próximo à sua confluência com o rio Ceará, distante apenas oito quilômetros dos sedimentos da planície litorânea. A Figura 30 apresenta o

afloramento do cristalino sob o leito fluvial de um afluente do rio Maranguapinho, no bairro Bom Sucesso, em Fortaleza.

Figura 30 – Afloramento de rochas cristalinas no leito fluvial de um canal com baixo potencial energético, onde não se verifica uma pronunciada incisão da drenagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

A exposição das feições dessa unidade morfoestrutural está relacionada à existência de paleorrelevos dissecados que precederam à 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 31 apresenta afloramento do cristalino, que se apresenta mais destacado em função de atividades de mineração desenvolvidas no local.

Figura 31 – Afloramento do cristalino em estrutura do Barreiras em razão de atividades de mineração



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 degradacio-

nais 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, Silva e Raventos (2001); Meireles, Silva e Thiers (2006); Morais (2000); Brandão (1995); Brandão et al. (1995); Almeida (1967) e Ab'Saber (1964, 1969, 1972).

Ab'Saber (1969), com a concepção morfogenética, estabeleceu que foi a partir do Cretáceo, estendendo-se por todo o Cenozoico, 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 Proterozoico Inferior. Após essa fase, ainda no Proterozoico 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 Mesozoico, com a reativação da Plataforma Sul-Americana. No Mesozoico e no Jurássico Superior, os efeitos diastróficos se manifestaram com maior intensidade, resultado da Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967). 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 Wealdeniana 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 orogênicos 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 reativação 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 (1967) 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

crystal 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, 2000), tendo como resultado a primazia de padrões de formas de relevo de acumulação na compartimentação geomorfológica regional.

Segundo a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (2005), os eventos precedentes ao Cenozoico 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 Cenozoico 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, 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 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 cenozoicas.

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, Silva e Raventos (2001) e 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

ocorridos no Quaternário, que influenciaram diretamente a constituição atual do litoral de Fortaleza e do Ceará como um todo (MEIRELES; SILVA; RAVENTOS, 2001; MEIRELES; SILVA; THIERS, 2006; BRANDÃO, 1995; BRANDÃO et al., 1995; SOUZA et al., 2009; SILVA, 1998).

Sobre a planície litorânea, os campos de dunas dispostos paralelamente à linha de costa recobrem parcialmente as planícies fluvio-marinhas 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 fluvio-marinha 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 Meireles 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 Pacoti e Cocó e imediações das avenidas Sebastião de Abreu e Engenheiro Santana Júnior.

Ainda segundo Meireles et al. (2001), 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 fluvio marinhas.

As oscilações do nível relativo do mar, relacionadas a eventos paleoclimáticos, desencadearam flutuações climáticas que interferiram diretamente nas condições fluviais e fluvioestuarianas. 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 na ocorrência de sedimentos grossos, 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; SILVA; THIERS, 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, barcanoides, 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; SILVA; THIERS, 2006, p. 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.

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, consequentemente 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 eles 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, Silva e Thiers (2006) ressaltam que o regime da distribuição pluvial determina a estacionalidade da drenagem hídrica superficial e o reabastecimento dos aquíferos subterrâneos, influenciando no deslocamento, no acúmulo de sedimentos e nos 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 trânsito de sedimentos é livre. Nos setores em que 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, Silva e Raventos (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 deslocava 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 do 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 32).

Figura 32 – Molhe do porto do Mucuripe. Notar a sedimentação na Praia do Titanzinho (esquerda) e o baixo padrão de ocupação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo Morais e Souza (1971), essa intervenção obstruiu os sedimentos em suspensão carreados 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 a 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, Morais 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, Silva e Raventos (2001) indicam que o volume anual de sedimentos retidos com essa intervenção foi superior a 800.000m^3 por ano. Ainda conforme Meireles, Silva e Raventos (2001), 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 a erosão nas praias a oeste da ponta do Mucuripe em virtude do déficit no balanço sedimentológico. Os efeitos erosivos desencadeados foram potencializados pela 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.

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 33 mostra algumas dessas intervenções com a série de molhes construídos ao longo do litoral e o referido aterro.

Figura 33 – 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: Adaptada de Superintendência Estadual do Meio Ambiente (2007). Imagem QuickBird, resolução 60cm.

Morais (1980), Meireles, Silva e Raventos (2001) e Meireles, Castro e Lima Verde (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.

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 a 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, Silva e Raventos (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 o 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 a 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

34 apresenta uma aproximação simplificada do fluxo sedimentar na porção oeste do litoral de Fortaleza, na foz do rio Ceará.

Figura 34 – Representação esquemática do transporte sedimentar no litoral oeste e os efeitos da urbanização



Fonte: Adaptada de Superintendência Estadual do Meio Ambiente (2007). Imagem QuickBird, resolução 60cm.

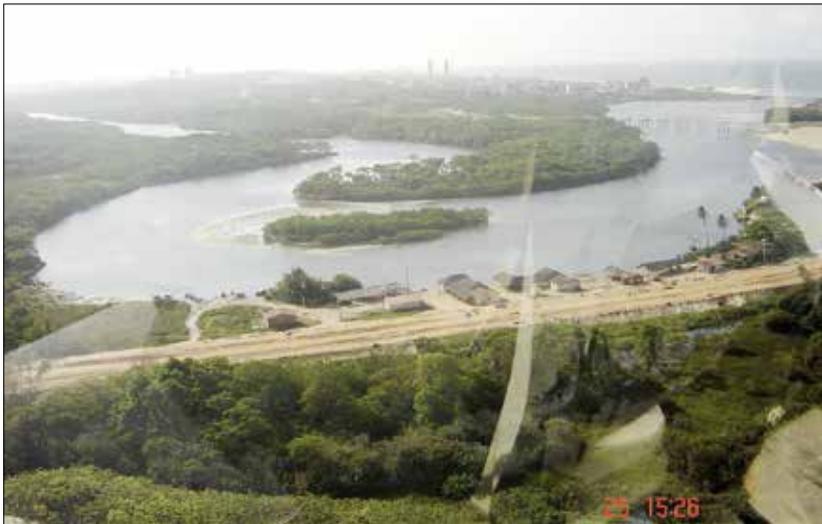
Nas planícies fluviomarinhas, os agentes que comandam a dinâmica atual são mais nítidos mediante a oscilação diária das marés. Deve-se ressaltar, contudo, que vários outros agentes morfodinâmicos atuam nesse sistema. Os ambientes estuarinos têm papel fundamental na dinâmica litorânea. Nesse sistema, 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 a 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, em que 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 35).

Figura 35 – Foz do rio Cocó. Notar a formação de ilhas e bancos de areia



Fonte: Elaborada pelo autor.

As planícies fluviais são unidades em que 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 chega ao sistema fluvial. Ao mesmo tempo que houve um implemento na quantidade de matéria, procedeu-se à redução na energia disponível no sistema, devido, sobretudo, aos barramentos a montante, o que pode ser verificado nos rios Cocó, Pacoti e Maranguapinho.

Quando ocorrem eventos ‘espasmódicos’ relacionados às grandes concentrações pluviométricas, o aporte de sedimentos que chega aos canais principais dos rios não encontra condições para ser transportado 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 36 apresenta o elevado potencial de espraiamento das águas do rio Maranguapinho, em virtude das condições de relevo e do elevado índice de eutrofização.

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.

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. Tal diferença decorre de paleorrelevos dissecados do cristalino. Esses paleorrelevos apresentavam-se como ressaltos topográficos antes da sedimentação

Pliopleistocênica do Barreiras. Souza (1988, 2000) presume que, no sopé dessas colinas dissecadas (paleorrelevos), em condições de semiaridez, formaram-se pequenos depósitos sedimentares e rampas de colúvio que se estendiam até a base dos maciços residuais existentes na RMF.

Figura 36 – Elevado índice de eutrofização, potencializando os efeitos das cheias na planície do rio Maranguapinho - imediações do bairro Aufran Nunes



Fonte: Elaborada pelo autor.

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 37). 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 37 – Afloramento do cristalino acentuado por mineração no Bairro Paupina



Fonte: Elaborada pelo autor.

PLANEJAMENTO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO: o planejamento urbano-ambiental de Fortaleza

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 seja o ordenamento do território; este ordenamento 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 o 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, Haesbaert (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 concepção de Morais (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.

É importante destacar que esses ordenamentos 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 (CUNHA; COELHO, 2003). Consequentemente, é impossível abordar as questões relacionadas ao ordenamento do 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 total.²

O atual quadro ambiental-territorial 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.³ Esse processo tem origens variadas que passam desde a ineficiência do planejamento estatal até a 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.

² 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.

³ Silva (1992) em sua obra *Quando os incomodados não se retiram* trata com clareza dos fatores que condicionaram e condicionam o processo de segregação socioespacial na cidade de Fortaleza.

Souza (2006) 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 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 de o planejamento ser referenciado por um diagnóstico preciso do quadro atual, visando à elaboração de prognósticos que possam estabelecer cenários tendenciais e desejados.

Para o autor, 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.

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. Esse processo, para Souza (2006), deve considerar 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.

Esses preceitos possibilitam a construção de um planejamento alinhado com políticas públicas de ordenamento do território, visando à superação dos problemas socioespaciais através da valorização das condições de vida da sociedade e da conservação e preservação ambiental.

Não considerar essas complexidades, incluindo 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 através de um processo que é necessariamente multiescalar e multiterritorial (HAESBAERT, 2007).

Para concretude desse objetivo deve-se buscar amparo nas instâncias de participação popular e nos instrumentos previstos na legislação para regular o acesso e uso do território e seus recursos.

Dentre os instrumentos previstos na legislação brasileira, o zoneamento é o principal mecanismo 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 (BRASIL, 2006; ROSS, 2006; SOUZA et al., 2009). 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, em que a complexidade das relações da sociedade com o território é mais marcante, e em razão do alto grau de transformação da natureza, faz-se necessária a utilização de uma série de outros instrumentos normativos e regulatórios. Essa complexidade é atestada pela diversidade de instrumentos e políticas previstas na legislação urbanística brasileira. Nesta discussão, 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 habi-

tantes. 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 nº 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.

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 mecanismos apontados, o Estatuto enfatiza que o Plano Diretor é o principal instrumento da política urbana e que 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 infraestrutura urbana disponível e projetada, além das demandas da sociedade.

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, em que 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. Nesse prisma, Steinberger (2006) e Steinberger 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.

