

PLANO

DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

N
A
T
A
L



Outubro de 2024



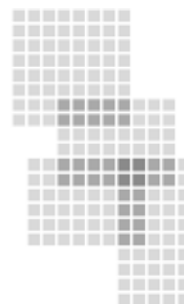
NATAL
PREFEITURA

SEMURB
SECRETARIA
MUNICIPAL DO
MEIO AMBIENTE
E URBANISMO

PLANO

DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO
ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

N
A
T
A
L



Natal, outubro de 2024

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL

Álvaro Costa Dias
PREFEITO

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO

Thiago de Paula Nunes Mesquita
SECRETÁRIO

Eudja Maria Mafaldo Oliveira
SECRETÁRIA ADJUNTA DE INFORMAÇÃO, PLANEJAMENTO URBANÍSTICO E AMBIENTAL

Luiz Augusto da Silva Correia
DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO URBANÍSTICO E AMBIENTAL

Francisca Alves Neta de Mesquita
CHEFE DO SETOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICA ARBORIZAÇÃO E ÁREAS VERDES

ELABORAÇÃO TÉCNICA

Carlos Eduardo Pereira da Hora (Coordenador)
Ana Beatriz Targino Ribeiro (SMCA)
Carolina Maria Cardoso Aires Lisboa (SPUA)
Dalton de Carvalho Pereira Filho (DGP)
Fernando Antonio Carneiro de Medeiros (DGP)
Flávia Janiny Oliveira da Silva (SLOPR)
Gabriel Victor Silva do Nascimento (SMCA)
Gustavo Soares de Araújo (SMCA)
Jamila Lorena de Freitas Pereira Brasil (SPUA)
Mariana Almeida Gurgel de Azevedo (SMCA)
Maxsuel Bezerra do Nascimento (SMCA)
Thales Nunes Martins de Sá (SMCA)

COLABORADORES TÉCNICOS

Claudio Moises Santos e Silva (GEOMA/UFRN)
Ana Cláudia Leite de Medeiros Maia (SMCA)
Cynthia Firmino Aires (SPUA)
Helen Caroline Teixeira Almeida (DGP)
Janiara Ferreira de Araujo (DGP)
Maria Luíza Silva Furtado Rodrigues (DGP)

ESTAGIÁRIOS COLABORADORES

Aprile Mucedola Cinquini (SMCA)
Estefania de Lima Batista (SMCA)
Itauan Dayvison Gomes de Medeiros (SMCA)
João Ikaro Alves de Moura Sá (SMCA)
Maxelane Melo da Silva Júnior (DGP)
Poliane Evangelista de Souza (SMCA)
Samuel Amorim Silva (SMCA)
Thiago Santoro Baptista da Silva (SMCA)
Vitor Lucas Araujo Alves de Oliveira (SMCA)

Catálogo de Publicação na Fonte.

A185
Plano Municipal de Mudanças Climáticas - Natal [recurso eletrônico] /
Prefeitura do Natal, Secretaria Municipal do Meio Ambiente. – Natal:
Semurb, 2024 -
v.

1. Climatologia - Natal (RN). 2. Diagnóstico. 3. Meio ambiente –
Proteção. I. Hora, Carlos Eduardo Pereira da. II. Ribeiro, Ana Beatriz
Targino. III. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. IV.
Título.

CDU:311(813.2)

APRESENTAÇÃO

A Administração Pública no exercício de suas funções, enfrenta o constante desafio de entender e equilibrar os interesses dos diversos segmentos da sociedade criando possibilidades que façam com que a cidade se desenvolva de maneira saudável para os cidadãos de hoje, tendo em vista as futuras gerações. Assim, torna-se essencial a atuação planejada da gestão pública municipal, que deve considerar todo um conjunto de ações integradas, baseadas na gestão democrática, inteligente e na justiça social que possam garantir o desenvolvimento da cidade e o uso sustentável do meio ambiente, sem perder de vista a importância da economia como um dos pilares da sustentabilidade tão almejada.

Diante da complexidade deste processo, para uma gestão eficiente dos recursos envolvidos, é preciso conhecer a dinâmica do espaço em que se vive, para que se possa planejar e empreender ações no tempo, com o foco constante na melhoria da qualidade de vida. Segundo o Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Natal é de 751.300 habitantes, ocupando assim a 18ª posição entre as capitais do Brasil. Por outro lado, segundo o Observatório do Clima, conforme o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) em 2022, as emissões totais de Gás Carbônico atingiram a marca de 1.113.352 toneladas, o que coloca o Município de Natal na 21ª posição entre as capitais.

Entendemos que é possível e muito necessário melhorar ainda mais e reduzir significativamente as emissões dos gases do efeito estufa. Os primeiros passos com relação a este objetivo já foram trilhados, quando foram incorporados ao nosso Plano Diretor de 2022 instrumentos que apoiam e impulsionam as ações relacionadas às mudanças climáticas, como o Plano Municipal para Mudanças Climáticas, que estabelece diretrizes e metas para a elaboração e execução de políticas nessa área. Além deste, outros instrumentos importantes também foram instituídos, como o Sistema de Espaço Livres e Áreas verdes, que tem como objetivo assegurar a conservação e recuperação dos serviços ambientais e ecossistêmicos prestado pelos espaços que compõe esse sistema, em especial aqueles relacionados à segurança hídrica, biodiversidade, proteção do solo e regulação climática. Também neste sentido, em nível institucional, a SEMURB integrou ao seu novo organograma o Setor de Mudanças Climáticas, arborização e Áreas Verdes cuja atribuição primeira é elaborar estudos, planos e ações ambientais nas áreas de Mudanças Climáticas, Arborização, Áreas Verdes e espaços públicos.

Por fim, como outro produto concreto deste processo de atenção às questões climáticas do município, temos a publicação do Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. O plano traz detalhes sobre os aspectos históricos de Natal, sua dinâmica populacional, meio ambiente, climatologia, região costeira e estuarina, sistema de espaços livres e áreas verdes, ações de governança de implementação, governança climática, além do inventário de gases do efeito estufa e por último mitigação e adaptação que contempla projetos como o Planta Natal, mudanças climáticas nas escolas, monitoramento hidrológico e climático, sala de monitoramento e conforto térmico. Esta nova produção e divulgação de informações é o prosseguimento do desejo de avançar cada vez mais na melhoria do ambiente em que vivemos.

Thiago de Paula Nunes Mesquita

Secretário Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fortaleza dos Reis Magos. Marco inicial da colonização portuguesa na Capitania do Rio Grande.....	37
Figura 2: Igreja Matriz de Nossa Senhora da Apresentação. Sua origem remonta ao período da fundação de Natal.....	38
Figura 3: Planta baixa da cidade. Delimitação correspondente ao antigo perímetro urbano de Natal.....	39
Figura 4: Santa Cruz da Bica. Cruzeiro situado no antigo limite sul da cidade.....	39
Figura 5: Vista aérea da cidade. Delimitação do antigo perímetro urbano de Natal, quando da sua formação, a partir de 1599.....	40
Figura 6: Praça das Mães (antigo Square Pedro Velho). Corresponde ao antigo limite norte da cidade.....	40
Figura 7: Prédio do antigo Palácio do Governo. Localizado na atual Rua Chile, símbolo da importância adquirida pelo bairro Ribeira no contexto do século XIX.....	41
Figura 8: Teatro Alberto Maranhão (antigo Teatro Carlos Gomes). Localizado no bairro Ribeira, sua inauguração ocorreu no início do século XX.....	41
Figura 9: Busto de Pedro Velho. Localizado na Praça Cívica, na Cidade Alta, exalta a República e a figura do homenageado, líder da oligarquia Albuquerque Maranhão na transição do século XIX para o XX.....	42
Figura 10: Atual Casa do Estudante. Prédio que, a partir de 1914, abrigou o Batalhão Policial Militar. Nesse local, em 1935, ocorreram intensos combates por ocasião do chamado Levante Comunista de Natal.....	43
Figura 11: Encontro entre Getúlio Vargas e Franklin D. Roosevelt. Ocorrido em Natal, em 1943, reuniu os presidentes do Brasil e dos Estados Unidos da América.....	44
Figura 12: Instalações vinculadas à campanha “De pé no chão também se aprende a ler”	44
Figura 13: Vista aérea da Cidade da Esperança. Primeiro conjunto habitacional construído em Natal.....	45
Figura 14: Visão parcial da Via Costeira. Realização do poder público essencial para o desenvolvimento da atividade turística no litoral de Natal.....	47
Figura 15: Dados populacionais do censo de 1970 até 2022.....	51
Figura 16: Cidade de Natal e delimitações anteriores.....	52
Figura 17: Expansão urbana de Natal: 1920-1990.....	52
Figura 18: Master Plan (1901-1904).....	53
Figura 19: Plano Geral de Sistematização-1929.....	53
Figura 20: Plano de Expansão de Natal-1935.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 21: Plano Urbanístico e de Desenvolvimento de Natal – 1968.....	55
Figura 22: Zoneamento de Natal no Plano Diretor de Natal – 1974.....	56
Figura 23: Plano Diretor Físico-Territorial do Natal – Macrozoneamento – 1984.....	57
Figura 24: Zoneamento de Natal no Plano Diretor de Natal – 2007.....	58
Figura 25: Mapa do Plano Diretor Físico-Territorial do Natal – Macrozoneamento – 2022.....	59
Figura 26: Pirâmide etária da população de Natal.....	63
Figura 27: Distribuição da população por sexo no município de Natal.....	63
Figura 28: Distribuição da população por cor ou raça no município de Natal.....	64
Figura 29: Distribuição dos tipos de domicílios no município de Natal - RN.....	64
Figura 30: Localização de Natal no Rio Grande do Norte e no Brasil.....	67
Figura 31: Mapa da Geomorfologia.....	68
Figura 32: Pontos de coleta de dados do Sistema NASA/SHADOZ (Southern Hemisphere Additional Ozonesondes).....	69
Figura 33: Lançamento de balão com instrumentos de coleta de dados (A e B). Espectrofotômetros de Brewer (C) e Dobson (D).....	70
Figura 34: Nível de Ozônio – Natal – médias anuais 1998-2022.....	71
Figura 35: Vista aérea do rio Potengi.....	72
Figura 36: Vista aérea da Lagoa do Jiqui.....	73
Figura 37: Vista aérea da Lagoa de Extremoz.....	74
Figura 38: Vista das dunas da ZPA-02 e Oceano Atlântico.....	74
Figura 39: Mapa de Hidrologia.....	76
Figura 40: Trecho da Mata Atlântica no Parque Estadual das Dunas.....	77
Figura 41: Trecho de Manguezal na Zona de Proteção Ambiental 08 (ZPA-08).....	78
Figura 42: Vista do Parque da Cidade e ZPA-01.....	81
Figura 43: Vista do Parque Estadual das Dunas (ZPA-02).....	82
Figura 44: Vista da APA de Jenipabu. Ao fundo, o Município de Natal.....	83
Figura 45: Mapa de Localização da APA de Genipabu.....	84
Figura 46: Temperatura (°C).....	88
Figura 47: Precipitação (mm).....	89
Figura 48: Vento (m/s).....	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 49: Umidade Relativa (%).....	90
Figura 50: Matriz de Correlação.....	90
Figura 51: Diferença de El Niño e La Niña.....	91
Figura 52: Climatologia de Natal das variáveis Precipitação (mm) e Temperatura (°C) com os anos de El Niño e La Niña forte no período de 30 anos (1994 - 2023).....	92
Figura 53: Climatologia de Natal das variáveis Umidade Relativa (%) e Temperatura (°C) com os anos de El Niño e La Niña forte no período de 30 anos (1994 - 2023).....	93
Figura 54: Climatologia de Natal das variáveis Vento (m/s) e temperatura (°C) com os anos de El Niño e La Niña forte no período de 30 anos (1994 - 2023).....	93
Figura 55: Funcionamento dos Raios Ultravioletas (UV).....	95
Figura 56: Índice de Raios Ultravioleta (UVI).....	97
Figura 57: Média do Índice de Radiação Ultravioleta (IUV) Horária.....	99
Figura 58: Média de Radiação Ultravioleta (UV) Mensal.....	100
Figura 59: Áreas com Potencial de Risco Natural Erosão e Movimento de Massa.....	105
Figura 60: Áreas com Potencial de Risco Natural Erosão e Erosão Costeira.....	106
Figura 61: Taxas médias anuais para os 21 perfis localizados ao longo da praia de Ponta Negra.....	108
Figura 62: Projeções com um Aumento de 0,20 m (Cenário Otimista) e com Aumento de 2,00 m (Cenário Pessimista) até 2050.....	118
Figura 63: Projeção Otimista 2030 - SSP1-1.9.....	119
Figura 64: Projeção Otimista 2050 - SSP1-1.9.....	119
Figura 65: Projeção Pessimista 2030 - SSP5-8.5.....	120
Figura 66: Projeção Pessimista 2050 - SSP5-8.5.....	120
Figura 67: Comparação de Cenários - SSP1-1.9 e SSP5-8.5.....	121
Figura 68: Vista da ZPA-08.....	125
Figura 69: Mapa dos Espaços Livres e Áreas Verdes.....	126
Figura 70: Áreas (Ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes de Natal por categorias.....	128
Figura 71: Áreas (Ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes de Natal por categorias e Regiões Administrativas.....	128
Figura 72: Áreas (Ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes de Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Norte.....	129
Figura 73: Áreas (Ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes de Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Sul.....	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 74: Distribuição dos Espaços Livres e Áreas Verdes de Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Leste.....	130
Figura 75: Áreas (Ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes de Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Oeste.....	131
Figura 76: Mapa da Divisão Instrumental dos Bairros para cálculo do AVB.....	133
Figura 77: Mapa da Área total de espaços livres e áreas verdes por bairro - 2022.....	139
Figura 78: Mapa dos Índices de espaços livres e áreas verdes por bairro (%) - 2022.....	140
Figura 79: Mapa do Índice de espaços livres e áreas verdes por habitante (m ² /hab) - 2022.....	141
Figura 80: Mapa da Projeção do Índice de espaços livres e áreas verdes por habitante (m ² /hab) - 2050.....	142
Figura 81: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Norte.....	143
Figura 82: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Sul.....	144
Figura 83: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Leste.....	145
Figura 84: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Oeste.....	146
Figura 85: AVB modificado calculado para as Regiões Administrativas do Município de Natal....	147
Figura 86: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) para a Região Administrativa Norte - 2022.....	148
Figura 87: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) para a Região Administrativa Sul - 2022.....	148
Figura 88: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) para a Região Administrativa Leste - 2022.....	149
Figura 89: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) para a Região Administrativa Oeste - 2022.....	149
Figura 90: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) para as Regiões Administrativas do Município de Natal - 2022.....	150
Figura 91: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) para os bairros de Natal - 2022.....	150
Figura 92: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) Comparação 2022 e 2050 para a Zona Administrativa Norte.....	151
Figura 93: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) Comparação 2022 e 2050 para a Região Administrativa Sul.....	152
Figura 94: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) Comparação 2022 e 2050 para a Região Administrativa Leste.....	152
Figura 95: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) Comparação 2022 e 2050 para a Região Administrativa Oeste.....	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 96: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m ² /hab) Comparação 2022 e 2050 para as Regiões Administrativas do Município de Natal – 2022.....	154
Figura 97: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Norte.....	158
Figura 98: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Sul.....	159
Figura 99: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Leste.....	160
Figura 100: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Oeste.....	161
Figura 101: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes no Município de Natal.....	162
Figura 102: Mapa do índice de vegetação da diferença normalizada da cidade do Natal a partir de imagens de satélite do dia 07/05/2024.....	164
Figura 103: Mapa da temperatura da superfície terrestre da cidade do Natal a partir de imagens de satélite do dia 07/05/2024.....	166
Figura 104: Áreas que prestam serviços ecossistêmicos em Natal/RN.....	168
Figura 105: UCs, Subzonas de preservação e Conservação em ZPAs Natal/RN.....	169
Figura 106: Áreas com potencial de prestar serviços ecossistêmicos em Natal/RN.....	170
Figura 107: Áreas que não prestam serviços ecossistêmicos em Natal/RN.....	171
Figura 108: Estrutura Organizacional da SEMURB (Regulamentada pelo Decreto nº. 12.341 de 15 de outubro de 2021.....	178
Figura 109: Distribuição e Geração de energia estacionária – Natal/2010 a 2023.....	182
Figura 110: Distribuição e Geração de energia estacionária – Natal/2010 a 2023.....	183
Figura 111: Energia Solar - Quantidade de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023.....	184
Figura 112: Energia Solar - Quantidade acumulada de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023.....	185
Figura 113: Energia Solar – Potência instalada (KWp) anualmente em Natal - 2015 a 2023.....	186
Figura 114: Energia Solar - Potência instalada acumulada em Natal - 2015 a 2023.....	186
Figura 115: Quantidade de Usinas e agentes de geração de energia segundo origem – Natal -1997 a 2023.....	188
Figura 116: Potência Outorgada para Usinas e agentes de geração de energia segundo origem – Natal -1997 a 2023.....	189
Figura 117: Quantidade de Veículos por Tipo – Natal - 2009 a 2023.....	191

LISTA DE FIGURAS

Figura 118: Frota Motorizada e População – Natal - 2009 a 2023.....	192
Figura 119: Índice de Motorização – Natal - 2009 a 2023.....	193
Figura 120: Indicadores Ambientais – Previsão de Aumento – Natal - 2015 a 2025.....	194
Figura 121: Distribuição de Combustível por Tipo – Natal - 2018 a 2023.....	195
Figura 122: Emissões Totais Líquidas de CO ₂ e GWP-AR5 (t) por tipo de combustível – Subsetor de Transporte – Natal 2007 a 2022.....	196
Figura 123: Consumo de Combustível Ferroviário – Natal – 2019 a 2023.....	198
Figura 124: Passageiros Transportados – Natal – 2019 a 2023.....	198
Figura 125: Resíduos Sólidos – Natal - 2005 a 2022.....	199
Figura 126: Supressão Vegetal (m ³) – Natal – 2018 a 2022.....	201
Figura 127: Gráfico de desempenho por ODS do Município de Natal.....	205
Figura 128: População atendida com serviço de água – Natal/2015 a 2022.....	206
Figura 129: Índice de perda de água – Natal/2015 a 2022.....	207
Figura 130: População atendida com esgotamento sanitário – Natal/2015 a 2022.....	207
Figura 131: Índice de tratamento de esgoto – Natal/2015 a 2022.....	208
Figura 132: Resíduos domiciliares per capita – Natal/2015 a 2022.....	208
Figura 133: População atendida com coleta seletiva – Natal/2015 a 2021.....	209
Figura 134: Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente – Natal/2015 a 2022.....	210
Figura 135: Emissões de CO ₂ e <i>per capita</i> - Natal/2015 a 2018.....	210
Figura 136: Percentual desflorestado - Natal/2017 a 2019.....	211
Figura 137: Mapa da Região Metropolitana de Natal.....	212
Figura 138: Emissões Líquidas de CO ₂ e GWP-AR5 por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022.....	222
Figura 139: Emissões Brutas de CO ₂ e GWP-AR5 por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022..	222
Figura 140: Emissões Brutas de CO ₂ e GWP-AR5 – Subsetor Agropecuária - Natal/1990 a 2022..	223
Figura 141: Emissões Brutas de CO ₂ e GWP-AR5 – Subsetor Energia - Natal/1990 a 2022.....	223
Figura 142: Emissões Brutas de CO ₂ e GWP-AR5 – Subsetor Resíduos - Natal/1990 a 2022.....	224
Figura 143: Emissões Brutas/Remoções de CO ₂ e GWP-AR5 – Subsetor Mudança de Uso da Terra - Natal/1990 a 2022.....	224
Figura 144: Remoções Brutas de CO ₂ e GWP-AR5 por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022.....	226

LISTA DE FIGURAS

Figura 145: Emissões de CO ₂ e GWP-AR5 <i>Per Capita</i> - Natal/2000 a 2019.....	227
Figura 146: Emissões de CO ₂ e GWP-AR5 - Natal/2000 a 2019.....	228
Figura 147: Emissões de CO ₂ e GWP-AR5 por unidade de área - Natal/2000 a 2019.....	228
Figura 148: Quantidade de Afetados por Desastres Climatológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	234
Figura 149: Prejuízo de Desastres Climatológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	234
Figura 150: Danos Humanos por categoria decorrentes de Desastres Hidrológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	235
Figura 151: Prejuízo de Desastres Hidrológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022...	236
Figura 152: Danos Humanos por categoria decorrentes de Desastres Meteorológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	237
Figura 153: Prejuízo de Desastres Meteorológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	238
Figura 154: Danos Humanos por categoria decorrentes de Outros Tipos de Desastres - Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	238
Figura 155: Prejuízo de Outros Tipos de Desastres - Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	239
Figura 156: Ocorrências de Desastres por grupo em Natal/1994 a 2022.....	239
Figura 157: Quantidade de instalações destruídas em Natal/1994 a 2022.....	240
Figura 158: Quantidade de instalações danificadas em Natal/1994 a 2022.....	240
Figura 159: Dano material por ano em Natal/1994 a 2022.....	241
Figura 160: Total de prejuízo público por categoria em Natal/1994 a 2022.....	241
Figura 161: Distribuição dos prejuízos privados por categoria em Natal/1994 a 2022.....	242
Figura 162: Ocorrências de Desastres por grupo – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	242
Figura 163: Danos Humanos nos desastres mais recorrentes – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	243
Figura 164: Quantidade de instalações afetadas na Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	243
Figura 165: Dano material e prejuízo por ano – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	244
Figura 166: Total de prejuízo público por categoria – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022.....	244
Figura 167: Distribuição dos prejuízos privados por categoria – Região Metropolitana de	

LISTA DE FIGURAS

Natal/1994 a 2022.....	245
Figura 168: Principais etapas metodológicas do SEEG.....	267
Figura 169: Princípios de contabilização e divulgação de emissões de GEE segundo o GPC.....	269
Figura 170: Setores, Subsetores e Níveis de reporte para elaboração de inventários de GEE.....	270
Figura 171: Comparação dos resultados gerados pela SEEG e CIRIS.....	287
Figura 172: Comparação dos resultados de Energia Estacionária gerados pela SEEG e CIRIS.....	288
Figura 173: Resultados de Transporte gerados pela CIRIS e SEEG.....	288
Figura 174: Comparação dos resultados de Resíduos gerados pela SEEG e CIRIS.....	289
Figura 175: Gráfico de Dispersão do TOTAL gerados pela SEEG e CIRIS.....	290
Figura 176: Gráfico de Dispersão do setor de Energia Estacionária gerados pela SEEG e CIRIS....	290
Figura 177: Gráfico de Dispersão do setor de Transporte gerados pela SEEG e CIRIS.....	291
Figura 178: Gráfico de Dispersão do setor de Resíduos gerados pela SEEG e CIRIS.....	291
Figura 179: Projeção de emissão de CO ₂ e no setor de Energia Estacionária no município do Natal.....	295
Figura 180: Projeção de emissão de CO ₂ e no setor de Resíduo no município do Natal.....	295
Figura 181: Projeção de emissão de CO ₂ e no setor de Transporte no município do Natal.....	296
Figura 182: Projeção total de emissão de CO ₂ e no município do Natal.....	297
Figura 183: Gráfico dos Cenários de Emissões Totais de GEE – Natal 2016 a 2050.....	305
Figura 184: Gráfico dos Cenários de Emissões de GEE, Setor Energia – Natal 2016 a 2050.....	309
Figura 185: Gráfico da Matriz modal da pesquisa Origem/Destino 2007 e projeções tendências com base em fenômenos nacionais da mobilidade.....	312
Figura 186 – Gráfico da Matriz modal da pesquisa Origem/Destino 2007 e projeções desejáveis com base em fenômenos nacionais da mobilidade.....	312
Figura 187 – Gráfico dos Cenários de Emissões de GEE, Setor Transportes – Natal 2016 a 2050.....	316
Figura 188 – Gráfico dos Cenários de Emissões de GEE, Setor Resíduos – Natal 2016 a 2050....	319
Figura 189: Mapa de Áreas verdes do Natal em situações 3 e 4.....	322
Figura 190: ZPAs, Unidades de Conservação, Áreas Verdes e temperatura.....	324
Figura 191: Mapa da vegetação e temperatura no município do Natal.....	325
Figura 192: Pluviômetro manual com suporte de 140-150 mm.....	328
Figura 193: Mapa das estações do INMET, CEMADEN, lagoas de captação e escolas que receberam os pluviômetros.....	329

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação do UVI.....	98
Quadro 2: Metodologias Utilizadas nas Projeções do Nível do Mar com Ferramentas da NASA.....	118
Quadro 3: Fatores de Emissões.....	273
Quadro 4: Potencial de Aquecimento Global Utilizado no Inventário.....	274
Quadro 5: Comparativo das metodologias SEEG e CIRIS.....	275
Quadro 6: Indicadores principais para avaliação da evolução da Mobilidade Urbana do Natal.....	311

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: População de Natal e dos 4 municípios de seu entorno (censo 2022 e censo 2010, publicados pelo IBGE).....	60
Tabela 02: Projeções populacionais pelo método logístico e o logístico ajustado para o período de 2022 até 2032 e 2050, no município de Natal – 2023.....	61
Tabela 03: Nível de Ozônio – Natal – médias anuais 1998-2022.....	70
Tabela 04: Áreas das ZPAs de Natal.....	80
Tabela 05: Dados da média anual de 30 anos (1994-2023).....	94
Tabela 06: Valores médios e máximos de altura de onda para os três períodos de campanhas.....	107
Tabela 07: Dados quantitativos (Áreas) de Espaços Livres e Áreas Verdes, conforme definições do PDN (Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022) das Zonas Norte e Zona Oeste.....	134
Tabela 08: Dados quantitativos (Áreas) de Espaços Livres e Áreas Verdes, conforme definições do PDN (Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022) das Zonas Sul e Leste.....	135
Tabela 09: Áreas dos Bairros, População, Espaços Livres e Áreas Verdes e respectivos índices das Zonas Norte e Zona Oeste.....	137
Tabela 10: Áreas dos Bairros, População, Espaços Livres e Áreas Verdes e respectivos índices das Zonas Sul e Zona Leste.....	138
Tabela 11: Área de Espaços Livres e Áreas Verdes da Zona Norte e Zona Oeste do Município do Natal.....	156
Tabela 12: Área de Espaços Livres e Áreas Verdes da Zona Sul e Zona Leste do Município do Natal.....	157
Tabela 13: Distribuição e Geração de energia estacionária - Natal/2010 a 2023.....	182
Tabela 14: Distribuição e Geração de energia estacionária conforme uso- Natal/2010 a 2023....	183
Tabela 15: Energia Solar - Quantidade de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023.....	184
Tabela 16: Energia Solar – Quantidade acumulada de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023.....	185
Tabela 17: Energia Solar – Potência instalada (KWp) anualmente em Natal - 2015 a 2023.....	185
Tabela 18: Energia Solar – Potência instalada acumulada em Natal - 2015 a 2023.....	186
Tabela 19: Usinas e agentes de geração de energia segundo origem – Natal -1997 a 2023.....	187
Tabela 20: Quantidade de Veículos por Tipo – Natal - 2009 a 2023.....	190
Tabela 21: Frota Motorizada, População e Índice de Motorização – Natal - 2009 a 2022.....	191

LISTA DE TABELAS

Tabela 22: Indicadores Ambientais – Previsão de Aumento – Natal - 2015 a 2025.....	193
Tabela 23: Distribuição de Combustível por tipo – Natal - 2018 a 2023.....	194
Tabela 24: Emissões Totais Líquidas de CO2e GWP-AR5 (t) por tipo de combustível – Subsetor de Transporte – Natal 2007 a 2022.....	196
Tabela 25: Consumo de Combustível Ferroviário – Natal - 2000 a 2023.....	197
Tabela 26: Resíduos Sólidos – Natal - 2005 a 2023.....	199
Tabela 27: Efluentes Líquidos nas ETEs – Natal - 2023.....	200
Tabela 28: Supressão Vegetal – Natal - 2018-2022.....	201
Tabela 29: População atendida com serviço de água - Natal/2015 a 2022.....	206
Tabela 30: Índice de perda de água - Natal/2015 a 2022.....	206
Tabela 31: População atendida com esgotamento sanitário - Natal/2015 a 2022.....	207
Tabela 32: Índice de tratamento de esgoto - Natal/2015 a 2022.....	208
Tabela 33: Resíduos domiciliares per capita - Natal/2015 a 2022.....	208
Tabela 34: População atendida com serviço de água - Natal/2015 a 2021.....	209
Tabela 35: Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente - Natal/2015 a 2022.....	209
Tabela 36: Emissões de CO2e per capita - Natal/2015 a 2019.....	210
Tabela 37: Percentual desflorestado - Natal/2017 a 2019.....	211
Tabela 38: População atendida com serviço de água – Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023.....	213
Tabela 39: Índice de perda de água - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023.....	214
Tabela 40: População atendida com esgotamento sanitário - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023.....	215
Tabela 41: Índice de tratamento de esgoto - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023.....	216
Tabela 42: Resíduos domiciliares per capita - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2022.....	217
Tabela 43: População atendida com coleta seletiva - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2021.....	217
Tabela 44: Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2021.....	218
Tabela 45: Emissões de CO2e per capita - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2018.....	219

LISTA DE TABELAS

Tabela 46: Percentual desflorestado - Região Metropolitana de Natal/2017 a 2019.....	219
Tabela 47: Emissões de CO2e GWP-AR5 (t) por setores e subsetores - Natal/1990 a 2005.....	221
Tabela 48: Emissões de CO2e GWP-AR5 (t) por setores e subsetores - Natal/2006 a 2022.....	221
Tabela 49: Remoções Brutas de CO2e GWP-AR5 (t) por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022.....	225
Tabela 50: Emissões de CO2e GWP-AR5 (t) por População, PIB e Área - Natal/2000 a 2011.....	226
Tabela 51: Emissões de CO2e GWP-AR5 (t) por População, PIB e Área - Natal/2012 a 2022.....	227
Tabela 52: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - da Região Metropolitana do Natal/2000 a 2011.....	229
Tabela 53: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - Natal e Região Metropolitana/2000 a 2011.....	230
Tabela 54: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - da Região Metropolitana do Natal/2012 a 2022.....	231
Tabela 55: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - Natal e Região Metropolitana/2012 a 2022.....	232
Tabela 56: Desastres Climatológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	233
Tabela 57: Desastres Hidrológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	235
Tabela 58: Desastres Meteorológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022.....	237
Tabela 59: Índice de ameaça de deslizamento de terra - Região Metropolitana de Natal.....	246
Tabela 60: Índice de risco para deslizamento de terra - Região Metropolitana de Natal.....	246
Tabela 61: Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos - Região Metropolitana de Natal.....	247
Tabela 62: Índice de risco de impacto para chuva - Região Metropolitana de Natal.....	248
Tabela 63: Índice de intensidade de precipitação - Região Metropolitana de Natal.....	248
Tabela 64: Índice de máxima precipitação anual em cinco dias consecutivos - Região Metropolitana de Natal.....	249
Tabela 65: Índice de umidade relativa - Região Metropolitana de Natal.....	249
Tabela 66: Índice de risco para deslizamento de terra - Região Metropolitana de Natal.....	250
Tabela 67: Índice de risco de impacto para tempestade - Natal.....	250
Tabela 68: Índice de risco de impacto para vendaval - Natal.....	251
Tabela 69: Índice de temperatura máxima - Região Metropolitana de Natal.....	251

LISTA DE TABELAS

Tabela 70: Índice de temperatura mínima - Região Metropolitana de Natal.....	252
Tabela 71: Índice de risco de impacto para seca - Região Metropolitana de Natal.....	252
Tabela 72: Índice de ameaça climática - Região Metropolitana de Natal.....	253
Tabela 73: Índice de dias consecutivos secos - Região Metropolitana de Natal.....	253
Tabela 74: Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizado - Região Metropolitana de Natal.....	254
Tabela 75: Índice de vulnerabilidade à seca - Região Metropolitana de Natal.....	254
Tabela 76: Índice de sensibilidade à seca - Região Metropolitana de Natal.....	255
Tabela 77: Índice de oferta e demanda dos recursos hídricos - Região Metropolitana de Natal.....	255
Tabela 78: Índice do balanço hídrico quantitativo superficial - Região Metropolitana de Natal.....	256
Tabela 79: Índice de indisponibilidade hídrica superficial - Região Metropolitana de Natal.....	256
Tabela 80: Índice de demanda hídrica para múltiplos usos da água - Região Metropolitana de Natal.....	257
Tabela 81: Índice de governança e gestão de risco de desastres de inundações, enxurradas e alagamentos - Região Metropolitana de Natal.....	258
Tabela 82: Índice de capacidade adaptativa na seca - Região Metropolitana de Natal.....	258
Tabela 83: Índice de capacidade de abastecimento e reserva de água - Região Metropolitana de Natal.....	259
Tabela 84: Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas - Região Metropolitana de Natal.....	260
Tabela 85: Tipos de resíduos e seus respectivos DOC.....	282
Tabela 86: Emissões por setor (BASIC) em 2023.....	292
Tabela 87: Dados Fornecidos pela CIRIS (t).....	298
Tabela 88: Projeções para cenários futuros dos setores de energia estacionária, Resíduos, transporte e total entre 2024-2037 (t).....	299
Tabela 89: Projeções para cenários futuros dos setores de energia estacionária, Resíduos, transporte e total entre 2038-2050 (t).....	300
Tabela 90: Cenários de Emissões Totais de GEE – Natal 2016 a 2050.....	305
Tabela 91: Cenários de Emissões de GEE, Setor Energia – Natal 2016 a 2050.....	309
Tabela 92: Cenário tendencial para transporte individual motorizado.....	313
Tabela 93: Cenário desejável para transporte individual motorizado.....	313

LISTA DE TABELAS

Tabela 94: Cenário Tendencial para mobilidade a pé.....	314
Tabela 95: Cenário Tendencial para mobilidade por bicicleta.....	314
Tabela 96: Cenário desejável para mobilidade por bicicleta.....	315
Tabela 97: Cenário tendencial para mobilidade coletiva.....	315
Tabela 98: Cenário desejável para mobilidade coletiva.....	315
Tabela 99: Cenários de Emissões de GEE, Setor Transportes – Natal 2016 a 2050.....	316
Tabela 100: Cenários de Emissões de GEE, Setor Resíduos – Natal 2016 a 2050.....	318

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

%	- Porcentagem
%i,y	- Fração de quantidade de resíduo i no ano y
°C	- Graus Celsius
ABRELPE	- Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AFOLU	- Agricultura, Florestas e Uso da Terra
ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APA	- Área de Proteção Ambiental
APER	- Associação Potiguar de Energias Renováveis
APP	- Área de Preservação Permanente
Art.	- Artigo
AR2	<i>(A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)</i> - Um relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
AR4	<i>(An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC)</i> - Uma avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas IPCC
AR5	<i>(Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)</i> - Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
As	- Clima tropical quente e úmido, com estação seca no verão
AVB	- Área Verde por Bairro
B0	- Capacidade máxima de produção de metano
BEN	- Balanço Energético Nacional
BID	- Banco Internacional de Desenvolvimento
C	- Carbono
CA	- Confiança Alta
CAERN	- Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAF	- Cadastro Nacional da Agricultura Familiar
CB	- Confiança Baixa
CBTU	- Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CCWi	- Fração do conteúdo total de Carbono
CEMURE	- Centro Municipal de Referência em Educação
CETESB	- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Ceped	- Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
CF	- Califórnia

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

Cf,a	- Consumo de combustível (f), na atividade (a) em TeraJoule por ano
CH	- Benzeno
CH ⁴	- Metano
CIP	- Contribuição de Iluminação Pública
CIRIS	(<i>City Inventory Reporting and Information System</i>) - Sistema de informação e relatórios de inventário da cidade
Ciy	- Consumo do combustível i para o ano y, na unidade de medida u, sendo u m ³ ou kg
Cm	- Confiança Média
Cmy	- Consumo de eletricidade da rede nacional no mês m do ano y, em Mwh;
CODERN	- Companhia de Docas do Rio Grande do Norte
COENE	- Coordenadoria Espacial do Nordeste
Consf,a	- Consumo anual final de energia por setor, ou quantidade de combustível utilizado em centros de transformação, detalhado por tipo de combustível (f) e níveis de atividade (a), em (TJ/ano).
COP	- Conferência das Partes
COSERN	- Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CO ₂	- Dióxido de Carbono
CO ₂ e	- Dióxido de carbono equivalente
COS	- Carbono Orgânico do Solo
CP	- Consumo per capita anual
CRN	- Centro Regional do Nordeste
Ct	- Consumo anual de combustível para um tipo de veículo (t) – Litros por ano
C40	- Grupo de Liderança Climática
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DGP	- Departamento de Geoinformação e Pesquisa da SEMURB
DOC	- Componente Orgânico Degradável
DOCi	- Carbono orgânico degradável do resíduo I
DOCf, y	- Fração de resíduo que se decompõe, adimensional (valor default de 50%, conforme IPCC 2006)
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
Dr.	- Doutor
Dra.	- Doutora
DOC _{média}	- Valor de carbono orgânico degradável médio (valor calculado de acordo com a composição média dos resíduos sólidos urbanos na América Latina)
ECH ₄ , y	- Emissões CH ₄ atribuíveis à decomposição do resíduo disposto em aterros no ano y, em t CH ₄
Eco ₂ y	- Emissões de CO ₂ atribuíveis ao consumo de eletricidade da rede nacional no mês m do ano y, em tCO ₂ e

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

Eco _{2,f,a}	- Emissão anual de CO ₂ com o detalhamento dos combustíveis (f) e níveis de atividade (a), em kgCO ₂ /ano;
Efco _{2,f}	- Fator de emissão de dióxido de carbono por unidade de energia contida no combustível, detalhado por tipo de combustível (f) (kgCO ₂ /TJ).
Efeffluent	- Fator de emissão de N ₂ provenientes de Estações
Efg _{f,a,u,t}	- Fator de emissão de um gás (g), a partir do consumo de combustível (f), em uma atividade (a), por uso final (u) e utilizando uma determinada tecnologia (t), unidade em kg de gás por TeraJoule;
Efi	- Eficiência de combustão de incineradores
Eg _{f,a,u,t}	- Emissões de um gás (g), a partir do consumo de combustível (f), em uma atividade (a), por uso final (u) e utilizando uma determinada tecnologia (t), unidade em kg de gás por ano;
Eigy	- Emissões ou remoções de GEE g atribuíveis à fonte i durante o ano y, em tCO _{2e}
EMA	- Erro Médio Absoluto
ENAP	- Escola Nacional de Administração Pública
ES	- Estado do Espírito Santo
EVTEA	- Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
EPE	- Empresa de Pesquisa Energética
Et al	- E outros
ETEs	- Estações de Tratamento de Esgoto
Eq	- Equação
EQM	- Erro Quadrático Médio
F	- Fração de CH ₄ dentre os gases do aterro
FAO	- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FCFi	- Fração do Carbono fóssil no Carbono total
FCH ₄	- Fração de metano no biogás, adimensional (valor default de 50%, conforme IPCC)
FECO _{2y}	- Fator de emissão de CO ₂ aplicável à eletricidade da rede nacional no mês m do ano y, em t CO ₂ /Mwh.
Fet _m	- Economia de combustível para um tipo de veículo (t), produzido no ano do modelo (m) – Quilômetro por litro.
Feigy	- Fator de emissão do GEE g aplicável ao combustível i no ano y, em t GEE g/TJ;
FIERN	- Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte
FIt _m	- Frota atual em um ano, para o tipo de veículo (t), produzida no ano do modelo (m) – Número de veículos;
frec	- Fração de metano recuperado no aterro (queimado ou energia);
GEE	- Gases de Efeito Estufa
GEOMA	- Grupo de Estudos Observacionais e de Modelagem da Interação Biosfera-Atmosfera
GHG	(<i>Greenhouse Gas Protocol</i>) - Protocolo de Gases de Efeito Estufa

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

GLP	- Gás Liquefeito do Petróleo
GNV	- Gás Natural Veicular
GPC	- Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade
GREPE	- Grupo de Extensão e Pesquisa em Ergonomia
GT	- Grupo de Trabalho
GTP	(<i>Global Temperature Change Potential</i>) - Potencial de Mudança da Temperatura Global
GWP	(<i>Global Warming Potential</i>) - Potencial de Aquecimento Global
ha	- Hectare
hab	- Habitante
HFCs	- Hidrofluorcarboneto
i	- Tipo de resíduo
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	(<i>International Council for Local Environmental Initiatives</i>) - Governos Locais pela Sustentabilidade
IDSC	- Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades
ICS	- Instituto Cidades Sustentáveis
IDEMA	- Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente
IEMA	- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPLANAT	- Instituto de Planejamento Urbano de Natal
IPPU	- Processos Industriais e Utilização de Produtos
IQR	- Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos
IUV	- Índice de Radiação ultravioleta
Kg	- Quilogramas
Km ²	- Quilômetro Quadrado
L	- Litro
LO,y	- Potencial de geração de metano no ano y em t CH ₄ / t resíduo
m ²	- Metro Quadrado
m ³	- Metros Cúbicos
MCF	- Fator de correção do metano
MCF0	- Fator de correção de metano baseado na qualidade no aterro, adimensional
MCTI	- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
mm	- Milímetros
m/s	- Metro por segundo

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

MSWf	- Fração de resíduos sólidos descartados em locais de disposição de resíduos sólidos
MSWt	- Quantidade de resíduos descartados em toneladas
MUNIC	- Pesquisa de Informações Básicas Municipais
n°	- Número
N2	- Oxidação de nitrogênio
N2O	- Óxido Nitroso
NASA	- Agência Espacial Norte-Americana
NDC	(<i>Nationally Determined Contributions</i>) - Contribuição Nacionalmente Determinada
NMVOCs	- Compostos orgânicos voláteis não metânicos
nm	- Nanômetro
NO	- Óxido nítrico
Nox	- Óxidos de nitrogênio
NPR	- Fração de Nitrogênio em proteínas
NUPED	- Núcleo de Pesquisa sobre Desastres
OAB	- Ordem dos Advogados do Brasil
OC	- Observatório do Clima
ODS	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	- Organização Não Governamental
ONU	- Organização das Nações Unidas
OX	- Fator de Oxidação
OXO	- Fator de oxidação, adimensional
p.	- Página
PAGg	- Potencial de aquecimento global do GEE g, em tCO ₂ e/t GEE g
PBMC	- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
Pcli _y	- Poder Calorífico Interno do combustível i para o ano y, na unidade de medida TJ/u
PDN	- Plano Diretor do Natal
PLANCON	- Plano de Contingência da Cidade do Natal
PM	- Partículas em suspensão
PMAMC	- Plano de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas
PMMC	- Plano Municipal de Mudanças Climáticas
PMRR	- Plano Municipal de Redução de Risco
PNGC	- Plano Nacional de Gestão Costeira
PNMA	- Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	- Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRM	- Política Nacional para os Recursos do Mar
Pop	- População total com sistema de esgoto

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

PPA	- Plano Plurianual
PRAD	- Plano de Recuperação de Área Degradada
Qry	- Quantidade de resíduos destinados para o aterro no ano y em t
r	- Coeficiente de correlação de Pearson
R	- Quantidade de metano recuperado no ano
RCC	- Resíduos de Construção Civil
REQM	- Raiz do Erro Quadrático Médio
RMN	- Região Metropolitana de Natal
RN	- Rio Grande do Norte
RPPN	- Reserva Particular de Patrimônio Natural
R\$	- Reais
SBAU	- Sociedade Brasileira de Arborização Urbana
SEDEC	- Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEEG	- Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
SEFAZ	- Secretaria da Fazenda
SELAV	- Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes
SEMDES	- Secretaria Municipal de Segurança Pública e Defesa Social
SEMURB	- Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo
SET/RN	- Secretaria de Tributação do Rio Grande do Norte
SF	- Hexafluoreto de enxofre
SGEO	- Setor de Geoinformação
SHADOZ	- Southern Hemisphere ADditional Ozonesondes
SIN	- Sistema Interligado Nacional
SINAFLOR	- Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais
SLOPR	- Setor de Licenciamento de Obras Privadas
SMCA	- Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes
SME	- Secretaria Municipal de Educação
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC	- Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SPE	- Setor de Pesquisa e Estatística
SPUA	- Setor de Planejamento Urbanístico Ambiental
STTU	- Secretaria de Mobilidade Urbana
SWAN	(<i>Simulating Waves Nearshore</i>) - Simulação de Ondas Costeiras
S2iD	- Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
t	- Tonelada
tCO ₂ e	- Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
Ton	- Tonelada

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS e ABREVIATURAS

TSM	- Temperatura da Superfície do Mar
TST	- Temperatura da Superfície da Terra
T&D	- Transmissão e Distribuição
UC	- Unidades de Conservação
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina
UFRN	- Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNEP	(<i>United Nations Environment Program</i>) - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
UNICEF	- Fundo das Nações Unidas para a Infância
URBANA	- Companhia de Serviços Urbanos de Natal
Ut,m	- Uso do veículo em termos de distância percorrida no ano calendário, para o tipo de veículo (t), produzido no ano do modelo (m) – Quilômetros por ano;
UV	- Radiação ultravioleta
UVA	- Radiação ultravioleta A
UVB	- Radiação ultravioleta B
UVC	- Radiação ultravioleta C
UVI	- Índice Ultravioleta
VOC	- Compostos orgânicos voláteis
VLT	- Veículo Leve sobre Trilhos
Xf,a,u	- Coeficiente de alocação de uso final para consumo de combustível (f) na atividade (a) e por uso final (u) em %
WSi, xxMCFx	- Fator de correção ponderado para metano
WRI	(<i>World Resources Institute</i>) - Instituto de Recursos Mundiais
Ya,u,t	- Coeficiente de alocação de tecnologia, que representa quanto da energia de uso final u, para atividade a, é atendida pela tecnologia t (%)
ZPAs	- Zonas de Proteção Ambientais

SUMÁRIO

1 Aspectos Históricos

1	- ASPECTOS HISTÓRICOS DE NATAL.....	37
---	-------------------------------------	----

2 Evolução da População

2	- DINÂMICA POPULACIONAL DE NATAL.....	51
2.1	- Censo Populacional do IBGE 2022.....	51
2.2	- Adequação do método logístico à estimativa do IBGE.....	61

3 Meio Ambiente

3	- CARACTERIZAÇÃO NATURAL DO MUNICÍPIO DE NATAL.....	67
3.1	- Localização.....	67
3.2	- Geomorfologia.....	67
3.3	- Nível de Ozônio - Pesquisa da atmosfera por meio do lançamento de balões e instrumentos de superfície.....	69
3.4	- Hidrologia.....	71
3.5	- Bacias Hidrográficas.....	71
3.5.1	- BACIA DO RIO POTENGI.....	72
3.5.2	- BACIA DO RIO PIRANGI – LAGOA DO JIQUI.....	72
3.5.3	- BACIA DO RIO DOCE – LAGOA DE EXTREMOZ.....	73
3.5.4	- BACIA LITORÂNEA - FAIXA LITORÂNEA LESTE DE ESCOAMENTO DIFUSO.....	74
3.6	- Águas Subterrâneas.....	75
3.7	- Vegetação.....	77
3.7.1	- MATA ATLÂNTICA.....	77
3.7.2	- MANGUEZAL, DUNAS E RESTINGAS.....	77
3.8	- Ordenamento Territorial.....	78
3.9	- Unidades de Conservação.....	81
3.9.1	- PARQUE MUNICIPAL DA CIDADE DO NATAL DOM NIVALDO MONTE.....	81
3.9.2	- PARQUE ESTADUAL DAS DUNAS.....	81
3.9.3	- ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE JENIPABU.....	82

SUMÁRIO

4 Climatologia

4	- CLIMATOLOGIA DE NATAL.....	87
4.1	- <i>Clima.....</i>	87
4.2	- <i>Análise Climatológica de Natal</i>	87
4.2.1	- <i>Temperatura.....</i>	88
4.2.2	- <i>Precipitação.....</i>	88
4.2.3	- <i>Vento.....</i>	89
4.2.4	- <i>Umidade Relativa.....</i>	89
4.3	- <i>Correlação entre as Variáveis.....</i>	90
4.3.1	- <i>EL NIÑO E LA NIÑA.....</i>	91
4.3.2	- <i>CLIMATOLOGIA: PRECIPITAÇÃO/TEMPERATURA.....</i>	91
4.3.3	- <i>CLIMATOLOGIA: UMIDADE RELATIVA/TEMPERATURA.....</i>	92
4.3.4	- <i>CLIMATOLOGIA: VENTO/TEMPERATURA</i>	93
4.4	- <i>Dados Climáticos.....</i>	94
4.5	- <i>Radiação Ultravioleta (UV).....</i>	94
4.5.1	- <i>OS EFEITOS CONHECIDOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) NA SAÚDE.....</i>	95
4.5.1.1	- <i>O UVA e o UVB afetam o corpo de maneiras diferentes? A pele.....</i>	95
4.5.1.2	- <i>O olho.....</i>	96
4.5.1.3	- <i>O sistema imunológico.....</i>	96
4.5.1.4	- <i>Tenho pele escura - ainda preciso ter cuidado?.....</i>	96
4.6	- <i>Índice Ultravioleta (UVI).....</i>	96
4.6.1	- <i>COMO FUNCIONA O ÍNDICE UV?.....</i>	96
4.6.2	- <i>O QUE SIGNIFICA O UVI ?.....</i>	97
4.6.3	- <i>COMO O UVI PODE AJUDAR A ME PROTEGER?.....</i>	98
4.6.4	- <i>ONDE O ÍNDICE UV É RELATADO?.....</i>	98
4.6.5	- <i>COMO PODEM OS SERVIÇOS METEOROLÓGICOS, AS AUTORIDADES NACIONAIS E OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO UTILIZAR O ÍNDICE UV?.....</i>	98
4.6.6	- <i>RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) EM NATAL.....</i>	98
4.6.7	- <i>RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) EM NATAL - MÉDIA MENSAL.....</i>	99

SUMÁRIO

5 Região Costeira e Estuarina de Natal

5 - PROJETO ORLA NATAL	103
5.1 - Ações e Abrangências	103
5.1.1 AÇÕES	103
5.1.2 ABRANGÊNCIA	103
5.2 - Plano de Gestão Integrada da Orla - PGI	104
5.3 - Zona Costeira	104
5.3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ZONA COSTEIRA	104
5.3.2 - O SETOR COSTEIRO DO NATAL	107
5.3.3 - CARACTERIZAÇÃO DA ORLA DO NATAL	109
5.3.4 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ZONAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	109
5.3.5 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ATIVIDADE TURÍSTICA NA ORLA DO NATAL – RN	109
5.4 - Unidades de Planejamento - UPs Previstas	110
5.4.1 - UP1 – ORLA DE PONTA NEGRA E VIA COSTEIRA	111
5.4.2 - UP2 – ORLA DAS PRAIAS CENTRAIS	113
5.4.3 - UP3 – ORLA DA PRAIA DA REDINHA	114
5.4.4 - IMPORTÂNCIA DA DIVISÃO EM UNIDADES DE PLANEJAMENTO	115
5.4.5 - SUPORTE FÍSICO E DRENAGEM DE CORPOS HÍDRICOS	115
5.4.6 - MANCHA URBANA E COBERTURA VEGETAL	115
5.5 - Aumento No Nível Do Mar	116
5.6 - Projeções Futuras de Acordo com o Relatório do IPCC	117
5.6.1 - ÁREAS COM POSSIBILIDADE DE SER INUNDADAS	117
5.6.2 - CENÁRIOS FUTUROS DE AUMENTO DO NÍVEL DO MAR	119
5.6.2.1 - SSP 1-1.9: Cenário Muito Ambicioso para cumprir com o Objetivo De 1,5 °C do Acordo de Paris	121
5.6.2.2 - SSP 5-8.5: Cenário de Desenvolvimento Impulsionado por Combustíveis Fósseis	121

SUMÁRIO

6 Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes

6 - ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES	125
6.1 - Região Norte	129
6.2 - Região Sul	129
6.3 - Região Leste	130
6.4 - Região Oeste	131
6.5 - Indicadores do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes – Metodologia	131
6.6 - Indicadores do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes – Resultados	143
6.6.1 - ÍNDICE DE ÁREAS VERDES POR BAIRRO MODIFICADO (AVB MODIFICADO)	143
6.6.1.1 - Região Administrativa Norte	143
6.6.1.2 - Região Administrativa Sul	144
6.6.1.3 - Região Administrativa Leste	145
6.6.1.4 - Região Administrativa Oeste	146
6.6.1.5 - Para o Município de Natal	147
6.6.2 - ÍNDICE DE ÁREA DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR HABITANTE	147
6.6.2.1 - Região Administrativa da Zona Norte	147
6.6.2.2 - Região Administrativa da Zona Sul	148
6.6.2.3 - Região Administrativa da Zona Leste	149
6.6.2.4 - Região Administrativa da Zona Oeste	149
6.6.2.5 - Todas as Zonas Municipais de Natal	150
6.6.3 - ÍNDICE DE ÁREA DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES/HABITANTE COMPARATIVO 2022/2050	151
6.6.3.1 - Estimativas da Região Administrativa Norte	151
6.6.3.2 - Estimativas da Região Administrativa Sul	151
6.6.3.3 - Estimativas da Região Administrativa Leste	152
6.6.3.4 - Estimativas da Região Administrativa Oeste	153
6.6.3.5 - Estimativas Para o Município do Natal	153
6.7 - Qualidade do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes – Metodologia	154
6.8 - Qualidade do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes – Resultados	155

SUMÁRIO

6.8.1 - RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA NORTE	158
6.8.2 - RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA SUL	159
6.8.3 - RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA LESTE	160
6.8.4 - RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA OESTE	161
6.8.5 - RESULTADOS PARA O MUNICÍPIO DE NATAL	162
6.9 - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	163
6.10 - Temperatura da Superfície Terrestre (TST)	165
6.11 - Estoque de Carbono	167
6.11.1 - ESTOQUE DE CARBONO NA MATA ATLÂNTICA	167
6.11.2 - ESTOQUE DE CARBONO EM NATAL	167
6.11.3 - ÁREAS COM POSSIBILIDADES DE ESTOCAR CARBONO	170
6.11.4 - ÁREAS QUE PODERIAM ESTOCAR CARBONO	171

