

DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL



ZONA ESPECIAL DE INTERESSE
SOCIAL MOURA BRASIL



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE

**DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL E NORMATIZAÇÃO ESPECIAL DE
PARCELAMENTO, EDIFICAÇÃO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

ZONA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL MOURA BRASIL

FORTALEZA – CEARÁ

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

REITOR

José Jackson Coelho Sampaio

VICE-REITOR

Hidelbrando dos Santos Soares

COORDENADOR-GERAL DO PROJETO

Hidelbrando dos Santos Soares

COORDENADOR DO CADERNO

Frederico de Holanda Bastos

**Material elaborado através do TDCO nº 001/2019/CIDADES/ FUNECE em parceria
com o IPLANFOR**

EQUIPE TÉCNICA VINCULADA AO PROJETO

Hidelbrando dos Santos Soares – Coordenador-Geral
Augusto Reinaldo Pimentel Guimarães – Coordenador (agosto de 2019 a novembro de 2019)
Ana Augusta Ferreira de Freitas – Coordenadora de Caderno
Daniel Gonçalves Rodrigues – Coordenador de Caderno
Davis Pereira de Paula – Coordenador de Caderno
Frederico de Holanda Bastos – Coordenador de Caderno
Hermano José Batista de Carvalho – Coordenador de Caderno
Maria do Socorro Ferreira Osterne – Coordenadora de Caderno
Abner Monteiro Nunes Cordeiro – Pesquisador Sênior
Eduardo Lacerda Barros – Pesquisador Sênior
Francisco José Maciel de Moura – Pesquisador Sênior
João Sérgio Queiroz de Lima – Pesquisador Sênior
Lise Mary Soares Souza – Pesquisadora Sênior
Maria Zelma de Araújo Madeira – Pesquisadora Sênior
Nilo Alves Júnior – Pesquisador Sênior
Rodrigo Guimarães de Carvalho – Pesquisador Sênior
Samuel Façanha Câmara – Pesquisador Sênior
Teresa Cristina Esmeraldo Bezerra – Pesquisadora Sênior
Alyne Bezerra Tabosa de Holanda – Pesquisadora Plena
Aryberg de Souza Duarte – Pesquisador Pleno
Daiane Daine de Oliveira Gomes – Pesquisadora Plena
Edmundo Rodrigues de Brito – Pesquisador Pleno
Elane Mendonça Conde Carneiro – Pesquisadora Plena
Fátima Regina Lopes Brandão – Pesquisadora Plena
Felipe Gerhard Paula Sousa – Pesquisador Pleno
Fernanda de Figueiredo Marques Mattos – Pesquisadora Plena
Fernando Antônio Alves dos Santos – Pesquisador Pleno
João Capistrano de Abreu Neto – Pesquisador Pleno
Lucas Lopes Ferreira de Souza – Pesquisador Pleno
Luiz Carlos Prata Regadas – Pesquisador Pleno
Mariana Maia Bezerra – Pesquisadora Plena
Michelle do Carmo Sobreira Domingues – Pesquisadora Plena
Pedro Almi da Costa Freire – Pesquisador Pleno
Roberta Nunes – Pesquisadora Plena
Thais Oliveira Ponte – Pesquisadora Plena
Thiago Ayres Barreira de Campos Barros – Pesquisador Pleno
Tiago Amorim Nogueira – Pesquisador Pleno
Andrea César da Silveira – Pesquisadora Júnior
Brena Kelle Carneiro Vasconcelos – Pesquisadora Júnior
Daniel dos Reis Cavalcante – Pesquisador Júnior
David Hélio Miranda de Medeiros – Pesquisador Júnior
Denis Barbosa de Lima – Pesquisador Júnior

Domingos Albano Matos Menezes – Pesquisador Júnior
Dyego Moraes Silva – Pesquisador Júnior
Elizangela da Cruz Barros – Pesquisadora Júnior
Emilio Tiago Vasconcelos dos Santos – Pesquisador Júnior
Eurides Melo Almeida – Pesquisadora Júnior
Francisco George Urbano Melo – Pesquisador Júnior
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro – Pesquisador Júnior
Georgia Alencar de Andrade – Pesquisadora Júnior
Giovanna Luiza Pinheiro Brito – Pesquisadora Júnior
Gisele Vasconcelos Cordeiro – Pesquisadora Júnior
Jéssica Chaves Ribeiro – Pesquisadora Júnior
Leonardo David Pinheiro – Pesquisador Júnior
Lúcia de Fátima Bezerra Wirtzbiki – Pesquisadora Júnior
Luciana Sousa Mendes – Pesquisadora Júnior
Margarida Kézia de Sousa Pinto – Pesquisadora Júnior
Mayara Rocha Coelho – Pesquisadora Júnior
Michaela Farias Alves – Pesquisadora Júnior
Patricia de Melo Rodrigues – Pesquisadora Júnior
Patrícia Maria Apolônio de Oliveira – Pesquisadora Júnior
Pedro Vitor Monte Rabelo – Pesquisador Júnior
Rafael Nogueira Rocha – Pesquisador Júnior
Rafaela Cajado Magalhães – Pesquisadora Júnior
Raul da Franca Alencar – Pesquisador Júnior
Rômulo Martins de Medeiros – Pesquisador Júnior
Thiago Martins de Moraes – Pesquisador Júnior
Thiago Matheus de Paula Sousa – Pesquisador Júnior
Ticiane Rodrigues Nunes – Pesquisadora Júnior
Vita Caroline Mota Saraiva Quinderé – Pesquisadora Júnior
Wanessa Nhayara Maria Pereira Brandão – Pesquisadora Júnior
Willia Maria Lima Peixoto – Pesquisadora Júnior
Alisson Freitas da Silva – Bolsista de Iniciação Científica
Francisca Fabrícia de Sousa Oliveira – Bolsista de Iniciação Científica
Francisco Mario Carneiro da Silva – Bolsista de Iniciação Científica
Hermeson Gustavo dos Santos Soares – Bolsista de Iniciação Científica
Iara Pereira dos Reis – Bolsista de Iniciação Científica
Icleane Pinheiro de Carvalho – Bolsista de Iniciação Científica
Isadora Moura Rodrigues Freitas – Bolsista de Iniciação Científica
Jéssica Clara da Silveira – Bolsista de Iniciação Científica
João Oscar de Oliveira Filho – Bolsista de Iniciação Científica
Laissa Vitória da Silva Limeira – Bolsista de Iniciação Científica
Lara Lima Lourenço – Bolsista de Iniciação Científica
Lucas Honório Magalhães – Bolsista de Iniciação Científica
Marina Lima da Silva – Bolsista de Iniciação Científica
Mateus Cavalcante de Sousa Lima – Bolsista de Iniciação Científica

Matheus Dayson de Sousa Vasconcelos – Bolsista de Iniciação Científica

Pablo de Moura Rodrigues – Bolsista de Iniciação Científica

Paula Carolina de Freitas Souza – Bolsista de Iniciação Científica

Rachel Maria Félix Monteiro – Bolsista de Iniciação Científica

Samira Almeida de Souza – Bolsista de Iniciação Científica

Antônia Eliene Brito de Paula – Articuladora de Campo

Emanuel Costa Maranhão – Articulador de Campo

José Maria Tabosa – Articulador de Campo

Sarah Diva da Silva Ipiranga- Responsável pela revisão textual



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria das Cidades

EQUIPE TÉCNICA – Secretaria das Cidades

Secretário das Cidades:

José Jácome Carneiro Albuquerque

Secretário Executivo de Habitação e Desenvolvimento Urbano:

Marcos César Cals de Oliveira

Secretário Executivo de Planejamento e Gestão Interna

Carlos Edilson Araújo

Coordenadoria de Desenvolvimento Urbano – CODUR

Coordenador: Bruno César Nobre

Assistente Técnica: Andrezza de Freitas Guimarães

Coordenadoria de Regularização Fundiária – COREF

Coordenador: Ricardo Durval Eduardo de Lima



EQUIPE TÉCNICA – Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR)

Superintendente:

Eudoro Walter de Santana

Superintendente Adjunto:

Mário Fracalossi Júnior

Diretoria de Articulação e Integração de Políticas (DIART):

Diretora: Juliana Mara de Freitas Sena Mota

Gerência de Integração de Políticas Públicas:

Gerente: Joana e Silva Bezerra Kesselring

Gerência de Políticas para Zonas Especiais:

Gerente: Natália Nunes Saraiva

Analistas de Planejamento e Gestão:

Armando Elísio Gonçalves da Silveira

Gérsica Vasconcelos Goes

Haroldo Lopes Soares Filho

CONSELHO GESTOR DA ZEIS MOURA BRASIL

Segmento Sociedade Civil

Pedro André Nascimento Monteiro – Titular
Carlos André Souza Braga da Silva – Titular
Francisco Eduardo Carneiro Albuquerque – Titular
Antônia Eliene Brito – Titular
Francyane Ciniro de Souza – Titular
Rafael Araripe da Silva – Titular
Paulo Sérgio de Sousa Silva – Suplente
Expedito de Lima e Silva – Suplente

Segmento Poder Público

Coordenadoria Especial de Participação Social – CEPES
Gabinete do Prefeito – GABPREF
Instituto de Planejamento de Fortaleza – IPLANFOR
Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA
Secretaria Municipal do Desenvolvimento Habitacional de Fortaleza – HABITAFOR
Secretaria Regional Centro

Câmara Municipal de Fortaleza – CMFOR

APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte integrante do Plano Integrado de Regularização Fundiária (PIRF) da Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) do Lagamar. O PIRF, instrumento previsto no Plano Diretor Participativo de Fortaleza, consiste em um plano de regularização fundiária elaborado a partir de uma abordagem sistêmica, envolvendo análises do processo de ocupação do território e integração de políticas econômicas, fundiárias, ambientais e urbanísticas. O plano foi desenvolvido de forma democrática e interativa e contou com a colaboração dos moradores da ZEIS Lagamar.

O trabalho é resultado de uma parceria interinstitucional entre a Prefeitura Municipal de Fortaleza, via Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR), o Governo do Estado do Ceará, via Secretaria das Cidades, e a Universidade Estadual do Ceará (UECE), representada por sua equipe técnica instituída pelo então Reitor José Jackson Coelho Sampaio, em 2019.

Em um breve relato, as tratativas desse projeto na UECE iniciaram-se ainda em 2018, sob a coordenação do Prof^o Dr. Hermano José Batista de Carvalho, pessoa responsável pela articulação inicial entre as instituições envolvidas, bem como pela redação da proposta da UECE em atenção à demanda feita pelo IPLANFOR. Entre 2018 e os primeiros seis meses do ano de 2019, diversas reuniões de aperfeiçoamento da proposta foram conduzidas pelo Prof. Hermano Batista e a equipe técnica do IPLANFOR, nomeada pelo seu superintendente, o Ilmo. Sr. Eudoro Walter de Santana. Em agosto de 2019, após quase um ano de construção da proposta, teve início o período de execução por meio do trabalho da equipe técnica da UECE. Nesse período, iniciaram-se os trabalhos das equipes juntamente com a comunidade no território da ZEIS Lagamar.

No dia 22 de agosto de 2019, o Magnífico Reitor da UECE, Prof. Jackson Coelho Sampaio, recebeu as lideranças da ZEIS Lagamar para uma acolhida institucional, reforçando os laços e compromissos da instituição com o desenvolvimento pleno do PIRF. Também estavam presentes os parceiros interinstitucionais - Hidelbrando Soares (UECE), Eudoro Walter de Santana (IPLANFOR), Paulo Henrique Lustosa (Secretaria das Cidades), os membros da equipe técnica da UECE, pró-reitores, diretores de Centro e o Chefe de Gabinete.

Por ocasião desse primeiro contato oficial entre os interessados no PIRF, o Prof. Augusto Reinaldo Pimentel Guimarães, então coordenador-geral pela UECE, deu por iniciadas as atividades oficiais da UECE no desenvolvimento do PIRF da ZEIS Lagamar. Ainda no transcorrer dos meses do segundo semestre de 2019, os Planos de Trabalho foram aprovados pelo Conselho Gestor, tendo início a etapa de confecção dos cadernos temáticos, agora sob a coordenação-geral do Prof. Hidelbrando Soares, que orientou as fases seguintes até a aprovação final de todos os cadernos pelo Conselho Gestor.

Ciente da importância desse projeto na tentativa de contribuir com o planejamento de uma cidade sustentável e com maior equidade social, o grupo da UECE estabeleceu prioridade

total para a sua execução com a efetiva participação das comunidades e amparo científico necessário na mediação de interesses antagônicos, visando a garantir, da maneira mais viável possível, o estabelecimento de estratégias objetivas de regularização fundiária para as comunidades envolvidas.

No momento em que a Universidade Estadual do Ceará (UECE) finaliza o projeto com a entrega do produto final, registramos a honra de ter participado dessa iniciativa de profundo interesse comum para a consolidação da cidadania no município de Fortaleza. Nas palavras do Profº Hidelbrando dos Santos Soares:

A UECE tem muito orgulho de participar desse trabalho que, com certeza, será fundamental para o desenvolvimento socioeconômico sustentável de Fortaleza, com impactos diretos na qualidade de vida da população. O trabalho realizado pelos pesquisadores envolvidos com esse projeto se diferencia por ajudar o poder público a pensar fora do senso comum, mas sem ignorar as demandas das comunidades e dos grupos que habitam esses locais.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	METODOLOGIA DO TRABALHO.....	17
3	CONTEXTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA	22
3.1	Unidades geológicas e relevos associados.....	22
3.2	Clima e recursos hídricos.....	27
3.2.1	O clima do município de Fortaleza sob o enfoque da dinâmica superficial.....	27
3.2.1.1	<i>Os sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza.....</i>	29
3.2.1.2	<i>Detalhamento da pluviometria e dos regimes de ventos em Fortaleza.....</i>	30
3.2.2	Os recursos hídricos superficiais.....	33
3.3	Solos e vegetação.....	35
4	ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS DA ZEIS MOURA BRASIL.....	39
4.1	Contexto geoambiental local.....	39
4.2	Cartografia social.....	45
5	SANEAMENTO AMBIENTAL E LIMITAÇÕES DE USO DA ZEIS MOURA BRASIL.....	48
5.1	Saneamento ambiental.....	48
5.1.1	Abastecimento de água e uso de água subterrânea.....	49
5.1.2	Esgotamento sanitário e drenagem urbana.....	51
5.1.3	Gerenciamento de resíduos sólidos.....	54
5.1.4	Saúde ambiental e vetores de transmissão de doenças.....	55
5.1.5	Índice de cobertura vegetal.....	56
5.2	Limitações de uso.....	58
5.2.1	Áreas de preservação permanente.....	58
5.2.2	Riscos para a ocupação.....	60
5.2.2.1	<i>Dinâmica de superfície.....</i>	60
5.2.2.2	<i>Áreas de risco.....</i>	66
6	PERIGOS NATURAIS E PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO.....	72
6.1	Áreas suscetíveis a eventos naturais danosos (perigos naturais).....	72
6.2	Propostas de intervenção.....	77
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79

REFERÊNCIAS..... 80

1 INTRODUÇÃO

O município de Fortaleza se localiza na porção norte do estado do Ceará, com área de 312,407 km² e população de cerca de 2,6 milhões de habitantes, destacando-se como a quinta maior capital do Brasil, cuja densidade demográfica, que atinge 7.786,44 hab./km², é a maior dentre as capitais do país (IBGE, 2019). A cidade constitui o maior centro urbano do Ceará, com uma região metropolitana que abrange 19 municípios e uma população total de cerca de 4 milhões de habitantes (IPECE, 2018).

Fortaleza é delimitada ao norte e ao leste pelo Oceano Atlântico; ao sudeste, pelos municípios de Aquiraz e Eusébio; ao oeste, pelo município de Caucaia; ao sul, pelos municípios de Itaitinga, Pacatuba e Maracanaú (Figura 1).

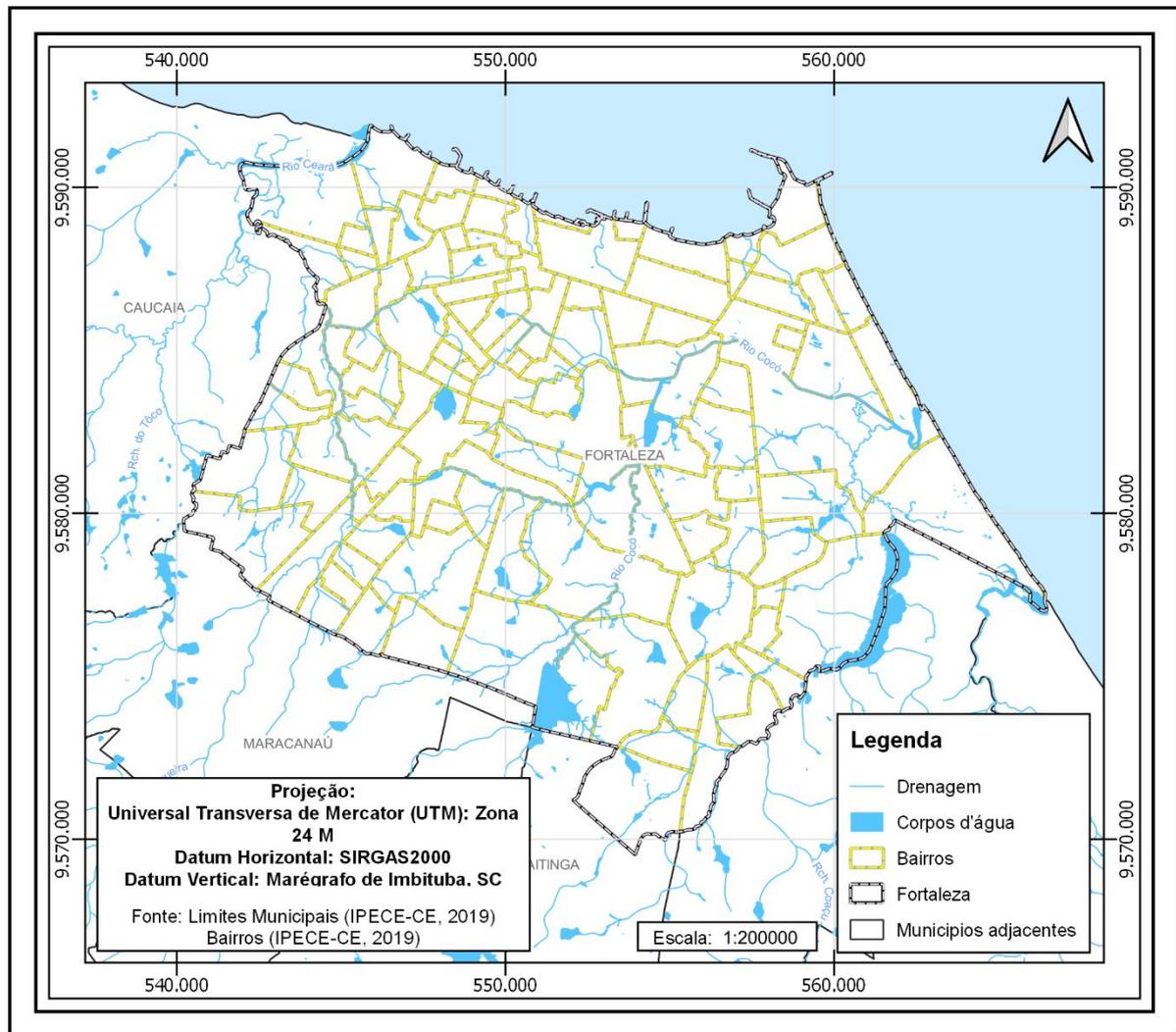
Em termos ambientais, o município de Fortaleza se localiza no setor litorâneo do Ceará, com paisagens naturais de formação recente, cuja dinâmica instável justifica a primazia de ambientes vulneráveis. Nessa perspectiva, é fundamental que sejam tomadas medidas sustentáveis voltadas para o ordenamento territorial urbano, visando harmonizar ao máximo a relação desse elevado contingente populacional com os ambientes locais.

Atualmente, Fortaleza é um município considerado integralmente urbano, cujo sítio urbano ocupa praticamente todo o seu território, com exceção de algumas áreas naturais protegidas por meio de unidades de conservação, como no caso dos estuários e de alguns campos de dunas.

Com relação às estratégias de planejamento urbano para Fortaleza, merece destaque o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza (PDPFor), publicado em 2009 por meio da Lei Complementar nº 62/2009, constituindo um avanço na democratização do planejamento urbano local e cujo macrozoneamento definiu zonas urbanas e suas capacidades edificantes, bem como as zonas ambientais não edificantes voltadas para a conservação e/ou preservação de setores ambientalmente sensíveis no âmbito municipal.

Tendo em vista os enormes desafios de ordenamento territorial urbano em espaços especialmente sensíveis do ponto de vista socioeconômico e socioambiental, o PDPFor instituiu as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), que foram subdivididas em três categorias e nas seguintes quantidades: 45 ZEIS do tipo 1 ou “de ocupações”, 56 ZEIS do tipo 2 ou “de conjuntos” e 34 ZEIS do tipo 3 ou “de vazios”.

Figura 1 – Mapa do município de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

A Lei Complementar nº 62/2009, em seu artigo 123, determina que

As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) são porções do território, de propriedade pública ou privada, destinadas prioritariamente à promoção da regularização urbanística e fundiária dos assentamentos habitacionais de baixa renda existentes e consolidados e ao desenvolvimento de programas habitacionais de interesse social e de mercado popular nas áreas não edificadas, não utilizadas ou subutilizadas, estando sujeitas a critérios especiais de edificação, parcelamento, uso e ocupação do solo (FORTALEZA, 2009).

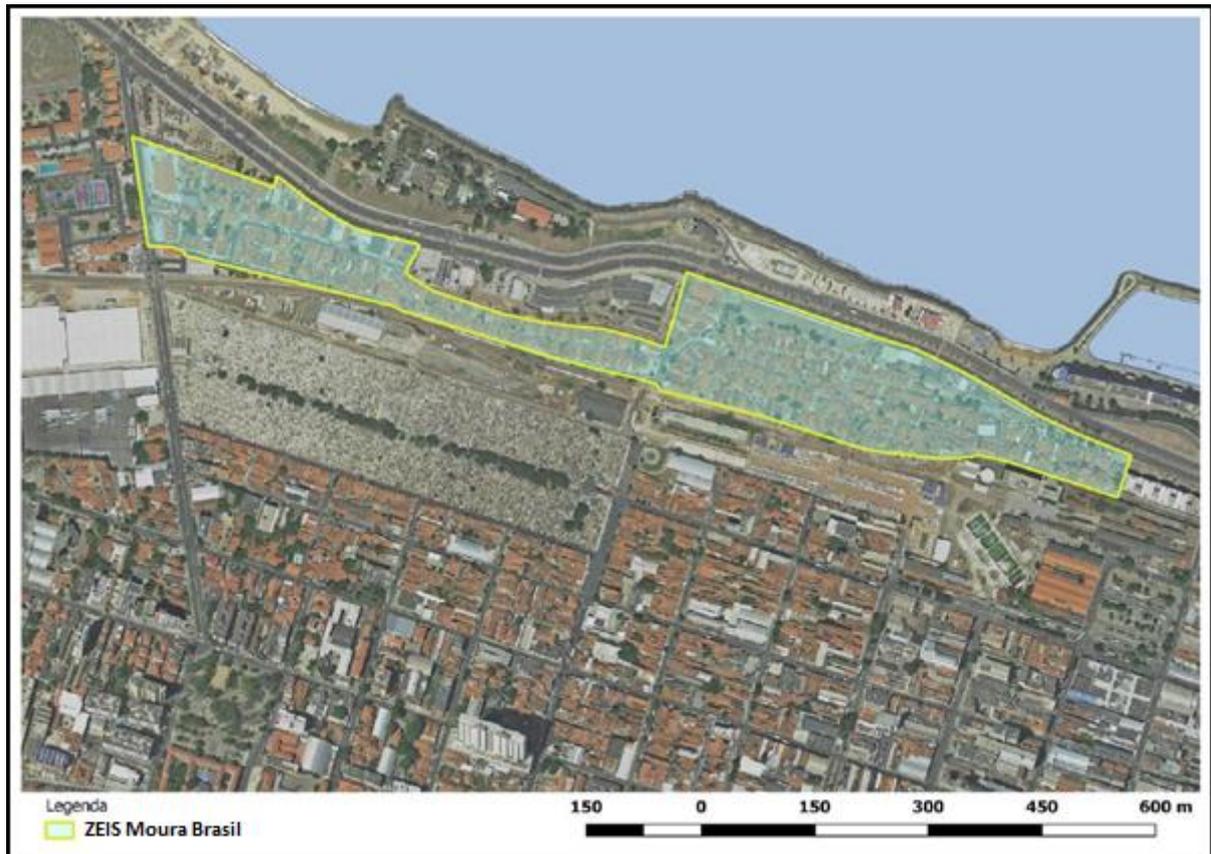
Ainda de acordo com a Lei Complementar nº 62/2009, em seu artigo 126, as ZEIS tipo 1 “são compostas por assentamentos irregulares com ocupação desordenada, em áreas públicas ou particulares, constituídos por população de baixa renda, precários do ponto de vista urbanístico e habitacional, destinados à regularização fundiária, urbanística e ambiental” (FORTALEZA, 2009).