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 socioespacial.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 desenvolvimento e ordenamento territorial de Fortaleza. Souza et al. (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 3.

A análise, mesmo que superficial, dos planos de desenvolvimento de Fortaleza revela que a maioria deles 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

⁴ 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, 2006).

existente e/ou o atendimento às demandas do mercado imobiliário sem, contudo, abordar efetivamente um projeto de cidade.

Quadro 3 – 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 à 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	As diretrizes deste plano, apesar de aprovado pela prefeitura, não foram implementadas devido a interferências do setor privado. Principal marca é a 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 urbanística 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 adiante.
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, constituído 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.

continuação Quadro 3.

PERÍODO	PLANO	DIRETRIZES
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 à moradia e gestão participativa.

Fonte: Souza (1978); Souza et al. (2009); Ceará (2004); Ceará (2009). Organizada por Santos (2011).

Acredita-se que, para elaboração do Plano Diretor Participativo de Fortaleza – PDPFor (instituído pela Lei Complementar nº 062 de 2 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.

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,⁵ além das consultas públicas, e o Congresso, que aprovou a minuta do projeto de lei do Plano Diretor.

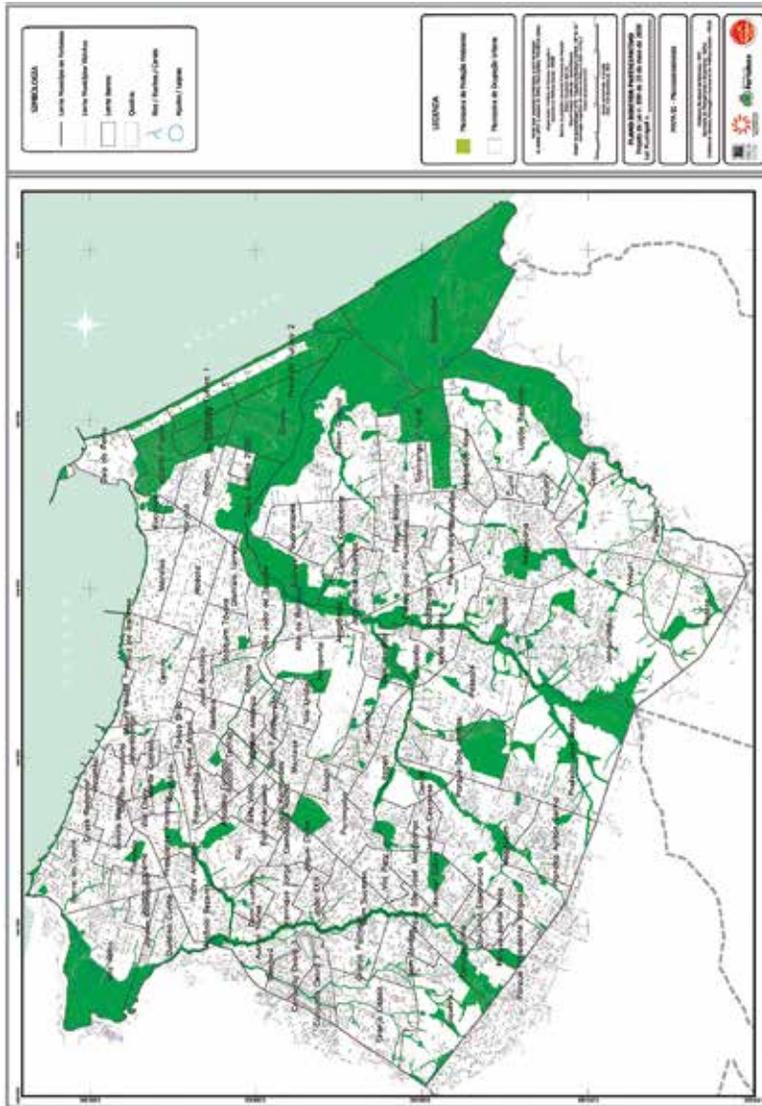
Tratou-se de uma tentativa inicial de ruptura com um modelo de planejamento que historicamente se deu à margem da maioria da sociedade, em que as decisões ficavam restritas ao grupo técnico de elaboração, que muitas vezes era alvo de fortes influências do executivo municipal e dos setores ligados ao mercado imobiliário e à construção civil.

No referido plano (PDPFor), o macrozoneamento divide a cidade em macrozona de proteção ambiental e macrozona de ocupação urbana

⁵ O município está dividido em sete unidades administrativas denominadas de Secretarias Executivas Regionais, que funcionam como uma subprefeitura, com certa autonomia administrativa.

(urbanização), como pode ser verificado na Figura 38. As zonas especiais, como o próprio nome sugere, apresentam características especiais e por isso se sobrepõem às duas macrozonas.

Figura 38 – Macrozoneamento de Fortaleza



Fonte: Ceará (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada pelo autor.

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 39 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 Orla,⁶ estando dividida em sete trechos. Trata-se de uma área diversificada que apresenta diferentes padrões urbanísticos e de ocupação.

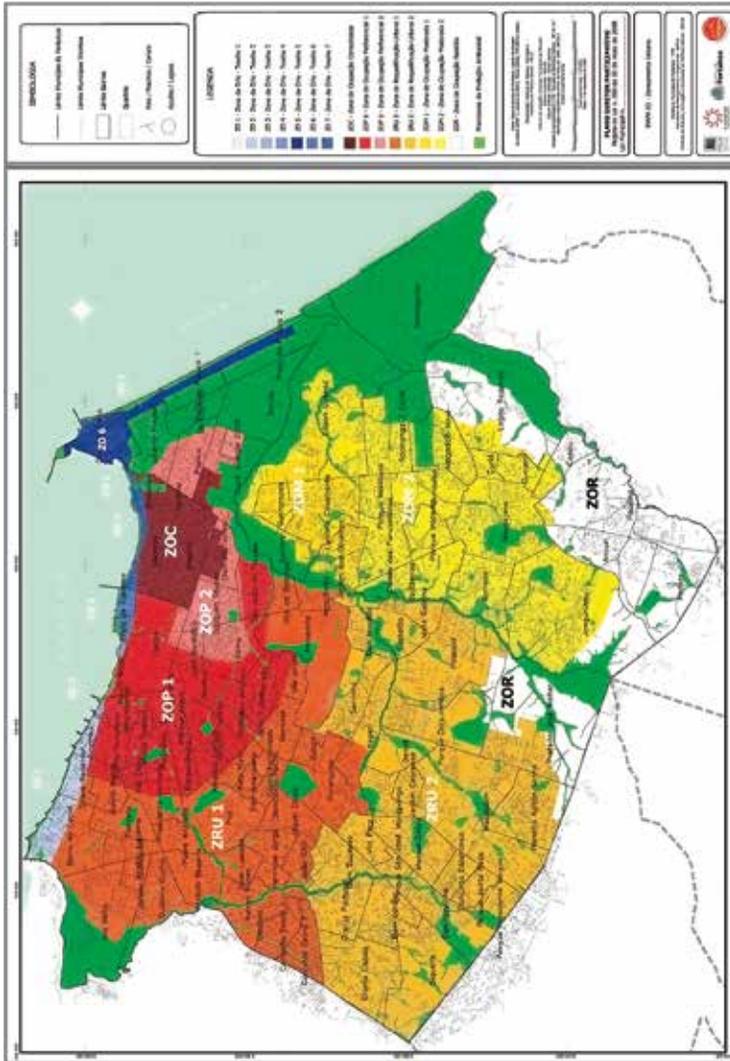
Os trechos 1 e 2, que se estendem da foz do rio Ceará até o início da Praia de Iracema, constituem um setor com urbanização precária, em que predomina um padrão de ocupação de baixa renda. A exceção desse padrão de ocupação se dá nas proximidades do Centro, onde está instalado um hotel de luxo com uma 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.

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 di-

⁶ 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.

nâmica 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.

Figura 39 – Zoneamento Urbano de Fortaleza



Fonte: Ceará (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada pelo autor.

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 para 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 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 e, em alguns 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 1992.⁷ 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

⁷ 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 a sua revisão, que era de dez anos.

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 de 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, 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 indicadores sociais mais baixos como 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 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 tenha boa cobertura da 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.

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 40 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, às 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 às APP's. Em relação ao último Plano Diretor, houve um acréscimo nessas áreas, em que 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 das Dunas de Sabiaguaba.

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).

Zonas Especiais

As Zonas Especiais são porções do território que, em virtude de um conjunto de características específicas, necessitam de um tratamento especial quanto aos parâmetros reguladores de uso e ocupação. Justamente por essas características e por apresentarem reduzida di-

mensão espacial tais zonas se sobrepõem ao macrozoneamento. A Figura 41 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 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 à moradia e saúde ambiental, comportando áreas passíveis de regularização fundiária.⁸

⁸ 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.

