



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO TRECHO URBANO CENTRAL DO CAMPO DE
DUNAS PIRANGI/POTENGI. ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - 01**

THALES SILVA CAPISTRANO

Natal-RN

Dezembro de 2023

THALES SILVA CAPISTRANO

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO TRECHO URBANO CENTRAL DO CAMPO DE
DUNAS PIRANGI/POTENGI. ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - 01**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Ricardo Farias do Amaral (UFRN)

Natal-RN

Dezembro de 2023

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO TRECHO URBANO CENTRAL DO CAMPO DE
DUNAS PIRANGI/POTENGI. ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - 01**

Aprovado em: 11 de Dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

1º Examinador: Profº. Drº. Ricardo Farias do Amaral

Orientador

(DGeo/CCET/UFRN)

2º Examinador: Profº. Drº. José Braz Diniz Filho

Membro Interno

(DGeo/CCET/UFRN)

3º Examinador: Profª. Drª. Maria Dulce Picanço Bentes Sobrinha

Membro Externo

(DArq/CT/UFRN)

Natal-RN

Dezembro de 2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao todo poderoso Deus, minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Acredito veementemente que nunca nada é feito sozinho ou sem uma base que possibilite estrutura necessária para alcance dos seus objetivos. Tenho muita sorte de ter pessoas incríveis ao meu lado.

A minha Mãe Maria Ricardo, muito obrigado por todas as vezes que você acordou mais cedo só para fazer o meu café da manhã para eu ter tempo de dormir mais um pouco, quando sempre lavou minhas roupas quando voltava de campo, trabalhava para poder pagar uma boa escola para mim até o final do fundamental, você será eternamente, a minha rainha.

Ao meu Pai André Luiz, o senhor sempre foi e será o maior exemplo de homem, pai e honestidade que tive. Muito obrigado pelos ensinamentos de mundo que moldaram e moldam o meu caráter desde sempre. O senhor vive diariamente os ensinamentos de São José e têm como prioridade absoluta e objetivo de vida o bem-estar de sua família, pelo qual, sempre executou com maestria.

Minha irmã Thaís, você foi essencial para mim nestes últimos anos para vencer uma barreira que eu não imaginava ser impossível que seria capaz, que era a aprovação no teste físico do Corpo de Bombeiros, e me mostrou todos os caminhos para viver bem, serei eternamente o seu amigo, onde pode contar sempre com o seu irmão.

Minha companheira de vida Marina Moreno, que sempre me incentivou nos momentos mais difíceis e me mostrou a beleza da vida: *dolce far niente*, meus momentos com você são sempre especiais, me apresentou uma nova família com meu irmão mais novo que não conhecia: Cauã e a joia mais linda de todas a pequena Vivi.

Minha vó Joana, a grandiosidade do seu coração e a forma doce que você sempre foi comigo e com todas as pessoas que me incentivam todos os dias a buscar ser uma pessoa melhor. Você é a matriarca e equilíbrio de toda família, com o jeito alegre que você encara a vida e os problemas, me faz acreditar na bondade das pessoas com tanta pureza que um ser humano pode ter. Se antes você não mediu esforços para cuidar de mim enquanto meus pais trabalhavam, hoje o seu querido neto está se formando.

Minha tia e madrinha Íris, como pedagoga, você sempre foi um exemplo de como a educação é importante para um ser humano, exercendo a profissão mais nobre que existe, a de professora, sempre me incentivou a estudar para ser alguém na vida.

Meu tio João Adauto, muito obrigado por ter me apresentado a ciência mais bela que existe, a geologia, que entrou nas profundezas da minha alma por milhões e milhões de anos, desde o dia que você deu dicas de que curso seguir no IFRN.

Meu grande mestre professor Ricardo Farias do Amaral, não tenho palavras para agradecer a todas as vezes que me ajudou com seus ensinamentos, indicações e bolsas do LEGEO que melhoraram substancialmente a minha vida acadêmica e profissional, nunca vou esquecer do dia que o senhor tirou do dinheiro do seu próprio bolso para custear a minha inscrição no congresso científico.

Professora Dulce Bentes da Arquitetura e Márcia Gorette da Química onde tive a honra de ser bolsista de duas magníficas mulheres, exemplos de pessoas igualmente compreensivas e bondosas. Além de Melquisedec de que deu a oportunidade de trabalhar numa instituição como o INPE.

Meu grande amigo Ítalo, como não lembrar de todas as vezes que madrugamos juntos para realizar as atividades do curso ao longo destes anos, o meu irmão de outra mãe, não poderia ser outro, a aparência física é idêntica e o companheirismo é digno de um irmão, onde nunca deixou de me ajudar e estender o braço para concluir o curso, sendo eternamente a minha dupla.

Meus amigos de graduação Iago, Lucas, Ayrton. Geólogos e futuros Geólogos, que estiveram presentes nessa jornada, assim como meus colegas e todos que me ajudaram nesse período. Meus professores que moldaram meus ensinamentos em especial a Alexandre, Arthur, Braz, Vanildo, Marcos, Marcela e a minha *alma mater* a Universidade Federal do Rio Grande do Norte e o Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

“Se você quer fazer um filme, faça-o. Não espere patrocínio, não espere circunstâncias perfeitas. Simplesmente faça-o”.

- Quentin Tarantino.

FOLHA DE PUBLICAÇÃO

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas – SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Capistrano, Thales Silva.

Análise geoambiental do trecho urbano central do campo de dunas Pirangi/Potengi. Zona de proteção ambiental - 01 / Thales Silva Capistrano. - 2023.

82 f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Curso de Geologia, Natal, RN, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Farias do Amaral.

1. Análise geoambiental - Monografia. 2. DPSIR - Monografia.
3. ZPA-01 - Monografia. I. Amaral, Ricardo Farias do. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 504.064.3

Elaborado por Ana Cristina Cavalcanti Tinôco - CRB-15/262

RESUMO

A análise geoambiental pode ser usada como estratégia para verificar a intensidade e importância das mudanças exercidas pelas pressões antrópicas sobre o meio ambiente, principalmente em uma urbe que sofre expansão acelerada. A caracterização de alterações na paisagem relacionadas ao uso e ocupação do solo são de grande importância em estudos de planejamento urbano e ambiental. Este estudo executou a análise geoambiental da área de estudo, caracterizando, dentre outras coisas: alterações espaciais e temporais do sistema dunar, inclusive dos chamados remanescentes de dunas e sistema hídrico associado - entre 1978 e 2015, através do Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo geoambiental - determinando a relevância desses sistemas para o equilíbrio do meio ambiente. Para tanto, a pesquisa utilizou dados e informações antigas e atuais, e aplicou técnicas modernas e ferramentas de geoprocessamento, detectando e mensurando os principais problemas ou impactos ambientais existentes na área de estudo. Com o banco de dados espaciais, apresentando um diagnóstico da situação ambiental atual junto a metodologia europeia DPSIR, na área de estudo, sendo esta: a Zona de Proteção Ambiental 01 (ZPA-01) e adjacências, bem como um conjunto de procedimentos e produtos que possibilitem a gestão para o uso sustentável, a preservação e recuperação desses ecossistemas, e que esses procedimentos possam ser replicados em toda a cidade do Natal.

Palavras-chave: Análise Geoambiental; DPSIR; ZPA-01.

ABSTRACT

The geoenvironmental analysis can be used as a strategy to assess the intensity and importance of changes caused by anthropogenic pressures on the environment, especially in a rapidly expanding urban area. The characterization of landscape changes related to land use and occupation is of great significance in urban and environmental planning studies. This study conducted a geoenvironmental analysis of the study area, characterizing, among other things: spatial and temporal changes in the dune system, including remnants of dunes and the associated water system – between 1978 and 2015 onwards, using the Digital Terrain Model (MDT) and Geoenvironmental model - determining the relevance of these systems for environmental balance. The research utilized both historical and current data and information, applying modern geoprocessing techniques and tools to detect and measure the main environmental problems or impacts in the study area. With the spatial database, providing a diagnosis of the current environmental situation using the European DPSIR methodology, in the study area, which is the Environmental Protection Zone 01 (ZPA-01) and its surroundings, as well as a set of procedures and products enabling management for sustainable use, preservation, and recovery of these ecosystems. These procedures can be replicated throughout the city of Natal.

Keywords: Geoenvironmental analysis; DPSIR; ZPA-01.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Área de estudo em verde, sobre o CDPP, adaptado de Amaral <i>et. al.</i> , (2005)	19
Figura 1.2 - Mapa de localização da área de estudo evidenciando a ZPA-01 e suas subzonas.....	21
Figura 2.1 - Duna fixa parcialmente vegetada de direção SE-NW sobreposta a relevo plano de ondulações suaves.....	23
Figura 2.2 - Mapa geológico e geomorfológico da ZPA-01 (Plano de Manejo)	25
Figura 2.3 - Formação barreiras em sua sequência areno-argilosa de topo.....	26
Figura 2.4 - Mapa topográfico da área de estudo com curvas de nível de 1 metro.....	28
Figura 3.1 - Mapa dos Bairros de Cidade Nova, Candelária e Pitimbu. Com a ZPA-01 e suas respectivas subzonas.....	37
Figura 4.1 - Gráfico do processo metodológico.....	39
Figura 4.2 - Metodologia DPSIR, adaptado de GIUPPONI (2012)	42
Figura 5.1 - (A) Placa e local de onde será construído o condomínio <i>Sunset Boulevard</i> 2. (B) Placa disposta no local, informando o licenciamento da obra, com alvará disponível em <i>qr code</i>	43
Figura 5.2 - Lagoa interdunar intermitente na subzona de conservação SZ1-B, onde se apresenta em processo de implantação de lagoa de captação.....	44
Figura 5.3 – (A) Vista do conjunto SanValle. (B) Rua não pavimentada e canteiro de obras no conjunto SanValle.....	45
Figura 5.4 - Modelo Digital de Terreno (MDT) de 1978 da área de estudo.....	46
Figura 5.5 - Modelo Digital de Terreno (MDT) de 2015 da área de estudo.....	48
Figura 5.6 – Modelo geoambiental.....	50
Figura 5.7 - Proposta de DPSIR para a ZPA-01.....	51

Figura 5.8 - Construção do Novo Hospital de Natal da nova Subzona 3, onde até mudança no novo plano diretor, pertencia à subzona de conservação 1A, que impossibilitava construções em seus domínios.....	53
Figura 5.9 - (A) Construção de casa em local inadequado nos limites da Subzona de conservação 1-A no bairro de Pitimbú, conjunto Cidade Satélite. (B) Rua não pavimentada e com dezenas de residências inseridas dentro da Subzona de conservação 1-A no bairro de Cidade Nova, conjunto Nova Cidade. (C) Rua não pavimentada na Subzona de uso restrito 2 no bairro de Candelária. (D) Rua pavimentada inserida na subzona de conservação 1-A no bairro de Cidade Nova, conjunto Nova Cidade.....	54
Figura 5.10 - Mapa apresentando mudança da ZPA-01 com a instituição da Subzona 3.....	55
Figura 5.11 - Guarda Municipal de Natal, divisão ambiental, contendo incêndio no Parque Municipal Dom Nivaldo Monte, Subzona 1-A.....	56
Figura 5.12 - (A) Corpo dunar vegetado e fixo na Subzona 2, bairro de Candelária, conjunto SanValle. (B) Corpo dunar com superfície de deslizamento na Avenida Abreu Lima, bairro de Pitimbú.....	57
Figura 5.13 - MDT junto ao mapa topográfico.....	58
Figura 5.14 - Comportamento subterrâneo na Zona Sul de Natal. Melo (2001)	60
Figura 5.15 - Poços da CAERN na área de estudo.....	61
Figura 5.16 - <i>Coleodactylus natalensis</i> Freire “Lagarto-de-folhiço” retirado de Silva (2022)	62
Figura 5.17 - Eclipse Solar leva milhares de pessoas ao Parque da Cidade em outubro de 2023.....	63
Figura 5.18 - Duna no bairro de Cidade Nova, pertencente a subzona 1-A e cidade ao fundo, alterando componente paisagístico, atrás dos prédios é possível visualizar o Parque das Dunas.....	64
Figura 5.19 - Posto de combustível localizado entre a Subzona 1 e remanescente dunar significativo no bairro de Cidade Nova.....	65

Figura 5.20 - Descartes hospitalares e fármacos na Subzona 1-A, que em escala maior, podem contaminar substancialmente a zona de recarga.....	66
Figura 5.21 - Superfície dunar adentrando a Avenida dos Xavantes, na subzona 1-B, bairro de Pitimbú, veículo perfaz o percurso no momento da imagem.....	67
Figura 5.22 - Resíduos sólidos dispostos no interior da subzona 1-A.....	68
Figura 5.23 - Utilização do espaço com uso sustentável e lúdico na Subzona 1-A, é possível verificar a placa da prefeitura indicando o acesso restrito, por se tratar de área de conservação.....	69
Figura 5.24 - Mapa de declividade em 6° conforme trata a SEMURB em Remanescentes dunares (2017)	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Quadro explicativo dos componentes do método DPSIR, LANDIM NETO (2013)	42
Tabela 5.1 – Quantificação das feições do Modelo Geoambiental.....	49

LISTA DE SIGLAS

APP - Área de Preservação Permanente.

CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte.

CDPP - Campo de Dunas Pirangi-Potengi.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

DLR - *Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt* (Centro Espacial Alemão).

DPSIR - *Driving Forces, Pressures, State, Impact, Responses*.

GIS - *Gographic Information System* (Termo traduzido do idioma inglês em sigla: SIG).

GPS - *Global Position System*.

Hab/Km² - Habitantes por Quilômetro quadrado.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

KM - Quilômetros.

Km² - Quilômetros quadrados.

M² - Metros quadrados.

MDT - Modelo Digital de Terreno.

NW - Noroeste.

QGIS - *Software Quantum GIS*.

RIMA – Relatório de Impactos ao Meio Ambiente.

SIG - Sistema de Informações Geográficas.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo.

SE - Sudeste.

SZ1- Subzona 1.

SZ2- Subzona 2.

SZ3- Subzona 3.

SZ1-A - Subzona de Conservação 1A.

SZ1-B - Subzona de Conservação 1B.

UC – Unidade de Conservação.

UTM - *Universal Transverse Mercator*.

ZPA - Zona de Proteção Ambiental.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 APRESENTAÇÃO	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA	23
3 REFERENCIAL TEÓRICO	29
3.1 LEGISLAÇÃO VIGENTE	29
3.1.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL	29
3.1.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL	31
3.1.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	31
3.2 BREVE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
4 METODOLOGIA	38
4.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	39
4.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO	40
4.3 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)	40
4.4 MODELO GEOAMBIENTAL	40
4.5. MÉTODO DPSIR	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO	43
5.1.1 CONDOMÍNIO SUNSET BOULEVARD FASE 1 E 2	43
5.1.2 PRESERVAÇÃO PERMANENTE PARA USO RESTRITO DE LAGOAS INTERDUNARES	43
5.1.3 SAN VALLE CONTAMINAÇÃO	44
5.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)	45
5.3. MODELO GEOAMBIENTAL	49

5.4	PROPOSTA DE DPSIR.....	51
5.4.1	DRIVERS - FORÇA MOTRIZ.....	51
5.4.2	PRESSURES - PRESSÕES.....	53
5.4.3	STATE - ESTADO	56
5.4.4	IMPACTS - IMPACTOS	63
5.4.5	RESPONSES - RESPOSTAS.....	68
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
8	ANEXOS	79

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

As unidades de conservação permeiam todas as regiões do município de Natal, totalizando cerca de 10 Zonas de Proteção Ambiental (ZPA). Estas, asseguram zonas verdes em regiões de densidade populacional elevada como é o caso da cidade, são também de fundamental importância para as funções ambientais, componentes paisagísticos e urbanização controlada.

Parte da área de estudo deste projeto, a ZPA-01 foi instituída a partir da lei municipal 4.664 de 31 de julho de 1995, com o intuito de assegurar a preservação completa da Subzona de conservação SZ1 e preservação parcial da Subzona de uso restrito, a SZ2. Em 2022, com o novo plano diretor foi instituída a SZ3, onde está sendo construído o novo Hospital Municipal de Natal.

A outra parte da área de estudo se concentra em regiões dos bairros de Pitimbu, Candelária e Cidade nova juntas estas áreas perfazem uma parcela do campo de Dunas Pirangi/Potengi, depósito eólico do quaternário, no qual, sua porção Norte, é a principal responsável pelo balanço hídrico na cidade, dado a zona de recarga localizada na ZPA-01.

1.2 JUSTIFICATIVA

A relevância deste trabalho é justificada através da grande demanda atual das cidades pela utilização adequada dos espaços urbanos, unindo a evolução da urbe, a qualidade de vida, e a preservação ambiental consciente dos equipamentos de lazer/paisagístico.