7 Dados e Governança de Implementação

7 - DADOS E GOVERNANÇA DE IMPLEMENTAÇÃO	175
7.1 - Governança Para Implementação	175
7.1.1 - A GOVERNANÇA CLIMÁTICA PODE ENGLOBALAR VÁRIAS DIMENSÕES	175
7.1.1.1 - Políticas públicas	175
7.1.1.2 - Acordos e tratados internacionais	175
7.1.1.3 - Financiamento climático	175
7.1.1.4 - Participação e envolvimento da sociedade civil	175
7.1.1.5 - Monitoramento e relatórios	176
7.1.1.5.1 - REESTRUTURAÇÃO DA SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO SEMURB)	176
7.1.1.5.2 - REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE NATAL (PDN)	176
7.1.1.5.3 - INCLUSÃO DE PROGRAMAS E AÇÕES NO PLANO PLURIANUAL DA SEMURB	176
7.1.1.5.4 - INSTITUIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO (GT) SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	176
7.1.2 - ESTRUTURAÇÃO DO ORGANOGRAMA DA SEMURB	176
7.1.3 - PLANO DIRETOR DE NATAL (LEI COMPLEMENTAR Nº 208/2022)	179
7.1.4 - PLANO PLURIANUAL – PPA	180

SUMÁRIO

7.2 - Levantamento de Dados	180
7.2.1 - ENERGIA ESTACIONÁRIA	180
7.2.2 - TRANSPORTE	180
7.2.3 - RESÍDUOS	181
7.2.4 - AGRICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO	181
7.2.4.1 - Supressão Vegetal	181
7.2.4.2 - Aquicultura	181
7.2.5 - PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS	181
7.3 - Dados obtidos	182
7.3.1 - ENERGIA ESTACIONÁRIA - DADOS (2010 A 2023)	182
7.3.1.1 - Energia Solar - Dados (2015 a 2023)	184
7.3.1.2 - Usinas e agentes de geração de energia em Natal – 2023	187
7.3.2 - TRANSPORTES	189
7.3.2.1 - Quantidade de veículos rodoviários - Dados (2009-2023)	189
7.3.2.2 - Transporte ferroviário - Dados (2000-2023)	197
7.3.3 - RESÍDUOS SÓLIDOS - DADOS (2005-2023)	199
7.3.4 - EFLUENTES LÍQUIDOS - DADOS (2023)	200
7.3.5 - SUPRESSÃO VEGETAL - DADOS (2018 - 2022)	201

8 Governança Climática

8- GOVERNANÇA CLIMÁTICA	205
8.1 - Governança Climática e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Natal	205
8.1.1 - ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO - NATAL	206
8.1.2 - PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS - NATAL	208
8.1.3 - AÇÃO CLIMÁTICA - NATAL	210
8.2 - Governança Climática e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Região Metropolitana de Natal	211
8.2.1 - ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO - REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL	213
8.2.2 - PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS - REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL	216

SUMÁRIO

8.2.3 - AÇÃO CLIMÁTICA - REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL	218
8.3 - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa	220
8.3.1 - METODOLOGIA DO SEEG	220
8.3.2 - EMISSÕES DE CO₂E GWP-AR5 - NATAL/2000 A 2022	221
8.3.3 - EMISSÕES DE CO₂E GWP-AR5 – NATAL E REGIÃO METROPOLITANA/2000 A 2022	229
8.4 - Desastres em Natal e Região Metropolitana - Atlas Digital de Desastres no Brasil	233
8.5 - Índices e Indicadores de Risco de Impactos das Mudanças Climáticas - Região Metropolitana de Natal	245

9 Inventário de Gases de Efeito Estufa

9 - INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	263
9.1 - Metodologias Utilizadas	264
9.1.1 - METODOLOGIA SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG	264
9.1.1.1 - Categorias de Emissão por Setor no SEEG	265
9.1.1.1.1 - AGRICULTURA	265
9.1.1.1.2 - MUDANÇA DE USO DA TERRA	265
9.1.1.1.3 - ENERGIA	266
9.1.1.1.4 - PROCESSO INDUSTRIAL E USO DE PRODUTOS	266
9.1.1.1.5 - RESÍDUOS	266
9.1.1.2 - Principais Etapas Metodológicas do SEEG	267
9.1.2 - METODOLOGIA CIRIS	268
9.1.2.1 - Categorias de Emissão por Setor na CIRIS e Tratamento de Dados	269
9.1.2.1.1 - ENERGIAS	271
9.1.2.1.2 - TRANSPORTES	271
9.1.2.1.3 - CALCULADORA CIRIS RESÍDUOS	271
9.1.2.1.4 - PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS - IPPU	271
9.1.2.1.5 - AGRICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO - AFOLU	272
9.1.2.1.6 - OUTRAS EMISSÕES DO ESCOPO 3	272
9.1.2.2 - Fatores de Emissão na CIRIS	272

SUMÁRIO

9.1.2.3 - Base de cálculos da CIRIS.....	274
9.1.3 - COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS CIRIS E SEEG.....	274
9.1.3.1 - Comparativo de Metodologias: Energia.....	276
9.1.3.2 - Comparativo de Metodologias: Transporte.....	278
9.1.3.3 - Comparativo de Metodologias: Resíduos.....	280
9.1.3.3.1 - EMISSÃO DE METANO EM LOCAIS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	283
9.1.3.3.2 - EMISSÃO DE CO2 PROVENIENTE DA INCINERAÇÃO.....	284
9.1.3.3.3 - EMISSÃO DE N ₂ O PROVENIENTE DA INCINERAÇÃO.....	284
9.1.3.3.4 - EMISSÕES DE METANO E ÓXIDO NITROSO PROVENIENTES DE TRATAMENTOS/DESCARGAS DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	285
9.1.3.3.5 - PARA O LEVANTAMENTO DE ÓXIDO NITROSO.....	285
9.1.4 - MÉTODOS ESTATÍSTICOS.....	286
9.2 - Resultados: CIRIS e SEEG.....	286
9.3 - Considerações Acerca dos Resultados Obtidos.....	292
9.4 - Projeções com base nos dados da CIRIS no período de 2000 até 2023 utilizando a técnica de Bootstrap.....	293

10 Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas

10 - ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	303
10.1 - Ações Climáticas em Natal - Breve Histórico.....	303
10.2 - Plano de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas de Natal.....	303
10.3 - Metas de Redução dos GEE em Natal.....	304
10.3.1 - Setor Energia.....	306
10.3.2 - Setor Transportes.....	306
10.3.3 - Setor Resíduos.....	307
10.4 - Ações de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas em Natal.....	307
10.4.1 – ENERGIA.....	307
10.4.2 – TRANSPORTES.....	310
10.4.2.1 – Meta 01 - Redução dos deslocamentos por transporte individual motorizado.....	313
10.4.2.2 – Meta 02 - Aumento dos deslocamentos a pé.....	313

SUMÁRIO

10.4.2.3 – Meta 03 - Aumento dos deslocamentos por bicicleta.....	314
10.4.2.4 – Meta 04 - Aumento dos deslocamentos por transporte coletivo.....	315
10.4.3 - RESÍDUOS.....	316
10.4.4 - MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS.....	319
10.4.4.1 - Sequestro de Carbono nas Áreas Verdes Municipais.....	319
10.4.4.2 – Projeto “Planta Natal”.....	320
10.4.4.3 – Regulamentação de RPPNs no âmbito municipal.....	323
10.4.4.4 – Estruturação e Manutenção de Áreas Verdes, Unidades de Conservação e Corredores Ecológicos.....	323
10.5 - Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas em Natal – Implantação de Projetos e Desafios do espaço urbano.....	326
10.5.1 – CONSCIENTIZAÇÃO E MONITORAMENTO.....	326
10.5.1.1 - Educação Ambiental - Projeto Mudanças Climáticas nas Escolas.....	326
10.5.1.2 - Projeto de monitoramento hidrológico e climático.....	327
10.5.1.3 - Sala de Monitoramento.....	329
10.5.1.4 - Conforto Térmico.....	329
10.5.1.5 - Estoque de Carbono.....	330
10.5.2 - REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA.....	330
10.5.3 - DEFESA CIVIL E MONITORAMENTO DE ÁREAS DE RISCO.....	331
10.5.4 – DINÂMICA COSTEIRA E AUMENTO DO NÍVEL DO MAR GLOBAL.....	332

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas.....	337
--	------------

Apêndices

Apêndices.....	353
-----------------------	------------

Anexos

Anexos.....	395
--------------------	------------

INTRODUÇÃO

O levantamento de dados e a produção de informações para o desenvolvimento das ações voltadas às Ações Climáticas a nível local são os trabalhos basilares na abordagem do problema global das mudanças climáticas em níveis mais específicos. Estes elementos, aliados à educação ambiental e ao monitoramento inteligente das ações que visam o equilíbrio entre clima e meio ambiente, permitem que medidas mitigadoras sejam implementadas para reduzir a emissão de GEEs das atividades produtivas e melhorar a resiliência da população local frente aos impactos climáticos.

Neste contexto, o desenvolvimento de um diagnóstico abrangente das informações relacionadas às mudanças climáticas no município de Natal fornecerá uma análise sólida e fundamentada das principais variáveis climáticas, impactos ambientais, vulnerabilidades e potenciais de mitigação e adaptação. Ao cumprir esse propósito, pretende-se promover ações concretas e sustentáveis que contribuam para a resiliência climática e a proteção do ambiente urbano de Natal, visando garantir a qualidade de vida das gerações presentes e futuras, permitindo o desenvolvimento de estratégias ambiciosas de redução dessas emissões em 50% até 2050, tendo como ano-base 2005.

O Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas foi produzido no âmbito do Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes (SMCA) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), pelo Grupo de Trabalho Sobre Mudanças Climáticas, com o objetivo de desenvolver estudos e promover ações concretas e sustentáveis que contribuam para a resiliência climática e a proteção do ambiente urbano de Natal, visando garantir a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Através das ações planejadas, visa-se estimular as condições propícias às remoções de gases do efeito estufa (GEE), no meio eminentemente urbano de Natal, daí a importância, ao se tratar do solo urbano, de se conhecer o meio físico e a dinâmica do sistema de espaços livres e áreas verdes, estabelecidos pelo Plano Diretor de Natal (PDN) e assim implementar ações de recuperação, manutenção, conservação, preservação e ampliação destas áreas, em consonância com ações de controle e monitoramento de uso e ocupação do solo e estímulo aos espaços naturais e a arborização.

Nas ações de saneamento, deve-se promover a atenção ao efetivo esgotamento sanitário estimulando a correta execução das ligações intradomiciliares, ao aproveitamento máximo dos resíduos sólidos (reaproveitamento, reciclagem), à promoção da permeabilidade e melhoria da drenagem.

No setor de energia e transportes, parte-se do incentivo à eficiência energética e o uso de energia de fontes renováveis, promoção dos deslocamentos por bicicleta e a pé, como elementos ativos no sistema de mobilidade da cidade, estímulo ao sistema de transporte público com diversificação dos modais e preferência por veículos de baixa emissão. Amparado das ações setoriais, a governança, implantação e gestão de Plano Municipal de Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas para o município de Natal/RN precisa de sistemas de informações eficientes para monitoramento, avaliação e gestão das questões climáticas.

Ao buscar estes objetivos, Natal reforçará seu compromisso com a ação climática, contribuindo para a construção de um futuro de baixo carbono e resiliência climática, tendo como amparo legal a lei federal nº 12.187/2009 – Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC), o decreto federal nº 9.578/2018 – regulamentação da política nacional sobre mudança do clima, a lei complementar nº 208/2022 – Plano Diretor de Natal, bem como os relatórios do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC), os relatórios do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), as decisões da Conferência das Partes (COP) da convenção quadro das nações unidas sobre mudança do clima e as metas do acordo de Paris.

1

Aspectos Históricos



1 - ASPECTOS HISTÓRICOS DO NATAL

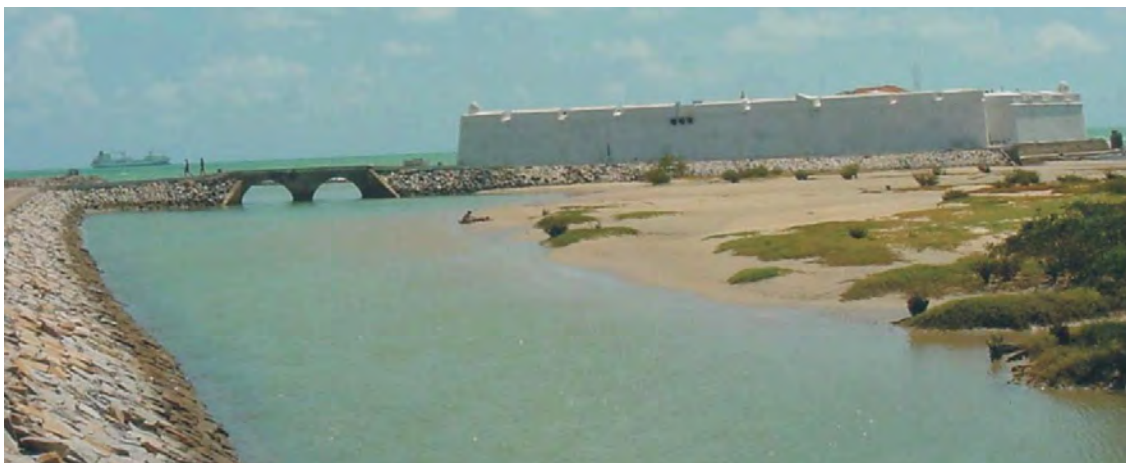
A efetiva ocupação lusitana das terras correspondentes ao atual território brasileiro ocorreu a partir de meados do século XVI, impulsionada, entre outros fatores, pela implantação do sistema de Capitanias Hereditárias¹ e da monocultura canavieira (Prado Júnior, 2004). Entretanto, quando Portugal iniciou o processo de colonização do Brasil, o donatário da Capitania do Rio Grande, João de Barros, e seus associados no intento, não conseguiram concretizar a ocupação do território concedido pelo monarca Dom João III.

Diante da resistência dos indígenas, por vezes aliados aos franceses no tráfico do pau-brasil, duas tentativas fracassaram: as expedições comandadas por Aires da Cunha e por João e Jerônimo de Barros, filhos e herdeiros do donatário que jamais estivera nas terras a ele confiadas (Cascudo, 1999). Daí resultou um período de considerável abandono da Capitania.

Posteriormente, já sob o contexto da chamada União das Coroas Ibéricas (1580-1640), no qual Portugal ficou subordinado à Espanha, as Cartas Régias do rei Felipe II, soberano que então dominava as duas nações, determinaram ao governador geral do Estado do Brasil, Dom Francisco de Souza, a concreta ocupação da Capitania. Coube a Manuel Mascarenhas, Homem e Feliciano Coelho de Carvalho, capitães-mores, respectivamente, de Pernambuco e Paraíba, comandarem a empreitada cujos objetivos eram: retomar o controle das terras, ameaçado pela incômoda presença francesa, e fundar uma cidade. Foi a partir de tais determinações que, no dia 6 de janeiro de 1598, teve início a construção da Fortaleza dos Reis Magos² (Figura 1) e, em 25 de dezembro do ano seguinte, a fundação da cidade do Natal (Medeiros Filho, 1997).

A construção da Fortaleza, após a realização de acordos de paz que possibilitaram o relativo apaziguamento dos nativos, tornou-se fundamental para a conquista e ocupação da região Norte da outrora colônia lusitana na América (Cascudo, 1999). Símbolo da colonização portuguesa em nosso litoral, a Fortaleza dos Reis Magos teve sua planta concebida pelo padre jesuíta Gaspar de Samperes, sob as influências da arquitetura italiana que, no século XVI, era considerada a mais avançada concepção arquitetônica direcionada para o uso militar (Medeiros Filho, 1997).

Figura 1: Fortaleza dos Reis Magos: Marco inicial da colonização portuguesa na Capitania do Rio Grande



Fonte: Arquivo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB).

*Texto revisto e atualizado. Adaptado dos originais publicados nos Anuários Natal 2005 e 2021 da SEMURB.

1. Embora o sistema de Capitanias Hereditárias tenha apresentado sérias limitações, implantou a estratégia inicial da Coroa portuguesa no processo de colonização, assentada em três objetivos: atrair investimentos particulares, introduzir uma base de sustentação econômica atrelada à grande propriedade fundiária e garantir a efetiva posse do território (Prado Júnior, 2004).

2. A Fortaleza dos Reis Magos abriga em seu interior, desde 1976, o chamado *Marco de Touros*, o mais antigo padrão de posse chantado na antiga colônia portuguesa. Sua origem em terras potiguares remonta a 1501, conferindo-o expressivo valor histórico (Medeiros Filho, 1997).

Na segunda década do século XVII, a fortificação recebeu aditamentos, responsáveis por sua configuração atual, sob a direção de Francisco de Frias de Mesquita, à época, Engenheiro-mor do Estado do Brasil (Medeiros Filho, 1997). Em Capítulos de *História Colonial Capistrano de Abreu*, um dos ícones da historiografia nacional, registra a importância da Fortaleza ao afirmar que à sua sombra medrou o que é hoje a cidade de Natal (Abreu, 2009, p. 53).

A formação da cidade, entretanto, ocorreu a alguns quilômetros (Km) da Fortaleza. Existe relativo consenso na historiografia norte-rio-grandense acerca de que o platô³ onde atualmente encontra-se a Praça André de Albuquerque⁴ (Figura 2), no centro do Bairro da Cidade Alta, corresponde ao núcleo do sítio histórico do Natal. A julgar pela análise de Sérgio Buarque de Holanda, em *Raízes do Brasil*, sobre a colonização ibérica nos trópicos, os critérios urbanísticos utilizados na fundação da cidade mesclaram os dispositivos das *Leis das Índias*, que regiam a fundação das cidades espanholas na América, com as orientações portuguesas de privilegiar as áreas litorâneas ou próximas às margens dos rios (Holanda, 1968).

Nesse sentido, esclarece Holanda (1999, p. 97), a construção da cidade começaria sempre pela chamada praça maior. [...] A forma da praça seria a de um quadrilátero. [...] Assim, a povoação partia nitidamente de um centro. Em Natal, de tal modo como em outros domínios ibéricos, nas imediações dessa praça foi construída a igreja matriz, emblemática da presença Católica Apostólica Romana na conquista, ocupação e evangelização do território. Sua construção original data do final do século XVI e possui considerável relação com o nascimento da cidade. Nessa região surgiu, na data magna da cristandade, um pequeno povoado: [...] a povoação dos Reis, cuja denominação se referia a valores culturais da Europa e do cristianismo, [que] daria origem a Natal (Monteiro, 2002, p. 36).

Figura 2: Igreja Matriz de Nossa Senhora da Apresentação. Sua origem remonta ao período da fundação do Natal



Fonte: Arquivo da SEMURB.

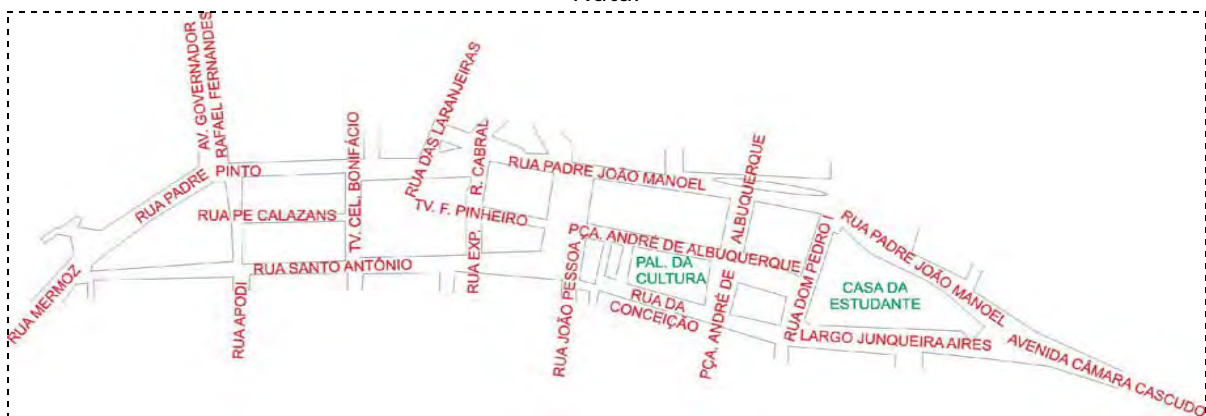
3. Área elevada. Em geral, quando da instalação de povoados, os colonizadores optaram por regiões com essa característica.

4. Designação em homenagem ao proprietário do antigo Engenho Cunhaú, líder local na chamada Revolução de 1817, de orientação separatista e republicana, cuja reação monarquista resultou na sua morte.

A razoável harmonia dos historiadores a respeito do núcleo inicial da cidade não ocorreu em relação à discussão sobre seu fundador. Durante longo período discutiu-se tal primazia. Tradicionalmente, a partir dos mais variados argumentos, três nomes aparecem como prováveis fundadores da cidade: Manuel Mascarenhas Homem, Jerônimo de Albuquerque e João Rodrigues Colaço. Em trabalho mais recente, Mariz & Suassuna (2002, p. 36) [...] analisam as diferentes versões e distinguem a segunda hipótese, ao considerarem essa divergência historiográfica hoje já superada.

Segundo Cascudo (1999), a demarcação dos limites da cidade foi realizada com a fixação dos tradicionais cruzeiros de posse, típicos da época (Figura 3). Ao norte, a cruz fixada (Figura 4) deu origem à chamada Rua da Cruz no trecho da cidade que, a partir do final do século XIX, ficou conhecido como Avenida Junqueira Aires⁵ (Figura 5). No extremo sul, a cruz limítrofe foi encravada no declive do Baldo. Nas imediações, tempos depois, foi erigida uma praça cujo cruzeiro abrigaria os fragmentos do antigo marco (Figura 6); a religiosidade popular atribuiu ao local a tradicional definição de Santa Cruz da Bica. Demarcada a cidade, seu desenvolvimento foi por demais lento.

Figura 3: Planta baixa da cidade. Delimitação correspondente ao antigo perímetro urbano do Natal



Fonte (adaptação): Arquivo da SEMURB.

Figura 4: Santa Cruz da Bica. Cruzeiro situado no antigo limite sul da cidade



Fonte: Arquivo da SEMURB.

5. Atual Avenida Câmara Cascudo. Homenagem ao intelectual potiguar que durante décadas morou nessa avenida

Figura 5: Vista aérea da cidade. Delimitação do antigo perímetro urbano do Natal, quando da sua formação, a partir de 1599



Fonte (adaptação): Arquivo da SEMURB.

Figura 6: Praça das Mães (antigo Square Pedro Velho). Corresponde ao antigo limite norte da cidade



Fonte: Arquivo da SEMURB.

O produto de sustentação econômica da colônia, a cana-de-açúcar, não tinha na Capitania do Rio Grande⁶ a relevância adquirida na Bahia e em Pernambuco. No século XVII, as duas capitanias concentravam a maior produção açucareira do mundo e atraiu os interesses mercantis da Holanda. Em 1630, a Capitania de Pernambuco foi invadida pelos batavos⁷ e tornou-se a sede do domínio holandês na região do atual Nordeste do Brasil.

Em decorrência disso, a considerável atividade pecuária existente na Capitania do Rio Grande – essencial para a manutenção das tropas invasoras – atraiu para Natal os holandeses, que a dominaram em 1633. Decorreu daí a mudança do nome da cidade, rebatizada de Nova Amsterdã, e o da Fortaleza dos Reis Magos, renomeada Castelo Ceulen (Monteiro, 2002). A retomada dos nomes originais só aconteceu em 1654, após a expulsão dos holandeses.

O transcorrer do século XVII é descrito, segundo a visão de Cascudo (1999), como um período de reconstrução da cidade, arruinada que fora pelo domínio holandês. Para o autor, se em Recife a presença dos batavos registrou expressivos avanços urbanísticos, em Natal o mesmo não ocorreria. Essa posição de Cascudo é de certa forma corroborada pelo trabalho de Fátima Martins Lopes ao explicitar que, expulsos os flamengos, o então novo capitão-mor, Antônio Vaz Gondim, [...] teria promovido a vinda de 150 moradores e de 3 Companhias de Infantaria para reiniciar a vida na Capitania (Lopes, 2003, p. 125). Além disso, acrescentam Mariz e Suassuna (2002), Vaz Gondim reorganizou a estrutura administrativa da Capitania e reconstruiu a igreja matriz⁸.

Ao comentar a expansão demográfica na cidade do Natal, Cascudo (1999) enfatizou a diminuta população existente nos primeiros séculos de ocupação e assinalou que o primeiro mapa demográfico municipal realizado em 1805, sob a direção do capitão-mor José Francisco de Paula Cavalcanti de Albuquerque, registrou apenas 6393 habitantes na cidade.

6 A pecuária era a principal atividade econômica da época da Capitania do Rio Grande.

7 Denominação para holandeses, também conhecidos como flamengos.

8 Conforme Nesi (1994), durante a presença holandesa em Natal, a igreja matriz foi adaptada para um templo calvinista. Explica-se: no contexto histórico da chamada Reforma Protestante, significativo número de holandeses aderiu às ideias de João Calvino, gênese da vertente protestante denominada calvinismo.

Nem a independência política do Brasil, ocorrida em 1822, trouxe maiores avanços para Natal. A manutenção das estruturas política, econômica e social emperrava o desenvolvimento do País e, na capital potiguar, não ocorrera de modo diferente. Entretanto, a partir da segunda metade do século XIX, a expansão agroexportadora abriu novas perspectivas para a produção açucareira e a cotonicultura na Província, sendo a Ribeira o bairro da capital que recebeu influências mais visíveis dessa conjuntura favorável (Monteiro, 2002).

O bairro Ribeira, adjacente à da Cidade Alta, quando foi iniciada a demarcação do perímetro urbano da cidade, sequer estava incluso nos limites do Natal. Séculos depois, a gradual inserção da economia brasileira no mercado internacional ampliou a arrecadação provincial de impostos e se refletiu em melhoramentos na cidade, que bem indicam a relação entre comércio e urbanização (Monteiro, 2002, p. 176). Nesse sentido, o bairro da Ribeira foi emblemático na evolução urbana do município. Situado às margens do Rio Potengi, o bairro recebeu a instalação do porto, ampliou seu comércio, abrigou a sede do antigo palácio do governo (Figura 7) e, no início do século XX, recebeu a instalação do Teatro Carlos Gomes⁹ (Figura 8), e a implantação do primeiro cinema¹⁰, o Politheama (Casculo, 1999).

Sob a visão dos republicanos, alçados ao poder em 1889 com a ruína da monarquia no Brasil, os melhoramentos implantados durante a transição do século XIX para o XX, colocavam Natal nos trilhos da modernidade prometida pelo novo regime. Exemplo disso fora a preocupação com a ocupação ordenada do solo, com a elaboração do Plano Polidrelli, executado de 1901 a 1904, do qual resultou a criação da Cidade Nova, considerado o terceiro bairro da cidade – origem dos atuais bairros Tirol e Petrópolis (Lima, 2001). Para esses defensores da República, cuja maior liderança era Pedro Velho de Albuquerque Maranhão¹¹ (Figura 09), suas obras eram prenúncios de uma nova era de progresso para Natal e o Rio Grande do Norte (Bueno, 1999).

Figura 7: Prédio do antigo Palácio do Governo. Localizado na atual Rua Chile, símbolo da importância adquirida pelo bairro Ribeira no contexto do século XIX



Fonte: Arquivo da SEMURB.

Figura 8: Teatro Alberto Maranhão (antigo Teatro Carlos Gomes). Localizado no bairro Ribeira, sua inauguração ocorreu no início do século XX



Fonte: Arquivo da SEMURB.

9. Atual Teatro Alberto Maranhão.

10. A primeira sala de projeção do município, o Cinema do Natal, fundado em 1909, não tinha vida própria. Funcionou nas dependências do Teatro Carlos Gomes que, inclusive, de 1928 a 1932, foi definido como Cine Teatro Carlos Gomes (Costa, 1995). O Politheama, embora só inaugurado em 1911, foi o empreendimento pioneiro no ramo específico cinematográfico da cidade e, até a década de 1930, era o mais moderno do Natal (Casculo, 1999; Costa, 1995, grifo nosso).

11. Primeiro governador republicano do Rio Grande do Norte. Sob sua liderança formou-se a oligarquia Albuquerque Maranhão, cujo domínio político no estado perdurou por mais de duas décadas (Bueno, 1999; Mariz; Suassuna, 2002).

Figura 9: Busto de Pedro Velho. Localizado na Praça Cívica, na Cidade Alta, exalta a República e a figura do homenageado, líder da oligarquia Albuquerque Maranhão na transição do século XIX para o XX



Fonte: Arquivo da SEMURB.

Em 1929, quando o estado já estava sob o controle de Juvenal Lamartine e a capital era administrada pelo prefeito Omar O’Grady, o planejamento urbanístico avançou com a elaboração do Plano Geral de Sistematização do Natal, sob a responsabilidade do arquiteto Giácomo Palumbo. Em 1935 (Figura 10), prosseguindo os melhoramentos urbanos da capital, o então interventor Mário Câmara contratou o Escritório Saturnino de Brito, responsável pela elaboração do Plano Geral de Obras, do qual resultaram empreendimentos concluídos três anos depois, já no governo de Rafael Fernandes (Miranda, 1999).

Ainda em 1935, em plena Era Vargas¹², em contexto histórico marcado pela polarização ideológica, a cidade foi abalada pela chamada Insurreição Comunista. Desse evento resultou a implantação de um efêmero governo, de aspirações socialistas – experiência sui generis na história do País – que, com a repressão desencadeada, não sobreviveu ao seu terceiro dia (Costa, 1995).

12. Período no qual Getúlio Vargas, após a denominada Revolução de 1930, governou o Brasil por quinze anos, ininterruptos, até ser deposto em 1945. No início dos anos 50, Vargas voltaria a governar o Brasil. Desta feita, eleito pelo voto popular. Contudo, este segundo governo foi interrompido pelo suicídio do Presidente (Mariz; Suassuna, 2002).

Figura 10: Atual Casa do Estudante. Prédio que, a partir de 1914, abrigou o Batalhão Policial Militar. Nesse local, em 1935, ocorreram intensos combates por ocasião do chamado Levante Comunista do Natal



Fonte: Arquivo da SEMURB.

Na década seguinte, com a deflagração da Segunda Guerra Mundial, a cidade foi envolta em novas turbulências. Desta feita, de maiores proporções. A localização geográfica favorável do Campo de Aviação de Parnamirim, já utilizado desde o final da década de 1920, atraiu as atenções dos EUA, no cenário belicoso de então, para as suas potencialidades militares (Figura 10).

De modo que, em 28 de janeiro de 1943, ocorreu em Natal o histórico encontro entre os presidentes Getúlio Vargas e Franklin Delano Roosevelt (Figura 11). Dessa reunião decorreram acordos para a construção e utilização, por tropas norte-americanas, da Base Aérea de Parnamirim, de fundamental importância estratégica na conjuntura do conflito internacional (Viveiros, 1974).

Concretizadas as negociações bilaterais, a cidade transformou-se. Milhares de norte-americanos, e outros forasteiros, passaram a transitar por Natal. Foram significativos os impactos socioeconômicos e culturais, especialmente na Ribeira, que atraiu militares e civis, brasileiros ou estrangeiros, para a sua agitada vida noturna. Nesse cenário, o antigo Wander Bar, na atual Rua Chile, era uma das referências (Melo, 1999). Entretanto a circulação da moeda americana, aliada aos novos costumes disseminados, conferiu a Natal uma fugaz imagem de desenvolvimento logo dissipada com o término da guerra. Em 1945, junto com os americanos que retornavam à sua pátria, voaram os dólares.

Figura 11: Encontro entre Getúlio Vargas e Franklin Delano Roosevelt. Ocorrido em Natal, em 1943, reuniu os presidentes do Brasil e dos Estados Unidos da América



Fonte: Arquivo da SEMURB, 1943.

A cidade retomou seu ritmo pacato só alterado, significativamente, com a efervescência político-cultural do início dos anos 1960, com a emergência no cenário público de novos atores sociais, individuais ou coletivos, a exemplo do movimento estudantil (Silva, 1989). Foi a época, entre outros acontecimentos, da campanha De pé no chão também se aprende a ler (Figura 12), implementada pelo prefeito Djalma Maranhão, que alfabetizou considerável parcela da população carente e conquistou projeção nacional (Germano, 1989).

Figura 12: Instalações vinculadas à campanha De pé no chão também se aprende a ler



Fonte: Arquivo da SEMURB.

A partir de 1964, com a ascensão dos militares ao poder, período que se prolongou até meados dos anos 80, a política urbanística e habitacional adotada no País proporcionou a

expansão de conjuntos habitacionais¹³ em Natal (Figura 13), em especial nas chamadas Regiões Administrativas Norte e Sul, com significativos impactos urbanísticos e ambientais, que ampliaram a necessidade do planejamento urbano para o município. De acordo com Lima (2001, p. 94), [...] ao longo desse período [...] foram elaborados três planos para o município do Natal.

O primeiro deles, em 1968, o Plano de Urbanismo e Desenvolvimento do Natal, concebido pelo Escritório Serete S.A. Engenharia. Embora não tenha sido efetivamente implementado, o denominado Plano Wilhelm-Serete, serviu de base para a elaboração do primeiro Plano Diretor do Natal, instituído pela Lei 2211/74. Dez anos depois, a Lei 3175/84 definiu o terceiro plano do período sob enfoque: um novo Plano Diretor para a cidade, orientado para a organização físico-territorial e o zoneamento funcional do município.

Acrescenta o autor citado, que os planos da época, especialmente os dois últimos, tiveram expressiva participação de profissionais locais da área urbanística. Vários deles, posteriormente, iriam ser incorporados aos quadros técnicos de órgãos públicos, a exemplo do antigo IPLANAT¹⁴ – Instituto de Planejamento Urbano do Natal.

Figura 13: Vista aérea da Cidade da Esperança. Primeiro conjunto habitacional construído em Natal



Fonte: Arquivo da SEMURB.

Nas décadas finais do século XX, o gradual avanço no processo de industrialização do estado, especialmente nos ramos têxtil e de confecções, concentrado basicamente na capital e no seu entorno, atraiu substancial migração para as cidades que atualmente integram a Região Metropolitana do Natal¹⁵ – Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Extremoz, Ceará-Mirim, São José de Mipibu, Nísia Floresta, Monte Alegre, Vera Cruz, Maxaranguape, Ielmo Marinho, Arês, Goianinha e Bom Jesus – cuja população, com seus 1.527.501 habitantes segundo Censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), passou a representar 46,25% da população total do estado do Rio Grande do Norte, acarretando grandes desafios para a administração pública.

13. Todavia, o primeiro conjunto habitacional construído em Natal – a Cidade da Esperança – antecedeu o boom imobiliário desse período. Sua primeira etapa foi inaugurada em meados da década de 1960 e deu origem ao bairro homônimo

14. Órgão que, ao fundir-se com a ECO NATAL – Fundação do Meio Ambiente do Natal, deu origem à atual SEMURB – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (Sousa, 2004).

15. A Região Metropolitana foi instituída pela Lei Complementar nº. 152, de 16 de janeiro de 1997, compreendendo os municípios do Natal, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Ceará-Mirim, Macaíba e Extremoz. Por meio da Lei Complementar nº. 221 de 10 de janeiro de 2002, foram incorporados os municípios de Nísia Floresta e São José de Mipibu (SEMURB, 2004). Posteriormente, a Lei Complementar nº. 315, de 30 de novembro de 2005, incorporou o município de Monte Alegre à Região Metropolitana do Natal. A Lei Complementar nº 391, de 22 de julho de 2009, inseriu o município de Vera Cruz, ampliando para dez as municipalidades integradas à Região Metropolitana do Natal. Quase quatro anos depois, a Assembleia Legislativa do Rio Grande do Norte, promulgou a Lei Complementar Estadual nº 485 de 25 de fevereiro de 2013, e o município de Maxaranguape foi adicionado. Em 27 de julho de 2015, o governo do Rio Grande do Norte sancionou a lei complementar nº 540, que incluiu o município de Ielmo Marinho na Grande Natal. Ainda no mesmo ano, através da Lei Complementar Estadual nº 559 de 28 de dezembro de 2015 também foram incluídos os municípios de Arês e Goianinha. A última inclusão foi o município de Bom Jesus através da Lei Complementar Estadual nº 648 de 30 de abril de 2019.

Esse crescimento demográfico, e suas implicações, foram ampliados com o acelerado crescimento da atividade turística em Natal e seus arredores, especialmente nas áreas litorâneas. Diante dessa realidade, o poder público municipal enfrentou novos e substanciais desafios na área do planejamento urbano. Ainda na década de 1990, a administração municipal já detectou a necessidade de atualizar a legislação vigente.

Dessa forma, por meio da Lei nº 07 de 5 de agosto de 1994, foi aprovado o novo Plano Diretor do Natal, integralmente concebido pela equipe técnica do Instituto de Planejamento Urbano de Natal (IPLANAT). Considerado um marco na história do planejamento urbano do País (Lima, 2001), o Plano Diretor do Natal (PDN) antecipou em alguns anos a incorporação de instrumentos legais posteriormente consagrados, no início do século XXI, no Estatuto da Cidade instituído pela Lei nº 10257/2001, que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal (Oliveira, 2001).

Os planos diretores do Natal pós-1988 traduzem um cenário político da abertura, eram tempos de volta à normalidade democrática. As conquistas e avanços são frutos da abertura de novos espaços de participação popular: A tendência de democratização que já era uma realidade na elaboração do Plano Diretor-1994, se consolidou na concepção do Plano Diretor-2007.

A revisão do Plano Diretor-1994 ocorreu, então, em um momento de muita mobilização e debates sobre o viver na cidade. Este era o clima vivido após a promulgação do Estatuto da Cidade. Foi neste contexto que a Prefeitura, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), convocou a Conferência de Revisão do Plano Diretor Participativo da Cidade do Natal.

Evento marcado pela democracia, realizado nos dias 08, 09, e 10 de dezembro de 2005, com a participação de delegados eleitos pelos diversos segmentos representativos da sociedade natalense. Eram representantes do Setor Público e Poder Legislativo, Movimentos Sociais e Populares, Entidades Sindicais, Operadoras e Concessionárias de Serviços, Entidades Profissionais, Acadêmicas e de Pesquisas, Organizações Não-governamentais e Conselhos de Classes, etc. Foram três dias de intensos debates sobre o destino da cidade, destacando como pontos mais polêmicos a Outorga Onerosa e a Preservação de Áreas Não-edificantes.

O centro deste debate era o modelo de cidade verticalizada, pressionada por interesses imobiliários, ou, uma cidade que preservasse o meio ambiente. Avanços importantes foram conquistados no Plano Diretor-2007. Destaca-se: a política de Habitação de Interesse Social, a Regularização Fundiária e a Questão Ambiental. Um plano fruto do diálogo e do debate com a sociedade, sintonizado com as demandas do mundo contemporâneo.

O Plano Diretor-2007 já anunciava em seus artigos a sua revisão depois de dez anos de promulgação. Os diálogos sobre o ordenamento urbano não são matéria passiva, são muitas as visões que se tem do espaço citadino. Pensar uma nova legislação implica na mobilização da sociedade civil. Cabendo à Prefeitura do Natal coordenar essa tarefa de revisão do Plano Diretor, assim, a SEMURB assumiu suas responsabilidades no tecer do emaranhado de demandas neste processo de revisão.

O ano de 2017 foi o marco de início das discussões em torno dos procedimentos na Revisão do Plano Diretor, com a reunião entre o Executivo Municipal, através da SEMURB, com o Ministério Público, entidades comunitárias e setores organizados da sociedade civil. Grupos de Trabalhos, preparatórios para as Conferências. Diálogos importantes na normatização das conferências, desde a escolha dos delegados até a duração do tempo de fala de cada participante, quem teria direito a voto e voz, quais entidades poderiam enviar representação e como a comunidade em geral participaria dessa discussão.

Diversas audiências públicas foram realizadas, na Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), Centro Municipal De Referência Em Educação (CEMURE), Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, Sede da SEMURB, entre outros locais. A finalidade era apresentar as Metodologias, o Cronograma, e os instrumentos para recebimento das contribuições da sociedade natalense na construção da Revisão do Plano Diretor.

É bom lembrar da realização de Grupos de Trabalhos em todas as regiões administrativas do Natal, Zona Norte, Zona Oeste, Zona Leste e Zona Sul, em igrejas, centros comunitários, instituições de ensino, enfim, a mobilização ocorreu nos diversos segmentos representativos, dando deste modo, um caráter democrático nos encaminhamentos deste processo para revisar o Plano Diretor-2007. Os Seminários e as Audiências Públicas têm cumprido um papel fundamental na mobilização da Cidade do Natal. São momentos dos diálogos, de apresentação das propostas a serem inseridas no novo Plano Diretor.

Dentre as contribuições, destacam-se a revisão dos coeficientes de aproveitamento através de um sistema inteligente de informações urbanas e ambientais, estímulos ao uso de fachadas ativas, fachadas verdes, energias limpas, criação de parques lineares, corredores verdes, vias verdes, rotas acessíveis, dentre outros (Figura 14). O novo Plano Diretor do Natal foi instituído pela Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022.

Em mais de quatro séculos de existência, desde a chegada dos portugueses ao Rio Potengi com a missão de fundá-la, a cidade do Natal vivenciou singulares transformações, nem sempre perceptíveis às novas gerações. Nesse sentido, nunca é demasiado lembrarmos que preservar a memória histórica é fundamental para qualquer povo. Dela brota a formação de uma identidade coletiva. De modo que é imperativo entendermos: da outrora Povoação dos Reis, herdamos precioso patrimônio cultural, material e imaterial, tais como a Fortaleza dos Reis Magos e a igreja matriz, o idioma e a religião, costumes e tradições, a nos lembrar de um passado longínquo de vínculos inequívocos com o presente.

Figura 14: Visão parcial da Via Costeira. Realização do poder público essencial para o desenvolvimento da atividade turística no litoral do Natal



Fonte: Arquivo da SEMURB.

An aerial photograph of a city, likely São Paulo, showing a dense urban landscape with numerous high-rise buildings and residential blocks. The sky is blue with some clouds. A dark blue horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing the title. The number '2' is placed inside a dark blue square on the left side of this band.

2

Evolução da População

2 - DINÂMICA POPULACIONAL DO NATAL

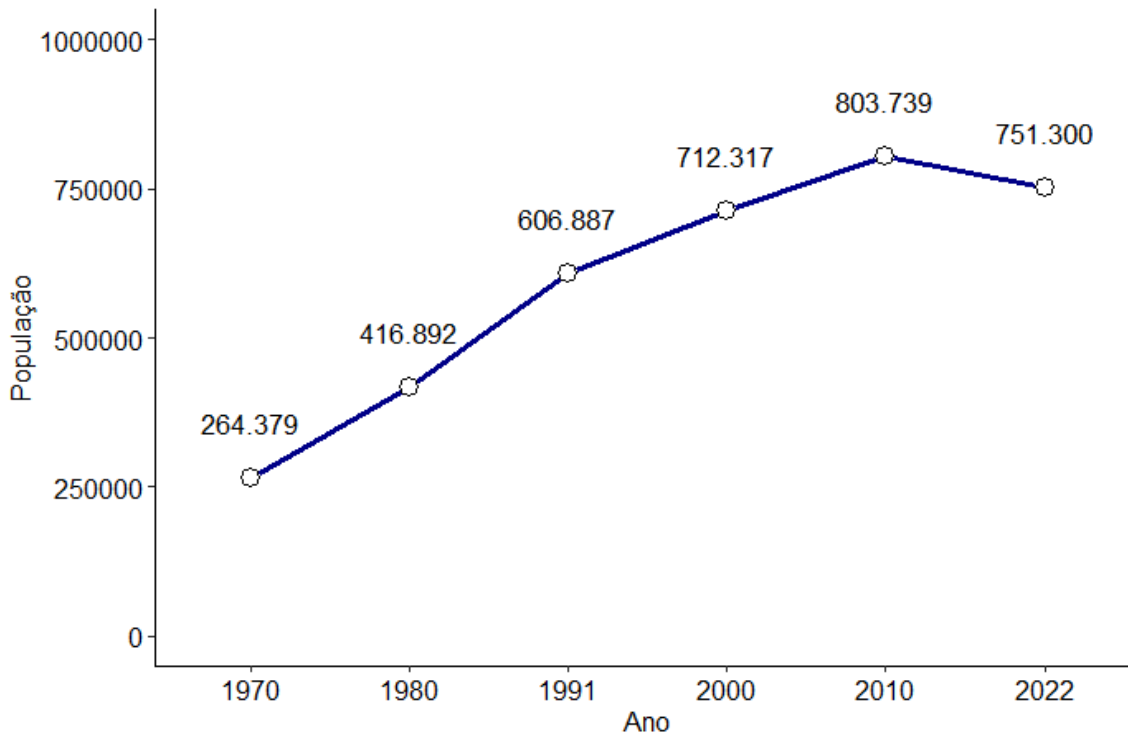
Após a divulgação do censo de 2022, tornou-se evidente a necessidade de uma análise crítica dos dados, dada a notável redução da população do Natal. Esse declínio, tanto em relação ao censo de 2010 quanto à estimativa populacional do IBGE de 2021, é tão surpreendente quanto intrigante. É crucial contextualizar historicamente as flutuações na população do Natal desde 1970 até 2022. Além disso, é imperativo considerar diversas hipóteses para explicar a diminuição populacional observada no censo de 2022, conforme registrado pelo IBGE. Uma análise comparativa entre a população do Natal e a de municípios vizinhos pode oferecer insights valiosos sobre as dinâmicas demográficas da região.

Adicionalmente, é fundamental projetar o número de habitantes por bairro para os próximos 10 anos e até 2050, utilizando métodos logísticos ajustados. Essa projeção permitirá uma melhor compreensão das tendências demográficas locais e auxiliará no planejamento urbano e políticas públicas adequadas. É importante ressaltar que a revisão anual das estimativas pela SEMURB é essencial, visto que o estudo demográfico é uma das responsabilidades primordiais do IBGE e contribui significativamente para a formulação de políticas públicas e planejamento urbano.

2.1 - Censo Populacional do IBGE 2022

A Figura 15 apresenta os números populacionais da cidade do Natal desde 1970 até 2022, com um crescimento até o ano de 2010, mas no último ano (2022) houve uma diminuição na população.

Figura 15: Dados populacionais do censo de 1970 até 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

O crescimento populacional do Natal (Figura 15) é representado por uma curva que segue o padrão característico da função logística. Em 1970, a população da cidade era de aproximadamente 264 mil habitantes. Ao longo da década de 1980, esse número subiu significativamente, atingindo 416.892 habitantes. Na década de 1990, a população ultrapassou a marca de 600 mil habitantes. No início do novo milênio, o aumento populacional foi ainda mais

expressivo, com um acréscimo de mais de 100 mil habitantes em relação à década anterior, totalizando aproximadamente 712 mil habitantes. Em 2010, a população superou os 800 mil habitantes. No entanto, o censo mais recente, realizado em 2022, revelou uma diminuição populacional, resultando em uma contagem atual de 751.300 habitantes. Essa análise longitudinal oferece uma visão panorâmica do crescimento e flutuações populacionais ao longo das décadas em Natal.

Essa análise sugere uma série de reflexões sobre o desenvolvimento urbano e as políticas de planejamento da cidade. Como a capacidade de infraestrutura urbana pode acompanhar esse crescimento populacional? Quais são os desafios e oportunidades que surgem com o aumento da população? Essas são questões cruciais que exigem uma abordagem holística e planejamento cuidadoso para garantir o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida para os residentes do Natal.

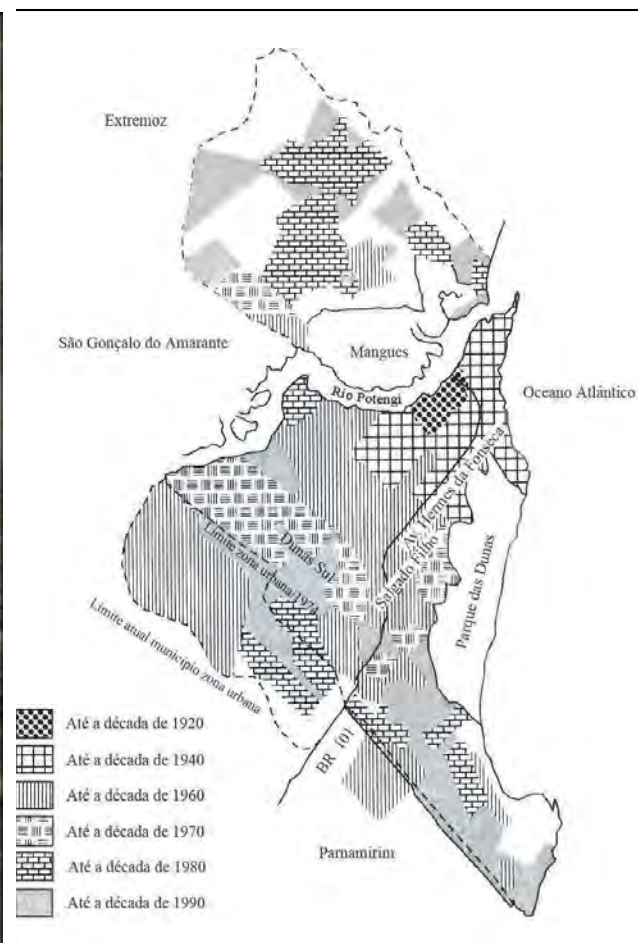
No contexto histórico, a partir da Figura 16, abaixo, pode-se visualizar a vista aérea da cidade do Natal, que permite visualizar a evolução da cidade no período de 1599 até 1929. O crescimento foi marcado inicialmente pelo *Master Plan* (1901-1904) e na sequência pelo Plano Geral de Sistematização (1929). A Figura 17, abaixo, evidencia a expansão urbana do Natal de 1920 até 1990, sendo este crescimento fruto dos dois instrumentos supracitados.

Figura 16: Cidade do Natal e delimitações anteriores



Fonte: Pedro de Lima, 2000

Figura 17: Expansão urbana do Natal: 1920-1990



Fonte: Base cartográfica SEMURB - 2006

O Master Plan ou Plano Polidrelli (Figura 18) a seguir, teve como objetivo diferenciar ruas (desenhadas no sentido leste-oeste) e avenidas (no sentido norte-sul), o zoneamento não foi abordado – Governado Tavares de Lira.

Figura 18: Master Plan (1901-1904)



Fonte: Acervo da SEMURB.

Já o Plano Geral de Sistematização do Natal (Figura 19) abaixo, tinha como foco harmonizar as condições estéticas e os preceitos urbanísticos com os interesses da prefeitura de modo a reduzir as despesas de desapropriação, movimento de terra e obras de arte - Prefeito Omar O’Grady.

Figura 19: Plano Geral de Sistematização-1929



Fonte: Acervo da SEMURB.

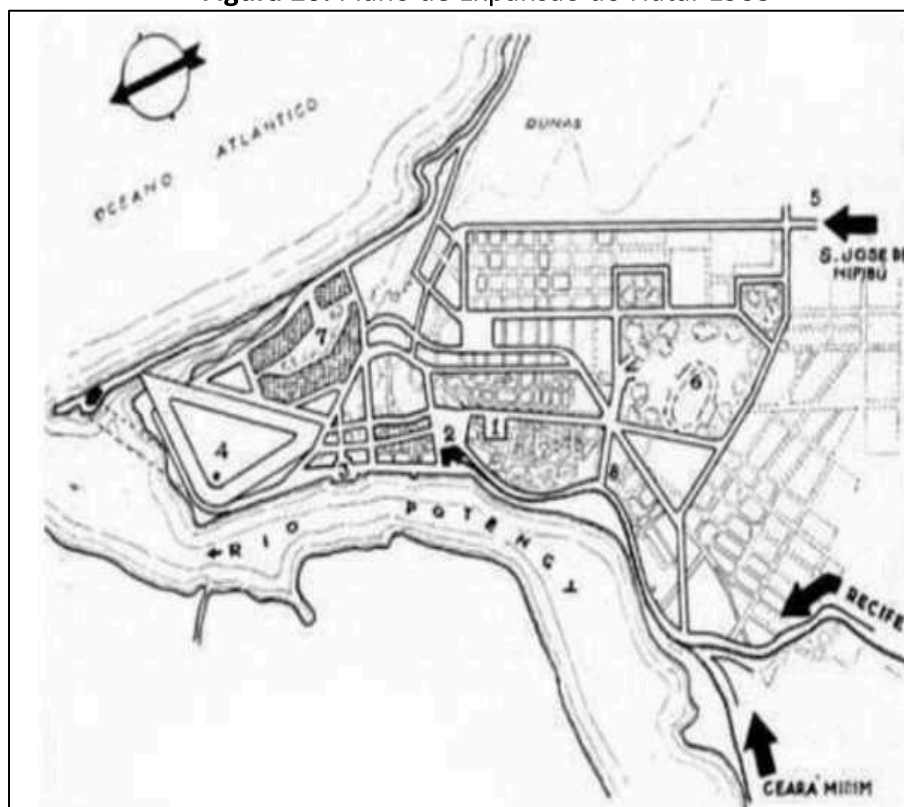
Nos anos de 1970 até 1991, é visível na Figura 15 e na Figura 17 que foi marcado pelo crescimento populacional, fruto do movimento migratório de grandes contingentes populacionais do campo para Natal, motivado por várias situações, como por exemplo, a busca por oferta de emprego, serviços de educação, saúde entre outros; na expectativa de melhorar a qualidade de vida, pois em geral as capitais apresentam uma economia dinâmica.

A partir de 1964, os governos militares instituíram uma política econômica direcionada aos segmentos industrial e de infraestrutura, a fim de ascender o Brasil à condição de grande potência. A aceleração do crescimento econômico foi proporcionada pela associação ao capital estrangeiro e ofertou incentivos fiscais às empresas de capital nacional, desde que investissem em novos empreendimentos na cidade natalense (Costa, 2000).

O setor terciário também destacou-se no período de 1970 a 1980 devido a edificação do Centro Administrativo do Estado, do Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, do Hospital e Pronto Socorro Walfredo Gurgel e do Hospital Médico Cirúrgico (Cunha, 1991; Costa, 2000).