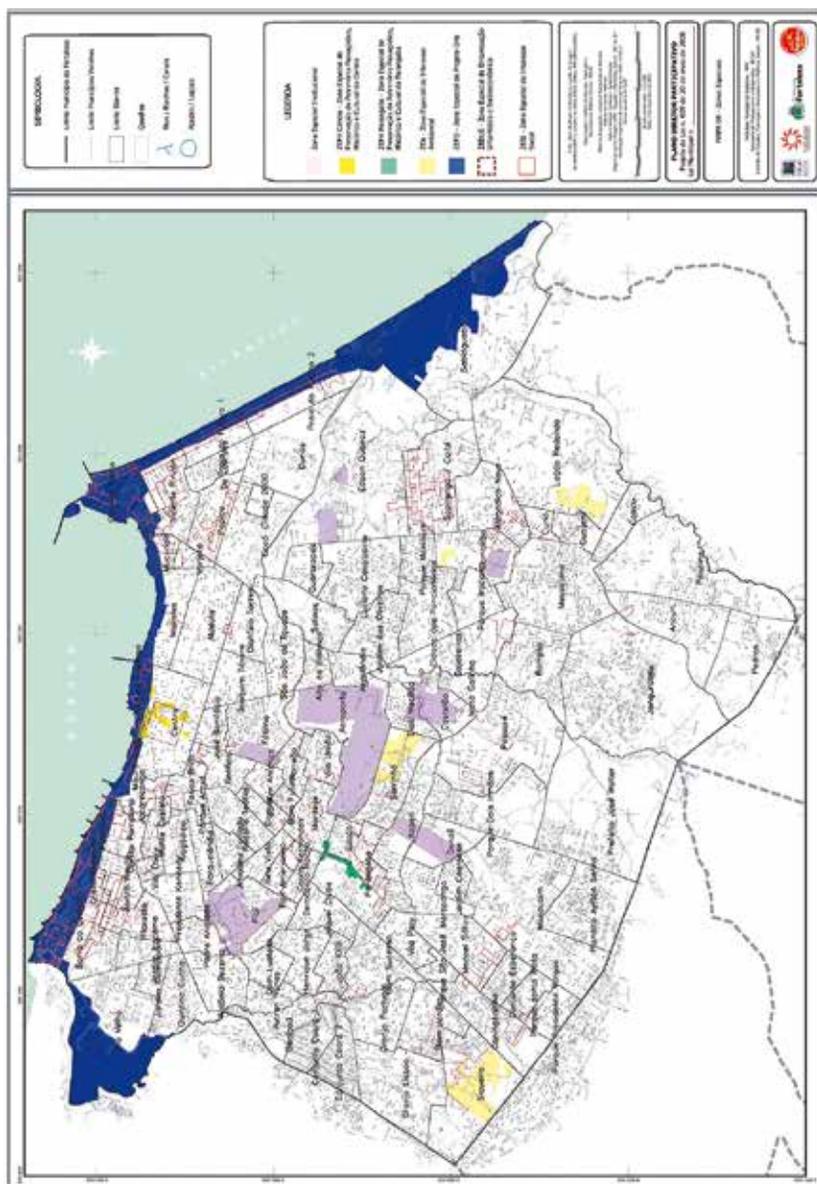


Figura 41 – Zonas Especiais

Fonte: Ceará (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada pelo autor.

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.

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 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 empreendimentos após a aprovação do PDPFor. 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 desenvolvi-

mento 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 de se tornar letra morta. Esta preocupação é premente, visto que, passados cinco anos da aprovação do referido Plano, até o presente momento (2014), ainda não foram realizados os estudos e planos complementares previstos, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo, que atenda às diretrizes estabelecidas no atual Plano Diretor.

É evidente que 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 ao estabelecimento da população rural no campo, reduzindo os impactos da migração para os centros urbanos e a requalificação dos espaços mais degradados.

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

FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE SOCIAL

A bordagens de temas relacionados às fragilidades ambientais e às vulnerabilidades da sociedade devem ser pautadas 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.

O delineamento teórico-metodológico que se direciona ao entendimento desses temas deve ter como ponto de partida o entendimento do complexo jogo de relações entre os sistemas naturais e socioeconômicos, que se manifestam nas diferentes formas de uso e ocupação do solo e na espacialização desigual da população no território.

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 pelas evoluções técnico-científicas verificadas no século XX.

Com efeito, a análise geográfica tem papel de destaque, pois, de acordo com Guerassimov (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.

Mediante esses princípios faz-se possível o desenvolvimento de investigações voltadas ao entendimento das vulnerabilidades sociais e das fragilidades e potencialidades ambientais naturais. Referida identificação, por sua vez, constitui ferramenta útil ao planejamento ambiental e ordenamento do território, de modo que possam ser traçadas estratégias visando à redução dos riscos socioambientais.

Fragilidade ambiental

A definição da fragilidade ambiental encerra uma avaliação qualitativa das condições ambientais, apresentando o resultado das relações de conectividade e interdependência dos componentes ambientais com as atividades humanas. Deste modo, a análise da fragilidade ambiental considera a estrutura e o 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.

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).

A definição da fragilidade ambiental compartilha os conceitos e princípios da ecodinâmica de Tricart (1977), em que são definidas unidades de fragilidade potencial e emergente, subdivididas em cinco níveis hierárquicos, variando de muito fraca a muito forte.

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, mostram instabilidade potencial qualitativamente previsível face as suas características naturais e ao desenvolvimento das atividades humanas (ROSS, 1994).

Ao mesmo tempo, as unidades de fragilidade emergente estão associadas aos ambientes fortemente instáveis, ou seja, em que a morfogênese predomina e não se configuram as condições de equilíbrio

dinâmico. Sobre a dinâmica dos ambientes fortemente instáveis, (ROSS; FIERZ; AMARAL, 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.

A atribuição da classificação hierárquica, bem como o valor representado para cada categoria, estão apresentados na Tabela 2, que traz a unidade de fragilidade, potencial ou emergente, e o nível de intensidade da fragilidade.

Tabela 2 – 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).

Embora esteja pautada numa perspectiva de indissociabilidade entre os componentes ambientais e suas interações com a sociedade, a classificação, ora apresentada, utiliza o relevo como elemento fundamental de definição da fragilidade ambiental. Justamente por isso, dentre os produtos intermediários gerados, a carta geomorfológica é um dos produtos de maior importância para a geração do mapa de fragilidade ambiental, o que justifica a atenção dispensada à compartimentação do relevo e à geomorfogênese.

Não se trata simplesmente de uma compartimentação do relevo ou uma análise das formas *per se*, mas sim da interconexão estabelecida entre o relevo com os demais componentes da natureza, os processos atuantes e as intervenções da sociedade.

Mesmo tendo sido procedida 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.

Optou-se por não utilizar o componente climatológico, visto que a área apresenta certa homogeneidade nas condições climáticas. Trata-se de uma área de pequena extensão territorial (pouco mais de 300km²) em que não se verifica a influência do relevo nas condições de precipitações por meio de chuvas orográficas ou diferenciações de temperatura nos diferentes setores do território.⁹ Deste modo, todo o clima da área foi considerado como de fragilidade elevada, já que chove mais de 1.200mm/ano, concentrados quase totalmente no primeiro semestre do ano, sobretudo durante os meses de março a maio.

A classificação da fragilidade do relevo em escalas médias e pequenas segue como parâmetro a definição dos padrões de formas com a rugosidade topográfica ou a matriz dos índices de dissecação do relevo, que consideram a dimensão interfluvial média no plano horizontal e o

⁹ As diferenciações estão relacionadas à 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.

grau de entalhamento dos vales no plano vertical. Para investigações que exigem um nível maior de detalhamento, Ross (1994), em suas formulações, propõe a utilização das classes de declividade, sugerindo 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 da ocorrência de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes.

Em ambientes urbanos, em que as alterações de ordem antropogênica são bastante acentuadas, devem ser utilizadas classes de declividade que considerem as especificidades do sítio urbano em investigação, permitindo, assim, auxiliar na definição da fragilidade ambiental. 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, conforme proposta de Santos e Ross (2012).

Especificamente no que se refere à fragilidade dos solos, ela encerrou o resultado das características dos solos (textura, estrutura, plasticidade, coesão das partículas, profundidade, espessura dos horizontes superficiais) associados ao relevo, litologia e clima que influenciam as características do escoamento das águas pluviais em seus aspectos concentrado e difuso. Esses parâmetros foram integrados 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 à infraestrutura viária e urbana como um todo, resultando na classificação apresentada na Tabela 3.

A cobertura vegetal e o grau de urbanização constituem o último indicador numérico da fragilidade. Este indicador assume significativa importância, haja vista que o entendimento da fragilidade ambiental em áreas urbanizadas está relacionado à intensidade do escoamento superficial, possibilidade de infiltração e 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 de infraestrutura e do ambiente natural. A Tabela 4 apresenta, de modo sintético, os estágios de fragilidade e seus condicionantes fundamentais.

Tabela 3 – Fragilidade dos solos considerando os efeitos da urbanização

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS E URBANIZAÇÃO
1. Muito baixa	Latossolos de estrutura argilosa e média/argilosa (conforme classes 1 e 2 da proposta original); Nitossolo, Latossolo vermelho-amarelo em áreas dotadas de infraestrutura urbana.
2. Baixa	Argissolos vermelho-amarelos 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: Adaptada de Ross (1994); Ross, Fierz e Amaral (2008).

Tabela 4 – Fragilidade quanto ao nível de urbanização

GRAUS DE FRAGILIDADE	NÍVEL DE URBANIZAÇÃO
1. Muito baixa	Predomínio de condições naturais com um estrato vegetal bem desenvolvido e/ou em estágio 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 ou 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 fluviomarinhas.

(continuação Tabela 4)

GRAUS DE FRAGILIDADE	NÍVEL DE URBANIZAÇÃO
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: Adaptada de Ross (1994); Araújo et al. (2005); Santos (2011); Santos e Ross (2012).

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.

A relação entre as unidades de fragilidade está apresentada na Tabela 5, que traz o quantitativo das unidades, dimensão espacial e percentual em relação ao território municipal.

Tabela 5 – Distribuição da fragilidade em Fortaleza

UNIDADES DE FRAGILIDADE		TOTAL DE UNIDADES	DISTRIBUIÇÃO NO TERRITÓRIO	
			Área (Km ²)	Percentual
Fragilidade Potencial	Baixa	4	126,76	40,37 %
	Média	7	94,83	30,20 %
	Forte	2	3,75	1,19 %
	Muito forte	1	3,88	1,24 %
Fragilidade Emergente	Baixa	2	2,78	0,89 %
	Média	1	0,94	0,30 %
	Forte	7	8,57	2,72 %
	Muito forte	8	72,49	23,09 %
TOTAL		32	≅ 314 Km²	100 %

Fonte: Elaborada pelo autor.

Das 14 unidades de fragilidade potencial, quatro foram consideradas como de baixa fragilidade e estão situadas sobre os tabuleiros

pré-litorâneos e paleodunas. Estas quatro unidades ocupam 40% do território municipal. As unidades de média fragilidade correspondem a 94,83km² (30,20%), dividem-se em sete categorias e estão situadas, principalmente, sobre os tabuleiros e os terrenos cristalinos. Já no que se refere às unidades de forte fragilidade, estão divididas em duas categorias, todas situadas no campo de dunas em que a urbanização já está consolidada. Por fim, as fragilidades potenciais muito fortes situam-se sobre setores dos terraços marinhos, representando apenas uma ocorrência. Estas duas últimas unidades (fragilidade forte e muito forte) são pouco representativas espacialmente e não chegam a 3% da área do município.

Embora as unidades de fragilidade emergente ocupem menor dimensão territorial, com cerca de 84,7km², o que corresponde a 27% dos 314km² do município, em seu aspecto quantitativo elas 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, apresentando pequena representatividade espacial (pouco mais de 3km² nas duas unidades). Já as que podem ser classificadas como de forte fragilidade correspondem a sete unidades, ocupando 8,57km². As unidades de situação mais crítica, classificadas enquanto muito forte, são em maior número, com oito ocorrências, representando mais de 23% do território municipal, com mais de 72km² de dimensão.