As dunas são ambientes particularmente frágeis, estão entre os ecossistemas mais ameaçados e mais intensamente utilizados do planeta, sofrendo severa pressão através da urbanização, turismo, indústrias, mineração, expansão agrícola, dentre outros, situação explicada pela gestão inadequada no passado que persiste até os dias atuais, resultando em progressiva degradação que têm como consequência o comprometimento das funções por elas desempenhadas.

Estudos destes ecossistemas têm sido desenvolvidos por pesquisadores como Muñoz-Vallés e Cambrollé (2014); Cicarelli *et al.*, (2017) e Garcia-lozano e Pintó (2018) dentre outros. Em Natal podem ser citados os estudos de Lisboa *et al.*, (2011), Costa e Amaral (2015) e Melo (2020) outros mais.

Com o surgimento das cidades e seu processo de expansão acelerado, geram-se os naturais conflitos por seu uso e a urbanização, via de regra, torna-se desordenada. Assim, ocorrem alterações indesejadas no cenário ambiental, com graves consequências aos sistemas naturais cruciais à manutenção da boa qualidade da vida terrestre. Como aponta Marshall (1976) nem sempre temos consciência da intensidade e da diversidade de formas pelas quais usamos nossas áreas costeiras.

Outro ponto de interesse é a realidade da cidade de Natal, como sendo a única capital brasileira inserida majoritariamente sobre superfície dunar, fato este no qual, eleva substancialmente a relevância deste trabalho por se tratar de uns dos pioneiros no contexto urbano-geológico das dunas.

1.3 OBJETIVOS

A pesquisa busca revelar a evolução espaço/tempo da ZPA-01 e seu entorno, com ênfase a degradação ambiental e evolução urbana do espaço composto por remanescentes dunares, áreas vegetadas e urbanização promovendo soluções para a gestão consciente, verificando suas condições atuais em decorrência da expansão urbana desordenada, a partir da análise geoambiental junto de novos produtos, como: modelo geoambiental, modelo digital de terreno (MDT) e aplicação de metodologia DPSIR. Definir as principais definições de dunas atualizando e discutindo o estudo realizado pela SEMURB em 2017, que se baseou no conceito de APP da Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal) para avaliar as funções ambientais das dunas da área de estudo SEMURB (2017, p. 191 e 203). Propondo mudanças na ZPA-01.

1.4 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Natal está situada na região Nordeste do Brasil, no litoral Oriental do Estado do Rio Grande do Norte. Natal possui uma altitude média de 40 metros, com uma área

de 167,263 Km², densidade demográfica 4.805,24 hab/km² IBGE (2010). É contornada por depósitos eólicos Quaternários, denominados como dunas, que constituem campos de solo não consolidado proveniente de material quartzoso da plataforma continental Lisboa, Campos e Souza (2011), sobrepostas à Formação Barreiras. Além disso, está situada numa zona de transição entre os tipos climáticos As^o - quente e úmido, devido à elevada precipitação que o caracteriza, e BSh – semi-árido quente, devido à forte evaporação, segundo a classificação de Köppen Nogueira (1981).

O município está inserido em um conjunto de quatro bacias hidrográficas: rio Potengi, faixa litorânea oriental de escoamento difuso, rio Doce, rio Pirangi, e possui um complexo de lagoas naturais e artificiais. As dunas em questão são uma parcela do grande campo de Dunas Pirangi-Potengi, apresentado por Amaral *et. al.*, (2005).
 Figura 1.1.

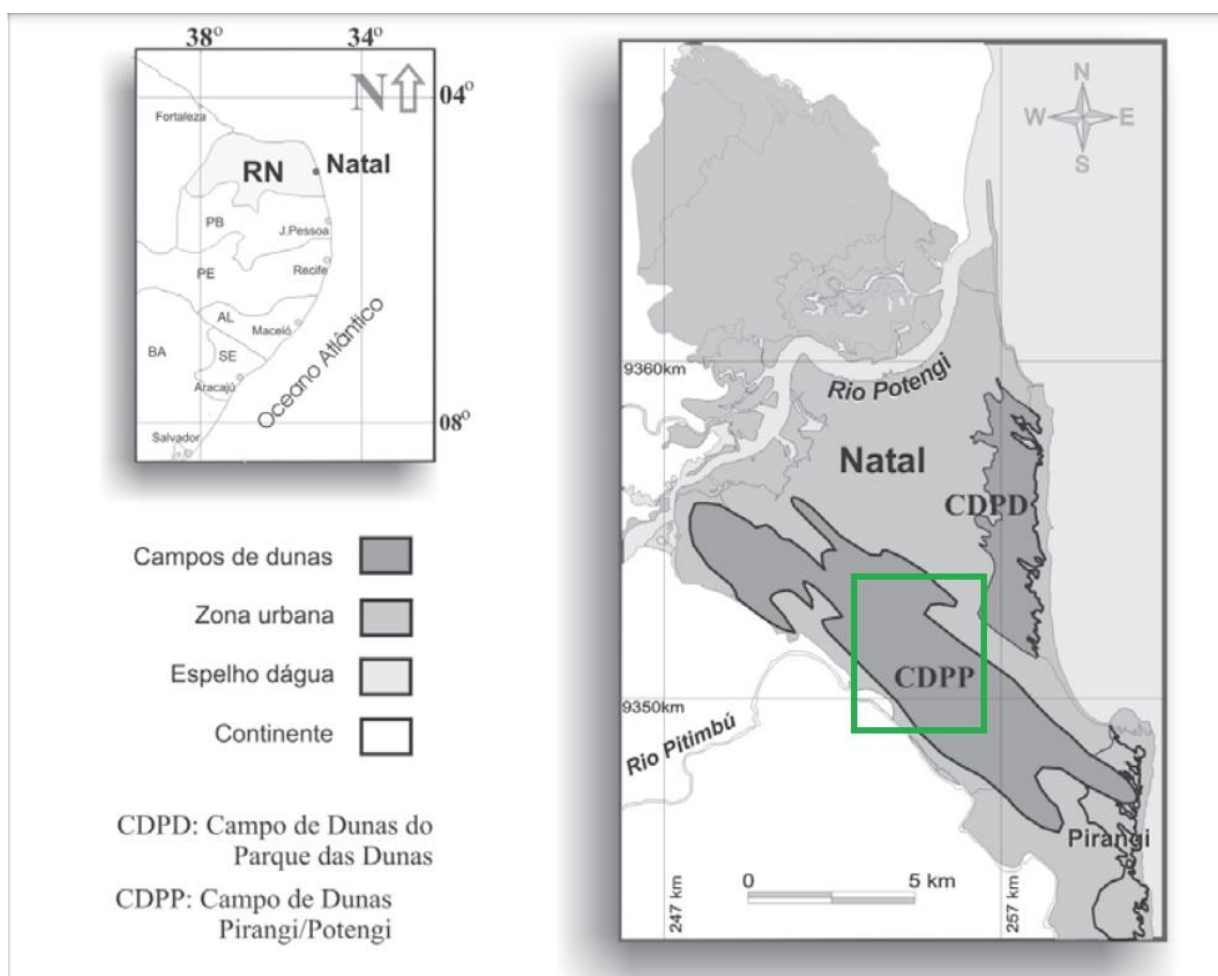


Figura 1.1 – Área de estudo em verde, sobre o CDPP, adaptado de Amaral *et. al.*, (2005).

A área de estudo compreende o setor NW do campo de Dunas Pirangi/Potengi, descrito por Amaral, Diniz Filho e Fonseca (2005) uma das mais importantes áreas de recarga hídrica da cidade de Natal, mais precisamente, a Zona de Proteção Ambiental 01, Melo (2005). Nela também está o Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte e região adjacente, incluindo dunas remanescentes e parte do Rio Pitimbu. A região possui forte pressão de uso e ocupação e tem apresentado processo intenso de degradação ambiental, apesar de sua importância para a cidade.

“Criado em 2008, o Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte se consolidou com uma das principais opções de lazer, diversão, prática esportiva, educação ambiental e qualidade de vida para o natalense. Com uma área de 148 hectares, a unidade de conservação está inserida numa Zona de Proteção Ambiental, mantendo características primitivas da Mata Atlântica. Esses fatores foram fundamentais para que a Unesco (organismo da ONU para a educação, ciência e cultura) concedesse ao parque natalense o título de Posto Avançado da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.” Natal (2019).

Na área de estudo estão inseridos os bairros: Pitimbu, Candelária, Neópolis, parcialmente Lagoa Nova e Capim Macio, ambos na Zona Sul e, Cidade Nova, e parcialmente Cidade da Esperança, Planalto, Guarapes e Felipe Camarão, ambos na Zona Oeste. A área de estudo corresponde a aproximadamente 23Km².

Nos bairros citados existem áreas de grande importância ambiental para a cidade, como o rio Pitimbú (manancial superficial que contribui com o abastecimento de água doce de 30% da Região Metropolitana de Natal) e a Lagoa do Jiqui. A figura 1.2 apresenta o mapa de localização da área de estudo, mostrando a ZPA-01 e suas subdivisões.



Figura 1.2 - Mapa de localização da área de estudo evidenciando a ZPA-01 e suas subzonas.

Há presença do campo dunar dos bairros de Pitimbú e Candelária (ZPA 01), principal área de recarga do aquífero subterrâneo, que garante a demanda de água da cidade (aquífero Dunas/Barreiras), e a concentração de lagoas e remanescentes de dunas presentes na área estudada, todos importantes para a drenagem das águas pluviais e abastecimento do lençol freático.

2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

O estudo dos aspectos geológicos e geomorfológicos que contemplam a área são de fundamental importância. Geomorfológicamente, duas feições distintas apresentam-se pela área: Os Tabuleiros costeiros, terrenos de ondulações suaves e majoritariamente plano, pelos quais aparecem de forma mais pontual; os campos dunares, relevos mais íngremes onde são encontrados corredores interdunares fechados e abertos. Figura 2.1.



Figura 2.1 - Duna fixa parcialmente vegetada de direção SE-NW sobreposta a relevo plano de ondulações suaves.

As dunas dispostas sobre a área de estudo possuem direção preferencial em SE-NW sendo a face mais suave, a de barlavento. A face mais íngreme do sotavento, ocorre sendo a oposta à descrita anteriormente. Internamente possuem

estratificações de baixo ângulo, formadas por camadas quase horizontais de pouco mergulho. Lagoas interdunares estão presentes sobretudo nas áreas de menor elevação, como também, sendo a área de recarga principal da cidade de Natal.

As características geológicas estão de acordo com o plano de manejo da ZPA-01, a área é caracterizada por sedimentos cenozóicos, sendo estes, os depósitos eólicos de dunas antigas. A unidade aflorante mais antiga nesta área consiste de sedimentos areno-argilosos, por vezes, conglomeráticos, pertencentes à Formação Barreiras de idade terciária/quadernária. Figura 2.2.

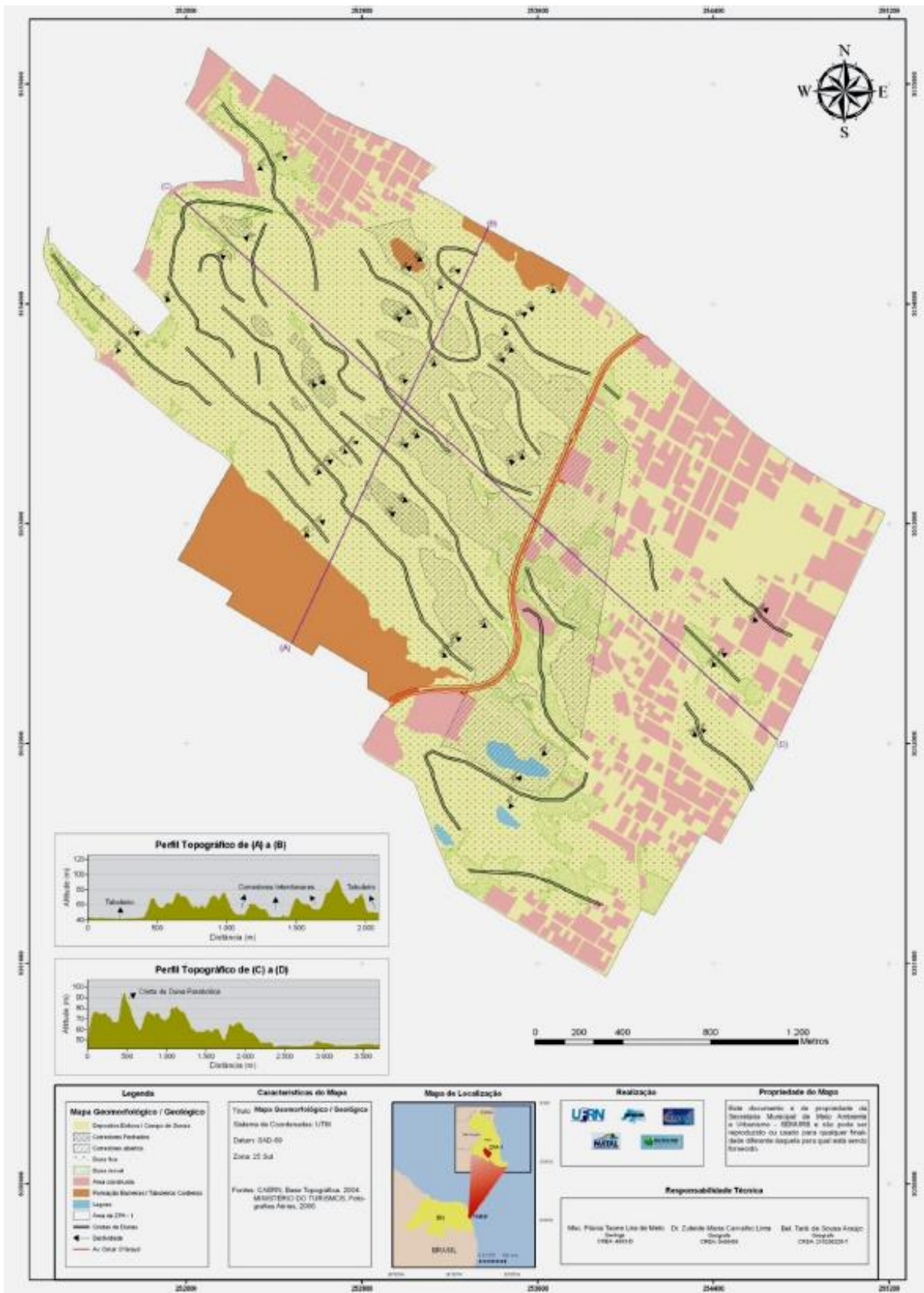


Figura 2.2 - Mapa geológico e geomorfológico da ZPA-01 (Plano de Manejo).

Como exposto anteriormente, ainda em consonância com o plano de manejo da ZPA-01 a lito-estratigrafia de interesse deste trabalho é iniciada possuindo como camada mais antiga à Formação Barreiras estando sobreposta discordantemente aos arenitos e calcários mesozóicos da região, descritos apenas com base em dados de poços tubulares da CAERN, como o apresentado nos anexos.

A parte aflorante da formação Barreiras é a sua mais basal, sendo composta pela sequência areno-argilosa, avermelhada e amarelada, dado a alta porcentagem de argila ferruginosa. Possui no seu arcabouço grãos e pequenos seixos subangulosos a subarredados de quartzo, feldspato e fragmentos de rochas, distribuídos aleatoriamente em sua matriz argilosa. Figura 2.3.



Figura 2.3 - Formação barreiras em sua sequência areno-argilosa de topo.

Por estar situada no domínio do Campo de Dunas Pirangi-Potengi a área de estudo é composta majoritariamente por acumulações arenosas geralmente

assimétricas, ocorrendo isoladamente ou de forma associada. Sendo as mesmas dunas móveis e dunas fixas, sendo a última, a mais evidente. O mapa topográfico figura 2.4, deixa evidente as curvas de nível e sua declividade acentuada.