A Figura 20, abaixo, mostra o Plano de Expansão do Natal (1935) que retomou, incorporou e modificou as propostas urbanísticas do Master Plan e do Plano Geral de Sistematização e, assim, promovendo essa fusão com o traçado irregular preexistente na cidade – Governador Mário Câmara.

Figura 20: Plano de Expansão do Natal-1935



Fonte: Acervo da SEMURB.

Por outro lado, o Plano Urbanístico e de Desenvolvimento do Natal (1968), a Figura 21, a seguir, adotou um esquema de zoneamento por predominância de função. Foi o primeiro plano brasileiro que propôs claramente o urbanismo como uma estratégia de desenvolvimento – prefeito Agnelo Alves.

Figura 21 –Plano Urbanístico e de Desenvolvimento do Natal – 1968



Fonte: Acervo da SEMURB.

Na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), Natal serviu de base militar estadunidense e brasileira, promovendo um crescimento populacional que foi comprovado com a diferença entre o censo de 1940 e 1950, quando a população natalense passou de 54.386 mil para 103.215 mil habitantes, representando um aumento de aproximadamente 90,0%.

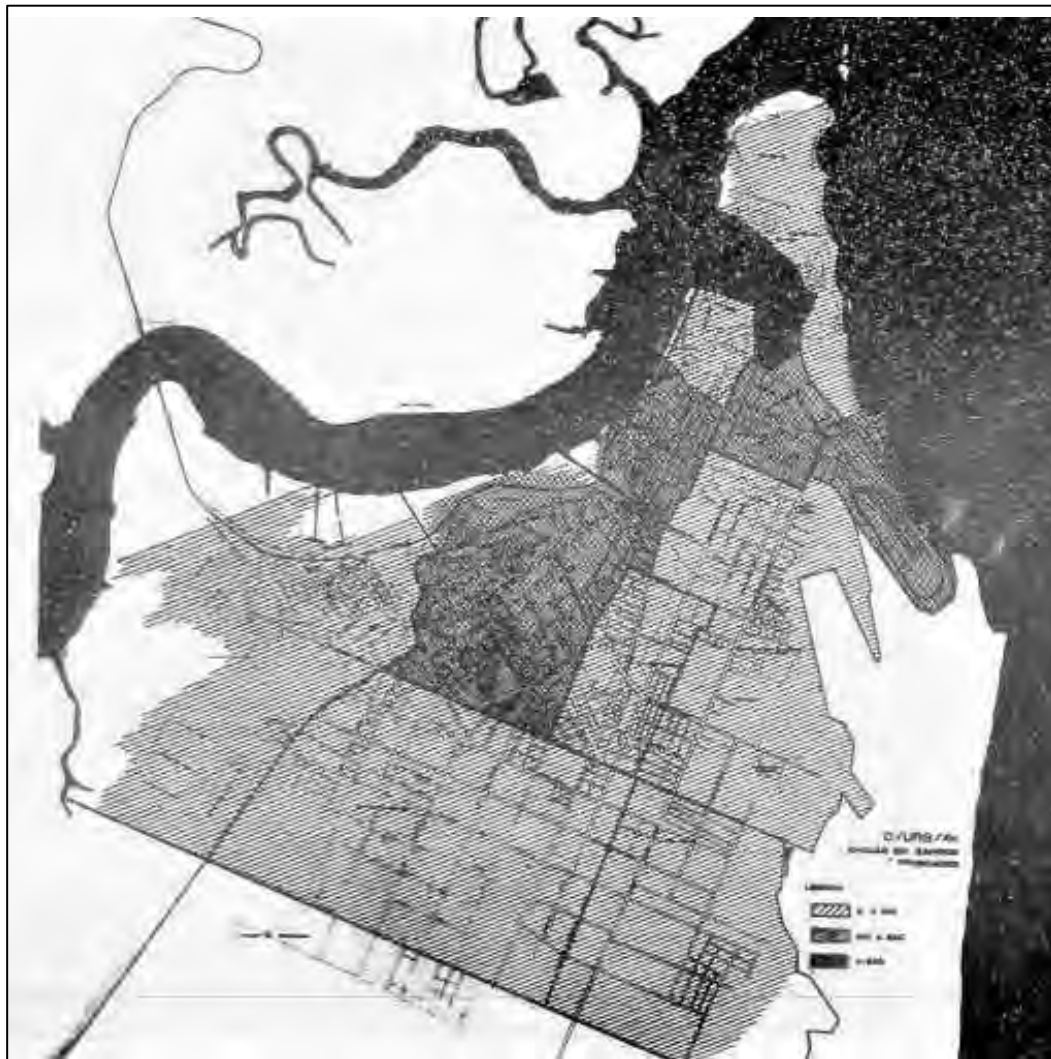
Em março de 1942, o Decreto lei nº 4.142 criou a Base Aérea do Natal, sendo inaugurada em agosto do mesmo ano. Assim, a cidade abrigou a maior mobilização de militares americanos fora dos Estados Unidos e a “indústria” da guerra também impulsionou esse crescimento populacional.

De 1960 até 1988 esse crescimento ainda permaneceu acelerado e a partir de 1964 os governos militares instituíram uma política econômica direcionada aos segmentos industrial e de infraestrutura. O movimento migratório de grandes contingentes populacionais do campo para Natal na expectativa de melhorar a qualidade de vida também fomentou esse avanço.

O fluxo migratório impulsionou a implantação de um programa habitacional acarretando a construção de conjuntos habitacionais, transformando o espaço urbano da cidade com resultados perceptíveis em meados dos anos 70, sendo contabilizadas aproximadamente 45.175 mil residências erguidas pelas iniciativas pública e privada, no período de 1971 a 1999 (Costa, 2000).

A Figura 22, adiante, mostra o Plano Diretor do Natal de 74 que teve como foco promover a regulamentação de zoneamento, de loteamento e de edificação, e previa a criação de legislação tributária.

Figura 22: Zoneamento no Plano Diretor do Natal – 1974



Fonte: Acervo da SEMURB.

O Plano Diretor Físico-Territorial do Natal de 1984, na Figura 23, a seguir, foi sancionado pelo prefeito Marcos Formiga, e uma das características desse plano foi a tentativa de regulamentar o uso dos espaços urbanos e, assim, garantir o zoneamento funcional.

No fim dos anos 70 e início de 80 foi instalada a Região de Produção do Distrito Setentrional da Petrobrás, e conseqüentemente diversas subsidiárias, concessionárias e prestadoras de serviços e, fixaram-se na cidade, trazendo uma população com alto poder aquisitivo e consumo (Ferreira et al, 1996).

Figura 23: Plano Diretor Físico-Territorial do Natal – Macrozoneamento – 1984



Fonte: Acervo da SEMURB.

Acredita-se que as políticas públicas de investimento, entre 1960 e 2000, consolidaram as migrações no Rio Grande do Norte, implementando ações e estratégias que fomentaram o desenvolvimento econômico. Observa-se ainda que as secas tanto impulsionaram a imigração, acarretando decréscimo populacional, como também provocaram emigração, acarretando aumento no número de habitantes.

O Plano Diretor do Natal de 2007 foi sancionado pelo prefeito Carlos Eduardo, marcado pela participação democrática dos diversos segmentos da sociedade civil com avanço na Política de Habitação de Interesse Social, a Regularização Fundiária e a Questão Ambiental (Figura 24).

Figura 24 – Zoneamento no Plano Diretor do Natal – 2007



Fonte: Acervo da SEMURB.

O prefeito Álvaro Dias sancionou o Plano Diretor Físico-Territorial do Natal de 2022. Destacam-se a revisão dos coeficientes de aproveitamento, estímulos ao uso de fachadas vivas, fachadas verdes, energias limpas, criação de parques lineares, corredores e vias verdes, rotas acessíveis, etc (Figura 25).

Figura 25: Mapa do Plano Diretor Físico-Territorial do Natal – Macrozoneamento – 2022



Fonte: Acervo da SEMURB (PDN, Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022).

A tabela 1, abaixo, apresenta a previsão da população do Natal e dos quatro municípios de seu entorno de acordo com a previsão do censo 2022 e , segundo o IBGE, a estimativa populacional de 2021 foi de 896.708 mil pessoas, e o censo 2010, publicado pelo IBGE. O Rio Grande do Norte tem 167 municípios dos quais 46% tiveram uma redução populacional.

Tabela 01: População do Natal e dos 4 municípios de seu entorno (censo 2022 e censo 2010, publicados pelo IBGE)

MUNICÍPIOS	CENSO 2022	CENSO 2010	%
Natal	751.300	803.739	-6,52
Parnamirim	252.716	202.456	+24,83
São Gonçalo do Amarante	115.838	87.668	+32,13
Ceará-Mirim	79.115	68.141	+16,10
Extremoz	61.635	24.569	+150,87

Fonte: SEMURB - com base nos dados da prévia do censo do IBGE, 2022.

A partir dos dados acima, pode-se comparar os resultados dos censos de 2010 e 2022 e assim analisar se houve crescimento ou diminuição da população. A princípio pode-se visualizar que Natal e Parnamirim apresentaram uma redução populacional de 6,52% e aumento de 24,83%, respectivamente.

Em números absolutos essa frustração em Natal foi de 52.439 mil pessoas e quando comparado com a estimativa do IBGE de 2021 (896.708) essa redução corresponde a 145.408. A grande surpresa foi o município de Extremoz que cresceu 150,87% , acredita-se que essa expansão deve-se a criação de loteamentos habitacionais. Acredita-se também que a especulação imobiliária levou à diminuição do número de habitantes do Natal.

Os municípios de Ceará-Mirim (16,10%) e São Gonçalo do Amarante (32,13%) também cresceram em ritmo acelerado, possivelmente pelo surgimento de atividade econômica. Em contrapartida, a frustração no crescimento da população natalense também pode ser justificado a partir da redução no número de nascimentos, uma vez que as mulheres têm tido menos filhos e cada vez mais tarde, além disso houve um aumento no número de óbitos que foi superior ao esperado devido a pandemia da Covid-19, resultando na morte de cerca de 700 mil pessoas.

Diante do fato de que o censo acontece de dez em dez anos e que a dinâmica populacional é constante, percebe-se a necessidade de realizar estimativas da população do Natal e, para isto, foi utilizado o método logístico proposto por meio de um estudo realizado pela SEMURB, uma nota técnica intitulada: Projeções Populacionais para o Município do Natal (Tabela 2). Desta forma, foi realizada a estimativa populacional do Natal para o período de 2022 até 2032 e 2050, aplicou-se ainda um fator de correção para adequar a projeção do método logístico ao censo de 2022 divulgado pelo IBGE.

Tabela 02: Projeções populacionais pelo método logístico e o logístico ajustado para o período de 2022 até 2032 e 2050, no município de Natal – 2023.

Ano	Método Logístico	Método Logístico Ajustado
2022*	892.286	751.300
2023	899.455	757.337
2024	906.475	763.247
2025	913.345	769.031
2026	920.065	774.690
2027	926.636	780.222
2028	933.058	785.630
2029	939.332	790.913
2030	945.459	796.072
2031	951.440	801.108
2032	957.277	806.022
2050	1.039.605	875.342

Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE *Projeção de 2022 até 2032 e 2050, conforme a dinâmica da população entre os Censos Demográficos.

2.2 - Adequação do método logístico à estimativa do IBGE

O método escolhido para a projeção de Natal foi o logístico, uma vez que é bastante utilizado em Demografia, na mortalidade e na fecundidade quanto para projetar áreas menores. Essa função supõe que o crescimento populacional é limitado e tende a diminuir com o tempo, estabilizando o número de indivíduos e aumentando assintoticamente ao longo do tempo até atingir um limite de saturação. Inicialmente, o número de pessoas cresce a um ritmo acelerado, tendendo a ficar estável ou diminuir, seguindo uma relação matemática que estabelece uma curva (González & Torres, 2013).

A curva logística apresenta três fases distintas: o primeiro apresenta um crescimento acelerado, o segundo um crescimento desacelerado e o último apresenta um crescimento estável. Os dois primeiros momentos são separados por uma linha de inflexão.

O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo t_i , e a população de inflexão corresponde ao quociente da população de saturação (P_s) por dois. Para a aplicação deste método, as seguintes condições devem ser satisfeitas:

1) Dispor dos dados populacionais de três períodos distintos e equidistantes no tempo, sendo assim utilizou-se os dados dos censos de 1991, 2000 e 2010;

2) As populações apresentem sempre um crescimento no tempo ($P_0 = 606.681 < P_1 = 709.536 < P_2 = 803.739$);

3) Satisfazer a condição de inflexão da curva ($P_0.P_2 < P_1^2$), ou seja, ($606.681 \times 803.739 < (709.536)^2$) \leftrightarrow ($487.613.180.259 < 503.441.335.296$).

Uma vez que todas as condições foram satisfeitas, o modelo logístico (Equações 1 a 6) pode ser aplicado para obter a estimativa populacional de Natal. Do ponto de vista matemático tem-se que as Equações (Eq.):

$$\text{Eq1. } P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{k \cdot (T - t_0)}}$$

$$\text{Eq2. } P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

$$\text{Eq3. } t_i = t_0 - \frac{\ln(c)}{k}$$

$$\text{Eq4. } k = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln\left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)}\right]$$

$$\text{Eq5. } c = \frac{(P_s - P_0)}{P_0}$$

$$\text{Eq6. } P_i = \frac{P_s}{2}$$

Onde:

c é o coeficiente;

k é a taxa de crescimento;

P_t é a população estimada no ano *T*;

P_0 é a população do primeiro censo considerado, no tempo t_0 ;

P_1 é a população do segundo censo considerado, no tempo t_1 ;

P_2 é a população do terceiro censo considerado, no tempo t_2 ;

P_s é a população saturada;

t_i é o tempo de inflexão;

P_i é a população de inflexão no tempo t_i ;

t_0 é o ano do primeiro censo considerado;

t_1 é o ano do segundo censo considerado;

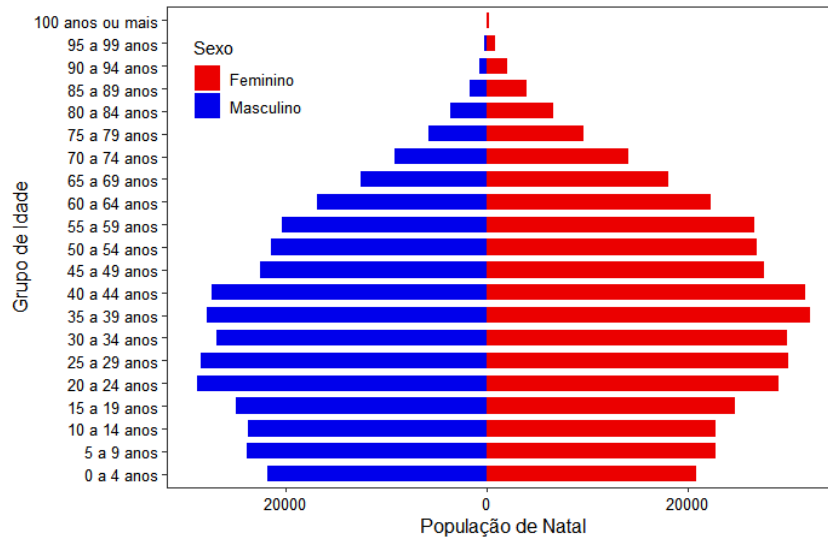
t_2 é o ano do terceiro censo considerado;

T é o ano a ser estimado.

O IBGE divulgou em 28 de junho de 2023 os resultados populacionais do censo demográfico de 2022, e Natal possui 751.300 habitantes. Abaixo segue a tabela 2 com a estimativa do método logístico e o ajustado ao censo do instituto, para tanto aplicou-se o fator de correção (-0,158005).

Com base na Pirâmide Etária da população do Natal, conforme registrado no censo de 2022 (Figura 26), é notável que a faixa etária mais representativa situa-se entre 35 e 44 anos, especialmente entre mulheres, enquanto para homens, é de 20 a 29 anos. Uma análise adicional revela que a proporção de idosos com 60 anos ou mais é menor em comparação com a população mais jovem, com idades entre 15 e 30 anos. Estes dados sugerem um padrão demográfico que merece uma análise mais aprofundada sobre suas implicações e possíveis consequências para políticas públicas e serviços sociais.

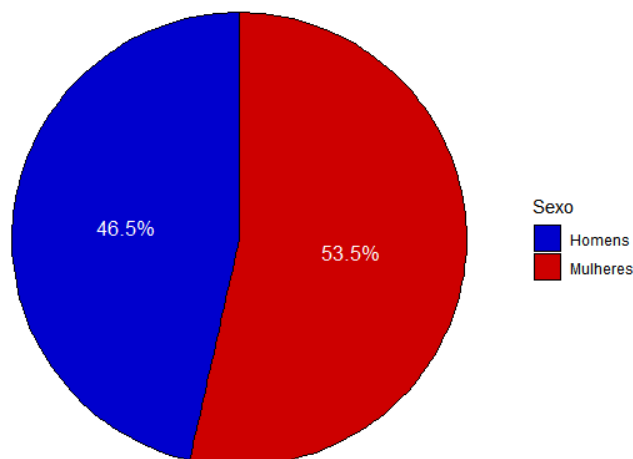
Figura 26: Pirâmide etária da população do Natal



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

Em relação à composição demográfica do Natal, conforme os dados do IBGE de 2022 (Figura 27), destaca-se que o município possui uma maioria feminina, representando 53,5% da população, enquanto os homens compõem 46,5%. É importante ressaltar que essa distribuição varia em diferentes faixas etárias, conforme evidenciado na Figura 26. Notavelmente, há uma proporção mais significativa de homens na faixa etária de 20 a 24 anos, enquanto a distribuição feminina predomina nas subdivisões de 35 a 44 anos. Essas nuances na distribuição de gênero e idade são fundamentais para entendermos as dinâmicas sociais e demográficas locais, influenciando diretamente políticas públicas e serviços voltados para diferentes segmentos da população.

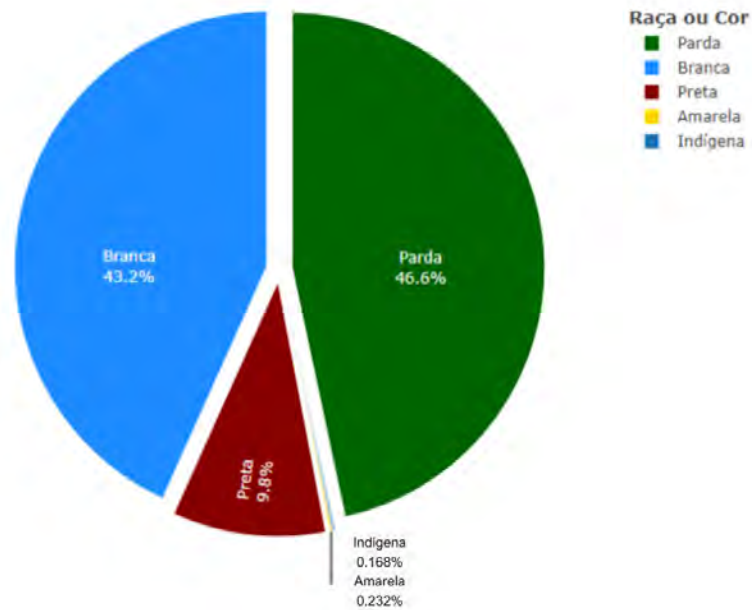
Figura 27: Distribuição da população por sexo no município do Natal



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

Quanto à representatividade étnico-racial da população, conforme evidenciado pelo IBGE em 2022 (consulte a Figura 28), o município do Natal pode ser classificado da seguinte forma: a cor predominante é a Parda, abrangendo 46,6% da população, seguida pela Branca, com 43,2%. Em sequência, temos a cor Preta, com 9,8%, e uma participação menor das categorias Indígena e Amarela, cada uma com aproximadamente 0,2%. Esses dados apontam para a diversidade étnico-racial presente na cidade, refletindo uma complexa tapeçaria cultural e social. Esta diversidade é crucial para entendermos questões de inclusão, igualdade e políticas afirmativas destinadas a diferentes grupos étnicos e raciais, visando promover uma sociedade mais justa e equitativa.

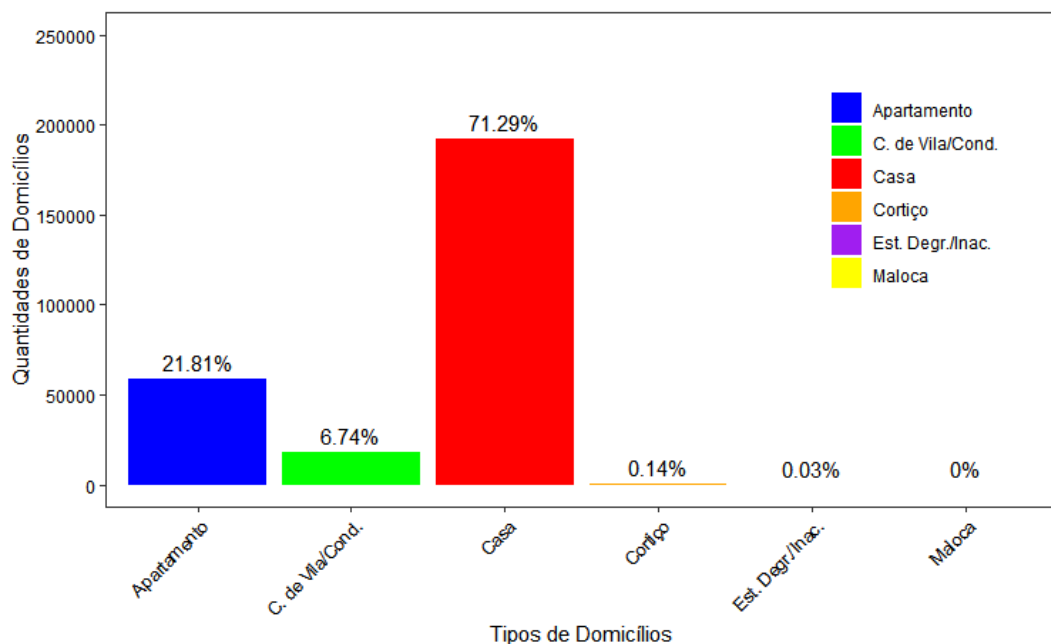
Figura 28: Distribuição da população por cor ou raça no município do Natal



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

Quanto à distribuição dos tipos de domicílios no município do Natal, conforme evidenciado na Figura 29, observa-se o seguinte padrão: as residências unifamiliares representam a maioria, totalizando 71,29%, seguidas pelos apartamentos, com 21,81%. Em seguida, temos as casas de vila ou condomínio, com 6,74%, uma parcela ainda menor de estabelecimentos de cortiço, com 0,14%, e, por fim, uma mínima percentagem de domicílios em estado de degradação ou inacessibilidade, com 0,03%. Essa distribuição reflete as características urbanas e habitacionais do município, fornecendo insights importantes para políticas de habitação e planejamento urbano voltadas para atender às variadas necessidades da população.

Figura 29: Distribuição dos tipos de domicílios no município do Natal - RN



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.



3

Meio Ambiente

3 - CARACTERIZAÇÃO NATURAL DO MUNICÍPIO DO NATAL

3.1 - Localização

O território do Natal está situado no litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte, no Nordeste brasileiro (Figura 30). Desempenha um papel crucial como a urbe mais relevante do Estado, ostentando o título de capital potiguar e liderando a Região Metropolitana do Natal (RMN), composta por Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Extremoz, Ceará-Mirim, São José de Mipibu, Nísia Floresta, Monte Alegre, Vera Cruz, Maxaranguape, Ielmo Marinho, Arês, Goianinha e Bom Jesus (Anuário Natal, 2013).

A área territorial do Natal é de cerca de 168,53 km², com as seguintes coordenadas geográficas: 5° 47' 42" de latitude sul e 35° 12' 34" de longitude oeste em relação ao meridiano de Greenwich. Está localizada na denominada faixa costeira brasileira, que abriga uma ampla variedade de ecossistemas de significativa importância ambiental, tais como estuários, restingas, dunas, falésias, enseadas, recifes, corais, praias e planícies, entre outros. Nessa região, encontra-se também a área remanescente mais significativa da floresta tropical conhecida como Mata Atlântica (Anuário Natal, 2013). Essa configuração geográfica do Natal tem sido objeto de discussões acaloradas sobre o desenvolvimento urbano sustentável, a conservação ambiental e a preservação da biodiversidade. A expansão urbana, por exemplo, tem gerado debates sobre a necessidade de conciliar o crescimento econômico com a proteção dos ecossistemas costeiros e da Mata Atlântica.

Figura 30: Localização do Natal no Rio Grande do Norte e no Brasil



Fonte: Acervo SEMURB.

Antigamente, a cultura da cana-de-açúcar resultou na devastação de grande parte da Floresta Atlântica, deixando atualmente apenas fragmentos de vegetação original, com o Parque das Dunas destacando-se nesse cenário, é um exemplo de esforços de preservação e recuperação de áreas naturais, mas ainda há desafios significativos para restaurar o que foi perdido. Além disso, existem manguezais, fundamentais para a reprodução da vida marinha e para manter o equilíbrio das interações entre o ambiente terrestre e o mar, especialmente diante das ameaças representadas pela expansão urbana, pela poluição e pelas mudanças climáticas.

3.2 - Geomorfologia

Quando se trata da geomorfologia da região (Figura 31), é perceptível uma paisagem caracterizada por terrenos planos e levemente ondulados, onde se destacam quatro tipos predominantes de relevos: a plataforma continental, as feições costeiras, as superfícies planas e os vales fluviais e lacustres (Vilaça, 1985; Vilaça et al., 1986). No âmbito geológico do município do Natal, encontramos uma estrutura que se estende desde o substrato cristalino pré-cambriano, composto por granitos, granodioritos, migmatitos e gnaisses, até os depósitos mesozóicos da sequência infra barreiras, caracterizados por sedimentos cretáceos que incluem rochas areníticas na base e calcário com intercalações areníticas e argilosas na parte superior. Ademais, há depósitos de sedimentos recentes e sub-recentes, como dunas, praias, planícies de deflação, áreas estuarinas, aluviais e de expansão de leques aluviais (Anuário Natal 2013).

Figura 31: Mapa da Geomorfologia



Fonte: SEMURB/SMCA - 2024.

A análise dos solos revela a predominância de diferentes tipos, incluindo Areias Quartzosas Distróficas Marinhas (associadas às dunas), Areias Quartzosas Distróficas (com baixo teor de argila, presentes nas áreas do planalto costeiro), Latossolos Distróficos (caracterizados por tons amarelos e vermelhos, relevo plano e fertilidade limitada), Solos Aluviais Eutróficos de Textura Indiscriminada (formados por depósitos fluviais com teor significativo de argila) e Solos Indiscriminados de Manguezais e Textura Indiscriminada (sedimentos arenosos encontrados nas áreas de baixada litorânea) (Brasil, 1971; Vilaça, 1985; Vilaça et al., 1999; Anuário Natal, 2013).

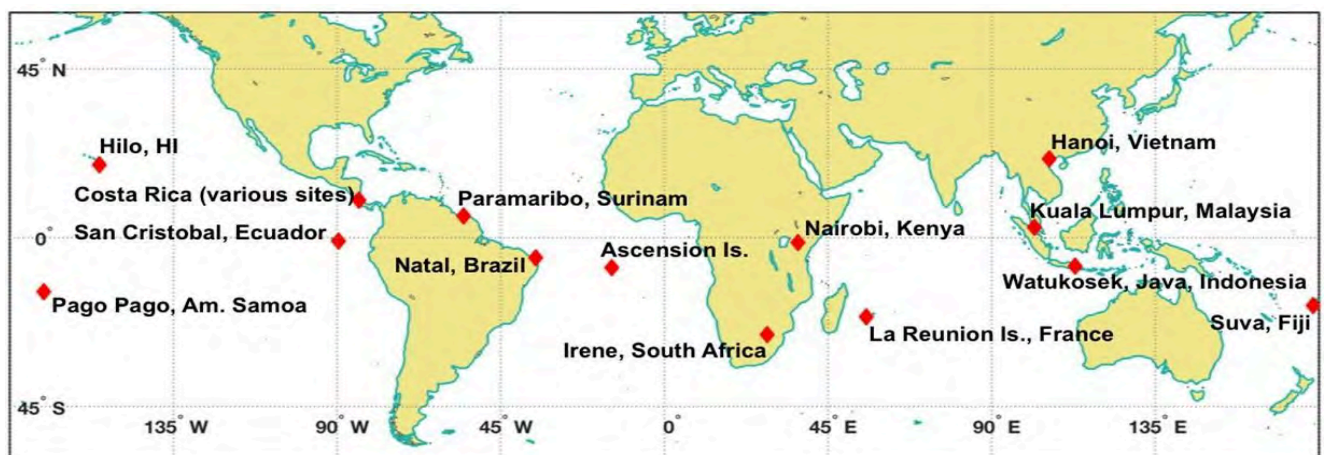
Essas características geomorfológicas e pedológicas têm implicações significativas em termos de uso da terra, conservação ambiental e planejamento urbano. Por exemplo, a distribuição desses diferentes tipos de solo influencia diretamente as atividades agrícolas, a infraestrutura urbana e a gestão dos recursos naturais. Além disso, a compreensão da geologia local é fundamental para a mitigação de desastres naturais, como inundações e deslizamentos de terra, e para o desenvolvimento de estratégias de adaptação às mudanças climáticas. Esses temas são frequentemente discutidos por especialistas, autoridades governamentais e comunidades locais na busca por soluções sustentáveis para o desenvolvimento da região.

3.3 - Nível de Ozônio em Natal/RN - Pesquisa da atmosfera por meio do lançamento de balões e instrumentos de superfície

A pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) tem como responsável a pesquisadora Dra. Neusa Paes Leme (INPE/São José dos Campos) e como responsável local o Eng. Francisco Raimundo da Silva (INPE-CRN). Objetiva o estudo das concentrações de vários componentes atmosféricos, com uso de radiossondagem, de modo a auxiliar na compreensão da camada de ozônio, através do levantamento da coluna total de ozônio, com uso de Espectrofotômetros de Dobson e Brewer, atuando na validação e calibração dos dados obtidos pelos sensores remotos de satélites.

O INPE – Centro Regional do Nordeste (INPE-CRN) realiza semanalmente sondagens de ozônio por meio de balões lançados no município do Natal. A atividade é desenvolvida com apoio da Agência Espacial Norte-Americana (NASA) (Figura 32), através das sondas do sistema Southern Hemisphere Additional OZonesondes (SHADOZ).

Figura 32: Pontos de coleta de dados do Sistema NASA/SHADOZ (Southern Hemisphere Additional Ozonesondes)



Fonte: National Aeronautics and Space Administration - NASA, 2024.

Através dos espectrofotômetros, realizam-se medições da coluna de ozônio na atmosfera do Natal – RN. Adiante, serão apresentados os resultados dos dados obtidos entre 1998-2022 (Figura 33). Os dados analisados permitem observar a sazonalidade da produção do O_3 na atmosfera local.

Figura 33: Lançamento de balão com instrumentos de coleta de dados (A e B) Espectrofotômetros de Brewer (C) e Dobson (D)



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Centro Regional do Nordeste – CRN), 2024.

O nível de Ozônio do Município do Natal foi coletado com base nos dados disponibilizados pelo INPE no período de 1998-2022 (Tabela 3) com destaque para o ano de 2012 no qual não foram divulgadas informações.

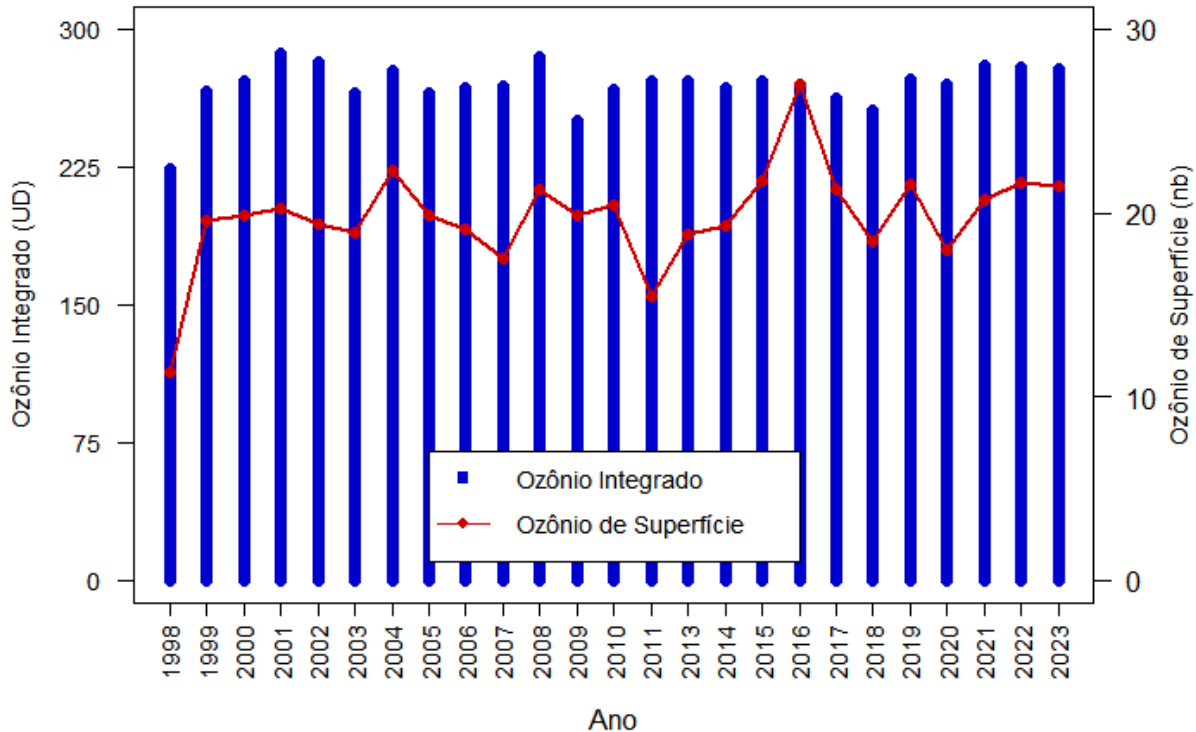
Tabela 3: Nível de Ozônio – Natal – médias anuais 1998-2022

ANO	NÍVEL DE OZÔNIO (UD)	
	INTEGRADO	DE SUPERFÍCIE
1998	223,55	11,38
1999	265,94	19,57
2000	271,94	19,90
2001	287,19	20,22
2002	281,85	19,35
2003	265,16	18,93
2004	277,34	22,26
2005	265,30	19,91
2006	268,42	19,15
2007	268,60	17,55
2008	284,71	21,27
2009	250,52	19,91
2010	267,15	20,45
2011	272,17	15,42
2012	-	-
2013	272,00	18,88
2014	268,21	19,29
2015	271,55	21,74
2016	266,70	26,99
2017	262,42	21,27
2018	256,16	18,45
2019	272,47	21,51
2020	269,71	18,03
2021	280,51	20,70
2022	278,84	21,60
2023	277,95	21,48

Fonte: Tabela elaborada pela SEMURB, com base nos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Centro Regional do Nordeste - CRN), 2024. **Observação:** Ausência de dados de coleta do ano 2012.

Com relação aos dados coletados é possível notar que no ozônio integrado (Figura 34), os maiores valores são nos anos de 2001, 2008 e 2021 acima de 280,00, já com relação ao da superfície esses valores se encontram no ano de 2016 com mais de 25,00 todos os demais anos ficam abaixo desse valor.

Figura 34: Nível de Ozônio – Natal – médias anuais 1998-2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Centro Regional do Nordeste – CRN), 2024. **Observação:** Ausência de dados de coleta do ano 2012.

3.4 - Hidrologia

Quando abordamos a hidrologia na área do município do Natal, o Plano Estadual de Recursos Hídricos estabeleceu que a drenagem na região é influenciada pelas seguintes bacias hidrográficas: Bacia do Rio Doce, do Rio Pirangi e a Faixa Litorânea Leste de escoamento difuso (Hidroservice, 1999). Além disso, em relação às reservas de água subterrânea, Natal conta com o aquífero freático, do aquífero confinado e semiconfinado, bem como recursos hídricos superficiais (Barros, 2003). Essa configuração hidrológica tem implicações significativas para a gestão dos recursos hídricos, a segurança hídrica e a conservação dos ecossistemas aquáticos.

3.5 - Bacias Hidrográficas

A água desempenha um papel fundamental na regulação e estabilidade do clima, uma vez que a presença de vapor d'água na atmosfera tende a suavizar as variações de temperatura, resultando em uma amplitude térmica reduzida entre o dia e a noite ao longo do ano (com temperaturas médias em torno de 28,3°C e 26,0°C). Conforme destacado por Elias Nunes (2006), uma Bacia Hidrográfica é definida como a área total drenada pelo rio principal e sua rede de afluentes. No contexto do abastecimento de água em Natal, observa-se a relevância das bacias dos rios Pirangi e Doce, assim como da bacia do Rio Potengi, que possui uma significativa importância socioeconômica (Anuário Natal, 2013). A gestão integrada dos recursos hídricos, que considera não apenas a disponibilidade de água, mas também a qualidade e a equidade no acesso, é essencial para promover o desenvolvimento sustentável e a justiça social.

3.5.1 - BACIA DO RIO POTENGI

A bacia hidrográfica do rio Potengi (Figura 35) emerge como a terceira maior do Estado, cobrindo 4.093 km², o que representa 7,7% do território estadual, com capacidade para armazenar 34.000.000 m³ de água. Esta bacia é delineada pelo rio Potengi como seu curso principal, cujas nascentes brotam da Serra de Santana, situada no município de Cerro Corá, e de outras serras dispersas pelos municípios de Currais Novos, Campo Redondo e São Tomé. Seus principais afluentes, à margem direita, incluem os rios Jundiaí, Guarapes e o Riacho de Salgado, enquanto, à margem esquerda, encontram-se os rios Pedra Preta, Pedra Branca, Guajiru e Jaguaribe, desaguando no Oceano Atlântico em Natal, formando o maior estuário do estado (Anuário Natal, 2013).

A relevância desta bacia para a capital do RN transcende suas características geográficas, estando diretamente relacionada à formação e preservação do estuário e do ecossistema de manguezal. Além disso, não se pode subestimar sua importância socioeconômica, evidenciada pelas atividades pesqueiras e pela comercialização de pescado, bem como pelos passeios turísticos ao longo do estuário, que oferecem oportunidades para apreciar as belezas naturais da região e promover a conscientização sobre questões ambientais (Anuário Natal, 2013).

A discussão em torno da preservação do ecossistema do estuário e do manguezal, bem como da sustentabilidade das atividades socioeconômicas associadas à bacia do rio Potengi, é crucial para garantir a qualidade de vida das comunidades locais e a conservação da biodiversidade. Questões como a gestão integrada dos recursos hídricos, a proteção dos ecossistemas costeiros e a promoção do turismo sustentável são temas frequentemente debatidos por autoridades locais, organizações da sociedade civil e especialistas ambientais, visando a encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental na região do Natal.

Figura 35: Vista aérea do rio Potengi



Fonte: Banco Internacional de Desenvolvimento (BID).

3.5.2 - BACIA DO RIO PIRANGI – LAGOA DO JIQUI

A bacia hidrográfica do Rio Pirangi abrange uma área de 460 km², representando 0,9% do território estadual, e inclui os rios Pium, Pitimbu e a lagoa do Jiqui. O Rio Pium emerge como um

dos principais afluentes da bacia do Rio Pirangi, com suas nascentes situadas em São José de Mipibu, alimentando as águas da lagoa do Pium em Nísia Floresta. Outro afluente de destaque nesta bacia é o Rio Pitimbu, cujas nascentes encontram-se no Distrito de Lamarão, no município de Macaíba, e suas águas fluem em direção ao município de Parnamirim, onde se acumulam principalmente na lagoa do Jiqui (Figura 36). A preservação desta bacia é de suma importância para o suprimento de água das regiões administrativas Sul, Leste e Oeste do Natal, o que corresponde a aproximadamente 30% do abastecimento da capital e do município de Parnamirim (Anuário Natal, 2013).

A sustentabilidade da bacia do Rio Pirangi é um tema central nas discussões sobre a segurança hídrica e a gestão dos recursos naturais na região. A proteção dos cursos d'água, a preservação das áreas de recarga de aquíferos e a promoção da conservação dos ecossistemas aquáticos são aspectos fundamentais para garantir o acesso à água potável para as comunidades locais e para sustentar as atividades econômicas da região.

Figura 36: Vista aérea da Lagoa do Jiqui



Fonte: Acervo SEMURB.

3.5.3 - BACIA DO RIO DOCE – LAGOA DE EXTREMOZ

A área ocupada pela bacia é de 388 km², correspondendo a 0,7% do território estadual, abrangendo seis municípios: Taipu, Ielmo Marinho, Ceará-Mirim, São Gonçalo do Amarante, Extremoz e Natal. Esta bacia é caracterizada pelos rios Guajiru, que tem suas nascentes em Ielmo Marinho e São Gonçalo do Amarante, e Mudo, com nascentes em Taipu e Ielmo Marinho. Esses rios alimentam a Lagoa de Extremoz, cujas águas deságuam no município de Ceará-Mirim. A foz da Lagoa de Extremoz forma o Rio Doce, que divide os territórios de Extremoz e Natal, e deságua no estuário do Rio Potengi. Graças ao considerável volume de água da Lagoa de Extremoz (Figura 37), 70% da população da zona norte se beneficia do abastecimento hídrico (Anuário Natal, 2013).

Figura 37: Vista aérea da Lagoa de Extremoz



Fonte: Acervo SEMURB.

3.5.4 - BACIA LITORÂNEA - FAIXA LITORÂNEA LESTE DE ESCOAMENTO DIFUSO

Ao analisar a hidrografia do Município do Natal, nota-se que uma grande parte da cidade está localizada na Faixa de escoamento Difuso, onde as águas provenientes dos bairros do Parque das Dunas e de Ponta Negra fluem de forma dispersa em direção ao mar (Figura 38). Entretanto, não há cursos d'água visíveis ao longo da Via Costeira ou na praia de Ponta Negra, diferenciando-se dos fluxos hídricos continentais que deságuam diretamente no oceano (Anuário Natal, 2013).

Figura 38: Vista das dunas da Zona de Proteção Ambiental (ZPA-02) e Oceano Atlântico



Fonte: Banco Internacional de Desenvolvimento (BID).

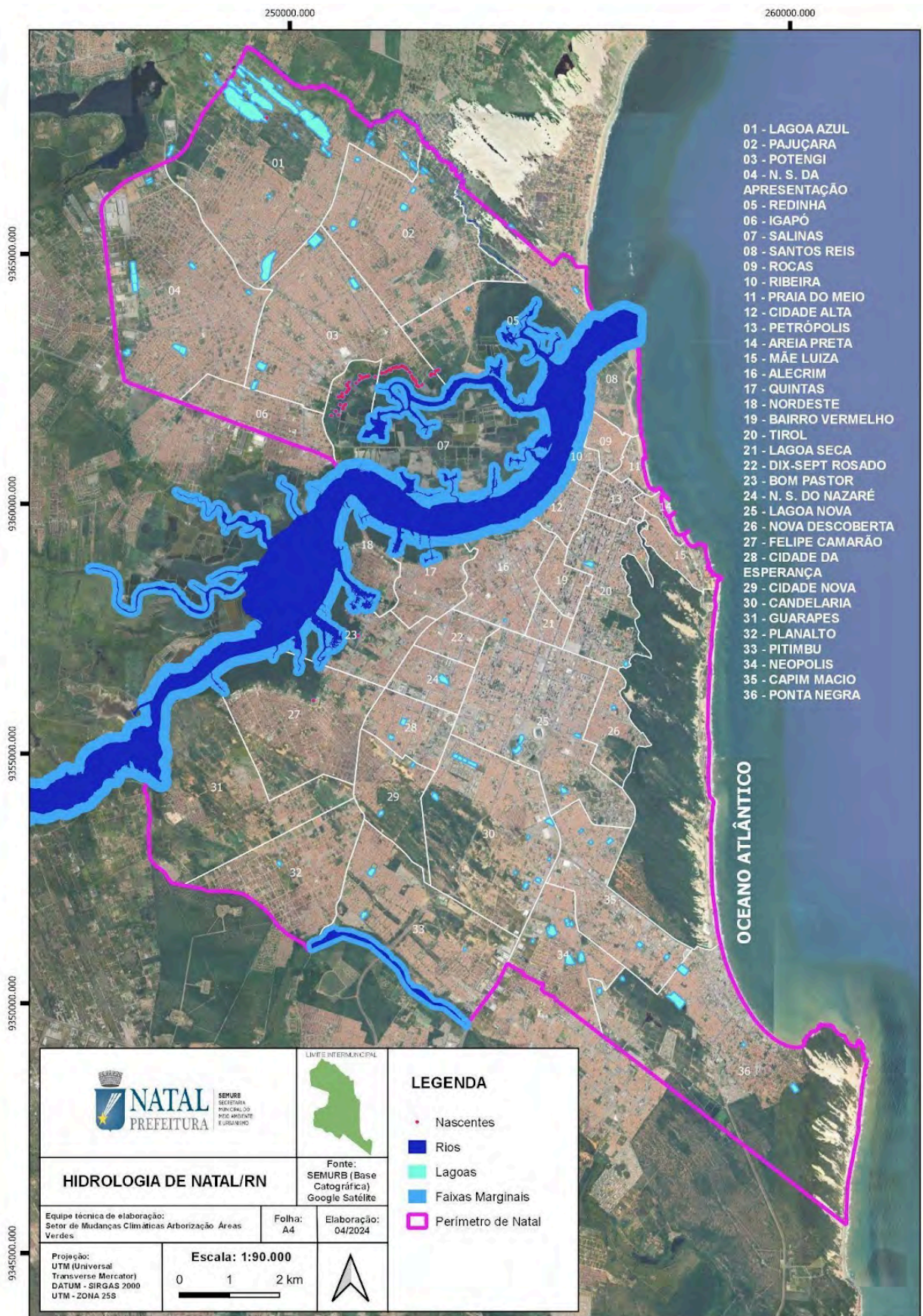
Além disso, um aspecto significativo que influencia o fluxo das águas captadas pelo Parque das Dunas em direção ao interior do continente é a presença de poços amazonas (cacimbas) ao longo das bordas das dunas nos bairros de Tirol e Nova Descoberta, juntamente com a existência de lagoas superficiais, como as do Preá, Potiguares e Centro Administrativo, além do dreno natural, Canal do Baldo e, possivelmente, o Canal das Quintas. Também é importante mencionar que os movimentos de escavação para extração de areia e argila ao longo das encostas das dunas, na Via Costeira, não indicam a presença de um aquífero livre (Natal, 2008). Essas características hidrográficas apresentam desafios e oportunidades para o desenvolvimento urbano sustentável em Natal.

3.6 - Águas Subterrâneas

Entende-se por água subterrânea aquela que fica armazenada nos espaços vazios entre os grãos de argila, areia ou rochas mais compactas, resultante da filtragem das águas provenientes das chuvas, principalmente (Figura 39). Quando as águas superficiais (como rios e lagoas) não estão adequadas para o consumo humano, o sistema de abastecimento utiliza a água subterrânea como fonte, a qual é retirada de aquíferos freáticos (ainda que intermitentes) ou aquíferos confinados e semiconfinados. De acordo com Borghetti (2004), além de fornecer água suficiente para manter os cursos de água superficiais estáveis (função de produção), os aquíferos também ajudam a prevenir inundações, absorvendo o excesso de água das chuvas intensas (função de regulação).

No município do Natal, encontramos o Aquífero Dunas/Barreiras, que pode ser confinado, semiconfinado e/ou livre, fornecendo água de alta qualidade; e o Aquífero Aluvial, um aquífero livre e disperso, composto pelos sedimentos arenosos depositados nos leitos dos rios e riachos de maior contribuição, caracterizados pela alta permeabilidade e boas condições de recarga (Rio Grande do Norte, 2007). De acordo com Melo (1995), as águas subterrâneas respondem por aproximadamente 73% do volume total fornecido para o abastecimento de água na cidade, por meio da exploração de poços tubulares profundos, sob a responsabilidade da concessionária de água do município, a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

Figura 39: Mapa de Hidrologia



3.7 - Vegetação

3.7.1 - MATA ATLÂNTICA

Segundo a Constituição Federal, a Mata Atlântica juntamente com Floresta Amazônica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense, a Zona Costeira, o Cerrado e a Caatinga, são considerados patrimônios nacionais e abrigam as maiores diversidades de fauna e flora do mundo, espécies autóctones endêmicas, ou seja, que não são encontradas em outros ecossistemas. E devido a isso merecem toda a preocupação e preservação de modo a garantir o equilíbrio das espécies, além de contribuir para a regulação do fluxo das águas superficiais, controle da erosão fluvial e do solo (Anuário Natal, 2013).

O Bioma Mata Atlântica encontra-se nas zonas úmidas do litoral leste do Estado, desde o município de Touros ao norte, passando por Natal até o município de Baía Formosa no litoral sul. No município do Natal, possui predominantemente fitofisionomias de manguezais, vegetação de dunas e restingas e pelas florestas estacionais semidecíduais de terras baixas. Contudo, boa parte dessa vegetação foi suprimida pelo crescimento urbano ou descaracterizada pela ação antrópica.

Dentro da Capital do Sol, temos como destaque remanescentes como o Parque das Dunas (Figura 40), que apresenta árvores de grande e pequeno porte como jatobá, maçaranduba, sapucaia, ubaia-doce, jurema-branca, sucupira-mirim, pau-ferro, pau-d'arco roxo, pau-d'arco amarelo, cajueiro, angelim, dentre outras. Abriga ainda uma rica diversidade de aves, mamíferos, insetos e outros grupos de fauna que contém, inclusive, espécies ameaçadas de extinção.

Figura 40: Trecho de vegetação do Parque Estadual das Dunas do Natal



Fonte: Arquivo da SEMURB.

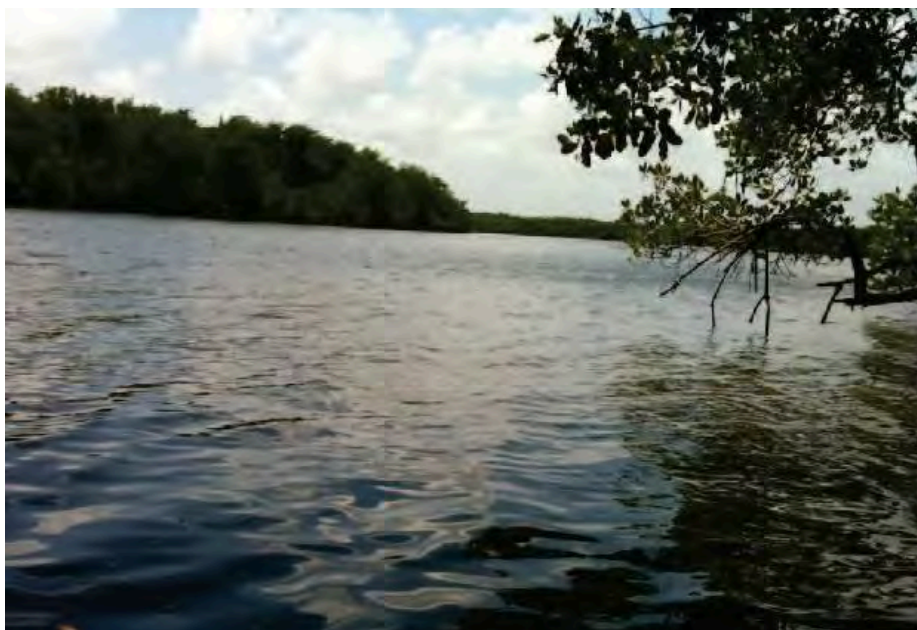
3.7.2 - MANGUEZAL, DUNAS E RESTINGAS

O manguezal é a designação atribuída à vegetação característica dos estuários, isto é, áreas onde as águas continentais se encontram sobre um solo pantanoso e salobro. Antunes (1985) descreve essa vegetação como sendo composta por arbustos de troncos finos e raízes aéreas capazes de 'respirar' mesmo quando inundadas pela maré alta. Os manguezais são ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica, reconhecidos como berçários dos oceanos e fontes importantes de subsistência para as comunidades ribeirinhas, pescadores e catadoras de mariscos (Anuário Natal, 2013).

Esses manguezais são encontrados nos estuários dos rios (Figura 41), sendo que no contexto do município do Natal, destacam-se principalmente no Estuário Potengi/Jundiaí, onde podemos identificar espécies da flora como o mangue branco, o mangue vermelho, o mangue sapateiro, entre outras. A fauna dessas áreas é composta por uma variedade de espécies, incluindo crustáceos como caranguejos, chama-marés, lagostas sapatas; peixes como gíngua, sardinha, tainha, ariocós, peixe-espada, raias, cações; e aves como garças-brancas-grandes, martins-pescadores, gaviões-caramujeiros, carcarás e socós.

A preservação dos manguezais é essencial não apenas para a conservação da biodiversidade, mas também para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que eles oferecem, como a proteção da costa contra a erosão, a filtragem de poluentes e a manutenção da qualidade da água.

Figura 41: Trecho de Manguezal na ZPA-08



Fonte: Arquivo da SEMURB.

Já a vegetação incidente sobre dunas e as restingas é bastante diversa, estratificada e sujeita à influência da água do mar, dos ventos fortes e do relevo, ocorrendo sobre solos arenosos com baixa capacidade de retenção de água. Possui espécies características da flora como a ubaia doce, o guajiru, o murici, a guabiraba de pau, a gameleira, o facheiro, a coroa-de-frade, a angélica, dentre outras. Em relação à fauna, possui espécies como a jibóia, o tatu galinha, a raposinha do mato, o timbu, dentre outras espécies.

3.8 - Ordenamento Territorial

A Política Ambiental e o Sistema Municipal de Controle e Preservação do Meio Ambiente do município do Natal estão descritos desde 1992, através da instituição do Código de Meio Ambiente, aprovado pela Lei Municipal nº. 4.100/92. Entre outros objetivos, esse Código de Meio Ambiente determinava a “utilização adequada do espaço territorial e dos recursos hídricos destinados para fins urbanos, mediante uma criteriosa definição de uso e ocupação, normas de projetos, implantação, construção e técnicas ecológicas de manejo, conservação e preservação, bem como de tratamento e disposição final de resíduos e efluentes de qualquer natureza.