As ZEIS tipo 2 são constituídas por loteamentos clandestinos ou irregulares e conjuntos habitacionais, públicos ou privados, que estejam parcialmente urbanizados, ocupados por população de baixa renda, destinados à regularização fundiária e urbanística. Dentre seus objetivos, destacam-se os de efetivar o cumprimento das funções sociais da cidade, promover a regularização urbanística e fundiária dos assentamentos ocupados pela população de baixa renda, eliminar os riscos associados com ocupações em áreas inadequadas, ampliar a oferta de infraestrutura urbana e equipamentos comunitários, garantindo a qualidade ambiental aos seus habitantes, e promover o desenvolvimento humano local (FORTALEZA, 2009).

Considerando a complexidade e a heterogeneidade de situações existentes em cada área demarcada como ZEIS 1 e 2 e tendo em vista a necessidade da elaboração, de forma participativa, de um Plano Integrado de Regularização Fundiária (PIRF) para cada uma dessas áreas, torna-se fundamental que seja apresentada a caracterização de seus condicionantes físico-ambientais, de maneira que seja elaborado um diagnóstico do meio físico natural capaz de subsidiar estratégias de ordenamento territorial em escala cadastral, no qual sejam apresentadas as limitações, os problemas e as potencialidades dessas áreas.

Face ao exposto, o presente relatório apresenta o Diagnóstico do quadro físico-ambiental da ZEIS Moura Brasil, situada na planície litorânea (setor centro/oeste de Fortaleza) e caracterizada por uma área de ocupação em campo de dunas (Figura 2).

Figura 2 – Delimitação da ZEIS Moura Brasil



Fonte: IPLANFOR.

2 METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia utilizada para o diagnóstico físico-ambiental seguiu o previsto na metodologia geral do PIRF, em que ficou estabelecido o cumprimento das seguintes etapas:

- a) Etapa 1 – compilatória, que consiste na fase de levantamento dos mais diversos temas específicos, dentre os quais se destaca a caracterização do meio físico, biótico e socioeconômico, a partir de objetivos e metas previamente traçados.
- b) Etapa 2 – correlatória, que consiste no desenvolvimento de atividades de inter-relação técnico-científica das informações levantadas até então com a participação coletiva dos agentes envolvidos.
- c) Etapa 3 – semântica/interpretativa, que consiste na consolidação do diagnóstico geoambiental que se apresenta como uma fase indispensável na elaboração das estratégias de manejo ambiental e ordenamento territorial sustentável.

Na etapa compilatória, foi realizado levantamento bibliográfico e cartográfico, que colaborou para a caracterização geral da ZEIS Moura Brasil e para a identificação dos principais problemas relacionados com seus aspectos físico-ambientais (pluviosidade, declividade, entre outros). Os mapas previamente identificados na literatura serviram de base para a elaboração de novos mapas utilizados na caracterização da área de estudo. As principais fontes consultadas foram *sites* oficiais de órgãos ambientais, trabalhos acadêmicos, artigos científicos, documentos oficiais e legislação pertinente. Textos de conteúdo jornalístico também foram considerados.

Cabe destacar que uma importante ferramenta utilizada no desenvolvimento do presente trabalho foi o Sistema de Informações Geográficas (SIG) a partir de técnicas de geoprocessamento. Geoprocessamento é uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas computacionais para o tratamento de informações geográficas (CÂMARA; MEDEIROS, 1998). Esta técnica tem, como uma de suas principais vantagens, a possibilidade de avaliar áreas cada vez maiores em quantidades de tempo cada vez menores.

A utilização do geoprocessamento no presente trabalho foi feita com o intuito de se obter e processar diversos dados espaciais, nos quais a catalogação em campo seria inviável. Contudo, cabe destacar que as bases cartográficas utilizadas representam dados oficiais disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, além de instituições estaduais e federais. Todos os dados cartográficos editados foram projetados para o Sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) com DATUM SIRGAS 2000. Dentre as técnicas de geoprocessamento adotadas, destacam-se vetorização, classificação, modelos digitais de elevação e álgebra de mapas.

Um dos dados cartográficos mais importantes na presente pesquisa corresponde às curvas de nível com equidistância de 1 metro, disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Fortaleza. Essa informação altimétrica possibilitou a elaboração dos modelos digitais de elevação que permitiram a criação de mapas de declividade, perfis topográficos e modelagens matemáticas.

Na tentativa de se analisar a distribuição de áreas verdes no âmbito das áreas estudadas, foram adotados métodos de classificação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* ou Índice de Vegetação de Diferença Normalizada), que é um índice de vegetação, representado por um modelo numérico, no qual se referencia à densidade de vegetação viva por área, ou seja, a biomassa vegetal (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2015).

Nos trabalhos com NDVI, foram inicialmente selecionadas imagens LandSat 8 mais recentes, com 0% de cobertura de nuvens para a região de Fortaleza, mais precisamente a cena *Path*: 216 e *Row*: 63. Foi escolhida uma imagem com data de imageamento em 11 de setembro de 2019. Tais informações foram adquiridas através do sistema *EarthExplorer* do *U.S. Geological Survey*, disponível em <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>.

Posteriormente, em ambiente de desenvolvimento RStudio e sob linguagem R., as bandas do referido produto orbital foram submetidas ao recorte espacial do retângulo envolvente da área que compreende a cidade de Fortaleza, mais precisamente entre as coordenadas 3°53'9.57"S, 38°43'5.40"O e 3°41'30.94"S, 38°24'5.14"O.

Na sequência, essas imagens foram reprojetaadas para o Datum SIRGAS 2000, coordenadas UTM zone 24S, e foi aplicada a fórmula de NDVI nas bandas espectrais do infravermelho próximo e visível – vermelho. Por fim, foram elaborados mapas temáticos de NDVI para a área da ZEIS em estudo, bem como os seus respectivos cálculos das classes do NDVI, que são referentes ao intervalo que vai da presença de vegetação viva até a ausência total de vegetação, e seus respectivos valores em hectares.

Dando continuidade aos procedimentos de elaboração do presente trabalho, na etapa correlatória, duas atividades foram essenciais para o diagnóstico: as oficinas com a comunidade e as visitas de campo. As oficinas realizadas com a comunidade foram baseadas nos métodos de cartografia social e mapeamento participativo¹, que contam com a participação direta da comunidade local na elaboração dos mapas dos seus territórios. Os mapas da ZEIS

¹ O mapeamento participativo começou no final da década de 1980, com o desenvolvimento de projetos na área rural, utilizando croquis geográficos, dando preferência para o incentivo do conhecimento local, desenvolvendo e facilitando a comunicação entre os habitantes e quem iria estudar a área (ARAÚJO; ANJOS; ROCHA-FILHO, 2017).

Moura Brasil foram elaborados e previamente impressos; sob eles, os participantes apontaram os locais com os problemas ambientais que afligem suas comunidades. Nesta atividade, os participantes foram orientados a relatar dados sobre os temas: 1) abastecimento de água; 2) gerenciamento de resíduos sólidos; 3) coleta e tratamento de esgoto; 4) drenagem de águas pluviais; 5) infraestrutura habitacional; e 6) saúde ambiental. Desta forma, a partir dos relatos dos participantes, as informações foram incorporadas aos mapas impressos, auxiliando sobremaneira na identificação dos pontos críticos onde tais problemas socioambientais ocorrem com maior frequência nas comunidades.

Para tanto, os seis temas norteadores foram divididos por cores (Quadro 1) para facilitar a construção das legendas dos mapas. A linguagem utilizada nas abordagens foi isenta de termos técnico-científicos para melhor compreensão por parte dos informantes-chave e maior agilidade no processo. Esse método possibilitou a participação ativa e democrática da comunidade, contribuindo para a caracterização dos demais mapas elaborados para a ZEIS Moura Brasil.

Quadro 1 – Temas utilizados na oficina de cartografia social

TEMAS NORTEADORES PARA A OFICINA DE CARTOGRAFIA SOCIAL
ABASTECIMENTO DE ÁGUA
1. Acesso à água da CAGECE*
2. Acesso à água de poço
3. Uso de método de tratamento da água para beber
4. Considera a água de boa qualidade (sem cheiro, cor ou odor)
GERENCIAMENTO DE LIXO
1. Coleta de lixo/acesso
2. Existência de lixo nas ruas
3. Terrenos baldios com lixo
4. Existência de ratos ou outros vetores provenientes do lixo
5. Ecopontos acessíveis
COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO
1. Coleta de esgoto
2. Lugares onde a água cinza escoar pelas ruas (água de pias e chuveiro)
3. Tipo de fossa existente (fossa negra ou séptica)
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS
1. Locais onde existe um alagamento permanente
2. Locais onde ocorrem alagamentos eventuais devido a chuvas
3. Ruas onde ocorre forte escoamento de águas de chuva
4. Erosão (remoção de areia) provocada por água das chuvas
INFRAESTRUTURA
1. Existência de rachaduras
2. Piso afundando
3. Deslizamento/construções irregulares
4. Construção abandonada
5. Áreas de lazer
SAÚDE AMBIENTAL (MEIO AMBIENTE URBANO)
1. Doenças recorrentes na comunidade
2. Conforto térmico
3. Arborização na comunidade
4. Problemas relacionados à poluição sonora
5. Circulação de animais venenosos (escorpião, cobra, lacraia)

*CAGECE = Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Fonte: Autoria própria.

A oficina foi realizada no dia 21 de setembro de 2019, na Escola Municipal Moura Brasil (Figura 3).

Figura 3 – Oficina de cartografia social da ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Com os mapas devidamente demarcados, a equipe partiu para a etapa de levantamento de campo, que teve como objetivo constatar e realizar registro fotográfico dos locais indicados pelos conselheiros e demais moradores nas oficinas, além de coletar outros dados para a caracterização geral da área de estudo. As visitas de campo contaram com a participação de moradores e conselheiros da ZEIS, que acompanharam a equipe durante todo o percurso, contribuindo sobremaneira para o sucesso dos resultados esperados para esta etapa.

Associado às atividades de levantamento bibliográfico, oficinas e visitas de campo, foi produzido um conjunto de materiais cartográficos com o objetivo de organizar um acervo de arquivos vetoriais e matriciais que viabilizassem a elaboração de cartografias básicas e temáticas. Nessa perspectiva, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento, tais como vetorização, modelos digitais de elevação, classificação, álgebra de mapas e modelagem ambiental.

A etapa semântica/interpretativa se consolidou com o cruzamento das informações obtidas no levantamento bibliográfico e cartográfico, na oficina com a comunidade e nas visitas de campo, quando foi possível a interpretação e a integração destes dados, que forneceram contribuições para a elaboração do presente relatório.

3 CONTEXTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

O município de Fortaleza apresenta um complexo mosaico paisagístico, tendo em vista a expressiva variedade de condicionantes geoambientais, com predomínio de ambientes relacionados com superfícies de deposição sedimentar cenozoica. Sua localização na zona costeira justifica a grande relevância da interface entre agentes continentais e costeiros na configuração da dinâmica natural e, conseqüentemente, na evolução das paisagens.

Neste sentido, é fundamental que sejam apresentados os aspectos referentes aos condicionantes naturais de Fortaleza, com destaque para os elementos geológico/geomorfológicos, os parâmetros hidroclimáticos e as relações fitopedológicas municipais para que se possa elaborar uma caracterização do quadro físico-natural da área em análise. Dessa forma, pode-se ter uma visão ambiental integrada em escala municipal de maneira a contribuir com os trabalhos em escalas mais detalhadas, como no caso específico das propostas de requalificação urbana da ZEIS Moura Brasil.

3.1 Unidades geológicas e relevos associados

Conforme apresentado anteriormente, Fortaleza é um município localizado na zona costeira do Ceará, que constitui o nível de base regional e justifica o predomínio de coberturas sedimentares cenozoicas. Em proporção bastante reduzida, encontram-se exposições de rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, além de relevos residuais derivados de vulcanismo terciário (CPRM, 2003).

Fortaleza está situada, predominantemente, no Domínio dos Depósitos Cenozoicos (SOUZA, 1988), apresentando paisagens tipicamente costeiras associadas à dinâmica instável de sedimentos areno-argilosos inconsolidados. De acordo com a divisão dos domínios morfoestruturais da fachada marítima cearense proposta por Claudino Sales (2002; 2007), a área de estudo se localiza no Domínio Baturité, correspondendo a um compartimento estrutural elevado.

De acordo com CPRM (2003), as rochas do embasamento cristalino que ocorrem em Fortaleza são predominantemente metamórficas e pertencem à Unidade Canindé (Paleo-Proterozoioco), sendo representadas por complexos gnáissicos-migmatítico com intercalações granítico-migmatítico. Tais exposições geológicas ocorrem através de superfícies de erosão rebaixadas, denominadas regionalmente como depressão sertaneja, cujos ciclos erosivos responsáveis pela elaboração morfológica da tais superfícies se devem ao cenozoico, com

destaque morfogenético final para o Quaternário (DRESCH, 1957; DEMANGEOT, 1960; AB'SÁBER, 1969; BIGARELLA; ANDRADE, 1964; MABESOONE; CASTRO, 1975).

Durante o Paleógeno, merece destaque um importante evento tectônico conhecido localmente como Vulcanismo Messejana (ALMEIDA *et al.*, 1988; VANDOROS; OLIVEIRA, 1968), ocorrido entre 44 e 29 MA (Eoceno/Oligoceno), que estaria relacionado aos processos de separação da América do Sul e África (MIZUSAKI; THOMAZ FILHO, 2004), apresentando um lineamento relacionado com o Arquipélago de Fernando de Noronha (BRANDÃO, 1995). Desse evento derivaram rochas alcalinas (fonólitos e traquitos) que atualmente constituem relevos vulcânicos residuais denominados de *necks*, como é o caso do morro do Caruru e do Ancuri.

Com relação às unidades geológicas deposicionais, merece destaque a expressiva ocorrência de depósitos do Grupo Barreiras, datados do Terciário. Esse grupo constitui uma faixa de deposição de largura variável representada por sedimentos areno-argilosos de coloração vermelho-amarelada derivada das reações de oxidação de ferro e alumínio.

O Grupo Barreiras corresponde a rampas detríticas, praticamente contínuas do Pará até o Rio de Janeiro, que mergulham em direção ao oceano Atlântico, cuja sedimentação teve relação direta com soerguimentos epirogenéticos (BEZERRA *et al.*, 2001; SAADI *et al.*, 2005; NUNES; SILVA; VILAS BOAS, 2011). As grandes inconformidades erosivas e variações sedimentológicas do Barreiras inviabilizam a sua classificação como Formação (BIGARELLA *et al.*, 2007), sendo mais apropriada a terminologia Grupo (BIGARELLA; ANDRADE, 1964). O Grupo Barreiras é composto por uma sequência de sedimentos detríticos, siliclásticos, de origem fluvial e marinha (ARAI, 2006), mal selecionados, de cores variadas e material pouco ou não consolidado (VILAS BOAS; SAMPAIO; PEREIRA, 2001), podendo apresentar grãos de tamanhos variados, inclusive com a possibilidade de conglomerados.

Os aspectos texturais dos sedimentos do Barreiras apresentam reflexos diretos sobre a morfologia. Nos casos de granulometria arenosa, constatam-se topografias tabulares, enquanto as fácies argilosas possibilitam uma maior dissecação topográfica. A configuração topográfica tabular relacionada com a deposição do Barreiras, justificando uma suave rampa de deposição com declive em direção ao litoral, condiciona uma drenagem consequente com padrão paralelo, conforme se observa nos baixos cursos de rios cearenses.

A expressiva representação espacial dos sedimentos do Grupo Barreiras justifica sua topografia predominantemente plana associada com os tabuleiros pré-litorâneos, podendo ser classificados geomorfologicamente como um *glacis* de deposição. Dessa forma, pode-se destacar que as principais áreas de riscos ambientais em Fortaleza estão associadas,

preferencialmente, a eventos de inundação, uma vez que a topografia tabular limita a ocorrência de eventos gravitacionais de massa e riscos associados.

As áreas de deposição quaternárias são representadas por sedimentos litorâneos inconsolidados, configurando cordões arenosos sobrepostos aos sedimentos do Grupo Barreiras. Tais sedimentos são constituídos por areias de granulação fina e média muito bem selecionadas através do transporte eólico. No contexto regional do entorno da área de estudo, a configuração e a localização de tais sedimentos podem influenciar na formação de determinadas feições de origem eólicas, como campos de dunas móveis e fixas e superfícies de deflação.

Em termos de classificação geomorfológica, pode-se afirmar que esses setores de deposição quaternária constituem um macro compartimento denominado planície litorânea. Ao longo do estado do Ceará, essa unidade é subdividida em várias subunidades menores, tais como campos de dunas, faixas de praia, pós-praia, superfícies de deflação e planícies fluviomarinhas. Maia *et al.* (2011) identificaram, para o Nordeste setentrional brasileiro, quatro gerações de dunas, cuja gênese está relacionada a movimentos eustáticos com datações de cerca de 105.000 anos, 20.000 anos, 13.000 anos e 3.000 anos, respectivamente.

As formações dunares constituídas em condições marinhas e continentais estão associadas às oscilações do nível do mar, com consequentes subidas e descidas da linha de costa numa margem continental fracamente inclinada, cuja evolução se dá em direção ao interior da zona costeira a partir da acumulação de areias quartzosas médias e, sobretudo, finas (CLAUDINO SALES, 2002), de colorações esbranquiçadas e, às vezes, amarelas ou avermelhadas (PINHEIRO; CLAUDINO SALES, 2008).

Em Fortaleza, mesmo com a urbanização consolidada, podem-se identificar ambientes arenosos com dinâmica natural ainda em funcionamento, como no caso de alguns campos de dunas e superfícies de deflação na praia do Futuro e, principalmente, na Sabiaguaba.

Nos setores de ocupação mais antiga de Fortaleza, entre a foz do rio Ceará e o Pontão do Mucuripe, além de grande parte das dunas da praia do Futuro, as unidades geomorfológicas relacionadas com a planície litorânea encontram-se fortemente descaracterizadas, tendo em vista o expressivo adensamento do sítio urbano que compromete a dinâmica sedimentológica.

Além dos sedimentos arenosos anteriormente mencionados, ocorrem depósitos aluviais quaternários, representando as planícies fluviais e as planícies fluviomarinhas. Tendo em vista se tratar de um município litorâneo, a capacidade de entalhe limitada da rede de drenagem em Fortaleza justifica pequenas amplitudes altimétricas entre os interflúvios e talwegues, face à reduzida capacidade energética dos rios. Como se trata de áreas de baixos

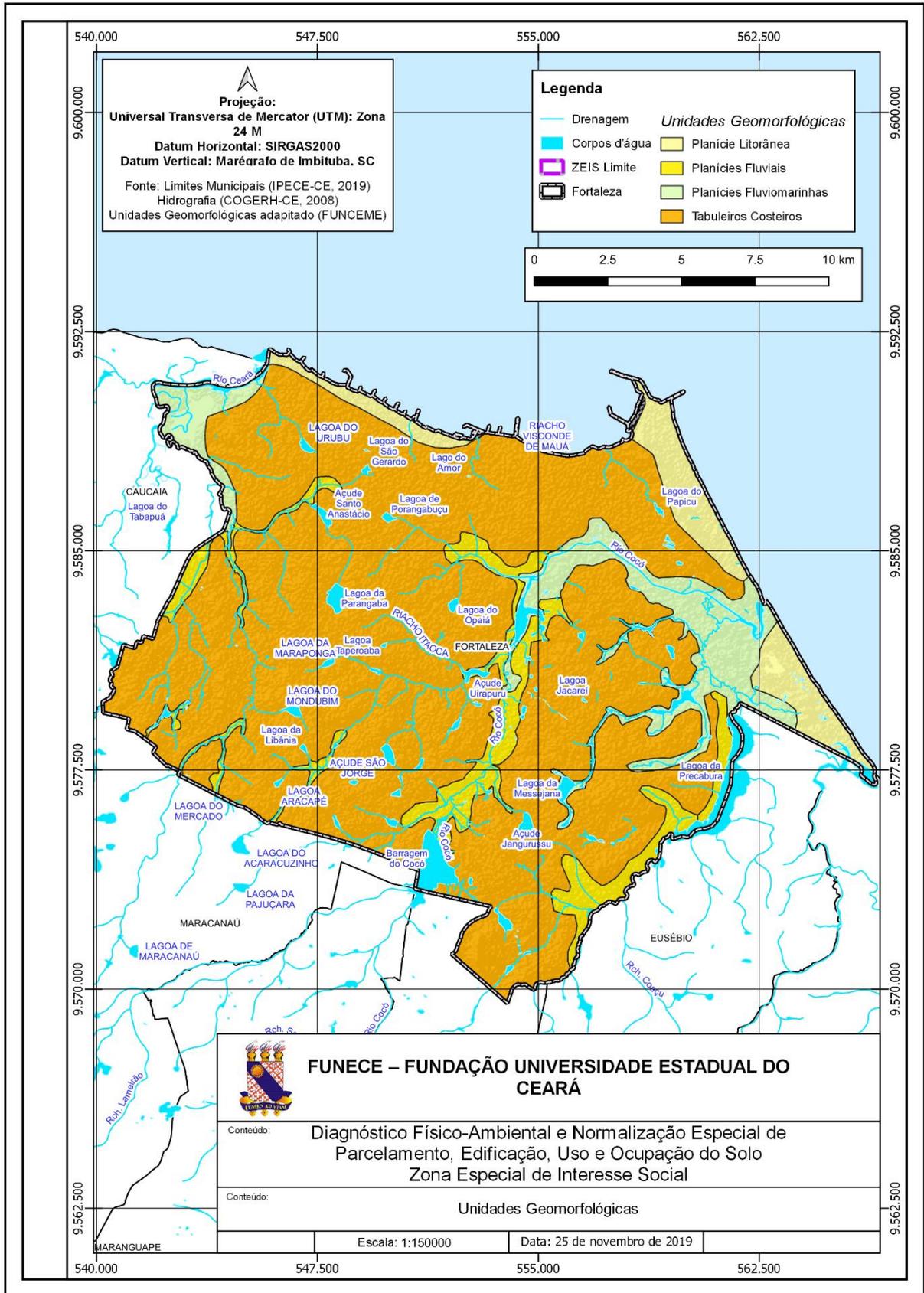
cursos fluviais, nessas áreas predominam depósitos sedimentares aluviais de fino calibre sedimentológico (argila e silte), sobretudo nos estuários.