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 4 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, solo e cobertura. Por fim, há o código atribuído a cada unidade.

Quadro 4 – 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 marinhos	232	Atm232
		Depressão sertaneja	233	Dp233
	Atividades antropogênicas (mineração)	224	Fam224	
FORTE	Dunas fixas	332, 333	Adf332; Adf333	
MUITO FORTE	Terraços marinhos	244	Atm244	
FRAGILIDADE EMERGENTE	BAIXA	Tabuleiros pré-litorâneos	234	Dt234
		Atividades antropogênicas (mineração)	233	Fam233
	MÉDIA	Terraços marinhos	244	Atm244
	FORTE	Terraços marinhos	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 residuais	555	Dr555		
Atividades antropogênicas (aterro sanitário)	545	Fas545		

Fonte: Santos (2011); Santos e Ross (2012).

Notas: 1 – A definição numérica dos indicadores segue a seguinte ordem: relevo, solo e cobertura.

A Figura 42 apresenta o mapa de fragilidade ambiental em que é possível verificar a distribuição espacial das unidades de fragilidade potencial e emergente no território. Por intermédio da análise do referido mapa verifica-se que as unidades de fragilidade potencial, portanto menos frágeis, apresentam a maior dimensão territorial, com cerca de 73% do território municipal. 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 correspondem a 27% do território municipal, com aproximadamente 84,7km². 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.

Sobre a concentração dessas unidades nos ambientes de planícies fluviais e lacustres, é importante destacar que 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 urbana. 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 tão só resultado desta componente. 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 e planície fluviomarina.

Tal preocupação decorre da elevada situação de fragilidade destes ambientes, que estão susceptíveis à incidência de eventos de grande intensidade e atualmente estão com sua funcionalidade sistêmica comprometida, especialmente as planícies fluviais 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 que foi oportunamente tratado em Santos (2011) e será abordado no item subsequente deste capítulo.

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. 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.

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. No entanto, não é pretensão do presente texto discorrer sobre a polissemia do conceito, tampouco sobre as diferentes concepções que norteiam a temática.

Em um contexto da análise de riscos, compreende-se a vulnerabilidade como 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.

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 exposição aos riscos e a capacidade de resposta da sociedade estão diretamente relacionadas às condições socioeconômicas da população. Não por acaso a vulnerabilidade é maior nos países em desenvolvimento, o que expõe a fragilidade da população e das instituições em lidar com as situações de crise. Evidencia-se, portanto, que a vulnerabilidade social é fundamental para compreensão dos riscos de forma integrada e contextualizada.

São numerosos os fatores que permitem estimar a vulnerabilidade. 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.

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 (SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSISTÊNCIA SOCIAL, 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, 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 Municipal de Assistência Social de Fortaleza (Semas), que elaborou o Índice de Vulnerabilidade Social de Fortaleza. Referido índice foi ela-

borado com base nos dados por setor censitário do censo 2000 (IBGE), considerando aspectos relacionados a saneamento, habitação, educação, renda e situação social, conforme apresentado no Quadro 5.

Embora não tenha sido possível proceder a consulta aos critérios que balizaram a definição do peso de cada variável junto à Secretaria, optou-se pela utilização do referido índice por se tratar de parâmetro oficial produzido pela Administração Pública Municipal, o que leva a crer que o IVS seja utilizado como referência para o planejamento estratégico do município.

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 permanentes 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 quatro anos ou menos de estudo.
Renda (peso total = 2,50)	1,00	Percentual de chefes de família com renda de até dois salários mínimos.
	1,50	Renda média do chefe de família.
Situação Social (Peso total = 1,70)	0,20	Proporção de chefes de família de 10 a 19 anos.
	1,50	Proporção de mulheres chefe de família.
PESO TOTAL	10,00	

Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009).

Segundo a Secretaria Municipal de Assistência Social (2009), a análise dos setores censitários revelou que, numa escala que vai até 10, o IVS mínimo calculado foi de 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 estabelecida a classificação dos graus de vulnerabilidade, conforme apresentado na Tabela 6, em que M = Média e DP = Desvio-Padrão.

Tabela 6 – Base de cálculo dos graus de vulnerabilidade

ÍNDICE	CÁLCULO		VALOR
	FÓRMULA	DADOS	
Baixo	$M - (\frac{1}{2} DP)$	4,29-(1,61 / 2)	3,49
Médio	M	4,29	4,29
Elevado	$M + (\frac{1}{2} DP)$	4,29+(1,61 / 2)	5,10
Muito Elevado	$M + (1,5 \times DP)$	4,29+(1,5 x 1,61)	6,71

Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009).

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 está apresentada na Tabela 7. A análise desses dados apresentados não revela alguns aspectos interessantes, já que a quantidade de setores censitários nos três primeiros graus de vulnerabilidade (baixo, médio e elevado) apresenta bastante proximidade.

Tabela 7 – 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: Adaptada da Secretaria Municipal de Assistência Social (2009).

A mesma similaridade é encontrada nos dados relativos ao número de domicílios existentes nas referidas categorias de vulnerabilidade, como pode ser observado na Tabela 8. 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 8 – Vulnerabilidade social em relação à população e domicílios

INDICADOR DE VULNERABILIDADE	POPULAÇÃO		DOMICÍLIOS	
	Número	Percentual	Número	Percentual
Baixo	696.340	32,54 %	180.339	34,30 %
Médio	713.953	33,30 %	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: Adaptada da Secretaria Municipal de Assistência Social (2009).

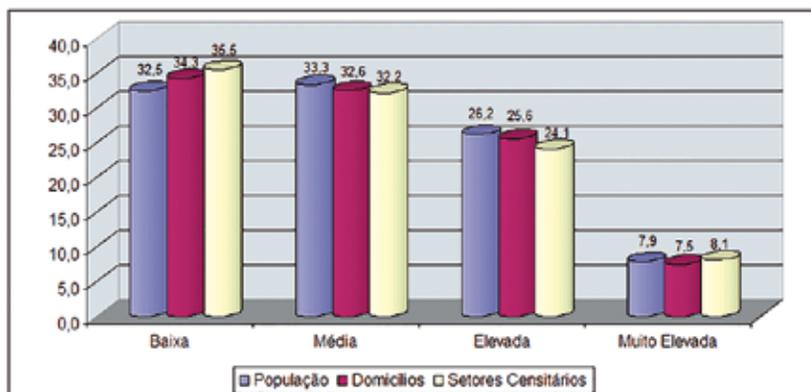
Se, de um lado, dois terços da população vivem em condições aceitáveis do ponto de vista da vulnerabilidade social, de outro, cerca de um terço sobrevive em condições de acentuada vulnerabilidade. Trata-se de uma situação de enorme gravidade, visto que mais de 34,16%, ou seja, cerca de 730 mil pessoas vivem em condições vulneráveis. 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 observar que estes 7,9% correspondem a aproximadamente 168.000 pessoas. Esse número representa enorme contingente populacional, superior à 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 é reflexo das condições de vida da sociedade.

A Figura 43 apresenta graficamente esta relação, em percentual, existente entre o número de setores censitários, quantidade de domicílios e população residente quanto aos graus de vulnerabilidade social considerados pela Secretaria Municipal de Assistência Social (2009).

Figura 43 – Gráfico da relação entre o percentual de setores censitários, domicílios e população quanto à vulnerabilidade social



Fonte: Adaptada da Secretaria Municipal de Assistência Social (2009).

A Figura 44 apresenta o mapa com os níveis 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, em que os polígonos de áreas mais vulneráveis guardam similaridade com as áreas periféricas e menos valorizadas pelo mercado imobiliário.

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.

Para 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.

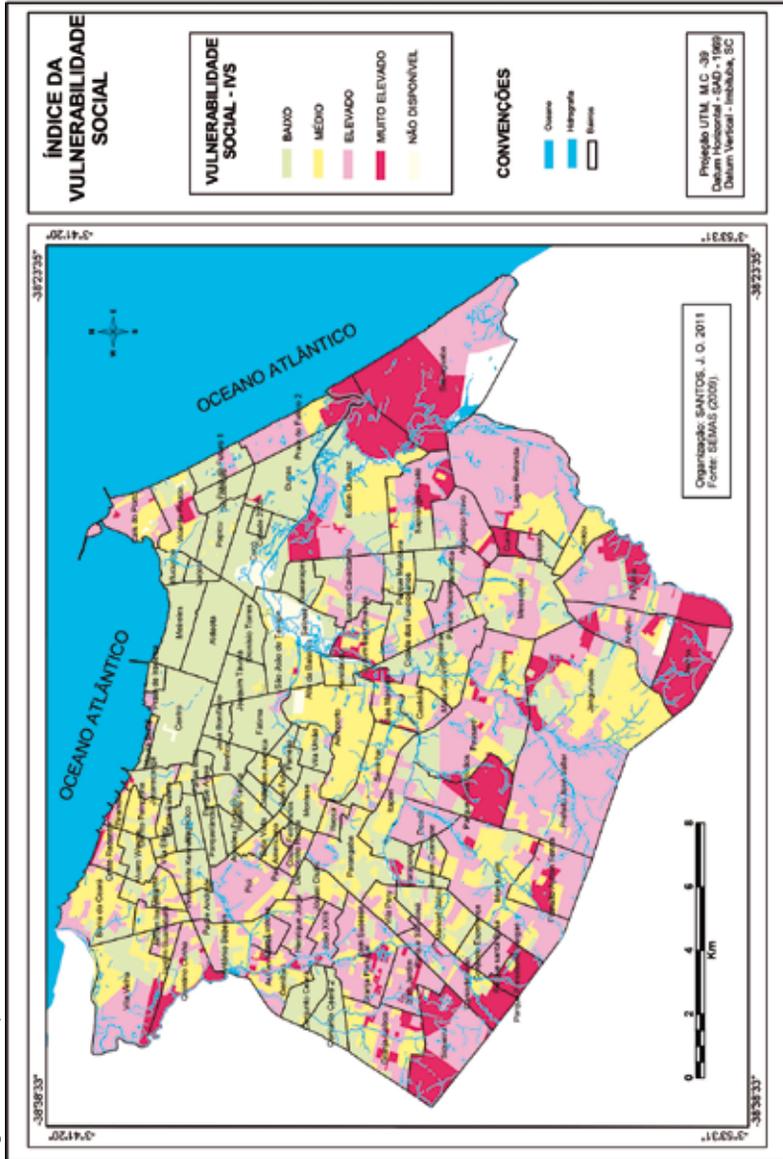


Figura 44 – Mapa do Índice da Vulnerabilidade Social (IVS) em Fortaleza

Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009). Organizada por Santos (2011).