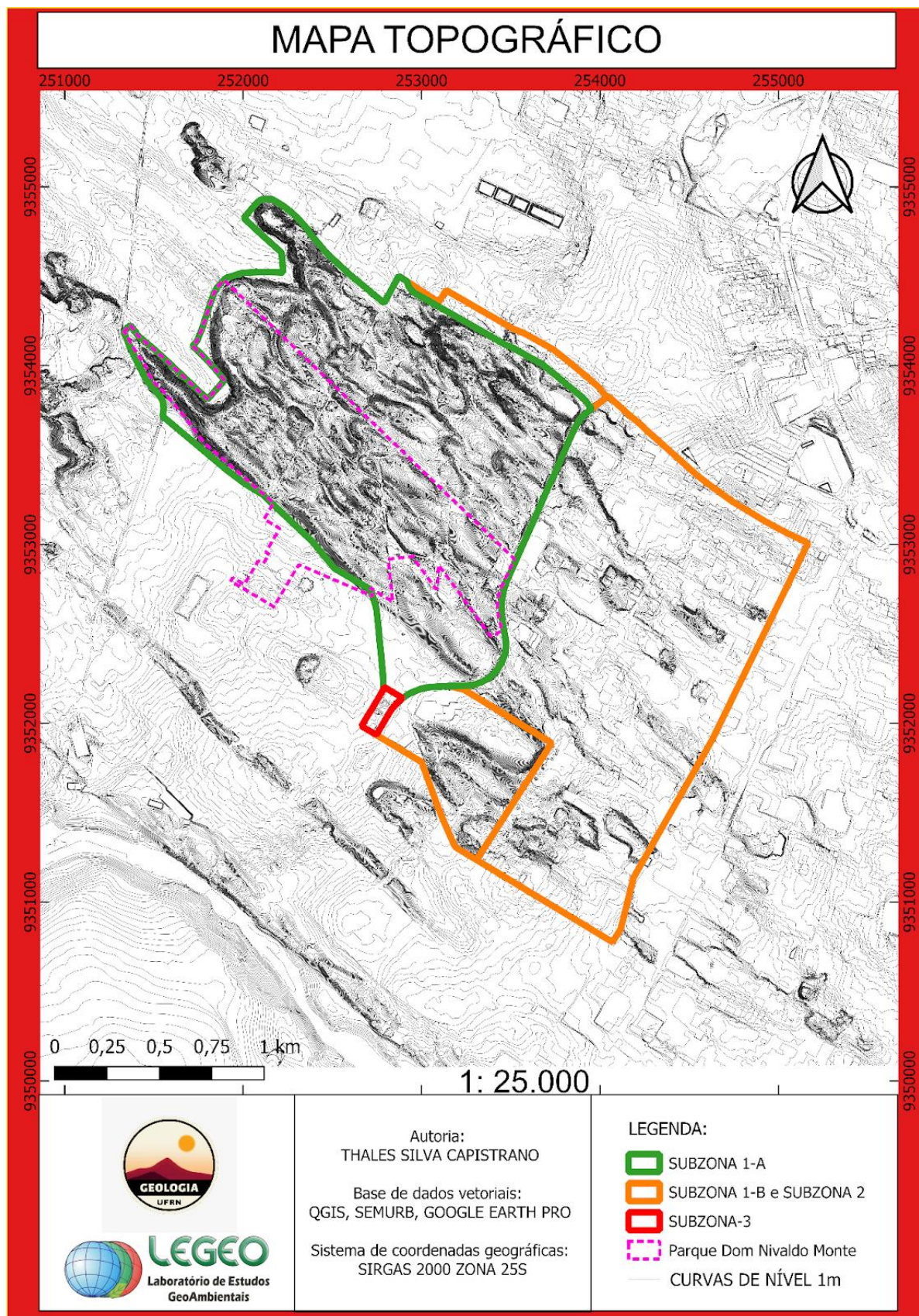


Figura 2.4 - Mapa topográfico da área de estudo com curvas de nível de 1 metro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LEGISLAÇÃO VIGENTE

Uma boa base legal sobre o que se está se estudando e discutindo é primordial para uma análise e amparo ao objeto de estudo, neste caso as dunas, sendo esta, a principal feição geomorfológica e geológica para a preservação da ZPA em questão e que sofre maior pressão antrópica de sua existência, tendo em vista as características naturais da cidade do Natal. Sendo, portanto, a base para as leis tratadas neste capítulo.

3.1.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

A Constituição Federal brasileira assegura no seu artigo 23º, parágrafo VI - “Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”. Já o artigo 225º assegura que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Deste modo, é evidente a necessidade da preservação de dunas como elemento fundamental para o local de estudo.

A resolução do CONAMA número 303/2002, institui de acordo com trecho abaixo:

“Considerando a função fundamental das dunas na dinâmica da zona costeira, no controle dos processos erosivos e na formação e recarga de aquíferos; (considerando acrescentado pela Resolução nº 341/03) Considerando a excepcional beleza cênica e paisagística das dunas, e a importância da manutenção dos seus atributos para o turismo sustentável; (considerando acrescentado pela Resolução nº 341/03) “Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de

relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações.

O artigo 2º parágrafo X que estabelecendo parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente. E nele justifica-se dunas como:

“X - Duna: 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”.

O Código Florestal brasileiro assegura as Áreas de Preservação Permanente, às (APP), conforme definição da Lei n. 12.651/2012, Área de Preservação Permanente é uma área protegida, coberta 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. Parágrafos V e VI.

V - As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

VI - As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.

Desse modo encontra-se evidente que somente a vegetação encontrada nas restingas que possuem como função fixar a duna, são aceitas segundo o código florestal, não entendendo assim, a duna como um ecossistema como disposto na resolução CONAMA 303/2002.

De todo modo o pode ser usado como jurisprudência para a preservação deste elemento quanto a aplicação da Resolução CONAMA nº 303/2002, no entendimento do Tribunal Regional Federal da 5ª Região, pelo qual, dispunha o seguinte:

“Consoante asseverado pelo Município de Natal, a Resolução nº 303/2002 do CONAMA, ao considerar as dunas, por si só, como área de preservação permanente, extrapolou os limites de suas atribuições, pois não poderia se sobrepor às normas municipais de uso e ocupação do solo, sob pena de infração ao princípio da

autonomia municipal. Assim, no caso presente, a norma a ser seguida para definir as áreas protegidas no âmbito do município de Natal é o Plano Diretor e as normas específicas de zoneamento [...] e não uma norma administrativa do CONAMA, ante a ausência de respaldo legal e de se contraditar com as normas específicas editadas pelo Município. BRASIL (2007) ”.

3.1.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

As dunas entram para estabelecer as regras para a Zona Costeira do Estado, foi publicada o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Rio Grande do Norte através da Lei Estadual nº 6.950, de 20 de agosto de 1996, que especificou em seu artigo 20:

Art. 20. São áreas de preservação, os ecossistemas frágeis que compõem a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, tais como:

I - As dunas, com ou sem cobertura vegetal;

§ 1º. As atividades potencialmente degradadoras a serem desenvolvidas nessas áreas, deverão ser, obrigatoriamente, objeto de licenciamento ambiental pelo órgão estadual competente, cabendo, quando for o caso, o Estudo de Impacto Ambiental.

§ 2º. O licenciamento das atividades será realizado com base nas normas e critérios estabelecidos no Zoneamento Ecológico-Econômico, sem prejuízos das demais normas específicas federais, estaduais e municipais.

3.1.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

O Plano Diretor de Natal de 1994 define o Macrozoneamento da cidade do Natal, compartimentando-a em: Zona de Adensamento Básico, Zona Adensável e Zona de Proteção Ambiental. De acordo com esta lei, uma Zona de Proteção Ambiental (ZPA) corresponde a uma área na qual a Lei Municipal Complementar no 07/1994:

“As características do meio físico restringem o uso e ocupação, visando proteção, manutenção e recuperação dos aspectos paisagísticos, históricos, arqueológicos e científicos”, e é subdividida em Subzona de Conservação e Subzona de Preservação.

A ZPA 01 foi instituída em 31 de julho de 1995, pela Lei Municipal no 4.664, a qual:

“Dispõe sobre o uso do solo, limites e prescrições urbanísticas da Zona de Proteção Ambiental - ZPA, do campo dunar existente nos bairros de Pitimbu, Candelária e Cidade Nova, no município do Natal”.

Na ZPA 01 encontra-se instalado o Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, instituído pelo Decreto Municipal no 8.078, de 13 de dezembro de 2006, e seu zoneamento ambiental define duas subzonas, separadas pela avenida Prefeito Omar O'grady: SZ1 (Art. 4o), que é a Subzona de Conservação, se refere a áreas de grande potencialidade de recursos naturais e fragilidade ambiental, e compreende dois setores: o SZ1-A, campo dunar com cobertura vegetal nativa fixadora; o SZ1-B, área de corredores interdunares com presença de lagoas intermitentes. SZ2 (Art. 5o), compreendendo a Subzona de Uso Restrito. A SZ2 encontra-se em processo de ocupação, porém o Município prevê restrições de uso. O lote mínimo admitido no parcelamento é de 800 m² (oitocentos metros quadrados), salvo terrenos adquiridos previamente à publicação da referida lei. Na área da SZ2, a ocupação máxima permitida é de 40% e a taxa de permeabilidade é de 40%. Além disso, os artigos 8º e 9º, como medidas de contenção da poluição, proíbem: a instalação de quaisquer empreendimentos que resulte na formação de resíduos líquidos poluidores ou de quaisquer outros que possam vir a provocar degradação ambiental na área; a circulação de veículos transportadores de carga tóxica em toda área da ZPA, como medida preventiva de proteção o aquífero subterrâneo.

A lei complementar Nº 082, de 21 de junho de 2007, que dispõe sobre o Plano Diretor de Natal, aprovada e sancionada, mas que está atualmente em revisão, definiu as Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs) como “áreas nas quais as características do meio físico restringem o uso e ocupação, visando a proteção, manutenção e recuperação dos aspectos ambientais, ecológicos, paisagísticos, históricos, arqueológicos, turísticos, culturais, arquitetônicos e científicos.” Natal (2007).

Em março 2022 entrou em vigor o Novo Plano Diretor de Natal e como a nova lei, houveram as seguintes mudanças na esfera das áreas de preservação ambiental da ZPA-01:

Art. 18. A Zona de Proteção Ambiental está dividida na forma que segue, é representada no Mapa 3 do Anexo III e imagens do Anexo III:

I – ZPA 1 – Campo Dunar dos Bairros Pitimbu, Candelária e Cidade Nova, regulamentada pela Lei Municipal nº 4.664, de 31 de julho de 1995;

§ 2º Acrescer à Subzona de Uso Restrito (SZ-2) da ZPA-1 os lotes contidos na faixa marginal de 100 metros ao sul da Avenida da Integração e os lotes do lado sudeste da Avenida Omar O’Grady, entre as Avenidas dos Xavantes e Antoine de Saint-Exupéry.

Art. 19. As Zonas de Proteção Ambiental descritas no artigo anterior poderão estar

subdivididas, para efeito de sua utilização, em três subzonas:

I – Subzona de Preservação, que compreende:

a) As Áreas de Preservação Permanente – APPs, nos termos da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e alterações posteriores, e demais normas protetivas correlatas;

b) As Unidades de Conservação da Natureza de proteção integral, Lei Federal nº 9.985, de 8 de julho de 2000, e alterações posteriores;

c) Florestas e formas de vegetação primárias, nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, e alterações posteriores;

d) Áreas necessárias para proteção e recarga dos recursos hídricos.

II – Subzona de Conservação, que compreende:

a) Área de transição entre a Subzona de Preservação e a Subzona de Uso Restrito definida com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Subzona de Preservação;

b) Área de Mata Atlântica remanescente da ocupação urbana prevista nos Arts. 30 e 31 da Lei 11.428/2007 (Lei da Mata Atlântica), com ocorrência de serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, cultural ou de suporte, especialmente aqueles relacionados à captura de carbono, manutenção do ciclo hídrico e proteção da biodiversidade e cênica.

III - Subzona de Uso Restrito, que compreende a área que se encontra em processo de ocupação, para a qual o Município estabelece prescrições urbanísticas no sentido de orientar e minimizar as alterações no meio ambiente em consonância com o princípio do desenvolvimento sustentável.

Destaca-se a inserção da Subzona 3, Artigo 19. Inciso 3, onde neste momento está sendo executada a construção de hospital.

3.2 BREVE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Natal, surgiu em um território notável pelos seus aspectos naturais associados à zona costeira, composto por um relevo quase que dominado por campos de dunas, vegetação associada a Mata Atlântica e recursos hídricos superficiais de lagoas, rios e estuários.

A fundação da Cidade se deu onde atualmente é a praça André de Albuquerque onde hoje é o bairro de Cidade Alta, com o povoado de Reis, mais precisamente na data de 25 de dezembro de 1599, sendo a Cidade batizada como Natal em alusão a sua data de fundação. O local é considerado o centro da Cidade, sendo o seu Marco Zero.

O entorno da (ZPA-01) também possui uma história de ocupação que influenciou direta ou indiretamente a conservação e preservação da área de proteção ambiental. No século XIX e início do século XX, houve um crescimento urbano significativo na cidade de Natal e na região circundante. E a área em questão possuía pouco ou nulo adensamento, sendo uma área de Dunas e um ou outro sítio.

A expansão da cidade e o desenvolvimento de infraestrutura afetaram diretamente o seu entorno. Com o tempo, a região próxima à ZPA-01 testemunhou um aumento na construção de casas, ruas, praças e outras infraestruturas relacionadas ao desenvolvimento urbano, tendo o início deste processo durante a década de 1940 e a Segunda Guerra mundial, com a cidade do Natal sendo base aérea Estadunidense, conhecida como “*Parnamirim Field*” ou “Trampolim da Vitória”.

Na década de 1960 com a criação do primeiro conjunto habitacional na zona oeste da cidade, a Cidade da Esperança, na qual, logo emergiu a categoria de bairro. Foi iniciado a ocupação do bairro de Cidade Nova, como consequência, a moradias ainda mais populares principalmente de imigrantes advindos do interior do estado que buscavam moradia na crescente capital potiguar, o mesmo avançou sobre porções de terra que correspondem a ZPA-01 e remanescentes dunares adjacentes. SEMURB (2009).

Iniciando a década de 1970 a cidade passou a possuir uma expansão mais voltada à localidade onde hoje são, Capim Macio, Neópolis e Ponta Negra, onde no geral possuem maior aptidão à urbanização dado seu relevo mais plano e distância ao centro da cidade. Porém, o bairro de Candelária foi entregue como conjunto em meados de 1975 nas “desérticas” dunas centrais do CDPP, até então, depois de Cidade Nova, o segundo bairro a perfazer parte da ZPA-01. SEMURB (2009).

Com a década de 1980, as atenções imobiliárias voltam à cena da região da ZPA-01, finalizando onde hoje, é o terceiro e último bairro a fazer parte dos seus limites, Pitimbu, onde a sua ocupação onde outrora era apenas de sítios, fazendas e áreas de mata, passou em 1983 a ceder espaço a criação do conjunto habitacional Cidade Satélite, inaugurado em 1993. SEMURB (2009).

Houve a criação do conjunto SanValle, por fim, este no qual situa-se no bairro de Candelária e dentro da Subzona 2 da ZPA-01. Este que foi construído no final dos anos 80, possui a peculiaridade de não possuir ruas calçadas e nem saneamento, sendo o mesmo construído na zona de uso restrito da subzona 2 onde é “Proibido Instalação de quaisquer empreendimentos que resulte na formação de resíduos líquidos poluidores ou quaisquer outros que possam vir a provocar degradação ambiental; Circulação de veículos transportadores de cargas tóxicas”. SEMURB (2022).

Logo abaixo (Figura 3.1), encontra-se o mapa dos três bairros onde estão os limites da ZPA-01 E suas subzonas, evidenciando a ocupação da área por meio dos logradouros do município do Natal.