Os estuários constituem os setores de topografias baixas que permitem a entrada da influência marinha através dos baixos canais fluviais, configurando unidades geomorfológicas denominadas planícies fluviomarinhas. Tais setores se localizam na foz dos rios Ceará, Cocó e Pacoti, especificamente no âmbito de Fortaleza.

Tendo em vista as características topográficas mencionadas, associadas com os aspectos pluviométricos irregulares típicos do semiárido brasileiro, são muito comuns ocupações em áreas de risco de inundações ao longo das margens fluviais do município de Fortaleza. Dessa forma, torna-se de fundamental importância, para efeito de ordenamento territorial urbano, que se conheça a compartimentação morfológica dos perfis transversais dos rios, de maneira a evitar ocupações em leitos naturais de inundações sazonais.

A Figura 4 apresenta o mapa com as unidades geomorfológicas do município de Fortaleza.

Figura 4 – Mapa geomorfológico de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

3.2 Clima e recursos hídricos

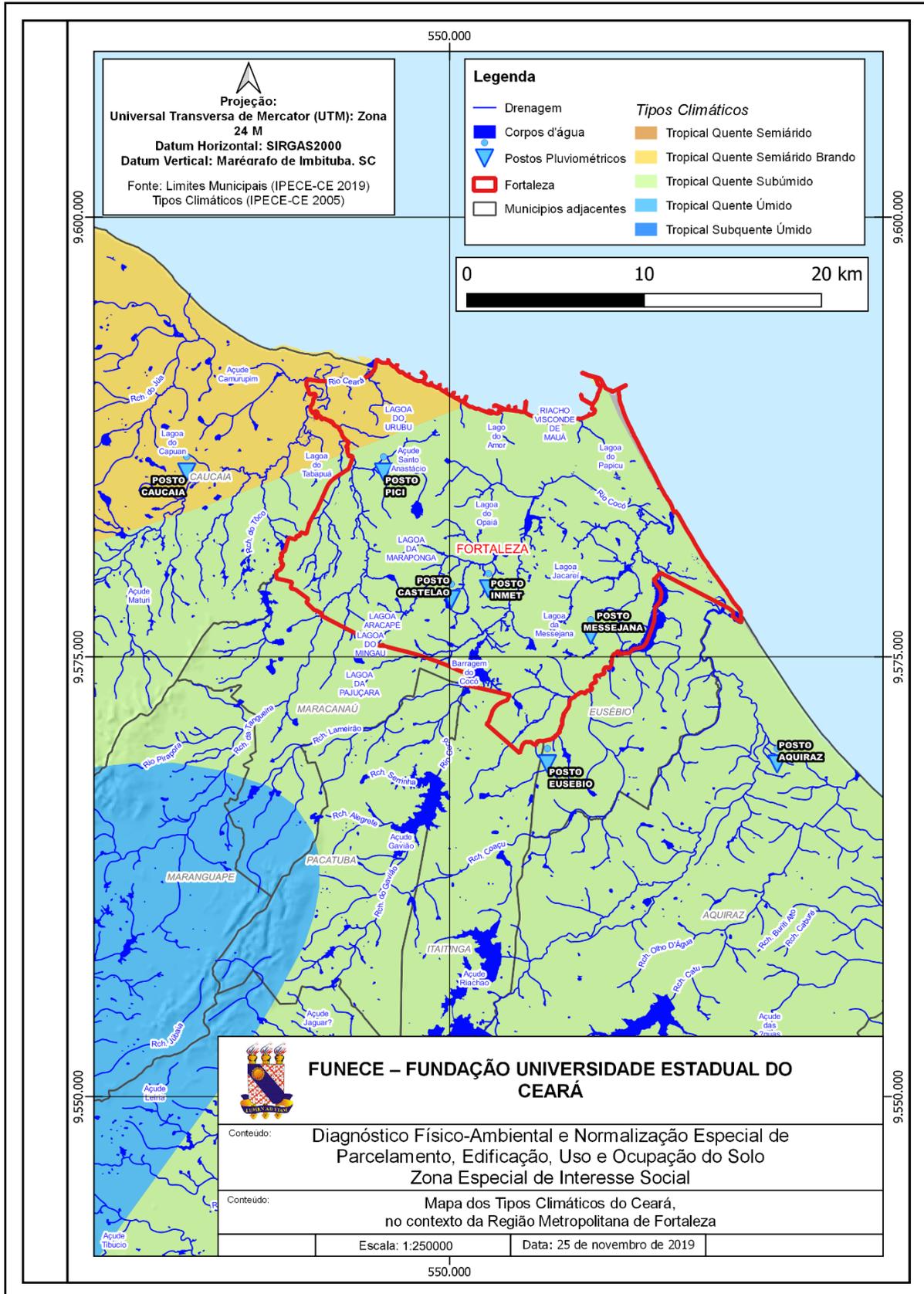
A compreensão dos aspectos climáticos e dos recursos hídricos associados a um espaço geográfico é de fundamental importância para a interpretação da dinâmica superficial e, conseqüentemente, para a análise de áreas de risco. Esse tópico tem o objetivo de apresentar uma visão sintética e setorizada de variáveis climáticas importantes na análise de risco, em especial, a precipitação e a distribuição dos recursos hídricos superficiais no município de Fortaleza, destacando o setor onde está disposta a ZEIS Moura Brasil.

Evidentemente, não se pretende detalhar com profundidade todos os aspectos hidroclimáticos de Fortaleza, pois estes já foram detalhados em trabalhos técnicos realizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), da Prefeitura Municipal de Fortaleza, além de trabalhos científicos, como Zanella e Sales (2016), Moura, Zanella e Sales (2008), Moura (2008), Freitas (2016), Paiva (2018), Magalhães (2015), Lima (2018) e Monteiro (2016).

3.2.1 O clima do município de Fortaleza sob o enfoque da dinâmica superficial

Na Figura 5, podem ser observados os tipos climáticos do Ceará, com enfoque na Região Metropolitana de Fortaleza. É possível observar que Fortaleza está inserida, quase em sua totalidade, no tipo climático Tropical Quente Subúmido. Em termos práticos, essa condição estabelece para a gestão da cidade os desafios de trabalhar a expansão urbana frente a uma precipitação anual histórica superior à do semiárido brasileiro e com importantes variabilidades temporais e espaciais.

Figura 5 – Mapa dos tipos climáticos atuantes no município de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

Para a descrição do clima e sua relação com a dinâmica superficial de Fortaleza, este tópico está dividido em duas seções: 3.2.1.1 Os sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza; e 3.2.1.2 Detalhamento da pluviometria e dos regimes de ventos em Fortaleza.

3.2.1.1 Os sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza e é uma adaptação do conteúdo apresentado na pesquisa de Moura (2008) e das informações fornecidas pela FUNCEME (2019). De acordo com o tempo de duração e tamanho, os sistemas são classificados em Grande Escala, Mesoescala e Escala Local.

Quadro 2 – Sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza

(continua)

GRANDE ESCALA	
Sistema Atmosférico	Características Gerais
Sistema Tropical Atlântico (TA)	Resultante da dinâmica atmosférica do centro de alta pressão (Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul), produtor da Massa tropical Atlântica mTa. Ao avançar sobre o continente, provoca temperaturas mais elevadas, pressão e umidade relativa baixas, sendo, assim, responsável pelas condições de estabilidade do tempo sobre Fortaleza, sobretudo no inverno e primavera (MOURA, 2008, p. 132).
Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor Norte do Nordeste do Brasil. A ZCIT é uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. De maneira simplista, pode-se dizer que a convergência dos ventos faz com que o ar, quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo a formação das nuvens (FUNCEME, 2019).
MESOESCALA	
Sistema Atmosférico	Características Gerais
Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS)	Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) que atingem a região Nordeste do Brasil formam-se no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março. Sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. Os VCAS são um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, tem a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia, há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (FUNCEME, 2019).
Linhas de Instabilidade (LI)	As Linhas de Instabilidade, que se formam principalmente nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março), encontram-se ao sul da Linha do Equador, influenciando as chuvas no litoral Norte do Nordeste e regiões adjacentes, e ocorrem no período da tarde e início da noite. As Linhas de Instabilidade são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha, daí o seu nome. Sua formação se dá basicamente pelo fato de que, com a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, ocorre o desenvolvimento das nuvens cumulus, que atingem um número maior à tarde, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT (FUNCEME, 2019).

(conclusão)

MESOESCALA	
Sistema Atmosférico	Características Gerais
Complexos Convectivos de Mesoescala	Os CCMs são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis (temperatura, relevo, pressão etc.) e provocam chuvas fortes e de curta duração. Normalmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada (FUNCEME, 2019).
Ondas de leste	As ondas de leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil (FUNCEME, 2019).
ESCALA LOCAL	
Sistema Atmosférico	Características Gerais
Sistemas de brisas marítimas e terrestres	Ocorrem em função da diferença de temperatura entre a superfície terrestre e a superfície aquática. Com isso, o sistema de brisas atua normalmente com ventos soprando do mar para a terra durante o dia e da terra para o mar durante a noite, de acordo com as diferenças térmicas existentes entre a superfície do continente e a superfície do oceano.

Fonte: Elaboração própria a partir de Moura (2008) e FUNCEME (2009).

Mesmo considerando a complexidade dos sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza, pode-se enfatizar que a ZCIT se destaca enquanto sistema mais importante e que estabelece a quadra chuvosa (fevereiro a maio) (ZANELLA; SALES, 2016). Com isso, o primeiro semestre do ano apresenta os maiores registros de chuvas e, em razão disso, concentra os problemas de alagamentos e inundações que costumam atingir diretamente as populações residentes nas proximidades dos principais rios e lagoas.

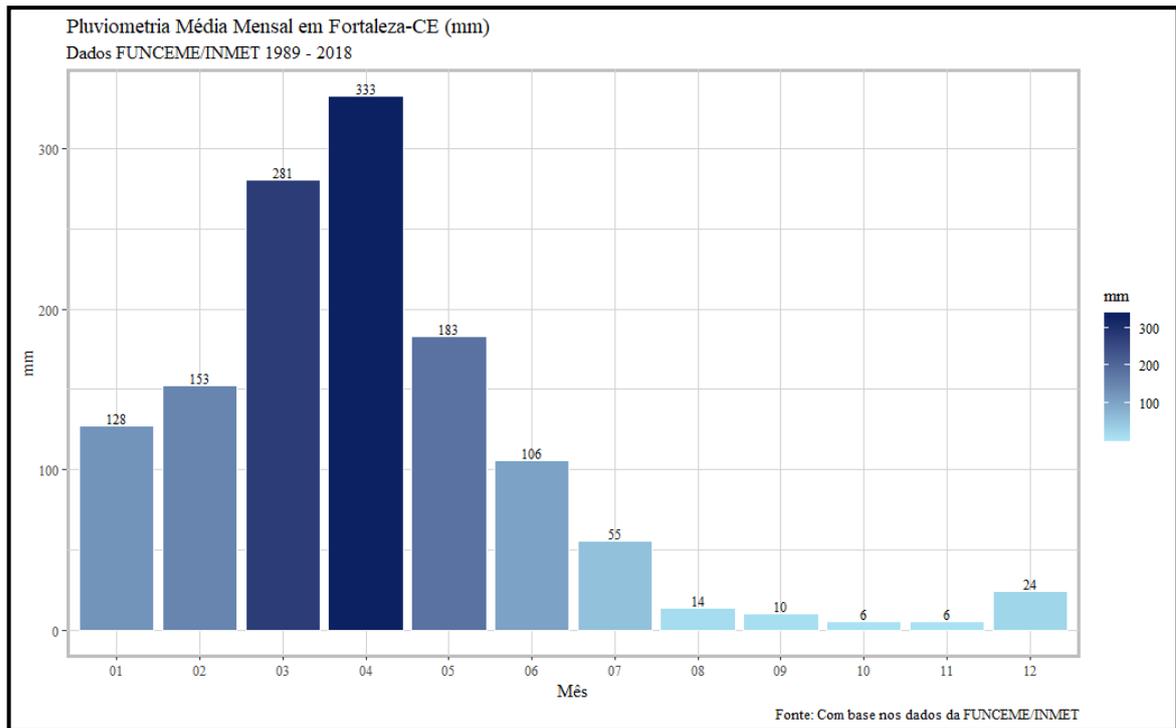
3.2.1.2 Detalhamento da pluviometria e dos regimes de ventos em Fortaleza

O município de Fortaleza apresenta uma condição de pluviosidade anual superior às encontradas nos municípios do semiárido brasileiro, uma vez que apresenta média histórica anual de 1.300 mm de chuvas (IPECE, 2017). Dessa forma, o município não atende aos critérios mínimos para ser enquadrado como um município pertencente ao semiárido, segundo os critérios estabelecidos pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de N° 107, de 27/07/2017 e de N° 115, de 23/11/2017.

A Figura 6 apresenta o gráfico da pluviometria média mensal em Fortaleza a partir de dados históricos dos anos de 1989 a 2018. O ápice das chuvas ocorre, historicamente, entre os meses de março e abril, destacando-se o mês de abril como o de maior ocorrência de chuvas, chegando a uma média de 333 mm. Esses são os meses críticos para as populações que residem

nas proximidades dos recursos hídricos superficiais, como rios e lagoas. Porém, é preciso esclarecer que, devido à irregularidade pluviométrica, podem ocorrer eventos excepcionais de chuvas em meses como janeiro e fevereiro, e isso pode ocasionar situações de emergências devido a inundações e alagamentos.

Figura 6 – Pluviometria média mensal em Fortaleza (1989 a 2018)



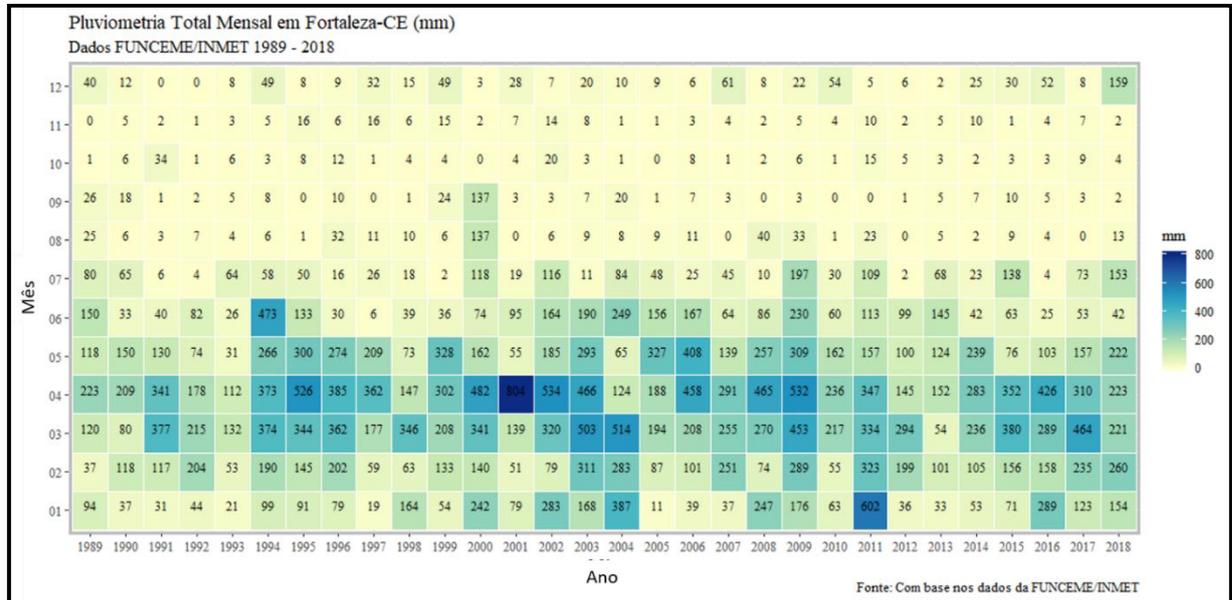
Fonte: Elaboração própria.

Como citado por Souza *et al.* (2009), essas variabilidades pluviométricas estão associadas às irregularidades ocasionadas pelas temperaturas dos oceanos tropicais e aos fenômenos *El Niño*, que causa prolongados períodos de secas, geradores de sérios problemas socioambientais, e *La Niña*, que provoca fortes chuvas que causam situações calamitosas, principalmente nas áreas sujeitas aos riscos ambientais. Portanto, é fundamental o monitoramento das temperaturas do oceano para a previsão de emergências relacionadas às áreas de risco de Fortaleza.

Como exemplo das variabilidades pluviométricas, a Figura 7 apresenta, no mês de janeiro, 10 anos em que a precipitação superou a média histórica dos 30 anos observados (1989 a 2018). Destaca-se o ano de 2011, no qual a precipitação acumulada em janeiro chegou a 602 mm, quase cinco vezes o valor da média histórica, que é de 128 mm para o mês. Evidentemente, em ocasiões como essa podem ocorrer situações de emergência associadas à elevação do nível

dos recursos hídricos superficiais e à completa saturação e extravasamento da drenagem urbana, gerando pontos de alagamento.

Figura 7 – Pluviometria total mensal em Fortaleza (1989 a 2018)

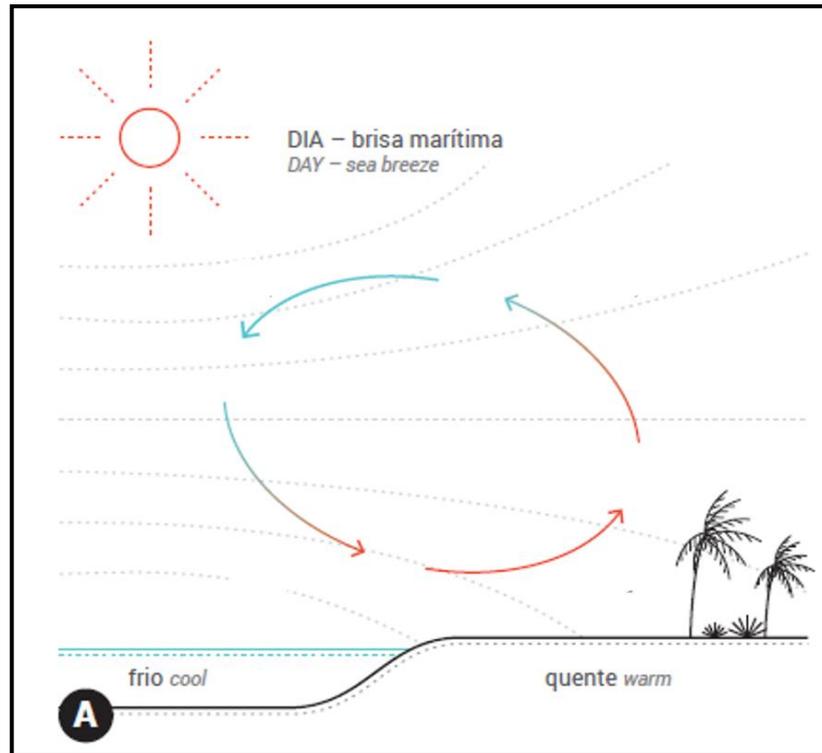


Fonte: Elaboração própria.

Por isso, é fundamental que o planejamento da cidade de Fortaleza e, em particular, das ZEIS (onde as populações são mais vulneráveis às ameaças) leve em consideração que os setores mais baixos e próximos aos cursos d'água devem ser mantidos desocupados e funcionar como áreas de inundação sazonal e amortecimento de cheias.

Sobre a incidência de ventos no município de Fortaleza e as áreas de risco, destaque-se que sua importância está relacionada essencialmente ao transporte eólico de sedimentos da faixa de praia para o continente. O sistema de brisas marítimas atua durante o dia devido às diferenças no aquecimento da superfície do continente e do oceano e condiciona a existência predominantemente de ventos que sopram do mar para a terra (Figura 8). E esse fenômeno se intensifica nos meses de baixa precipitação pluviométrica, chegando ao ápice nos meses de setembro, outubro e novembro. Porém, cabe mencionar a ZCIT como o sistema que mais influencia na dinâmica dos ventos, sendo conhecida como uma zona de ventos calmos, tendendo, assim, a reduzir a velocidade do vento quando se aproxima do Ceará e a intensificá-la quando se afasta (SCHUBERT, 2019).

Figura 8 – Modelo de circulação do vento maral



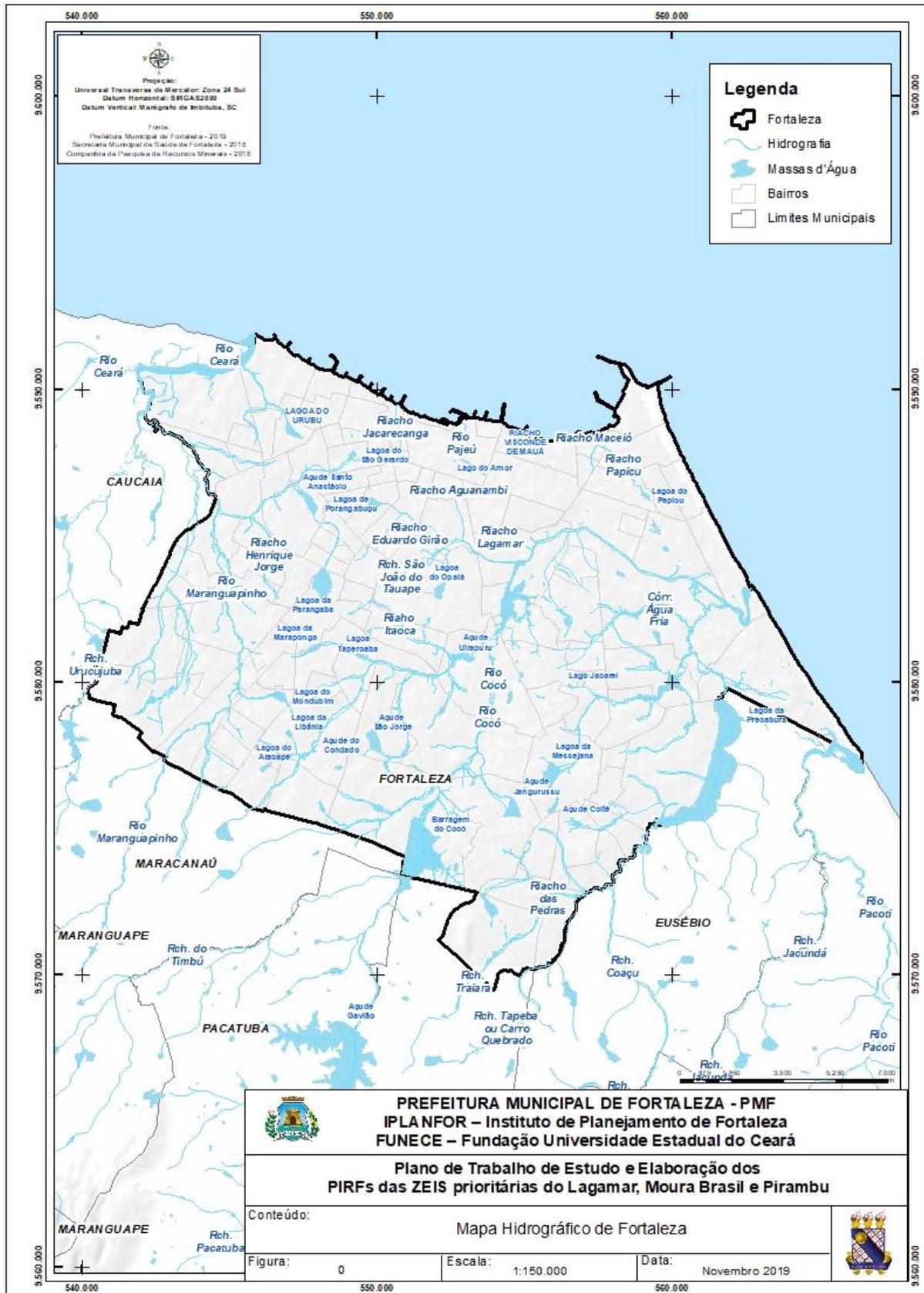
Fonte: Adaptado de Schubert (2019).