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 45.

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 Jacarecanga, Parquelândia, Centro, Benfica e Fátima.

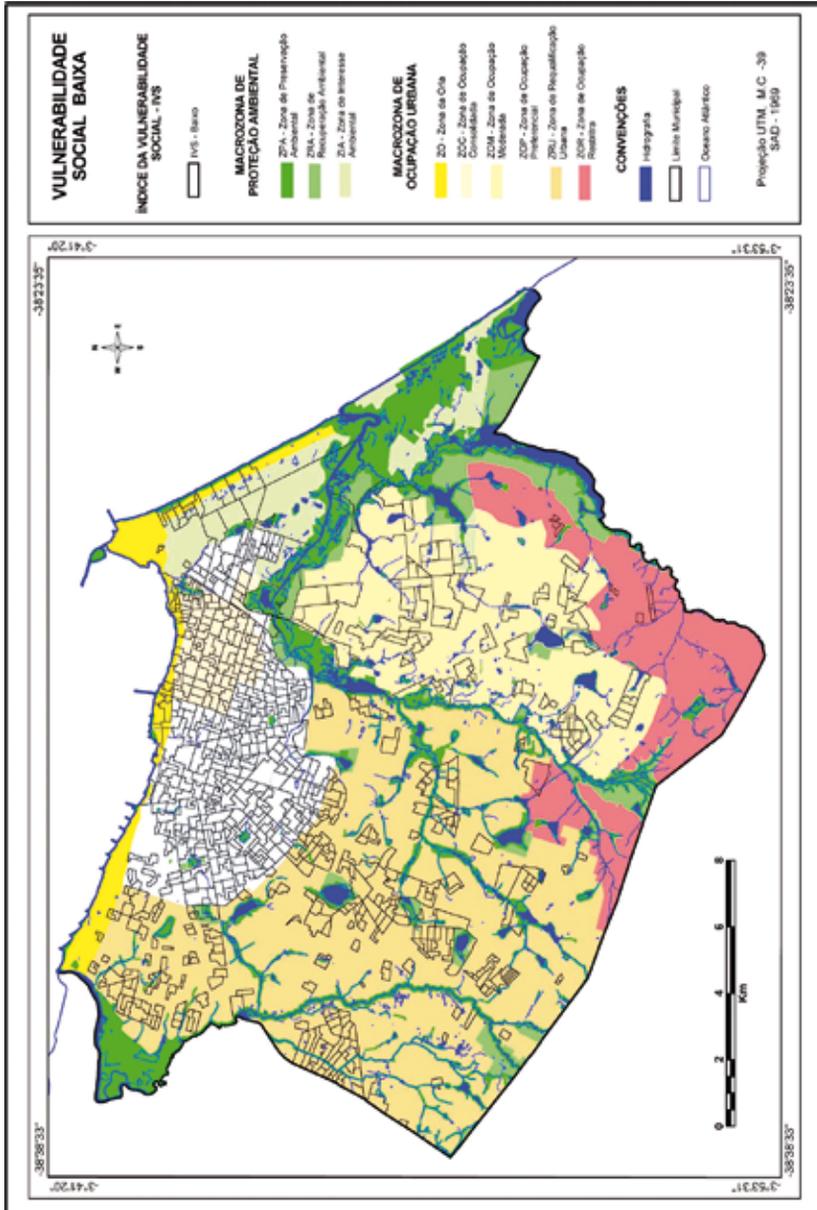
Outra significativa concentração de baixos índices de vulnerabilidade ocorre entre os bairros Benfica e Parangaba cujo eixo principal situa-se entre as avenidas dos Expedicionários e José Bastos. Da Parangaba, em direção ao sul, já existe um estreitamento desses setores, estendendo-se ao longo da avenida Godofredo Maciel até o bairro da Maraponga.

Na região das Seis Bocas, sobretudo nos bairros Cidade dos Funcionários, Cambeba, 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.

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 Cambeba e aos condomínios de alto padrão como o *Alphaville*, situados nos municípios vizinhos (Eusébio e Aquiraz).

Figura 45 – Distribuição do IVS Baixo em relação ao Macrozoneamento



Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada por Santos (2011).

Outro aspecto que chamou atenção foi o fato de o Conjunto Ceará I e II, em sua totalidade, estarem 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 46 mostra a espacialização dos setores de média vulnerabilidade em relação ao zoneamento urbano-ambiental.

Sua ausência é mais marcante nos setores de ocupação consolidada, em que há um amplo predomínio de baixa vulnerabilidade. Também apresenta pouca presença em setores da ZOM1 situados nas proximidades da avenida Sebastião de Abreu, que constitui 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.

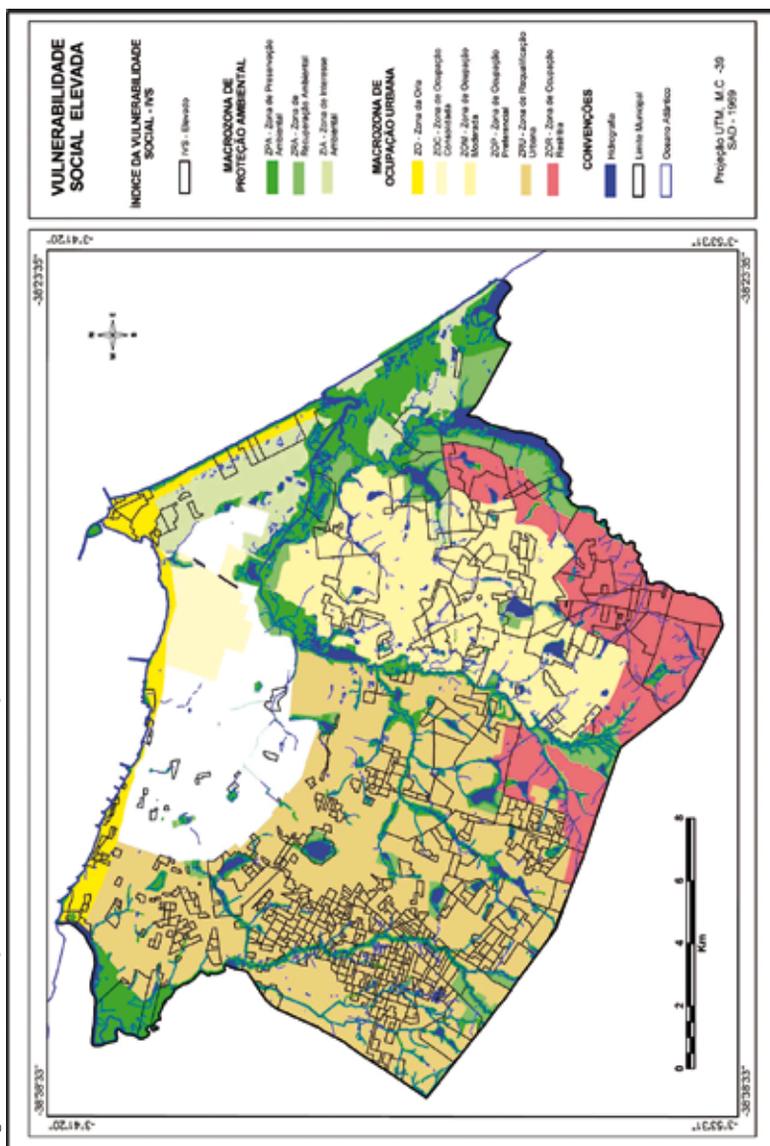
Seguindo a lógica de diferenciação espacial no território, os setores de média vulnerabilidade fazem uma transição das áreas de baixa vulnerabilidade para os setores que apresentam vulnerabilidade elevada.

Essa característica transicional pode ser facilmente verificada na mudança da Zona de Ocupação Preferencial para a de Requalificação Urbana, em que 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 47.

Figura 47 – Distribuição do IVS Elevado em relação ao Macrozoneamento



Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada por Santos (2011).

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.

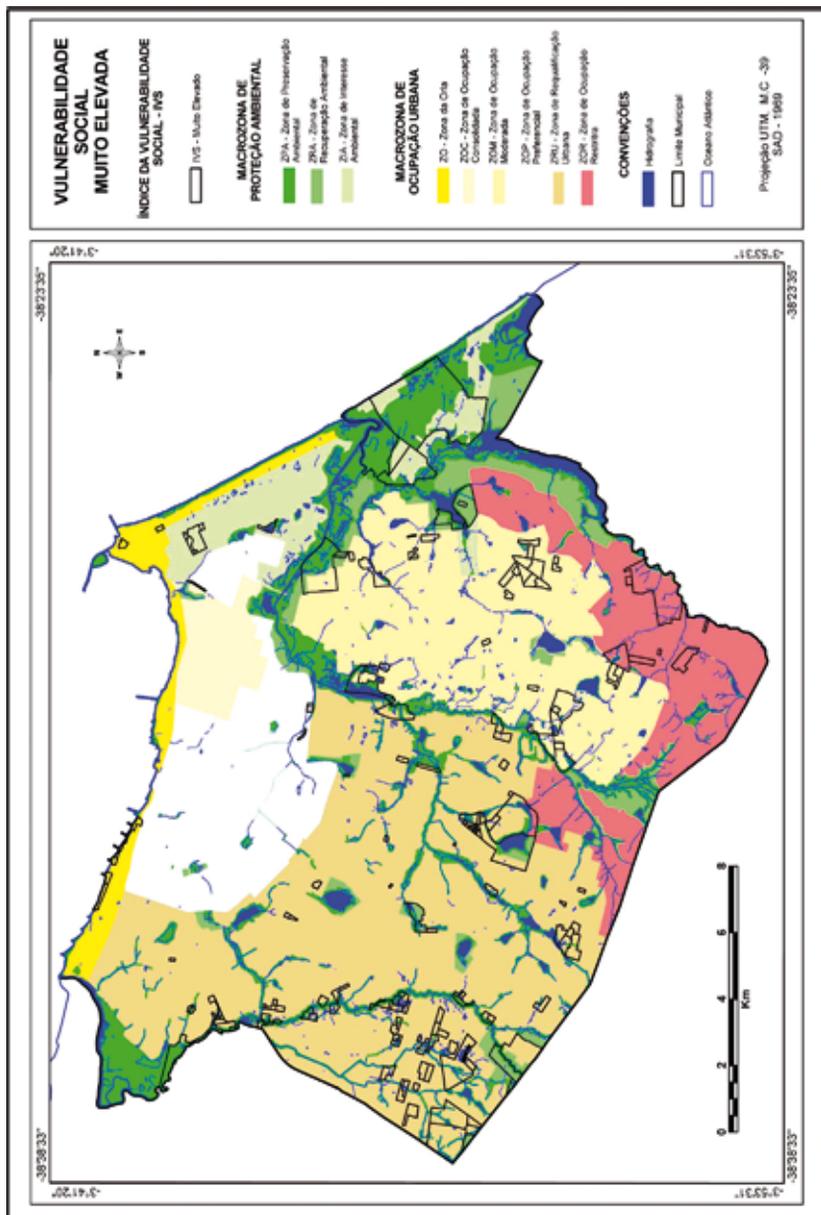
Também no extremo sul, verifica-se grande concentração desses setores, sobretudo nos principais afluentes do rio Cocó, com maior incidência nas proximidades do Planalto Ayrton Senna (antigo Pantanal) e José Walter. Verifica-se também grande aglomeração desses setores na Grande Messejana, Barroso e Mata 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.