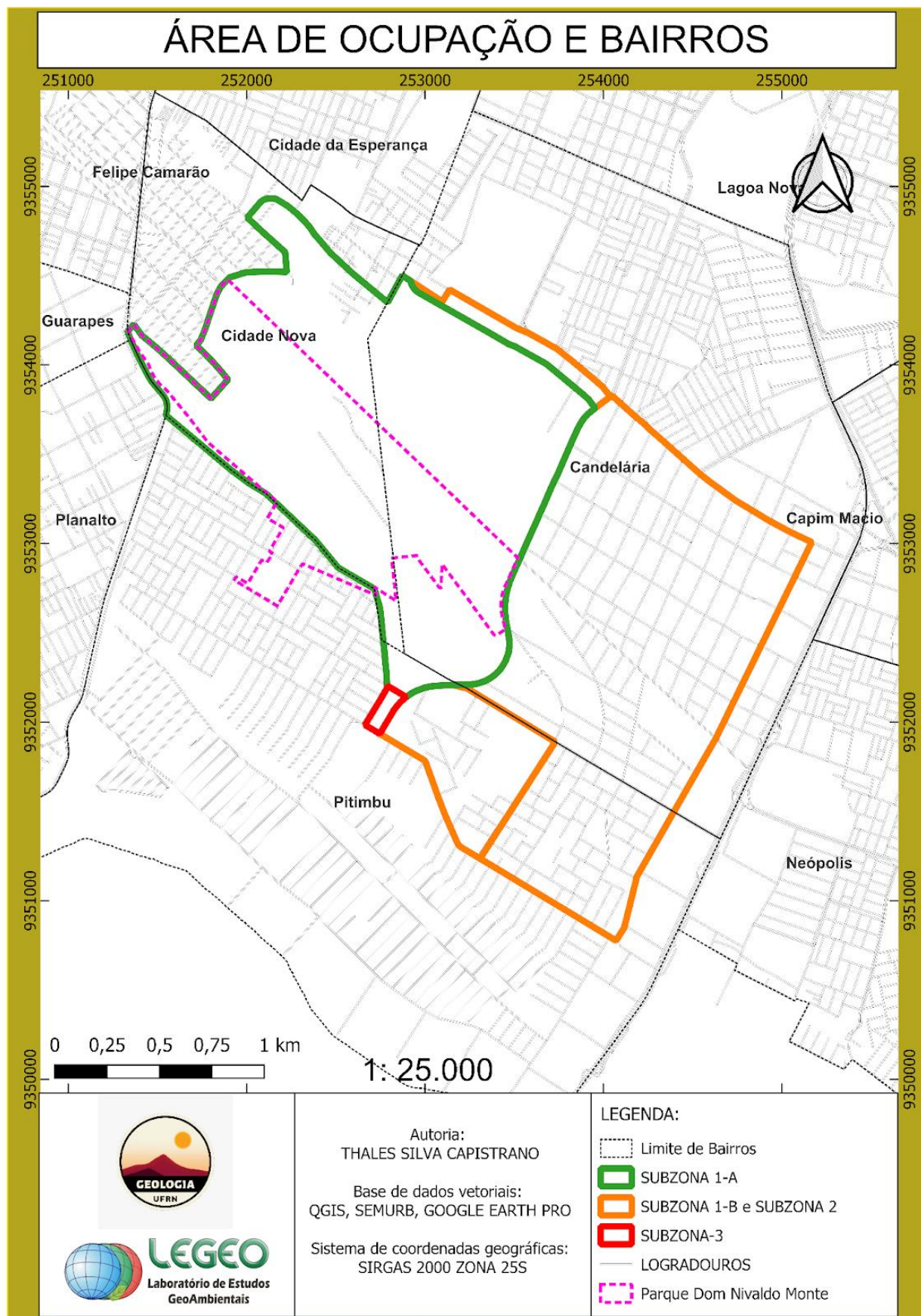


Figura 3.1 - Mapa dos Bairros de Cidade Nova, Candelária e Pitimbu. Com a ZPA-01 e suas respectivas subzonas.

4 METODOLOGIA

As etapas metodológicas que compreendem o estudo iniciam com pesquisa bibliográfica de publicações sobre a temática abordada e ainda relatórios de órgãos governamentais fiscalizadores e prefeitura, assim como, leis de caráter municipal, estadual e federal.

Criação de modelo geoambiental através de vetorização de componentes do meio físico e antrópico - utilizando o software QGIS - baseados em estudos municipais, fotografias aéreas e imagens de sensores orbitais de alta resolução espacial, no intervalo que compreende 1978 a 2015; Elaboração de modelo digital de terreno (MDT) em escala de 1:25.000, junto a vetorização de feições dunares.

Definição das principais Funções Ambientais dos componentes da área em estudo; Análise em metodologia DPSIR; Idas a campo e concluindo com abordagem quali-quantitativa destes produtos e propostas de manejo unidas ao DPSIR. Figura 4.1.

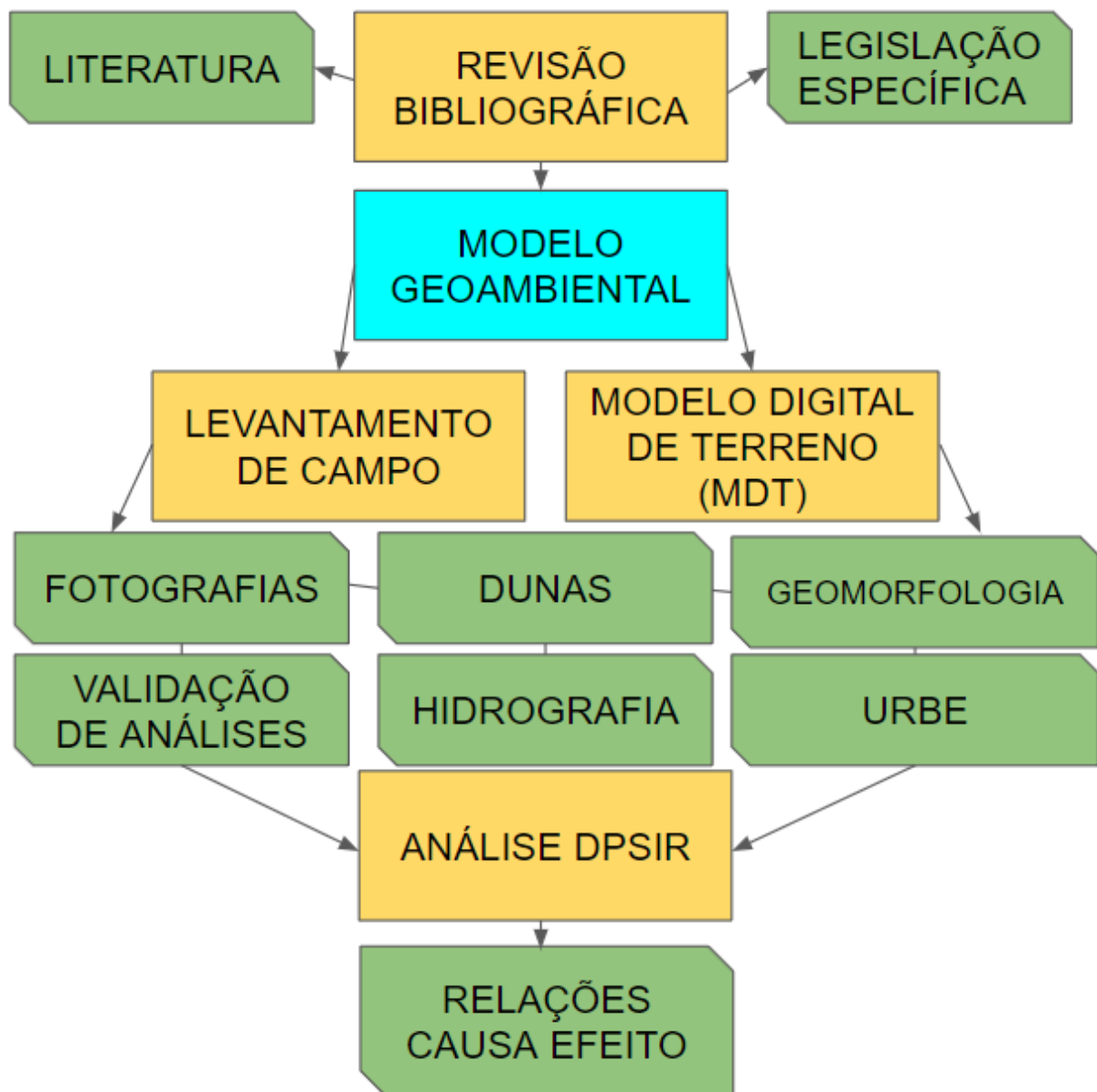


Figura 4.1 - Fluxograma do processo metodológico.

4.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica buscou temas, artigos, publicações e leis dos diversos âmbitos sobre a temática debatida servindo de alicerce para o desenvolvimento do restante da metodologia e conseqüentemente como autenticação dos resultados encontrados.

4.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Como validação de itens introdutórios e conclusivos da pesquisa, idas a campo foram necessárias para aquisição de fotografias e interpretações de feições geomorfológicas, litológicas e ambientais. Além da comprovação dos itens visualizados em imagens satélites e modelo geoambiental.

4.3 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Foi utilizado um modelo de elevação de terreno (MDT) gerado a partir dos dados de topografia de 1978 do Governo do Estado do Rio Grande do Norte (1978) e apresentados e discutidos em Costa (2015) e Costa, Amaral e Araújo (2021).

A análise geoambiental utilizou um modelo digital de elevação, obtido a partir de imagens do Copernicus DEM, este prefixo vem de *WorldDEM* no qual foi um modelo digital de terreno baseado em dados de satélite de radar adquiridos pela missão TanDEM-X parceria entre o Centro Espacial Alemão (DLR) e a *Airbus Defence and Space*, com resolução espacial aproximada de 30 metros (1 arco de segundo) obtida em 2015.

O tratamento da imagem foi o mesmo para efeitos de comparação. Foi utilizado a renderização de banda simples em falsa-cor e interpolação linear e classificação em intervalo igual, buscando um melhor contraste entre o relevo disposto para melhor interpretação possível. Todo o tratamento da imagem foi realizado através do software QGIS e sua extensão de obtenção *OpenTopography*.

4.4 MODELO GEOAMBIENTAL

Um modelo Geoambiental pode ser entendido como uma representação ou descrição sistemática entre os elementos do ambiente físico, a citar: geologia, geomorfologia, solo, vegetação, entre outros. Estes modelos quando incorporados à técnica de SIG e sensoriamento remoto tornam-se ferramentas importantes para

planejamento e tomadas de decisão para gerência de áreas de preservação e recursos naturais.

Vedovello (2004), em relato sobre metodologias de Cartografia Geoambiental, destaca que esta, como o próprio nome indica, ocupa-se da elaboração de mapas ou cartas que tratam de problemas Geoambientais, frequentemente ocasionados por um desequilíbrio do meio físico que, no nosso país, dizem respeito, principalmente a fenômenos de erosão, escorregamento, assoreamento, enchentes, inundações e circulação de água, associados ou não a ocupação antrópica, Trentin (2007).

Por isso, esta abordagem cartográfica é adequada para uso em Natal e pode ser considerada como um instrumento amplo para a utilização de modelos mais específicos. Ainda assim, o modelo irá quantificar e mapear os seguintes elementos: Geomorfologia (Sistema dunar)/MDT; cobertura vegetal, Uso e ocupação e hidrografia.

4.5. MÉTODO DPSIR

O Método/Modelo DPSIR foi desenvolvido pela Agência Europeia do Ambiente na década de 1990. Esta metodologia consiste em mensurar impactos provenientes de ações humanas, além de estabelecer diagnósticos e prognósticos ambientais como base para planejamento ambiental LANDIM NETO (2013). Uma relação de causa e efeito.

A figura 4.2, representa esquematizado o modelo que se estabelece com a Força Motriz (*Drivers*) atividades humanas, produzem pressões (*Pressures*) nas quais irão danificar o ambiente, Estado (*State*), gerando Impactos (*Impacts*), desta forma a sociedade é conduzida a proferir Respostas (*Responses*) objetivando sanar os impasses em todas as esferas do “DPSI”.

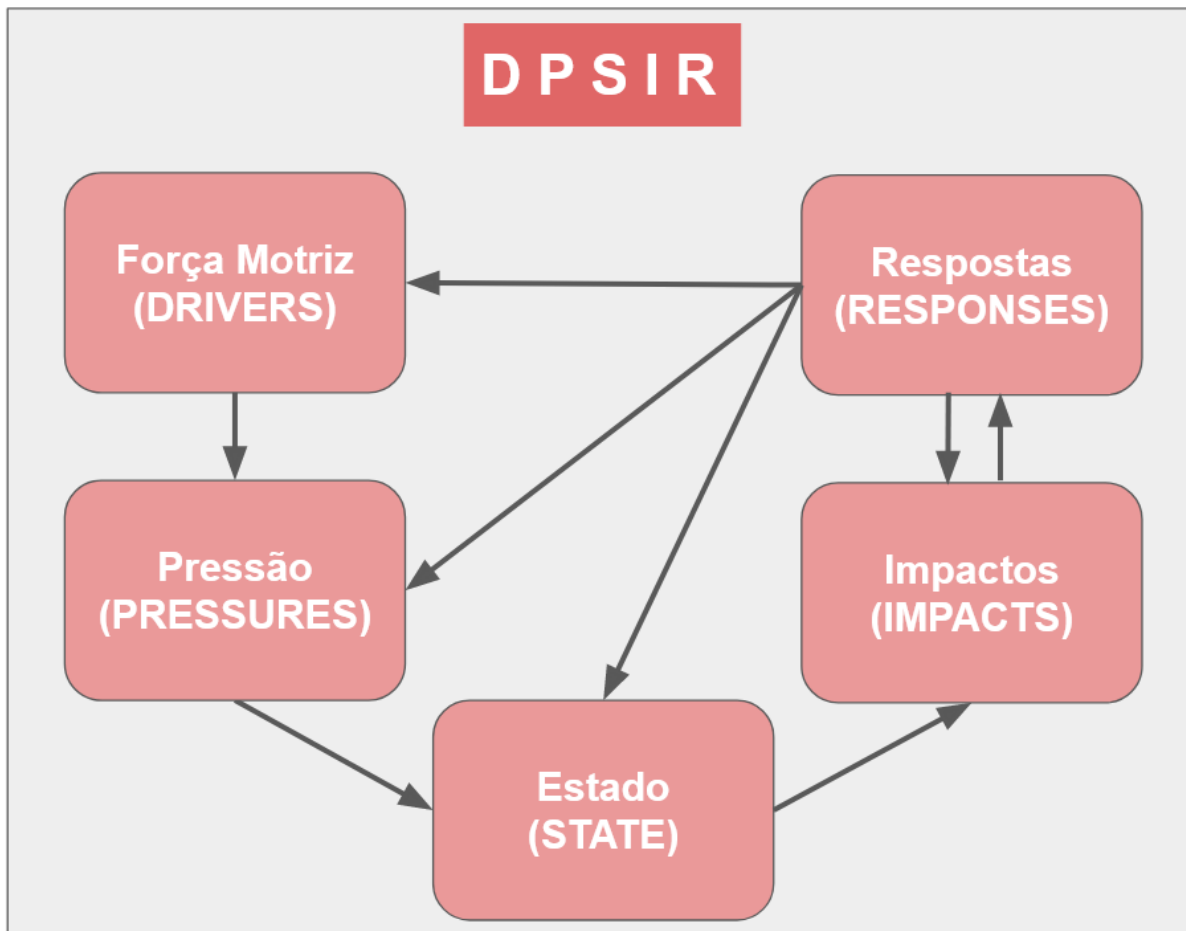


Figura 4.2 - Metodologia DPSIR, adaptado de (GIUPPONI, 2012)

A tabela 4.1, define de forma explicativa a função de cada componente do modelo, esses componentes dialogam entre si e servem como exemplificadores das dinâmicas que serão expostas neste trabalho.

Força Motriz	Reflete as influências das atividades humanas que, quando combinadas com as condições ambientais, provocam mudança no meio ambiente;
Pressão	Descreve as variáveis que diretamente causam (ou podem causar) problemas ambientais;
Estado	Mostra a qualidade, ou seja, a atual condição do ambiente;
Impacto	Descreve os efeitos das mudanças de estado;
Resposta	Descreve o esforço da sociedade para resolver os problemas, na forma de políticas, leis, tecnologias limpas, dentre outras.

Tabela 4.1 - Quadro explicativo dos componentes do método DPSIR LANDIM NETO (2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Através desta etapa, foi verificada diversas alterações seja dentro das subzonas de conservação de uso restrito e até mesmo permanente, assim como em suas bordas e entornos. As imagens adquiridas possibilitaram análise e validação dos itens propostos pelo trabalho e foram fundamentais para a fomentação deste capítulo.

5.1.1 CONDOMÍNIO SUNSET BOULEVARD FASE 1 E 2.

Através de seu Relatório de Impactos ao Meio Ambiente-RIMA em março de 2023, o local é dado geomorfologicamente plano com a unidade descrita como tabuleiro costeiro e viável, não lesivo ambientalmente e a área sem pertencimento a APP. Porém, a área onde será executado está na borda da Subzona 1-A e Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte. Área esta que sofre pressão em constância, definindo nova fronteira de expansão antrópica. Figura 5.1.



Figura 5.1 - (A) Placa e local de onde será construído o condomínio *Sunset Boulevard 2*. (B) Placa disposta no local, informando o licenciamento da obra, com alvará disponível em *qr code*.

5.1.2 PRESERVAÇÃO PERMANENTE PARA USO RESTRITO DE LAGOAS INTERDUNARES

Sobretudo na Subzona 1-B lagoas interdunares intermitentes, são verificadas como componentes essenciais as dinâmicas hídricas da região de análise. Foi identificado que uma destas lagoas, encontra-se no processo de torna-se lagoa de captação. Figura 5.2.



Figura 5.2 - Lagoa interdunar intermitente na subzona de conservação SZ1-B, onde se apresenta em processo de implantação de lagoa de captação.

5.1.3 SAN VALLE CONTAMINAÇÃO

Apesar de seu ordenamento baseado no uso restrito, a subzona 2 onde encontra-se o conjunto habitacional SanValle, o local parcialmente adensado, perfaz uma fatia significativa de poluição e alteração dos componentes paisagísticos. Figura 5.3. Apesar de sua regulamentação que prevê o uso sustentável, na prática são observados diversos resíduos sólidos descartados em terrenos não ocupados.