A velocidade dos ventos varia entre 2 e 6 m/s durante o ano em Fortaleza. Do ponto de vista do sistema natural, esses ventos são de fundamental importância na dinâmica dos ambientes litorâneos. São responsáveis por transportar sedimentos nas praias, planícies de deflação e dunas, ambientes fortemente instáveis que dificultam a ocupação humana. Porém, com a completa impermeabilização dos ambientes sedimentares, o transporte eólico é interrompido, o que influencia na degradação ambiental do litoral. O ambiente construído passa a sofrer com o transporte de sedimentos da faixa de praia, que invadem sazonalmente ruas e residências em Fortaleza.

3.2.2 Os recursos hídricos superficiais

Os recursos hídricos superficiais do município de Fortaleza são representados por rios, riachos, lagoas e estuários. Os três principais rios com estuários são: o rio Pacoti (situado no limite Leste do município); o rio Cocó (percorre a parte central do município até próximo ao estuário, quando muda sua direção para leste); e o rio Ceará (situado no extremo Oeste do município). Uma visão geral dos recursos hídricos superficiais de Fortaleza pode ser representada na Figura 9.

Figura 9 – Mapa dos recursos hídricos de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

As características do embasamento geológico sedimentar associado ao regime de precipitações também contribuíram para a existência de lagoas perenes, como a Lagoa da Maraponga, a Lagoa da Parangaba, a Lagoa de Messejana, a Lagoa do Opaia, a Lagoa do Papicu, dentre outras.

3.3 Solos e vegetação

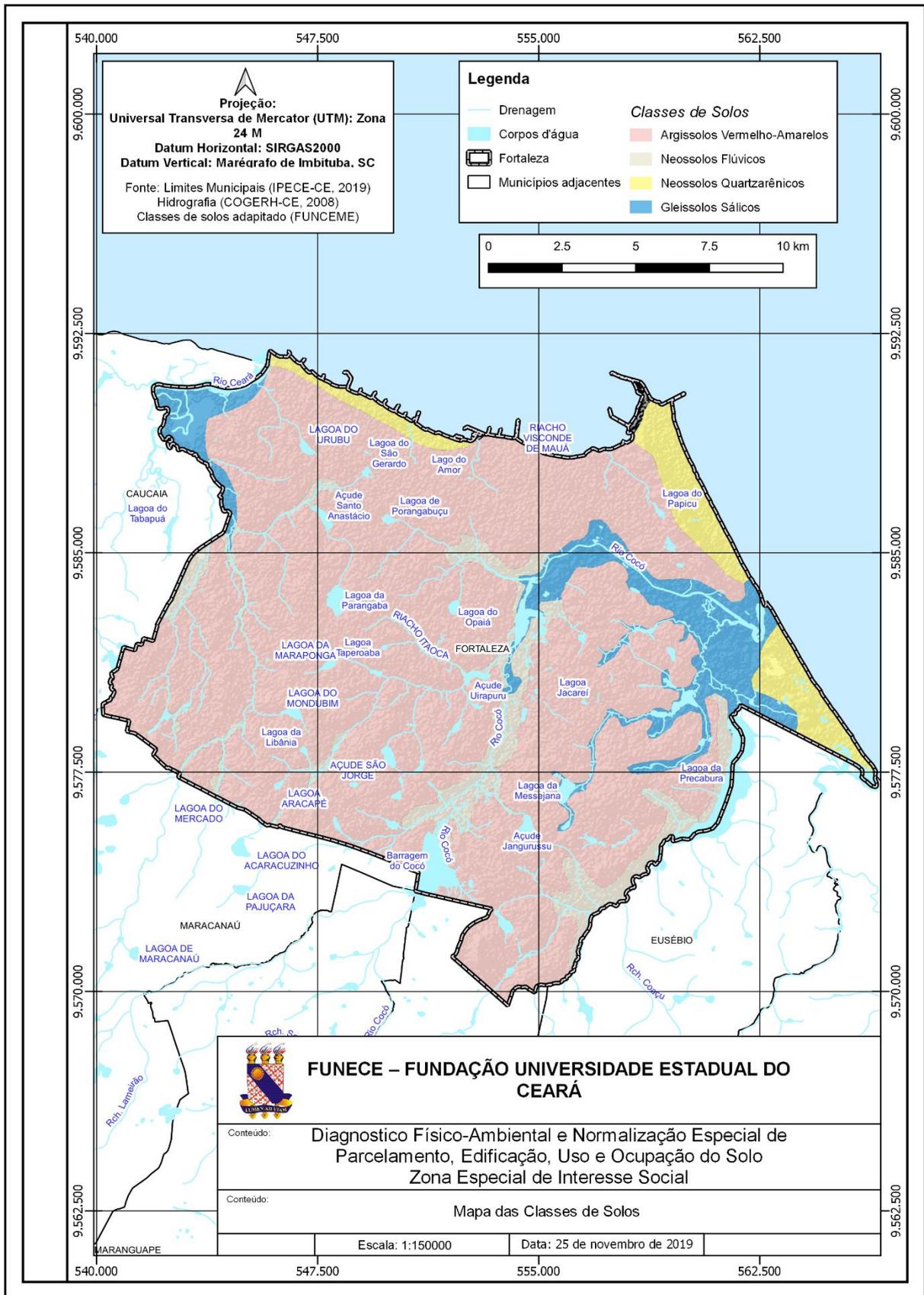
O município de Fortaleza apresenta originalmente quatro classes de solos: o Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, o Neossolo Quartzarênico, o Neossolo Flúvico e o Geissolo. Estes apresentam uma distribuição espacial que pode ser visualizada na Figura 10.

O Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico está ligado às superfícies dos tabuleiros pré-litorâneos argilosos e é o solo com maior expressão espacial, contudo, a maior parte está impermeabilizada pelas estruturas urbanas. O Neossolo Quartzarênico ocorre nas planícies litorâneas e está ligado às fácies arenosas dos tabuleiros, sendo que ainda restam alguns setores onde este tipo de solo está exposto, como dunas fixas e planícies de deflação eólica. O Neossolo Flúvico situa-se nas planícies fluviais e lacustres, sendo sazonalmente inundados nos meses de maior precipitação. Já o Gleissolo situa-se nas planícies fluviomarinhas dos rios Pacoti, Cocó e Ceará, sendo periodicamente inundados por ação fluvial e marinha.

Ao longo do processo de urbanização de Fortaleza, os solos perderam o significado agrícola, sendo exíguas as áreas utilizadas para agricultura. Apenas práticas pontuais, como a produção de hortaliças no bairro da Sabiaguaba, podem ser percebidas, ocorrendo sempre em bairros pouco adensados e periféricos.

Já a cobertura vegetal de Fortaleza também foi quase que totalmente modificada, restando apenas alguns setores com a vegetação original. A manutenção de áreas verdes e a arborização urbana são importantes dispositivos para promover o bem-estar da população e a saúde ambiental. As plantas prestam diversos serviços ambientais, como a purificação do ar e a melhoria do conforto térmico, e colaboram para a biodiversidade.

Figura 10 – Mapa de solos de Fortaleza



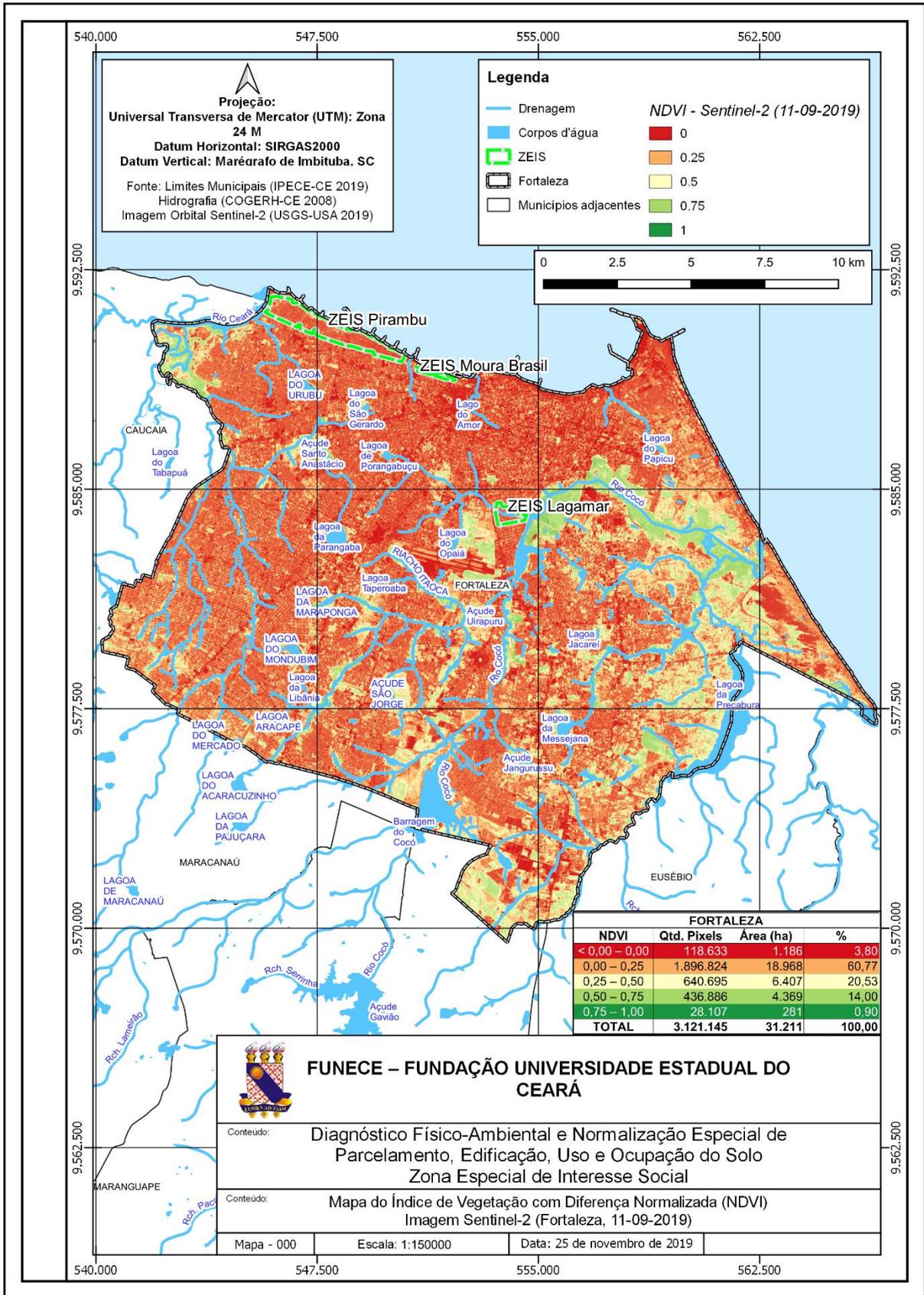
Fonte: Elaboração própria.

Para analisar a cobertura vegetal de Fortaleza, foi utilizada uma técnica baseada na aplicação de um índice, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), que significa, em português, Índice de Vegetação com Diferença Normalizada. A partir de imagens de satélite, usando o NDVI, é possível estimar a área de cobertura vegetal em ambientes rurais ou urbanos. Na Figura 11, é possível visualizar o resultado da aplicação no NDVI para Fortaleza, onde, na legenda do mapa, de 0 a 0,5 (cores: vermelho, laranja e amarelo), podem ser vistos os ambientes com ausência de vegetação; e, de 0,51 a 1 (tons de verde), podem ser vistos os ambientes com alta probabilidade de estarem recobertos por vegetação.

É possível perceber que Fortaleza é uma cidade pouco arborizada, e a vegetação está bastante concentrada no estuário do rio Cocó (vegetação de manguezal). Em menor quantidade, pode ser visualizada a vegetação ripária associada aos cursos d'água que percorrem a área urbana de Fortaleza. Outros setores que merecem ser destacados são: o estuário do rio Ceará no extremo Oeste de Fortaleza e as dunas e o tabuleiro pré-litorâneo no bairro da Sabiaguaba. De modo geral, pode-se afirmar que a vegetação de Fortaleza está concentrada nas unidades de conservação estaduais e municipais, ficando os outros setores da cidade com uma vegetação muito discreta.

Do ponto de vista fitogeográfico, a cidade de Fortaleza era originalmente colonizada pelas seguintes unidades fitogeográficas: caatinga, associada aos setores de exposição do embasamento cristalino; mata de tabuleiro, nas superfícies tabulares associadas ao Grupo Barreiras; mata ciliar, margeando os principais cursos d'água ao longo das planícies fluviais; manguezal, nas planícies fluviomarinhas; e complexo vegetacional litorâneo, ao longo da planície costeira associada a sedimentos arenosos.

Figura11 – Mapa com o resultado da aplicação do NDVI para Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

4 ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS DA ZEIS MOURA BRASIL

4.1 Contexto geoambiental local

A ZEIS Moura Brasil possui uma área de 12,88ha e se localiza em um setor da planície litorânea de Fortaleza situado próximo ao Instituto Médico Legal (IML), numa praia localizada entre os setores centro e oeste do litoral fortalezense. Trata-se de um ambiente dunar. A delimitação da ZEIS Moura Brasil é feita, ao norte, pela avenida Leste-Oeste, com exceção do setor onde se localiza o IML, que está fora da área da ZEIS. Nesse setor imediatamente ao lado do IML, a ZEIS apresenta um estreitamento. Ao sul, a ZEIS é delimitada pela rua Adarias de Lima, que divide a ZEIS da Linha Leste do metrô, ainda em fase de construção (Figura 12). Ao leste, a ZEIS Moura Brasil é delimitada pelo prédio da Escola de Hotelaria e Gastronomia Estação das Artes, e, ao oeste, ela é delimitada pela rua Filomeno Gomes, ao lado do Cemitério São João Batista.

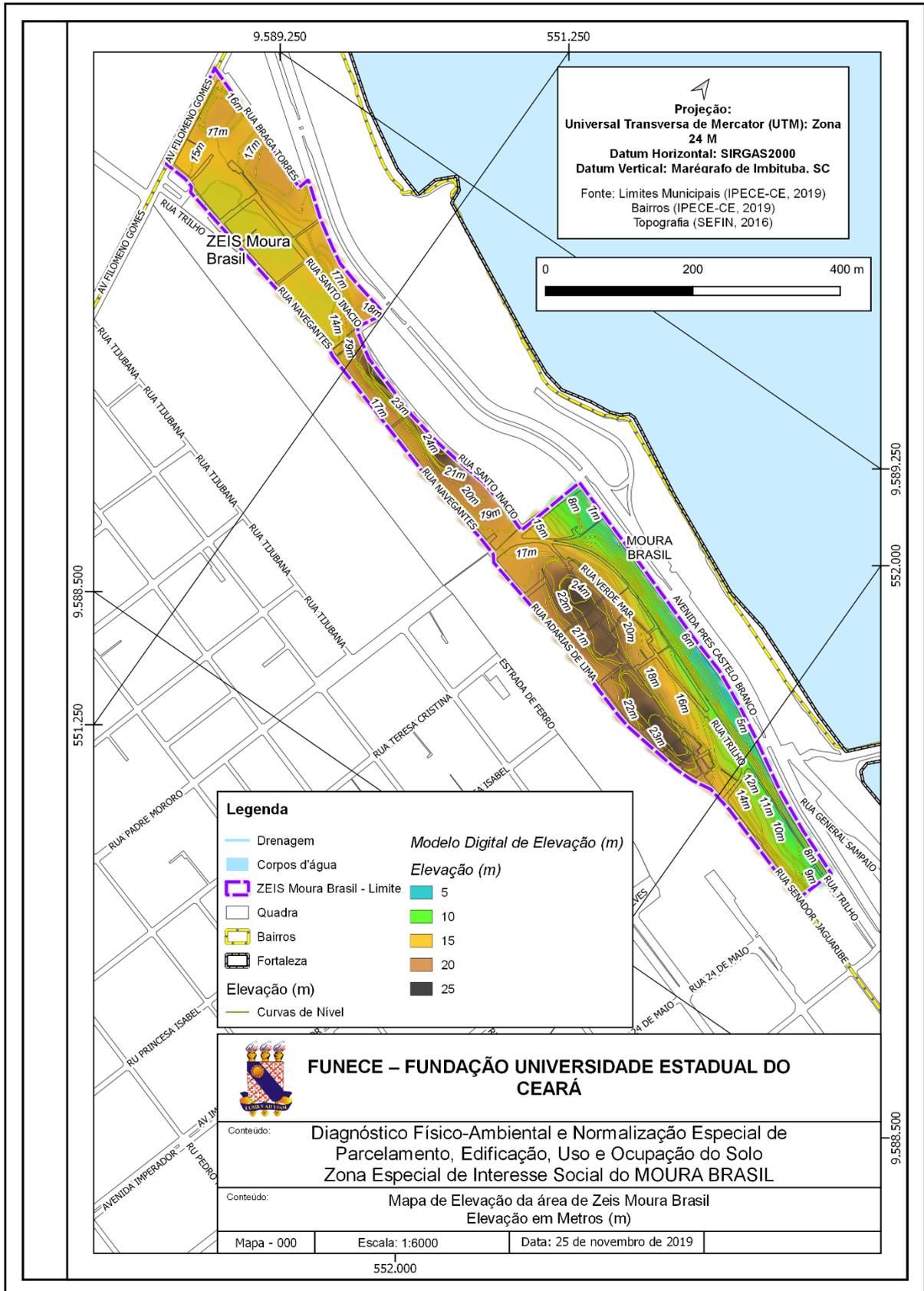
Figura 12 – Situação da ZEIS Moura Brasil em relação à Linha Leste do metrô



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza.

A topografia local apresenta altitudes que variam de 5 a 24m de altitude, com predomínio de cotas superiores a 10 metros (Figura 13). A amplitude topográfica de cerca de 20m se justifica pelo fato de se tratar de um campo de dunas em contato com a pós-praia, situada nas imediações da avenida Leste-Oeste (Figura 14).

Figura 13 – Mapa da Hipsometria da ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Do ponto de vista geológico e geomorfológico, a área é caracterizada como um setor da planície litorânea situado no contato entre um campo de dunas móveis e a pós-praia (superfície de deflação), com predomínio expressivo do campo de dunas. Do ponto de vista sedimentológico, a área possui predomínio de sedimentos arenosos quaternários, típicos de ambientes cuja gênese está associada à ação eólica.

Figura 14 – Visão geral da ZEIS Moura Brasil



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza.

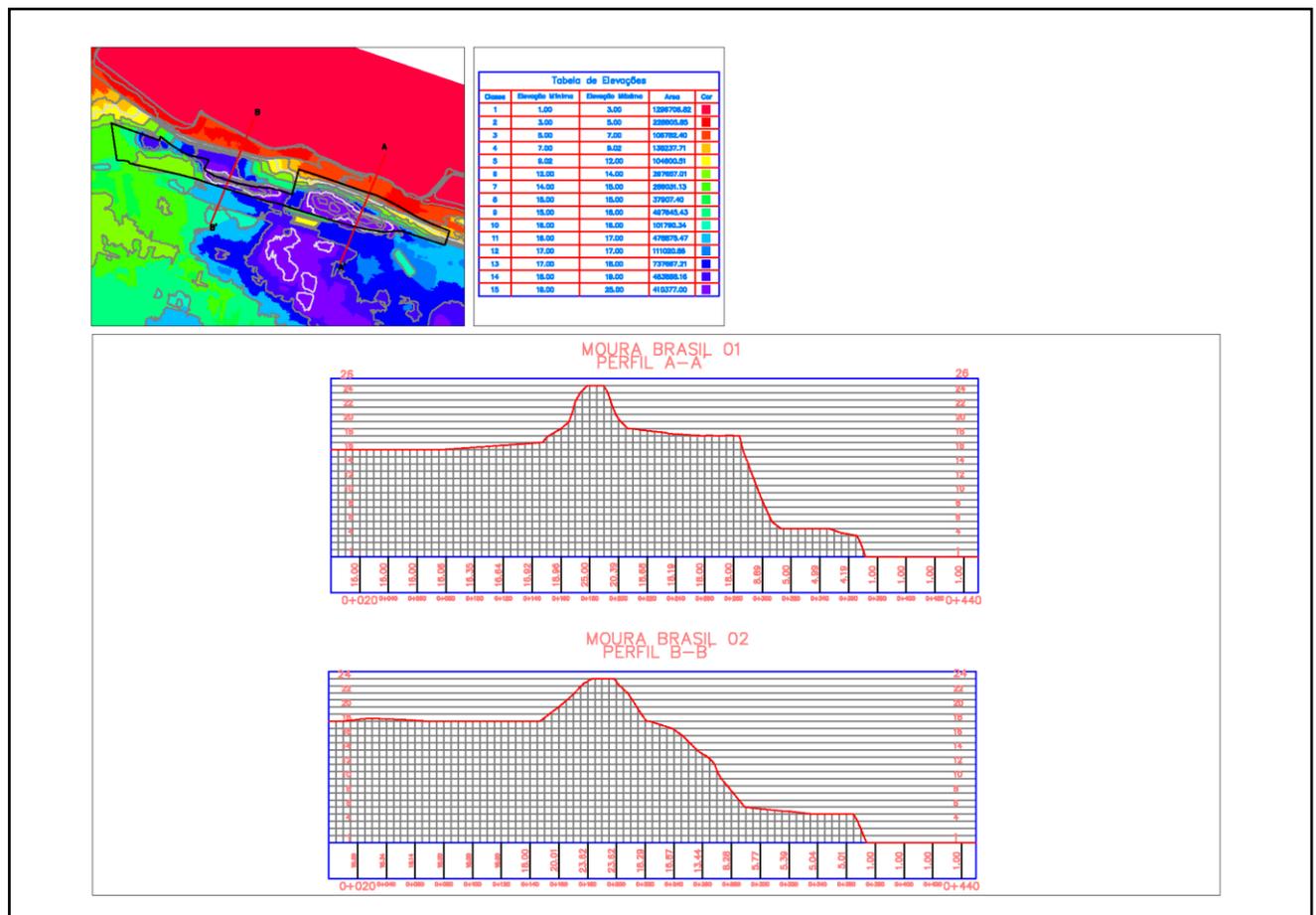
A partir da análise de sondagens elaboradas durante as fases de construção da Linha Leste do metrô, nos arredores do Moura Brasil, pode-se constatar que a área da ZEIS Moura Brasil apresenta predomínio de sedimentos arenosos finos (areia fina e média pouco siltosa a siltosa), com predomínio nos campos de dunas entre as cotas 20 e 7 nos perfis de sondagem analisados. Abaixo da cota 7, começam a predominar fácies mais areno-argilosas, indicando uma transição provável entre os campos de dunas e os sedimentos do Grupo Barreiras. Alguns setores do Moura Brasil apresentam depósitos antropogênicos (aterros) sobrepostos aos campos de dunas que podem atingir a espessura de até dois metros.