O Código de Meio Ambiente de 92 já enuncia em seu artigo 8º como instrumentos de implementação da política ambiental:

1. O zoneamento ambiental;
2. A criação de espaços territoriais especialmente tutelados pelo Poder Público Estadual e Municipal e a proteção de áreas de preservação permanente.

O artigo 54 do Código estabelecia que o zoneamento ambiental do Município devesse prever:

“Áreas de preservação permanente; localização de áreas ideais para a instalação de parques, bosques, jardins botânicos, hortos florestais e quaisquer unidades municipais de conservação; localização de áreas que apresentem situações de risco ambiental, tais como erosão, inundação e desabamento, que deverão receber especial atenção da Administração Pública Municipal; e localização de áreas para reflorestamento”.

O Código indicava ainda, no artigo 139, que o Zoneamento Ambiental é “(...) instrumento básico para elaboração e implementação do Plano Diretor de Natal”. Observa-se que o Código Ambiental não fazia referência à figura da Zona de Proteção Ambiental (ZPA). O conceito básico e a nomenclatura que passou a ser adotada anos mais tarde no Macrozoneamento Municipal do Plano Diretor da Cidade decorreu de um debate público que foi consagrado em lei municipal desde o início da década de 90.

A primeira ZPA do município foi criada em 1995, visando restringir o uso e ocupação do solo para a proteção, a manutenção e a recuperação dos aspectos paisagísticos, históricos, arqueológicos e científicos do campo dunar existente nos bairros de Pitimbu, Candelária e Cidade Nova.

A partir daí, com o mesmo propósito de assegurar áreas de valor ambiental, o município passou a delimitar as demais Zonas de Proteção Ambiental (Figura 38), definindo suas finalidades, subzonas e condições de uso e ocupação visando à proteção, manutenção e recuperação dos aspectos paisagísticos, históricos, arqueológicos e científicos das áreas objeto de intervenção.

Conforme o Plano Diretor do Natal (PDN, Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022) em seu artigo 10, o Macrozoneamento divide a totalidade do território do Município em 2 (duas) Macrozonas:

I– Zona Adensável – Zad, e

II– Zona de Proteção Ambiental – ZPA (Figura 25).

Por definição, a Zona Adensável é aquela em que as condições do meio físico, a disponibilidade de infraestrutura e o acesso às edificações e ao espaço público, juntamente com a necessidade de diversificação de uso, permite um adensamento maior do que o permitido pelos parâmetros básicos de coeficiente de aproveitamento (PDN. Art. 13). Por outro lado, a Zona de Proteção Ambiental é uma área em que as características do meio físico e biótico restringem o uso e a ocupação, visando à proteção, manutenção e recuperação dos aspectos ambientais, ecológicos, paisagísticos, históricos, arqueológicos, turísticos, culturais, arquitetônicos e científicos (Natal, 2022).

As Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs) do Natal são as seguintes:

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

ZPA 2 – Abrange o Parque Estadual das Dunas do Natal e a área adjacente ao Parque, compreendendo a Avenida Engenheiro Roberto Freire e a rua Dr. Sólon de Miranda Galvão,

regulamentada pela Lei Estadual nº 7.237, de 22 de novembro de 1977;

ZPA 3 – Localizada entre o Rio Pitimbu e a Avenida dos Caiapós (Cidade Satélite), regulamentada pela Lei Municipal nº 5.273, de 20 de junho de 2001;

ZPA 4 – Engloba o Campo Dunar dos Bairros Guarapes e Planalto, regulamentada pela Lei Municipal nº 4.912, de 19 de dezembro de 1997;

ZPA 5 – Inclui o Ecossistema de dunas fixas e lagoas do Bairro Ponta Negra (Região de Lagoinha), regulamentada pela Lei Municipal nº 5.665, de 21 de junho de 2004;

ZPA 6 – Abraça o Morro do Careca e as dunas fixas contínuas;

ZPA 7 – Envolve o Forte dos Reis Magos e seu entorno;

ZPA 8 – Compreende o Ecossistema manguezal e Estuário do Potengi/Jundiaí;

ZPA 9 – Incorpora o Ecossistema de lagoas e dunas ao longo do Rio Doce;

ZPA 10 – Engloba o Farol de Mãe Luíza e seu entorno, incluindo as encostas dunares adjacentes à Via Costeira, entre o Farol de Mãe Luíza e a Avenida João XXIII.

Essas áreas de proteção ambiental desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade, na conservação dos recursos naturais e na promoção do desenvolvimento sustentável da cidade do Natal. A gestão adequada dessas zonas requer a implementação de políticas de planejamento urbano e ambiental que conciliam a proteção do meio ambiente com o desenvolvimento socioeconômico, garantindo o equilíbrio entre o crescimento urbano e a conservação dos ecossistemas naturais.

O conjunto das ZPAs do Município do Natal ocupa uma área correspondente a 36,69% da área total do município, conforme observado na Tabela 4.

Tabela 4: Áreas das ZPAs do Natal

ZPA	VEGETAÇÃO NATURAL PREDOMINANTE	Área (m ²)	% RELATIVO ÀS ZPAS	% RELATIVO AO MUNICÍPIO
1	Restingas arbustiva e arbórea	7.030.252,38	11,37	4,17
2	Restingas arbustiva e arbórea	10.939.968,99	17,69	6,49
3	Restinga arbustiva	1.511.312,82	2,44	0,90
4	Restinga arbustiva	6.754.403,09	10,92	4,01
5	Restinga arbustiva	1.857.597,40	3,00	1,10
6	Restingas arbustiva e arbórea	5.609.452,13	9,07	3,33
7	Manguezal e Restinga Herbácea	615.298,66	1,00	0,37
8	Manguezal	19.793.305,99	32,01	11,74
9	Restinga arbustiva	7.574.486,94	12,25	4,49
10	Restinga arbustiva	144.132,90	0,23	0,09
TOTAL		61.830.211,28	100,00	36,69

Fonte: Departamento de Geoinformação e Pesquisa – DGP/SEMURB – 2023.

3.9 - Unidades de Conservação

3.9.1 - PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA CIDADE DO NATAL DOM NIVALDO MONTE

Primeira Unidade de Conservação Ambiental Municipal, O Parque Natural Municipal da Cidade do Natal Dom Nivaldo Monte é a primeira Unidade de Conservação de Proteção Integral do Município do Natal - RN, criado pelo Decreto Municipal nº 8.078/06 e ampliado pelos Decretos nºs. 8.608/08 e 11.446/2017. Integra o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), na categoria Parque Nacional conforme o Decreto Municipal Nº 9.481 de 25 de agosto de 2011.

Englobando uma extensão de cerca de 154 hectares, localizado dentro da Zona de Proteção Ambiental 01, entre os bairros Pitimbu, Candelária e Cidade Nova, o Parque conta com duas entradas públicas: uma pelo lado leste (Avenida Prefeito Omar O'Grady - Candelária) e outra pelo lado oeste (Rua Santo Amaro - Cidade Nova). Essa Área de Conservação tem como principal objetivo a preservação dos recursos naturais, com foco especial na proteção do aquífero subterrâneo, identificado por especialistas como um dos mais significativos do Natal (Anuário Natal, 2013).

A sua vegetação, avaliada como um remanescente da Mata Atlântica, associada a algumas espécies características do cerrado e da caatinga, constitui uma área que serve de abrigo para os animais silvestres, além de repercutir positivamente no microclima da cidade. Em 2019 recebeu o título de Posto Avançado da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, reconhecido pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). O Parque da Cidade (Figura 42) é um lugar de proteção à natureza, estudo, pesquisa científica, lazer, educação e consciência ambiental, oferecendo ambiente agradável ao público visitante com salas de aulas, auditório, trilhas, museu e mirante idealizados pelo arquiteto Oscar Niemeyer, reconhecido mundialmente.

Figura 42: Vista do Parque da Cidade e ZPA-01



Fonte: Banco Internacional de Desenvolvimento (BID).

3.9.2 - PARQUE ESTADUAL DAS DUNAS

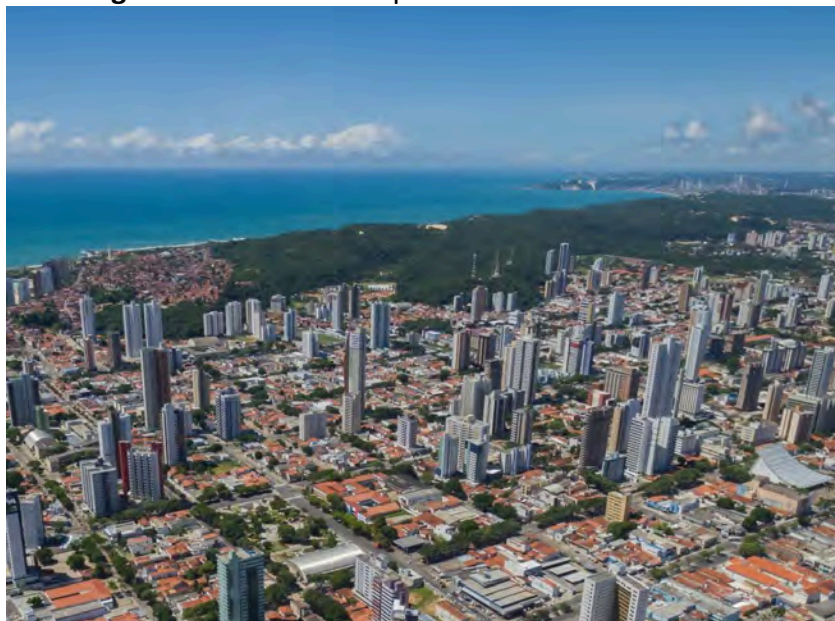
Inaugurado em 1977, o Parque das Dunas (Figura 43) é uma área situada no lado leste do município do Natal, cobrindo uma extensão de 1.172 hectares. Integrou-se à Zona de Proteção

Ambiental 02, sendo o primeiro Parque de Conservação Ambiental estabelecido no estado e o segundo maior parque urbano do Brasil. O Parque abriga uma variedade de formações vegetais típicas da Mata Atlântica, com mais de 270 espécies de árvores, incluindo o pau-brasil, pau-d'arco roxo, peroba e sucupira, além de bromélias e orquídeas.

Dentro de sua área, encontram-se animais selvagens como o timbu, gato-maracajá, raposa, sagui, nambu, gavião peneira, rasga mortalha, jiboia, cobra coral, entre outros, além de uma grande diversidade de insetos, um dos grupos mais abundantes da fauna local. O Parque das Dunas desempenha um papel fundamental na preservação de espécies ameaçadas de extinção e na proteção dos lençóis freáticos e da qualidade da água em Natal, sendo reconhecido internacionalmente por sua importância (Anuário Natal, 2013).

Em 1994, a UNESCO designou o Parque como parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica Brasileira, enquanto em 1999, o Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica o reconheceu como um dos pontos-chave da Mata Atlântica Brasileira. O Parque também conta com uma área aberta ao público, o Bosque dos Namorados, que recebe visitantes semanalmente e oferece uma variedade de atividades para todas as idades, incluindo trilhas, caminhadas, áreas para piqueniques e exposições sobre temas ambientais (Anuário Natal, 2013).

Figura 43: Vista do Parque Estadual das Dunas ZPA-02



Fonte: Banco Internacional de (BID).

3.9.3 - ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE JENIPABU

A APA de Jenipabu foi estabelecida em 17 de maio de 1995, pelo Decreto nº. 12.620, englobando porções territoriais dos municípios de Extremoz e Natal, ambos integrantes da Região Metropolitana do Natal. Essa região se destaca por sua beleza singular e pela diversidade de recursos naturais e ambientais que possui - dunas fixas e móveis, lagoas, rios, praias e manguezais - todos com um potencial turístico significativo. Dentro da APA, encontram-se as famosas Dunas de Genipabu, um dos mais conhecidos pontos turísticos do Rio Grande do Norte, conhecido tanto nacional quanto internacionalmente. O campo de dunas e a lagoa de Jenipabu formam um cenário impressionante, que abrange uma grande parte da área da unidade.

*Texto extraído do Plano de Manejo para a Área de Proteção Ambiental – APA Jenipabu.

No contexto das Áreas Protegidas do Estado do Rio Grande do Norte, a APA Jenipabu faz parte de um conjunto que inclui oito Unidades de Conservação Estaduais e quatro federais, além de estar contígua às ZPAs 8 e 9 do Plano Diretor do Natal. A conexão entre as ZPAs municipais e a APA Jenipabu (Figura 44) desempenha um papel crucial na formação de espaços protegidos interligados, facilitando o fluxo genético e a dispersão das espécies, o que contribui para uma proteção mais eficaz dos recursos naturais. Essa integração promove uma abordagem mais holística na conservação da biodiversidade e na promoção do desenvolvimento sustentável na região.

Figura 44: Vista da APA de Jenipabu. Ao fundo, o Município do Natal

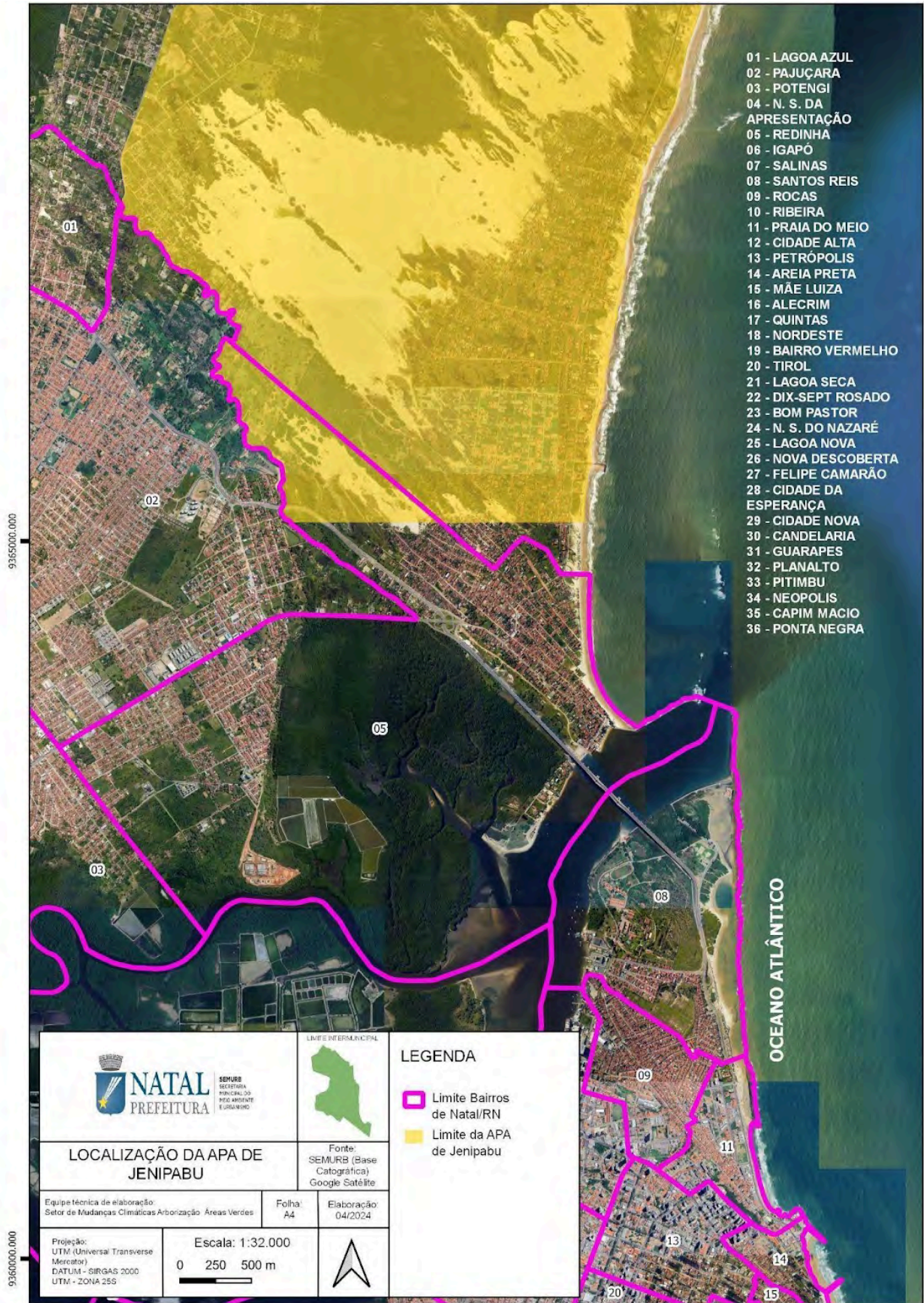


Fonte: Banco Internacional de Desenvolvimento (BID).

Dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Jenipabu (Figura 45), surge o desafio de conciliar a preservação e conservação das dunas, lagoas, praias, manguezais e tabuleiros, com a visitação, utilização e ocupação do solo, promovendo o desenvolvimento sustentável em sua extensão territorial. Esse equilíbrio é essencial para uma gestão adequada de parte do litoral potiguar, contribuindo significativamente para a sustentabilidade regional.

A área compreende parte do Bioma Costeiro, que é caracterizado por um conjunto diversificado de ecossistemas encontrados ao longo do litoral brasileiro. Manguezais, dunas, restingas, praias, lagoas, florestas e outros ambientes representam a riqueza e a variedade desse bioma, demonstrando a importância da conservação desses ecossistemas para a biodiversidade e para o bem-estar das comunidades locais. Nesse contexto, a APA Jenipabu desempenha um papel crucial na proteção desses recursos naturais e na promoção de práticas sustentáveis de uso da terra e dos recursos naturais.

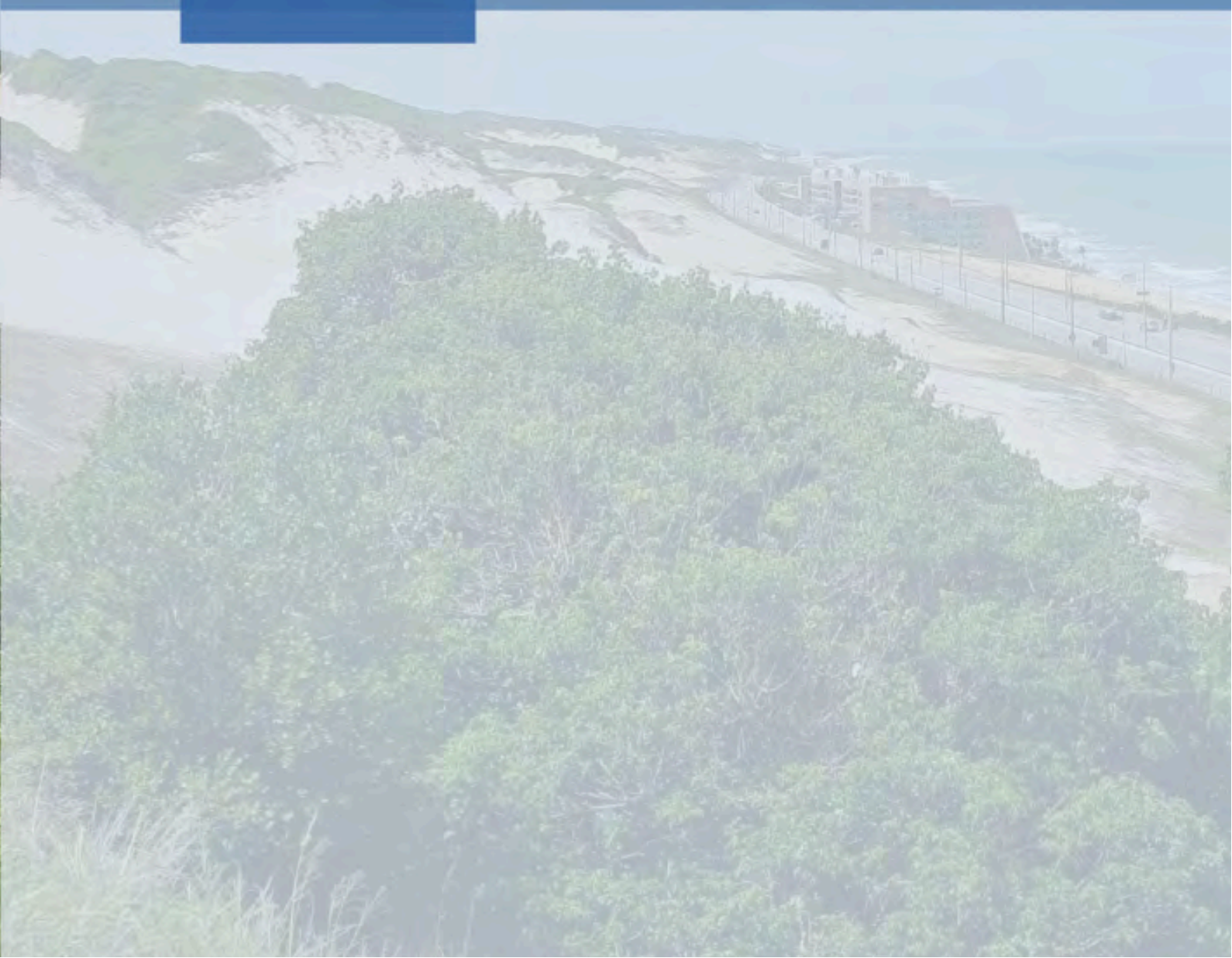
Figura 45: Mapa de Localização da APA de Jenipabu



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024

4

Climatologia



4 - CLIMATOLOGIA DO NATAL

4.1 - Clima

Natal é um lugar de beleza ímpar, possuindo um reconhecido potencial natural e turístico, fácil de se constatar, principalmente, através de suas famosas praias e dunas, que recebem anualmente diversos visitantes nacionais e estrangeiros, gerando emprego e renda, e solidificando o nome da Cidade do Sol.

Anualmente, a temperatura média acima de 27°C, precipitação acima de 1.000 mm, velocidade média do vento de 3,7 m/s e com umidade relativa média de 80%. O município do Natal, localizado dentro da zona tropical, onde predominam climas quentes e úmidos, tem seu clima classificado por Köppen como “As”, Clima tropical quente e úmido, com estação seca no verão (Alvares et al., 2013).

4.2 - Análise Climatológica do Natal

Para entender a climatologia do Natal e suas alterações, fez-se necessário o tratamento e análise das variáveis que tornam-se importantes para a manutenção do equilíbrio térmico do clima no município, como a temperatura, a precipitação, o vento e a umidade relativa.

Para uma climatologia ser feita, é necessário no mínimo 30 anos de dados coletados. Na composição do banco de dados para a climatologia do Natal, utilizou-se dados diários de estações automáticas e convencionais fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do período de 1994 até 2023 (30 anos). Priorizou-se a estação automática, na ausência desses dados, utilizou-se dados da estação convencional. Entretanto, existem períodos com ausências de ambas as estações, neste caso, o método utilizado foi de imputação única. Para validar a metodologia, foi feito um teste de erro e de correlação entre os dados das estações, gerando uma linha de tendência linear, identificando uma equação para ajustar os dados fornecidos.

Os erros estatísticos utilizados foram, Erro Médio Absoluto (EMA), Erro Médio Quadrático (EMQ) e Raiz do Erro Médio Quadrático (REQM). Quanto à correlação, adotou-se a de Pearson (r), cujo intervalo de valores varia de +1 a -1. Valores próximos de +1, indica correlação entre as estações, valores próximos de -1, indicam correlação inversamente proporcional, quando a variável de uma estação tende a crescer o outro tende a diminuir, valores próximos entre 0,05 e -0,05, a correlação é nula ou não existe. A seguir, são apresentadas as equações (Eq.) de cada método estatístico:

Erro Médio Absoluto (EMA):

$$\text{Eq7. EMA} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|$$

Erro Quadrático Médio (EQM):

$$\text{Eq8. EQM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM):

$$\text{Eq9. REQM} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

Coefficiente de correlação de Pearson (r):

$$\text{Eq10. } r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

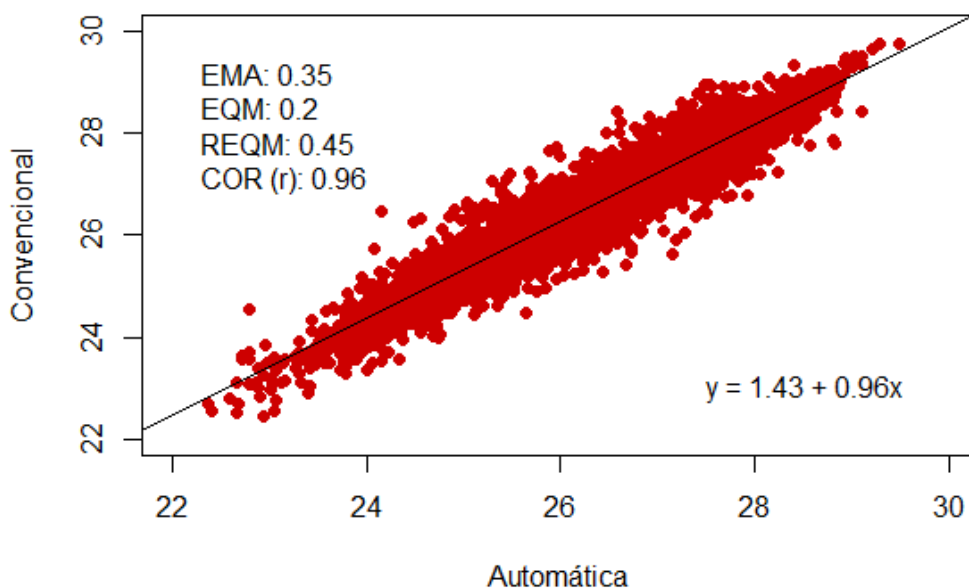
Nas equações (X-X), Y_i , X_i e \hat{Y}_i representam, respectivamente, os valores observados (*in situ*) das estações, n representa o número de observações (dias), \bar{x} e \bar{y} são as médias dos valores em X e Y.

Para a Variável temperatura (Figura 46) os erros foram baixos entre as estações, o Erro Médio Absoluto (EMA) foi de 0,35 °C, o Erro Quadrático Médio (EQM) foi de 0,20 °C e a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) foi de 0,45 °C. A correlação de Pearson (r) foi de 0,96, muito próximo de +1, identificando assim uma correlação quase perfeita. A equação de ajuste para a variável temperatura foi $y = 1,43 + 0,96*x$.

4.2.1 - TEMPERATURA

Para a Variável temperatura (Figura 46) os erros foram baixos entre as estações, o Erro Médio Absoluto (EMA) foi de 0,35 °C , o Erro Quadrático Médio (EQM) foi de 0,20 °C e a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) foi de 0,45 °C. A correlação de Pearson (r) foi de 0,96, muito próximo de +1, identificando assim uma correlação quase perfeita. A equação de ajuste para a variável temperatura foi $y = 1,43 + 0,96*x$.

Figura 46: Temperatura (°C)

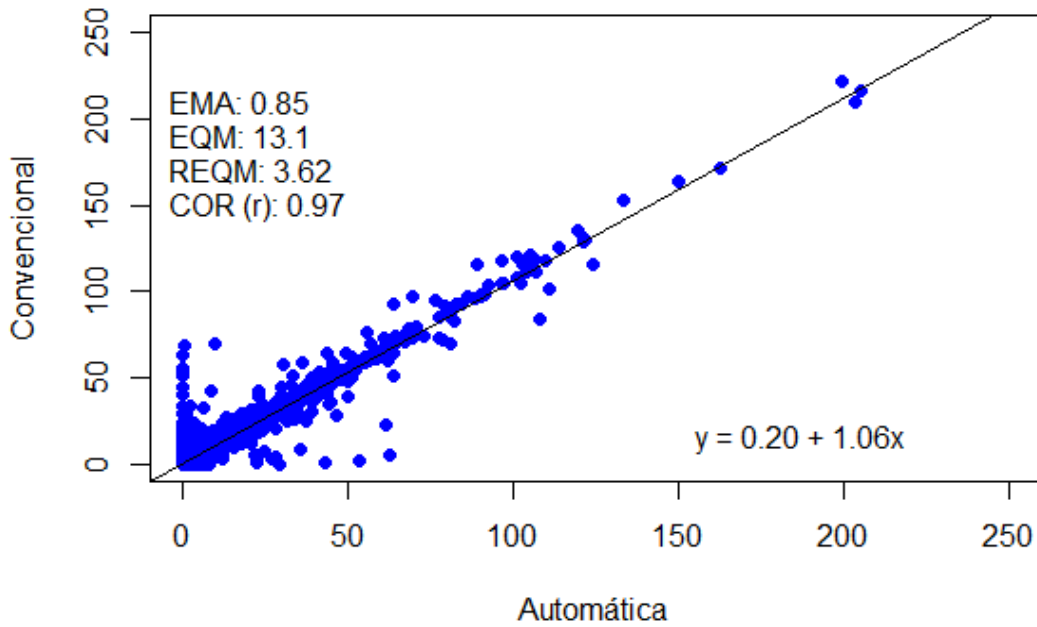


Fonte: SEMURB, 2024.

4.2.2 - PRECIPITAÇÃO

Para a variável precipitação (Figura 47), o EMA foi de 0,85 mm, o EQM de 13,1 mm e a REQM de 3,62 mm, identificando assim um erro baixo entre os dados das estações. A correlação de Pearson (r), foi de 0,97, aproximadamente +1, constando uma correlação quase perfeita. A equação de ajuste para a variável precipitação foi $y = 0,20 + 1,06*x$.

Figura 47: Precipitação (mm)

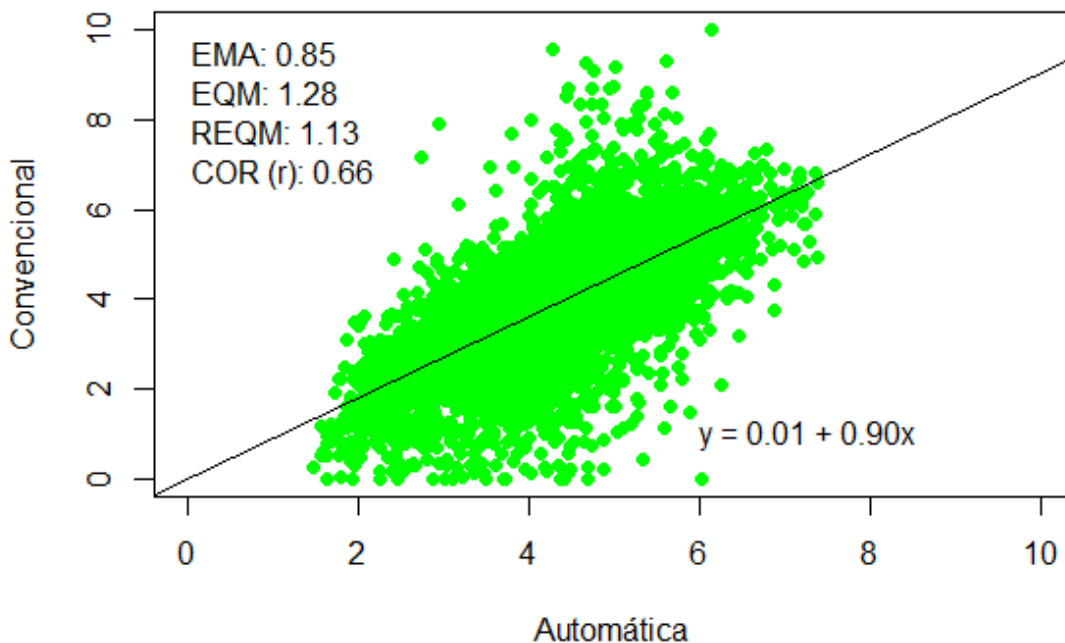


Fonte: SEMURB, 2024.

4.2.3 - VENTO

Para a variável vento (Figura 48) o EMA foi de 0,85 m/s, o EQM de 1,28 m/s e o REQM de 1,13 m/s, erros baixos entre as estações. A correlação de Pearson (r) é de 0,66, existe uma boa correlação. A equação de ajuste para a variável vento foi $y = 0,01 + 0,90*x$.

Figura 48: Vento (m/s)

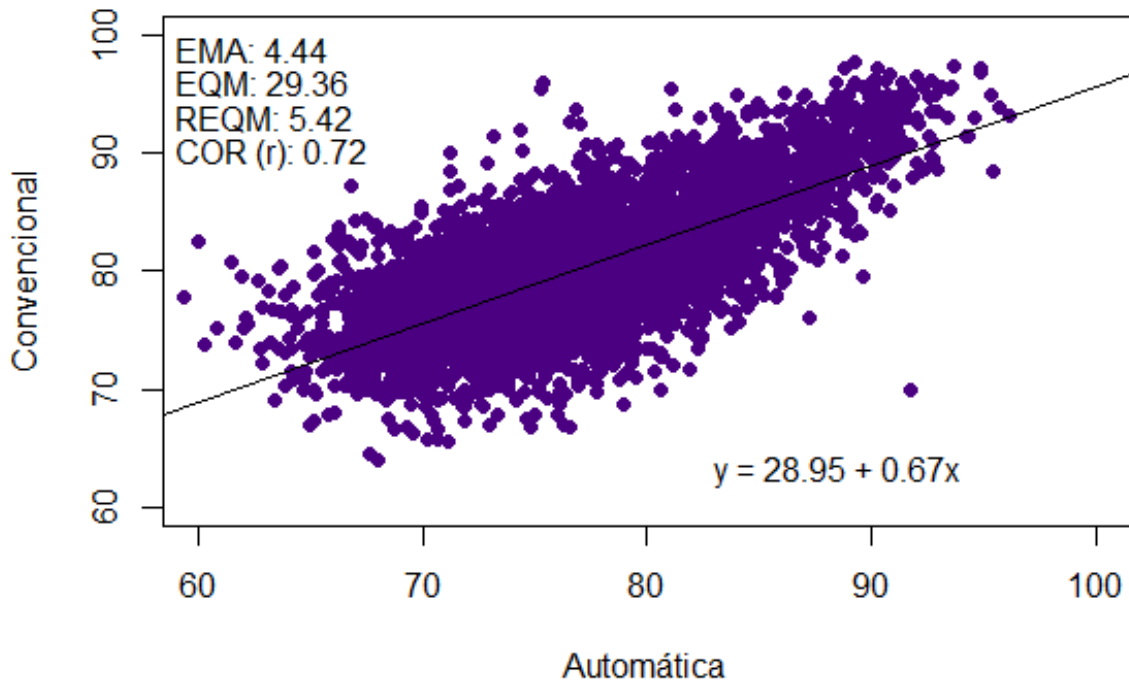


Fonte: SEMURB, 2024.

4.2.4 - UMIDADE RELATIVA

Para a variável umidade relativa (Figura 49), o EMA foi de 4,44%, o EQM foi de 29,36%, o REQM foi de 5,42%, os erros das estações foram um pouco altos. A correlação de Pearson (r) foi de 0,72, a correlação entre as estações é boa. A equação de ajuste é $y = 28,95 + 0,67*x$.

Figura 49: Umidade Relativa (%)

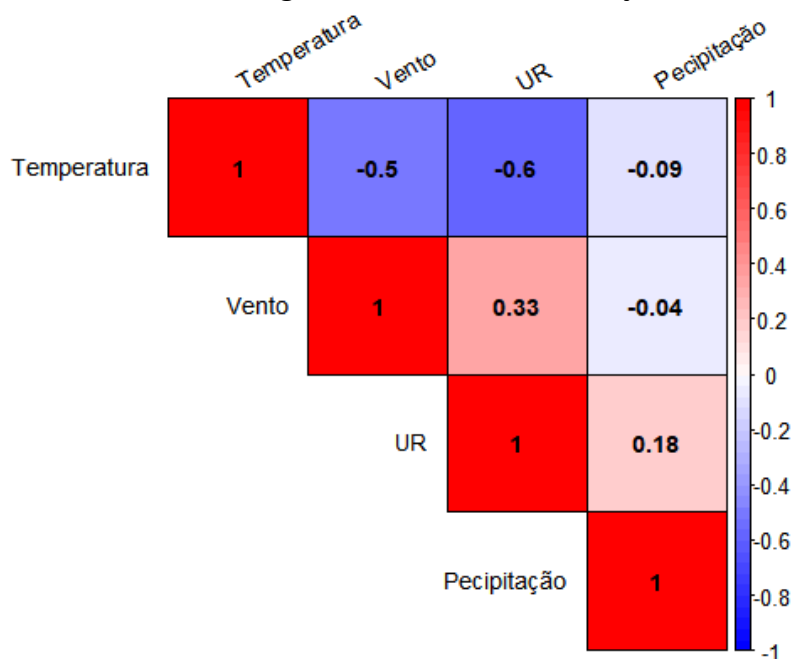


Fonte: SEMURB, 2024.

4.3 - Correlação entre as Variáveis

Uma matriz de correlação (Figura 50) é uma tabela que indica os coeficientes de conexão entre as variáveis. Cada célula da tabela mostra a conexão entre duas variáveis. Para a climatologia do Natal, considera-se a temperatura como variável “mãe”, pois seus valores ficaram abaixo de -0,05, identificando uma forte correlação entre as variáveis.

Figura 50: Matriz de Correlação



Fonte: SEMURB, 2023.

4.3.1 - EL NIÑO E LA NIÑA

El Niño e La Niña (Figura 51) são fenômenos meteorológicos que alteram a temperatura da Superfície do Mar (TSM) no pacífico central e leste, afetando assim, a circulação atmosférica, alterando padrões de precipitação em algumas regiões do planeta.

O El Niño aquece de forma anormal as águas do oceano pacífico equatorial, juntamente com o enfraquecimento dos ventos alísios, ocasionando alterações na circulação atmosférica (Freire et al., 2011). O El Niño foi citado pela primeira vez no ano de 1891, pelo Boletim da Sociedade Geográfica Lima, entretanto, marinheiros já utilizavam o termo El Niño (referência ao menino Jesus Cristo) para nomear uma corrente oceânica que se deslocava de norte para sul próximo a costa do Peru, no período festivo natalino (Nibset, 1990). Na atual literatura, o nome El Niño está associado a eventos mais fortes, que coincidem com a fase quente da oscilação (Grimm & Aceituno, 2015).

A La Niña, termo contrário ao El Niño, resfria de forma anormal as águas do oceano pacífico equatorial, fortalecendo a Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS), em seguida, desloca com mais eficiência águas superficiais frias para o pacífico equatorial central-oeste, amplificando a célula de Walker (Freire et al., 2011).

Figura 51: Diferença de El Niño e La Niña



Fonte: SEMURB, 2024.

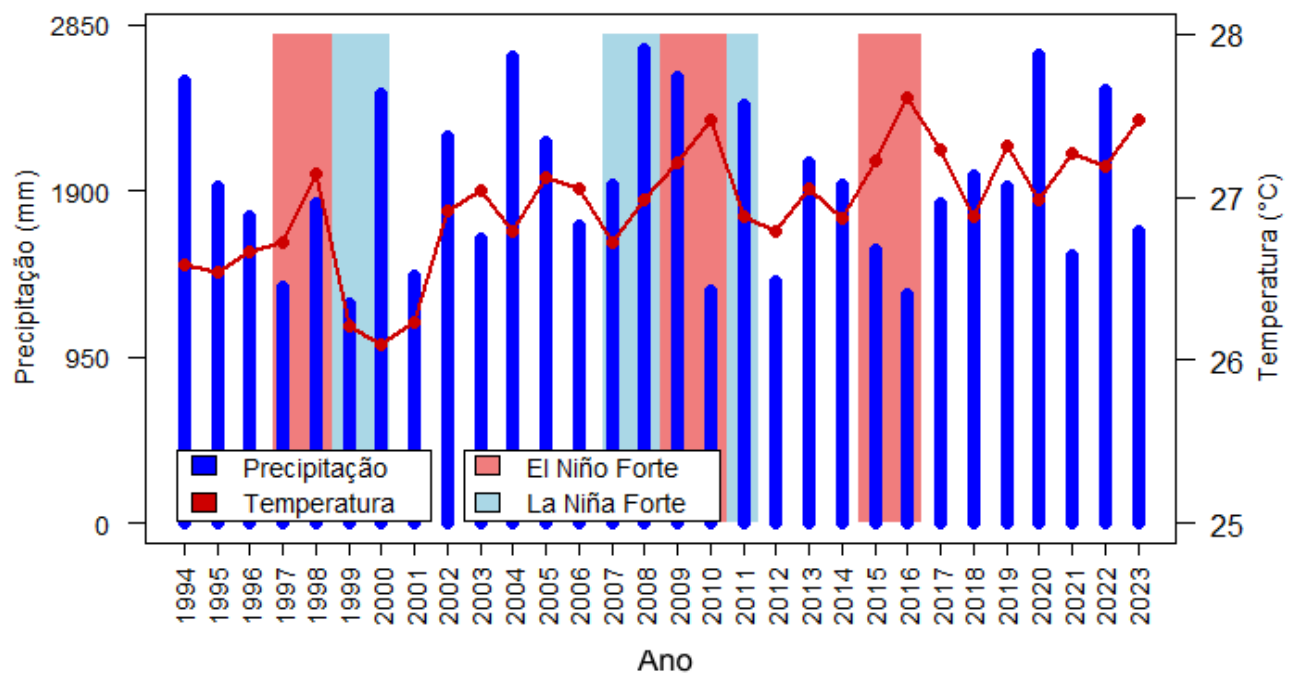
4.3.2 - CLIMATOLOGIA: PRECIPITAÇÃO/TEMPERATURA

Nos últimos 30 anos (1994 - 2023), a temperatura do Natal (Figura 52) ficou entre 26,5°C e 27,5°C, ocorrendo um aumento de 0,9°C na temperatura. A precipitação variou entre 1.200 mm a 2700 mm, mantendo um padrão acima de 1.000 mm por ano. Em anos de *El Niño* forte, a Figura 49

representa um aumento da temperatura e uma diminuição na precipitação. Por sua vez, em anos de *La Niña* forte, as temperaturas tendem a diminuir e a precipitação aumentar.

A Figura 52 mostra a cada evento de *El Niño* forte que ocorre, 1997-1998 (média de 26,9°C e 1590 mm), 2009-2010 (média de 27,3°C e 1320 mm) e 2015-2016 (média de 27,4°C e 1308 mm), eleva mais o aumento da temperatura e a diminuição na precipitação, influência esta, causada pelas mudanças climáticas em solo natalense. O mesmo ocorreu em anos de *La Niña* forte, 1999 - 2000 (média de 26,1°C e 1860 mm), 2007 - 2008 (média de 26,9°C e 2300 mm), 2011 (média de 26,9 °C e 2400 mm).

Figura 52 : Climatologia do Natal das variáveis Precipitação (mm) e Temperatura (°C) com os anos de *El Niño* e *La Niña* forte no período de 30 anos (1994 - 2023)



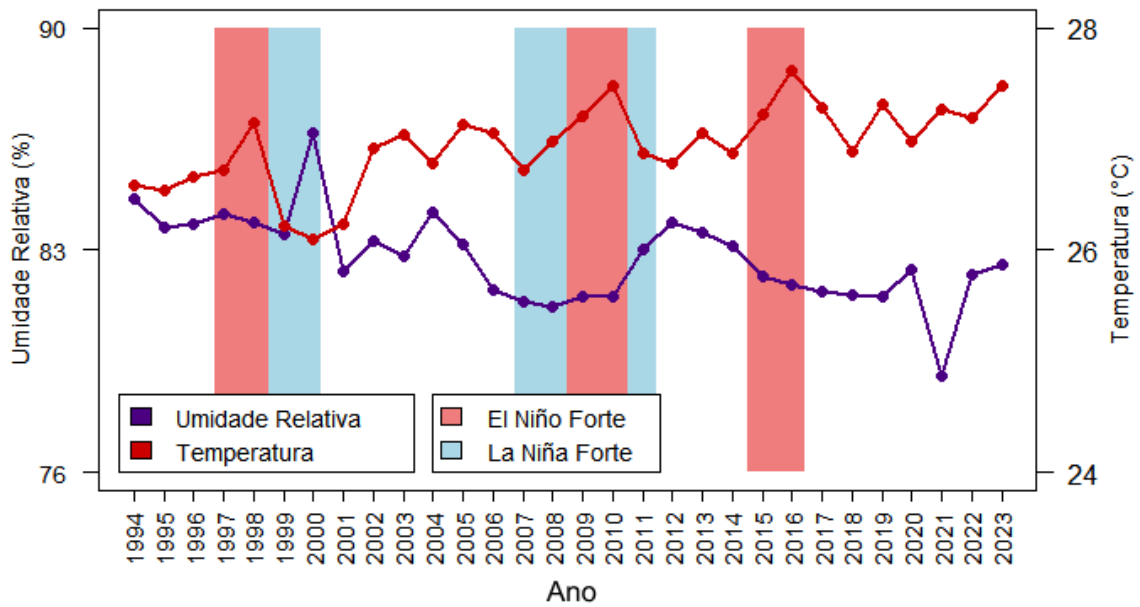
Fonte: SEMURB, 2024.

4.3.3 - CLIMATOLOGIA: UMIDADE RELATIVA/TEMPERATURA

A umidade relativa é uma variável inversa a temperatura, quando uma aumenta a outra diminui. Nos últimos 30 anos (Figura 53), a umidade relativa variou de 79,0% a 86,7%, neste período entre 1994 e 2023, ocorreu uma diminuição de 2,0%, fato este, relacionado às mudanças climáticas. Em anos de *El Niño*, ocorreu uma diminuição na umidade relativa, 1997-1998 (média de 26,9°C e 84,1%) e 2009-2010 (média de 27,3°C e 81,6%), porém em 2015-2016 (média de 27,4°C e 82,6%).

Logo, houve um pequeno aumento gradual em relação aos eventos anteriores. Em anos de *La Niña*, ocorreu uma diminuição na umidade relativa, 1999-2000 (média de 26,1°C e 85,1%) e 2007-2008 (média de 26,9°C e 81,3%), e um pequeno aumento gradativo em 2011 (média de 26,9 °C e 83,0%).

Figura 53: Climatologia do Natal das variáveis Umidade Relativa (%) e Temperatura (°C) com os anos de El Niño e La Niña forte no período de 30 anos (1994 - 2023)

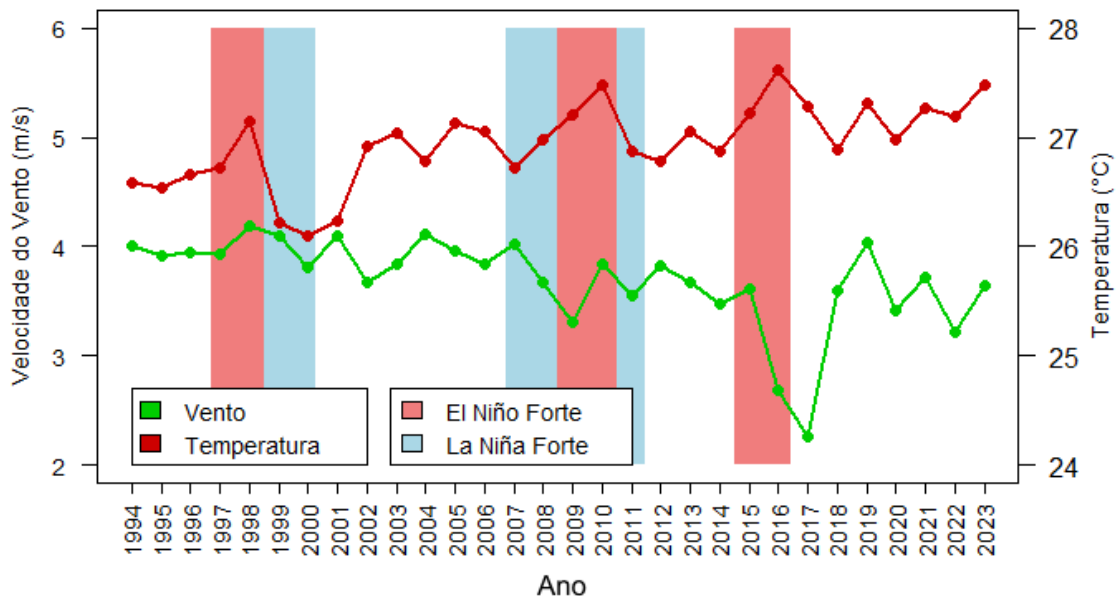


Fonte: SEMURB, 2024.

4.3.4 - CLIMATOLOGIA: VENTO/TEMPERATURA

O vento, variável importante para o transporte de temperatura, também se mostra inversa à temperatura. Nos últimos 30 anos, a Figura 54, mostra uma diminuição na velocidade dos ventos, o que ocasiona um aumento na temperatura, a sua variação foi de 2,26 m/s a 4,19 m/s, ocorrendo uma diminuição de 0,36 m/s. Em anos de El Niño forte, o vento diminuiu cada vez mais, 1997-1998 (média de 26,9°C e 4,1 m/s), 2009 - 2010 (média de 27,3°C e 3,6 m/s) e 2015 - 2016 (média de 27,4°C e 3,2 m/s). Em anos de Lá Niña, ocorreu diminuição também, 1999 - 2000 (média de 26,1°C e 4,0 m/s), 2007 - 2008 (média de 26,9°C e 3,9 m/s), 2011 (média de 26,9 °C e 3,6 m/s).

Figura 54: Climatologia do Natal das variáveis Vento (m/s) e temperatura (°C) com os anos de El Niño e La Niña forte no período de 30 anos (1994 - 2023)



Fonte: SEMURB, 2024.

4.4 - Dados Climáticos

A tabela 5, mostra os respectivos valores da média anual de 30 anos (1994 - 2023), evidencia-se uma variação relacionada a efeitos naturais e antrópicos, tais efeitos, implicaram em um aumento na temperatura média, em contrapartida, uma diminuição na intensidade do vento, umidade relativa e precipitação.

Tabela 5: Dados da média anual de 30 anos (1994-2023)

ANO	Velocidade média do vento (m/s)	Temperatura média (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação acumulada (mm)
1994	4,01	26,58	84,60	2533,57
1995	3,92	26,54	83,70	1921,22
1996	3,94	26,66	83,80	1758,09
1997*	3,93	26,72	84,20	1348,23
1998*	4,19	27,14	83,90	1832,41
1999#	4,10	26,22	83,50	1259,63
2000#	3,82	26,10	86,70	2459,18
2001	4,10	26,23	82,30	1415,60
2002	3,67	26,92	83,30	2212,19
2003	3,84	27,05	82,80	1624,63
2004	4,11	26,79	84,20	2667,02
2005	3,96	27,12	83,20	2180,70
2006	3,83	27,05	81,70	1701,37
2007#	4,03	26,72	81,40	1940,40
2008#	3,67	26,99	81,20	2707,41
2009*	3,31	27,21	81,50	2553,82
2010*	3,84	27,48	81,60	1327,40
2011#	3,55	26,88	83,00	2392,81
2012	3,83	26,79	83,90	1388,87
2013	3,67	27,06	83,50	2062,73
2014	3,48	26,87	83,10	1934,36
2015*	3,61	27,22	82,20	1569,83
2016*	2,69	27,61	81,90	1308,10
2017	2,26	27,29	81,70	1826,88
2018	3,60	26,88	81,60	1984,82
2019	4,03	27,32	81,60	1930,76
2020	3,42	26,98	82,40	2675,42
2021	3,71	27,27	79,00	1528,39
2022	3,22	27,19	82,20	2481,70
2023	3,65	27,47	82,60	1672,25

* Anos de El Niño Forte

Anos de La Niña Forte

Fonte: SEMURB, com base nos dados do INMET, 2024.

4.5 - Radiação Ultravioleta (UV)

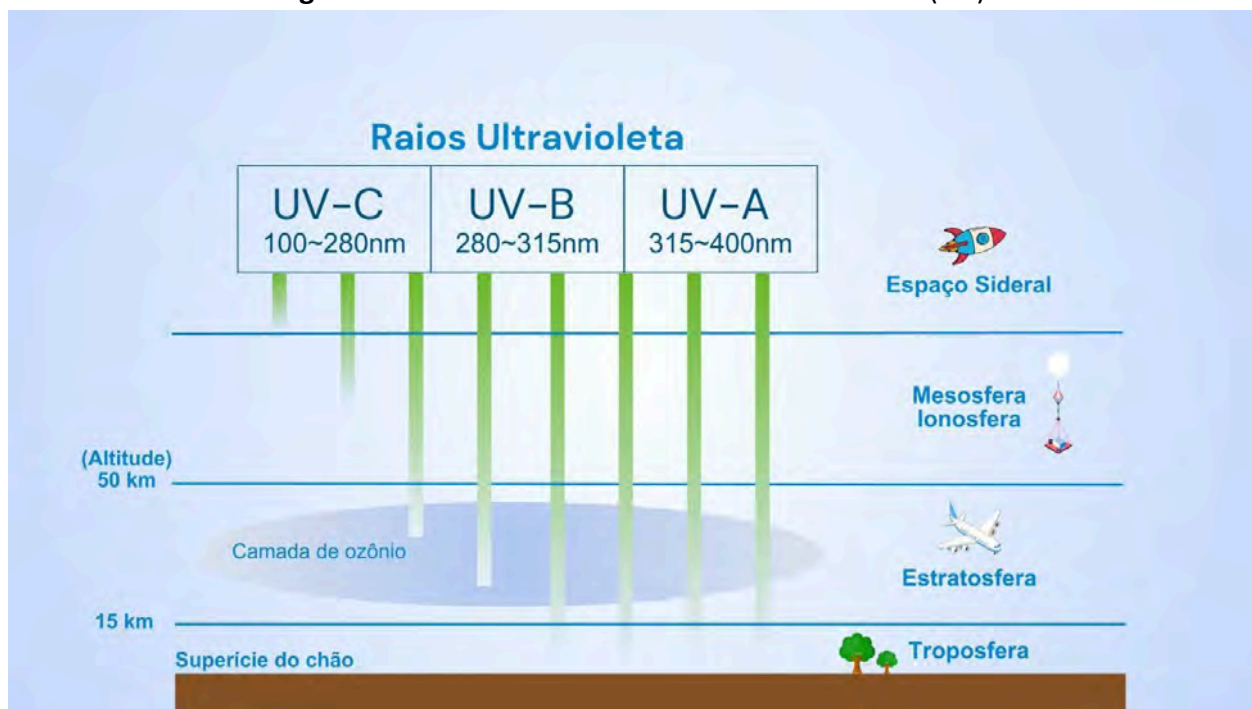
A radiação ultravioleta (UV) atinge a faixa de comprimento de onda de 100–400 nm (Figura 55), que é uma frequência mais alta e um comprimento de onda menor que a luz visível. A radiação UV é produzida naturalmente pelo sol, mas também pode ser gerada por fontes artificiais usadas na indústria, comércio e lazer (OMS, 2024). A região UV cobre a faixa de comprimento de onda de 100-400 nm e é dividida em três bandas:

- Radiação Ultravioleta A (UVA) : 315-400 nm
- Radiação Ultravioleta B (UVB) : 280-315 nm
- Radiação Ultravioleta C (UVC) : 100-280 nm.