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 48 apresenta a distribuição espacial dos setores com vulnerabilidade ambiental muito elevada em sobreposição ao zoneamento, em que 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.



Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada por Santos (2011).

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 devido à ocupação por população de baixa renda em setores da região litorânea. Verificam-se 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 associada aos setores de proteção ambiental das planícies fluviais do rio Maranguapinho e seus afluentes.

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), cuja 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 permite evidenciar 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.

RISCOS SOCIOAMBIENTAIS EM FORTALEZA

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 6 apresenta a matriz de correlação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade social. A matriz apresentada segue os princípios reunidos em Ross (1994) e Santos e Ross (2012) na definição da fragilidade ambiental, onde é possível evidenciar a correlação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade da sociedade em termos qualitativos, em que 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.

A combinação dessas informações possibilitou a agregação de polígonos associados a um banco de dados geográfico, em que 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.

Quadro 6 – Matriz de correlação entre a 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

Fonte: Elaborada pelo autor.

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 7, que apresenta os riscos ambientais no município de Fortaleza.

Quadro 7 – Classes dos riscos encontrados

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

Fonte: Elaborada e Organizada por Santos (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 asso-

ciados 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 49 apresenta o mapa de susceptibilidade aos riscos socioambientais no município de Fortaleza. Na análise deste município, 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 elas 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 em que 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 a oeste, imediatamente após a planície fluviomarinha do rio Cocó.

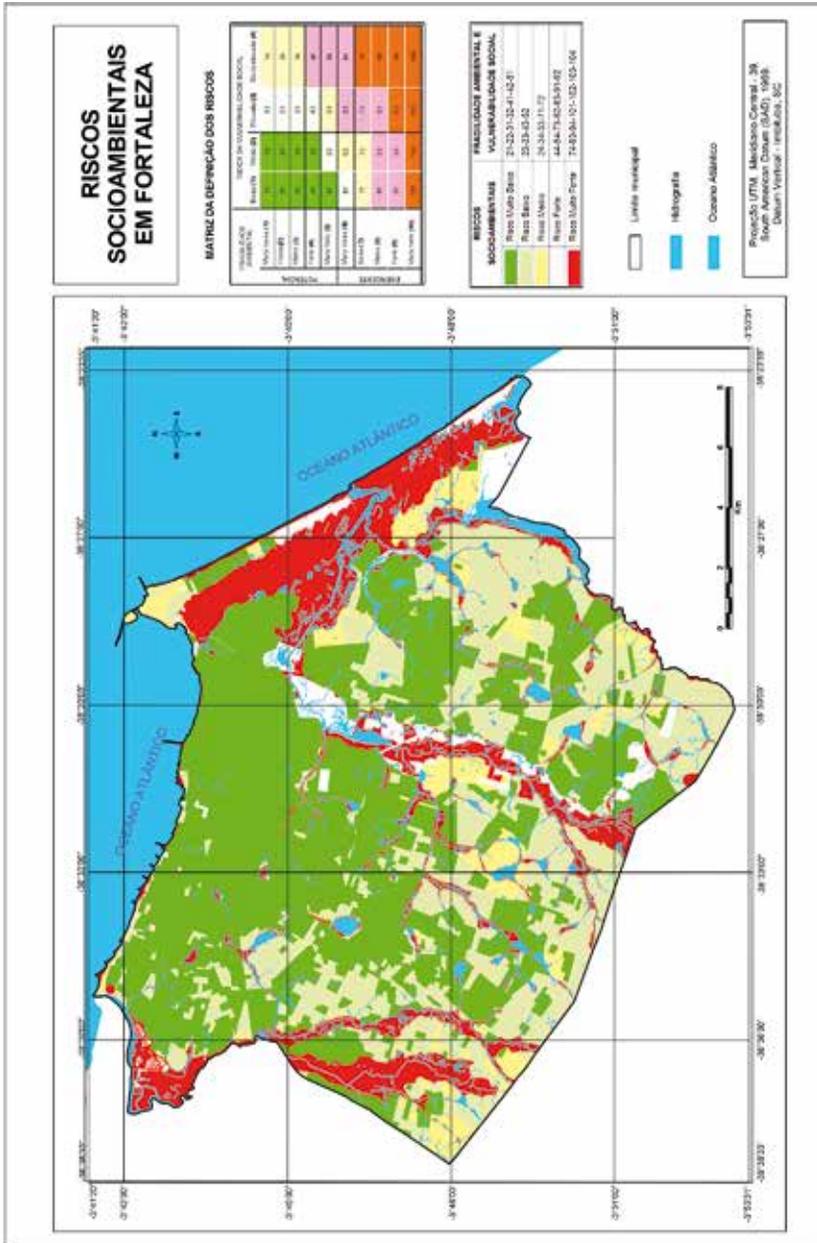


Figura 49 – Mapa de Riscos Socioambientais

Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009). Organizada por Santos (2011).

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 (a leste).

Esses setores, além de contarem com a maior ‘estabilidade’ dos ambientes sobre a Formação Barreiras, dispõem de adequada 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 (a leste em direção ao bairro Água Fria).

A Figura 50 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 de 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 e 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 a sudoeste e a leste com uma mancha de significativa dimensão na região do Lagamar (margem esquerda do rio Cocó).

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.

Figura 50 – Unidades de muito baixo (1 e 2) e baixo (3 e 4) risco



Fonte: Elaborada pelo autor.

As áreas mais críticas, que apresentam situação de risco forte e muito forte, localizam-se associadas às planícies fluviais, lacustres e fluvio-marinhas, 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 fluvio-marinha 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 51 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.

Figura 51 – Unidades de forte risco



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esses ambientes têm como principal funcionalidade o controle de cheias na bacia do rio Cocó, funcionando como reservatórios natu-

rais para o armazenamento do excedente pluviométrico. Justamente por isso são áreas cuja ocupação deve ser cuidadosamente planejada.

Ainda referente à Figura 51, 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 exhibe 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 re-qualificação (direcionada ao turismo) de toda a orla marítima situada a oeste, cuja primeira fase consiste na construção de uma avenida margeando a orla marítima até a ponte sobre o rio Ceará.

Os ambientes de risco 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 52, 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 exhibe ocupações irregulares na planície fluviomarina do rio Ceará no bairro Vila Velha.

Figura 52 – Unidades de muito forte risco



Fonte: Elaborada pelo autor.

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).

As informações adquiridas na Defesa Civil dão conta de que, das 105 áreas de risco existentes em Fortaleza, no ano de 2006¹⁰, mais de 69% estão susceptíveis à incidência de riscos relacionados às inundações e 12% estão susceptíveis a alagamentos. A Tabela 9 apresenta os dados das áreas de risco cadastradas pela Defesa Civil Municipal.

¹⁰ 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.

É 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 apresentam certa defasagem, em virtude da disponibilidade de informações 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 95 que surgiram e atualmente são declaradas 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.

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; Ross (2008) e Santos (2011).

Tabela 9 – 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 %	96.531

Fonte: Adaptada da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (2006). Organizada por Santos (2011).

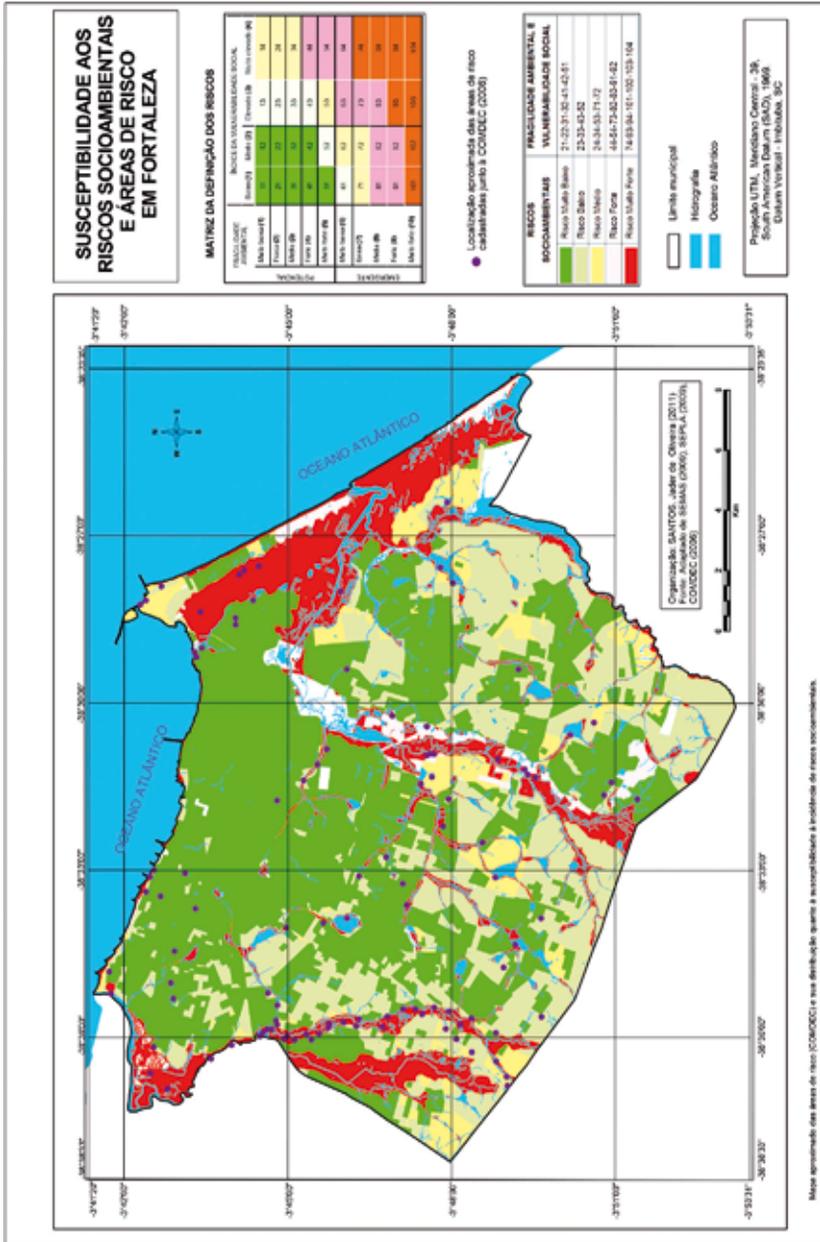
A localização (pontual) dessas áreas tem o objetivo apenas de indicar a sua possível localização; ressalta-se que a espacialização ora apresentada pode conter pequenas divergências com a localização efetiva dessas áreas. Mesmo em face da imprecisão desses pontos, a espa-