Uma característica muito importante da análise granulométrica elaborada pelas sondagens citadas é o fato de os sedimentos arenosos se encontrarem pouco a mediamente compactados, o que pode indicar possíveis situações de instabilidade no terreno.

O campo de dunas da ZEIS Moura Brasil apresenta uma disposição preferencial no sentido SE-NW, tendo em vista o sentido preferencial dos transportes eólicos do litoral cearense apresentar disposição E-W. Apesar de se afirmar que a área corresponde a um campo de dunas, torna-se bastante complexo caracterizar se esse campo de dunas era originalmente composto por dunas móveis e/ou fixas, tendo em vista a descaracterização da paisagem original pela ocupação antrópica.

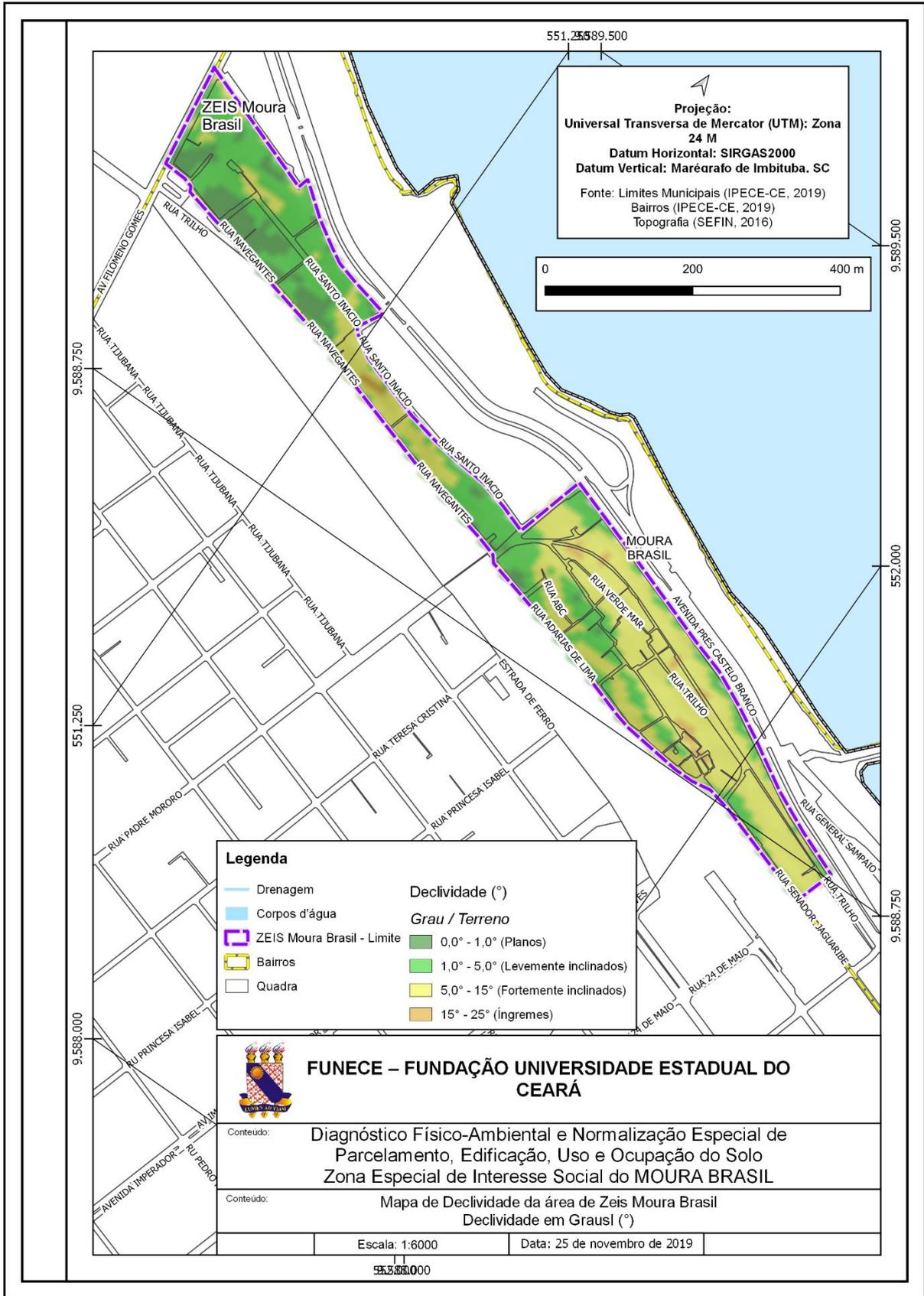
A análise da morfologia do perfil topográfico da ZEIS Moura Brasil, assim como a sua declividade, são fundamentais para se identificar possíveis áreas de risco associadas com movimentos gravitacionais de massa. Apesar de a ocupação antrópica ter descaracterizado a paisagem original, a topografia dunar ainda é perfeitamente perceptível (Figura 15), porém com a dinâmica sedimentar natural comprometida pela fixação da duna associada à ocupação antrópica. Em termos de declividade, na área ocorrem setores que variam de relevo plano a suave ondulado, podendo apresentar declives maiores que 10°, no contato entre a duna e a pós-praia, onde se localiza a avenida Leste-Oeste (Figura 16).

Figura 15 – Perfil topográfico da ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Figura 16 – Mapa de Declividade da ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Como citado anteriormente, o município de Fortaleza apresenta totais pluviométricos anuais médios que giram em torno de 1.300mm (IPECE, 2017). O principal problema das chuvas locais reside na sua concentração temporal, tendo em vista que a maior parte das chuvas se concentra em um período de cerca de três a quatro meses por ano. Aliada a essa concentração temporal em meses, é importante destacar que são comuns eventos de chuvas extremas acima de 150mm em um único evento pluviométrico.

Os eventos chuvosos extremos em Fortaleza possuem um recente histórico de registros, desde os meados da década de 1970, que apontam que a maior chuva já registrada, em termos de milímetro, foi em 29 janeiro de 2004, com 250,0mm, seguidos pelos registros de 27 de março de 2012, com 197,5mm, e 20 de março de 1988, com 189,0 mm (FORTALEZA..., 2012). Esses dados, coletados em diversos postos pluviométricos da capital cearense, podem ser observados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Ranking dos eventos chuvosos extremos registrados no município de Fortaleza entre os anos 1977 e 2012

<i>Ranking</i>	<i>Dia</i>	<i>(mm)</i>
1°	29/01/2004	250.0
2°	27/03/2012	197.5
3°	20/03/1988	189.0
4°	29/01/2004	180.6
5°	07/03/2004	173.8
6°	29/01/2004	170.3
7°	02/06/1977	168.0
8°	07/03/2004	162.5
9°	24/04/1997	162.0
10°	21/03/1981	161.6

Fonte: Adaptado de Fortaleza... (2012).

A característica dos eventos chuvosos em Fortaleza pode justificar a presença de canais efêmeros na área da ZEIS Moura Brasil associados à topografia local e à impermeabilização do solo pela urbanização. Tal comportamento está diretamente associado ao momento da chuva, não se configurando como um curso d'água natural, tendo em vista que esse não é o comportamento natural de ambientes dunares. Esses eventos chuvosos mencionados podem desencadear movimentos gravitacionais de massa, sobretudo associados ao deslocamento de depósitos antropogênicos (aterro). No entanto, a partir de depoimentos da própria comunidade, não existem registros de eventos morfodinâmicos de maior gravidade e elevada capacidade energética.

Tendo em vista a impermeabilização das dunas a partir da ocupação antrópica, a dinâmica do ciclo hidrológico foi completamente descaracterizada, com diminuição da infiltração, que antes alimentava os aquíferos dunares, para um contexto de intensificação do escoamento superficial.

Do ponto de vista pedológico, originalmente, a área da ZEIS Moura Brasil era ocupada por solos arenosos típicos de ambientes dunares costeiros, com destaque para os Neossolos Quartzarênicos. Trata-se de solos bem drenados, tendo em vista a elevada porosidade, com baixo potencial de nutrientes, dando a esses uma característica de solos distróficos. Atualmente esses solos encontram-se completamente descaracterizados pela ação antrópica, tendo em vista se tratar de uma área urbana consolidada.

Associado aos solos anteriormente mencionados, o ecossistema natural original provavelmente era colonizado por uma vegetação típica de ambientes costeiros que pode ser classificada como complexo vegetacional litorâneo (SOUZA, 2000), genericamente designada como restinga. Figueiredo (1997), que pesquisou as unidades fitoecológicas cearenses, classificou a vegetação da planície litorânea em campo praiano, arbustal praiano, vegetação de dunas semifixas e móveis e, por fim, vegetação de dunas fixas.

A presença ou a ausência de vegetação nas paisagens originais desses campos de dunas é uma informação muito complexa de se precisar, tendo em vista a intensa ocupação antrópica, o que torna também complicado – como dito anteriormente – classificar essas dunas originalmente como móveis ou fixas. No entanto, analisando o comportamento de outros campos de dunas em Fortaleza e na região metropolitana, pode-se inferir que, na ZEIS Moura Brasil, predominavam dunas móveis, com possíveis ocorrências de coberturas vegetacionais isoladas.

4.2 Cartografia social

Na oficina de cartografia social realizada na ZEIS Moura Brasil, integrantes do Conselho Gestor e demais moradores contribuíram com a caracterização da área por meio da descrição dos principais problemas ambientais que os afligem. Os participantes puderam identificar e apontar nos mapas os pontos críticos onde esses problemas ocorrem.

A seguir, estão descritas as principais informações fornecidas pelos participantes – a partir de suas percepções – acerca desses problemas ambientais na comunidade, referentes a:

- a) abastecimento de água;
- b) gerenciamento de resíduos sólidos;

- c) coleta e tratamento de esgoto;
- d) drenagem de águas pluviais;
- e) infraestrutura;
- f) saúde ambiental.

No que se refere ao tema abastecimento de água, a comunidade informou que grande parte da ZEIS Moura Brasil possui acesso à água da CAGECE. No entanto, existem algumas dificuldades em relação ao acesso durante o dia (manhã e tarde), que, segundo os moradores, devem-se à altitude do bairro, que não facilita “que a pressão de água seja suficiente para chegar até as casas”.

Outro problema que contribui para a falta d’água, na percepção dos moradores, é a obra do metrô (Linha Leste), que está afetando as casas próximas à obra.

Na rua Saudade, existe um chafariz que é utilizado para a captação de água pelos moradores mais afetados pelo problema de falta d’água durante o dia. O transporte da água do chafariz até suas residências é feito por meio de baldes. Não foram feitas queixas sobre a qualidade da água desse chafariz.

De acordo com os relatos, no território da ZEIS, existe grande número de poços profundos. A maior parte deles está concentrada próxima à avenida Leste-Oeste, na rua Interna. Eles também ajudam a suprir o consumo d’água da comunidade. Os moradores não souberam informar a quantidade e o tipo de poços na comunidade.

Sobre a coleta dos resíduos sólidos, os moradores informaram que ela ocorre diariamente, porém existem vias que são inacessíveis, mesmo com a coleta sendo feita em um carro menor que os convencionais. Segundo relatos, existem dois moradores que foram contratados pela Prefeitura para realizar a coleta de lixo, principalmente em áreas de difícil acesso de veículos.

A comunidade conta com dois contêineres para o recebimento dos resíduos, principalmente daqueles moradores que habitam as vias mais estreitas. Mesmo assim, alguns locais servem como depósito de resíduos sólidos, com destaque para pontos nas proximidades da avenida Leste-Oeste, como na rua do Trilho. Durante a quadra chuvosa, esses resíduos entulhados são transportados para a avenida pela força das águas.

Todas as ruas têm saneamento básico; no entanto algumas casas não estão ligadas à rede de esgoto. Alguns trechos, como na rua Saudade, o esgoto passa “bem próximo e até por baixo de algumas casas”. A rua Senador Jaguaribe também apresenta esgoto sem coleta e tratamento adequado.

Os moradores informam ainda que pagam, por taxa de esgoto, um valor equivalente à conta de água e que, em algumas vias, essa cobrança é inexistente.

Quando questionados acerca da existência de pontos de alagamentos, os participantes da oficina informaram que a rua Senador Jaguaribe possui um ponto crítico, com alagamento permanente. Já quanto à ocorrência de alagamentos nos períodos de chuva, os pontos críticos são rua Saudade, rua do Trilho e um cruzamento da travessa João Felipe com a rua Interna. Trechos maiores ocorrem na rua Santo Inácio, e no cruzamento da rua Adarias Lima com travessa Saudade.

Nos momentos de fortes chuvas, a água escoar de forma violenta pelas ruas, principalmente nas mais íngremes, como a rua Padre Mororó e outras a ela paralelas, que escoam no sentido da avenida Leste-Oeste.

No que se refere a infraestruturas físicas na ZEIS Moura Brasil, foram diversos os relatos de casos de rachaduras nas residências da rua Adarias de Lima, relacionadas às obras da Linha Leste do metrô. A obra também vem afetando a mobilidade nos arredores, tendo em vista o estreitamento sofrido nessa rua, paralela à obra. Em um trecho da rua Santo Inácio, também há ocorrência de rachaduras em casas e estabelecimentos comerciais. Além disso, existem casas com piso afundando devido à invasão de água em períodos mais fortes de chuva.

Os moradores se queixaram da falta de áreas de lazer na ZEIS. Há apenas pequenos espaços abertos que são utilizados pelos moradores para entretenimento, como a praça do Muriçoca, inaugurada há cerca de 4 anos.

Sobre deslizamentos, os moradores relatam que ocorreu um deslizamento de terra na rua do Trilho com direção à avenida Leste-Oeste. Além da declividade, o local é ponto de acúmulo de resíduos sólidos.

Por fim, os participantes da oficina se manifestaram acerca da arborização urbana. Na percepção deles, a ZEIS não é bem arborizada; possui apenas árvores de forma dispersa. Acreditam que um plano de arborização e requalificação da ZEIS iria melhorar o conforto térmico e a imagem da comunidade.

Quando questionados sobre poluição sonora, a queixa é sobre a falta de respeito dos moradores no que se refere a músicas em altos níveis de decibéis e em horários não permitidos por lei. Segundo eles, as denúncias são ineficazes.

Todas as informações especializadas, que resultaram das oficinas participativas, podem ser consultadas no Apêndice A.

5 SANEAMENTO AMBIENTAL E LIMITAÇÕES DE USO PARA A ZEIS MOURA BRASIL

5.1 Saneamento ambiental

Saneamento ambiental é um termo forjado com o objetivo de reunir a compreensão das condições de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana, gerenciamento de resíduos sólidos e demais características ambientais que possam modificar a qualidade da saúde ambiental, como o controle de vetores e de reservatórios de doenças e o disciplinamento de uso e ocupação do solo (KRONEMBERGER *et al.*, 2011).

O Brasil, de modo geral, “apresenta grave deficiência na prestação de serviços de saneamento ambiental nas zonas urbanas e rurais” (GUERRA, 2001, p. 27), com destaque para a coleta de esgoto sanitário; em 2008, apenas 55% dos municípios brasileiros apresentavam esse serviço. Nos espaços urbanos, a deficiência dos serviços de saneamento se acentua em assentamentos precários, como é o caso das ZEIS, seja em função da ausência da oferta do serviço, seja pela não adesão da comunidade.

A cidade de Fortaleza, apesar dos significativos avanços na área do saneamento nas últimas décadas, ainda apresenta muitas deficiências e uma distribuição dos serviços espacialmente desigual, como mostrado na pesquisa de Bento (2011), que estudou as disparidades na infraestrutura de saneamento básico no município de Fortaleza. Os problemas socioambientais referentes à precariedade nos serviços de saneamento são mais evidentes nos bairros periféricos, em assentamentos precários e/ou áreas de risco.

A ZEIS Moura Brasil, por ser relativamente pequena, não apresenta muitos problemas relacionados ao saneamento. Nas conversas com moradores e nos trabalhos de campo desenvolvidos, foi possível perceber que os problemas são pontuais e se referem a questões como o abastecimento de água ineficiente ou a estrutura de coleta de esgoto mal dimensionada.

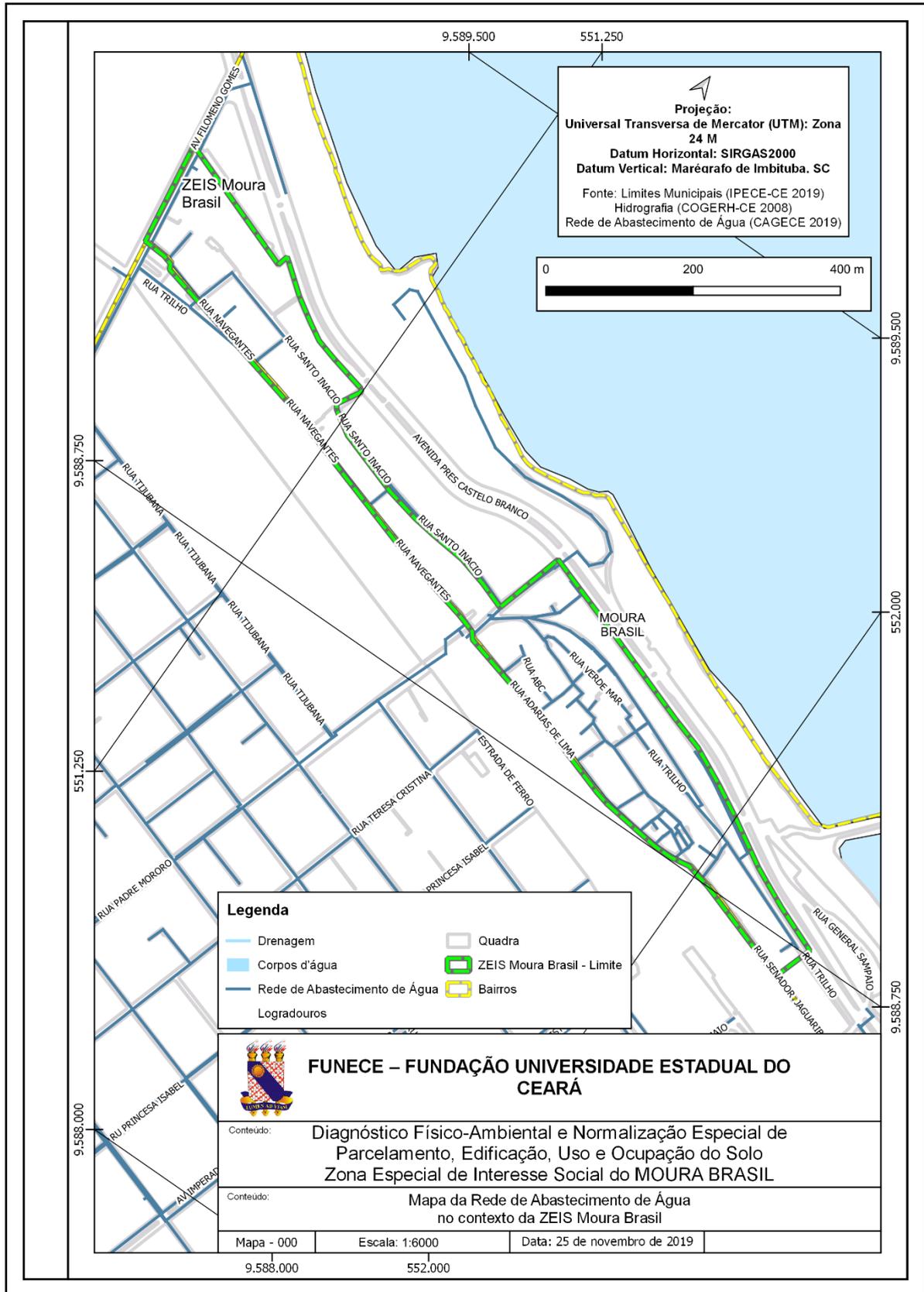
Contudo, existem desafios para a melhoria do saneamento ambiental nessa ZEIS. Nos próximos tópicos, serão relatados os principais resultados dos trabalhos de campo, da oficina com os moradores e dos levantamentos bibliográficos pré-existentes sobre a situação atual do saneamento na ZEIS Moura Brasil. Destaca-se que uma das fontes de informação que subsidiou a compreensão do saneamento foram as notícias de jornal que abordaram os problemas relacionados a esgotamento sanitário, alagamentos e doenças de veiculação hídrica.

5.1.1 Abastecimento de água e uso de água subterrânea

A ZEIS Moura Brasil conta com abastecimento de água pela CAGECE, conforme pode ser visualizado na Figura 17. Contudo, na oficina, foi relatado pelos participantes que, nos setores mais altos da ZEIS, a água chega com dificuldade, devido à pressão insuficiente na tubulação. Também foi apontada a existência de poços para a captação de água subterrânea, concentrados nas proximidades da avenida Leste-Oeste. Os sedimentos arenosos de dunas, onde está assentada a maior parte da ZEIS Moura Brasil, tem grande capacidade de acumulação de água, desde que existam áreas livres para a infiltração da água da chuva. Imagina-se que esses poços deveriam ser mais utilizados no passado, quando o abastecimento de água pela rede geral era mais restrito.

Os participantes da oficina também relataram que alguns moradores usam baldes para ter acesso à água por meio de fontes externas às suas residências. É possível que isso decorra da não adesão ou do não pagamento à CAGECE pela prestação do serviço. Um caso assim é relatado na reportagem da *Tribuna do Ceará* (VIOLÊNCIAS..., 2017), do dia 18 de outubro de 2017: uma moradora estava com a água cortada e uma dívida de R\$3.000,00 com a CAGECE.

Figura 17 – Rede geral de abastecimento de água na ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Por se tratar de um assentamento precário, altamente adensado e com renda média mensal dos moradores baixa, é previsível que haja dificuldade para o cumprimento dos compromissos financeiros básicos mensais por parte das famílias. Esse fato também pode explicar o uso da água do chafariz localizado na rua Saudade; parte dos moradores faz uso dessa fonte devido à necessidade. Não foram feitas queixas sobre a qualidade da água desse chafariz. Também foi relatado por moradores que as casas próximas à obra do metrô apresentam problemas no abastecimento de água pela CAGECE.