Ao atravessar a atmosfera, a UVC e cerca de 90% da UVB são absorvidas pelo ozônio, vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono. A radiação UVA é menos impactada pelo ar. Assim sendo, a radiação UV que atinge a superfície da Terra é em grande parte composta por UVA, com uma pequena quantidade de UVB (OMS, 2024).

A quantidade de radiação UV do Sol que atinge a Terra depende de diversos fatores, como a altura do Sol no céu, a latitude, a cobertura de nuvens, a altitude, a espessura da camada de ozônio e a reflexão do solo. Devido à poluição humana, a quantidade de UVA e UVB que atingem a superfície aumenta. Isso pode afetar a saúde humana, dos animais, dos organismos aquáticos e da vida vegetal. O aumento da exposição aos raios UV pode causar câncer de pele, cataratas e danos ao sistema imunológico humano (OMS, 2024).

Figura 55: Funcionamento dos Raios Ultravioletas (UV)



Fonte: SEMURB, 2024.

4.5.1 - OS EFEITOS CONHECIDOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) NA SAÚDE

4.5.1.1 - O UVA e o UVB afetam o corpo de maneiras diferentes? A pele

A radiação ultravioleta ativa o pigmento melanina que está presente nas células superiores da pele. Elabora um tom de bronze que surge rapidamente, mas também se dissipa rapidamente. Adicionalmente, a radiação ultravioleta penetra nas camadas mais profundas da pele, afetando tanto o tecido conjuntivo quanto os vasos sanguíneos. Como consequência, a pele, gradualmente, perde a elasticidade e começa a enrugar. Sendo assim, grandes doses de UVA causam o envelhecimento precoce. Além disso, estudos recentes sugerem que pode-se aumentar o número de cânceres de pele. Os mecanismos do dano UVA ainda não foram completamente compreendidos, mas uma teoria comum sugere que o UVA aumenta o estresse oxidativo na célula (OMS, 2017).

A UVB estimula a produção de uma nova melanina, resultando em um aumento significativo do pigmento escuro em poucos dias. Este bronzeado pode ter uma duração razoável. UVB também incentiva as células a terem uma epiderme mais espessa. Sendo assim, o UVB é responsável pelo

escurecimento e pelo espessamento das camadas celulares externas - essas reações são a defesa do corpo contra mais danos UV (OMS, 2017).

Contudo, níveis mais elevados de UVB causam queimaduras solares, o que aumenta a chance de desenvolver câncer. O mecanismo exato de como o UVB inicia ou retarda o câncer ainda não é conhecido. Em pessoas que têm Xeroderma pigmentoso, uma patologia rara de pigmentação, a capacidade de reparar danos no DNA causados pela exposição à radiação UV é prejudicada. As taxas elevadas de câncer de pele nestes indivíduos sugerem que a exposição ultravioleta pode ser o fator que liga a exposição ao desenvolvimento do câncer (OMS, 2017).

4.5.1.2 - O olho

Assim como ocorre com os efeitos na pele, os diversos raios solares que penetram nos olhos em diferentes profundidades. Enquanto o UVB é totalmente absorvido pela córnea, o UVA passa por essas camadas superficiais até o cristalino. As pessoas adultas recebem apenas 1% ou menos de radiação UV devido à função de filtragem da córnea e do cristalino. Por outro lado, a luz visível penetra facilmente na retina, ativando fotorreceptores e iniciando a reação em cadeia de processos bioquímicos para produzir uma imagem visível (OMS, 2017).

4.5.1.3 - O sistema imunológico

A grande maioria dos experimentos até o presente momento concentrou-se no UVB, que parece ser mais relevante que o UVA na causa da imunomodulação. No entanto, recentemente, o interesse nos efeitos das UVA no sistema imunológico tem se expandido. Acredita-se que uma molécula presente na pele consiga absorver a radiação UV. Isso resulta em mudanças na disposição e atividade de alguns dos principais elementos moleculares e celulares do sistema imunológico. Um desequilíbrio na resposta imune, através de células e anticorpos, pode diminuir a capacidade do organismo de se defender contra certas doenças (OMS, 2017).

4.5.1.4 - Tenho pele escura - ainda preciso ter cuidado?

Sim, você quer. Em comparação com as pessoas de pele clara, as pessoas de pele escura têm um risco bem menor de desenvolver melanoma ou cânceres de pele não melanoma. Eles, geralmente, não precisam de protetores solares e podem tolerar com segurança níveis bastante altos de radiação UV sem se queimarem. Mas, independentemente da cor da pele, o risco de lesões oculares e de efeitos nocivos ao sistema imunitário permanece (OMS, 2017).

4.6 - Índice Ultravioleta (UVI)

4.6.1 - COMO FUNCIONA O ÍNDICE UV?

- O UVI é uma medida do nível de radiação ultravioleta.
- Os valores do índice variam de zero para cima – quanto maior o UVI, maior o potencial de danos à pele e aos olhos e menos tempo leva para que os danos ocorram.
- O UVI é um importante veículo para alertar as pessoas sobre a necessidade do uso de proteção solar.

O aumento significativo da incidência de câncer de pele em indivíduos com pele clara em todo o mundo está fortemente relacionado à exposição excessiva à radiação UV do sol e a fontes artificiais, como espreguiçadeiras. As evidências presentes sugerem que os hábitos pessoais em relação à exposição solar são o fator de risco mais relevante para os danos causados pela radiação UVI.

O UVI (Figura 52) tem um papel fundamental na conscientização da população sobre os perigos da exposição excessiva à radiação UV e na conscientização da urgência em adotar medidas de proteção. Em um esforço global, o UVI foi criado pela OMS, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, pela Organização Meteorológica Mundial e pela Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não Ionizantes. Incentivar as pessoas a diminuir a exposição ao sol pode diminuir os efeitos prejudiciais à saúde e reduzir significativamente os gastos com cuidados de saúde (OMS, 2022).

O programa INTERSUN incentiva o uso integrado do UVI (Figura 56) e orienta governos a empregar essa ferramenta educativa em seus programas de promoção da saúde. A OMS incentiva os meios de comunicação, tais como as redes sociais e o setor turístico, a divulgarem a previsão do Índice UV e divulgarem mensagens de proteção solar (OMS, 2022).

Figura 56: Índice de Raios Ultravioleta (UVI)



Fonte: SEMURB, 2024.

4.6.2 - O QUE SIGNIFICA O UVI ?

Os níveis de radiação UV e, conseqüentemente, os valores do índice variam ao longo do dia. Ao descrever o UVI, o nível máximo diário de UVI, que ocorre durante quatro horas próximas ao meio-dia solar, é fornecido em um dia específico. De acordo com a localização geográfica e o horário de verão, o meio-dia solar ocorre entre o meio-dia e às 14h. Em alguns países, é possível emitir horários de proteção solar quando os níveis de UV são estabelecidos em três ou mais. Nesses níveis, há um aumento no risco de danos à pele e é recomendável adotar medidas de proteção (OMS, 2022).

4.6.3 - COMO O UVI PODE AJUDAR A ME PROTEGER?

O UVI indica o nível de radiação UV (Quadro 1) e o risco potencial da exposição solar. Pode auxiliar as pessoas a fazerem escolhas saudáveis (OMS, 2022). A maioria das pessoas está habituada a ajustar seus planejamentos diários e escolher roupas de acordo com as previsões climáticas, especialmente as previsões de temperatura. Análoga à escala de temperatura, o UVI mostra o nível de radiação UV e o perigo potencial da exposição solar. Pode auxiliar as pessoas a realizar escolhas saudáveis (OMS, 2022).

Passo 1: Descubra o UVI de hoje

Passo 2: Confira a proteção solar recomendada

Quadro 1: Classificação do UVI

Índice UV	Ações
0 a 2	Você pode desfrutar de estar ao ar livre com segurança!
3 a 7	Procure sombra durante o meio-dia! Vista uma camisa, passe protetor solar e coloque um chapéu!
8 e acima	Evite ficar ao ar livre durante o meio-dia! Certifique-se de procurar sombra! Camisa, protetor solar e chapéu são obrigatórios!

Fonte: Organização Mundial da Saúde (OMS), 2024.

Mesmo para indivíduos com pele clara extremamente sensível, o perigo de danos UV a curto e longo prazo abaixo de um IUV de 2 é limitado e, em circunstâncias normais, não são necessárias medidas de proteção. Caso haja necessidade de proteção solar, esta deve abranger todos os recursos necessários, tais como vestuário, chapéu e óculos de sol, sombra e protetor solar (OMS, 2022).

4.6.4 - ONDE O ÍNDICE UV É RELATADO?

Em muitos países o IUV é divulgado juntamente com a previsão do tempo em jornais, na TV, no rádio; internet e aplicativos móveis.

4.6.5 - COMO PODEM OS SERVIÇOS METEOROLÓGICOS, AS AUTORIDADES NACIONAIS E OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO UTILIZAR O ÍNDICE UV?

O Índice Global de UV Solar tem como objetivo ser empregado por autoridades nacionais e locais e organizações não governamentais que atuam na prevenção do câncer de pele, bem como por escritórios meteorológicos e veículos de comunicação que trabalham com a comunicação de UVI. A publicação pode ser um ponto de partida para a criação e implementação de uma abordagem integrada de saúde pública para a proteção solar e prevenção do câncer de pele (OMS, 2022).

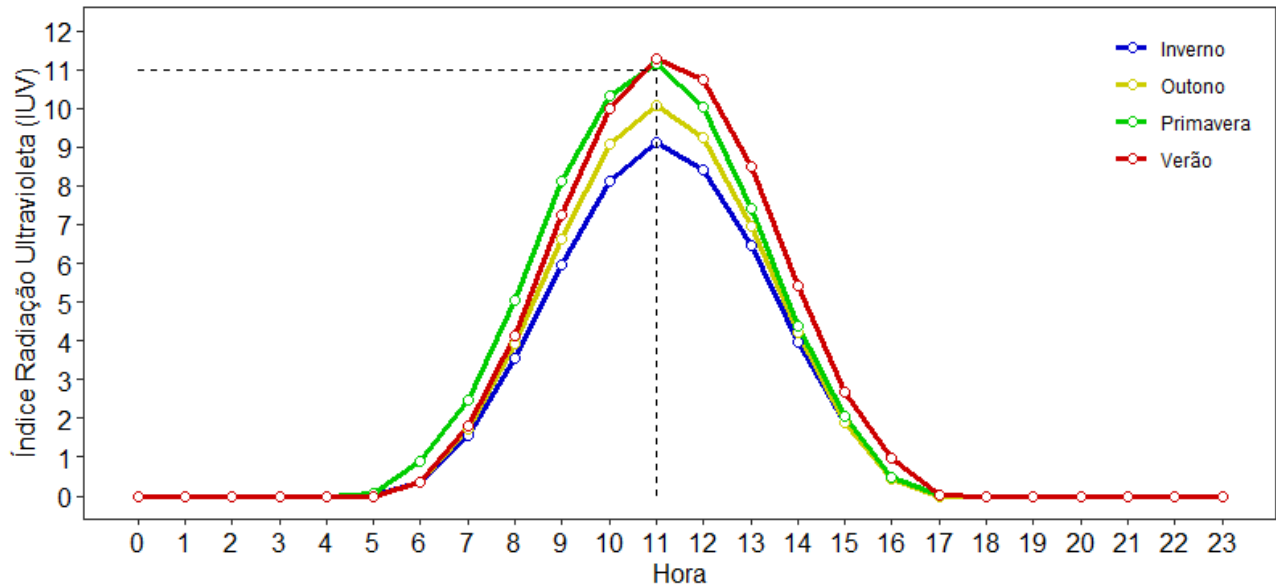
4.6.6 - RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) EM NATAL

Para a composição da Figura 57, utilizou-se dados fornecidos pela Coordenadoria Espacial do Nordeste (COENE), do período de Janeiro de 2006 até Março de 2024. Deste modo, demonstra que

os horários de 9h da manhã até 13h da tarde, evitar se expor ao sol, sem protetor solar, chapéu e óculos escuro, principalmente às 11h, onde chegamos aos valores acima de 11 (extremo no índice UV), horários antes das 8h da manhã e depois das 15h da tarde, melhores horários para atividades ao ar livre, utilizando proteção adequada.

No verão e primavera, no hemisfério sul recebe mais radiação solar, e conseqüentemente os valores dos UVI são extremos, entretanto durante o inverno e outono, geralmente há uma diminuição na radiação solar, que eventualmente geram menores UVI.

Figura 57: Média do Índice Radiação Ultravioleta (IUV) Horária

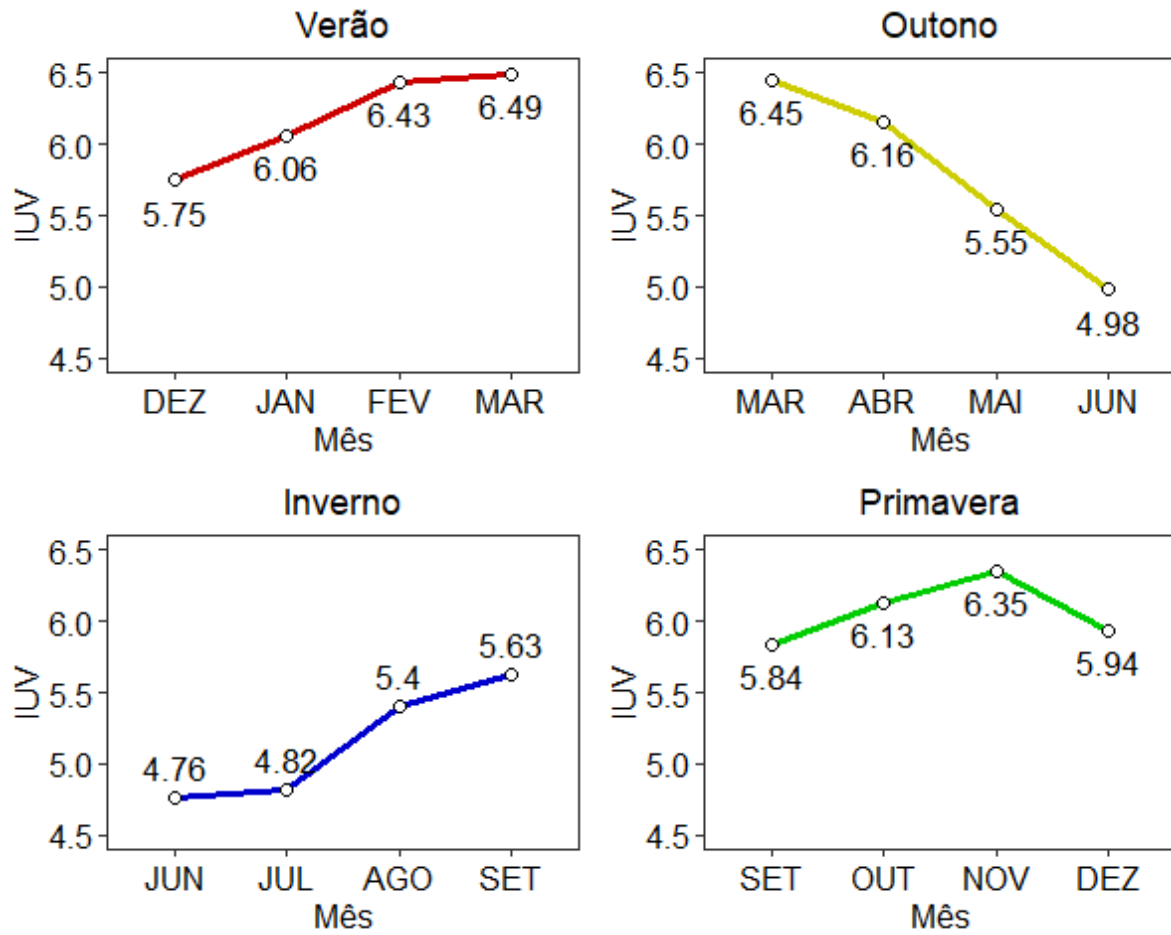


Fonte: SEMURB e Coordenadoria Espacial do Nordeste (COENE), 2024.

4.6.7 - RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) EM NATAL - MÉDIA MENSAL

A Figura 58, mostra a média mensal da radiação ultravioleta (UV) por estações do ano, do período de Janeiro de 2006 até Março de 2024. No verão, ocorreu um aumento de 0,74% no UV de Dezembro a Março. No outono, ocorreu uma diminuição de 1,47% no UV de Março a Junho. Para o inverno, houve um leve aumento de 0,87% do UV de Junho a Setembro. Na primavera, ocorreu um aumento de 0,51% no UV de Setembro a Novembro, e uma pequena diminuição de 0,41% do UV em Dezembro.

Figura 58: Média de Radiação Ultravioleta (UV) Mensal



Fonte: SEMURB e COENE, 2024.

5

Região Costeira e Estuarina de Natal



5 - PROJETO ORLA NATAL

A proposta do Projeto Orla é baseada na gestão descentralizada envolvendo municípios, estados e União, com a participação da sociedade civil. Isso se dá pela integração da oficina de elaboração do Plano de Gestão Integrada (PGI) da Orla e na formalização do Comitê Gestor Municipal. Os princípios de gestão integrada e compartilhada são fundamentais para o Projeto Orla (PGI, 2022).

O objetivo principal do PGI é incluir normas ambientais e urbanas na política de gestão da orla. Este plano é concebido como uma colaboração entre a sociedade civil e organizações interessadas ou envolvidas no território costeiro. Ele direciona recursos e orienta as decisões em diferentes áreas da orla marítima, com o objetivo de estabelecer um cenário sustentável (PGI, 2022).

Assim, o PGI tem um papel estratégico de implementação local, com foco específico na administração da orla marítima da cidade. Suas ações incluem boas práticas, melhorias na infraestrutura, organização e regulamentação não só da faixa de praia, mas de todo o perímetro costeiro. Ele também tem como objetivo assegurar a segurança jurídica para empreendimentos e usos na área (PGI, 2022).

5.1 - Ações e Abrangências

5.1.1 AÇÕES

As ações do Projeto têm como objetivo ordenar os territórios litorâneos sob o controle da União, integrando políticas ambientais e patrimoniais com ampla cooperação entre os governos federal, estadual, municipal e a sociedade. Seus objetivos se baseiam nas seguintes diretrizes:

- Fortalecimento da habilidade e colaboração de diversos atores do setor público e privado na administração integrada da orla, aprimorando o conjunto normativo para regulamentar o uso e ocupação dessas áreas;
- A criação de mecanismos para a participação e controle social na administração integrada;
- A disseminação de métodos inovadores de administração para o uso responsável dos recursos naturais e ocupação dos espaços adjacentes;

O projeto enfrenta desafios devido à fragilidade dos ecossistemas costeiros, ao crescimento desordenado e irregular da ocupação, à erosão e às fontes de poluição. Estabelecer critérios para a destinação de áreas públicas da União, considerando usos adequados para portos, áreas militares e recursos naturais protegidos, também é um grande desafio na gestão da orla brasileira. A coordenação do Projeto Orla é exercida pela SEMURB.

5.1.2 ABRANGÊNCIA

Para os propósitos do Projeto Orla, a faixa marítima é definida como a faixa da área costeira, com largura variável, que compreende uma porção marítima e outra terrestre, que

delimita a interface entre a terra e o mar, de acordo com o Decreto federal nº 5.300/2004. Os limites da costa marítima são estabelecidos seguindo os seguintes critérios:

1. Marítimo: até a isóbata de dez metros, onde a força das ondas começa a ser afetada pela topografia do fundo marinho, afetando o transporte de sedimentos.
2. Terreno: a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, como praias, dunas, escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar.
3. Essa delimitação simplificada dos limites está de acordo com a legislação vigente e é apresentada no Manual para elaboração do Plano de Gestão Integrada do Projeto Orla.

5.2 - Plano de Gestão Integrada da Orla - PGI

Os métodos de planejamento integrado, respaldados pelo Decreto nº 5.300 de 2004, tem como finalidade otimizar e integrar as políticas públicas nas três esferas de governo. O enfoque está no planejamento da zona costeira por meio do Plano de Gestão Integrada (PGI) (Brasil, 2004).

Essa iniciativa é coordenada pela Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União, vinculada ao Ministério da Economia (SPU/ME), pela Secretaria Nacional de Desenvolvimento e Competitividade do Turismo, do Ministério do Turismo (SNDTur/MTur), e pela Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano, do Ministério do Desenvolvimento Regional (SMDRU/MDR), no âmbito federal. O objetivo é aprimorar a gestão e as intervenções nas áreas costeiras. O Projeto Orla também envolve estruturas institucionais estaduais e destaca a relevância dos municípios na formulação do Plano Diretor.

5.3 - Zona Costeira

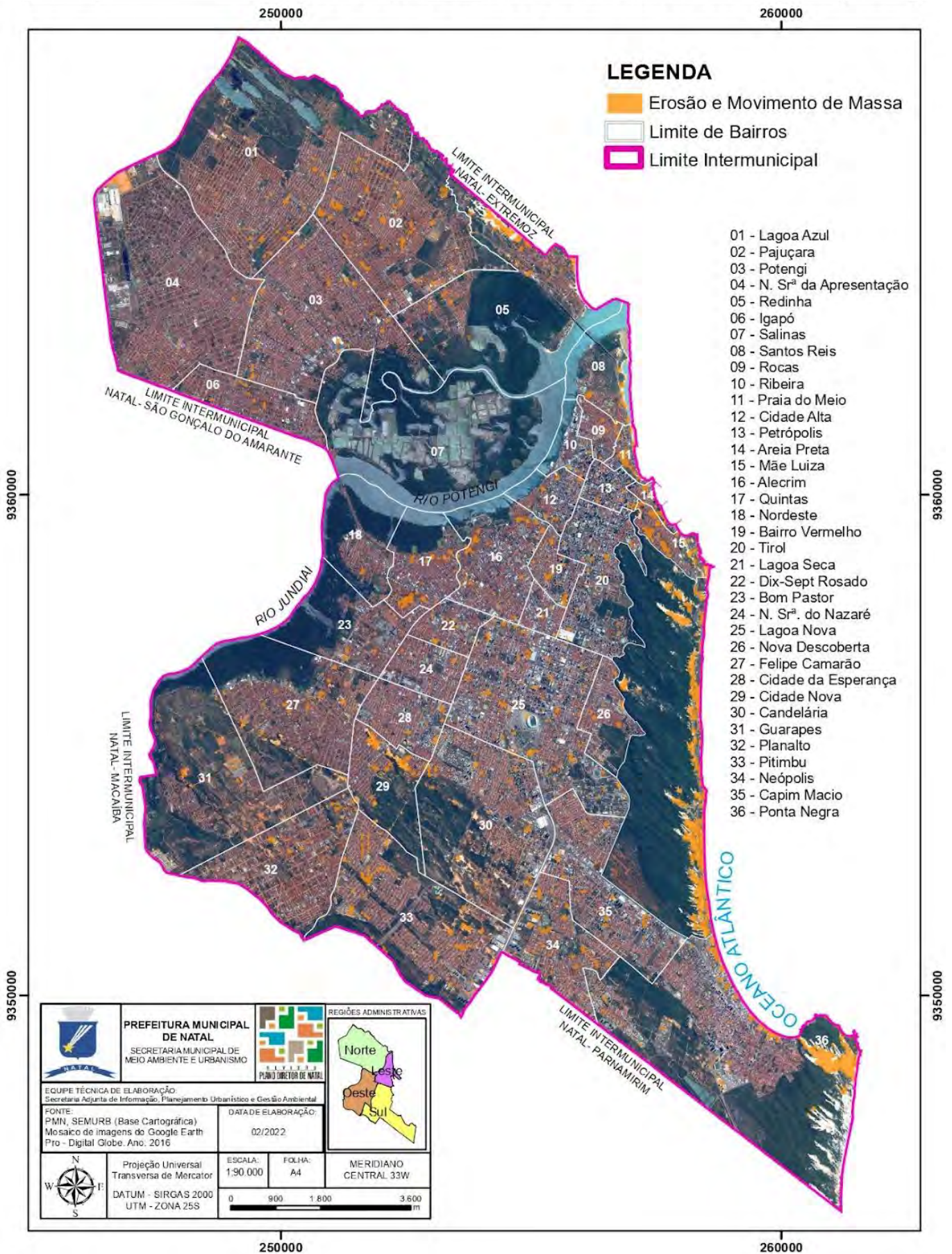
5.3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ZONA COSTEIRA

A Constituição Federal de 1988 estabelece que a Zona Costeira é um bem nacional e sua utilização deve ser feita em condições que garantam a preservação ambiental, incluindo o uso sustentável dos recursos naturais. A Lei no 7.661 de 16 de maio de 1988 estabeleceu o Plano Nacional de Gestão Costeira (PNGC), que faz parte da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) e da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). O propósito do PNGC é orientar o uso racional dos recursos na área costeira, visando aprimorar a qualidade de vida da população e preservar seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural (PGI, 2022).

Os limites marítimos do estado costeiro compreendem 8.698 km de extensão voltados para o oceano. A latitude abrange desde o paralelo 4º 30' N até o paralelo 33º 44' S, abrangendo uma área de 513 mil km². Dessas, 324 mil km² correspondem ao território dos 395 municípios costeiros que estão distribuídos em 17 estados (Brasil, 2008). A área econômica exclusiva é regulamentada pela Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar de 1982 (Fiorati, 1997).

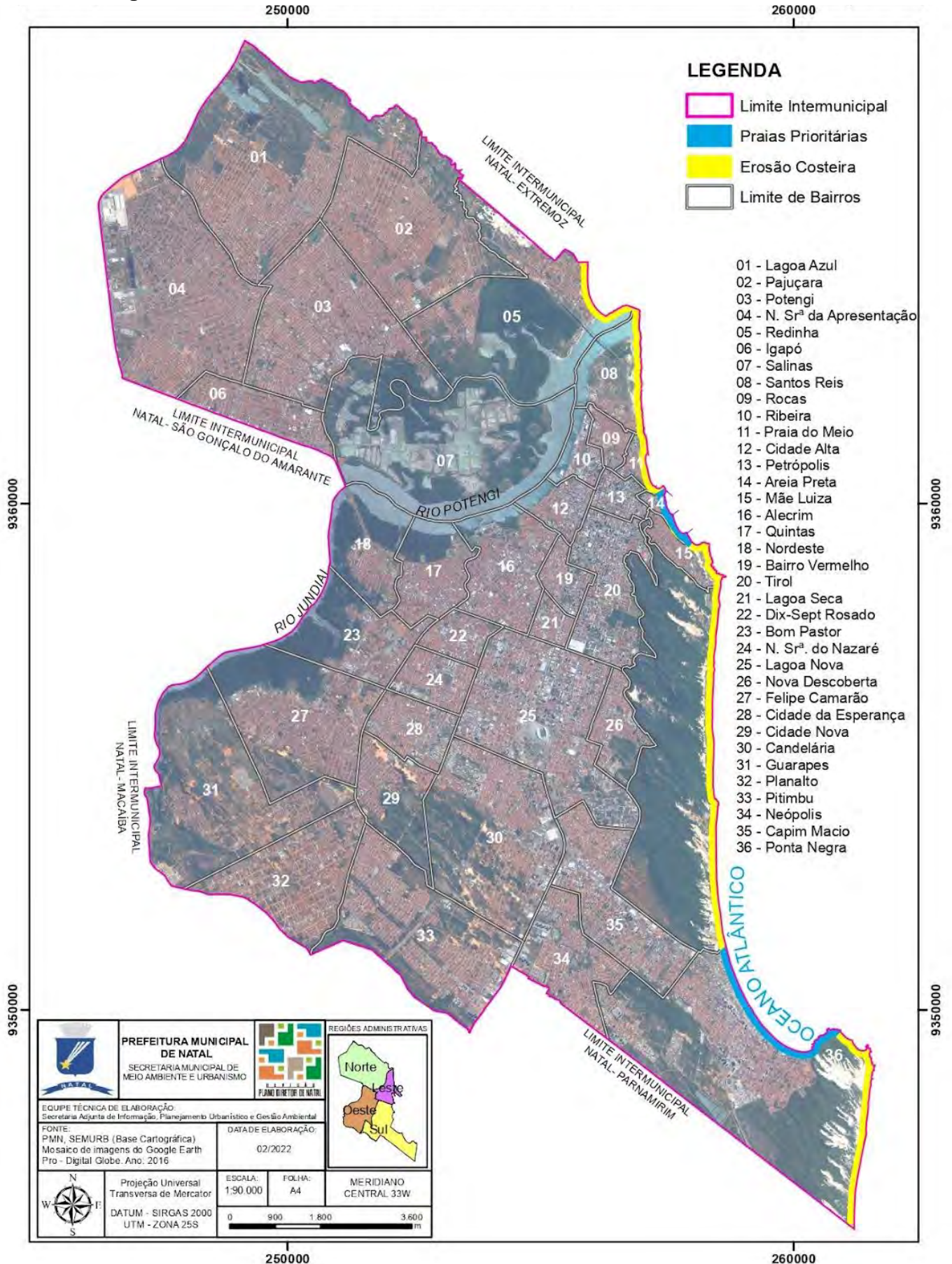
Portanto, essas áreas podem ser representadas nos seguintes mapas, sendo eles Áreas com Potencial de Risco Natural Erosão e Movimento de Massa (Figura 59) e na Áreas com Potencial de Risco Natural Erosão e Erosão Costeira (Figura 60), representados no Plano Diretor do Natal de 2022 (SEMURB, 2022).

Figura 59: Áreas com Potencial de Risco Natural Erosão e Movimento de Massa



Fonte: Plano Diretor da SEMURB, 2022.

Figura 60: Áreas com Potencial de Risco Natural Erosão e Erosão Costeira



Fonte: Plano Diretor da SEMURB, 2022.

5.3.2 - O SETOR COSTEIRO DO NATAL

Natal, a capital do estado, é uma cidade litorânea situada na zona intertropical do hemisfério sul e próxima à linha do equador (latitude 05° 45' 54" S e longitude 36° 12' 05" O). Localizada no litoral oriental, Natal possui uma extensão de aproximadamente 26 km de costa. A Orla do Natal abrange diversas praias, incluindo Ponta Negra, Parque das Dunas/Via Costeira, Areia Preta/Miami, do Meio (Praia do Meio e dos Artistas), Santos Reis, Praia do Forte e Redinha. Ao norte, faz limite com o município de Extremoz, ao sul com o município de Parnamirim e a leste com o Oceano Atlântico (Velox, 2018; SEMURB, 2019).

No que diz respeito à dinâmica costeira, que abrange as condições das ondas e o monitoramento das praias por meio de levantamentos morfológicos e sedimentares, bem como a avaliação da estabilidade e evolução da praia de Ponta Negra, foram observados os seguintes resultados, conforme descrito no Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) realizado pela empresa Tetra Tech, (2016) Até agora, o EVTEA (2016) é o documento mais abrangente sobre o monitoramento das praias, abrangendo desde a Praia de Alagamar, localizada atrás do Morro do Careca, até a Ponta de Mãe Luíza, localizada no final da Via Costeira em Natal/RN.

Durante um período de monitoramento que abrangeu de agosto de 2015 até junho de 2016. Este período foi dividido em quatro campanhas de levantamento topográfico do perfil da praia: entre 10 e 14 de agosto de 2015, de 8 a 10 de dezembro de 2015, de 29 a 31 de março de 2016 e de 31 de maio a 1 de junho de 2016. Utilizando o modelo numérico Simulating Waves Nearshore (SWAN), a análise foi conduzida a cerca de 9 km da costa, em frente à Ponta Negra. Os resultados apresentados mostram uma tendência geral de diminuição na altura das ondas ao longo de toda a área estudada, como mostrado no Tabela 6 (Tetra Tech, 2016, p. 258).

Tabela 6 - Valores médios e máximos de altura de onda para os três períodos de campanhas

	Jul/15 a Ago/15	Ago/15 a Dez/15	Dez/15 a Mar/16	Mar/16 a Jun/16
$H_{s_{médio}}$	0,86	0,86	0,80	0,67
$H_{s_{max}}$	1,20	1,12	1,00	0,92

Fonte: Tetra Tech, 2016, p. 260.

Foram analisados 38 perfis entre o Morro do Careca e o Farol da Mãe Luíza. Nos perfis situados na área de enrocamento em Ponta Negra, o volume foi de 28 a 59 metros cúbicos, enquanto a largura foi de 26 a 54 metros. Nessa região, houve uma menor quantidade de material carbonático e uma melhor seleção do sedimento, que varia de areia fina a areia grossa (Tetra Tech, 2016, p. 279).

Durante as quatro campanhas, observou-se uma diferença de perda e ganho de sedimentos de 10 a 20 metros cúbicos nesta área. A área de enrocamento em Ponta Negra mostrou estabilidade e aumento de sedimento ao longo dos levantamentos, com exceção do perfil 17. Na Via Costeira, entre os perfis 27 e 38, predominam as características de falésia no pós-praia, com afloramentos rochosos pontuais interrompidos por hotéis e condomínios. Nessa área, o volume de areia foi de 39 a 266 metros cúbicos e a largura de 27 a 86 metros (Tetra Tech, 2016, p. 281).

Em relação à sedimentologia, houve um aumento no grau de seleção do sedimento e uma diminuição do teor de carbonato, com a presença de areias finas e grossas, como nas outras áreas

analisadas. Apesar de haver um aumento de sedimento desde a última campanha, o balanço em relação à campanha anterior foi negativo em algumas áreas. Foi constatado um aumento de sedimentos tanto em Ponta Negra quanto na Via Costeira (Tetra Tech, 2016, p. 281).

Foram elaborados 21 perfis que abrangem toda a unidade fisiográfica analisada, abrangendo desde a Praia de Alagamar, localizada atrás do Morro do Careca, até a Ponta de Mãe Luíza. Esses perfis representam as condições médias de transporte espacial na região estudada, de acordo com as características determinadas no ponto de arrebenção das ondas, para o período de 2001 a 2015, usando a formulação de CERC (1984) (Tetra Tech, 2016, p. 291).

A Figura 61 apresenta as taxas médias anuais dos 21 perfis considerados no cálculo do transporte entre 2001 e 2015. As dimensões e as tonalidades das circunferências expressam, respectivamente, a intensidade e a direção do transporte líquido durante todo o período analisado (Tetra Tech, 2016, p. 293).

Além disso, a Figura 61 mostra que o fluxo litorâneo na praia de Ponta Negra é predominantemente direcionado para o Norte, influenciado pela obliquidade das ondas que atingem a região, gerando correntes longitudinais de diferentes intensidades. É importante destacar que o transporte em direção ao Sul foi observado nos Perfis 1, 12, 19, 20 e 21 devido à alta exposição às ondas de NE (Tetra Tech, 2016, p. 293).

Figura 61: Taxas médias anuais para os 21 perfis localizados ao longo da praia de Ponta Negra



Fonte: Tetra Tech, 2016, p. 294.

A Figura 61 demonstra que, na área do Perfil 6, houve um aumento significativo no transporte de sedimentos em direção ao Norte, resultando em uma escassez de sedimentos nesta região. Este padrão está relacionado ao início da área da praia onde as ondas de E-SE se tornam mais intensas, uma vez que o Morro do Careca não é mais um elemento gerador de cones de sombra. O Perfil 12, localizado próximo ao empreendimento em questão, teve a menor média de transporte de sedimentos durante todo o período estudado (Tetra Tech, 2016, p. 294).

Salienta-se que, entre os Perfis 9 e 13, o transporte de sedimentos foi predominantemente direcionado ao Norte, com médias anuais de 300.000 m³/ano e 500.000 m³/ano. A única exceção foi o Perfil 12, onde o transporte foi dividido em duas direções, o que resultou na menor média de transporte entre todos os perfis analisados (média de 3.000 m³/ano) (Tetra Tech, 2016, p. 297).

Diante disso, o EVTEA (2016) demonstrou que há aumento de sedimentos em áreas específicas, apesar da praia de Ponta Negra ser erosiva e de déficit sedimentar.

5.3.3 - CARACTERIZAÇÃO DA ORLA DO NATAL

Localizada no litoral oriental, a Orla do Natal abrange aproximadamente 26 km de extensão costeira. Essa área inclui as praias de Ponta Negra, Parque das Dunas/Via Costeira, Areia Preta/Miami, Praia do Meio (Praia do Meio e dos Artistas), Santos dos Reis, Praia do Forte e Redinha (SEMURB, 2019).

Inserida na denominada Zona Costeira Brasileira, essa região abriga uma vasta diversidade de ecossistemas de significativa relevância ambiental, como estuários, restingas, dunas, falésias, baías, recifes, corais, praias, planícies, entre outros. Ademais, essa Zona Costeira é o lar da mais importante área remanescente da floresta tropical do litoral brasileiro: a Mata Atlântica (SEMURB, 2019).

5.3.4 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ZONAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Como já mencionado, a faixa litorânea do Município do Natal está inserida em uma Área Especial, de acordo com a legislação municipal em vigor. De acordo com a Lei Complementar nº 208/2022, que regulamenta o Plano Diretor do Natal, "Áreas Especiais" são áreas específicas do território municipal, localizadas em áreas com ou sem possibilidade de densificação, com destinação específica ou regulamentações específicas para o uso e ocupação do solo. Conforme o Plano Diretor, a orla municipal é dividida em duas zonas principais: I – Área Especial Costeira e Estuarina (AECE) e II – Áreas Especiais de Interesse Turístico e Paisagístico (AEITP).

5.3.5 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ATIVIDADE TURÍSTICA NA ORLA DO NATAL – RN

Apesar de muitos enxergarem o turismo como uma atividade essencialmente econômica, ele tem características únicas que contribuem para o progresso social, cultural e para a preservação dos atrativos locais, além de melhorar a infraestrutura e fortalecer a interação entre anfitriões e turistas. De acordo com Lima (2018, p. 08), "o turismo não apenas proporciona entretenimento, mas também estimula o crescimento de cidades e países". É uma forma de gerar emprego e renda, ajudando no progresso e na expansão da cultura local.

Ao longo das últimas décadas, a orla marítima nacional tem sido intensamente utilizada por turistas, o que tem estimulado o desenvolvimento de infraestrutura de serviços para atender a essa demanda. A situação em Natal é semelhante, já que a exploração de sua orla tem sido um elemento crucial para o crescimento econômico local, embora nem sempre o turismo tenha sido considerado como parte essencial desse processo.

A cidade do Natal, há décadas, é considerada um destino ideal para o turismo, devido aos seus atrativos naturais, culturais, gastronômicos e ao clima favorável. No início dos anos 80, foi implementado o ambicioso projeto urbanístico e turístico "Parque das Dunas/Via Costeira", que incluiu a criação de uma área costeira com uma infraestrutura turística relevante, especialmente hotéis (Lima, 2018).

Durante esse período, Natal desperta a atenção dos administradores públicos para a adoção de medidas que envolvam áreas como infraestrutura, segurança e acessibilidade, com o objetivo de fomentar o turismo na região (Lima, 2018). Atualmente, as atividades turísticas no município são diversas e incluem atividades artísticas, culturais, festivas, educativas, musicais e científicas. O progresso é impulsionado pela colaboração entre os setores públicos e privados. Além disso, o destino é reconhecido pelo seu grande potencial natural, exemplificado pelas paisagens maravilhosas das praias urbanas, como o Morro do Careca em Ponta Negra (SEMURB, 2022).

O turismo cultural e religioso é destacado pela Fortaleza dos Reis Magos em Santos Reis e pela Igreja de Nossa Senhora dos Navegantes em Redinha, além da presença de letreiros com o nome da cidade em praias como Redinha, Praia do Meio e Ponta Negra (SEMURB, 2022).

5.4 - Unidades de Planejamento - UPs Previstas

A Unidade de Planejamento constitui o componente estruturante do Plano de Gestão Integrada (PGI) e é estabelecida de acordo com os seguintes critérios: Interações Socioeconômicas, Suporte Físico, Drenagem de Corpos Hídricos, Expansão Urbana e Cobertura Vegetal. Com base nessas diretrizes, a orla municipal foi segmentada em três Unidades de Planejamento (UP1, UP2 e UP3). Essa segmentação foi definida em conjunto pela equipe de facilitadores da CONSIGA e pela Prefeitura do Natal, sendo posteriormente validada durante a Visita Técnica e aprovada na Primeira Etapa da Oficina de Planejamento Participativo, realizada pelo projeto Orla Natal em 2022.

Em um ambiente praias típico, as unidades que compõem a morfologia da praia são divididas em três compartimentos morfológicos: antepraia (shoreface), estirâncio ou zona de praia (foreshore), pós-praia (backshore) e dunas (Nunes, 2011). O pós-praia é definido como a zona que se estende do limite superior do espraiamento até o início das dunas fixadas por vegetação ou por qualquer outra mudança fisiográfica brusca (Hoefel, 1998).

A análise detalhada dos compartimentos morfológicos de uma praia é essencial para a compreensão da dinâmica costeira e para a implementação de medidas de gestão eficazes. O estudo dessas áreas permite identificar vulnerabilidades e planejar intervenções que minimizem os impactos negativos da ação natural e antrópica. A conservação das dunas e a manutenção dos processos naturais de deposição e erosão são fundamentais para a sustentabilidade dos ambientes costeiros. A colaboração entre pesquisadores, gestores e a comunidade local é vital para garantir a proteção e o uso sustentável desses ecossistemas preciosos.

Os efeitos da erosão na zona costeira têm se tornado cada vez mais graves e perceptíveis, devido à intensa utilização dessa área e aos impactos naturais causados pelas mudanças climáticas (Nascimento, 2023). Portanto, esforços significativos são necessários para proteger a linha costeira e mitigar os impactos ecológicos, sociais e econômicos associados a esse processo (Mallmann, 2016). Neste sentido, foi realizado um levantamento de estudos detalhando sobre as divisões das unidades de Planejamento por setores, sendo eles: UP1 – orla de ponta negra e via costeira; UP2 – orla das praias centrais; UP3 – orla da praia da redinha.

5.4.1 - UP1 – ORLA DE PONTA NEGRA E VIA COSTEIRA

Esta unidade abrange as Orlas de Ponta Negra e Via Costeira, estendendo-se até o limite com a praia de Areias Pretas, especificamente até o ponto onde se encontra o Relógio do Sol. No estudo de Ribeiro et al. (2021), é ressaltado que o Bairro de Mãe Luiza sofre intensamente com a ação das águas devido à alta impermeabilização do solo, promovida pela urbanização. Dessa forma, a pesquisa destaca que as condições físico-ambientais desempenham um papel crucial no diagnóstico da área, que foi classificada principalmente como de alta vulnerabilidade a movimentos de massa, especialmente na porção leste, onde as áreas críticas são mais prevalentes. As regiões com baixa vulnerabilidade ambiental no bairro são aquelas que ainda estão protegidas da erosão e dos movimentos de massa por árvores e arbustos, os quais ajudam a mitigar os riscos associados a esses eventos.

Ressalta-se ainda a importância de considerar o impacto da urbanização desenfreada na estabilidade do solo e na segurança das áreas habitadas. O estudo sugere que intervenções de engenharia, juntamente com a conservação da vegetação existente, são essenciais para reduzir a susceptibilidade a desastres naturais. Além disso, é discutida a necessidade de políticas públicas que promovam a permeabilidade do solo e a revegetação como medidas preventivas eficazes (Ribeiro et al., 2021).

No estudo de Amaro et al. (2013) sobre a praia de Ponta Negra, é indicada a erosão na base da duna do Morro do Careca, com sedimentos deslocados para a orla, que apresenta ganho sedimentar. Esse fenômeno ocorre próximo a um sistema de drenagem pluvial, que é um agente de erosão significativo na face da praia quando corretamente construído, como é o caso desta área. No entanto, este segmento da praia experimentou ganho de sedimentos devido às condições climáticas de baixo índice pluviométrico nos últimos três meses.

Amaro et al. (2012) relataram um recuo da linha costeira de cerca de 2,0 metros por ano em um trecho de 3,0 km da praia de Ponta Negra, resultando em um déficit de -84.153 m² de 1973 a 2012, com base em imagens de satélite de alta resolução. De 2003 a 2011, a área perdida foi de aproximadamente 8.924 m². Levantamentos geodésicos indicaram um saldo negativo no balanço sedimentar de cerca de 16.857 m³ apenas de maio a setembro de 2012, principalmente devido a eventos de curto prazo. Dada a proximidade do calçadão e dos edifícios à costa ativa e a taxa de erosão a longo prazo, foi recomendada a realocação do calçadão, quiosques e algumas outras instalações em direção ao continente.

Os resultados revelaram uma ligação significativa entre a erosão nas falésias do Morro do Careca e a acumulação de sedimentos ao longo da praia, totalizando cerca de 19.024,13 m³ de setembro a novembro de 2012. O monitoramento da erosão e do acréscimo de sedimentos, tanto a longo quanto a curto prazo, na praia de Ponta Negra é considerado um fator chave para o sucesso das decisões sobre a implementação eficaz e eficiente de infraestruturas costeiras (Amaro et al., 2013). Neste estudo destaca a necessidade de uma gestão integrada e adaptativa da zona

costeira, considerando tanto os impactos das construções humanas quanto às variáveis ambientais. Além disso, enfatiza a importância de políticas públicas que contemplem a conservação das dunas e a correta implementação de sistemas de drenagem para mitigar os efeitos erosivos. A realocação das estruturas costeiras mais vulneráveis é uma medida essencial para garantir a sustentabilidade e resiliência da região frente às mudanças climáticas e aos eventos de erosão costeira.

No setor estudado da praia de Ponta Negra, as ondas quebram em ângulo com a orla, gerando uma corrente litorânea que transporta sedimentos. Esse fenômeno resulta no recuo da linha costeira, na erosão de sedimentos e na destruição significativa da infraestrutura costeira (Amaro et al., 2015). A discussão sobre os impactos da erosão costeira em Ponta Negra destaca a necessidade de intervenções imediatas e planejadas para mitigar os danos. Estudos como o de Almeida et al. (2015) fornecem uma base científica sólida para o desenvolvimento de políticas públicas que visam proteger e restaurar as áreas costeiras. A integração de soluções baseadas na natureza, como a plantação de vegetação nativa para estabilização das dunas, com abordagens de engenharia pode oferecer uma estratégia abrangente para enfrentar os desafios da erosão. Dessa forma, é possível não apenas preservar a integridade ecológica da praia de Ponta Negra, mas também garantir a segurança e o bem-estar das comunidades que dependem dessa região costeira.

No trabalho de Almeida et al. (2015), destacam-se as avaliações visuais da praia de Ponta Negra, que revelam um processo de erosão contínuo na linha da costa e a perda de sedimentos em diversos trechos. Essas áreas da orla marítima são consideradas sob risco de erosão e/ou inundação, resultando na perda do uso da zona costeira, de instalações humanas e de ambientes de interesse ecológico. Esse estudo subsidia as políticas e ações de gestão costeira, bem como instituições de ensino e pesquisa focadas nos processos erosivos e fenômenos de inundação em áreas costeiras.

A principal expectativa é que esses estudos possam orientar o uso e a ocupação adequada da orla marítima do Rio Grande do Norte. A pesquisa de Almeida et al. (2015) destaca a importância de um monitoramento contínuo e detalhado para entender a dinâmica costeira e desenvolver estratégias eficazes de mitigação. Além disso, a integração de dados científicos com políticas públicas é crucial para a gestão sustentável das áreas costeiras, protegendo tanto os ambientes naturais quanto as infraestruturas construídas.

Discutem-se, ainda, a necessidade de implementar medidas preventivas, como a restauração de dunas e a construção de barreiras naturais para minimizar os impactos da erosão e das inundações. A participação comunitária e a conscientização ambiental são elementos essenciais para o sucesso das ações de conservação e recuperação da orla. Dessa forma, o estudo de Almeida et al. (2015) contribui significativamente para o planejamento costeiro e a preservação dos recursos naturais em Ponta Negra.

Quando a praia não possui uma zona de espraiamento significativa para dissipar a energia das ondas, essa energia é descarregada na infraestrutura local existente, como as orlas e calçadas, causando danos consideráveis às construções (Câmara, 2023). Além disso, as maiores taxas pluviométricas e eventos extremos de precipitação intensificam o escoamento superficial pluvial vindo do continente. O efeito das ondas incidindo de sudeste e leste obliquamente à orla marítima do Natal provoca o transporte longitudinal de sedimentos (TLS), resultando em uma assimetria na direção preferencial do transporte sedimentar (Motta et al., 2018). Para as praias de Ponta Negra e Via Costeira, o sentido do transporte sedimentar é de sul para norte (Araújo, 2015; Tetra Tech, 2016; Velox, 2018).

A estimativa das alterações de longo prazo (entre 1988 e 2018) da linha de costa do Litoral Oriental do RN, realizada por Matos et al. (2022) e subdividida em três décadas, permite uma análise de médio prazo do processo erosivo em Ponta Negra. Os autores afirmam que, no período de 1988 a 2008, a erosão se concentrava nos locais de maior ocupação da orla marítima. Entre 2008 e 2018, houve um aumento proeminente da erosão, fato corroborado pelo incremento na altura significativa das ondas destacado por Tetra Tech, (2016) e pelo aumento do nível médio do mar, já em aceleração desde o século passado (Tessler & Goya, 2005). Para o período de 1992 a 2022, observa-se que a área é 100% afetada pela erosão, que se estende até trechos ao norte do Hotel Serhs, ou seja, os setores da orla marítima mais densamente urbanizados, onde o sistema de dunas e a vegetação foram removidos e os solos impermeabilizados, com a abertura de ruas pavimentadas para facilitar o acesso às instalações da indústria do turismo e serviços.

Essa análise evidencia a necessidade urgente de medidas de gestão costeira integradas e sustentáveis. A ausência de uma zona de espraiamento adequada e a impermeabilização do solo aumentam a vulnerabilidade da região à erosão e a danos causados por eventos climáticos extremos. Medidas como a restauração das dunas, a replantação de vegetação nativa e a implementação de sistemas de drenagem eficientes são essenciais para mitigar os impactos erosivos. Além disso, a conscientização e o envolvimento das comunidades locais são fundamentais para garantir a eficácia das ações de conservação.

A pesquisa também destaca a importância de políticas públicas que promovam a sustentabilidade e resiliência das áreas costeiras. A integração de soluções baseadas na natureza com abordagens de engenharia pode proporcionar uma estratégia abrangente para enfrentar os desafios da erosão. Assim, é possível preservar a integridade ecológica da praia de Ponta Negra e assegurar a segurança e o bem-estar das comunidades locais.

5.4.2 - UP2 – ORLA DAS PRAIAS CENTRAIS

Abrange as orlas das praias do Forte, do Meio, dos Artistas e de Areia Preta, estendendo-se até o estuário do Rio Potengi. Essas praias, em especial a Praia do Forte, Praia do Meio e Areia Preta, têm sido submetidas a impactos ambientais significativos, resultantes tanto do avanço do mar quanto das atividades humanas (Nunes, 2011). Conforme Saraiva Júnior (2012), a erosão costeira recorrente na Praia do Meio e na Praia do Forte está associada à deficiência dos sedimentos litorâneos, que se encontram barrados a leste, intensificando a ação das ondas e das correntes litorâneas.

A situação das praias de Areia Preta, Praia do Meio e Praia do Forte é um reflexo da complexa interação entre processos naturais e ações humanas. Abordar os desafios da erosão costeira e da degradação ambiental requer uma combinação de intervenções técnicas, políticas de gestão ambiental e a participação ativa da sociedade. Somente através de um esforço conjunto será possível preservar esses importantes ecossistemas costeiros para as gerações futuras.

No trabalho de Nascimento & Lima (2023), foi realizada uma análise da hidrodinâmica costeira e ambiental da praia de Areia Preta. Na área de estudo, constatou-se a existência de promontórios naturais e artificiais (espigão), sendo este último um elemento de grande interferência antrópica nos três compartimentos da praia: pós-praia, estirâncio e antepraia. Essa interferência antrópica também está relacionada com a forte presença de banhistas e comerciantes.

Outra observação importante foi a presença de arenitos ferruginosos da formação Barreiras, que estão passando por processos erosivos, resultando em feições chamadas marmitas. Verificou-se que as mudanças no perfil da praia estão relacionadas com a sazonalidade, onde ondas de menor energia contribuem para a formação da berma e progradação da face praial em direção ao mar, criando um perfil mais íngreme (Nascimento & Lima, 2023).

A análise destaca a complexidade das interações entre processos naturais e atividades humanas na modificação da linha costeira. A presença dos espigões artificiais, embora seja uma tentativa de controlar a erosão, acaba modificando significativamente a dinâmica sedimentar e a morfologia da praia. Essas estruturas alteram o fluxo natural dos sedimentos, podendo causar erosão em áreas adjacentes e acumulando sedimentos em outras, o que modifica o equilíbrio costeiro. Além disso, a forte presença de banhistas e comerciantes intensifica a pressão sobre o ambiente costeiro, exacerbando os processos erosivos. A remoção de vegetação para dar lugar a infraestruturas temporárias ou permanentes reduz a capacidade natural de proteção da praia contra a erosão.

Os arenitos ferruginosos da formação Barreiras são particularmente suscetíveis a erosão, e sua degradação cria as marmitas, que são depressões formadas pela ação constante das ondas. Esse processo erosivo evidencia a vulnerabilidade das formações rochosas costeiras e a necessidade de monitoramento contínuo para prevenir danos mais severos. A importância de políticas de gestão costeira que levem em consideração a sazonalidade e a variabilidade natural das ondas. Estratégias como a implementação de vegetação nativa para estabilização da berma, restrições ao desenvolvimento em áreas vulneráveis e a conscientização dos usuários da praia são essenciais para mitigar os impactos negativos (Nascimento & Lima, 2023). A pesquisa enfatiza que a gestão costeira eficaz deve equilibrar a proteção ambiental com o uso sustentável dos recursos costeiros, garantindo que a beleza e a funcionalidade das praias sejam preservadas para as futuras gerações.