cialização dessas áreas permite verificar como se dá sua distribuição no território. Permite também fazer uma aproximação entre a ocorrência dessas áreas com a susceptibilidade à incidência de riscos indicada neste trabalho.

A Figura 53 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.

Figura 53 – Mapa aproximado das áreas de risco (Comdec) e sua distribuição quanto à susceptibilidade à incidência de riscos socioambientais



Fonte: Secretaria Municipal de Assistência Social (2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento de Fortaleza (2009); Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (2006). Organizada por Santos (2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial entre as áreas de risco (conforme o tratamento dado pela Defesa Civil municipal) e os ambientes mais susceptíveis aos riscos socioambientais 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 que associam a fragilidade do ambiente à vulnerabilidade da sociedade, juntamente ao uso e ocupação inadequados do solo 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 favoreçam a existência desse fenômeno. Primeiramente, é preciso ter um fator de risco relacionado a fenômeno natural com possibilidades de deflagrar uma situação de crise. Em segundo lugar, é preciso haver um contexto vulnerável, em que 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 do solo, 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, que pode se mani-

festar em situações de média frequência e intensidade ou até mesmo em situações corriqueiras, como as chuvas dentro da média estabelecida para determinado período.

Referidas constatações corroboram as ideias de 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.

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB´SABER, A. N. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, A. de et al. (Dir.). *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*, São Paulo, n. 29, 1972.

AB´SABER, A. N. Bases conceptuais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MULLER-PLANTENBERG, G.; AB´SABER, A. N. (Org.). *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*, São Paulo, n. 18, 1969.

ABREU, A. A. de. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 4, n. 2, p. 51-63, 2003.

ABREU, A. A. de. Significado e propriedades do relevo na organização do espaço. *Boletim de Geografia Teorética*, n. 15, p. 154-163, 1985.

ACSELRAD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 1, p. 79-90, 1999.

ACSELRAD, H. Justiça ambiental e construção social do risco. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 5, p. 49-60, 2002.

- ACSELRAD, H. (Org.). *Cartografias sociais e território*. Rio de Janeiro: UFRJ-IPPUR, 2007. 168 p.
- ALMEIDA, F. F. M. de. *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1967.
- ALVES, I. C. Perspectiva socioambiental na vila Santa Isabel, Viamão (RS): estudo de caso. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Org.). *Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 165-160.
- AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-52.
- AMARO, J. J. V. Cidades brasileiras: velhos problemas, novas leituras. In: CASTRIOTA, L. B. (Org.). *Urbanização brasileira: redescobertas*. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2003. p. 272-298.
- BECKER, B. K. Questões sobre tecnologia e gestão do território nacional. In: BECKER, B.; MIRANDA, M.; BARTHOLO JÚNIOR, R. (Org.). *Tecnologia e gestão de território*. Rio de Janeiro: EDUFRJ, 1987. p. 183-217.
- BERNARD, H. Uma geomorfologia socialmente útil: os riscos naturais em evidência. *Mercator*, 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.
- BIGARELLA, J. J. The barreiras group in Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 47, p. 366-392, 1975.
- BRANDÃO et al. *Sistema de informações para a gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza*. Projeto SINFOR. Fortaleza: CPRM, 1995. 34 p.
- BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *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. 34 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SA-24 Fortaleza*. Rio de Janeiro, 1981. v. 21.
- BRASIL. Ministério das Cidades. *Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas*: guia para elaboração de políticas municipais. Celso Santos Carvalho e Tiago Galvão (Org.). Brasília: Ministério das Cidades; Citie Alliance, 2006. 111 p.
- BRASIL. Ministério das Cidades. *Capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco*. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. *Programa zoneamento ecológico-econômico*: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil. 3. ed. Brasília: MMA, 2006.
- BRILHANTE, O. M. 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, W. Gestão do território, impactos ambientais e desafio. *Revista da Anpege*, Curitiba, n. 1, p. 123-146, 2003.
- CASTRIOTA, L. B. Urbanização brasileira: redescobertas. In: CASTRIOTA, L. B. (Org.). *Urbanização brasileira: redescobertas*. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2003. p. 9-28,
- CEARÁ. Lei Complementar nº 062, de 2 de fevereiro de 2009. Institui o Plano Diretor Participativo de Fortaleza e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Fortaleza*, de 13 de março de 2009, nº 14.020. Fortaleza, 2009.
- CEARÁ. *Macrozoneamento do estado do Ceará*. Fortaleza: Semace, 1998.
- CEARÁ. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Infra-Estrutura de Fortaleza. *Projeto LEGFOR – síntese diagnóstica da cidade de Fortaleza*: relatório técnico. Fortaleza, 2004. 138 p.

CERRI, L. E. da S. et al. Mapeamento de risco em assentamentos precários no município de São Paulo. *Geociências*, Rio Claro, v. 26, n. 2, p. 143-150, 2007.

CHARBONNEAU, S. O princípio da precaução ou os limites de um princípio político. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 5, p. 111-119, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de sistemas em geografia. *Geomorfologia*, São Paulo: HUCITEC, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 415-441.

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

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236 p.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL. *Áreas de risco em Fortaleza*: relatório técnico. Fortaleza, 2006.

COSTA, H. S. de M.; BRAGA, T. M. Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental. In: ACSELRAD, H. (Org.). *Conflitos ambientais no Brasil*. Rio de Janeiro: Relume Dumará; Fundação Heinrich Böll, 2004. p. 195-216.

CRUZ, J. et al. *Ecología social de los desastres*. Montevideu: Coscoroba Ediciones, 2003. 176 p.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 43-79.

DANTAS, E. W. C. Da Fortaleza à região metropolitana. In: COSTA, M. C. L.; DANTAS, E. W. C. (Org.). *Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: Editora UFC, 2009, p. 25-54.

DEMEK, J. *Generalização dos mapas geomorfológicos*. [S.l.], 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, 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*. 2008. 410 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FONSECA, A. do C. Geoquímica dos Solos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. M. G. *Erosão e conservação de solos: conceitos, princípios e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. *Azona costeira do Ceará: compartimentação geoambiental e antropismo*. Fortaleza: Funceme, 2009. 77 p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ. *Atlas do Ceará*. Fortaleza: Iplance, 1989.

GIRÃO, R. *Pequena história do Ceará*. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1971.

GIRÃO, V. C. Da conquista à implementação dos primeiros núcleos urbanos na capitania Siará Grande. In: SOUZA, S. (Coord.). *História do Ceará*. Fortaleza: Edições UFC; Fundação Demócrito Rocha, 1989. p. 23-41.

GONÇALVES, C. W. P. *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, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. *Reflexões sobre a geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 280 p.

HAESBAERT, R. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, M. et al. *Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial*. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 43-71.

HAESBAERT, R. Ordenamento territorial. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 26, n. 1, p. 117-124, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sinopse do censo demográfico 2010*. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8&uf=00>>. Acesso em: 30 abr. 2011.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará*. Recife: SUDENE, v. 2, n. 16, 1973. (Boletim Técnico, 28).

LAMOSO, L. P. A Infra-estrutura como elemento organizador do território. In: SILVEIRA, R.; LAMOSO, L. P.; MOURÃO, F. C. (Org.). *Questões nacionais e regionais do território brasileiro*. São Paulo: Expressão Popular, 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, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). *Avaliação e perícia ambiental*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 217-260.

LIMONAD, E. Reflexões sobre o espaço, o urbano e a urbanização. *Geographia*, Niterói, v. 1, n. 1, p. 71-92, 1999.

LOURENÇO, L. Riscos naturais, antrópicos e mistos. *Territorium*. Coimbra, n. 14, p. 107-111, 2007.

MARCHIORI, D. G.; SANTORO, F. e J. Gerenciamento de desastres

naturais. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 161-178.

MARICATO, E. *Brasil cidades: alternativas para a crise urbana*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2001. 204 p.

MARICATO, E. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In: CASTRIOTA, L. B. (Org.). *Urbanização brasileira: redescobertas*. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2003. p. 78-96.

MARICATO, E. *Metrópole na periferia do capitalismo*. São Paulo: HUCITEC, 1996.

MATIAS, L. F. Sistema de informações geográficas (SIG): ainda a questão do método. *GEOUSP: espaço e tempo*, 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.; CASTRO, J. W. A.; LIMA VERDE, A. Sedimentologia e dinâmica costeira entre as praias do Futuro e Iparana – Fortaleza, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. *Anais...* Natal: UFRN, 1990. p. 796-805.

MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V.; 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.; SILVA, E. V.; RAVENTOS, J. S. Geomorfologia e dinâmica ambiental da planície litorânea entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Ceará, Fortaleza – Ceará. *Geonotas*, Maringá, v. 5, n. 1, 2001.

MILARÉ, E. Estudo prévio de impacto ambiental no Brasil. In: AB'SABER, A. N.; PLANTENBER, C. M. (Org.). *Previsão de impactos*. São Paulo: Edusp, 1994. 569 p.