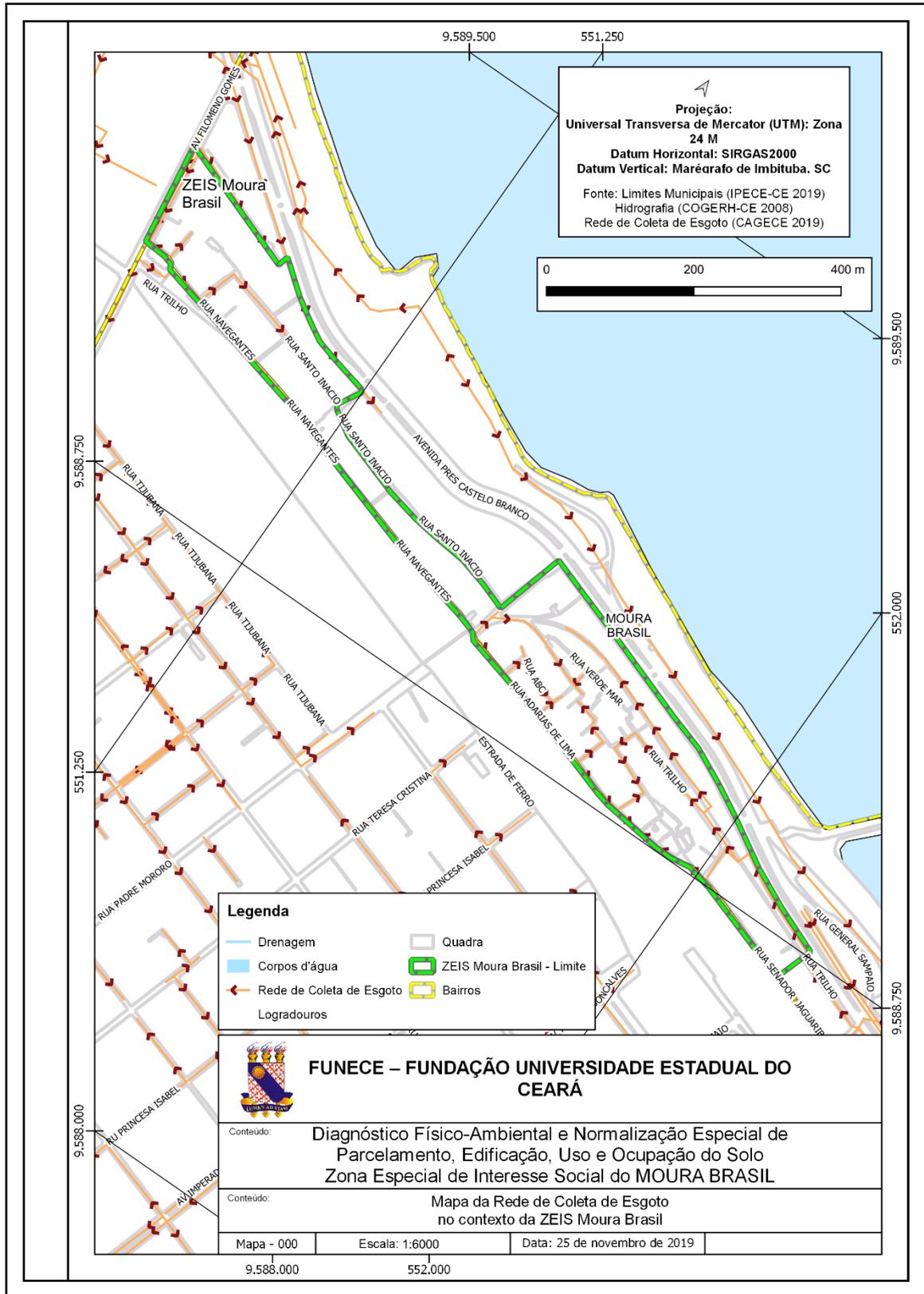
5.1.2 Esgotamento sanitário e drenagem urbana

A coleta do esgoto na ZEIS Moura Brasil é ofertada na maior parte do território, exceto em alguns setores, como pode ser verificado na Figura 18 e detalhado na Figura 19. O trecho situado entre a rua Adarias de Lima, a travessa da Saudade e a rua Saudade não apresenta rede coletora de esgoto.

Na oficina participativa, foi relatada a existência de esgoto a céu aberto na rua Saudade e na rua Senador Jaguaribe, continuação da rua Adarias de Lima. Ele passa bem próximo das casas ou até por baixo delas, com um odor extremamente forte que incomoda os moradores que ali residem.

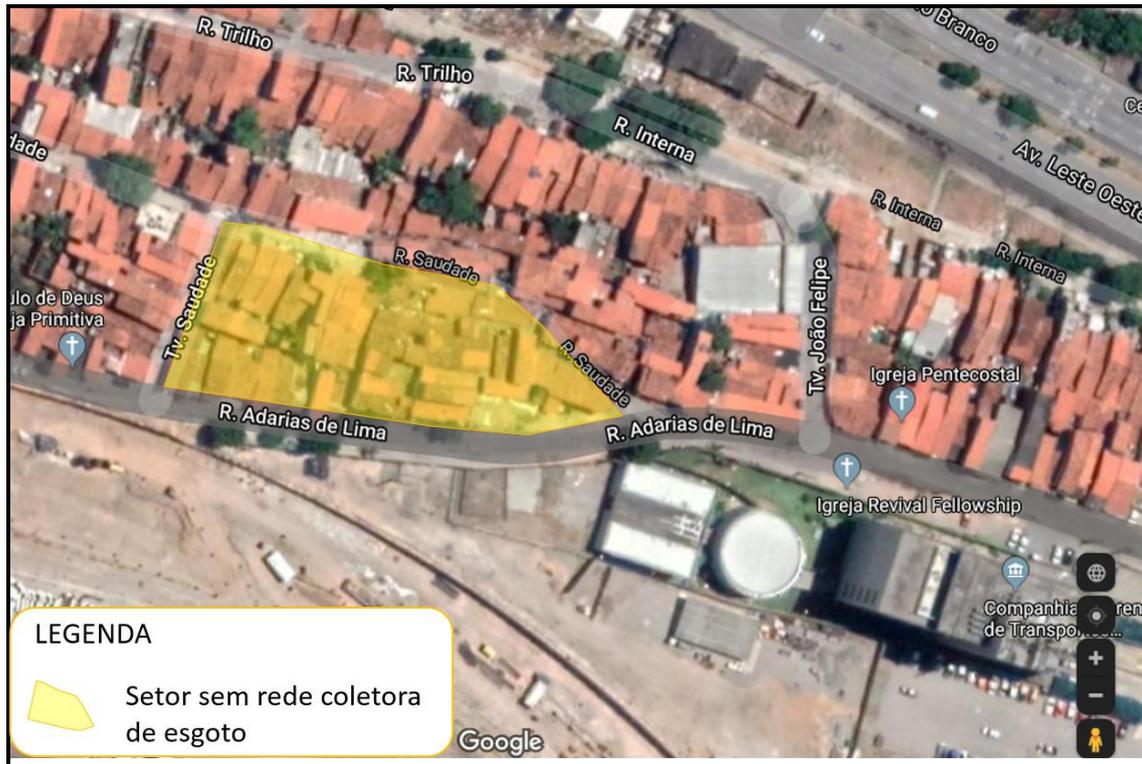
Mesmo onde a coleta de esgoto é ofertada, existem muitos problemas a ela associados: o dimensionamento inadequado da rede de coleta – que provoca o extravasamento do efluente para as ruas, especialmente nos períodos de chuvas – e o lançamento direto de esgoto nas ruas por parte de moradores que não fizeram a ligação (muitas vezes, até pela condição financeira); isso pode ser evidenciado especialmente nos setores que ficam próximos à encosta voltada para o oceano Atlântico.

Figura 18 – Rede geral de coleta de esgoto na ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Figura 19 – Setor que não apresenta rede de coleta de esgoto na ZEIS Moura Brasil

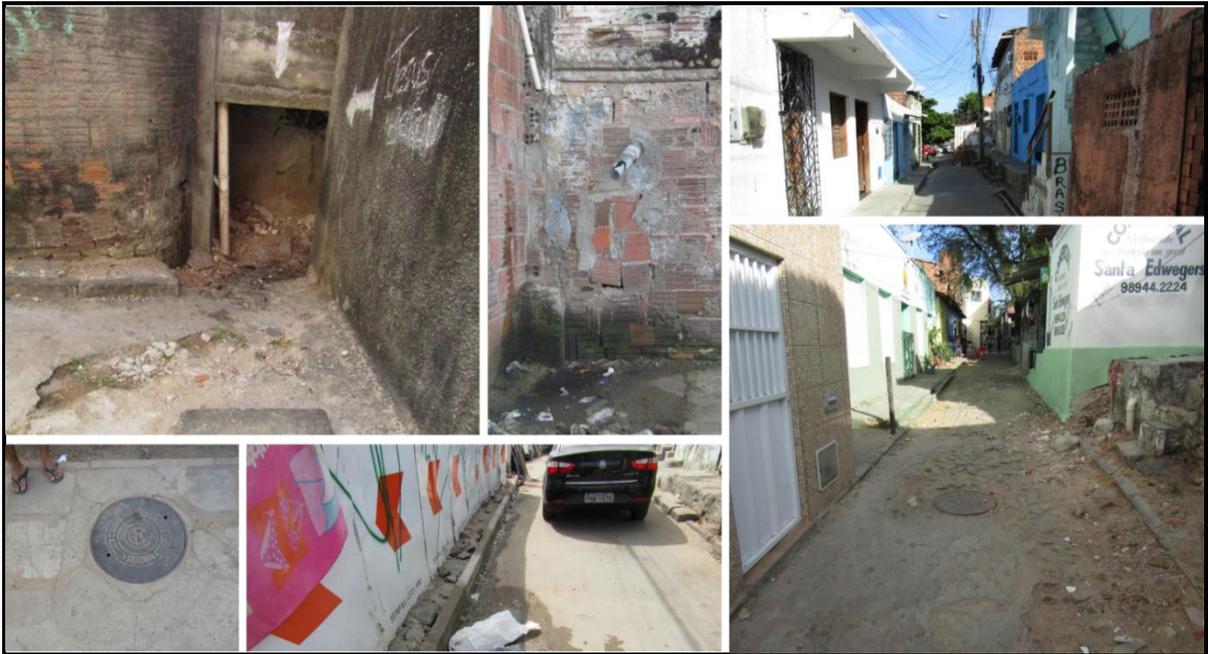


Fonte: Elaboração própria a partir de imagens do Google Maps.

A drenagem urbana existe no território da ZEIS Moura Brasil, como pode ser visto nas imagens da Figura 20, obtidas durante os trabalhos de campo. Entretanto, alguns problemas relacionados a alagamentos foram relatados durante a oficina. Nesse sentido, a rua Senador Jaguaribe possui grande problemática, tendo alagamentos permanentes nessa região. Também foi citada a ocorrência de alagamentos no período de chuvas em trechos das ruas da Saudade e do Trilho e em um cruzamento da travessa João Felipe com a rua Interna. Outros pontos de alagamento indicados pela população foram um trecho da rua Santo Inácio e o cruzamento da rua Adarias Lima com a travessa da Saudade.

Também durante a oficina de cartografia social, os participantes comentaram que, no período de chuvas mais intensas, a água escoava de forma violenta pelas ruas que possuem maior declividade, no sentido da avenida Leste-Oeste. Ela carrega grandes quantidades de resíduos sólidos, dispostos de forma inadequada em ruas, calçadas e terrenos, juntando-se ainda à água do esgoto, que, muitas vezes, transborda nas redes coletoras ou é lançada diretamente na rua por alguns moradores.

Figura 20 – Aspectos gerais relacionados à coleta de esgoto na ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

5.1.3 Gerenciamento de resíduos sólidos

Na ZEIS Moura Brasil, é comum a existência de resíduos sólidos domiciliares, de construção e de demolição dispostos em ruas, calçadas e principalmente na encosta voltada para o oceano Atlântico (Figura 21). Esse problema foi evidenciado tanto na oficina com a comunidade quanto nos trabalhos de campo.

Existe uma forte inter-relação entre a drenagem urbana, o lixo disposto de forma inadequada nas ruas e os alagamentos que sazonalmente ocorrem em locais específicos da ZEIS Moura Brasil. Comumente, a drenagem urbana é insuficiente para escoar as águas pluviais, e essa condição se agrava com o entupimento das galerias pluviais (bocas de lobo) com o lixo que é arrastado das ruas durante as chuvas mais volumosas.

Segundo os moradores, a coleta de lixo ocorre com frequência. Porém, existem trechos do território que são inacessíveis para a entrada de veículos, o que dificulta a coleta e ocasiona a concentração de lixo em ruas e calçadas. Segundo relatos, existiam dois moradores contratados pela Prefeitura, no programa Gari Comunitário, para realizar a coleta de lixo, principalmente em áreas de difícil acesso de veículos; porém esse programa foi extinto na comunidade. Também existe um carro menor do que os convencionais com a função de percorrer ruas mais estreitas. A comunidade também possui dois contêineres para o recebimento de resíduos sólidos. O problema do acesso é muito comum em assentamentos precários, pois

muitas ruas são estreitas e inacessíveis a veículos maiores, o que representa um desafio a mais no gerenciamento dos resíduos sólidos.

Figura 21 – Resíduos sólidos dispostos de forma inadequada na ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Na rua do Trilho, existe um ponto de acúmulo de resíduos sólidos que já estava há três anos sem nenhuma retirada por parte da Prefeitura. No entanto, durante os trabalhos de campo, encontramos funcionários da Empresa Marquise fazendo a limpeza por reivindicação da própria comunidade. O lixo acumulado torna o ambiente insalubre, promovendo a circulação de vetores de doenças, o mau cheiro e os problemas relacionados à contaminação do lençol freático.

5.1.4 Saúde ambiental e vetores de transmissão de doenças

Em termos de problemas de saúde relacionados ao ambiente, não foi possível observar evidências que mereçam ser discutidas ou aprofundadas. Na oficina com a comunidade, nos trabalhos de campo, nas consultas à bibliografia ou nas notícias veiculadas em jornais sobre a ZEIS Moura Brasil, a questão da saúde ambiental não é tratada como um assunto dos mais importantes, de modo que os únicos aspectos que podem ser apresentados como pontos fracos são a poluição sonora e a infestação da comunidade por ratos.

Com relação à poluição sonora, o caso foi relatado por moradores durante a oficina, para os quais se trata de um problema inerente à falta de consciência de alguns moradores que costumam ouvir som alto em suas residências e incomodam, portanto, os vizinhos. A poluição sonora pode gerar problemas relacionados à saúde humana, como perda auditiva, irritação, insônia, tremores etc. O município de Fortaleza conta com legislação específica sobre poluição sonora e com o recebimento de denúncias e fiscalização. Porém, os moradores se mostraram desacreditados na resolução do problema.

No caso dos ratos, a solução mais viável provém da limpeza da comunidade. O acúmulo de lixo colabora para o desenvolvimento de pragas urbanas, entre elas, a proliferação de ratos, que, em certa medida, podem ser transmissores de doenças como a leptospirose.

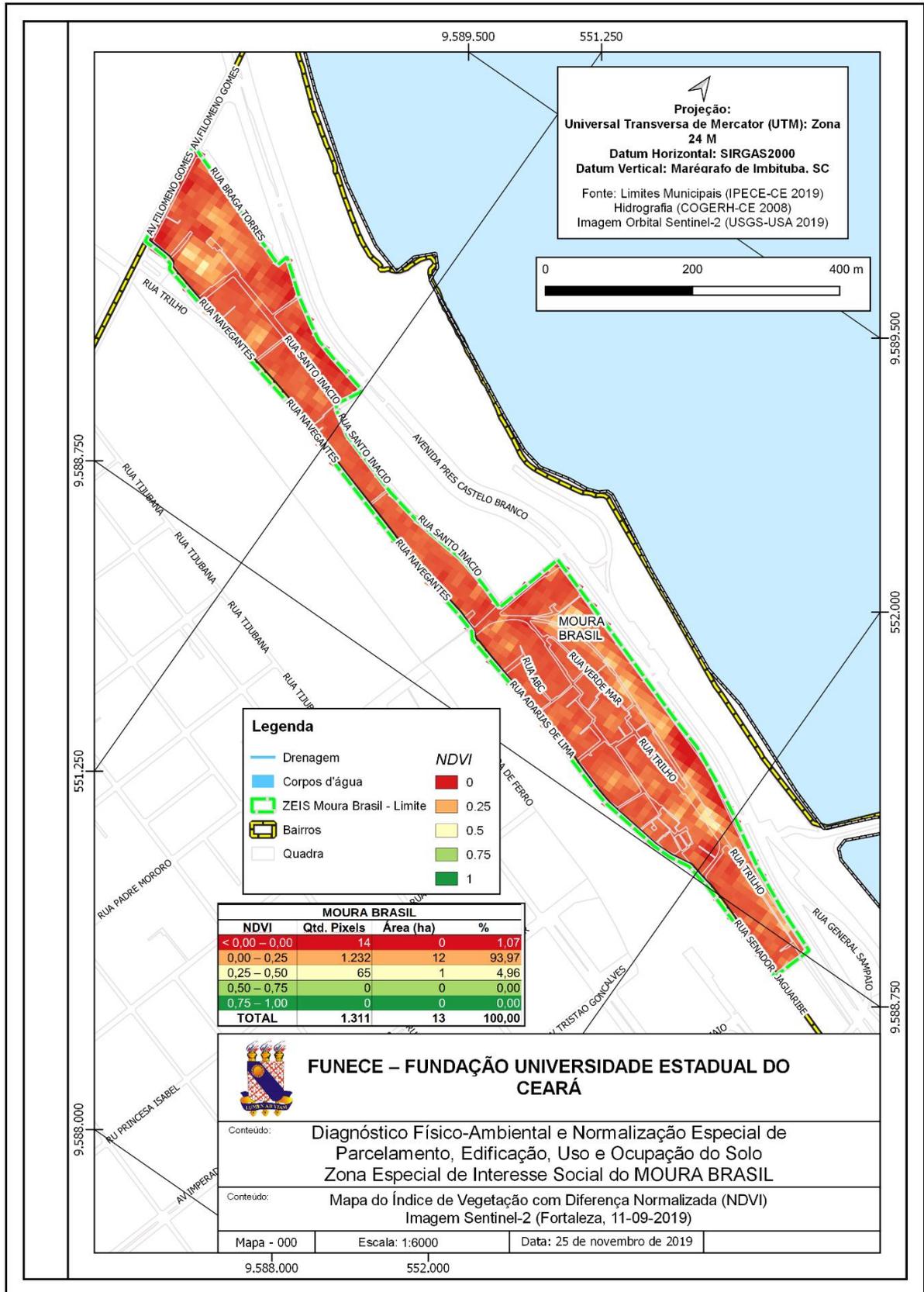
5.1.5 Índice de cobertura vegetal

Um dos parâmetros mais discutidos em termos de desenvolvimentos sustentável de cidades no mundo todo é a cobertura vegetal. A vegetação melhora a qualidade do ar, promove um melhor conforto térmico, especialmente nas cidades tropicais, melhora a interceptação e a infiltração de águas das chuvas e serve de abrigo para aves.

Para a análise da cobertura vegetal existente na ZEIS Moura Brasil, foi aplicado o NDVI (Índice de Vegetação com Diferença Normalizada). Os resultados para a ZEIS Moura Brasil mostram que a cobertura da terra apresenta pouca cobertura vegetal (Figura 22). Na Tabela 2, quanto mais próximo ao número 1, maior é a possibilidade de existir vegetação ao nível do solo. Quanto mais perto do zero, maior é a possibilidade de não existir vegetação ao nível do solo. De modo geral, em vias de uma interpretação, pode-se afirmar que, de 0 a 0,50, o NDVI indica a ausência de vegetação ao nível do solo.

Assim, para a ZEIS Moura Brasil, não foi verificado nenhum hectare com possibilidade de ter vegetação ao nível do solo. Cabe ressaltar que essa é uma verificação genérica e que admite um nível baixo de erro em função da resolução da imagem de satélite utilizada. Corroborando os achados na análise por sensoriamento remoto, os próprios moradores relataram a inexistência de áreas verdes e que a vegetação só existe de forma espaçada.

Figura 22 – Mapa das classes do NDVI e sua distribuição na área da ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Classes do NDVI e sua distribuição na área da ZEIS Moura Brasil

MOURA BRASIL			
NDVI	Qtd. Pixels	Área (ha)	%
< 0,00 – 0,00	14	0	1,07
0,00 – 0,25	1.232	12	93,97
0,25 – 0,50	65	1	4,96
0,50 – 0,75	0	0	0,00
0,75 – 1,00	0	0	0,00
TOTAL	1.311	13	100,00

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Limitações de uso

5.2.1 Áreas de preservação permanente

Os principais exemplos de limitações legais de uso na ZEIS Moura Brasil são referentes às Áreas de Preservação Permanentes (APP), que são regulamentadas pelo Código Florestal (Lei Nº 12.651/2012) e pela Resolução CONAMA Nº 303/2002. Para efeito de definição, de acordo com a Lei nº 12.651/2012, as APPs são compreendidas como

áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Tais áreas apresentam restrições quanto ao uso, que, por sua vez, só pode ser permitido em casos específicos de utilidade pública, interesse social e baixo impacto ambiental devidamente caracterizado e analisado pelo órgão ambiental competente, cuja função, no caso de Fortaleza, pode ser exercida pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) ou pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA).

Na área da ZEIS Moura Brasil, pode-se destacar que a categoria de APP existente são os campos de dunas. A consideração de dunas como APP trata-se de uma discussão bastante complexa no âmbito jurídico nacional. Inicialmente, o Código Florestal, em sua edição de 1965 (Lei nº 4.771/65), já consideravam como de preservação permanente as restingas fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues. Naquela oportunidade, chegou-se à interpretação de que somente as dunas fixas seriam consideradas de preservação permanente, pois são as únicas com

vegetação. Essa interpretação continuou na atualização do Código Florestal de 2012 (Lei nº 12.651/2012), que manteve a preservação das restingas como fixadoras de dunas.

As dunas móveis passaram a ser consideradas áreas de preservação permanentes com a publicação da Resolução CONAMA nº 303/2002, que passou a considerar “duna” como APP, tendo apresentado, no escopo da resolução, a definição de duna. De acordo com a referida resolução, duna é definida como “unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação”.

Apesar de a publicação do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) ter sido realizada 10 anos após a Resolução CONAMA Nº 303/2002, não existe um consenso jurídico referente à revogação da referida resolução. O fato principal é que o Código Florestal atual não faz nenhuma menção à delimitação de APP em dunas móveis. Na verdade, esta norma nem sequer define ou menciona dunas móveis. No entanto, respeitando-se o princípio da precaução, considera-se a interpretação da consideração de dunas móveis como APP.

Apesar das considerações jurídicas anteriormente apresentadas, é muito complicado afirmar precisamente se as dunas referentes à ZEIS Moura Brasil eram classificadas como móveis ou fixas, tendo em vista a intensa e antiga ocupação. Como dito anteriormente, provavelmente, a área em questão se tratava de um campo de dunas preferencialmente móveis, com alguns setores vegetados, sobretudo na retaguarda do campo.

As dunas fixas são interpretadas como APP desde o antigo Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), que fazia referência às restingas fixadoras de dunas. Apesar de não citar o termo “duna fixa”, sempre houve o consenso nos órgãos ambientais, a partir da interpretação dessa redação, de que as dunas fixas constituem APPs. A referida redação foi mantida no Código Florestal atual (Lei nº 12.651/2012) e cabe destacar que a Resolução CONAMA nº 303/2002 também faz menção a esse tipo de dunas, uma vez que abrange dunas com ou sem vegetação.

De acordo com artigo 8º da Lei nº 12.651/2012, “a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental”.

Em projetos de requalificação urbana de interesse social em núcleos urbanos informais, como no caso específico da ZEIS Moura Brasil, a regularização fundiária em áreas de preservação permanente será admitida por meio de um projeto aprovado em lei específica de regularização fundiária urbana.

A norma federal que trata de regularização fundiária é a Lei nº 13.465/2017, que aborda tal temática tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. No caso de áreas urbanas, a

regularização fundiária urbana é denominada de “Reurb”, e a regularização fundiária urbana de interesse social é denominada “Reurb-S”.