As transformações ocorridas nas praias de Areia Preta, praia do Meio e na praia do Forte se devem a ação conjunta de agentes morfodinâmicos e antropogênicos, os quais remodelam e reestabelecem a dinâmica praial o tempo todo. Os resultados obtidos trazem elementos 97 para o entendimento básico das causas, processos e efeitos erosivos que acometem o ambiente costeiro decorrentes dos fatores naturais ou destes relacionados às ações antrópicas. Contudo, a complexidade dos fatores que agem na hidrodinâmica e morfologia de um ambiente costeiro impõe uma abordagem mais detalhada do sistema terra-mar-sociedade (Nascimento, 2023).

5.4.3 - UP3 – ORLA DA PRAIA DA REDINHA

Compreende a orla da Praia da Redinha, iniciando-se no marco do "Cemitério dos Ingleses" (antigo ponto de desembarque da Balsa do Natal, que realizava o transporte de veículos sobre o Rio Potengi) e estendendo-se até o limite do município do Natal com Extremoz, nas proximidades da antiga barraca de praia conhecida como "Barraca do Japonês".

Na Praia da Redinha, é perceptível que, no intervalo entre 1998 e 2018, a taxa de erosão foi de -2,05 metros por ano e a taxa de acreção atingiu 1,87 metros anuais. Além disso, as taxas médias de acreção foram consistentemente superiores às médias de erosão, apresentando um balanço geral acrescionário de 1,22 metros por ano entre 1988 e 1998, 0,92 metros por ano entre 1998 e 2008, e 0,90 metros por ano entre 2008 e 2018 (Matos et al., 2022).

Entre 1998 e 2008, a taxa máxima de erosão de -1,38 metros por ano foi inferior à do período anterior e ocorreu em um segmento específico da Praia da Redinha, com um recuo máximo de 13 metros da linha de praia. No período entre 2008 e 2018, houve uma diminuição no balanço geral acrescionário, porém, a acreção ocorreu em 83% das linhas de praia, com uma taxa máxima de 4,01 metros por ano, acompanhada de um aumento na taxa de erosão para -1,43 metros por ano (Matos et al., 2022).

As comunidades que dependem de atividades como pesca e turismo podem ser diretamente impactadas pelas mudanças na morfologia da praia. É essencial envolver essas comunidades no processo de tomada de decisão e desenvolver políticas que protejam tanto o meio ambiente quanto os meios de subsistência locais. O monitoramento contínuo das taxas de erosão e acreção, utilizando tecnologias como sensoriamento remoto e drones, é vital para obter dados precisos e atualizados. A pesquisa contínua permite a adaptação das estratégias de gestão com base em evidências científicas, garantindo uma abordagem mais eficaz e resiliente para a gestão costeira.

Ressalta-se que as intervenções humanas ao longo das margens do Rio Doce estão contribuindo significativamente para o assoreamento, o desmoronamento das margens e a redução da vazão do canal, resultando em diversos problemas urbanos, como enchentes, interrupção de vias e acúmulo de resíduos sólidos (Maciel, 2020).

5.4.4 - IMPORTÂNCIA DA DIVISÃO EM UNIDADES DE PLANEJAMENTO

A segmentação em Unidades de Planejamento viabiliza o ordenamento do uso e ocupação da orla natalense de maneira a atender às características específicas de cada região. Essa metodologia permite um planejamento mais eficaz e eficiente, levando em consideração as particularidades socioeconômicas, ambientais e urbanísticas de cada localidade.

Cada unidade possui dinâmicas socioeconômicas distintas que influenciam diretamente o uso e a ocupação do solo. Por exemplo, a Orla de Ponta Negra é uma área com forte apelo turístico, enquanto a Orla da Praia da Redinha tem características mais residenciais e comunitárias. Entender essas interações é crucial para desenvolver políticas públicas adequadas a cada contexto.

5.4.5 SUPORTE FÍSICO E DRENAGEM DE CORPOS HÍDRICOS

As condições físicas e a drenagem de corpos hídricos são elementos fundamentais para o planejamento urbano. As intervenções devem levar em conta a topografia, o tipo de solo, a presença de corpos hídricos e os riscos de enchentes. No caso das Unidades de Planejamento do Natal, é necessário considerar a vulnerabilidade das áreas costeiras às mudanças climáticas e à elevação do nível do mar.

5.4.6 MANCHA URBANA E COBERTURA VEGETAL

A distribuição da mancha urbana e a cobertura vegetal também são fatores essenciais no planejamento. A preservação de áreas verdes e a gestão adequada da expansão urbana são desafios que devem ser enfrentados para garantir um desenvolvimento sustentável. A integração de espaços verdes dentro das áreas urbanas melhora a qualidade de vida dos habitantes e contribui para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

A implementação das Unidades de Planejamento em Natal representa um avanço significativo na gestão urbana da cidade, permitindo um planejamento mais detalhado e adaptado às necessidades locais. A colaboração entre diferentes atores, como a equipe de facilitadores da CONSIGA e a Prefeitura do Natal, é essencial para o sucesso desse processo. A continuidade das oficinas de planejamento participativo e a inclusão da comunidade nas decisões são fundamentais para assegurar que o desenvolvimento urbano ocorra de forma integrada e sustentável.

5.5 - Aumento No Nível Do Mar

Mudanças em ondas e marés podem intensificar ou aliviar ameaças locais, confiança média (CM). Até 2100, ecossistemas intermareais de costões rochosos enfrentarão alto risco devido ao aquecimento, principalmente durante as ondas de calor marinhas, acidificação, aumento do nível do mar e perda de biodiversidade, confiança alta (CA). Assim, o aquecimento do oceano e mudanças nas marés ampliarão a salinização e a hipóxia em estuários, afetando a biota e podendo causar migrações e extinções locais CM, especialmente em estuários rasos e de baixa variação das marés CM (IPCC, 2019).

A erosão costeira é responsável por destruir a primeira defesa contra o aumento do nível do mar (Flot et al., 2020; Pellegrini et al., 2023). Nesse sentido, as correntes oceânicas e de maré são responsáveis por transportar grandes quantidades de energia (Chen & Liu, 2017). Com isso, em algumas regiões do mundo espera-se a retração da linha de costa e o aumento das áreas alagadas e intrusão salina (Fiedler, 2017). Assim, ondas que incidem na zona costeira representam o principal componente da dinâmica costeira, pois modificam o fluxo de sedimentos (Chini et al., 2010).

Mudanças locais de profundidade determinam vários processos de geração de ondas em áreas costeiras. As ondas, combinadas com maré meteorológica e marés altas, fazem com que mais energia atinja as áreas costeiras devido aos atrasos no alcance da profundidade de ruptura e à redução do atrito no fundo, resultando em maiores forças nas áreas costeiras (Fiedler, 2020).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as previsões para os próximos 100 anos indicam uma elevação do nível do mar. No cenário mais favorável, espera-se um aumento entre 26 cm e 55 cm, enquanto no cenário mais desfavorável, a elevação pode variar de 45 cm a 82 cm, exacerbando o processo de erosão costeira (IPCC, 2014).

Uma compreensão mais aprofundada da elevação do nível do mar e sua variabilidade é crucial para reduzir as incertezas nas projeções, o que, por sua vez, pode melhorar a eficácia do planejamento costeiro, gestão e adaptação diante das diversas pressões sobre as regiões litorâneas (Oliveira, 2017).

No Rio Grande do Norte, Bezerra et al. (2003) utilizaram biomarcadores presentes em beachrocks e outros depósitos litorâneos recentes para estabelecer uma curva de variação do nível do mar durante o Holoceno. O cenário mais rigoroso assume uma forte mitigação das emissões. Nesse caso, a temperatura global poderia aumentar entre 0,3°C e 1,7°C de 2010 a 2100, e o nível do mar subiria entre 26 cm e 55 cm ao longo deste século (Oliveira, 2017).

No segundo cenário, a elevação da temperatura seria entre 1,1°C e 2,6°C, com o nível do mar subindo entre 32 cm e 63 cm. No terceiro cenário, a temperatura aumentaria entre 1,4°C e 3,1°C, e o nível do mar subiria entre 33 cm e 53 cm. No pior cenário, onde as emissões continuam a crescer rapidamente, a temperatura global poderia aumentar entre 2,6°C e 4,8°C, resultando em uma elevação do nível do mar entre 45 cm e 82 cm ao longo deste século (Oliveira, 2017).

No município do Natal, devido ao contínuo aumento do nível do mar previsto para os próximos anos, existe um risco significativo de destruição da infraestrutura urbana e deslocamento de habitações, independentemente de seu uso (Silva, 2019). Segundo Silva (2019), no Rio Grande do Norte, é possível observar exemplos de ambientes costeiros impactados pelo avanço do mar e pela erosão costeira, como as praias da Redinha e Ponta Negra, localizadas no município do Natal.

As projeções de elevação do nível do mar variam de 2 metros, em cenários moderados, a até 17 metros em cenários extremos até 2060, dependendo do gradiente topográfico da zona costeira. Isso confirma a vulnerabilidade e os riscos associados às mudanças climáticas nesse ambiente. Tanto a Praia de Ponta Negra quanto a Praia da Redinha enfrentam problemas socioambientais críticos, com destaque para o aumento do nível relativo do mar associado às mudanças climáticas (Silva, 2019).

5.6. - Projeções Futuras de Acordo com o Relatório do IPCC

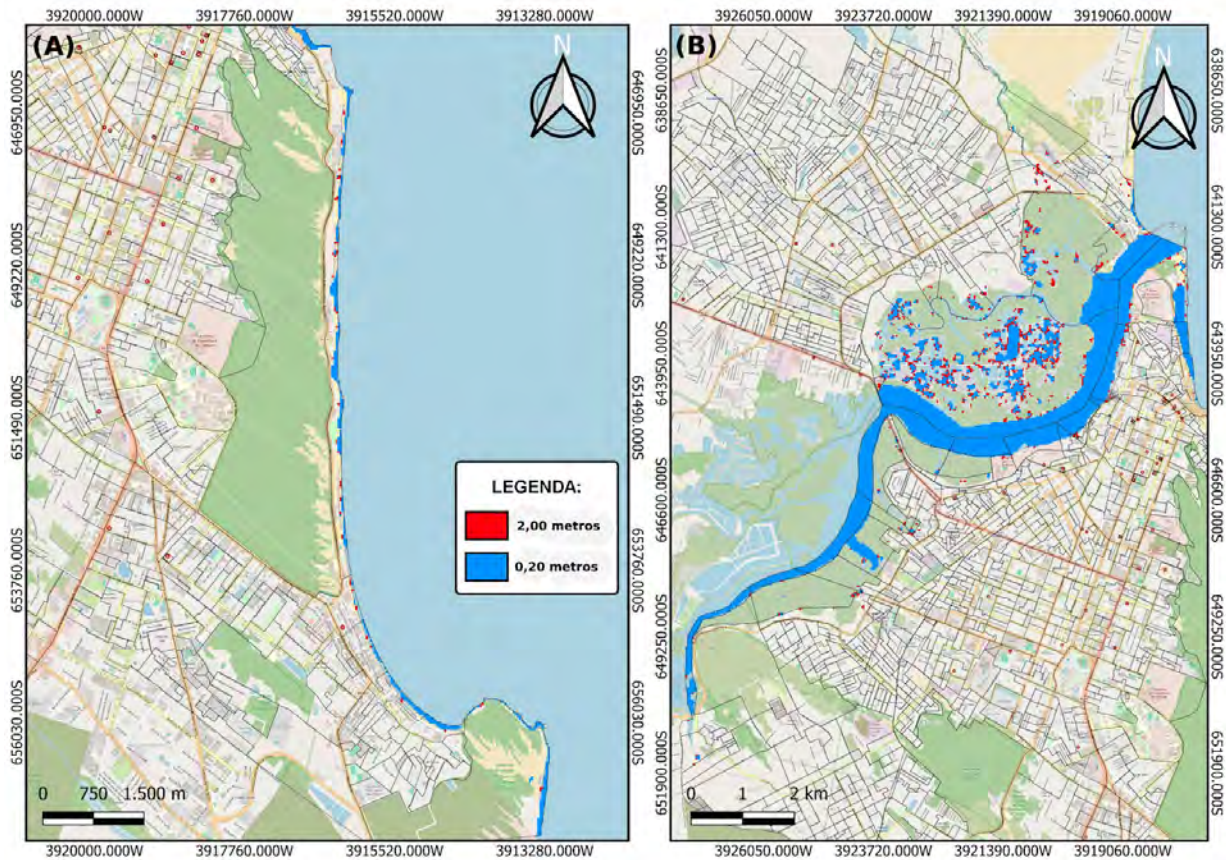
5.6.1 - ÁREAS COM POSSIBILIDADE DE SER INUNDADAS

O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) de 2023, o nível médio do mar global aumentou 0,20 [0,15 a 0,25] metros entre 1901 e 2018. A taxa média de elevação do nível do mar foi de 1,3 [0,6 a 2,1] mm por ano entre 1901 e 1971, aumentando para 1,9 [0,8 a 2,9] mm entre 1971 e 2006, e aumentando ainda mais para 3,7 [3,2 a 4,2] mm entre 2006 e 2018 CA. Contudo, a redução drástica, rápida e duradoura das emissões de gases de efeito estufa (GEE) limitaria a aceleração adicional da elevação do nível do mar e a ameaça de elevação futura.

Em comparação com o período de 1995-2014, a taxa global de elevação do nível do mar no cenário SSP1-1.9 de emissões de GEE é de 0,15-0,23 m até 2050 e de 0,28-0,55 m até 2100. No cenário SSP5-8.5 de emissão de GEE, a elevação será de 0,20-0,29 m até 2050 e de 0,63-1,01 m até 2100 CM. No decorrer dos próximos 2000 anos, o nível médio global do oceano aumentará cerca de 2-3 m se o aquecimento for limitado a 1,5°C, e de 2-6 metros se o aquecimento for limitado a 2°C confiança baixa (CB).

A figura 62 apresenta os possíveis pontos de inundação na cidade do Natal, levando em conta dois cenários distintos: um otimista (0,20 m, representado em azul) e outro pessimista (2,00 m, representado em vermelho), com base em relatórios do IPCC. Em ambos os cenários, as áreas sujeitas à inundação são as mesmas; a diferença está na intensidade, sendo mais intensa no cenário pessimista. As áreas que podem ser afetadas são: Praia dos Artistas, Praia da Areia Preta, Via Costeira, Praia de Barreira D'água, Praia de Ponta Negra e Praia de Alagamar (Figura 62A). Além disso, as Praia da Redinha, Praia do Forte, Praia do Meio, Rio Potengi, Salinas, Comunidade Beira Rio, Ribeira e Passo da Pátria (Figura 62B).

Figura 62: Projeções com um Aumento de 0,20 m (Cenário Otimista) e com Aumento de 2,00 m (Cenário Pessimista) até 2050



Fonte: Base de dados do IPCC, 2023. **Elaboração:** SMCA/SEMURB, 2024.

As projeções do nível do mar no relatório AR6 do IPCC utilizam metodologias avançadas com ferramentas da NASA (Quadro 2), como modelos climáticos e satélites de observação. Estas incluem a análise de tendências históricas, modelagem de cenários futuros e considerações sobre o derretimento das calotas polares e a expansão térmica dos oceanos. Essas abordagens fornecem previsões detalhadas, essenciais para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Quadro 2: Metodologias Utilizadas nas Projeções do Nível do Mar com Ferramentas da NASA

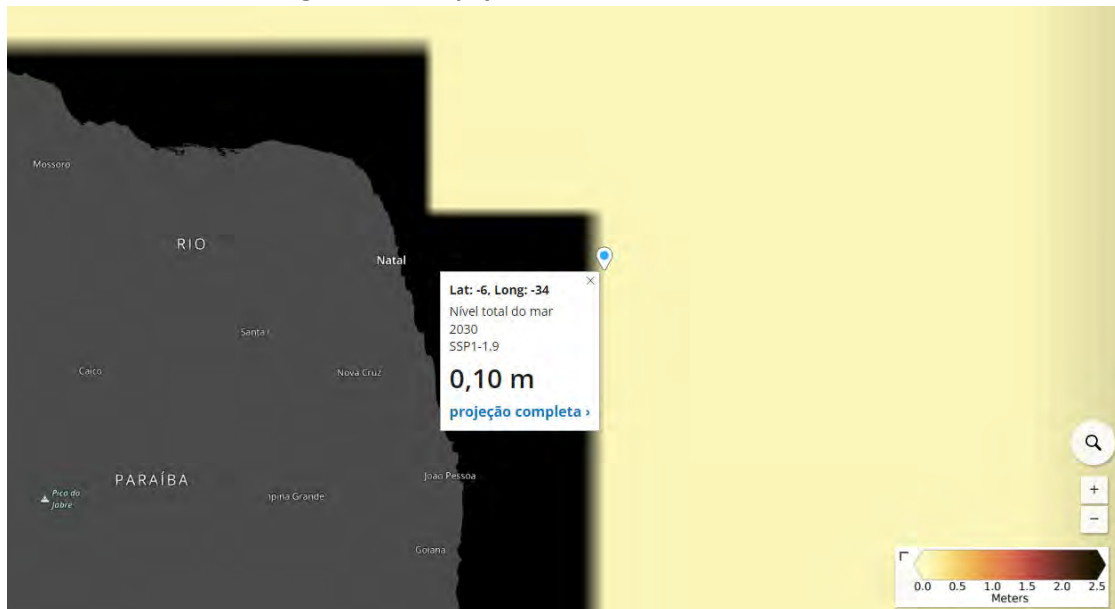
Autores	Artigos
FOX-KEMPER, B. et al., 2021.	Ocean, cryosphere and sea level change. Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. P. Zhai, editor,; A. Pirani, editor. DOI:10.1017/9781009157896.011.
GARNER, Gregory et al., 2022.	GARNER, Gregory et al. IPCC AR6 WGI sea level projections. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.5914709 .
KOPP, Robert E et al., 2023	HJ HERMANS, Tim et al. The Framework for Assessing Changes To Sea-level (FACTS) v1. 0: a platform for characterizing parametric and structural uncertainty in future global, relative, and extreme sea-level change. Geoscientific Model Development , v. 16, p. 7461-7489. DOI: https://doi.org/10.5194/gmd-16-7461-2023

Fonte: Baseadas no Relatório AR6 do IPCC, 2023. **Elaboração:** SMCA/SEMURB, 2024.

5.6.2 - CENÁRIOS FUTUROS DE AUMENTO DO NÍVEL DO MAR

A figura 63 mostra o aumento do nível do mar global em um cenário otimista para 2030 (SSP1-1.9), usando uma das ferramentas da NASA que se baseia nas previsões do relatório do IPCC AR6. Este cenário otimista para a cidade do Natal prevê um aumento de 0,10 m até 2030.

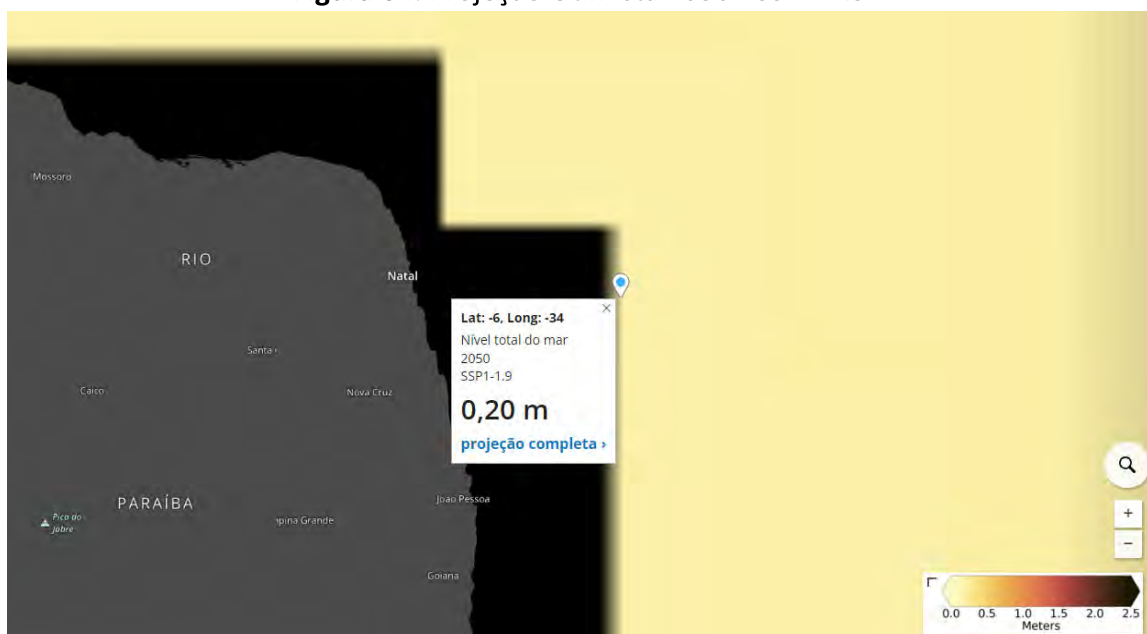
Figura 63: Projeção Otimista 2030 - SSP1-1.9



Fonte: Ferramenta de projeção do nível do mar do IPCC AR6, NASA.

A figura 64 ilustra o aumento do nível do mar global em um cenário otimista para 2050 (SSP1-1.9), utilizando dados das ferramentas disponibilizadas pela NASA e com base nas estimativas do relatório do IPCC AR6. Este cenário otimista para a cidade do Natal prevê um aumento de 0,20 m até 2050, o que indica a necessidade de adaptações e medidas preventivas para minimizar os impactos na região.

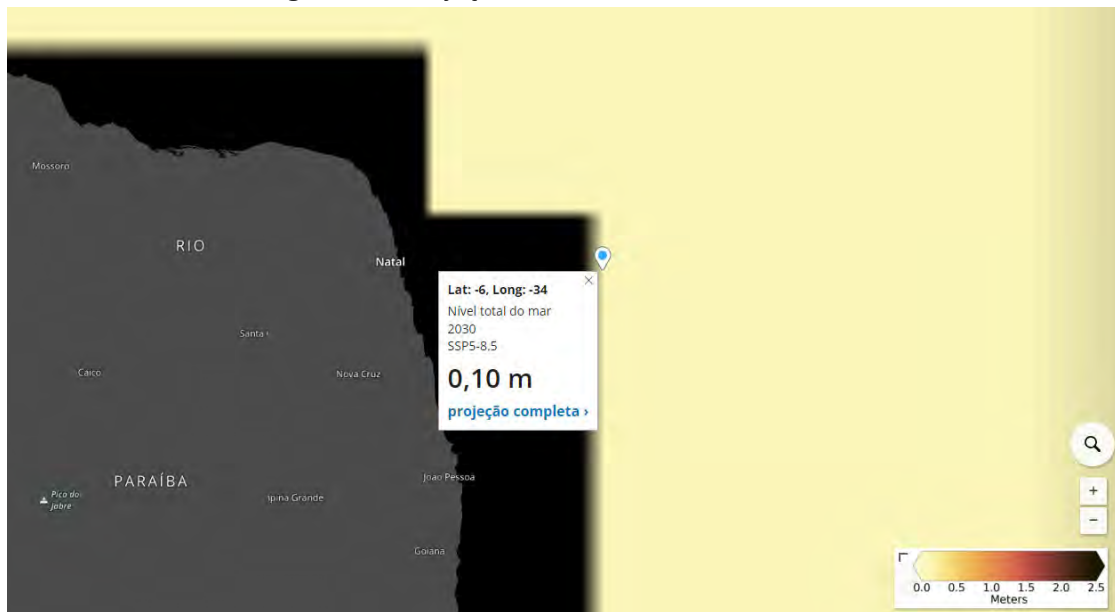
Figura 64: Projeção Otimista 2050 - SSP1-1.9



Fonte: Ferramenta de projeção do nível do mar do IPCC AR6, NASA.

A figura 65 mostra o aumento do nível do mar global em um cenário pessimista para 2030 (SSP5-8.5), com base nas previsões do relatório do IPCC AR6 e usando dados das ferramentas disponibilizadas pela NASA. O cenário pessimista para a cidade do Natal prevê um aumento de 0,10 m até 2030.

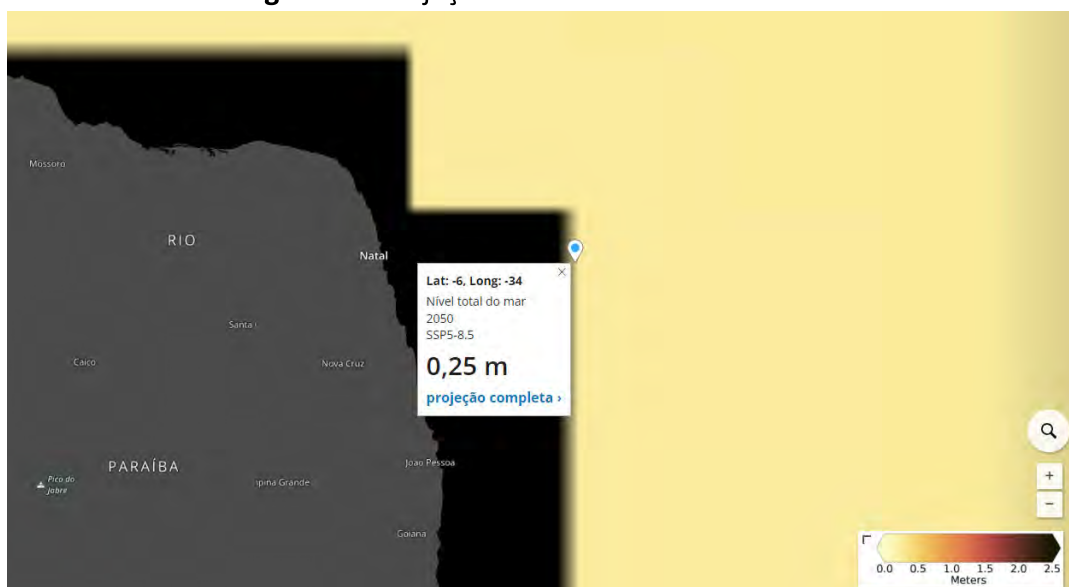
Figura 65: Projeção Pessimista 2030 - SSP5-8.5



Fonte: Ferramenta de projeção do nível do mar do IPCC AR6, NASA.

A figura 66 ilustra o aumento do nível do mar global em um cenário pessimista para 2050 (SSP5-8.5), baseado nas estimativas do relatório do IPCC AR6 e utilizando dados das ferramentas disponibilizadas pela NASA. Para o município do Natal, esse cenário pessimista prevê um aumento do nível do mar de 0,25 m até 2050. Este aumento significativo pode ter consequências graves na infraestrutura costeira, na economia local e nas comunidades, reforçando a urgência de adotar medidas de adaptação e mitigação para lidar com os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

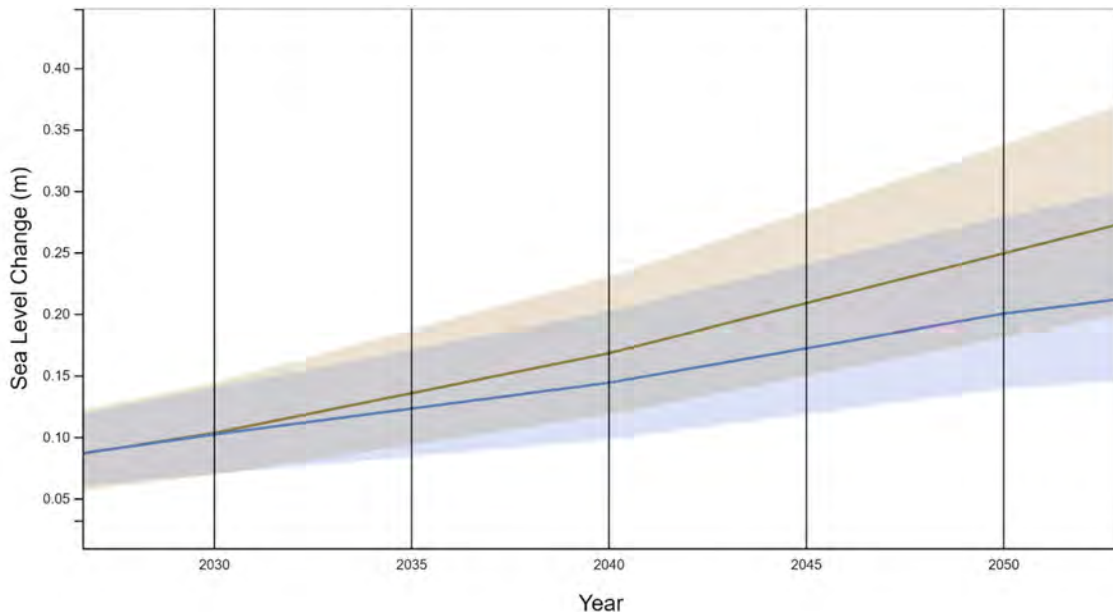
Figura 66: Projeção Pessimista 2050 - SSP5-8.5



Fonte: Ferramenta de projeção do nível do mar do IPCC AR6, NASA.

A figura 67 apresenta uma comparação entre dois cenários climáticos, um otimista (SSP1-1.9, linha azul) e outro pessimista (SSP5-8.5, linha dourada), com previsões para 2050. Em 2030, ambos os cenários apontam um aumento do nível do mar de 0,10 m no litoral do Natal. No entanto, para 2050, o cenário otimista (SSP1-1.9) prevê um aumento de 0,20 m, enquanto o cenário pessimista (SSP5-8.5) prevê um aumento de 0,25 m, ou seja, 5 centímetros a mais do que o cenário otimista. Essa diferença reforça a relevância de ações mitigadoras e de adaptação para minimizar os efeitos do aumento do nível do mar nas comunidades costeiras.

Figura 67: Comparação de Cenários - SSP1-1.9 e SSP5-8.5



Fonte: Linha Dourada (SSP5-8.5) e Linha Azul (SSP1-1.9).

5.6.2.1 - SSP 1-1.9: Cenário Muito Ambicioso para cumprir com o Objetivo De 1,5 °C do Acordo de Paris

Este é o cenário mais otimista: As emissões globais de CO₂ serão reduzidas a zero até 2050. As sociedades adotam práticas mais sustentáveis, com foco maior no bem-estar coletivo em vez do crescimento econômico. Os investimentos em educação e saúde aumentam, e a pobreza diminui. Apesar de eventos extremos ainda ocorrerem com mais frequência, o mundo consegue evitar as piores consequências das mudanças climáticas (Orano, 2022). Logo, esse cenário obtém como respostas para adaptação e mitigação: Desafios para adaptação: baixo e Desafios para mitigação: baixo.

5.6.2.2 - SSP 5-8.5: Cenário de Desenvolvimento Impulsionado por Combustíveis Fósseis

Este é o "pior cenário": As emissões de CO₂ quase dobrará até 2050. A economia mundial cresce depressa, impulsionada pela exploração de combustíveis fósseis e por hábitos de vida com alto consumo de energia. Até 2100, a temperatura média do planeta terá aumentado de maneira catastrófica em 4,4°C (Orano, 2022). Logo, esse cenário obtém como respostas para adaptação e mitigação: Desafios para a adaptação: baixo e Desafios para a mitigação: alto



6

Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes

6 - ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES

O Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes (SELAV) instituído pelo PDN (Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022) está relacionado ao cumprimento de funções ecológicas, paisagísticas, produtivas, urbanísticas, de lazer e de práticas de sociabilidade (Figura 68). É composto pelo conjunto de áreas enquadradas nas diversas categorias protegidas pela legislação ambiental e urbanística, áreas de agricultura urbana, áreas prestadoras de serviços ambientais, das diversas tipologias de unidades de conservação, praças, de logradouros públicos, de espaços vegetados e de espaços livres de propriedade pública ou privada.

O Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes do Município do Natal (Figura 69) objetiva:

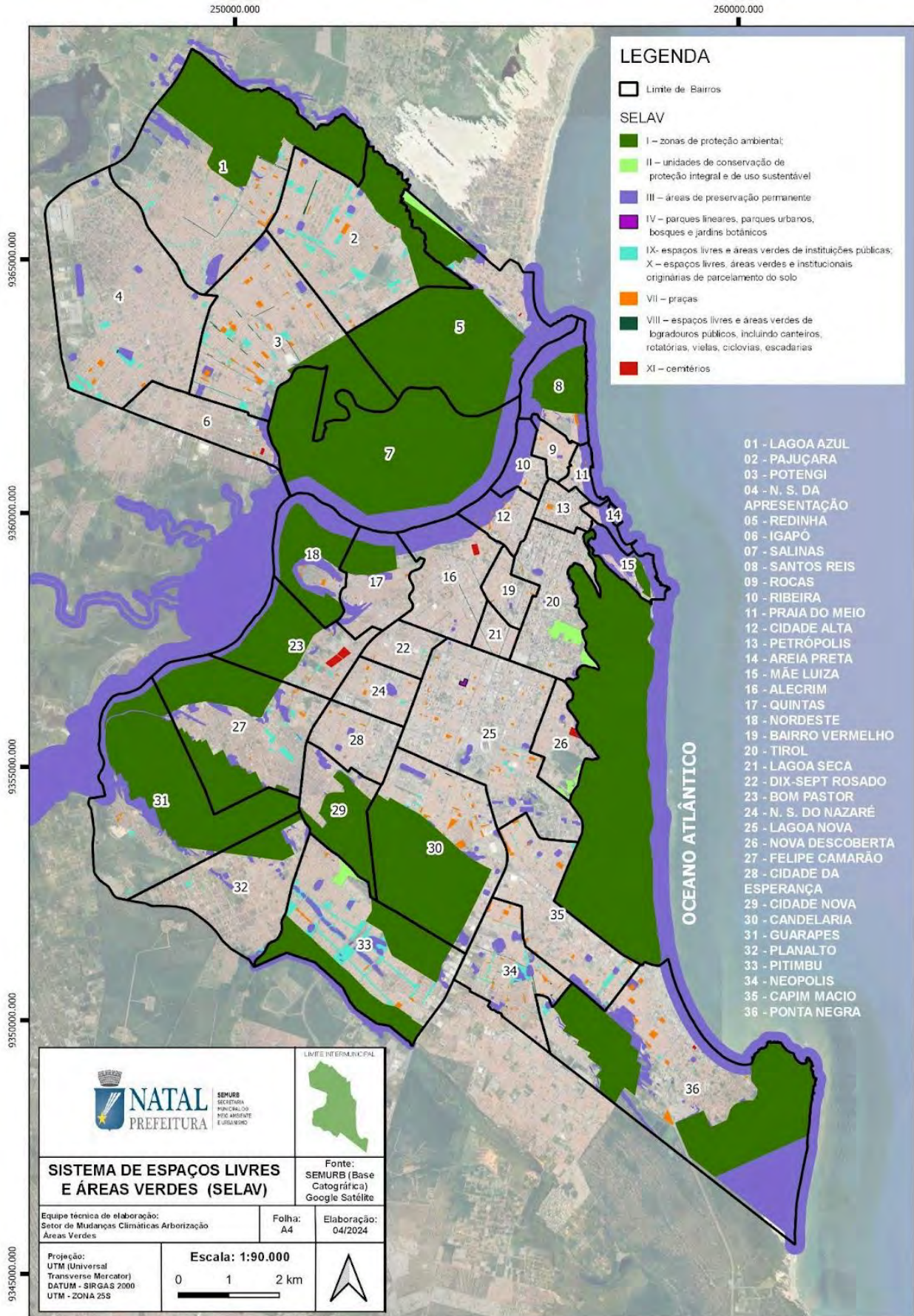
- I. qualificar, preservar, conservar, recuperar e ampliar as distintas tipologias de áreas e espaços que o compõem, respeitando a legislação referente à Mata Atlântica, à proteção e recuperação dos mananciais e às Unidades de Conservação;
- II. promover a conexão dos fragmentos naturais, especialmente das ZPAs, em escala municipal e metropolitana, contribuindo assim para a manutenção da biodiversidade, do fluxo de processos ecológicos, dos recursos naturais e das águas jurisdicionais;
- III. proteger as paisagens de natureza geológica, geomorfológica, arqueológica, paleontológica, cultural e de notável beleza cênica do município;
- IV. assegurar a conservação e recuperação dos serviços ambientais e ecossistêmicos prestados pelos componentes do SELAV, em especial aqueles relacionados à segurança hídrica, biodiversidade, proteção do solo e regulação climática;
- V. proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações locais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura;
- VI. promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- VII. promover o aumento de áreas permeáveis e recuperação de nascentes e lagoas, visando à infiltração das águas superficiais, à recarga dos aquíferos e à perenidade dos corpos hídricos;
- VIII. assegurar que as áreas públicas verdes e de equipamentos promovam o lazer, esporte e recreação, fruição e contemplação para toda a população, visando à melhoria da qualidade ambiental e de vida.

Figura 68: Vista da ZPA-08



Fonte: Acervo SEMURB.

Figura 69: Mapa dos Espaços Livres e Áreas Verdes



Fonte: SEMURB (PDN, Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2024).

A responsabilidade pela integração dos espaços livres e áreas verdes é atribuída aos órgãos municipais de planejamento, gestão urbana e meio ambiente. O conjunto de espaços livres e áreas verdes é considerado de interesse público, pois desempenha várias funções importantes que resultam em benefícios ecológicos, paisagísticos, produtivos, urbanísticos, de lazer e sociabilidade.

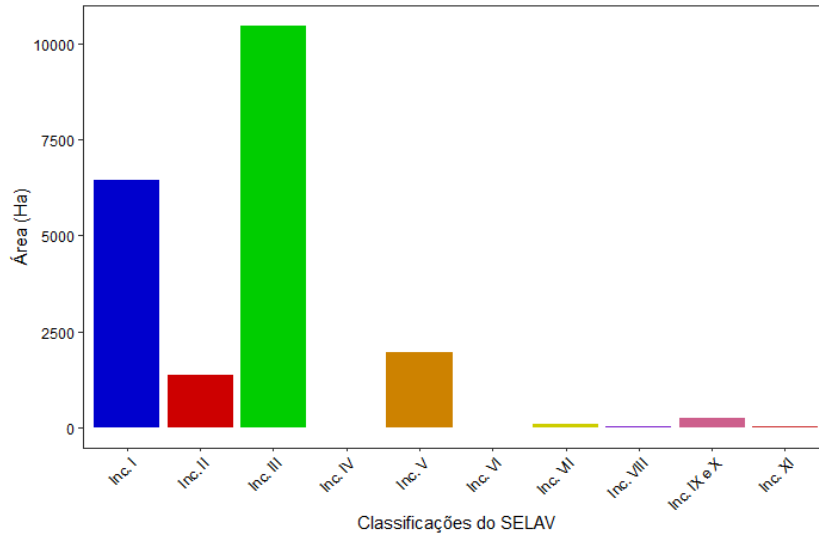
Em seu Artigo 139, o Plano Diretor define os componentes fundamentais das áreas verdes desse sistema:

- I. zonas de proteção ambiental;
- II. unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável;
- III. áreas de preservação permanente;
- IV. parques lineares, parques urbanos, bosques e jardins botânicos;
- V. orlas marítimas, fluviais, estuarinas e lacustres;
- VI. vias verdes, corredores e trampolins ecológicos;
- VII. praças;
- VIII. espaços livres e áreas verdes de logradouros públicos, incluindo canteiros, rotatórias, vielas, ciclovias, escadarias;
- IX. espaços livres e áreas verdes de instituições públicas;
- X. espaços livres, áreas verdes e institucionais originárias de parcelamento do solo;
- XI. cemitérios;
- XII. horta comunitária;
- XIII. coleção arbórea;
- XIV. passeios públicos.

Um dos objetivos do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes (SELAV) é garantir a conservação e recuperação dos serviços ambientais e ecossistêmicos oferecidos pelos componentes desse sistema. Em particular, esses serviços estão relacionados à segurança hídrica, à biodiversidade, à proteção do solo e à regulação climática. A conservação e recuperação desses serviços ambientais são essenciais para manter o equilíbrio dos ecossistemas, promover a qualidade da água, preservar a diversidade de espécies, proteger a fertilidade do solo e contribuir para a regulação do clima. Esses serviços são indispensáveis para a sustentabilidade ambiental, o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas.

A quantidade total de áreas verdes em Natal, segundo o mais recente levantamento, é de 999 unidades, porém no banco de dados apresentados na elaboração do PDN, 06 áreas não apresentam informações definindo o seu tipo, área e localização. Desta forma temos atualmente 993 áreas ocupando uma área total de 8.255,95 ha, sendo: 6.431,70 ha de áreas de zona de proteção ambiental; 1.367,57 ha de unidades de conservação; 10.455,13 ha de área de preservação permanente; 1,39 ha parques e bosques; 1.950,47 ha de orlas; 99,42 ha de praça; 16,33 ha de áreas verdes em logradouros públicos; 248,03 ha de áreas verdes de instituições públicas ou de parcelamento de solo; 14,70 ha de cemitérios (Figura 70).

Figura 70: Áreas (ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes do Natal por categorias

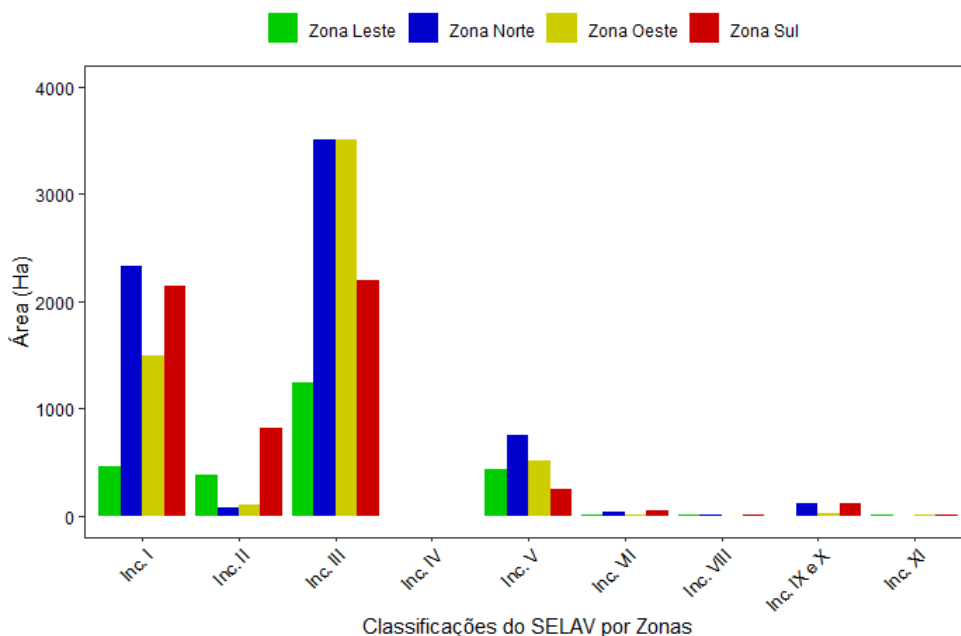


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

As regiões administrativas norte e sul apresentam a maior concentração de áreas de proteção ambiental, praças, áreas verdes em logradouros públicos e áreas verdes de instituições públicas ou de parcelamento de solo do município (Figura 71), já nas zonas norte e oeste estão concentradas as áreas de preservação permanente e orlas, enquanto que as zonas leste e oeste são mais carentes de parques e bosques, vias verdes, praças, áreas verdes em logradouros públicos e áreas verdes de instituições públicas ou de parcelamento de solo do município principalmente nas regiões administrativas leste e oeste.

Adiante, em cada região administrativa, pode-se observar quais bairros apresenta maior quantidade de áreas verdes, praças e canteiros, esta análise será de grande relevância, pois a parte disto, será possível identificar quais bairros auxiliam na regulação do clima da nossa cidade, onde deverão ser implementados planos de mitigação com arborização, identificar elevação de temperatura com a quantidade de vegetação.

Figura 71: Áreas (ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes do Natal por categorias e Regiões Administrativas

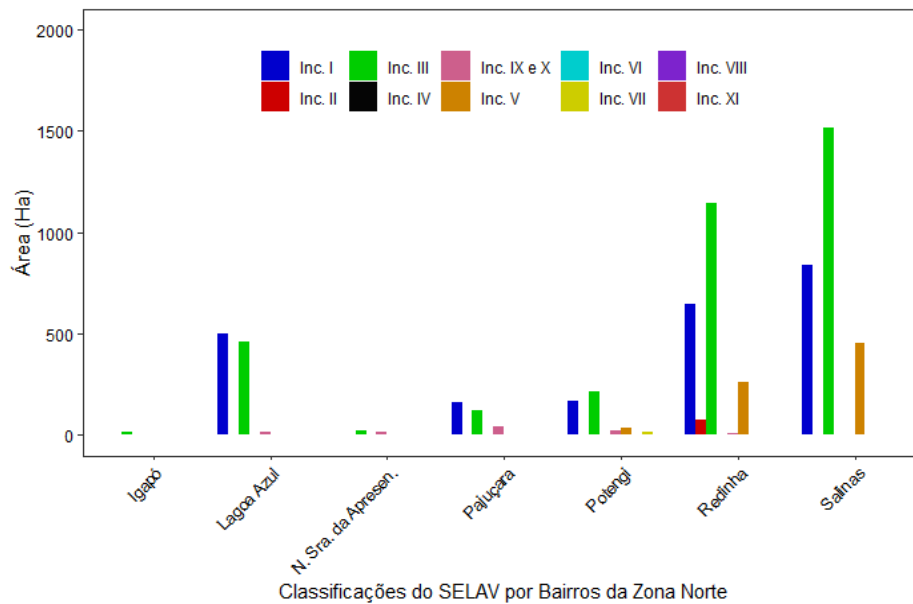


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.1 Região Norte

A Região Administrativa Norte é composta por 07 bairros (Figura 72), ocupando uma área total de 5.969,86 ha. Os bairros da Redinha e Salinas concentram as maiores áreas de Preservação Permanente (APPs), ZPA-08 - Estuário do rio Potengi e manguezal Ecossistema Litorâneo e ZPA-09 - Complexo de lagoas e dunas ao longo do rio Doce (ZPAs).

Figura 72: Áreas (ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes do Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Norte



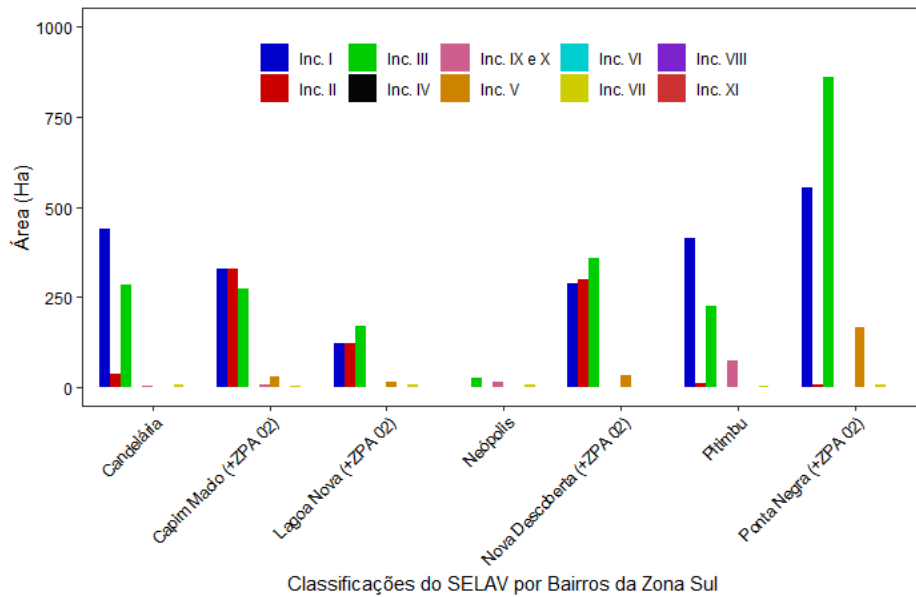
Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.2 Região Sul

A Região Administrativa Sul do Natal (Figura 73) é a segunda com maior disponibilidade de áreas caracterizadas como ZPAs (1, 2, 3, 5 e 6) e a que dispõe de mais territórios delimitados como Unidades de Conservação, além de contar com mais de dois mil hectares de APPs. Também é a única que dispõe de uma área pública caracterizada especificamente como Bosque, o Bosque das Mangueiras.

Possui uma maior área de praças públicas em relação às outras Regiões administrativas e mais de 100 hectares de Áreas Verdes de instituições públicas ou provenientes de parcelamento do solo, principalmente o bairro de Pitimbu. Configura-se desta forma, como uma das Regiões Administrativas mais bem servidas em termos de espaços naturais e de áreas de uso público com infraestrutura.

Figura 73: Áreas (ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes do Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Sul

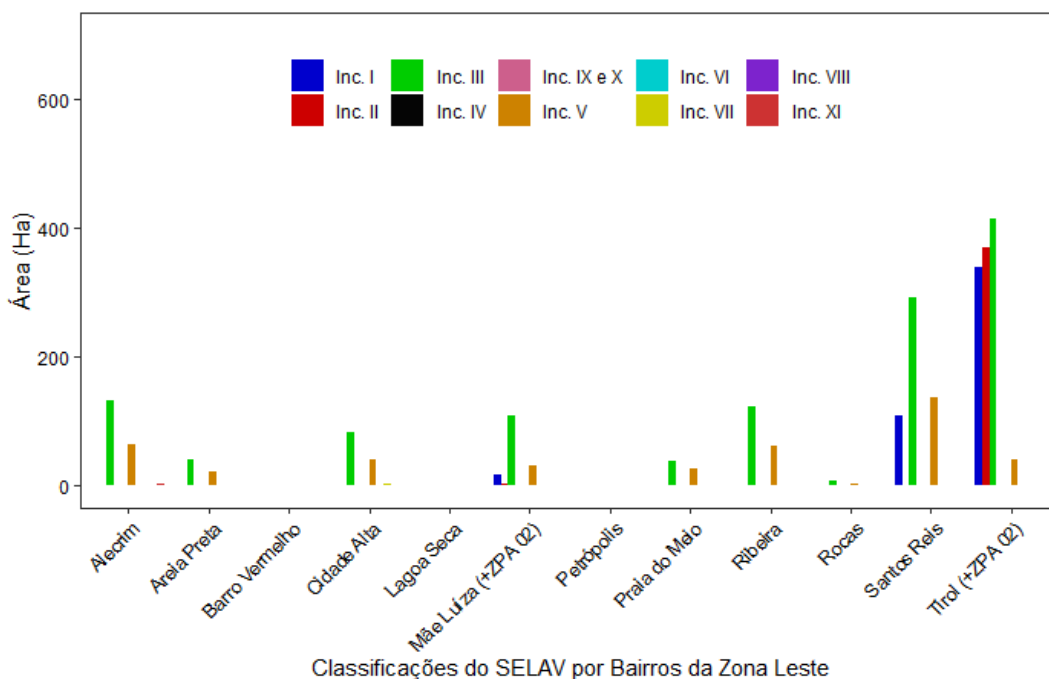


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.3 Região Leste

A Zona Leste do Natal (Figura 74) é a menor em termos territoriais e possui a menor disponibilidade de áreas caracterizadas como ZPAs (2, 7 e 10) dentre as Regiões Administrativas, com pouco mais de 450 hectares. Contudo, dispõe de quase 400 hectares já delimitados como Unidades de Conservação e quase 1200 hectares de APPs. Possui relativamente poucas Áreas Verdes, tanto públicas quanto privadas, e cerca de 10 hectares de praças, embora disponha de uma vasta faixa de orla, que abrange praias bastante frequentadas pela população da cidade como Praia do Meio e Areia Preta. É assim, uma Região com grande potencial para fornecer espaços naturais atrativos para a população da cidade.

Figura 74: Distribuição dos Espaços Livres e Áreas Verdes do Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Leste

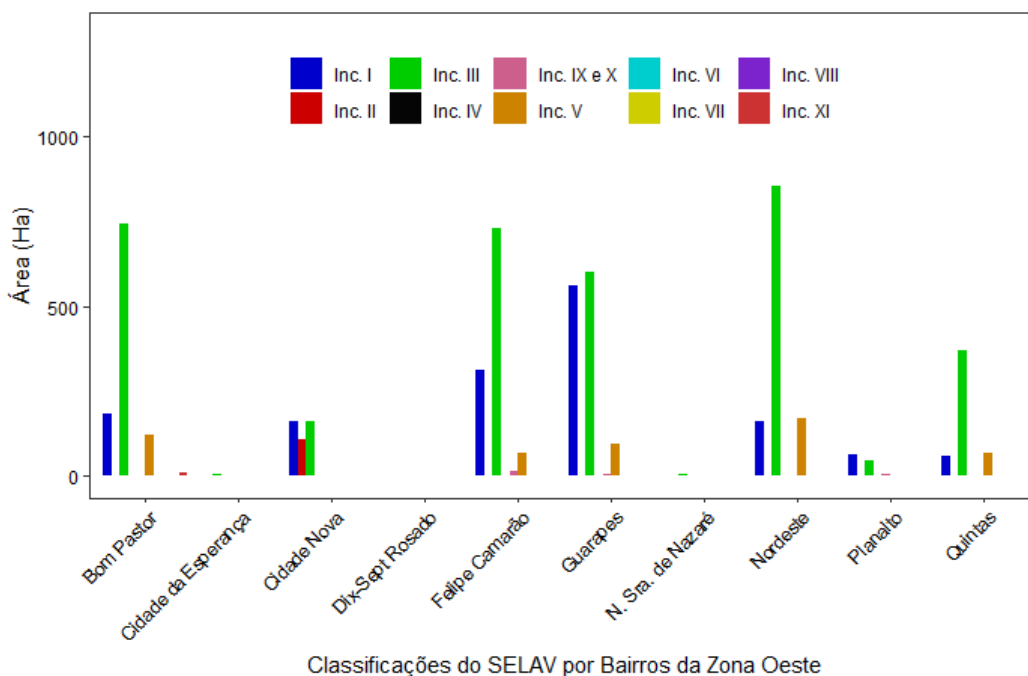


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.4 Região Oeste

A Zona Oeste (Figura 75) contém os bairros Nordeste, Bom Pastor, Felipe Camarão e Guarapes que apresentam maior número de APPs consecutivamente, o bairro Guarapes possui o maior número de ZPAs: ZPA 4 – abrange os campos de dunas dos bairros Guarapes e Planalto, ZPA 08 - Estuário do rio Potengi e manguezal Ecossistema Litorâneo.