Figura 5.3 – (A) Vista do conjunto SanValle. (B) Rua não pavimentada e canteiro de obras no conjunto SanValle.

5.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Através do MDT de 1978, foi possível inferir os locais que possuem feições características de dunas além do parâmetro da declividade, como formato barcana, altitude e *trend* em consonância com o padrão da CDPP. Sendo dunas e remanescentes dunares tanto inseridos como externos aos limites da ZPA. (tons mais avermelhados e de padrão SE-SW). Figura 5.4.

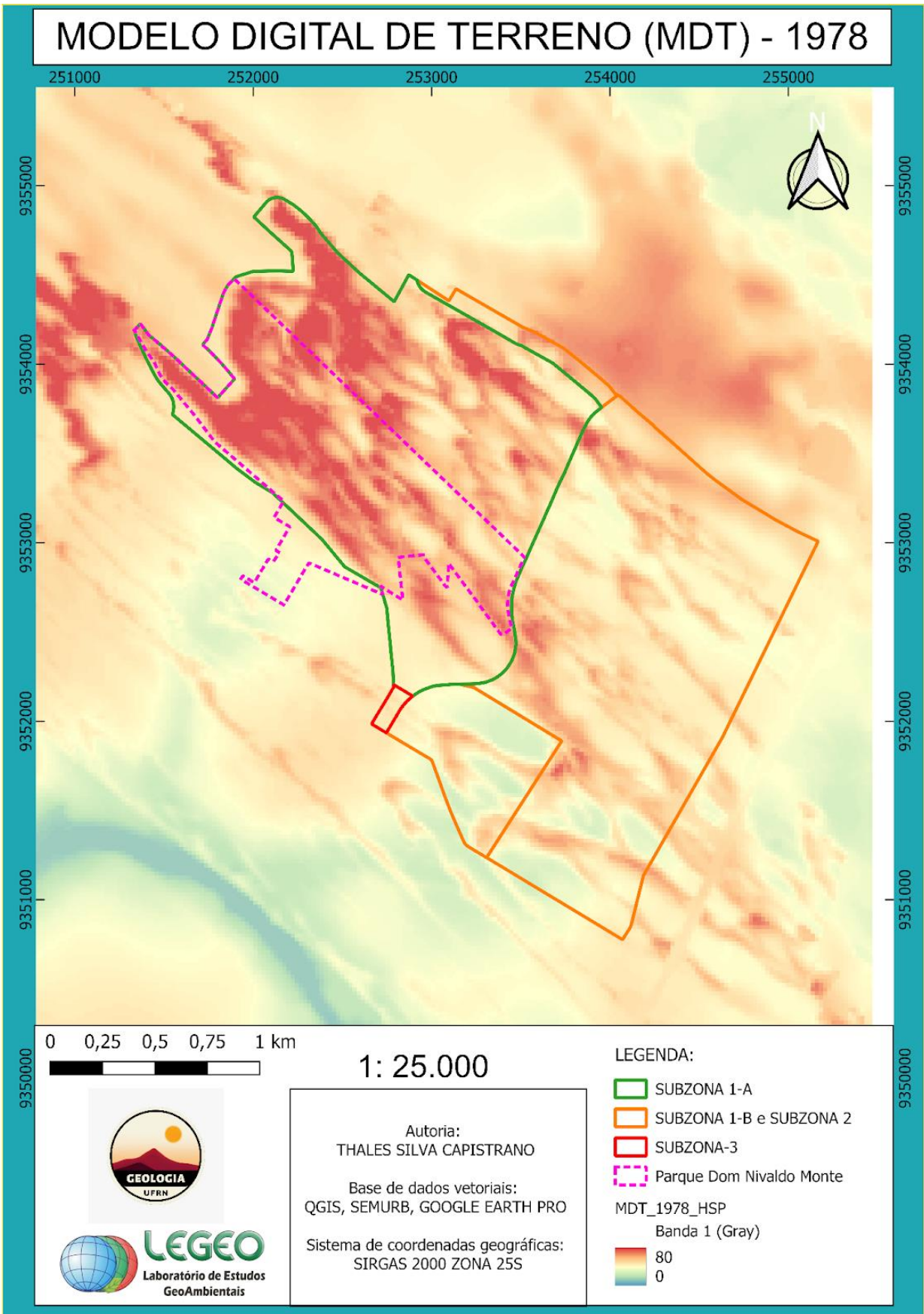


Figura 5.4 - Modelo Digital de Terreno (MDT) de 1978 da área de estudo.

É possível observar ainda os corredores interdunares bem definidos, tais quais as lagoas interdunares intermitentes (tons mais avermelhados e de padrão SE-SW) sobretudo na SZ1-B, onde possuem formato arredondado e cotas altimétricas menores (tons azulados). A área adensável possui em comparação a ZPA-01 menor altitude, mas carrega consigo as mesmas feições que definiram os limites da ZPA em escala sutilmente reduzida.

Conforme a fomentação de um MDT de 2015, figura 5.5, é possível afirmar que os locais que foram instituídas as políticas de preservação, principalmente a criação da ZPA-01 e sua zona de conservação permanente subzona 1-A sofreram alterações praticamente nulas. As zonas de uso restrito tiveram maior alteração sobretudo no relevo onde passaram por um processo de aplainamento, principalmente na subzona-2, atual conjunto SanValle.

Nos locais externos é ainda mais perceptível o aplainamento e diminuição das feições características de ambiente dunar, majoritariamente. Comprovando a necessidade e a importância da instituição de políticas de preservação, como a da ZPA para a cidade de Natal.

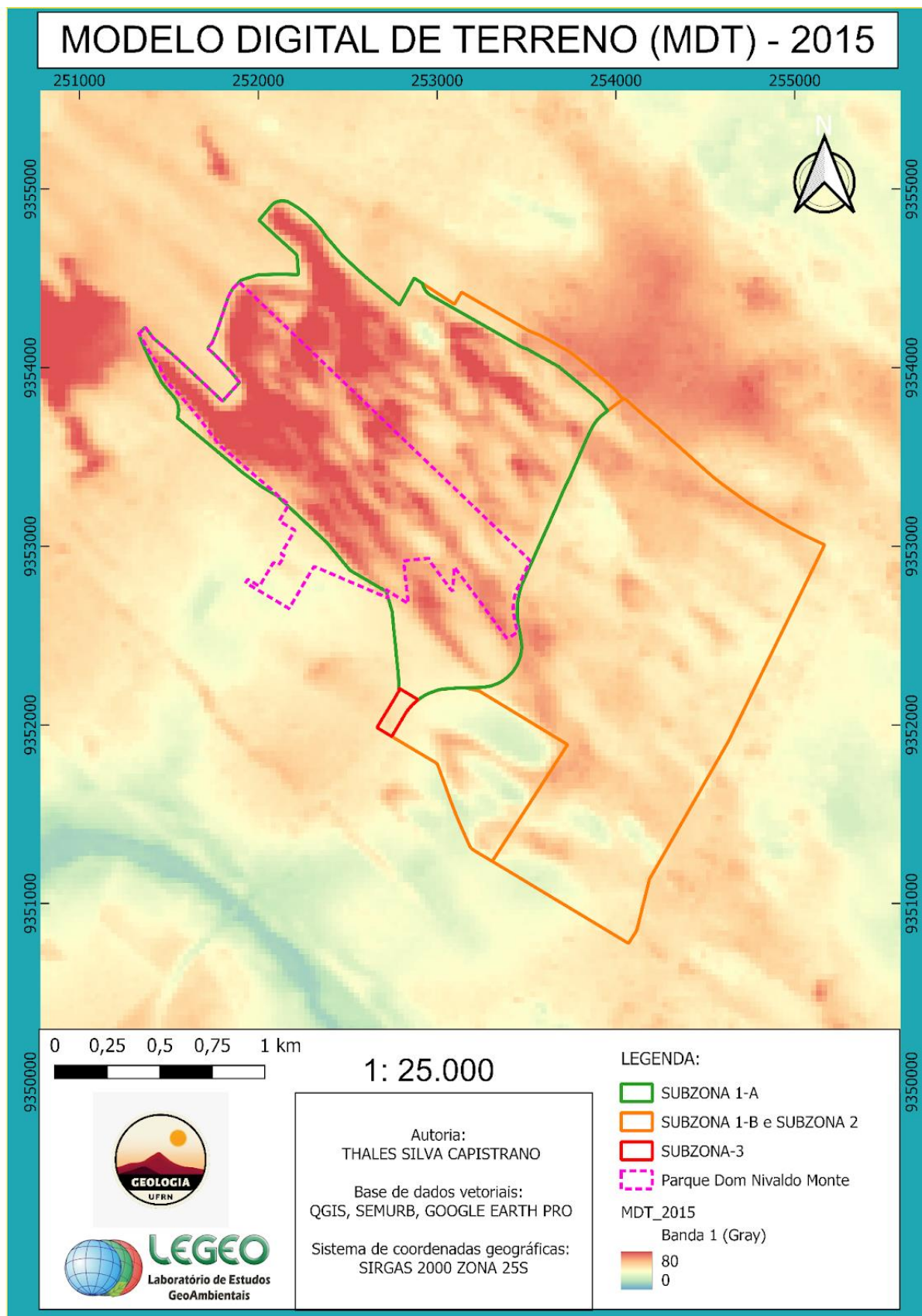


Figura 5.5 - Modelo Digital de Terreno (MDT) de 2015 da área de estudo.

5.3. MODELO GEOAMBIENTAL

Através de escala reduzida em 1:20.000 foi fomentado o Modelo Geoambiental de elementos: vegetação, dunas, área urbana e corpos hídricos. Somando a área total vetorizada pelo estudo é correspondente à 14,5km², a tabela 5.1. Mostra quanto cada componente contabiliza em km² a área de vetorização.

Componente	Área em Km ²	Porcentagem (%)
Urbe	8,88 km ²	61,3%
Feições Dunares	3,79 km ²	26,2%
Vegetação	1,33 km ²	9,1%
Lagoas	0,49 km ²	3,4%

Tabela 5.1 – Quantificação das feições do Modelo Geoambiental.

A base do modelo foram as feições observadas nos MDTs (1978 e 2015) e idas a campos, unidas a imagens satélite de precisão. Figura 5.6. Inference-se com o modelo, um padrão de alterações como a degradação de dunas, alteração de relevo, possíveis problemas de drenagem, esgotamento e redução de recarga do aquífero, devido ao aumento da impermeabilização do solo, visível pela mancha urbana que avança sobre os limites da ZPA gerando pressão no seu entorno como também internamente.

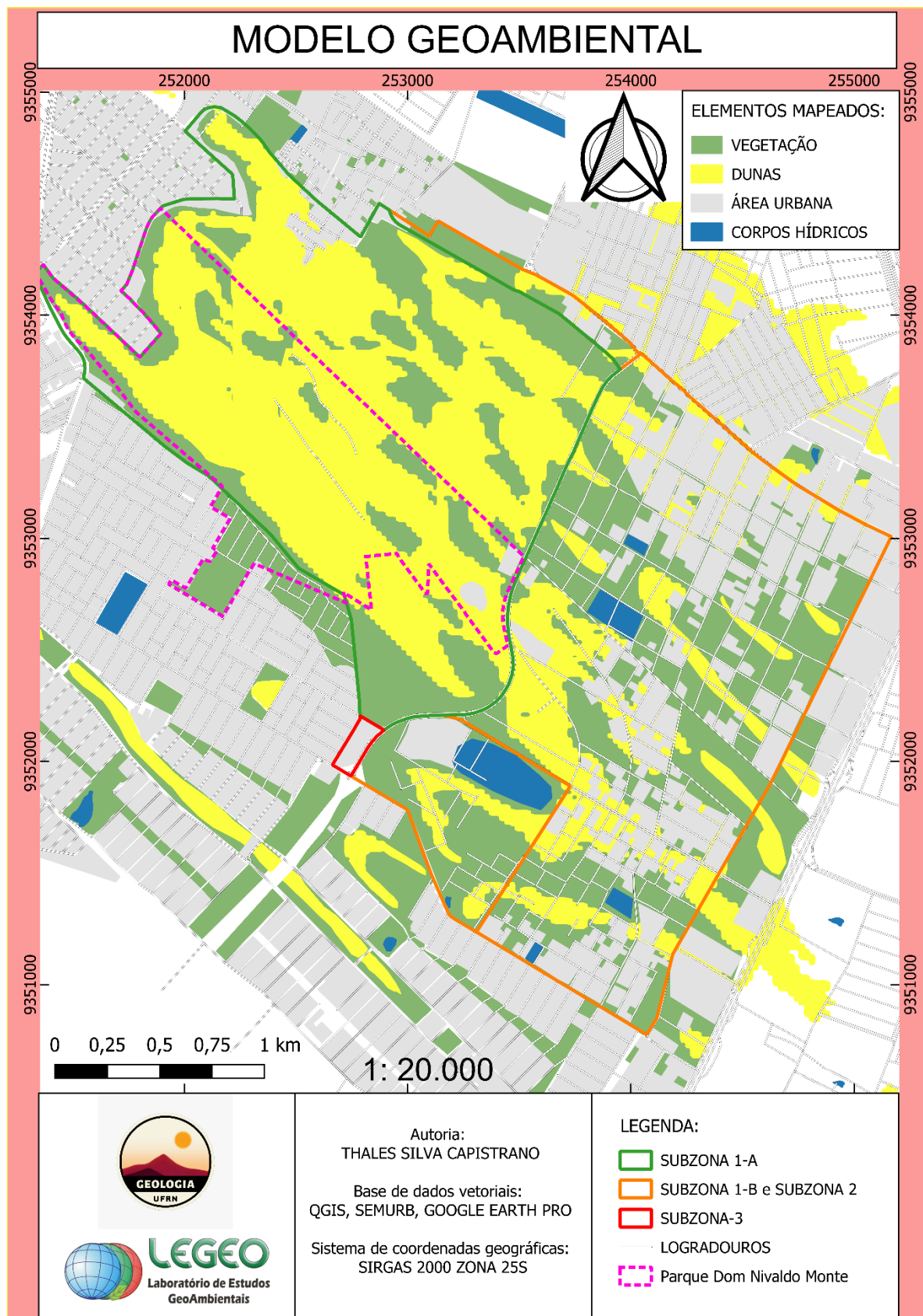


Figura 5.6 - Modelo Geoambiental.

5.4 PROPOSTA DE DPSIR

A proposta de DPSIR foi atribuída através do fluxograma abaixo. Figura 5.7. As Respostas – *Responses*, são atribuídas diretamente em cada item do “DPSI”.

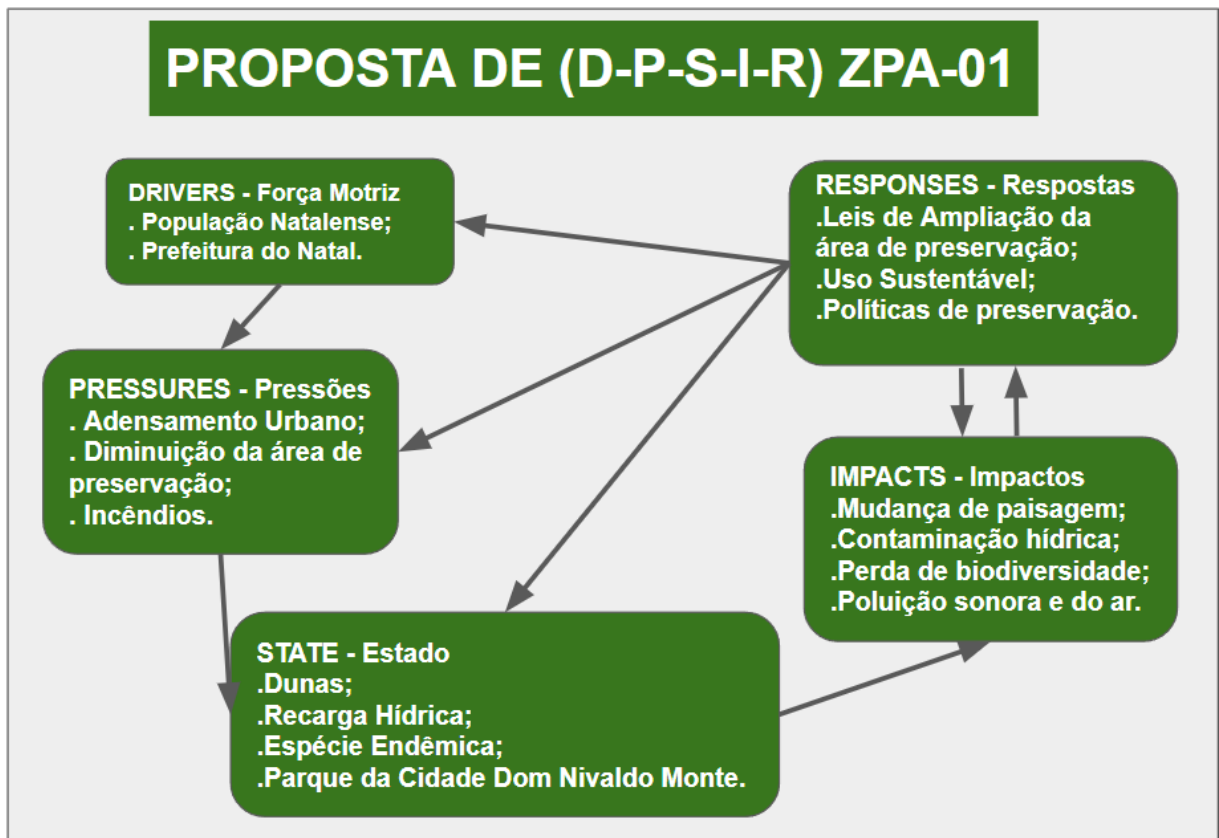


Figura 5.7 - Proposta de DPSIR para a ZPA-01.