De acordo com artigo 64 da Lei nº 12.651/2012, na “Reurb-S dos núcleos urbanos informais que ocupam Áreas de Preservação Permanente, a regularização fundiária será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da lei específica de regularização fundiária urbana”.

Cabe destacar que esse projeto de regularização fundiária de interesse social deverá incluir estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior (BRASIL, 2012), com a adoção das medidas nele preconizadas, contendo algumas informações como:

- a) caracterização da situação ambiental da área a ser regularizada;
- b) especificação dos sistemas de saneamento básico;
- c) proposição de intervenções para a prevenção e o controle de riscos geotécnicos e de inundações;
- d) recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;
- e) comprovação da melhoria das condições de sustentabilidade urbano-ambiental, considerados o uso adequado dos recursos hídricos, a não ocupação das áreas de risco e a proteção das unidades de conservação, quando for o caso;
- f) comprovação da melhoria da habitabilidade dos moradores propiciada pela regularização proposta; e garantia de acesso público às praias e aos corpos d'água.

De maneira a sintetizar a abordagem anteriormente apresentada, pode-se afirmar que, mesmo considerando que a ZEIS Moura Brasil se encontra em ambiente de dunas (APP de acordo com a Resolução CONAMA nº 303/2002), tal constatação não constitui limitação legal para a implementação de projeto de requalificação urbana de interesse social, conforme afirma o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

5.2.2 Riscos para a ocupação

5.2.2.1 Dinâmica de superfície

O conhecimento dos aspectos geológicos (permeabilidade e porosidade), geomorfológicos e climáticos em que se encontra a ZEIS Moura Brasil é de fundamental importância para a compreensão da dinâmica de superfície e, conseqüentemente, da

estabilidade do terreno, permitindo a ocupação ou a reestruturação da ocupação urbana, a partir da consideração das especificidades das formas e dos processos morfodinâmicos litorâneos.

O território da ZEIS Moura Brasil está inserido no domínio dos depósitos sedimentares cenozoicos, de acordo com a classificação morfoestrutural estabelecida por Souza (1988). Esse domínio é constituído pela exposição quaternária de areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosa, com tons amarelados, alaranjados e acinzentados, de composição quartzosas e/ou quartzo-feldspática (CPRM, 1995), representadas, nesse caso, por um campo de dunas que apresenta elevada permoporosidade, fator essencial que possibilita a recarga do lençol freático do aquífero, com águas pouco profundas.

Na ZEIS Moura Brasil, a dinâmica atual, inserida no contexto dos sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza, é caracterizada pela ocorrência de precipitações elevadas, como já detalhado no item 3.2.1.2 a partir dos dados da FUNCEME (postos pluviométricos de Aquiraz, Castelão, Caucaia, Eusébio, Messejana e Pici) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (estação automática Fortaleza – A305).

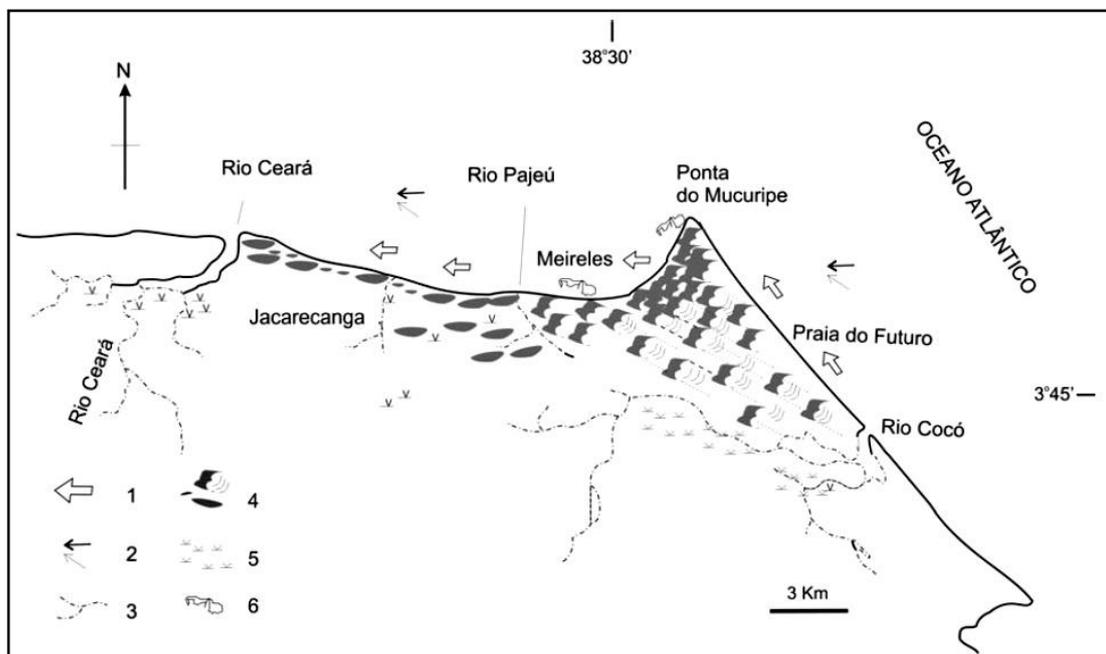
Quanto ao fluxo eólico, no primeiro semestre do ano, dominam os alísios de NE, que se deslocam a velocidades de 4m/s em média; no segundo semestre, com média de 7m/s, reinam os alísios de SE (CLAUDINO SALES, 2007). Esses alísios interagem entre si e com as brisas marítimas e terrestres que se formam diariamente com direção paralela à linha da costa, produzindo uma direção final do vento largamente orientada para leste.

Assim, de acordo com a média mensal histórica dos totais pluviométricos para Fortaleza (dados FUNCEME/INMET), verifica-se que a dinâmica de superfície e a estabilidade do terreno da ZEIS Moura Brasil estão diretamente relacionadas com a impermeabilização do campo de dunas. Isso se dá em decorrência do revestimento asfáltico e da ocupação densa e desordenada do solo, que proporcionou o desenvolvimento de processos energéticos representados tanto pelo escoamento superficial quanto pela ação eólica, que, devido à proximidade da costa, é mais intensa, responsável pela remoção dos sedimentos inconsolidados, que compõem o subsistema ambiental (Figura 23).

Portanto, deve-se ressaltar o papel determinante das condições pluviométricas e eólicas na dinâmica da planície costeira, especificamente, em uma área dunar. 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 nas camadas sedimentares.

Os processos sociais que se estabeleceram sobre os campos de dunas, em Fortaleza, conduziram a descaracterização da planície costeira, fato evidenciado na ZEIS Moura Brasil. A urbanização desenfreada que se deu no território da ZEIS, por meio da construção de residências unifamiliares e multifamiliares, assim como de ruas e ruelas, acarretou uma intensa impermeabilização do solo – e consequente escoamento superficial – que não foi acompanhada por obras de infraestrutura, como a implantação de rede coletora de águas pluviais para os totais pluviométricos da área, agravando, assim, os problemas de saneamento ambiental e gerando insegurança à população nos períodos chuvosos.

Figura 23 – Representação dos campos de dunas de Fortaleza, localizados entre os rios Cocó e Ceará



1) Transporte litorâneo; 2) ventos dominantes; 3) drenagem; 4) dunas; 5) mangue; 6) bancos rochosos.
Fonte: Adaptado de Barbosa e Barbosa (2006).

A impermeabilização da superfície reduziu a capacidade de infiltração hídrica, que poderia ser absorvida pelo solo e, em grande parte do território da ZEIS Moura Brasil, impediu totalmente a infiltração, potencializando, assim, a velocidade do escoamento superficial das águas, e, em alguns setores com pouca declividade e sem sistema de drenagem urbana, proporcionou pontos de alagamento. Assim, com o elevado grau de impermeabilização do solo, o sistema de drenagem urbana, constituído pelos pavimentos de ruas, guias, sarjetas e bocas de lobo, perdeu a capacidade de suportar o elevado fluxo de escoamento das águas pluviais durante

eventos de maiores precipitações pluviométricas, ocasionando, neste caso específico, pontos de alagamento que acarretam prejuízos sociais e econômicos.

De maneira geral, os impactos da urbanização mais perceptíveis no sistema de galerias de águas pluviais são os relacionados às alterações no escoamento superficial gerados pela intensa impermeabilização. Em áreas que sofreram intensa urbanização, após curtos e intensos períodos de chuva, observam-se pontos de alagamentos (BARBOSA; BARBOSA, 2006). No entanto, pontos de alagamento, apesar da ausência de rede coletora de águas pluviais, não é um fato comum no território da ZEIS Moura Brasil em função da relativa declividade do campo de dunas sobre o qual ela se instalou.

Além disso, a crescente urbanização e concentração das atividades humanas no território da ZEIS Moura Brasil, associada ao corte do talude meridional do campo de dunas, em decorrência das obras da Linha Leste do metrô de Fortaleza (Figura 24), assim como do corte de uma pequena parcela da porção setentrional, para construção do IML, e da trepidação do solo proporcionada pelo uso de maquinário pesado, levou à modificação da geometria das encostas do campo de dunas e conseqüentemente a sua desestabilização e deslocamento no sentido Norte-Sul. A desestabilização da encosta meridional está proporcionando a ruptura da “falsa estabilidade” do campo de dunas, aumentando muito a possibilidade de riscos de movimento de massa, que poderão causar perdas de vidas humanas, danos civis ou interrupção das atividades socioeconômicas.

Figura 24 – Obras da Linha Leste do metrô de Fortaleza, paralela à rua Adarias de Lima



Fonte: Elaboração própria.

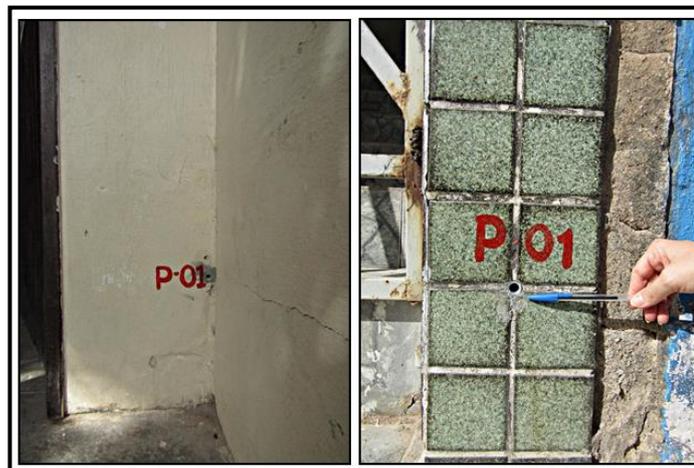
O movimento de massa que se verifica na ZEIS Moura Brasil, principalmente no setor localizado entre a rua Adarias de Lima e o canteiro de obras do metrô, assim como no setor entre a rua Santo Inácio e o estacionamento do IML, é do tipo lento (rastejo), avançando em uma velocidade imperceptível, somente notado devido a algumas evidências, como as rachaduras em estruturas de construção civil. Todas as residências e os estabelecimentos comerciais visitados na rua Adarias de Lima e na rua Santo Inácio apresentam rachaduras profundas (Figura 25) em diversos pontos que comprometem a integridade estrutural das edificações, notadamente acerca de 4 (quatro) ou 5 (cinco) metros do meio fio das calçadas. Os moradores informam que tais rachaduras surgiram após o início das obras do metrô. Pontos de monitoramento de estabilização do terreno foram instalados em determinadas residências para acompanhamento (Figura 26).

Figura 25 – Rachaduras em residências unifamiliares na ZEIS Moura Brasil



A e B: casa na rua Adarias de Lima; C e D: casas na rua Santo Inácio.
Fonte: Elaboração própria.

Figura 26 – Pontos de monitoramento de estabilização do terreno instalados em imóveis na rua Adarias de Lima



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Martins e Viana (2020), com as fortes chuvas que atingiram Fortaleza entre os dias 30 e 31 de janeiro de 2020, 21 casas na rua Adarias de Lima foram interditadas pela Defesa Civil devido ao agravamento das fissuras e ao risco de desabamento. As famílias foram levadas para pousadas e/ou residências de parentes.

Além disso, devido ao movimento do solo, as tubulações do sistema de abastecimento d'água da CAGECE estão se deslocando e rompendo, comprometendo o abastecimento de água da população e gerando pontos de alagamento, na rua Adarias de Lima, nos setores onde foram implantados blocos de concreto, que têm o intuito de evitar o escoamento das águas superficiais, durante a quadra chuvosa, para o canteiro de obras do metrô.

A ocupação desordenada do solo da ZEIS Moura Brasil traz, além do problema da impermeabilização da superfície e da falta de sistema de drenagem urbana, o problema do acúmulo de resíduos sólidos, em algumas ruas ou na própria encosta setentrional do campo de dunas, obstruindo o já precário sistema de drenagem, o que pode contribuir para o aumento do escoamento superficial e para o surgimento de novos pontos de alagamento, assim como para o desencadeamento de processos erosivos na encosta do campo de dunas (Figura 27).

Figura 27 – Descarte de resíduos sólidos em rua e na encosta do campo de dunas



Fonte: Elaboração própria.

5.2.2.2 Áreas de risco

No contexto da urbanização dos países periféricos, tem sido recorrente uma dinâmica de produção da cidade legal, capaz de excluir uma significativa parcela dos habitantes do espaço efetivamente urbanizado, gerando situações de ilegalidade, ausência de infraestrutura e consequente degradação ambiental. Nas cidades brasileiras, as características do quadro natural têm demonstrado capacidade de influenciar o padrão de diferenciação socioespacial

urbano, ao permitir uma associação entre os espaços de exclusão urbana e aqueles de fragilidade ambiental (FREITAS, 2014).

No município de Fortaleza, as maiores concentrações de pobreza urbana próximas a bairros de alta renda estão em áreas de dunas ou ao longo das margens alagáveis dos cursos d'água, como pode ser observado na ZEIS Moura Brasil. Obviamente, não se trata de coincidência o fato de que condições de precariedade social e urbana coexistem com sistemas naturais de grande fragilidade ambiental (FREITAS, 2014).

O risco é uma percepção humana, um componente recorrente da sociedade moderna, sendo que o termo *risco* está frequentemente acompanhado de um adjetivo, que o qualifica e que o associa ao cotidiano da sociedade: risco ambiental, risco tecnológico, risco social, risco biológico, risco econômico, dentre outros (ALMEIDA, 2010; CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005). A palavra *risco* designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos (VEYRET, 2007).

Dentro da categoria de riscos ambientais/naturais, encaixam-se os riscos ambientais urbanos. Esses riscos, decorrentes do uso e da ocupação do solo urbano, são ocasionados principalmente por consequência da ocupação desordenada nas cidades. Sobre os riscos ambientais urbanos, Jacobi (2006) afirma que, para as metrópoles, a denominação *riscos ambientais urbanos* pode englobar uma variedade de acidentes, em diversificada dimensão e socialmente produzidos.

Com a intensificação do processo de urbanização, a ZEIS Moura Brasil, que se desenvolveu sobre um campo de dunas móveis com encosta íngreme em direção à Praia Formosa, ganhou novas feições e geometrias. As dunas, que antes formavam extensos cordões, foram impermeabilizadas por asfalto e concreto, dando lugar para construção de residências e estabelecimentos comerciais. A sua localização na planície costeira de Fortaleza, especificamente, em uma região dunar, já lhe confere um alto grau de vulnerabilidade à ocupação, considerando as relações de morfogênese e pedogênese.

No entanto, essa situação é acentuada por conta da inexistência de rede coletora de águas pluviais para os totais pluviométricos da área, com exceção do sistema artificial implantado pela própria população (Figura 28) e pelo corte do talude meridional e setentrional do campo de dunas, em decorrência das obras da Linha Leste do metrô de Fortaleza e do IML, que modificaram a geometria das encostas e, conseqüentemente, proporcionaram a sua desestabilização e o lento deslocamento do campo de dunas no sentido Norte-Sul, aumentando

muito a possibilidade de riscos de movimento de massa, que poderão causar perdas de vidas humanas, danos civis ou interrupção das atividades socioeconômicas (Figura 29).

Figura 28 – Sistema de drenagem urbana superficial implantado pela comunidade



Canal artificial superficial (seta vermelha); sentido do escoamento (seta amarela). Fonte: Elaboração própria.

No território da ZEIS Moura Brasil, as áreas de riscos estão relacionadas, principalmente, à intensa impermeabilização do solo e à ausência de um sistema eficiente de drenagem urbano adequado, ou seja, de dimensão que tenha capacidade para escoar a água precipitada, assim como às intervenções que foram realizadas nas encostas do campo de dunas – constituído por material inconsolidado –, que podem proporcionar deslizamentos no território da ZEIS Moura Brasil. Além disso, a grande maioria das edificações não possui projeto construtivo e tampouco acompanhamento técnico, o que eleva o grau de risco dessas edificações frente a um eventual deslizamento de terras. Nas ruas da ZEIS Moura Brasil, apesar das intensas modificações, ainda são visíveis a declividade e a ruptura topográfica entre as áreas do campo de dunas (Figura 30), o que pode, durante o período da quadra invernos, intensificar os riscos de deslizamento e/ou desabamento.

Figura 30 – Trecho de encosta na ZEIS Moura Brasil estabilizado por muro de arrimo e densamente ocupado por habitações mal consolidadas



Muro de arrimo (seta amarela). Fonte: Elaboração própria.

No contexto da ZEIS Moura Brasil, a intensa dispersão do tecido urbano implicou mudanças no sistema ecológico e ambiental do campo de dunas. O quadro natural se transformou em ambiente construído, artificial. A transformação do sítio natural em sítio urbano significou a remoção da vegetação halófila-psamófila e sua substituição por asfalto, concreto e

outros materiais. Assim, as mudanças nas descargas pluviais foram inevitáveis, significando graves consequências, representadas, principalmente, por pontos de alagamento nos setores onde o processo natural de controle pluvial não foi compensado pela construção de sistemas de drenagem urbanos adequados, constituindo-se, assim, as áreas de risco.

Como citado anteriormente, no território da ZEIS Moura Brasil, o NDVI apresenta baixa variabilidade espaço-temporal, com o predomínio de pontos com baixos valores de NDVI ($< 0,50$), representando 100% da área da ZEIS Moura Brasil. As mudanças na fitomassa, com redução drástica da cobertura vegetal e impermeabilização do solo, facilitaram o aumento do escoamento das águas pluviais e a ocorrência de pontos de alagamento, principalmente onde a infraestrutura da drenagem pluvial não tem capacidade para escoar a água precipitada.

Portanto, no território da ZEIS Moura Brasil, verifica-se que o adensamento demográfico não foi acompanhado de melhorias nas condições de infraestrutura, tampouco de serviços que pudessem atender às necessidades essenciais da população. A ineficiência da rede de coleta e tratamento de esgotos e das galerias de águas pluviais, além da falta áreas verdes, é comum nesse território.

6 PERIGOS NATURAIS E PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

6.1 Áreas suscetíveis a eventos naturais danosos (perigos naturais)

Os sistemas urbanos experimentam, frequentemente, a ação de eventos naturais externos que desafiam sua capacidade de resistência e resiliência. Por sua vez, a resistência e a resiliência dependerão da organização da infraestrutura construída, que deve estar preparada para mitigar os efeitos indesejados dos fenômenos naturais, como alagamentos, inundações, movimentos de massa, erosão, entre outros.

De acordo com o EM-DAT (2020), mantido pelo CRED (*Centre of Research on the Epidemiology of Disaster*), no Brasil, entre os anos 1900 e 2016, 60% dos eventos danosos ocorridos foram relativos a inundações, 15% relativos a deslizamentos, 10% a tempestades, 9% a seca e 6% relativos a doenças ou outros eventos naturais (incêndios, por exemplo).

Considerando o padrão histórico de ocupação que se deu no Ceará, associado à ocupação de áreas de planícies fluviais, aluviais e leitos de rios, é de se assumir que, mesmo sofrendo com as médias pluviométricas da região semiárida, os eventos de inundação acabaram se tornando frequentes nas cidades mais desenvolvidas. Apenas no Ceará, de acordo com o *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* (2013), foram registrados oficialmente, entre os anos de 1991 e 2012, 273 ocorrências de inundações excepcionais que ocasionaram desastres.

A cidade de Fortaleza apresenta uma superfície construída bastante heterogênea em termos de qualidade da infraestrutura urbana. Essa superfície está situada em um ambiente geológico sedimentar que é naturalmente submetido a uma pluviometria média de 1.300mm por ano (IPECE, 2017), com registros regulares de eventos de chuvas extremas (acima de 100mm em intervalos de 24h). As características naturais apresentadas promoveram, ao longo do tempo, uma rede de drenagem com rios, riachos e lagoas perenes e um aquífero poroso subterrâneo.

A ZEIS Moura Brasil, que se constitui como objeto dessa análise, apresenta uma condição de ocupação precária, com uma infraestrutura de drenagem urbana deficiente, onde os eventos naturais ocorrem e provocam danos de diferentes níveis aos moradores. Cabe explicar que a maior parte dos perigos relacionados a eventos naturais está associada a eventos externos de precipitação, que, com a impermeabilização da superfície e a infraestrutura de drenagem urbana deficiente, resultam em consequências negativas no âmbito social e econômico. No entanto, pontos de alagamento, apesar da ausência de rede coletora de águas

pluviais, não é um fato comum na ZEIS Moura Brasil em função da declividade do campo de dunas.

Nessa perspectiva de análise, é importante diferenciar conceitos relevantes como *risco* e *perigo*. Existe uma vasta literatura científica sobre o conceito de risco, que vem sendo usado em diferentes áreas do conhecimento, como a Economia, a Sociologia, a Geologia, a Geografia ou a Biologia. Essa diversidade de abordagens torna complexa a definição do que seja risco ou perigo. Por isso, é necessário balizar os autores que efetivamente abordam risco e perigo associados a eventos naturais em conjunto com as alterações implementadas pela sociedade nos diversos sistemas ambientais.

A noção de risco pode ser concebida como uma probabilidade à ocorrência de um evento, somado às possíveis consequências de ordem social, econômica ou ambiental. Nessa linha, UN-ISDR (2020) e Castro, Peixoto e Rio (2005) consideram que o risco é a combinação da probabilidade de um evento no qual há uma exposição ao perigo e das consequências negativas, como perdas e prejuízos humanos em função de processos de ordem natural, combinados com o contexto de alteração antrópica dos sistemas naturais.

É possível compreender o risco a partir de uma noção de tempo e de um determinado recorte espacial, onde os agentes ambientais, socioeconômicos e tecnológicos atuarão em sua especificação.

Marandola e Hogan (2005) conceituam risco como

uma situação, uma condição futura que traz a incerteza e insegurança. Assim existem regiões de risco e em risco (que podem apresentar problemas e já apresentam). Estar em risco é estar suscetível a ocorrência de um *hazard*² (MARANDOLA; HOGAN, 2005, p. 46).

Segundo Veyret (2007), o risco pode ser definido como

a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse grupo ou indivíduo (VEYRET, 2007, p. 24).

Tominaga, Santoro e Amaral (2012) consideram dois elementos na formulação do risco: o perigo e a vulnerabilidade. Com isso, percebe-se que o perigo é um dos componentes do risco e pode ser definido como a possibilidade de ocorrência de um fenômeno com potencial

²Perigo [tradução nossa].

de causar danos. Já a vulnerabilidade se refere ao grau de suscetibilidade de um determinado ambiente ou território ser atingido por danos sociais, econômicos e ambientais.