MORAIS, A. C. R. de. *Território e história no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Annablume, 2005. 154 p.

MORAIS, J. O. de. *Aspectos da geologia ambiental costeira do município de Fortaleza*. 1980. 318 f. Tese (Professor Titular) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1980.

MORAIS, J. O. de; SOUZA, J. V. Transporte e sedimentação de dunas no município de Fortaleza (CE). *Estudos Sedimentológicos*, Natal, v. 1, n. 1, p. 73-81, 1971.

MORAIS, J. O. de. Contribuição ao estudo dos beach-rocks do Nordeste do Brasil. *Trabalhos de Oceanografia*, Recife, n. 9, p. 79-94, 1967.

MORAIS, J. O. de. 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. 488 p.

NASCIMENTO, D. A. 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. 488 p.

NASCIMENTO, F. R. 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.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p.

PENCK, W. *Morphological analysis of land forms: a contribution of physical geology*. London: Macmillan, 1953.

PENNA, N. A. Urbanização, cidade e meio ambiente. *GEOUSP: espaço e tempo*, São Paulo, n. 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.; VERDUM, R. (Org.). *Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre*. Porto Alegre, 2000.

PONTE, S. R. *Fortaleza belle époque: reformas urbanas e controle social (1860-1903)*. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1993.

PORTO, M. F. de S. *Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. 248 p.

PRADO JÚNIOR, C. *História econômica do Brasil*. 24. ed. São Paulo: Brasiliense, 1980. 394 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. *Mapa planialtimétrico escala 1:2000*. Mapa. Fortaleza, 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. *Mapa planialtimétrico escala 1:2000*. Mapa. Fortaleza, 2009.

REBELO, F. *Uma experiência europeia em riscos naturais*. Coimbra: Minerva Coimbra, 2005.

ROBAINA, L. E. de S. Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 93-105, 2008.

RODRIGUES, A. M. *Moradia nas cidades brasileiras*. 4. ed. São Paulo: Contexto, 1991. 72 p.

RODRIGUES, J. M. M. et al. *Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Editora UFC, 2004, 222 p.

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.; FIERZ, M. S. M.; AMARAL, R. Da ecodinâmica à fragilidade ambiental: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. In: LEMOS, A. I. G. de; ROSS, J. L. S.; LUCHIARE, A. (Org.). *América Latina: sociedade e meio ambiente*. São Paulo: Expressão Popular, 2008. v. 1, p. 67-84.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: LEMOS, A. I. G.; GALVANI, E. (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. S. Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 8, 1994.

ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 9, p. 65-75, 1995.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 291-336, 2003.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 6, 1992.

ROSS, J. L. S. O relevo brasileiro, as superfícies de aplanamentos e os níveis morfológicos. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 5, 1991.

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 4, 1985.

SANTOS, J. de O.; SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental e riscos ambientais associados na bacia hidrográfica do rio Cocó, Ceará. In: PINHEIRO, D. R. C. (Org.). *Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões*. Fortaleza: ABC Editora, 2006. p. 75-98.

SANTOS, J. de O.; SOUZA, M. J. N. Diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica do rio Cocó – região metropolitana de Fortaleza, CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12., 2007, Natal. *Anais/Trabalhos completos*. Natal: UFRN, 2007. p. 657-673.

SANTOS, J. de O.; ROSS, J. L. S. Estudo da fragilidade e riscos ambientais em Fortaleza-CE. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2., 2008, Belo Horizonte. *Anais/Resumos*. São Paulo: TecArt, 2008. v. único, p. 1-10.

SANTOS, J. de O.; ROSS, J. L. S. Fragilidade ambiental urbana. *Revista da Anpege*, Curitiba, v. 8, n. 10, p. 127-144, 2012.

SANTOS, J. de O. *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, J. de O. *Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial*. 2011. 331 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2011.

SANTOS, M. *A urbanização brasileira*. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 176 p.

SANTOS, M. *Metamorfose do espaço habitado*. 6. ed. São Paulo: USP, 2008b. 136 p.

SANTOS, M. *A urbanização desigual: especificidade do fenômeno em países subdesenvolvidos*. Petrópolis: Vozes, 1980. 128 p.

SANTOS, R. F. dos (Org.). *Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?* Brasília: MMA, 2007. 192 p.

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, 2005.

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 da APA da Sabiaguaba*. Fortaleza, 2006.

SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSISTÊNCIA SOCIAL. *Índice da vulnerabilidade social: relatório técnico*. Fortaleza, 2009. 26 p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DE FORTALEZA. *Plano Diretor participativo: caderno de mapas*. Relatório Técnico. Fortaleza, 2009.

SILVA, E. V. da. *Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica*. Tese (Professor Titular) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

SILVA, J. B. da. A cidade contemporânea no Ceará. In: SOUZA, S. de. (Org.). *Uma nova história do Ceará*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2000. 448 p.

SILVA, J. B. da. *Quando os incomodados não se retiram*. Fortaleza: Multigraf Editora, 1992. 192 p.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. *Métodos em questão*, São Paulo, n. 16, 1976.

SOTCHAVA, V. B. *Uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre*. São Paulo: IGEOG/USP, 1978. n. 14.

SOUZA JÚNIOR, M. de A. *Sensoriamento remoto aplicado no estudo de estruturas geológicas com ocorrências de depósitos minerais, na porção Centro-Norte do estado da Paraíba*. 1998. 122 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 1998.

SOUZA, M. L. *Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 560 p.

SOUZA, M. L. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C.; CORREA, R. L. (Org.). *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 140-164.

SOUZA, M. L. Planejamento integrado de desenvolvimento, natureza, validade e limites. *Terra Livre*, São Paulo, n. 10, p. 123-139. 1992.

- SOUZA, M. L. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. *Revista de Geologia*, Fortaleza, v. 1, p. 73-91, 1988.
- SOUZA, M. L. *Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú-Coreaú, Ceará*. 1981. 248 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.
- SOUZA, M. J. N. de et al. *Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor participativo (PDPFor)*. Fortaleza: PMF, 2009. 172 p.
- SOUZA, M. J. N. de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N. de; MORAES, J. O.; LIMA, L. C. (Org.). *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Fortaleza: Funece, 2000. p. 13-98.
- SOUZA, M. S. de. Fortaleza: uma análise da estrutura urbana. *Guia de Excursão do 3º Encontro Nacional de Geógrafos*, Fortaleza, 1978.
- STEINBERGER, M.; AMADO, T. M. O espaço urbano do zoneamento ecológico-econômico. In: STEINBERGER M. (Org.). *Território, ambiente e políticas públicas espaciais*. Brasília: Paralelo 15: LGE Editora, 2006. p. 123-139.
- STEINBERGER, M. Território, ambiente e políticas públicas espaciais. In: STEINBERGER, M. (Org.). *Território, ambiente e políticas públicas espaciais*. Brasília: Paralelo 15: LGE Editora, 2006. p. 29-82.
- SUGUIO, K. *Mudanças ambientais da terra*. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.
- SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Imagem QuickBird. Carta/Mapa. 2007.
- SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Plano de manejo da APA do rio Ceará*. Fortaleza: Semace/FCP, 2005. 315 p.
- TAVARES, R. Clima, tempo e desastres. In: TOMINAGA. L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 111-146.
- THOURET, J.-C. Os riscos nos países em desenvolvimento. In: VEYRET, Y. (Org.). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do*

meio ambiente. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 83-85.

TOMINAGA, L. K. Análise e mapeamento de risco. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009a. p. 147-160.

TOMINAGA, L. K. Desastres Naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009b. p. 11-23.

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

TRICART, J. *Ecogeography and rural management*. In: LONGMAM SCIENTIFIC & TECHNICAL. Paris, 1992.

VENTURI, L. A. B. 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. p. 13-18.

VERMERSCH, D.; MATTHEE, M. Princípio de precaução e preocupação ética: um casamento racional? *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 5, p. 131-138, 2002.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007a. p. 25-46.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Os tipos de riscos. In: VEYRET, Y. (Org.). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007b. p. 63-80.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Representação, gestão e expressão espacial do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007c. p. 47-62.

VEYRET, Y. Introdução. In: VEYRET, Y. (Org.). *Os riscos: o homem*

como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dílson de Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 11-22.

VILLAÇA, F. A recente urbanização brasileira. In: CASTRIOTA, L. B. (Org.). *Urbanização brasileira: redescobertas*. Belo Horizonte, Editora C/Arte, 2003. p. 28-42.

VILLAÇA, F. Perspectivas do planejamento urbano no Brasil hoje. In: SEMINÁRIO CIDADES BRASILEIRAS, 2., *Desejos e possibilidades*. Campo Grande: Prefeitura Municipal, 2000. 16 p.

O AUTOR

Jader de Oliveira Santos

Professor do Departamento e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Ambiente da Universidade de Cabo Verde – UNICV. Doutor em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (USP). Bolsista do Programa Pró-Mobilidade Internacional CAPES/AULP, com estágio desenvolvido na Universidade de Cabo Verde – UNICV. Experiência na área de planejamento ambiental e ordenamento territorial com o uso de tecnologias da geoinformação, atuando em análise ambiental integrada, fragilidade ambiental urbana, riscos socioambientais e educação ambiental.



Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará – UFC
Av. da Universidade, 2932 – fundos – Benfica
Fone: (85) 3366.7485 / 7486
CEP: 60020-181 – Fortaleza – Ceará
imprensa.ufc@pradm.ufc.br
www.imprensa.ufc.br

A Universidade Federal do Ceará contribui por excelência para a educação e para a ciência em nosso país. Como um dos seus avanços acadêmicos, merece destaque o desenvolvimento da pós-graduação, que fortalece o pilar da formação de recursos humanos por meio da pesquisa.

A pós-graduação brasileira, sistematicamente avaliada nas últimas décadas, ganha credibilidade, e seus pesquisadores gozam de reconhecimento internacional. Nesse processo, o livro integra a produção intelectual acadêmica das múltiplas áreas que compõem o quadro científico da Universidade e apura os esforços dos pesquisadores que veiculam parte de sua produção nesse formato.

A Coleção de Estudos da Pós-Graduação foi criada, portanto, para apoiar os programas de pós-graduação *stricto sensu* da UFC e consolidar uma política acadêmica, científica e institucional de valorização da pesquisa, ao franquear o curso da produção intelectual em forma de livro.