5.4.1 DRIVERS - FORÇA MOTRIZ

5.4.1.1 POPULAÇÃO NATALENSE

De acordo com o último censo demográfico do IBGE 2022 a população Natalense é de cerca de 751.932, porém quando levamos em consideração a mancha urbana da região metropolitana chegamos a ainda mais considerável população de 1.647.414 de acordo com estimativa do IBGE em 2021.

Uma cidade deste porte exerce pressão no meio ambiente dela mesmo somente pelo seu tamanho e junto a todos os agentes poluentes que vêm junto

quando falamos de poluição sonora, do ar, do solo, visual, da água, dentre outras secundárias.

De todo modo a população é ainda agente operante e conservadora dos espaços verdes da cidade de protetores ambientais, através de grupos ambientalistas e pesquisas desenvolvidas através da academia, ela ainda fiscaliza o seu bem como meio de lazer e prática de esportes diversos.

5.4.1.2 PREFEITURA DO NATAL

O principal regulador e responsável pela ZPA-01, a Prefeitura do Natal, desempenha papel fundamental nas mudanças legais da área de estudo e sua continuidade como área de preservação permanente ou subzona de conservação ou de uso restrito.

Comumente com atualizações e mudanças no Plano Diretor do Município, a ZPA-01 é modificada e alterada como na última lei publicada em 2022. Estas alterações periódicas costumam alterar negativamente os locais preservados, ocasionando uma mudança significativa em sua área como disposto anteriormente no MDT. Figura 5.8.



Figura 5.8 - Construção do Novo Hospital de Natal da nova Subzona 3, onde até mudança no novo plano diretor, pertencia à subzona de conservação 1A, que impossibilitava construções em seus domínios.

5.4.2 PRESSURES - PRESSÕES

5.4.2.1 ADENSAMENTO URBANO

Por si só o crescimento urbano já causa consequências nas dinâmicas ambientais, porém, como a cidade do Natal encontra-se com áreas de adensamento praticamente nulas, a pressão atual é exercida nos locais de proteção ambiental majoritariamente em ambientes dunares e de mangues. Além disso, as construções de caráter inadequado de população de baixa renda afetam substancialmente a área, tal quais as nobres no conjunto SanValle. Figura 5.9.



Figura 5.9 - (A) Construção de casa em local inadequado nos limites da Subzona de conservação 1-A no bairro de Pitimbú, conjunto Cidade Satélite. (B) Rua não pavimentada e com dezenas de residências inseridas dentro da Subzona de Conservação 1-A no bairro de Cidade Nova, conjunto Nova Cidade. (C) Rua não pavimentada na Subzona de uso restrito 2 no bairro de Candelária. (D) Rua pavimentada inserida na subzona de conservação 1-A no bairro de Cidade Nova, conjunto Nova Cidade.

5.4.2.2. DIMINUIÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO

Com a mudança no plano diretor mais especificamente a da subzona de conservação que se tornou de uso restrito (subzona 3), houve uma diminuição no quantitativo de preservação da ZPA haja visto que na área pode ser construído desde que atenda aos critérios propostos, numa área que vista MDT possui duna e lagoa interdunar intermitente. A mudança foi uma diminuição de cerca de 25.086m². Figura 5.10.



Figura 5.10 - Mapa apresentando mudança da ZPA-01 com a instituição da Subzona 3.

5.4.2.3 INCÊNDIOS

Comumente incidentes de incêndios criminosos e não-ocasionados acontecem nas adjacências da área de estudo. Esta situação põe em risco a fauna e flora protegidas, assim como moradores dos bairros circunvizinhos. Figura 5.11.



Princípio de incêndio foi registrado no Parque da Cidade, em Natal — Foto: Divulgação/Semdes

Figura 5.11 - Guarda Municipal de Natal, divisão ambiental, contendo incêndio no Parque Municipal Dom Nivaldo Monte, Subzona 1-A. Disponível em:

<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/02/04/guardas-ambientais-e-bombeiros-controlam-principio-de-incendio-no-parque-da-cidade-em-natal.ghtml>

5.4.3 STATE - ESTADO

5.4.3.1 DUNAS

Principal feição geomorfológica da área, são as principais responsáveis pela preservação da área e criação do Parque Dom Nivaldo Monte. Figura 5.12.

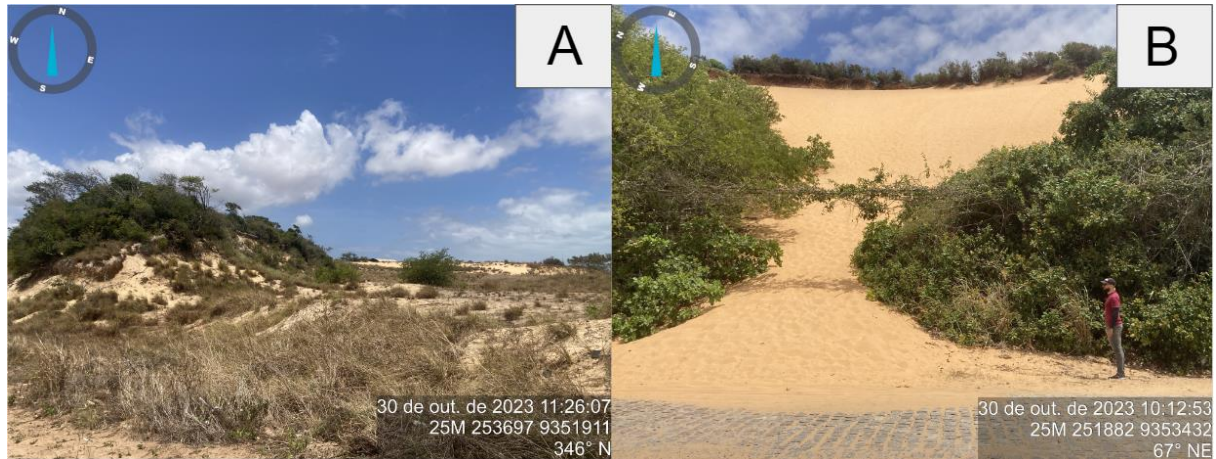


Figura 5.12 - (A) Corpo dunar vegetado e fixo na Subzona 2, bairro de Candelária, conjunto SanValle.
(B) Corpo dunar com superfície de deslizamento na Avenida Abreu Lima, bairro de Pitimbú.

Estas estão localizadas em toda extensão e entorno da ZPA-01 como recorte central da área do CDPP. O MDT abaixo, figura 5.13, unindo as curvas de nível de 1 metro, evidenciam ainda mais estas feições geomorfológicas em manutenção de suas características principais com alterações pontuais de relevo sobretudo no barlavento, onde suas cotas altimétricas são menores.

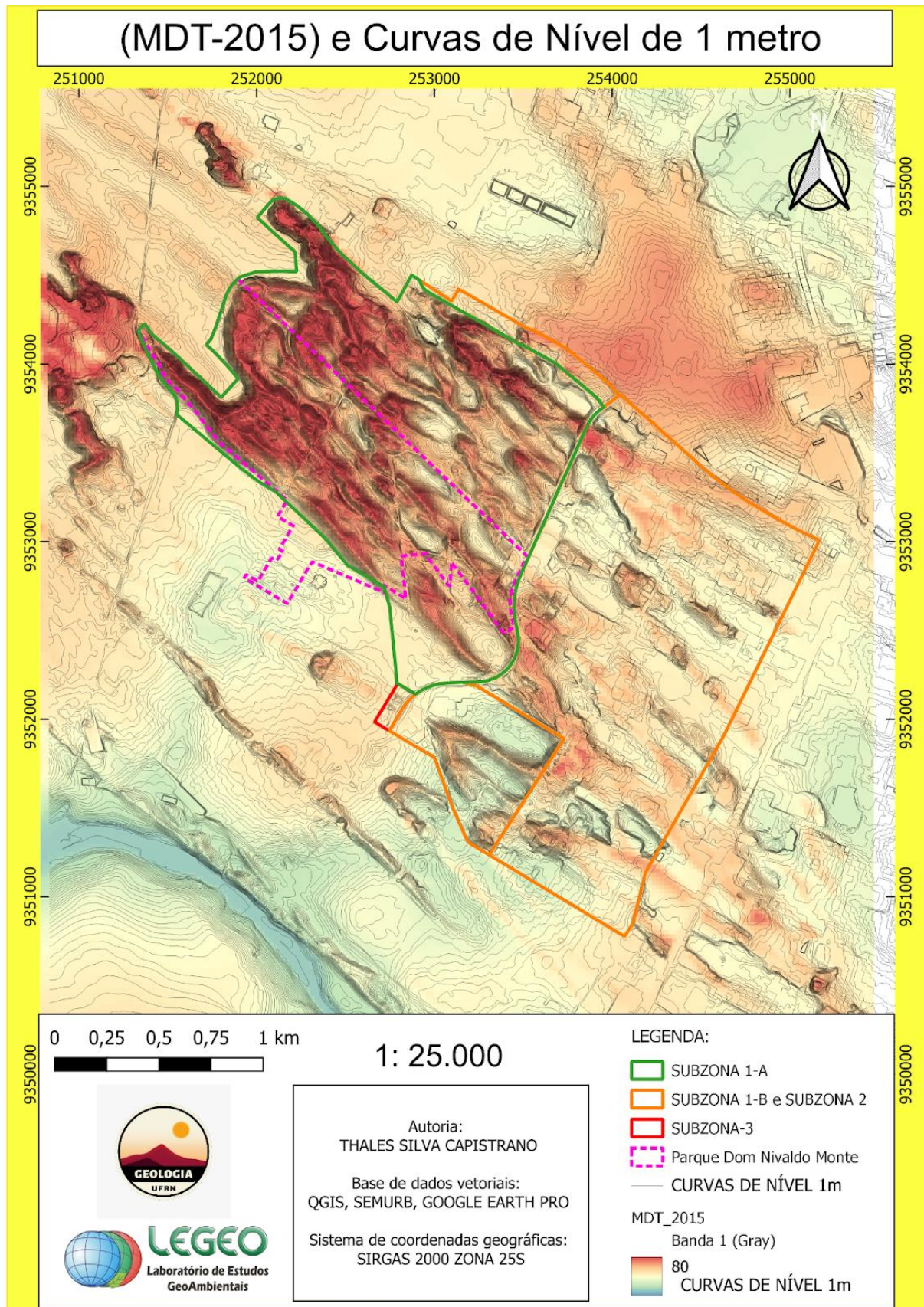


Figura 5.13 - MDT junto a mapa topográfico.

No entanto, é notório a conservação das inseridas sobre as subzonas de preservação 1-A e 1-B, em comparação com as da SZ-2 e externas à ZPA. Apesar de serem em totalidade dunas vegetadas ou parcialmente vegetadas, continuam desempenhando sobretudo funções de provisão para com o município de Natal em seus limites a sul do Rio Potengi.

5.4.3.2 RECARGA HÍDRICA

Segundo Melo (1995). Os campos de dunas na região de Natal e, especificamente, na ZPA-01, possuem papel importante como uma unidade hidráulica de recepção e transferência das águas de chuva, otimizando e garantindo a recarga permanente do aquífero Barreiras. A figura 5.14 evidencia a dinâmica de fluxo e comprova a área com pertencente a zona de recarga da zona sul e do município.

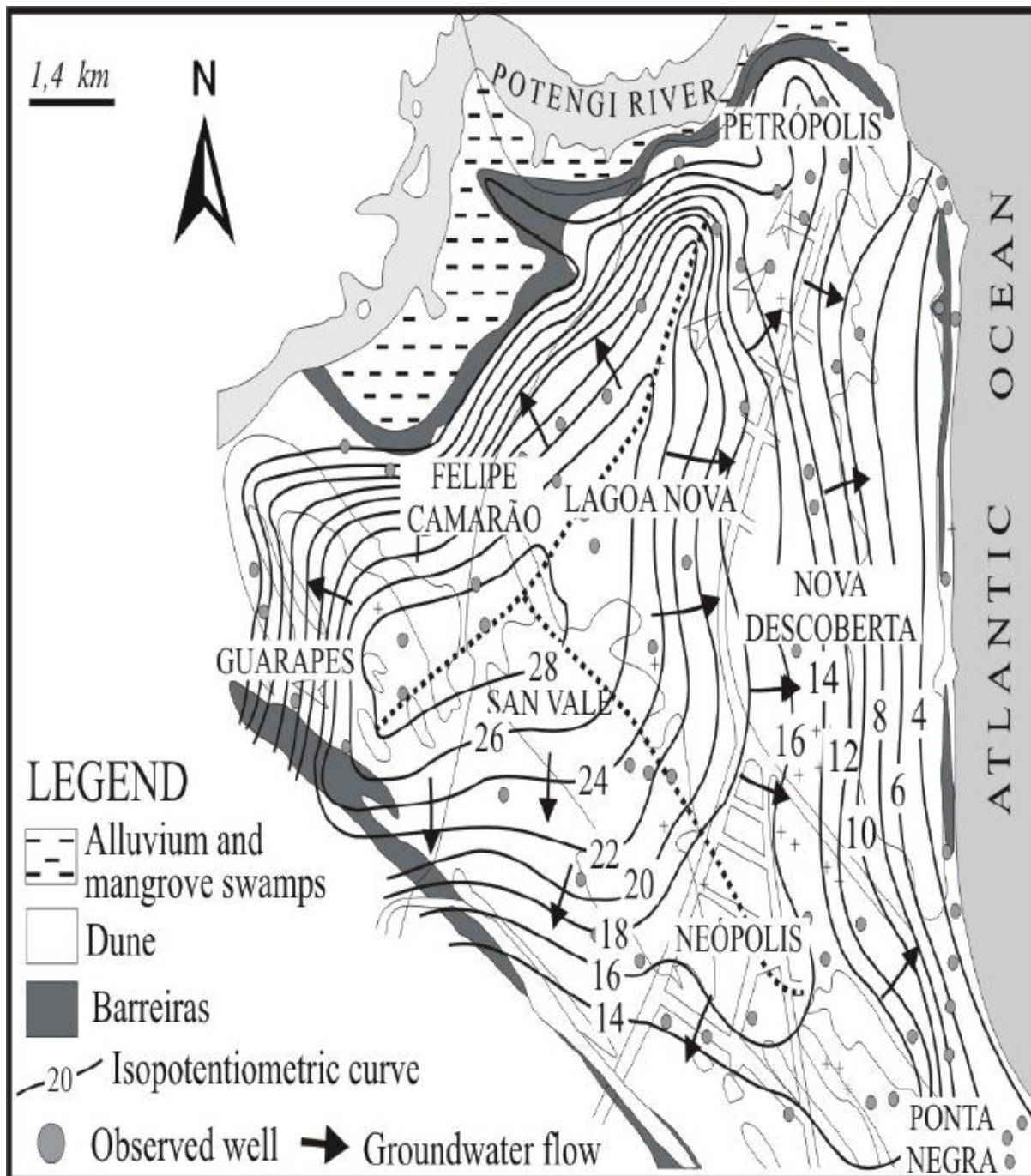


Figura 5.14 - Comportamento subterrâneo na Zona Sul de Natal. Melo (2001).

A área de estudo apresenta vários poços tubulares, nos limites da ZPA-01 são cerca de 17 poços e sendo destes onze na subzona 1-A e seis poços e na subzona 2, quando consideramos a área de estudo em escala de 1:25.000 totalizam-se 65 poços, sendo 48 em seu entorno e 17 inseridos nas subzonas 1-A e 2. Figura 5.15.