White (1974) encontra um sentido explicativo para o termo *perigo*, ao indicar que se considere como

uma interação entre pessoas e natureza governadas pelo estado de coexistência e ajuste do sistema de uso humano, o estado da natureza quanto a este sistema de uso humano, bem como quanto aos sistemas de eventos naturais”, categorizando o *Perigo* como “todo parâmetro da biosfera sujeito a flutuações estacionais, anuais ou seculares que afetam o homem em seu ajuste, magnitude, frequência, ação e extensão (WHITE, 1974, p. 73).

Os perigos são, dessa forma, apenas aqueles eventos que estão em relação ou ocorrendo em áreas já ocupadas, gerando danos, perdas e colocando em perigo os habitantes dessas áreas, configuradas, pela relação com a habitação e possibilidade ou existência factual de um perigo, como áreas de risco. Nota-se, a partir desse descritivo, que os perigos não são necessariamente naturais, sendo essa nomenclatura – *natural* – muito mais ligada à origem geoambiental dos eventos de perigo. O perigo, assim, ocorre na interface da relação entre sociedade e natureza, sendo capaz de causar danos graves onde ocorra (ANEAS DE CASTRO, 2000)

Smith (2001, p. 392) define perigo como “uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto risco é a probabilidade da ocorrência de um perigo e de gerar perdas”.

Tominaga, Santoro e Amaral (2012, p. 151) estabeleceram as seguintes definições:

[...] perigo: Refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local e num período de tempo especificado.
.....

[...] vulnerabilidade: Conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a susceptibilidade de uma comunidade ao impacto dos perigos. A vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteção de infraestrutura), como fatores humanos, tais como econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais.
.....

[...] risco: É a possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem. Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano Potencial (DP), o qual pode ser expresso como: $R = P \times V \times DP$ (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2012, p. 151).

Das definições apresentadas, o risco existe quando há um perigo com potencial de causar danos socioeconômicos. Dessa forma, é fundamental a espacialização dos perigos e

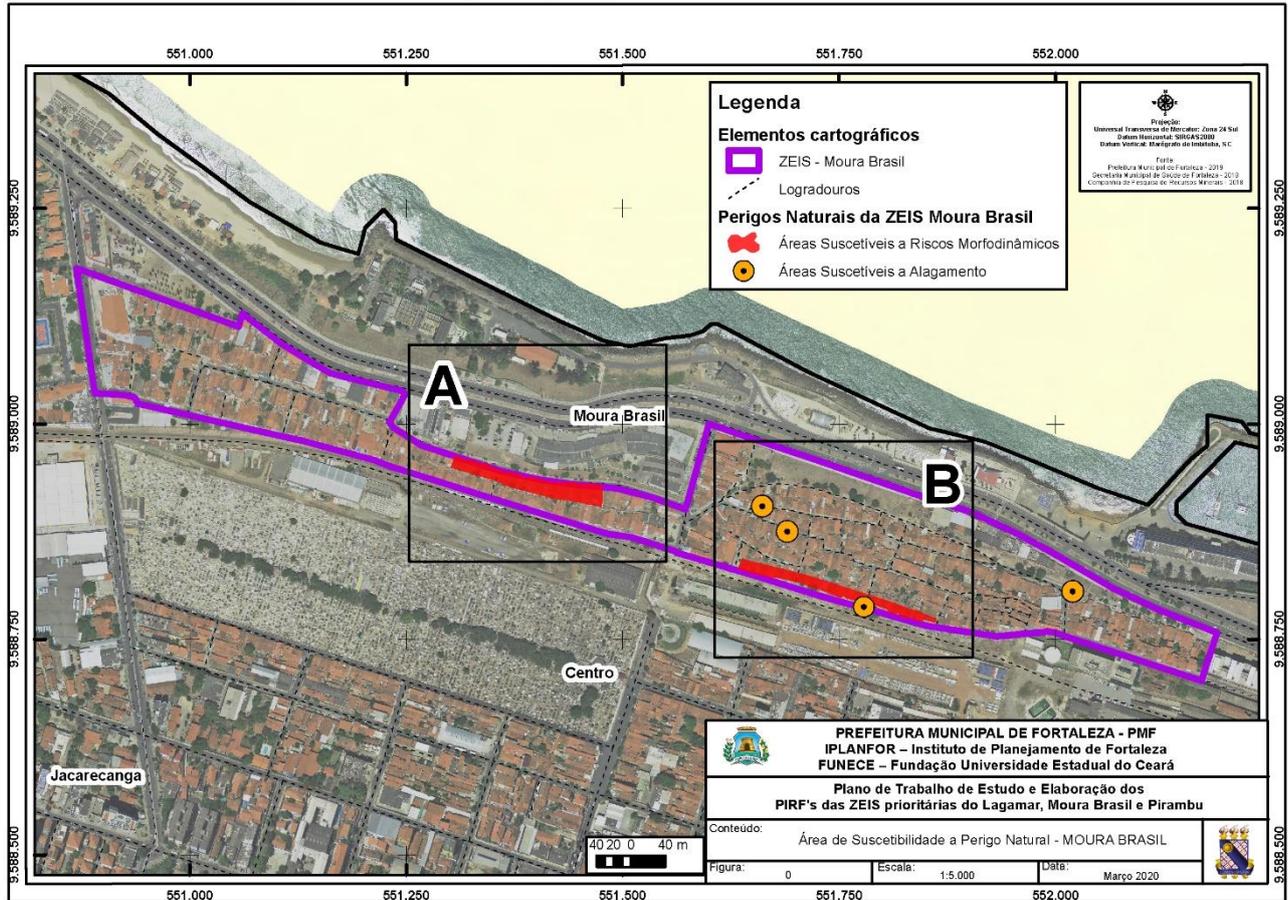
riscos através de representações cartográficas, sobretudo nos projetos voltados para o planejamento ambiental. Com a facilidade no acesso às técnicas de geoprocessamento, as metodologias de mapeamentos de risco e perigo tiveram um grande desenvolvimento nas últimas décadas, contribuindo sobremaneira para implementação de políticas públicas voltadas para essa temática.

Do ponto de vista metodológico, optou-se neste trabalho por identificar e mapear os perigos existentes nos territórios da ZEIS Moura Brasil. Neste diagnóstico físico-ambiental, foi constatado que os principais perigos na referida ZEIS são referentes a possíveis eventos gravitacionais de massa. A probabilidade de ocorrência desses perigos foi discutida e interpretada de forma qualitativa e quantitativa, considerando os registros históricos, as entrevistas e oficinas realizadas com moradores, assim como a própria natureza dos perigos.

Optou-se por não abordar a questão da vulnerabilidade e, conseqüentemente, os riscos, pois, devido às dificuldades em relação à escala de abordagem, seria muito difícil estabelecer a vulnerabilidade específica dentro do território da ZEIS. Contudo, sabe-se que, na escala do município de Fortaleza, as ZEIS são territórios que reúnem um conjunto de características que os tornam fortemente vulneráveis aos perigos, como: ausência de planejamento da ocupação; estruturas construídas de baixa qualidade; proximidade de áreas com intensa dinâmica natural como margem de rios e encostas; ineficiência dos sistemas de drenagem urbana etc.

Face ao exposto, a partir de interpretações feitas com base na observação em campo, de revisões bibliográficas e de técnicas de geoprocessamento, a Figura 31 apresenta as áreas suscetíveis a eventos naturais danosos (perigos naturais) e pontos de alagamento para a ZEIS Moura Brasil. Cabe destacar que tais áreas foram identificadas no Diagnóstico físico-ambiental da ZEIS Moura Brasil e que estão associadas ao corte do talude meridional e setentrional do campo de dunas, em decorrência, respectivamente, das obras da Linha Leste do metrô de Fortaleza e da construção do IML, que levou à modificação da geometria das encostas do campo de dunas e conseqüentemente à sua desestabilização e deslocamento no sentido Norte-Sul, fato esse já detalhado anteriormente.

Figura 31 – Mapa de perigos naturais na ZEIS Moura Brasil



Fonte: Elaboração própria.

6.2 Propostas de intervenção

O diagnóstico elaborado pelo Caderno Físico-Ambiental possibilitou uma interpretação abrangente sobre os problemas oriundos do uso e da ocupação do solo na ZEIS Moura Brasil. A partir das informações geradas na fase de pesquisa e análise, foi possível estabelecer propostas de intervenção que deverão direcionar ações práticas a fim de melhorar a qualidade ambiental no território da ZEIS.

As propostas de intervenção têm por finalidade minimizar e/ou erradicar processos naturais perigosos identificados, por meio de obras de engenharia específicas, como obras de contenção de encostas e construção de sistemas de drenagem, ou ações de educação ambiental. As propostas estão listadas a seguir, de acordo com sua ordem de importância e prioridade:

- a) Manutenção e monitoramento da estrutura das residências, observando a presença de rachaduras, que podem ser indicativos de movimento do terreno, com possibilidade de evoluir para ruptura e queda da moradia.
- b) Manutenção e monitoramento do muro de contenção utilizado na obra do Metrofor de maneira a evitar eventos morfodinâmicos catastróficos.
- c) Implantação de rede de microdrenagem com capacidade para escoar as águas superficiais (pluviais e servidas), evitando a infiltração excessiva nas encostas dos campos de dunas e os possíveis processos de subsidência, erosão e deslizamentos.
- d) Substituição das fossas sépticas em áreas de encostas dos campos de dunas e ligação de todas as casas na rede de esgoto, de maneira que se consiga dar vazão à produção de esgoto local, evitando problemas associados à infiltração de água nas dunas que podem justificar instabilização morfodinâmica, além de contribuir com a poluição dos aquíferos.
- e) Melhoramento da estrutura de drenagem urbana para evitar alagamentos nas ruas Senador Jaguaribe, Saudade, Trilho, Santo Inácio e nos cruzamentos na travessa João Felipe/rua Interna e rua Adarias Lima/travessa da Saudade. Deve ser feito um projeto de engenharia para a implantação de rede de drenagem com capacidade de escoamento adequada às condições da topografia, das ruas e do regime pluvial do local.

- f) Melhoria do abastecimento dos setores mais elevados do Moura Brasil, onde a água da rede geral da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) chega com dificuldade devido à pressão insuficiente.
- g) Construção de rede de coleta de esgoto no trecho situado entre a rua Adarias de Lima, a travessa da Saudade e a rua Saudade.
- h) Criação de um programa de financiamento para que os moradores possam interligar suas casas à rede de esgoto da CAGECE³.
- i) Instalação de mais contêineres para acondicionamento de resíduos sólidos.
- j) Recontratação dos dois moradores que faziam a coleta dos resíduos sólidos e a limpeza geral da ZEIS Moura Brasil. Segundo a comunidade, eles eram contratados pela ECOFOR/Prefeitura de Fortaleza no Projeto Garis Comunitários e faziam um ótimo trabalho.
- k) Orientação da população da ZEIS, por meio de oficinas de educação ambiental⁴, sobre os riscos de lançamento de resíduos sólidos e/ou entulho nas encostas dos campos de dunas, tendo em vista que eles retêm a água das chuvas, aumentando o peso e causando instabilidade no terreno.

Vale ressaltar que as propostas acima apresentadas podem e devem ser articuladas com as proposições elaboradas pelos demais cadernos (Plano Urbanístico, Plano de Regularização Fundiária, Geração de Trabalho e Renda, Participação Comunitária e Desenvolvimento Social), que, assim como este, também visaram atender a questões técnicas e diversas necessidades relatadas pelos próprios moradores. Esse esforço coletivo teve o intuito de gerar esta contribuição – de caráter interdisciplinar – para a melhoria da qualidade urbana e socioambiental da ZEIS Moura Brasil.

³ Consultar também as proposições do Plano Urbanístico referentes às intervenções no âmbito do saneamento ambiental.

⁴ Consultar também as proposições do Caderno de Geração de Trabalho e Renda, pautadas em princípios de gestão ambiental.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Zonas Especiais de Interesse Social constituem áreas cujo planejamento urbano representa um grande desafio para o poder público municipal. Suas vulnerabilidades socioambientais associadas às características do meio físico natural, com possibilidade de eventos extremos, demandam estudos socioambientais detalhados, voltados para a tentativa de harmonizar as implicações das relações sociais com a natureza.

Tais estudos pressupõem uma análise multi e interdisciplinar, envolvendo profissionais das áreas de ciências humanas e da natureza, tentando interpretar o contexto socioambiental local, além de profissionais voltados para a área específica de requalificação urbana, com metas direcionadas para otimizar e racionalizar o uso dos espaços públicos e privados.

Nessa perspectiva, o presente diagnóstico, junto com as suas proposições, representa uma etapa fundamental na elaboração de Plano Integrado de Regularização Fundiária-PIRF para a ZEIS Moura Brasil, tendo em vista a necessidade de se conhecer as potencialidades e as limitações do meio físico, de maneira a se propor a elaboração e a execução de políticas públicas de planejamento ambiental e ordenamento territorial, que pressupõem a qualidade e a integração das variáveis sociais, econômicas, ambientais e institucionais.

Vale ressaltar que as propostas aqui apresentadas podem e devem ser articuladas com as proposições elaboradas pelos demais cadernos (Plano Urbanístico, Plano de Regularização Fundiária, Geração de Trabalho e Renda, Participação Comunitária e Desenvolvimento Social), que, assim como este, também visaram atender a questões técnicas e diversas necessidades relatadas pelos próprios moradores. Esse esforço coletivo teve o intuito de gerar esta contribuição – de caráter interdisciplinar – para a melhoria da qualidade urbana e socioambiental da ZEIS Moura Brasil.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969.
- ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos**: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 278f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R.; MACHADO JÚNIOR, D. L.; DEHIRA, L. K. Magmatismo pós-paleozóico no Nordeste oriental do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, n. 4, p. 451-462, 1988.
- ANEAS DE CASTRO, S. D. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. **Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, n. 60, 2000. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>. Acesso em: 23 fev. 2020.
- ARAI, M. A. Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP, Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- ARAÚJO, F. E.; ANJOS, R. S.; ROCHA-FILHO, G. B. Cartografia social: conceitos, métodos e aplicações. **Boletim Geográfico**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 128-140, 2017.
- ATLAS brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. 2. ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. p. 104.
- BARBOSA, A. E. M.; BARBOSA, L. M. Estágios de alteração do campo de dunas costeiras em Fortaleza, Ceará. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SINAGEO, 2006. p. 01-08.
- BENTO, V. R. S. **Centro e periferia em Fortaleza sob a ótica das disparidades na infraestrutura de saneamento básico**. 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.
- BEZERRA, F. H. R.; AMARO, V. E.; VITA-FINZI, C.; SAADI, A. Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdã, v. 14, p. 61-75, 2001.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos UR. ICT**, n. 2, p. 1-14, 1964.
- BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M. L. P. SANTOS, G. F. MENDONÇA, M. SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2007. v. 3.
- BRANDÃO, R. L. **Sistema de informações para gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR**. Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: CPRM, 1995.

BRASIL. Lei Nº 12.651 de 25 de março de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Legislação.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 05 dez. 2019.

CÂMARA, G., MEDEIROS, J. S. Princípios Básicos em Geoprocessamento *in*: ASSAD, E. D. **Sistema de Informações Geográficas.** Aplicações na agricultura. 2. ed., rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA – SPI/ EMBRAPA – CPAC, 1998.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N.; RIO, G. A. P. Riscos ambientais e Geografia: conceituação, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

CLAUDINO SALES, V. **Les littoraux du Ceará. Evolution geomorphologique de la zone côtière de l'État du Ceará, Brésil – du long terme au court terme.** 511p. Tese, Université Paris Sorbonne, Paris, 2002.

CLAUDINO SALES, V. Os litorais cearenses. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W. C. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico.** 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007, 480p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza. **Projeto SINFOR:** mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. Texto explicativo: CPRM, 1995. 34 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará.** Mapa na escala 1:500.000. Fortaleza: CPRM/Ministério das Minas e Energia, 2003. 1 CD-ROM.

DEMANGEOT, J. Essair sur le relief du nord-est résilien. **Annales de Géographie**, Paris, v. 372), p. 157-176, 1960.

ENGESAT, Engesat Imagens de Satélites e Geotecnologia. **LANDSAT 8.** Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/landsat-8/>. Acesso em: 25 nov. 2019.

DRESCH, J. Les problèmes géomorphologiques du nord-est Brésilien. **Bulletin de l'Association de Géographes Français**, Paris, v. 263/264, p. 4 -59, 1957.

EM-DAT – The Internacional Disaster Database. **Center for Research on the Epidemiology of Disasters.** Disponível em: <https://www.emdat.be/database>. Acesso em: 12 mar. 2020.

FIGUEIREDO, M. A. **A Cobertura vegetal do Ceará** (Unidades Fitoecológicas) - Atlas do Ceará. Fortaleza: IPLANCE, 1997.

FORTALEZA (Prefeitura Municipal). Lei Complementar Nº 062, de 2 de fevereiro de 2009. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Ano LVI, n. 14.020, Fortaleza, 13 de março de 2009, p. 1-520.

FORTALEZA (Prefeitura Municipal). Plano de gestão integrada da orla marítima do município de Fortaleza. **Projeto orla.** Fortaleza, 2006.

FORTALEZA (Prefeitura Municipal). **Plano municipal de saneamento básico**: drenagem e manejo das águas pluviais urbanas do município de Fortaleza. Fortaleza: SEUMA, 2015.

FORTALEZA registra segunda maior chuva desde 1974, segundo fundação. **G1 CEARÁ**, Fortaleza, 27 mar. 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/ceara/noticia/2012/03/fortaleza-registra-segunda-maior-chuva-desde-1974-segundo-fundacao.html>. Acesso em: 1 dez. 2019.

FREITAS, C. F. S. Ilegalidade e degradação em Fortaleza: os riscos do conflito entre a agenda urbana e ambiental brasileira. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 6, n. 1, p. 109-125, 2014.

FREITAS, L. C. L. **A qualidade do ar na região metropolitana de Fortaleza-CE sob a perspectiva do sistema clima urbano**. 2016. 195f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Base de dados pluviométricos**. Fortaleza: FUNCEME, 2019. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 23 out. 2019.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Sistemas atmosféricos atuantes em Fortaleza**. 2019. Disponível em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/. Acesso em: 23 out. 2019.

GUERRA, A. E. Qualidade e eficiência dos serviços de saneamento. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=253096>. Acesso em: 21 dez. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**: Fortaleza. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/fortaleza.html>. Acesso em: 12 dez. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil municipal 2017 – Fortaleza**. Fortaleza: IPECE, 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Fortaleza_2017.pdf. Acesso em: 27 nov. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Panorama socioeconômico das regiões metropolitanas cearenses**. Fortaleza: IPECE, 2018. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-metropolitano/>. Acesso em: 7 jan. 2020.

JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista VeraCidade**, v.1, n.1, 2006.

KRONEMBERGER, D. M. P.; PEREIRA, R. S.; FREITAS, E. A. V.; SCARCELLO, J. A.; CLEVELARIO JUNIOR, J. Saneamento e meio ambiente. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=253096>. Acesso em: 11 dez. 2019.

LIMA, J. S. Q. **Desastres ambientais nos assentamentos precários da cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil: riscos derivados da integração entre vulnerabilidade social e ameaças naturais.** 2018. 193 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

MABESOONE, J. M; CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste brasileiro. **Boletim do Núcleo Nordeste, SBG**, Recife, v. 3, p. 5-36, 1975.

MAGALHÃES, G. B. **Comportamento espaço-temporal da dengue e sua relação com os elementos atmosféricos e socioeconômicos em Fortaleza/CE.** 2015. 265f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MAIA, L. P.; GASTÃO, F. G. C.; TATUMI, S. H.; LACERDA, L. D. A utilização do método de luminescência opticamente estimulada para adaptação de sedimentos de dunas costeiras do nordeste setentrional do Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 2, p. 103-115, 2011.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 29-53, jan./jun. 2005.

MARTINS, P.; VIANA, T. Casas são interditadas por risco de desabamento e 21 famílias vão a abrigos em Fortaleza. **G1 CEARÁ**, Fortaleza, 31 jan. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/01/31/familias-va-para-abrigos-apos-defesa-civil-interditar-16-casas-por-risco-de-desabamento-em-fortaleza.ghtml>. Acesso em: 02 fev. 2020.

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**, n. 20, p. 101-119, 2006.

MEIRELES, A. J. A.; PEREIRA FILHO, N. S.; GORAYEB, A. Mapeamento e evolução morfodinâmica dos campos de dunas do Parque de Jericoacoara. In: CORREIA, L. J. A.; OLIVEIRA, V. P. V.; MAIA, J. A. (Orgs.). **Evolução das paisagens e ordenamento territorial de ambientes interioranos e litorâneos.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2015. p. 131-155.

MIZUSAKI, A. M. P., THOMAZ FILHO, A. O magmatismo pós-paleozóico no Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Eds.). **Geologia do Continente Sul Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.** São Paulo: Beca, 2004. p. 471-486.

MONTEIRO, J. B. **Desastres naturais no estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos.** 2016. 256f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MOURA, M. O. **O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico.** 2008. 318f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

NASA, National Aeronautics and Space Administration. **Landsat Science.** Acesso em: 25 nov. 2019. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/>>.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILAS BOAS, G. S. **Grupo Barreiras**: características, gênese e evidências de neotectonismo. 2. ed. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 194, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.

PAIVA, J. P. M. **Clima e ambiente construído**: o caso dos conjuntos habitacionais de Fortaleza/CE. 2018. 273f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PINHEIRO, M. V. A.; CLAUDINO-SALES, V. Evolução geomorfológica e análise das alterações ocorridas no campo de dunas de Fortaleza entre os anos de 1958 e 2003. In: Encontro Nacional da ANPEGE, 4., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPEGE, 2009.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D.; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da Plataforma Brasileira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 211-234.

SCHUBERT, C. **Atlas eólico e solar do Ceará**. Fortaleza: ADECE/ FIEC/SEBRAE, 2019.

SMITH, K. **Environmental hazards**: assessing risk and reducing disaster. 3. ed. Londres: Routledge, 2001. p. 392.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**, v. 1, n. 1, p. 73-91, 1988.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C. (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 06-104.

SOUZA, M. J. N.; MENELEU NETO, J.; SANTOS, J. O.; GONDIM, M. S. **Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza**: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo (PDPFor). Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012. p. 196.

UN-ISDR. **Terminology**: basic terms of disaster risk reduction. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/7817_7819isdrterminology11.pdf. Acesso em: 29 jan. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat Missions, Landsat 8**. Disponível em: https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con. Acesso em: 25 nov. 2019.

VANDOROS, P.; OLIVEIRA, M. A. F. Sobre o fonólito de Mecejana, Ceará. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 40, n. 2, p. 203-206, 1968.

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

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 73, n. 3, p. 417-427, 2001.

VIOLÊNCIAS invisíveis: direitos básicos faltam onde a criminalidade é iminente. **Tribuna do Ceará**, Fortaleza, 18 out. 2017. Disponível em: <https://tribunadoceara.com.br/especiais/violencias-invisiveis>. Acesso em: 28 dez. 2019.

WHITE, G. F. (Ed.) **Natural Hazards**: local, national, global. Nova York: Oxford University Press, 1974. p. 288.

ZANELLA, M. E.; MELLO, N. G. S. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, o episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. (Orgs.). **Litoral e sertão**: natureza e sociedade no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006 p. 175-186.

ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L.; ABREU, N. J. A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza-CE. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, n. 1, p. 53-68, 2009.

ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Impactos pluviais em Fortaleza - CE na perspectiva do sistema clima urbano – subsistema hidrometeorológico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 7, p. 2290-2300, 2016.