Figura 75: Áreas (ha) dos Espaços Livres e Áreas Verdes do Natal por categorias e Bairros - Região Administrativa Oeste



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.5 - Indicadores do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes - Metodologia

A transformação dos dados quantitativos ou qualitativos em números nos permite fazer uma leitura da situação mais precisa da situação ilustrada, feita mediante a utilização de indicadores/índices. Seu emprego irá facilitar a leitura dos dados, tornando mais clara a tomada de decisão e formando uma base assertiva para avaliar o desempenho, identificar áreas problemáticas e orientar a destinação de esforços/recursos de forma mais eficiente (Pereira, 2006).

Nas tabelas 5 e 6 foram calculados dois índices, são eles: Índice de área de espaços livres e áreas verdes por área do bairro e o Índice de área de espaços livres e áreas verdes por população. Harder (2006), em seu estudo, cita o Índice de Área Verde por Bairro (AVB), calculado através da divisão entre o somatório das áreas verdes, em metros quadrados, das praças de cada bairro pela área desse bairro, como mostra a Eq11:

Eq11: Equação para o cálculo do AVB, segundo Harder (2006)

$$\frac{\sum \text{das áreas (m}^2\text{) das praças de cada bairro}}{\text{Área do bairro}}$$

Nas Tabelas 5 e 6, que apresentam os dados quantitativos de Espaços Livres e Áreas Verdes, organizados por hectare, é importante ressaltar que os incisos VI (Vias verdes, corredores e trampolins), XII (Horta comunitária) e XIII (Coleção arbórea) estão previstos no plano diretor para futuras implementações, mas atualmente não estão presentes no estudo do SELAV do município.

Além disso, o inciso XIV (Passeios públicos) contém no município, porém as informações ainda não estão completas e detalhadas. Assim que as informações forem obtidas, as tabelas serão atualizadas para refletir esses dados.

Adotando o estudo, foi realizada a adequação da equação para adaptar ao relatório ora escrito. Então, utilizou-se o somatório da área total de espaços livres e áreas verdes de cada bairro, dividido pela área do bairro, conforme citado na Eq12:

$$\text{Eq12: Equação para o cálculo do AVB modificado}$$

$$\Sigma \text{ das áreas (m}^2\text{) dos espaços livres e áreas verdes de cada bairro}$$

$$\text{Área do bairro}$$

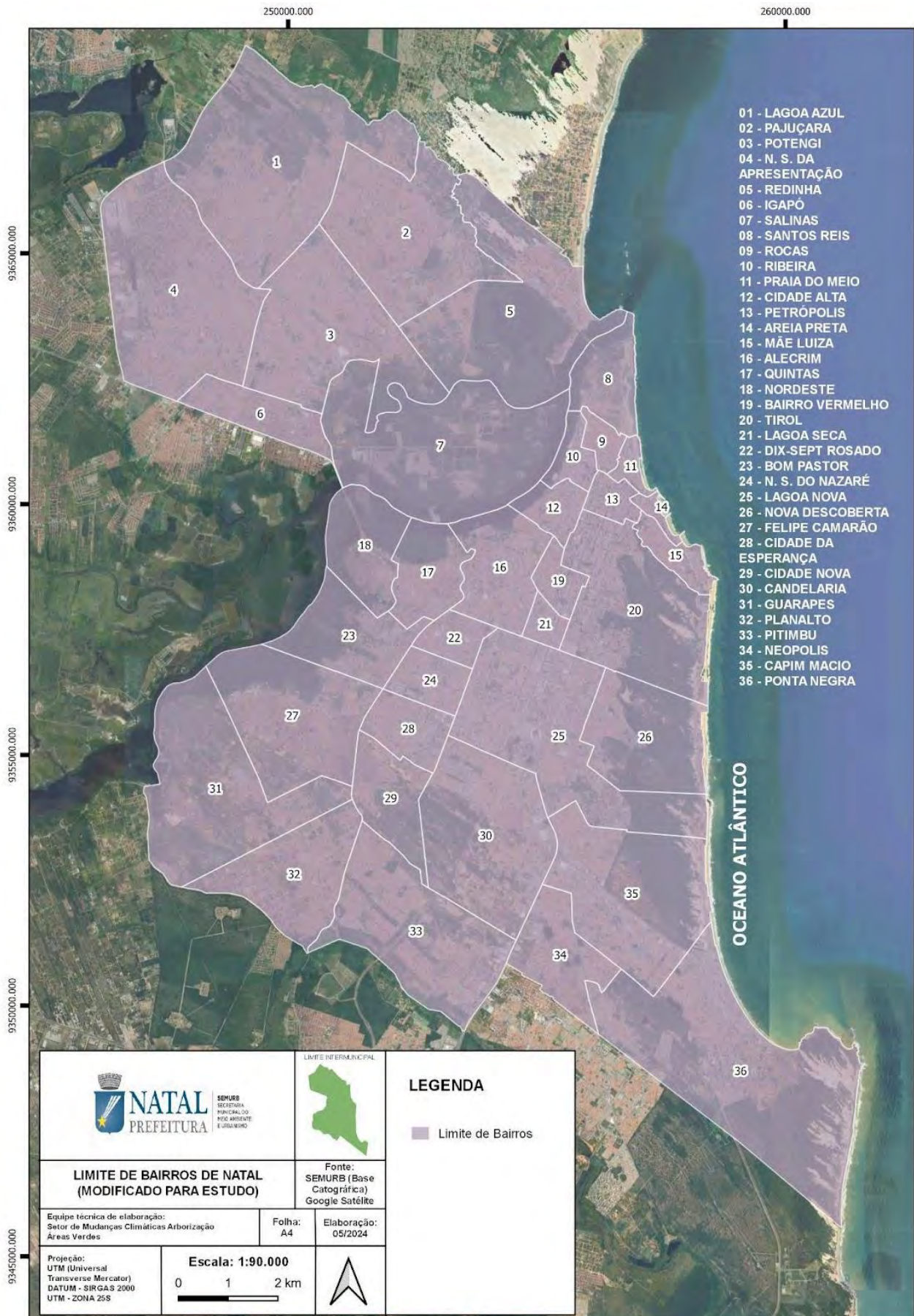
No presente estudo, o conceito de bairro assume importância fundamental. Trata-se de um setor da cidade com limites e forma geométrica legalmente definidos, no qual se constata elementos característicos que lhes são peculiares. A definição dos limites obedece a um processo de investigação dos referenciais que dão sentido ao cotidiano dos seus habitantes em sua integração com os demais bairros e com o município como um todo.

A legislação atual divide Natal em 36 bairros, agrupados em 4 Regiões Administrativas. Embora esta divisão territorial do município não tenha incluído a área do Parque Estadual das Dunas (ZPA-02) em nenhum dos bairros da cidade, esta significativa zona de proteção ambiental também integra a área do município. Nos estudos e mapas convencionais apresentados pela SEMURB, esta situação é resolvida colocando-se a ZPA-02 em um campo à parte do agrupamento dos bairros em regiões administrativas, para que a sua área possa ser contabilizada na área total do município.

No presente estudo, para fins de padronização e pela relevância que o serviço ambiental da ZPA-02 representa, adotou-se inclusão da ZPA-02 em porções proporcionais aos seus bairros contíguos (Lagoa Nova, Nova Descoberta, Capim Macio, Ponta Negra, Mãe Luíza e Tirol), considerando-se para esta divisão instrumental, a projeção do arruamento do respectivo bairro até limite leste do município (Oceano Atlântico).

Desta forma, garante-se que todos espaços livres e áreas verdes previstos no PDN estejam contabilizados no cálculo do AVB dos 36 bairros do Natal. Ressalta-se que a divisão apresentada na Figura 76 tem caráter meramente instrumental, com vistas ao cálculo do AVB, não devendo ser confundida com a divisão oficial dos bairros do Natal estabelecida pelas leis (Tabelas 7 e 8) nºs. 4.327/93, 4.328/93, 4.329/93, 4.330/93 e 5.367/02, bem como a lei nº 7.237/77 (Parque das Dunas).

Figura 76: Mapa da Divisão Instrumental dos Bairros para cálculo do AVB



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Tabela 7: Dados quantitativos (Áreas) de Espaços Livres e Áreas Verdes, conforme definições do PDN (Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022) das Zonas Norte e Zona Oeste

R. A.	BAIRRO	ÁREAS (Ha)										Total SELAV*
		TOTAL DO BAIRO	Zona de Proteção Ambiental (Inciso I)	Unidade de Conservação (Inciso II)	Áreas de Preservação Permanente (Inciso III)	Parques e Bosques (Inciso IV)	Orlas (Inciso V)	Praças (Inciso VII)	Áreas Verdes em logradouros públicos (Inciso VIII)	Áreas Verdes de inst. Públicas ou de parcelamento do solo (Inciso IX e Inciso X)	Cemitérios (Inciso XI)	
N O R T E	Lagoa Azul	1.166,60	503,68	0	463,81	0	0,00	4,99	2,66	16,15	0	560,04
	Igapó	220,00	0,17	0	13,48	0	0,66	0,79	0	0,22	0,84	14,19
	N. Sra. da Apresentação	1.024,00	0	0	21,86	0	0,00	3,27	0,25	19,25	0	39,66
	Pajuçara	765,58	162,76	2,54	124,06	0	0,00	5,20	2,66	45,13	0,12	215,21
	Potengi	799,29	169,91	0	214,23	0	34,29	18,72	4,72	20,61	0	229,63
	Redinha	963,90	648,54	75,07	1.144,86	0	262,37	0,94	0	7,00	0,22	781,26
	Salinas	1.030,49	837,32	0	1.519,59	0	455,00	0,00	0	3,38	0	1.030,44
SUBTOTAL	5.969,86	2.322,39	77,61	3.501,89	0	752,31	33,92	10,29	111,73	1,18	2.870,43	
O E S T E	Quintas	248,36	59,03	0	370,65	0	66,68	0,83	0	0,71	0	107,90
	Nordeste	298,23	161,55	0	854,31	0	169,30	2,25	0	1,93	0	264,88
	Dix-Sept Rosado	109,55	0	0	0,00	0	0,00	0,28	0,04	0,45	0	0,77
	Bom Pastor	345,84	183,42	0	740,71	0	120,92	1,24	0,01	1,82	7,54	220,26
	N. Sra. de Nazaré	143,90	0	0	5,07	0	0,00	1,50	0	0,67	0	6,81
	Felipe Camarão	664,15	310,53	0	729,02	0	68,08	1,64	0	11,19	0	362,08
	Cidade da Esperança	182,74	0	0	3,76	0	0,00	1,03	0	0,19	0	4,98
	Cidade Nova	261,93	158,85	105,07	162,39	0	0,00	0	0	0,49	0	167,70
	Guarapes	855,07	562,37	0,00	599,88	0	91,63	0,78	0	3,41	0	594,61
	Planalto	463,49	62,07	0,00	45,17	0	0,00	0,13	0	4,43	0	87,43
SUBTOTAL	3.573,26	1.497,83	105,07	3.510,95	0	516,61	9,67	0,05	25,29	7,54	1.817,42	

*O total contabilizado na coluna não contabiliza as sobreposições de áreas.

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Tabela 8: Dados quantitativos (Áreas) de Espaços Livres e Áreas Verdes, conforme definições do PDN (Lei Complementar nº 208 de 07 de março de 2022) das Zonas Sul e Leste

R. A.	BAIRRO	ÁREAS (Ha)										Total SELAV*	
		TOTAL DO BAIRO	Zona de Proteção Ambiental (Inciso I)	Unidade de Conservação (Inciso II)	Áreas de Preservação Permanente (Inciso III)	Parques e Bosques (Inciso IV)	Orlas (Inciso V)	Praças (Inciso VII)	Áreas Verdes em logradouros públicos (Inciso VIII)	Áreas Verdes de inst. Públicas ou de parcelamento do solo (Inciso IX e Inciso X)	Cemitérios (Inciso XI)		
S U L	Lagoa Nova (+ZPA 02)	901,35	121,48	122,87	170,02	1,39	17,16	7,33	0,11	3,23	0	166,70	
	Nova Descoberta (+ZPA 02)	473,44	289,29	300,51	358,82	0	33,65	0,21	0	0,19	2,96	334,78	
	Candelária	760,89	437,89	37,00	283,77	0	0,00	8,96	0,30	3,38	0	454,90	
	Capim Macio (+ZPA 02)	782,72	330,64	329,83	273,17	0	32,17	6,35	0,06	8,08	0	385,40	
	Pitumbu	745,35	412,83	12,79	224,65	0	0	4,32	0,06	76,61	0	377,70	
	Neópolis	304,95	0	0	26,68	0	0	7,37	2,59	16,11	0	44,87	
	Ponta Negra (+ZPA 02)	1.358,36	554,29	8,71	860,57	0	167,48	10,29	0	3,16	0,44	867,82	
	SUBTOTAL	5.327,06	2.146,43	811,72	2.197,68	1,39	250,45	44,84	3,11	110,76	3,40	2.632,16	
	L E S T E	Santos Reis	221,95	108,26	0	292,91	0	136,42	1,64	0	0	0	195,26
		Rocas	65,97	0	0	8,60	0	3,98	0,60	0	0,03	0	5,24
Ribeira		94,33	0	0	122,63	0	61,03	0,69	0	0	0	62,10	
Praia do Meio		48,89	0	0	37,56	0	26,38	0,37	0	0	0	26,85	
Cidade Alta		116,33	0	0	84,14	0	42,00	2,97	0	0,07	0	44,37	
Petrópolis		78,38	0	0,13	0,41	0	0,22	1,27	0,14	0	0	1,83	
Areia Preta		30,83	0	0	40,18	0	22,21	0,40	0	0	0	22,40	
Mãe Luíza (+ZPA 02)		102,17	17,86	3,48	109,93	0	32,74	0,18	0	0	0	87,28	
Alecrim		344,49	0	0	132,30	0	65,24	0,88	1,53	0,04	2,58	71,76	
Barro Vermelho		94,73	0	0	0,91	0	0	0,68	0,23	0	0	1,82	
Tirol (+ZPA 02)	733,48	338,93	369,56	415,03	0	40,88	1,25	0,01	0,10	0	416,00		
Lagoa Seca	61,05	0	0	0,00	0	0,00	0,06	0,96	0	0,00	1,02		
SUBTOTAL	1.992,58	465,06	373,17	1.244,61	0	431,09	10,99	2,88	0,25	2,58	935,94		
TOTAL *	16.862,76	6.431,70	1.367,57	10.455,13	1,39	1.950,47	99,42	16,33	248,03	14,70	8.255,95		

*O total contabilizado na coluna não contabiliza as sobreposições de áreas. **Observação:** o valor total é referente ao somatório entre as Zonas (Norte e Oeste) da Tabela 5 e Zona (Sul e Leste) da Tabela 6.

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Existe a discussão ainda sobre a existência de um índice considerado ideal de 12 m² de área verde por habitante, atribuído à ONU, OMS ou Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). No entanto, alguns autores afirmam que essas instituições não reconhecem esse índice e sugerem que ele se aplique apenas às categorias de parques de bairro e distritais/setoriais, ou seja, áreas públicas com possibilidades de lazer ao ar livre (Tabelas 9 e 10). A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), por sua vez, propôs um índice mínimo de 15 m² por habitante para áreas verdes públicas destinadas à recreação (SBAU, 1996). Aplicando este índice ao presente relatório, foi calculado quantos metros quadrados de espaços livres e áreas verdes o município do Natal tem em relação a sua população e discriminado ainda para cada bairro (Figuras 77, 78, 79 e 80), seguindo as Eq13 e Eq14:

Eq13: Equação para o cálculo do AVB modificado

\sum das áreas (m²) dos espaços livres e áreas verdes por bairro

População total do Natal

Eq14: Equação para o cálculo do AVB modificado

\sum das áreas (m²) dos espaços livres e áreas verdes por bairro

População do bairro

Tabela 9: Áreas dos Bairros, População, Espaços Livres e Áreas Verdes e respectivos índices das Zonas Norte e Zona Oeste

R. A.	BAIRRO	ÁREA DO BAIRRO (Ha)	ÁREA DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES (Ha)	ÍNDICE DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR ÁREA DO BAIRRO *	POPULAÇÃO RESIDENTE 2022 **	ÍNDICE DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR HABITANTE 2022 (m ² /hab) ***	POPULAÇÃO RESIDENTE 2050 ****	ÍNDICE DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR POPULAÇÃO 2050 (m ² /hab) *****
NORTE	Lagoa Azul	1.166,60	560,04	48,01%	57.208	97,89	66.861	83,76
	Igapó	220,00	14,19	6,45%	28.196	5,03	29.669	4,78
	N. Sra. da Apresentação	1.024,00	39,66	3,87%	69.375	5,72	93.938	4,22
	Pajuçara	765,58	215,21	28,11%	50.467	42,64	68.336	31,49
	Potengi	799,29	229,63	28,73%	56.598	40,57	59.554	38,56
	Redinha	963,90	781,26	81,05%	10.101	773,48	25.546	305,83
	Salinas	1.030,49	1.030,44	100,00%	1.152	8.948,15	1.212	8.503,97
	SUBTOTAL	5.969,86	2.870,43	48,08%	273.097	105,11	345.116	83,17
OESTE	Quintas	248,36	107,90	43,45%	29.412	36,69	24.593	43,87
	Nordeste	298,23	264,88	88,82%	11.686	226,66	11.295	234,51
	Dix-Sept Rosado	109,55	0,77	0,70%	16.856	0,46	14.095	0,55
	Bom Pastor	345,84	220,26	63,69%	15.851	138,95	21.464	102,62
	N. Sra. de Nazaré	143,90	6,81	4,73%	15.787	4,31	16.612	4,10
	Felipe Camarão	664,15	362,08	54,52%	51.729	70,00	49.997	72,42
	Cidade da Esperança	182,74	4,98	2,72%	22.057	2,26	15.668	3,18
	Cidade Nova	261,93	167,70	64,02%	15.353	109,23	20.789	80,67
	Guarapes	855,07	594,61	69,54%	6.226	955,11	15.745	377,65
	Planalto	463,49	87,43	18,86%	18.954	46,13	47.936	18,24
	SUBTOTAL	3.573,26	1.817,42	50,86%	203.912	89,13	238.195	76,30

*Harder et al., (2006).

**Estimativa populacional por bairro para 2022 conforme dinâmica da população entre a contagem populacional de 2007 e o Censo Demográfico de 2010, presente no Anuário do Natal, 2023, sujeito a alterações.

***Fonte: OMS – Organização Mundial da Saúde. Recomendações para as cidades, 2016.

****Estimativa para a população de 2050 conforme dinâmica da população entre os Censos Demográficos de 1991, 2000, 2010 pelo método logístico ajustado por bairros presente no Anuário do Natal, 2023, Sujeito a alterações.

Fonte: Anuário do Natal 2023. **Adaptação:** SMCA/SEMURB, 2024.

Tabela 10: Áreas dos Bairros, População, Espaços Livres e Áreas Verdes e respectivos índices das Zonas Sul e Zona Leste

R. A.	BAIRRO	ÁREA DO BAIRRO (Ha)	ÁREA DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES (Ha)	ÍNDICE DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR ÁREA DO BAIRRO *	POPULAÇÃO RESIDENTE 2022**	ÍNDICE DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR HABITANTE 2022 (m²/hab) ***	POPULAÇÃO RESIDENTE 2050****	ÍNDICE DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR POPULAÇÃO 2050 (m²/hab) *****
SUL	Lagoa Nova (+ZPA 02)	901,35	166,70	17,26%	35.020	43,75	40.929	37,43
	Nova Descoberta (+ZPA 02)	473,44	334,78	69,02%	12.198	253,24	12.835	240,67
	Candelária	760,89	454,90	59,78%	19.476	233,57	26.372	172,50
	Capim Macio (+ZPA 02)	782,72	385,40	48,03%	21.245	172,86	24.829	147,90
	Pitumbu	745,35	377,70	50,67%	21.057	179,37	28.513	132,47
	Neópolis	304,95	44,87	14,71%	22.787	19,69	22.025	20,37
	Ponta Negra (+ZPA 02)	1.358,36	867,82	62,37%	23.038	376,61	26.925	322,24
	SUBTOTAL	5.327,06	2.632,16	49,41%	154.821	170,01	182.426	144,29
	Santos Reis	221,95	195,26	87,98%	6.428	303,76	4.566	427,63
	Rocas	65,97	5,24	7,94%	11.230	4,67	9.390	5,58
Ribeira	94,33	62,10	65,84%	1.350	460,16	3.413	181,94	
Praia do Meio	48,89	26,85	54,93%	4.452	60,31	5.204	51,61	
Cidade Alta	116,33	44,37	38,15%	7.225	61,42	6.983	63,54	
Petrópolis	78,38	1,83	2,33%	6.681	2,74	3.937	4,64	
Areia Preta	30,83	22,40	72,65%	2.355	95,10	5.957	37,60	
Mãe Luíza (+ZPA 02)	102,17	87,28	85,30%	18.102	46,51	10.668	78,91	
Alecrim	344,49	71,76	20,83%	32.711	21,94	23.236	30,88	
Barro Vermelho	94,73	1,82	1,92%	6.127	2,98	15.495	1,18	
Tirol (+ZPA 02)	733,48	416,00	54,83%	15.799	242,66	16.624	230,61	
Lagoa Seca	61,05	1,02	1,67%	7.008	1,45	4.130	2,46	
SUBTOTAL	1.992,58	935,94	46,97%	119.467	78,34	109.603	85,39	
TOTAL	16.862,76	8.255,95	48,96%	751.296	109,89	875.340	94,32	

*Harder et al., (2006).

**Estimativa populacional por bairro para 2022 conforme dinâmica da população entre a contagem populacional de 2007 e o Censo Demográfico de 2010, presente no Anuário do Natal, 2023, sujeito a alterações.

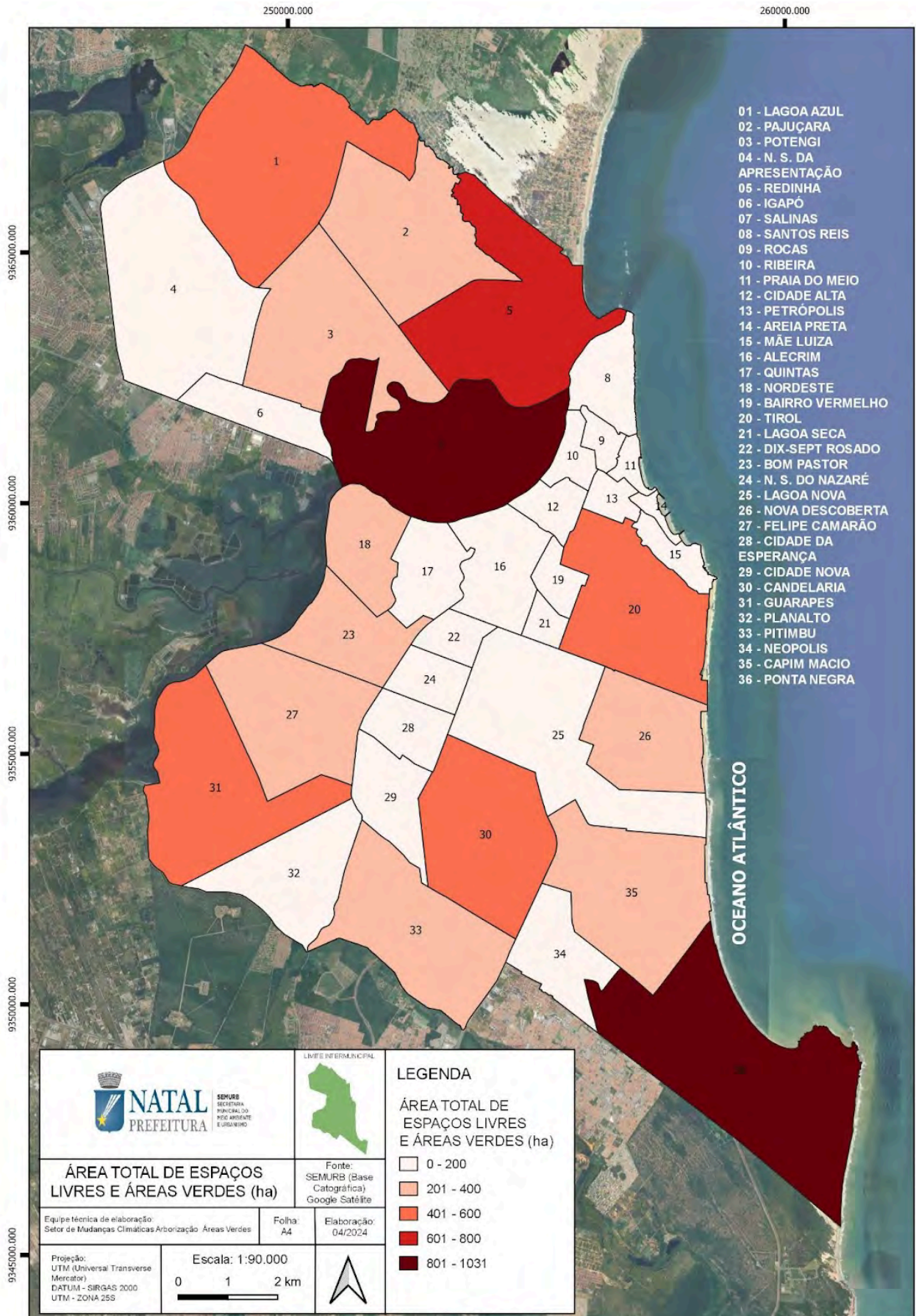
***Fonte: OMS – Organização Mundial da Saúde. Recomendações para as cidades, 2016.

****Estimativa para a população de 2050 conforme dinâmica da população entre os Censos Demográficos de 1991, 2000, 2010 pelo método logístico ajustado por bairros presente no Anuário do Natal, 2023, Sujeito a alterações.

Observação: o valor total é referente ao somatório entre as Zonas (Norte e Oeste) da Tabela 7 e Zona (Sul e Leste) da Tabela 8.

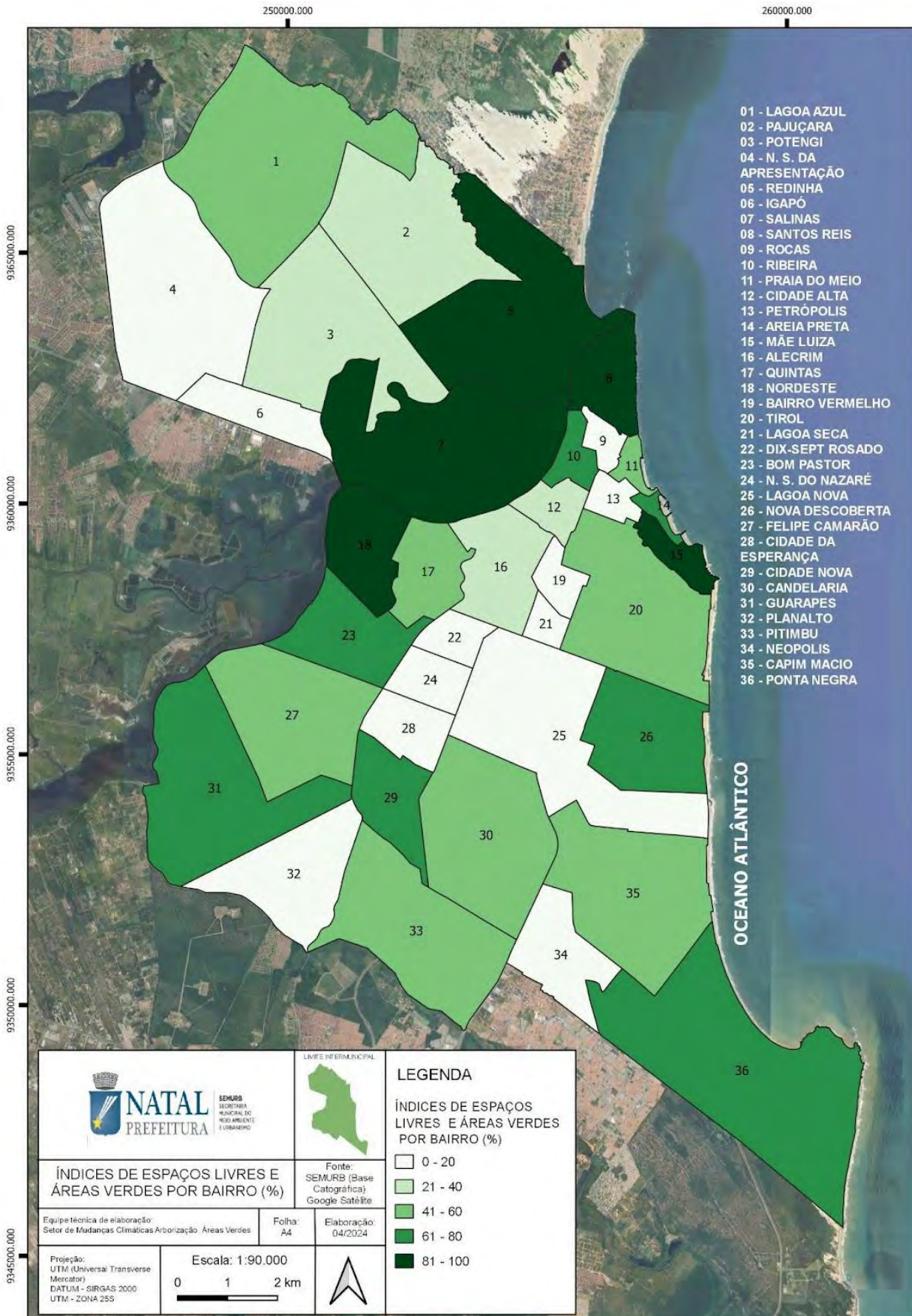
Fonte: Anuário do Natal 2023. **Adaptação:** SMCA/SEMURB, 2024.

Figura 77: Mapa da Área total de espaços livres e áreas verdes por bairro - 2022



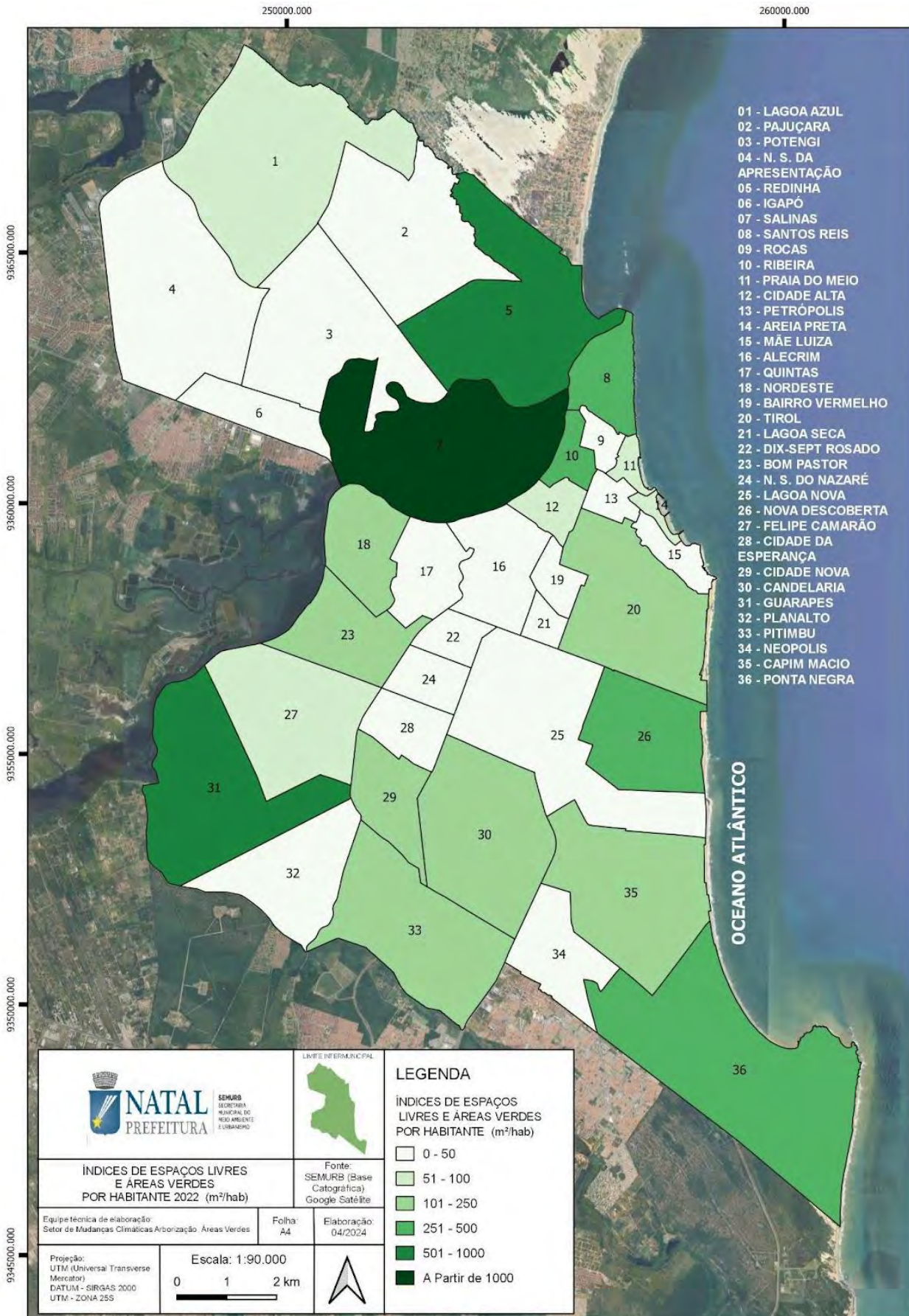
Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Figura 78: Mapa dos Índices de espaços livres e áreas verdes por bairro (%) - 2022



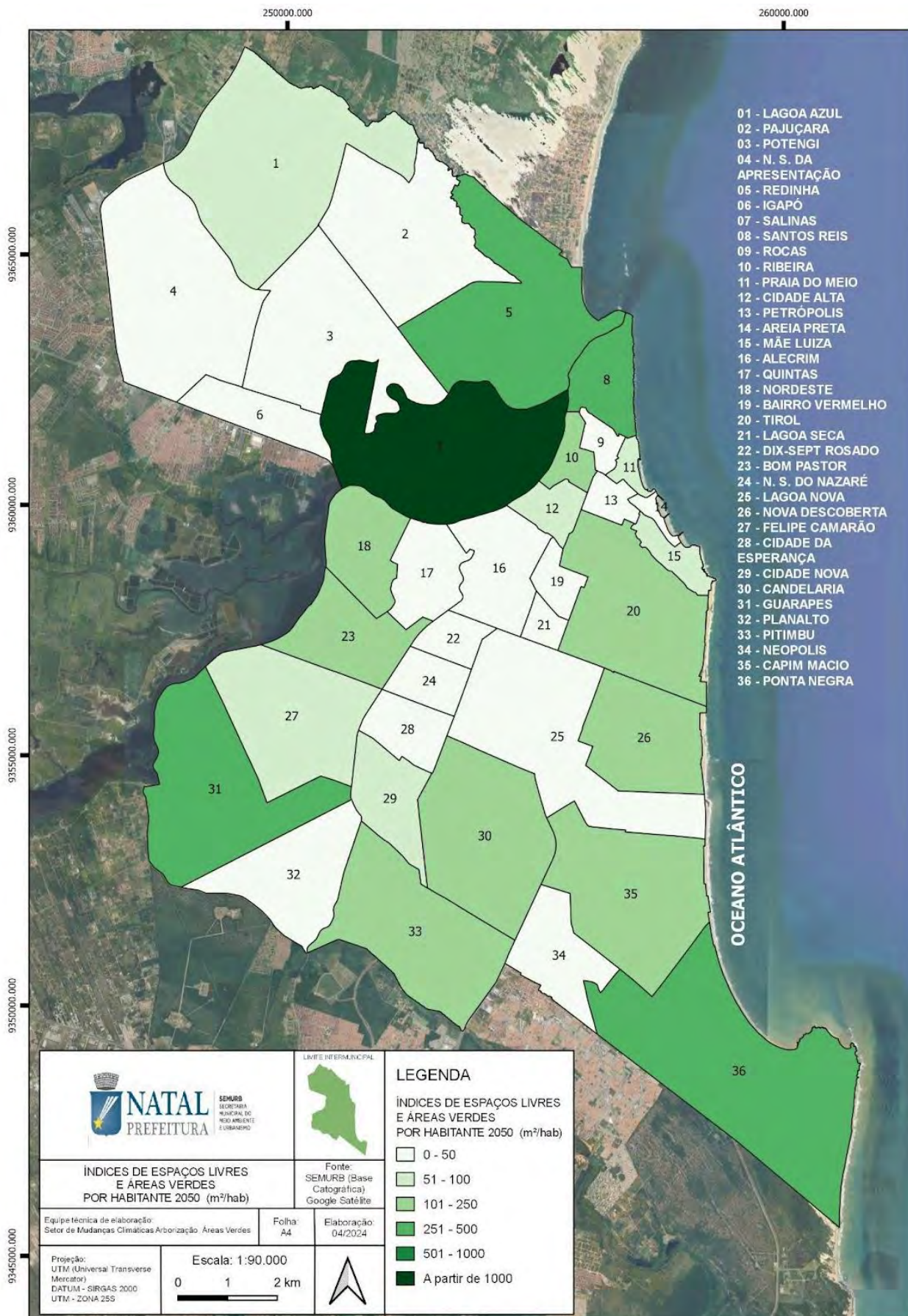
Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Figura 79: Mapa do Índice de espaços livres e áreas verdes por habitante (m²/hab) - 2022



Fonte: SGEO/SEMURB, 2024.

Figura 80: Mapa da Projeção do Índice de espaços livres e áreas verdes por habitante (m²/hab) - 2050



Fonte: SGEO/SEMURB, 2024.

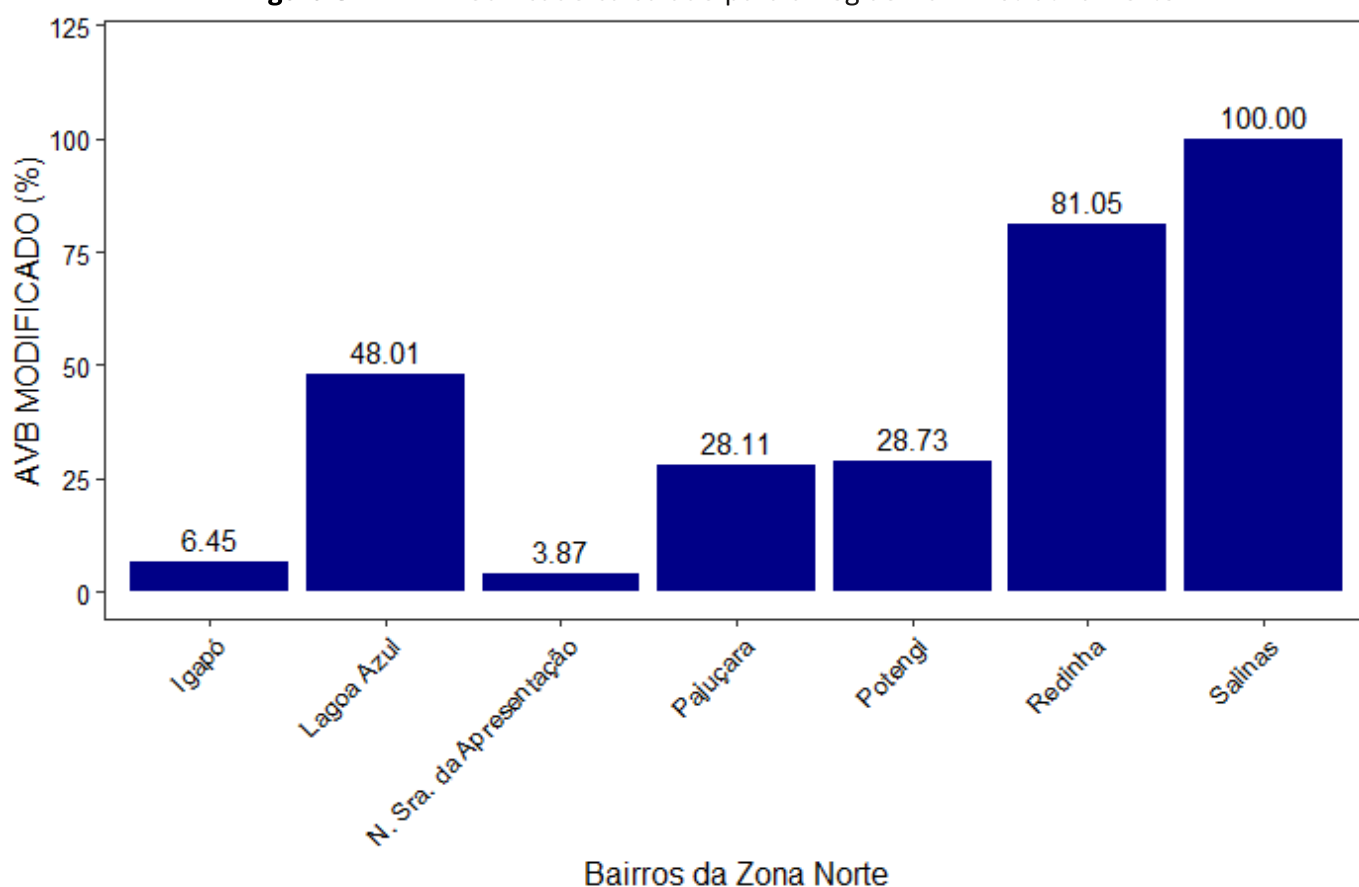
6.6 - Indicadores do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes - Resultados

6.6.1 - ÍNDICE DE ÁREAS VERDES POR BAIRRO MODIFICADO (AVB MODIFICADO)

6.6.1.1 - Região Administrativa Norte

Na Região Norte, aplicando o AVB modificado, foi possível analisar que o bairro de Salinas e Redinha detêm de 100% e 81,05% de sua área tomada por espaços livres e áreas verdes, respectivamente. Contudo, encontramos situações como Igapó e Nossa Senhora da Apresentação que contém apenas 6,45% e 3,87% de sua área composta de áreas verdes, como mostrado no Figura 81.

Figura 81: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Norte

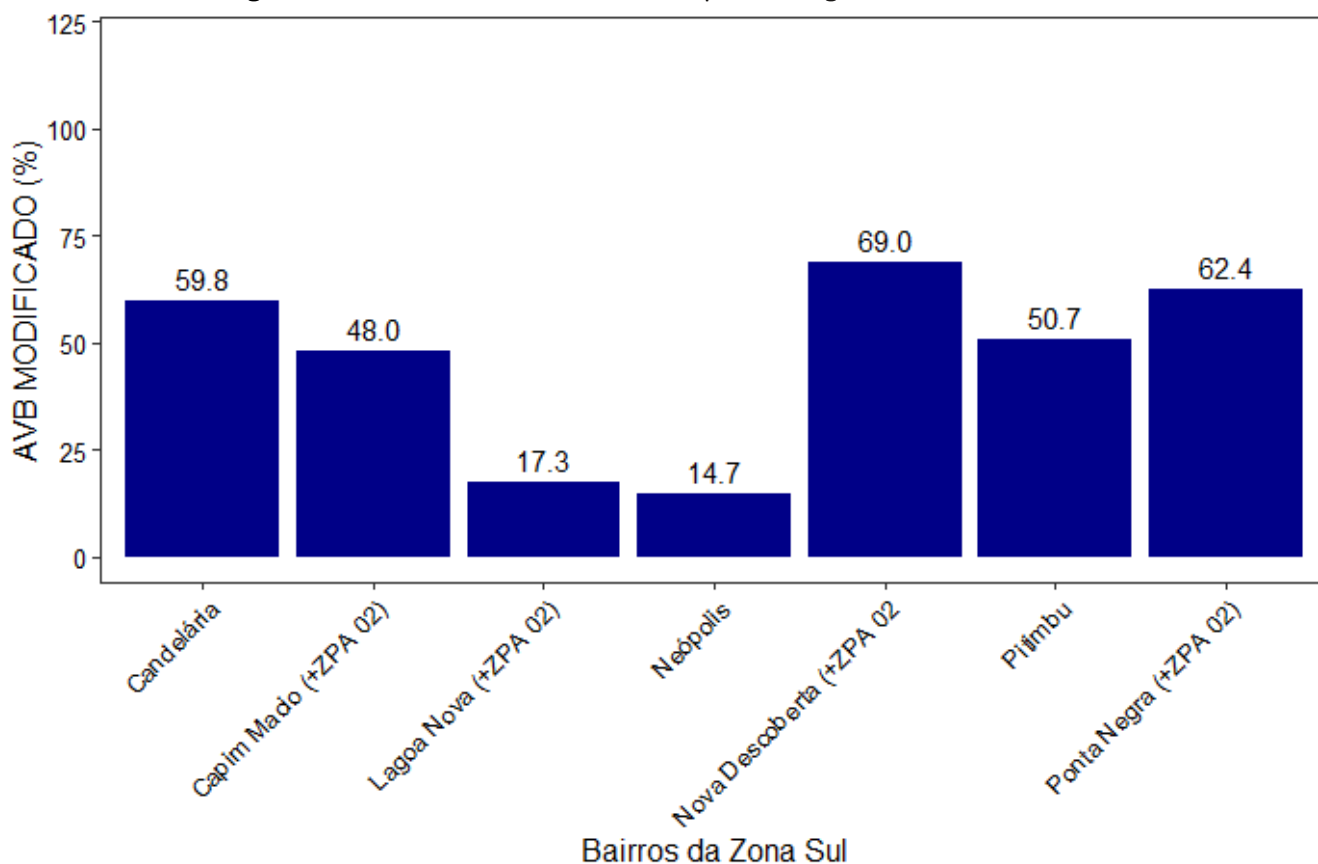


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.1.2 - Região Administrativa Sul

Na Região Sul, utilizando o AVB modificado, foi observado que o bairro de Nova Descoberta possui 69,02% de sua área ocupada por espaços livres e áreas verdes, assim como Ponta Negra com 62,37%. No entanto, bairros como Lagoa Nova e Neópolis apresentam apenas 17,26% e 14,71% de sua área composta por espaços livres e áreas verdes, respectivamente, conforme ilustrado no Figura 82.

Figura 82: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Sul

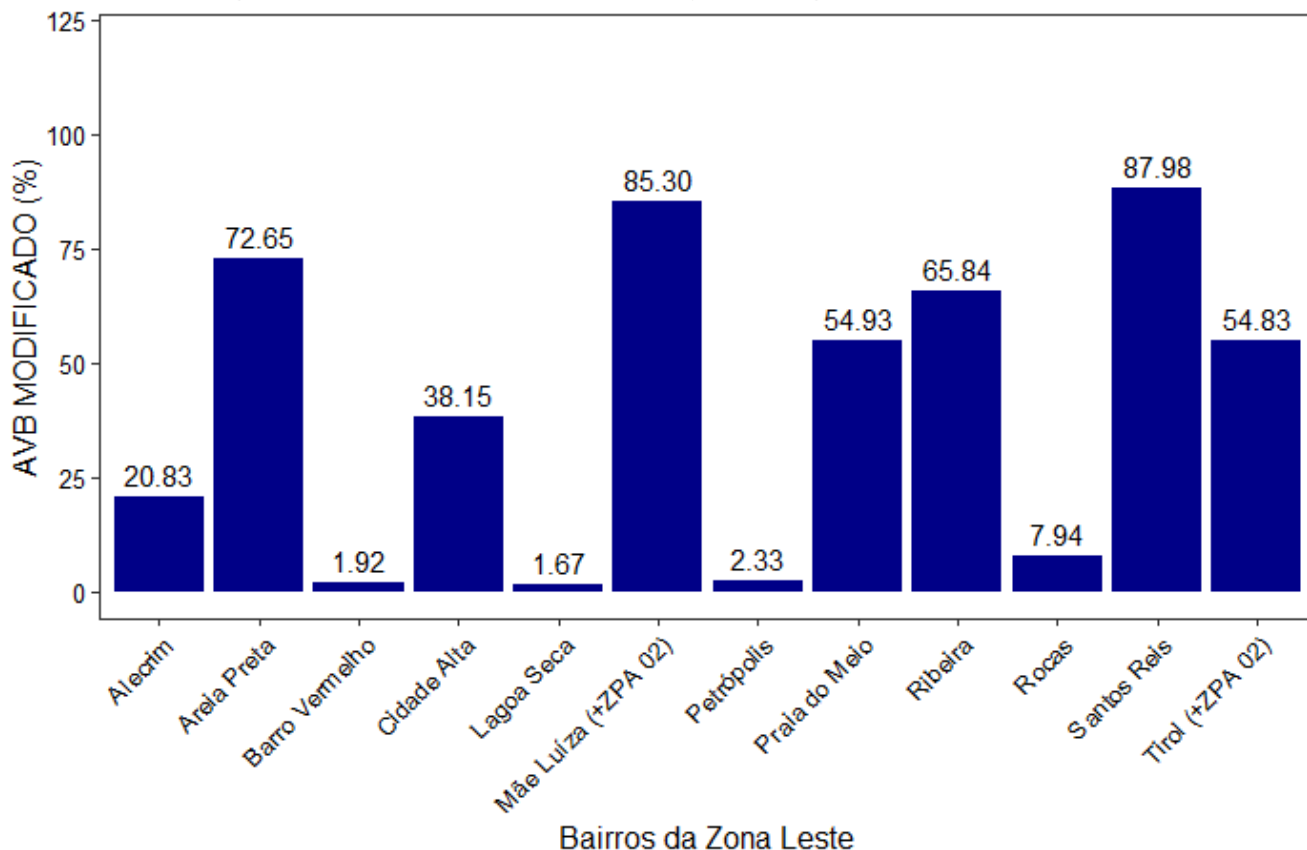


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.1.3 - Região Administrativa Leste

Na Região Leste, aplicando o AVB modificado, foi possível constatar que o bairro de Santos Reis possui 87,98% de sua área coberta por Espaços Livres e Áreas Verdes. No entanto, o bairro de Barro Vermelho e Lagoa Seca possui apenas 1,92% e 1,67%, respectivamente, de sua área constituída por áreas verdes, como evidenciado no Figura 83.

Figura 83: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Leste

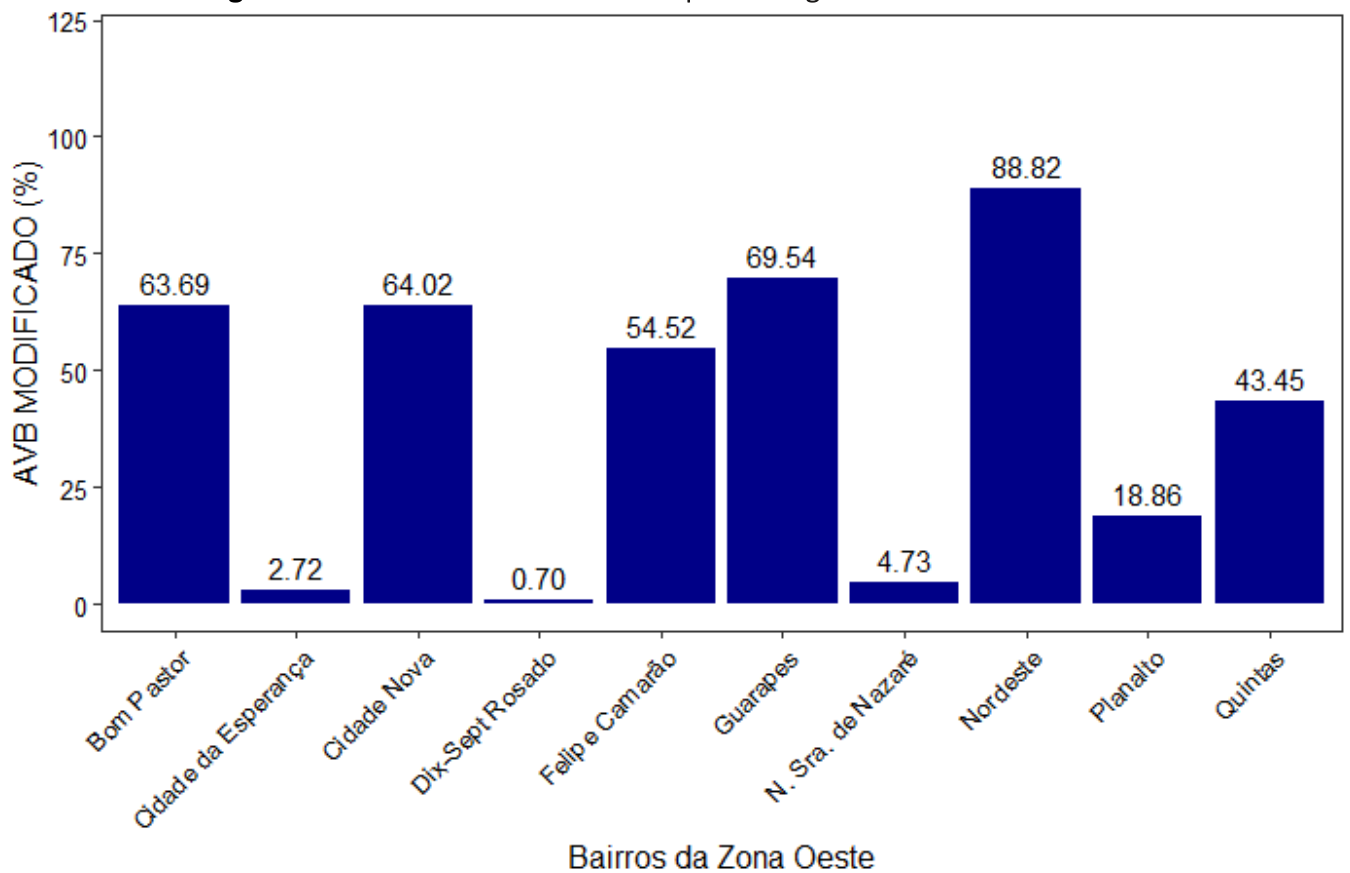


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.1.4 - Região Administrativa Oeste

Na Região Oeste, aplicando o AVB modificado, foi possível analisar que o bairro Nordeste possui 88,82% de sua área tomada por áreas verdes, e Guarapés com 69,54% são destaques positivos para esta zona. No entanto, bairros como Cidade da Esperança e Dix-Sept Rosado apresentam apenas 2,72% e 0,70% de sua área composta por Espaços Livres e Áreas Verdes, respectivamente, como mostrado no Figura 84.