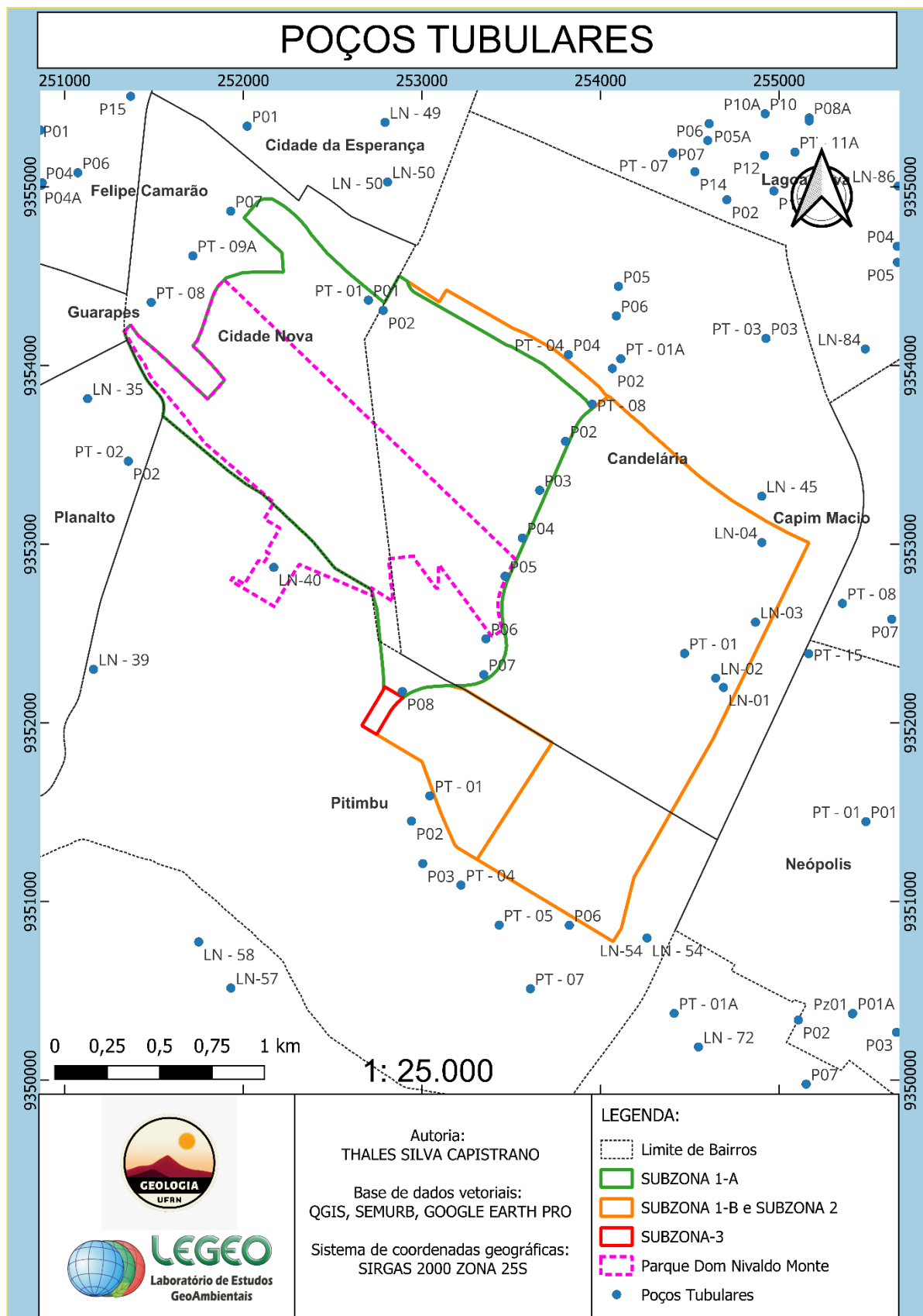


Figura 5.15 - Poços tubulares na área de estudo.

5.4.3.3 ESPÉCIE ENDÊMICA

Na região em debate, é encontrada uma espécie endêmica descrita por (SILVA, 2022). Figura 5.16.

“A dificuldade de inserção de comunidade local nas estratégias de conservação, é amplamente discutida, porém é ainda mais preocupante quando se refere a espécies de pequeno tamanho corporal e de coloração críptica. Levando em consideração que o lagarto-de-folhiço é uma espécie oficialmente ameaçada, endêmica de fragmentos da Mata atlântica potiguar, críptica e com pequeno tamanho corporal”. SILVA (2022).



Figura 5.16 - *Coleodactylus natalensis* Freire “Lagarto-de-folhiço” retirado de Silva (2022)

5.4.3.4 PARQUE DA CIDADE DOM NIVALDO MONTE

Inaugurado em O Parque Natural Municipal da Cidade do Natal Dom Nivaldo Monte (Parque da Cidade) é a primeira Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral do Município de Natal - RN, criada pelo Decreto Municipal nº 8.078/06 e ampliada pelos Decretos nº 8.608/08 e nº 11.446/2017. Integra o Sistema Nacional de

Unidades de Conservação (SNUC), no grupo de UC de proteção integral, na categoria Parque Nacional conforme o Decreto Municipal nº 9.481, de 25 de agosto de 2011. Figura 5.17.



Figura 5.17 - Eclipse Solar leva milhares de pessoas ao Parque da Cidade em outubro de 2023.
Disponível em:

<https://www.natal.rn.gov.br/news/post2/39833#:~:text=O%20Parque%20da%20Cidade%20Dom,durante%20o%20C3%A1pice%20do%20eclipse.>

5.4.4 IMPACTS - IMPACTOS

5.4.4.1 MUDANÇA DE PAISAGEM

As mudanças de evolução urbana trouxeram impactos significativos nos aspectos paisagísticos e contemplativos do local, explicitamente, deixaram ou diminuíram a contemplação de feições como a visualização de alguns pontos ao mar, ao parque das dunas. Figura 5.18.



Figura 5.18 - Duna no bairro de Cidade Nova, pertencente a subzona 1-A e cidade ao fundo, alterando componente paisagístico, atrás dos prédios é possível visualizar o Parque das Dunas.

Moradores mais antigos do bairro de Cidade Nova, mais especificamente do conjunto de nova cidade, evidenciaram que até os anos 90 ainda era possível observar diversos componentes naturais da cidade que iam desde o litoral mais meridional, até o estuário no rio Potengi.

5.4.4.2 CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Dada a importância da área, se faz necessário a melhor utilização possível do espaço a fim de evitar ao máximo a contaminação dos mananciais hídricos, sobretudo próximo dos locais de dunas, onde são reservatórios desses componentes, no entanto, são evidenciados diversos riscos associados à contaminação, além de contaminação atual. A figura 5.19 representa posto de combustível na área de estudo,

sabe-se que os tanques de armazenamento dos fluidos localizam-se subterrâneos, o que acarreta alta probabilidade de contaminação.



Figura 5.19 - Posto de combustível localizado entre a Subzona 1-A e remanescente dunar significativo no bairro de Cidade Nova.

Outro fator de contaminação trata-se dos depósitos de resíduos sólidos, sobretudo os que acarretam contaminação sanitária mais proeminente, como descartes hospitalares e fármacos, pelos quais, puderam ser observados em diversos pontos na área de estudo, conforme apresentado pela figura 5.20.



Figura 5.20 - Descartes hospitalares e fármacos na Subzona 1-A, que em escala maior, podem contaminar substancialmente a zona de recarga.

5.4.4.3 PERDA DE BIODIVERSIDADE

A ocorrência de espécie endêmica no local, assim como constantes desmatamentos e incêndios, põe em risco a biodiversidade na área de estudo. A inserção de espécies invasoras se faz em outra circunstância crucial para as alterações exponenciais que estão ocorrendo com esse tipo de flora e fauna característicos de ambientes dunares.

5.4.4.4 POLUIÇÃO E MALHA VIÁRIA

A poluição é um desafio significativo enfrentado por muitas cidades brasileiras, devido ao rápido crescimento urbano, aumento da densidade populacional, industrialização e aumento do tráfego de veículos. Os mais diversos tipos de poluição têm impactos negativos na saúde humana, bem-estar e qualidade de vida. Afetam os

ecossistemas e podem alterar a dinâmica das superfícies dunares existentes. A malha viária do município perfaz quase todo o limite da ZPA. Figura 5.21.



Figura 5.21 - Superfície dunar adentrando a Avenida dos Xavantes, na subzona 1-B, bairro de Pitimbú, veículo perfaz o percurso no momento da imagem.

A poluição através de despejo de lixos perfaz todo o ambiente, o que além de ser um dos vetores da contaminação hídrica, é o principal motivador de alagamentos, tendo em vista que pode atrapalhar o escoamento de águas superficiais, apesar de ser ambiente predominantemente dunar. Figura 5.22.



Figura 5.22 - Resíduos sólidos dispostos no interior da subzona 1-A.

5.4.5 RESPONSES - RESPOSTAS

5.4.5.1 USO SUSTENTÁVEL

O uso sustentável de equipamentos públicos pode vir como um fator atrelado a diminuição das perdas, especialmente para resolução dos impactos (I) e sustentação do estado (S), conforme a figura 5.23. Ora, uma vez que o espaço é utilizado como ambiente lúdico e de uso consciente, os cuidados passam a ser feitos de forma instantânea pela população, na qual, decide cuidar e proteger dos seus equipamentos, para prolongar o uso e mantê-los.



Figura 5.23 - Utilização do espaço com uso sustentável e lúdico na Subzona 1-A, é possível verificar a placa da prefeitura indicando o acesso restrito, por se tratar de área de conservação.

O Parque da Cidade - Dom Nivaldo Monte. Dispõe de trilhas, museu, biblioteca, pistas de ciclismo e caminhada, além de bebedouros de água potável e constante hospedeiro de eventos e atividades recreativas relacionadas ao meio ambiente e preservação. Sendo um exemplo positivo ao que deve ser feito em ambientes de parques urbanos, porém, a área dispõe de potencial ampliação destes espaços, o que certamente acarretaria em maior preservação através do uso sustentável.

5.4.5.2 POLÍTICAS DE PRESERVAÇÃO

De acordo com a Semurb (2017) adota-se como definição de duna os seguintes parâmetros: São unidades geomorfológicas constituídas de areias e naturalmente de origem eólica, representando feições onduladas com declividade mínima de 6° (seis graus) na sua base, cuja altimetria se destaca no relevo em relação ao entorno imediato, coberta ou não por vegetação.

Baseado nisso foi feito um mapa de declividade em 6° para a melhor visualização destas feições com base ao dado do MDT de 1978. Figura 5.24. Observa-se bem definidos os padrões dunares internos e externos em consonância.

A otimização e recuperação da recarga hídrica, junto a redução da contaminação do aquífero dunas-barreiras, através de projetos de coleta e tratamento de esgotos, drenagem e infiltração de águas pluviais, são indispensáveis para a área de estudo.

Monitoramento espaço-temporal das superfícies dunares e lagoas, além de monitoramento qualitativo e quantitativo da qualidade da água, através de poços tubulares. São políticas importantes junto ao reflorestamento de áreas vegetadas degradadas e recuperação de corpos dunares.

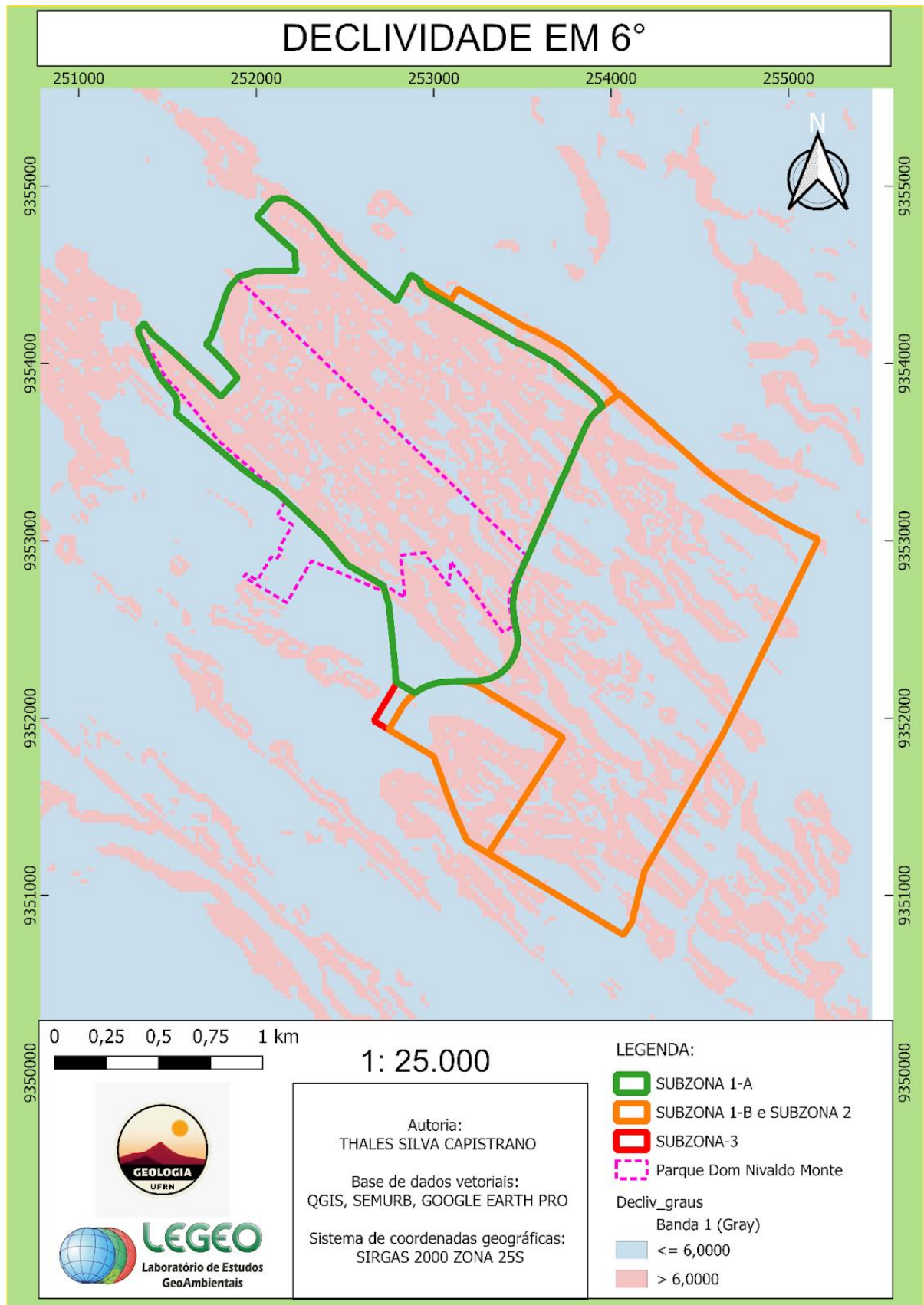


Figura 5.24 - Mapa de declividade em 6° conforme trata a SEMURB em Remanescentes dunares (2017).

5.4.5.3. LEIS DE AMPLIAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO

A principal proposta a qual esse trabalho propõe é a fomentação de um plano de ampliação da ZPA-01 com critérios de uso restrito e preservação, além de zona de amortecimento a fim de obter-se o retorno das funções ambientais iniciais que podem ser vistas em 1978. De modo a evitar conflitos iniciados por (D) Força motriz; para a resolução de (P) Pressões; consequente manutenção do (S) Estado; e atenuação de (I) Impactos. Perfazendo o modelo DPSIR. Essa proposta deve ser indexada pela prefeitura do Natal através de lei complementar de plano diretor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integralização dos resultados principais do MDT (1978 e 2015), Modelo Geoambiental e DPSIR, possibilitaram a delimitação das principais feições estudadas (vegetação, dunas, área urbana e corpos hídricos), suas dinâmicas e relações de causa e efeito. Constata-se a necessidade do tratamento da área com amparo ambiental legal e restritivo.

Destaca-se também a importância do Parque da Cidade como local essencial de preservação e uso sustentável. Além disso, a necessidade de aumento da área da ZPA -01 sobretudo com subáreas de preservação, tal qual, a subzona 1-A. Ainda também a carência de incremento de seu entorno uma zona de amortecimento, com a finalidade eliminar o processo gradual de fragilidade de suas bordas.

Estas práticas devem ser consideradas em futuros planejamentos urbanos para Natal, e trabalhos científicos que englobam os temas propostos, sobretudo em geologia urbana e diversas temáticas ambientais.

Proporcionar uma cidade com um meio ambiente cuidado e protegido é proporcional a qualidade de vida de seus habitantes, é poder respirar um ar mais puro e beber uma água mais limpa em Natal, cidade que carrega consigo a ventura de possuir características únicas para uma urbe de seu porte.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. F.; DINIZ FILHO, J. B.; FONSECA, V. P. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA CIDADE DE NATAL: ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS. ESTUDOS GEOLÓGICOS: v. 15,p. 102-113, dez./2005.

AMARAL, Ricardo Farias do; DINIZ FILHO, José Braz; FONSECA, Vanildo Pereira da. 2005. Análise de Aspectos Geoambientais da Cidade do Natal, com ênfase à Região de Lagoinha (ZPA 05). Estudos Geológicos, Recife, UFPE, v. 15, n. 1, 2005.

BRASIL. 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico. 292 p.

BRASIL. Tribunal Regional Federal da 5ª Região. Apelação Cível n. 383688. Relator: Desembargador Federal, Élio Wanderley de Siqueira Filho. Diário de Justiça Eletrônico, 1º fev. 2007.

CICARELLI, D. *et al.* Development of a coastal dune vulnerability index for Mediterranean ecosystems: A useful tool for coastal managers? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, n. 187, p. 84-95, 2017.

COSTA, Joseane Dunga. Evolução espaço-temporal da ocupação urbana sobre áreas naturais no município de Natal-RN. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

COSTA, Joseane Dunga; AMARAL, Ricardo Farias; ARAÚJO, Paulo Victor do Nascimento. Evolução Espaço-Temporal da Ocupação Urbana Sobre Áreas Naturais em Ambientes Costeiros. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [s. l.], v. 14, n. 4, 2021.

FONSECA, Vanildo Pereira da et al. Folha Natal SB.25-V-C-V: carta geológica - escala 1:100.000. Natal: CPRM; UFRN, 2012. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.

FRANÇA, Wagner. ZONEAMENTO AMBIENTAL DE NATAL: Conheça a ZPA-01 e suas riquezas naturais. Parque da cidade: em revista, Natal, v. 1, n. 1, p. 12-18, dez./2005.

GARCIA-LOZANO, C.; PINTÓ, J. Current status and future restoration of coastal dune systems on the Catalan shoreline (Spain, NW Mediterranean Sea). *Journal of Coastal Conservation*, n. 22, p. 519–532, 2018.

GIUPPONI, C. From the DPSIR reporting framework to a system for a dynamic and integrated decision making process. In: MULINO CONFERENCE ON EUROPEAN POLICY AND TOLS FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT, 2002, Venice. Anais Eletrônico. Disponível em:<<http://siti.feem.it/mulino/dissemin/intcom/giuppon.pdf>>.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Planejamento do Estado do Rio Grande do Norte - SEPLAN-RN. Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte. Levantamento planimétrico e altimétrico da Região da Grande Natal. Escalas originais de 1:10.000 e 1:2.000. Natal: IDEC, 1978.

LANDIM NETO, Francisco Otávio. Aplicação do modelo DPSIR na bacia hidrográfica do Rio Guaribas, Ceará, Brasil: subsídios para gestão ambiental local. 2013. 173 f. Dissertação (mestrado em geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2013.

LISBOA, Carolina M. C. Aires. CAMPOS, Uilton Magno. SOUZA, Simon K. Silva de. Mapeamento e Caracterização dos Remanescentes de Dunas do Município De Natal – RN, Brasil. *REVSBAU*, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.64- 83, 2011.

LOPES, M. V. F; REMANESCENTES DE DUNAS EM NATAL: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE. 1. ed. Natal: Prefeitura municipal de Natal: Secretaria de arquitetura e urbanismo, 2017. p. 7- 214.

MARSHALL, Nelson. Os múltiplos empregos da ambiência costeira. In: VETTER, Richard (org.). *Oceanografia: a última fronteira*. São Paulo: Editora Cultrix, 1976.

MARTÍNEZ, M.; MAUN, M.; PSUTY, N. The fragility and conservation of the world's coastal dunes: geomorphological, ecological, and socioeconomic perspectives. In: MARTÍNEZ, M.L.;

PSUTY, N.P. (Ed.) Coastal dunes: ecology and conservation. Ecological Studies, 171. Heidelberg: Springer, 2004, p. 355-370.

MUÑOZ-VALLÉS, S.; CAMBROLLÉ, J. Successes and failures in the management of coastal dunes of SW Spain: Status analysis nine years after management decisions. Ecological Engineering, n. 71, p. 415–425, 2014.

MEDEIROS, Tásia Hortêncio de Lima. (2001). Evolução geomorfológica, descaracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal/RN. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 105p.

MELO, J.G. (1995). Impactos de Desenvolvimento Urbano nas Águas Subterrâneas de Natal/RN. São Paulo/SP. (Tese - Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 196p. (1995).

MELO, J. G. & Queiroz, M. (2001). The effects of urban development on the groundwater flow and its quality in Natal, RN, Brazil. In: New Approaches characterizing groundwater Flow. Balkema, Netherlands.

MELO, Marceu de. Classificação de dunas em áreas urbanas a partir do valor de relevância de suas funções ambientais - estudo empírico em Natal/RN / Marceu de Melo. - Natal, 2020. 180f.: il. color. Tese (doutorado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020. Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro.

MOREIRA, Melquisedec Medeiros. Mapeamento Geotécnico e Reconhecimento dos Recursos Hídricos e do Saneamento da Área Urbana do Município de Natal/RN: Subsídios para o Plano Diretor. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2002.

NATAL. Lei Complementar nº 082, de 21 de junho de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor de Natal e dá outras providências. Instrumentos de Ordenamento Urbano: DA POLÍTICA URBANA. Natal, RN, 2009. p. 405-459.

NATAL, Prefeitura Municipal do. 2008. Diagnóstico Ambiental da ZPA 1 – Natal. v.1, v.2. Natal, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo.

NATAL, Prefeitura de. Parque da Cidade recebe título da Unesco. 2019. Acesso em fevereiro de 2020. <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/especialpublicitario/prefeitura-do-natal/natal-a-nossa-cidade/noticia/2019/06/06/parque-da-cidade-recebe-titulo-da-unesco.ghnm>

NATAL (Município). 1994. Lei Complementar no 07, de 05 de agosto de 1994. Dispõe sobre o Plano Diretor de Natal e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Natal.

NATAL (Município). 1995. Lei no 4.664, de 31 de julho de 1995. Dispõe sobre o uso do solo, limites e prescrições urbanísticas da Zona de Proteção Ambiental – ZPA 01, do campo dunar existente nos bairros de Pitimbu, Candelária e Cidade Nova, no município do Natal. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 03 ago.

NOGUEIRA, A. M. B. O cenozóico continental na região de Natal-RN. Boletim do Departamento de Geologia, Natal, p.15-24, 1981.

PREFEITURA DO NATAL. Plano diretor. Disponível em: <https://natal.rn.gov.br/semurb/planodiretor/>.

PREFEITURA DO NATAL. Plano de Manejo. Disponível em: <https://www.natal.rn.gov.br/parquedacidade/paginas/ctd-760.html>.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Publicada no DOU nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO. Natal: Meu Bairro, Minha Cidade. 528 p. Natal. SEMURB, 2009.

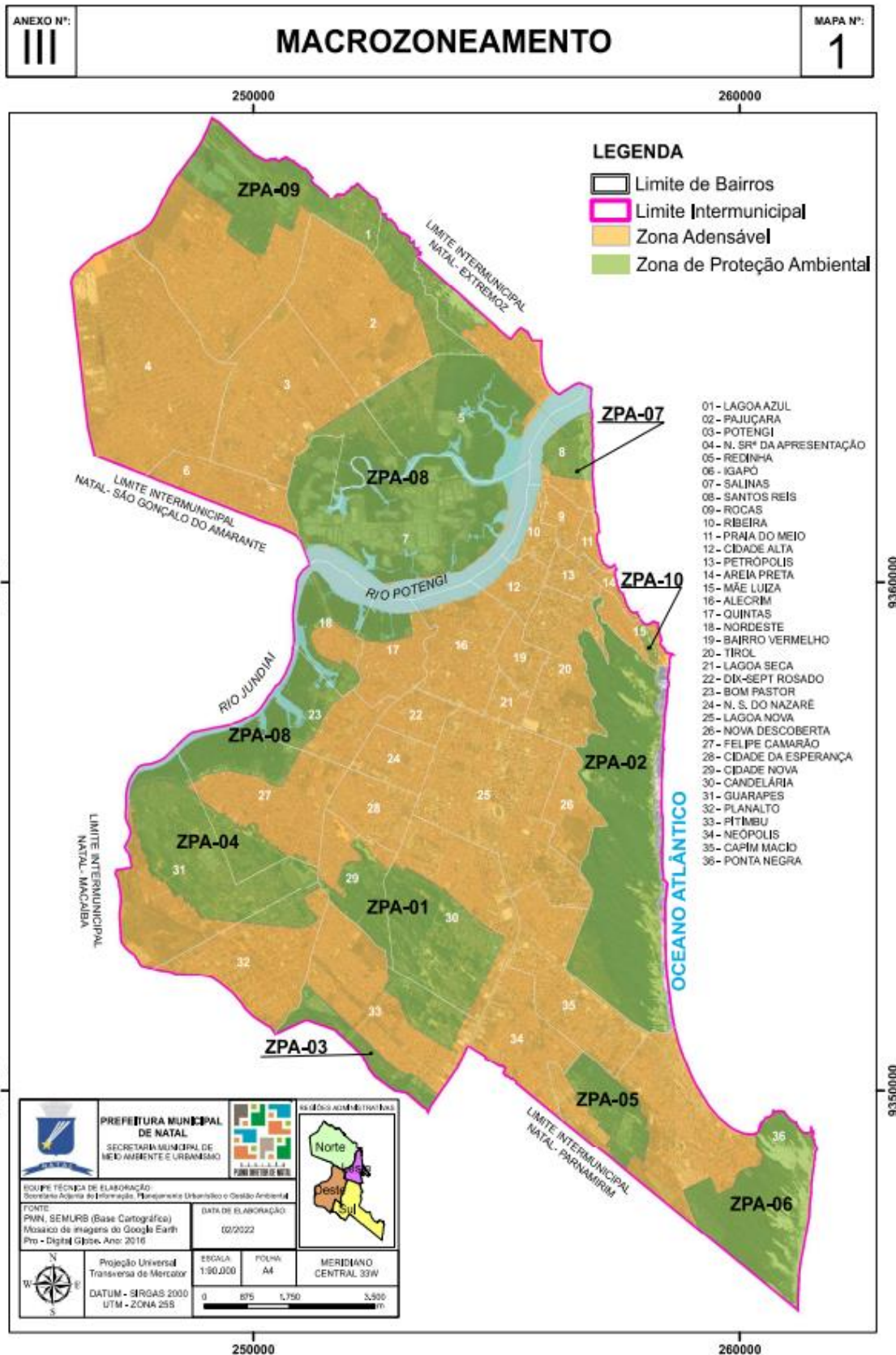
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO. Remanescentes de Dunas de Natal: Áreas de Preservação Permanente. Natal: SEMURB, 2017.

SILVA, Holda Ramos da. Conhecimento ecológico local e biologia reprodutiva do Lagarto-de-folhico *Coleodactylus natalensis* Freire, 1999, em área protegida da Mata Atlântica: subsídios à conservação desta espécie ameaçada. 2022. 87f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

TRENTIN, ROMÁRIO, 2007. Definição de unidades geoambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Itu no oeste do RS. 140 p. Dissertação de mestrado (Programa de pós-graduação em Geografia e Geociências) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, RS.

VEDOVELLO, R. Aplicações da Cartografia Geoambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: Anais, 2004.

8 ANEXOS



Novo macrozoneamento das ZPA's no Plano Diretor SEMURB (2022).



ZPA's no Plano Diretor. SEMURB (2022).



CAERN

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE

RELATÓRIO DE PERFURAÇÃO

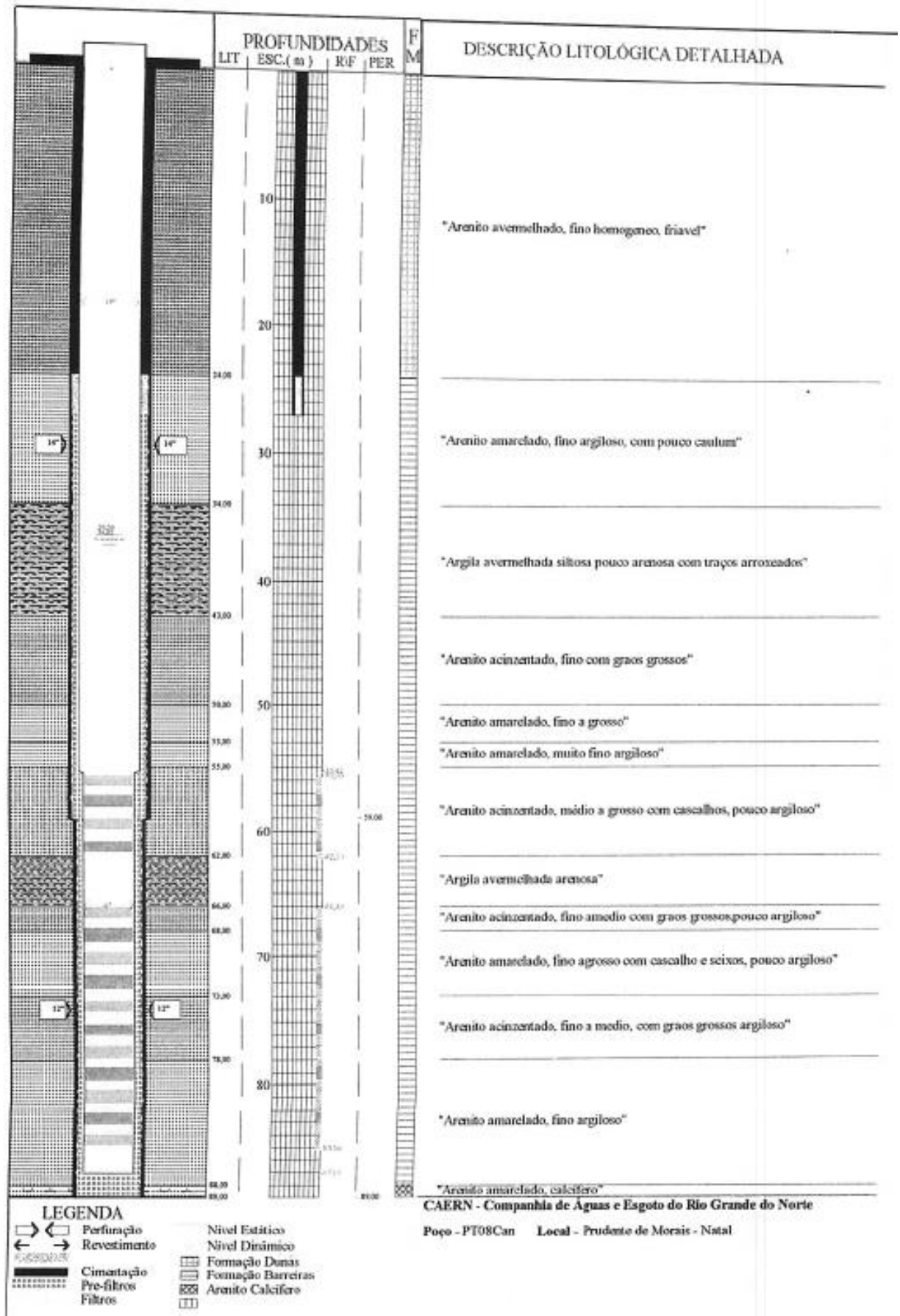
POÇO N°	: PT08Can	PROF.	: 89,00 m	IL/BOMB.	: 8:30
LOCAL	: Prudente de Moraes	N.E.	: 36,50 m	RECUPER.	:
MUNIC.	: Natal	N.D.	: 36,845 m	AQUÍFERO	: Semi-confinado
PROPRIET.	: CAERN	VAZÃO	: 12,857m³/h	ROCHAS	: Sedimentar

FOTO N°/ESCALA	:	FOTO ÍNDICE N°	:
MAPAS/ESCALA	:		
LOCAÇÃO	: CAERN		
PERFURAÇÃO	: Raimundo		
SONDADOR	: Raimundo		
PERFURATRIZ	: Juper		
INÍCIO DA PERE.	: 15/06/97	FINAL DA PERE.	: 9/07/97

COORDENADAS GEOG.	PERFURAÇÃO(m)		
	Ø	De	Até
X =	14"	0,00	59,00
Y =	12"	59,00	89,00
Z =	-	-	-
BP = 0 m	-	-	-
FILTROS(m)		COMPLETAÇÃO(pol)	
Ø	Quant. (m)	Ø	De
		10"	0,00
8"	25,38	8"	55,43
		-	-
		-	-

OBS: Condições de Exploração Recomendadas
 Q (m³/h)= 200 ND (m)=48 Crivo (m)= 54
 Nova Avaliação em 07/07/98
 Q (m³/h)= 150 ND (m)=44 Crivo (m)= 54 no máximo.

Total=	25,38
EQUIPAMENTO INSTALADO	
Bomba +05, 0, mod. +05	



Perfil litoestatigráfico do poço PT08Can, na avenida Prudente de Moraes (CAERN).