Figura 84: AVB modificado calculado para a Região Administrativa Oeste



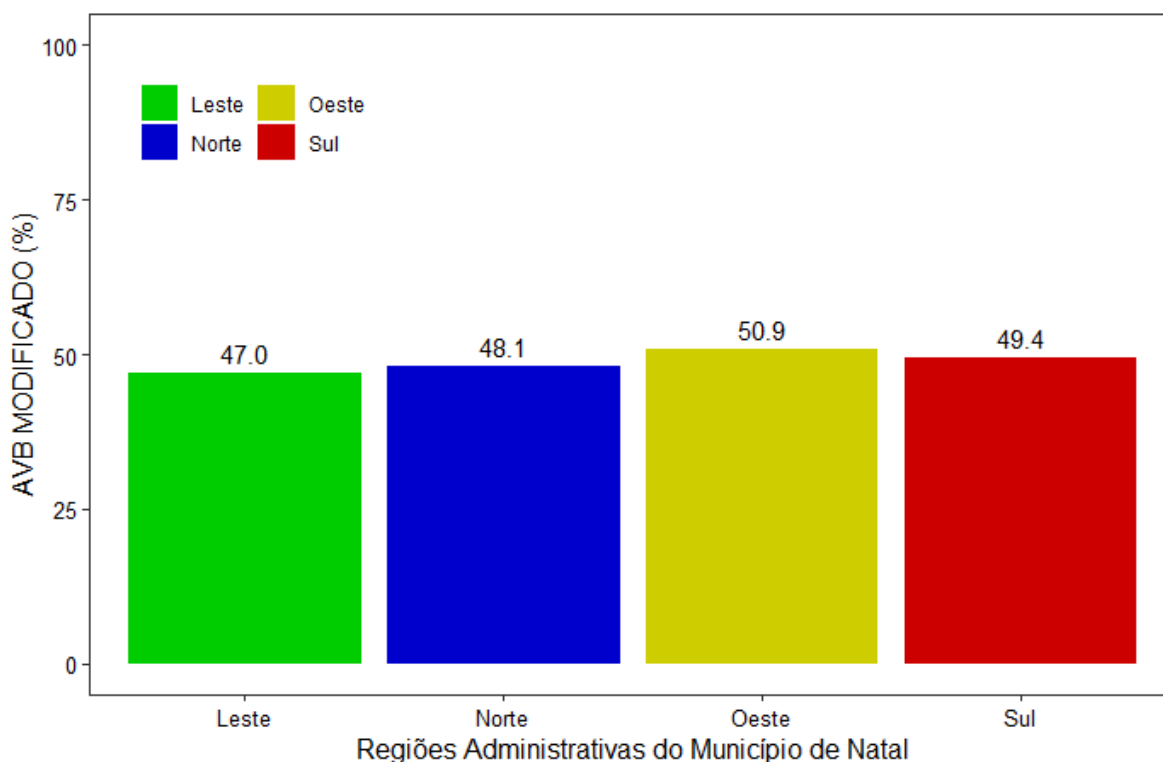
Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.1.5 - Para o Município do Natal

Ao analisar todo o perímetro do município, constatamos que as regiões administrativas apresentam um empate técnico em relação ao índice de Espaços Livres e Áreas Verdes (ELAV) em comparação à sua área total. A Região Oeste e a Região Sul destacam-se com os maiores índices de Áreas Verdes Brutas (AVB) modificadas, com 50,9% e 49,4%, respectivamente. Por outro lado, as Regiões Leste e Norte apresentam porcentagens ligeiramente menores, com 47% e 48,01%, respectivamente, compondo suas áreas com espaços verdes, conforme ilustrado na Figura 85.

Embora as regiões administrativas apresentem um empate técnico em relação ao índice de Espaços Livres e Áreas Verdes (ELAV), as diferenças entre elas, embora pequenas, podem ter impacto significativo na qualidade de vida e sustentabilidade. As Regiões Oeste e Sul têm os maiores índices de áreas verdes, mas é importante considerar a acessibilidade e a qualidade dessas áreas, não apenas sua extensão. Já as Regiões Leste e Norte, com índices ligeiramente menores, podem enfrentar desafios devido à urbanização, o que demanda um planejamento urbano focado na criação e melhoria de espaços verdes, garantindo benefícios ambientais e sociais para toda a população.

Figura 85: AVB modificado calculado para as Regiões Administrativas do Município do Natal



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.2 - ÍNDICE DE ÁREA DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR HABITANTE

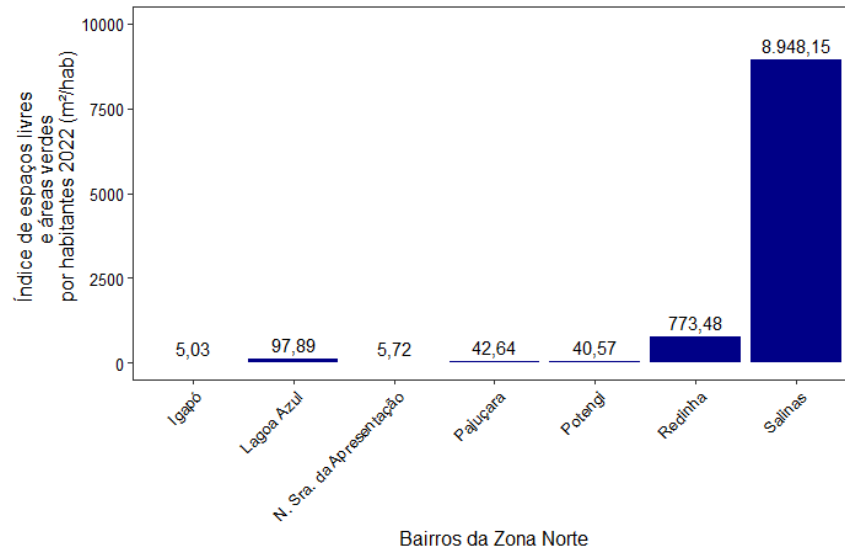
Considerando a recomendação da SBAU (2006), onde diz ser necessário, para uma melhor qualidade ambiental, 15m² de área verde por habitante, fez-se o levantamento para cada zona administrativa, comparando com o valor recomendado, que se apresentará nos gráficos como uma linha de referência.

6.6.2.1 Região Administrativa da Zona Norte

Nesta região administrativa, os bairros de Salinas, Redinha, Lagoa Azul, Pajuçara e Potengi apresentam índices de Espaços Livres e Áreas Verdes superiores ao recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU). O destaque fica por conta de Salinas, que, devido à baixa

densidade populacional e à predominância de áreas verdes, alcança um impressionante índice de quase 9 mil metros quadrados de espaço livre por habitante. Em contraste, a situação em Igapó é mais crítica, com apenas 5,03 m² de área verde por habitante, seguido por Nossa Senhora da Apresentação, com 5,72 m². A Figura 86 ilustra a distribuição das áreas verdes em cada bairro da zona administrativa.

Figura 86: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) para a Região Administrativa Norte - 2022

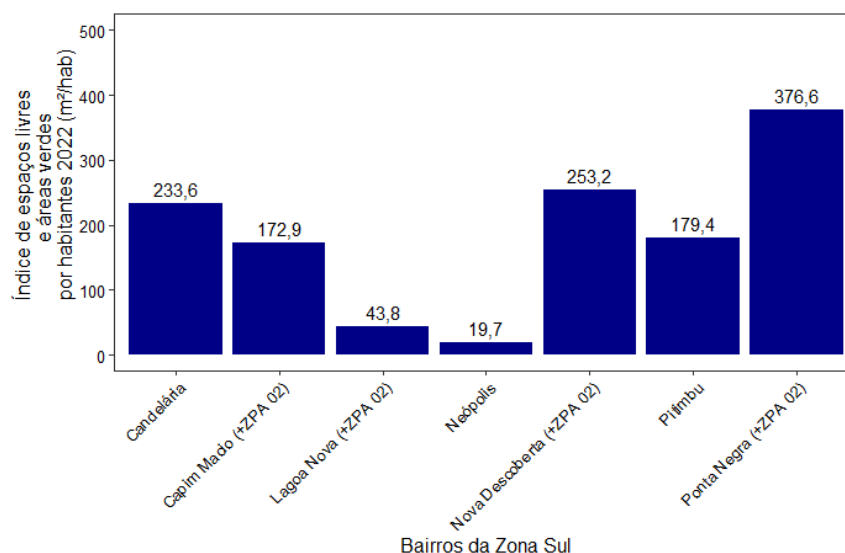


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.2.2 Região Administrativa da Zona Sul

A partir da análise da Figura 87, observa-se que todos os bairros da Região Administrativa Sul apresentam índices de Espaços Livres e Áreas Verdes superiores ao mínimo recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU). Os bairros que mais se destacam são Ponta Negra, com 376,6 m² de área verde por habitante, e Nova Descoberta, com 253,2 m² por habitante. No entanto, apesar de estarem todos acima do recomendado, o bairro de Neópolis encontra-se próximo ao limite mínimo, com apenas 19,7 m² de áreas verdes por habitante.

Figura 87: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) para a Região Administrativa Sul - 2022

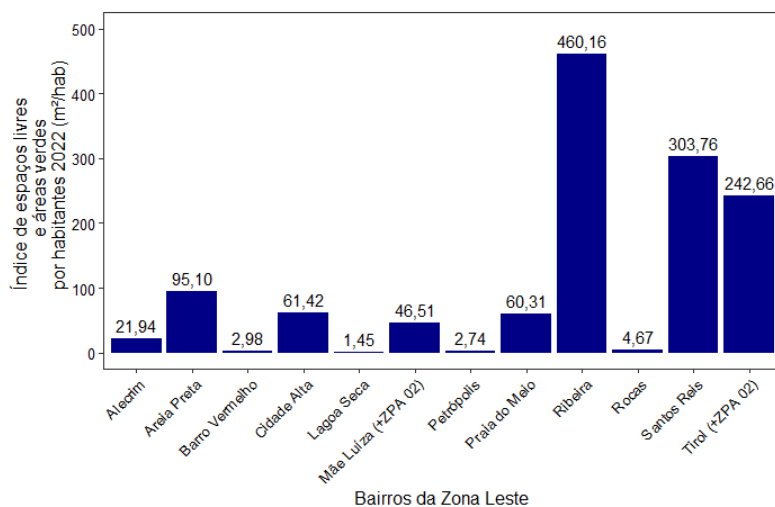


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.2.3 Região Administrativa da Zona Leste

Na Região Administrativa Leste de Natal, quatro bairros não atingem o limite mínimo estabelecido pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), que recomenda 15 m² de área verde por habitante, conforme mostrado na Figura 88. Os bairros que se destacam positivamente são Ribeira e Santos Reis, com 460,16 m² e 303,76 m² de área verde por habitante, respectivamente. Em contrapartida, os bairros de Rocas, Barro Vermelho, Petrópolis e Lagoa Seca apresentam índices alarmantemente baixos, com menos de 5 m² de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante, ficando muito aquém do recomendado.

Figura 88: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) para a Região Administrativa Leste - 2022.

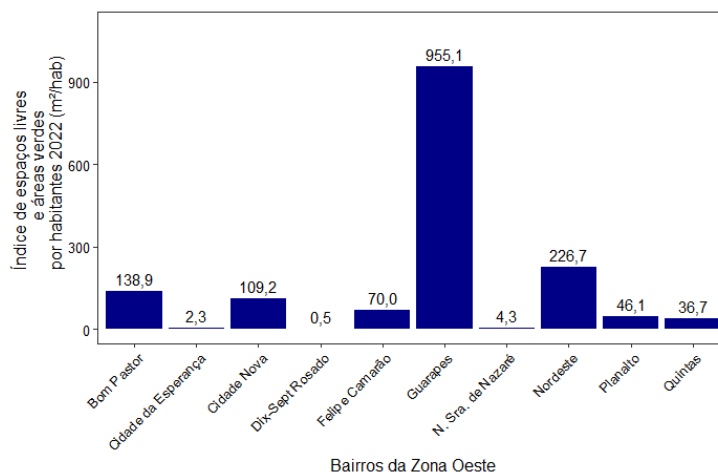


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.2.4 Região Administrativa da Zona Oeste

A Região Administrativa Oeste também apresenta bairros que não atendem ao índice estimado para melhor qualidade ambiental. A Figura 89 mostra a situação da Região Administrativa Oeste, que tem Guarapes com grande destaque (955,11 m² de espaços livres e áreas verdes por habitante), mas mostra a fragilidade em Dix-Sept Rosado, com apenas 0,5 m² por habitante.

Figura 89: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) para a Região Administrativa Oeste - 2022

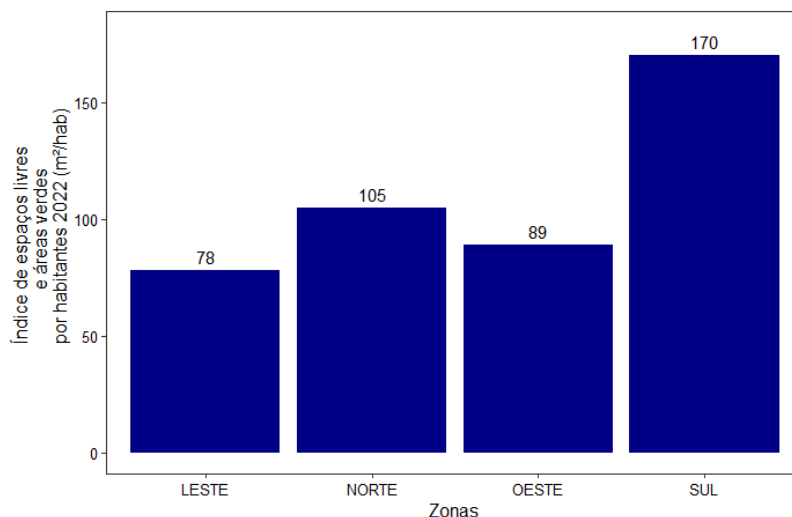


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.2.5 Todas as Zonas Municipais do Natal

Ao analisar as zonas administrativas, observa-se que todas atingem o mínimo recomendado de 15 m² de área verde por habitante. A Zona Sul destaca-se significativamente, com 170 m² de espaços livres e áreas verdes por habitante, seguida pela Zona Norte, com 105 m², e pela Zona Oeste, com 89 m². Em contrapartida, a Zona Leste apresenta o menor índice, com apenas 78 m² de área verde por habitante, como ilustrado na Figura 90.

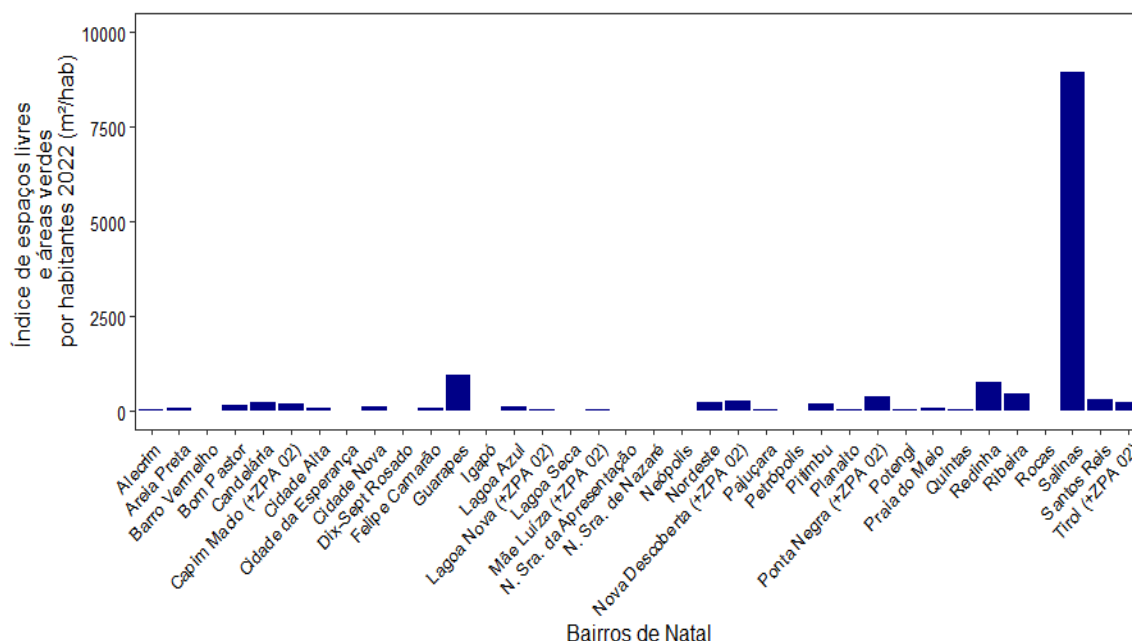
Figura 90: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) para as Regiões Administrativas do Município do Natal - 2022



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

A partir da Figura 91 percebe-se que Natal conta com 27 bairros que atendem ao limite estabelecido pela SBAU, de 15 metros quadrados de área verde por habitante do bairro. Para todo o município do Natal, somando a população de suas zonas administrativas e as áreas verdes que as compõem, possui-se apenas 109,89 metros quadrados de área verde por habitante.

Figura 91: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) para os bairros do Natal - 2022



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Os outros 9 bairros apresentam-se bem abaixo, sendo o mais alto, entre esses, o de Nossa Senhora da Apresentação, tendo apenas 5,72 m² de espaços livres e áreas verdes por habitante, e o menor o de Dix-Sept Rosado com apenas 0,46 m² por habitante.

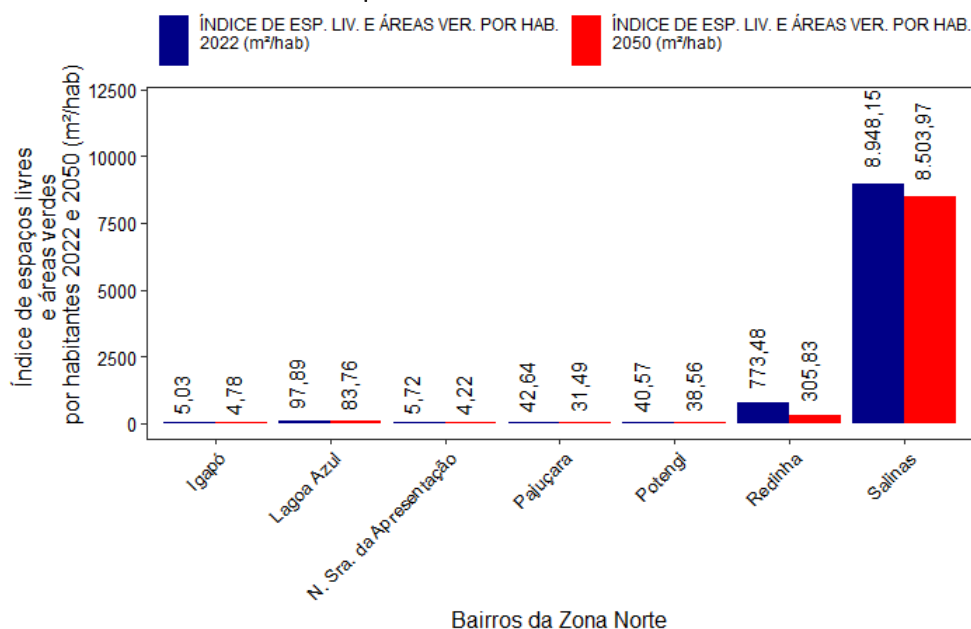
6.6.3 - ÍNDICE DE ÁREA DE ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES POR HABITANTE COMPARATIVO 2022/2050

De posse dos dados da projeção da população, para cada bairro, para o ano de 2050, e considerando que nenhuma área sofrerá alteração em sua delimitação, foi feito o mesmo estudo considerando esta população em comparação com o ano de 2022. Nos gráficos que serão apresentados, o ano de 2022 está representado na cor azul, já o ano de 2050 na cor laranja.

6.6.3.1 Estimativas da Região Administrativa Norte

Na Região Administrativa Norte, conforme as considerações feitas no início deste capítulo, haverá uma diminuição nos índices de Espaços Livres e Áreas Verdes em todos os bairros, principalmente devido ao crescimento populacional projetado. A maior redução será observada no bairro da Redinha, onde o índice de área verde por habitante cairá em 467,65 m²/hab, reflexo de um aumento significativo da população. Além disso, os bairros de Lagoa Azul e Pajuçara também apresentaram reduções notáveis, de 14,13 m²/hab e 11,15 m²/hab por habitante, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 92.

Figura 92: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) Comparação 2022 e 2050 para a Zona Administrativa Norte

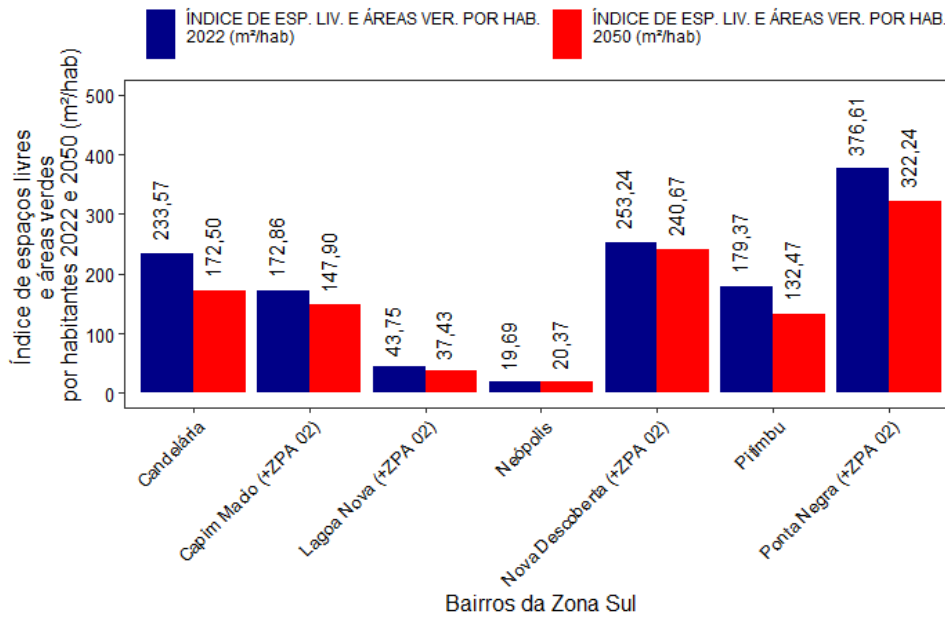


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.3.2 Estimativas da Região Administrativa Sul

Na Região Administrativa Sul, apenas um bairro, Neópolis, terá um pequeno incremento no seu índice de espaços livres e áreas verdes por habitante, com um aumento de 0,68 m²/hab. Entretanto, todos os demais bairros dessa região administrativa apresentaram uma redução em seus índices. As quedas mais acentuadas ocorreram nos bairros de Candelária, com uma diminuição de 61,07 m²/hab, e Pitimbu, que registrará uma redução de 46,9 m²/hab, conforme ilustrado na Figura 93.

Figura 93: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) Comparação 2022 e 2050 para a Região Administrativa Sul

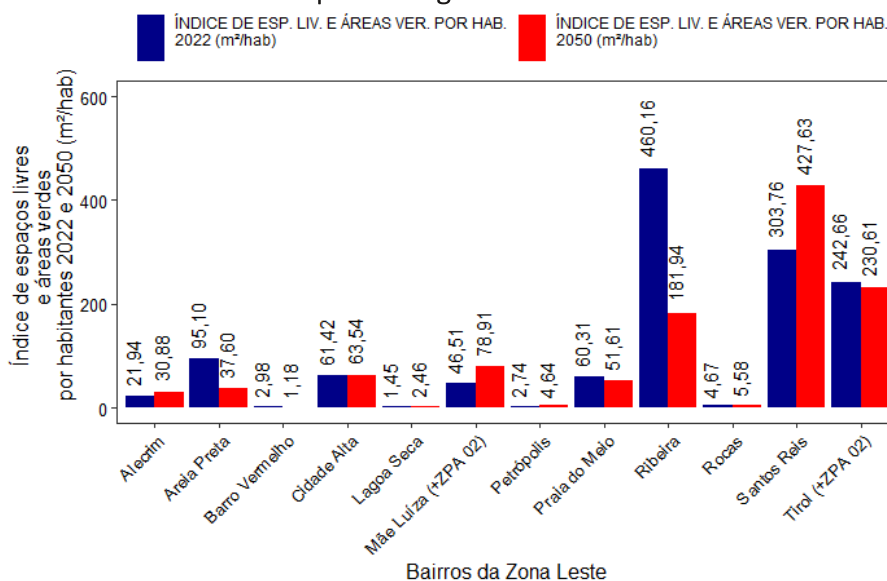


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.3.3 Estimativas da Região Administrativa Leste

A maioria dos bairros da Região Administrativa Leste apresentará um aumento nos seus índices de espaços livres e áreas verdes por habitante, resultado da diminuição populacional observada na região, já que a única variável considerada na equação estudada é a população. Esse incremento será mais notável nos bairros de Mãe Luiza (+32,4 m²/hab), Petrópolis (+1,9 m²/hab) e Lagoa Seca (+1,1 m²/hab), sendo que os dois últimos enfrentam uma carência significativa de espaços livres e áreas verdes. No entanto, o bairro de Areia Preta exibirá uma redução expressiva, com uma queda de 57,50 m²/hab. A Figura 94 ilustra detalhadamente essa dinâmica em cada bairro.

Figura 94: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) Comparação 2022 e 2050 para a Região Administrativa Leste

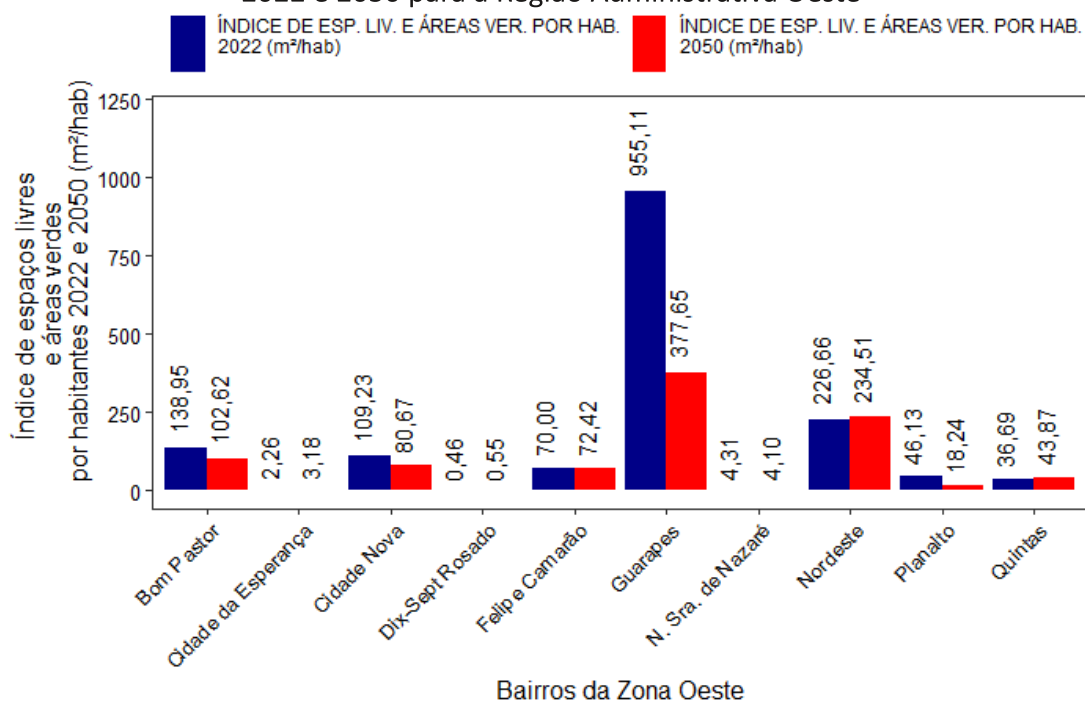


Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.3.4 Estimativas da Região Administrativa Oeste

Esta região apresenta tanto aumentos quanto reduções em seus índices, conforme ilustrado na Figura 95. O bairro de Cidade da Esperança registrará um crescimento de 0,92 m²/hab, enquanto o bairro das Quintas terá um incremento de 7,18 m²/hab, seguido de Dix-Sept Rosado, com um modesto acréscimo de 0,10 m²/hab, sendo atualmente o bairro com a menor quantidade de espaço livre e área verde por habitante no município. Em contrapartida, os bairros de Planalto e Guarapes mostrarão reduções significativas, com quedas de 27,89 m²/hab e 577,46 m²/hab, respectivamente, quando comparados os índices de 2050 com os de 2022.

Figura 95: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) Comparação 2022 e 2050 para a Região Administrativa Oeste



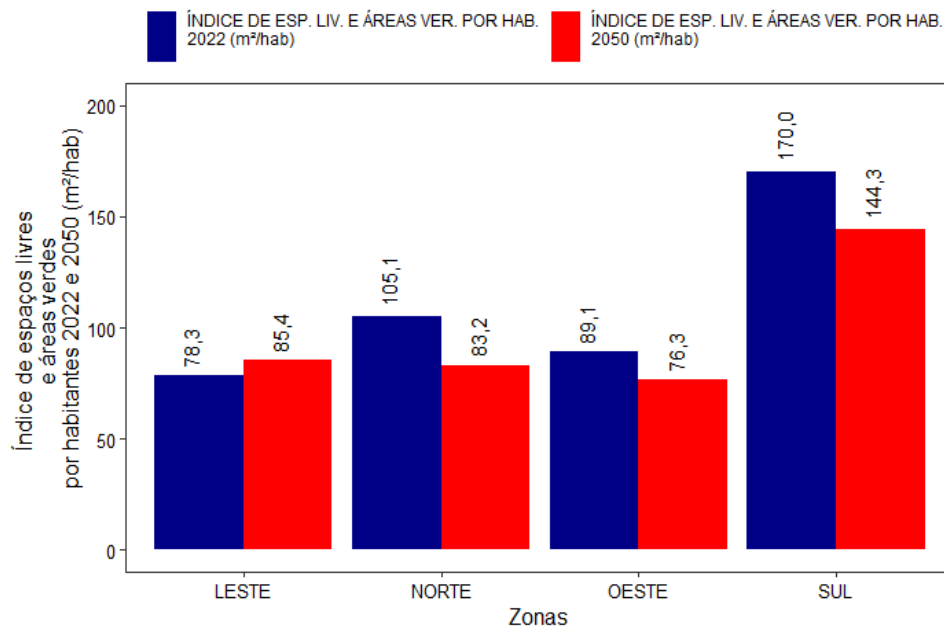
Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.6.3.5 Estimativas Para o Município do Natal

Ao comparar as regiões administrativas de Natal, apenas a Região Leste apresentou um aumento nos índices de espaços livres e áreas verdes por habitante. As Zonas Oeste, Sul e Norte, por outro lado, mostraram reduções em seus respectivos índices. A Região Leste verá um incremento de 7,1 m²/hab, enquanto as reduções nas Regiões Sul, Norte e Oeste serão de 25,7 m²/hab, 21,9 m²/hab e 12,8 m²/hab, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 96. Observa-se que as reduções coincidem com um crescimento populacional nessas regiões, enquanto o aumento na Região Leste é resultado de uma diminuição da população local.

Essa dinâmica evidencia a complexa relação entre crescimento populacional e disponibilidade de espaços verdes. Nas regiões onde a população aumentou, como as Zonas Sul, Norte e Oeste, a pressão sobre os espaços verdes pode ter levado a uma redução na quantidade disponível por habitante. Em contraste, a Região Leste, com uma redução populacional, viu um aumento nos índices de áreas verdes por habitante, o que sugere que uma menor densidade populacional pode facilitar a preservação ou a ampliação dos espaços verdes. Essa situação ressalta a importância de considerar tanto o crescimento populacional quanto o planejamento urbano sustentável para manter um equilíbrio saudável entre a expansão urbana e a oferta de espaços verdes.

Figura 96: Índice de Área de Espaços Livres e Áreas Verdes por habitante (m²/hab) Comparação 2022 e 2050 para as Regiões Administrativas do Município do Natal – 2022



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.7 - Qualidade do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes - Metodologia

A avaliação da qualidade das áreas verdes em um município se mostra de extrema valia para o município, pois esses espaços desempenham um papel importante na qualidade de vida da população e no equilíbrio ambiental da região a qual está localizada. A qualificação dessas espécies pode ser desenvolvida com base em diferentes critérios, como: diversidade de espécies, cobertura vegetal, preservação estrutural ou de ecossistemas naturais, acessibilidade, entre outros.

Existem diversas razões pelas quais a avaliação da qualidade das áreas verdes é essencial para o município. Primeiramente, as áreas verdes proporcionam benefícios ambientais, como a melhoria da qualidade do ar, a redução do ruído e a regulação do clima local. Esses espaços desempenham um papel importante na filtragem de poluentes atmosféricos e na absorção de dióxido de carbono, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Consequentemente, os benefícios são refletidos na promoção da saúde e do bem-estar da população. Estudos têm demonstrado que o acesso a espaços verdes está associado a uma série de benefícios para a saúde, incluindo redução do estresse, melhoria da saúde mental, aumento da atividade física e melhoria da qualidade de vida em geral. Esses benefícios são especialmente relevantes em áreas urbanas densamente povoadas, onde o estresse e os problemas de saúde relacionados ao estilo de vida são mais comuns.

Avaliar a qualidade das áreas verdes também é importante para garantir a equidade no acesso a esses espaços. É essencial que as áreas verdes sejam distribuídas de forma equitativa em diferentes bairros e regiões do município, para que todos os cidadãos possam desfrutar de seus benefícios. A falta de acesso a áreas verdes pode levar a disparidades sociais e de saúde, prejudicando a qualidade de vida de certas comunidades.

Portanto, a avaliação da qualidade das áreas verdes é fundamental para embasar políticas públicas e estratégias de planejamento urbano que visem promover a criação, preservação e melhoria desses espaços. Ao compreender a qualidade das áreas verdes, o município pode tomar decisões informadas sobre a localização de novas áreas verdes, a melhoria da infraestrutura

existente, a conservação de ecossistemas naturais e a promoção do acesso igualitário a esses espaços.

Destarte, a SEMURB, com competência do Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes, atrela-se ao estudo da quantidade das áreas verdes a sua respectiva qualidade, enquadrando as áreas em um índice denominado Índice de Conservação. Esse é calculado a partir da qualidade da área verde em questão e se esta está atendendo ou não sua função ambiental. O SMCA classifica estas áreas, nesse índice, de forma onde:

- **Índice 1:** Impermeabilizadas – Essas estão completamente tomadas por edificações;
- **Índice 2:** Recuperação Ambiental – Essas não estão totalmente cobertas por edificações, tem forma de recuperá-la para devolvê-la sua função ambiental;
- **Índice 3:** Plantio de Adensamento – São espaços que podem receber arborização ou ainda ser estruturada em situação de uma praça ou equipamentos diversos para a população;
- **Índice 4:** Plantio de Reposição – Áreas que já dispõe de arborização, no entanto ainda apresentam espaços para pequeno plantios;
- **Índice 5:** Estruturadas – Áreas que estão bem estruturadas e atendendo plenamente sua função ambiental.

6.8 - Qualidade do Sistema de Espaços Livres e Áreas Verdes – Resultados

A avaliação da qualidade dos espaços livres e áreas verdes foi realizada através de uma série de visitas às áreas verdes, seguidas de sua classificação detalhada. Em abril de 2024, todas as 993 áreas verdes foram completamente inspecionadas, e os dados coletados foram organizados nas Tabelas 9 e 10, com análises estatísticas específicas por região administrativa.

Os dados foram divididos entre a Tabela 11 e a Tabela 12 para otimizar a análise e apresentação das informações. A Tabela 9 abrange as Zonas Norte e Oeste, enquanto a Tabela 10 foca nas Zonas Sul e Leste. Essa divisão foi estrategicamente feita para destacar as diferenças regionais e facilitar comparações dentro de grupos de zonas com características semelhantes. A abordagem permite uma análise mais detalhada e específica das variáveis que afetam cada grupo de regiões, melhorando a compreensão das necessidades e desafios específicos de cada área. Além disso, essa estrutura facilita a identificação de padrões e a elaboração de estratégias de planejamento urbano direcionadas, garantindo uma gestão mais eficaz dos espaços verdes.

Tabela 11: Área de Espaços Livres e Áreas Verdes da Zona Norte e Zona Oeste do Município do Natal.

R. A.	BAIRRO	ÁREA (ha)	SITUAÇÃO 1 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 2 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 3 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 4 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 5 DAS ÁREAS VERDES	TOTAL DE ÁREAS VERDES
NORTE	Lagoa Azul	237588,83	129	3	8	18	15	173
	Igapó	10081,62	4	1	2	1	1	9
	N. Sra. da Apresentação	227662,44	9	2	2	6	6	25
	Pajuçara	529902,9	31	3	14	11	19	78
	Potengi	440486,72	34	0	42	8	30	114
	Redinha	79386,21	2	1	5	0	9	17
	Salinas	56904,67	4	2	0	2	0	8
SUBTOTAL		1582013,39	213	12	73	46	80	424
OESTE	Quintas	15387,57	5	0	2	2	1	10
	Nordeste	41854,41	6	0	10	0	1	17
	Dix-Sept Rosado	7535,53	2	0	2	1	1	6
	Bom Pastor	30897,25	5	1	7	0	2	15
	N. Sra. de Nazaré	21698,46	4	0	0	0	2	6
	Felipe Camarão	128264,1	20	1	1	4	1	27
	Cidade da Esperança	12186,06	1	0	1	1	2	5
	Cidade Nova	4893,34	1	0	2	0	0	3
	Guarapes	41864,15	5	0	2	0	0	7
Planalto	45575,87	7	1	5	0	1	14	
SUBTOTAL		350156,74	56	3	32	8	11	110

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Tabela 12: Área de Espaços Livres e Áreas Verdes da Zona Sul e Zona Leste do Município do Natal.

R. A.	BAIRRO	ÁREA (ha)	SITUAÇÃO 1 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 2 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 3 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 4 DAS ÁREAS VERDES	SITUAÇÃO 5 DAS ÁREAS VERDES	TOTAL DE ÁREAS VERDES
SUL	Lagoa Nova	106234,04	10	0	13	13	14	50
	Nova Descoberta	4149,24	1	1	2	0	0	4
	Candelária	126128,49	13	0	10	7	3	33
	Capim Macio	145319,9	15	6	4	10	6	41
	Pitimbu	809848,23	9	0	29	2	2	42
	Neópolis	263873,95	16	3	26	17	17	79
	Ponta Negra	134380,84	7	1	5	7	3	23
SUBTOTAL		1589934,69	71	11	89	56	45	272
LESTE	Santos Reis	16352,35	0	0	1	3	0	4
	Rocas	6198,3	0	0	1	3	2	6
	Ribeira	7169,48	1	0	4	2	0	75
	Praia do Meio	3671,95	0	1	1	5	0	7
	Cidade Alta	30765,6	0	2	2	10	11	25
	Petrópolis	14173,13	0	1	5	0	3	9
	Areia Preta	4020,86	0	1	2	3	1	7
	Mãe Luíza	1810,43	1	1	0	0	0	2
	Alecrim	24129,74	3	4	4	8	59	78
	Barro Vermelho	8306,86	0	0	1	1	4	6
	Tirol	13557,1	3	1	3	5	2	14
Lagoa Seca	11386,54	0	0	0	5	17	22	
SUBTOTAL		141542,34	8	11	24	45	99	187
Parque das Dunas		1.203,98	0	0	0	0	0	0
TOTAL*		3.664.851,14	348	37	218	155	235	993

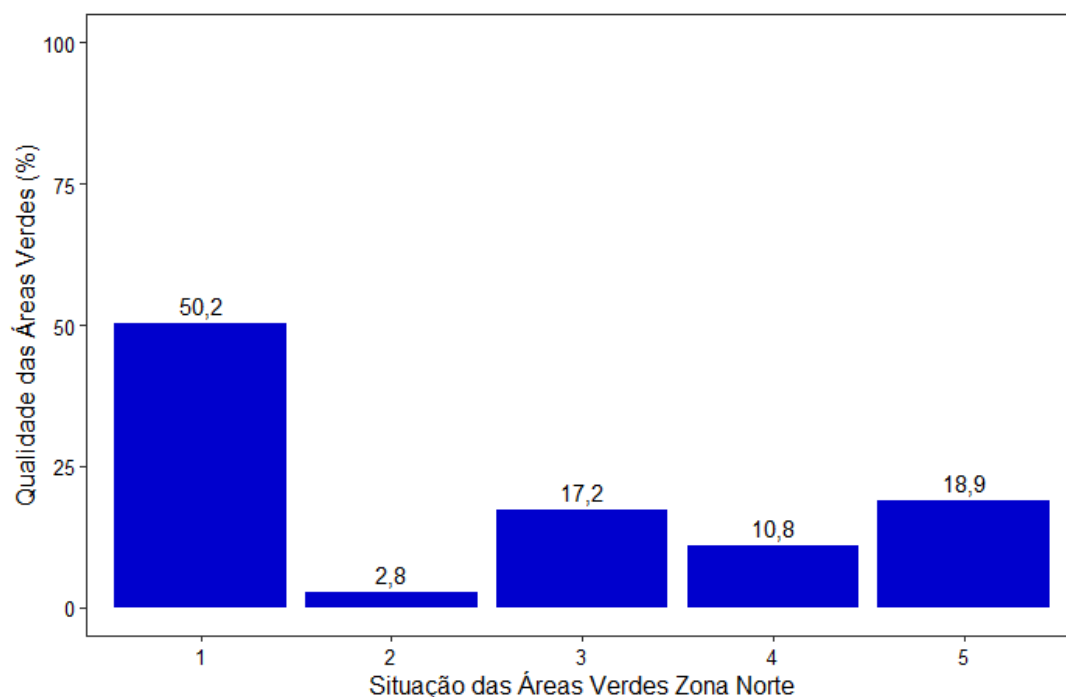
Observação: O valor total é referente ao somatório entre as Zonas (Norte e Oeste) da Tabela 7 e Zona (Sul e Leste) da Tabela 8.

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

6.8.1 RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA NORTE

Com base na visita a 424 áreas, foi possível observar que, na região administrativa norte, o padrão das áreas verdes corresponde às proporções delineadas na Figura 97, apresentada abaixo:

Figura 97: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Norte



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

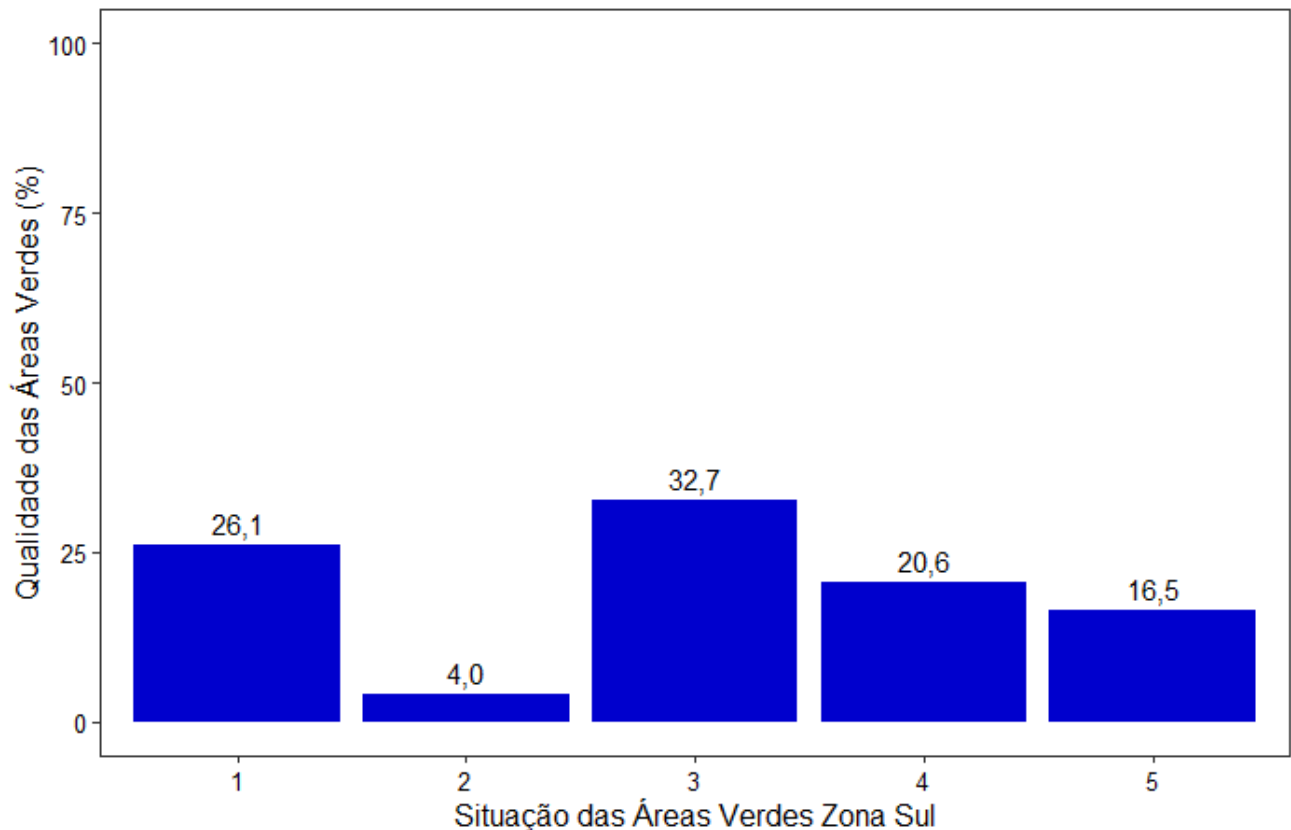
Dos 424 locais inspecionados, as constatações foram as seguintes:

- **213** áreas foram classificadas como **situação 1**, correspondendo a cerca de 50,2% do total;
 - **12** áreas foram categorizadas como **situação 2**, constituindo aproximadamente 2,8% do total;
 - **73** áreas foram classificadas como **situação 3**, representando aproximadamente 17,2% do total;
 - **46** áreas foram atribuídas à **situação 4**, totalizando aproximadamente 10,8% do total;
- e,
- **80** áreas foram designadas como **situação 5**, compreendendo cerca de 18,9% do total das áreas examinadas.

6.8.2 RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA SUL

Com base na visita a 272 áreas, foi possível observar que, na região administrativa sul, o padrão das áreas verdes corresponde às proporções delineadas na Figura 98, apresentada abaixo:

Figura 98: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Sul



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

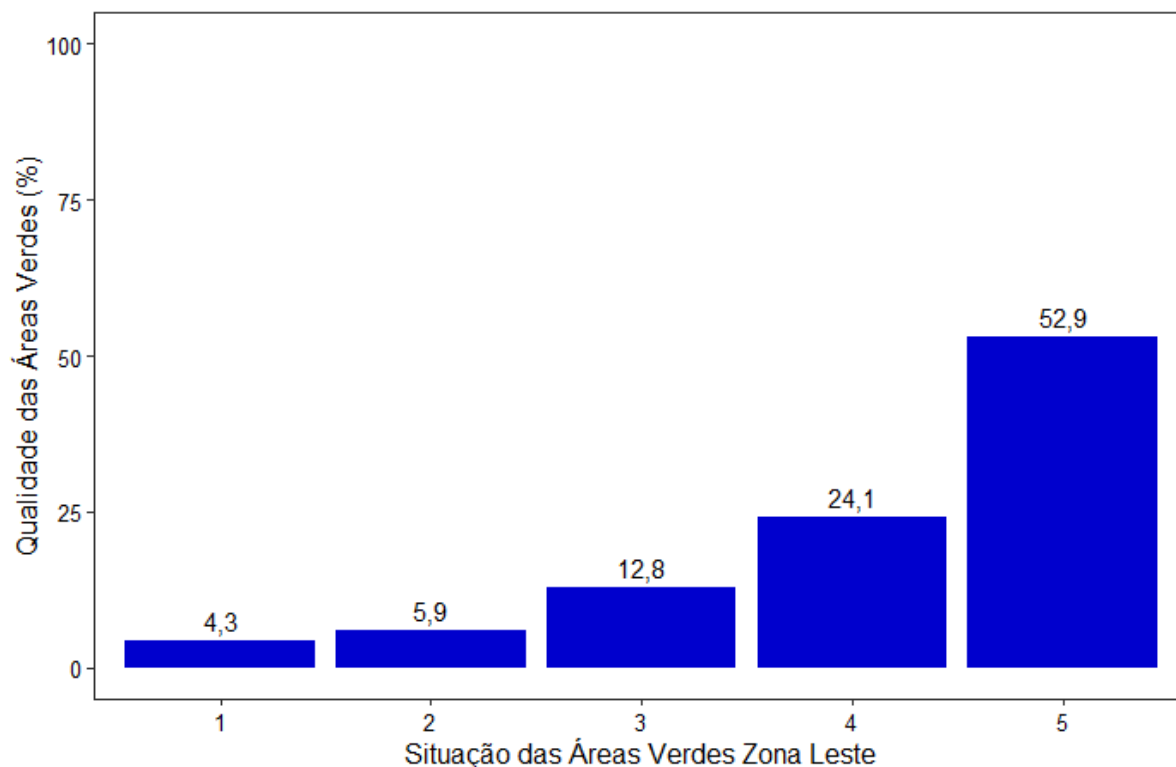
Dos 272 locais inspecionados, as constatações foram as seguintes:

- **71** áreas foram classificadas como **situação 1**, correspondendo a cerca de 26,1% do total;
- **11** áreas foram categorizadas como **situação 2**, constituindo aproximadamente 4,0% do total;
- **89** áreas foram classificadas como **situação 3**, representando aproximadamente 32,7% do total;
- **56** áreas foram atribuídas à **situação 4**, totalizando aproximadamente 20,6% do total; e,
- **45** áreas foram designadas como **situação 5**, compreendendo cerca de 16,5% do total das áreas examinadas.

6.8.3 RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA LESTE

Com base na visita a 187 áreas, foi possível observar que, na região administrativa leste, o padrão das áreas verdes corresponde às proporções delineadas na Figura 99, apresentada abaixo:

Figura 99: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Leste



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

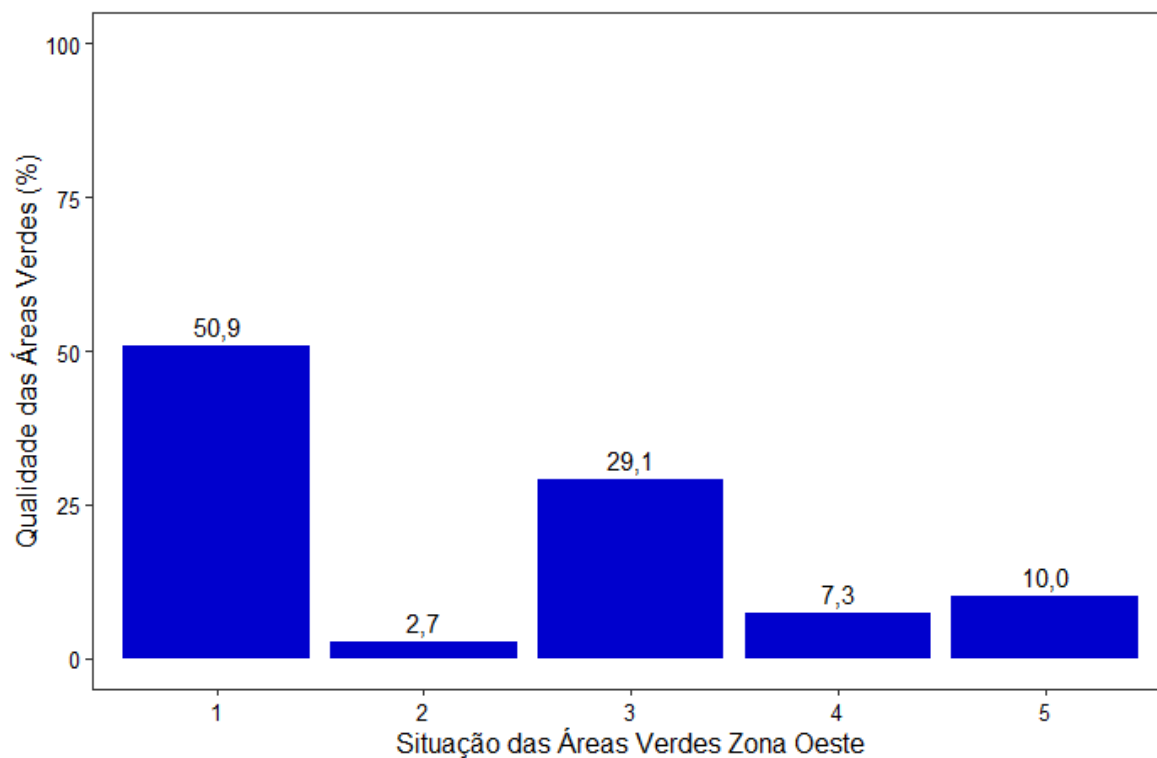
Dos 187 locais inspecionados, as constatações foram as seguintes:

- 8 áreas foram classificadas como **situação 1**, correspondendo a cerca de 4,3% do total;
 - 11 áreas foram categorizadas como **situação 2**, constituindo aproximadamente 5,9% do total;
 - 24 áreas foram classificadas como **situação 3**, representando aproximadamente 12,8% do total;
 - 45 áreas foram atribuídas à **situação 4**, totalizando aproximadamente 24,1% do total;
- e,
- 99 áreas foram designadas como **situação 5**, compreendendo cerca de 52,9% do total das áreas examinadas.

6.8.4 RESULTADOS DA REGIÃO ADMINISTRATIVA OESTE

Com base na visita a 100 áreas, foi possível observar que, na região administrativa Oeste, o padrão das áreas verdes corresponde às proporções delineadas na Figura 91, apresentada abaixo:

Figura 100: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes na Região Administrativa Oeste



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

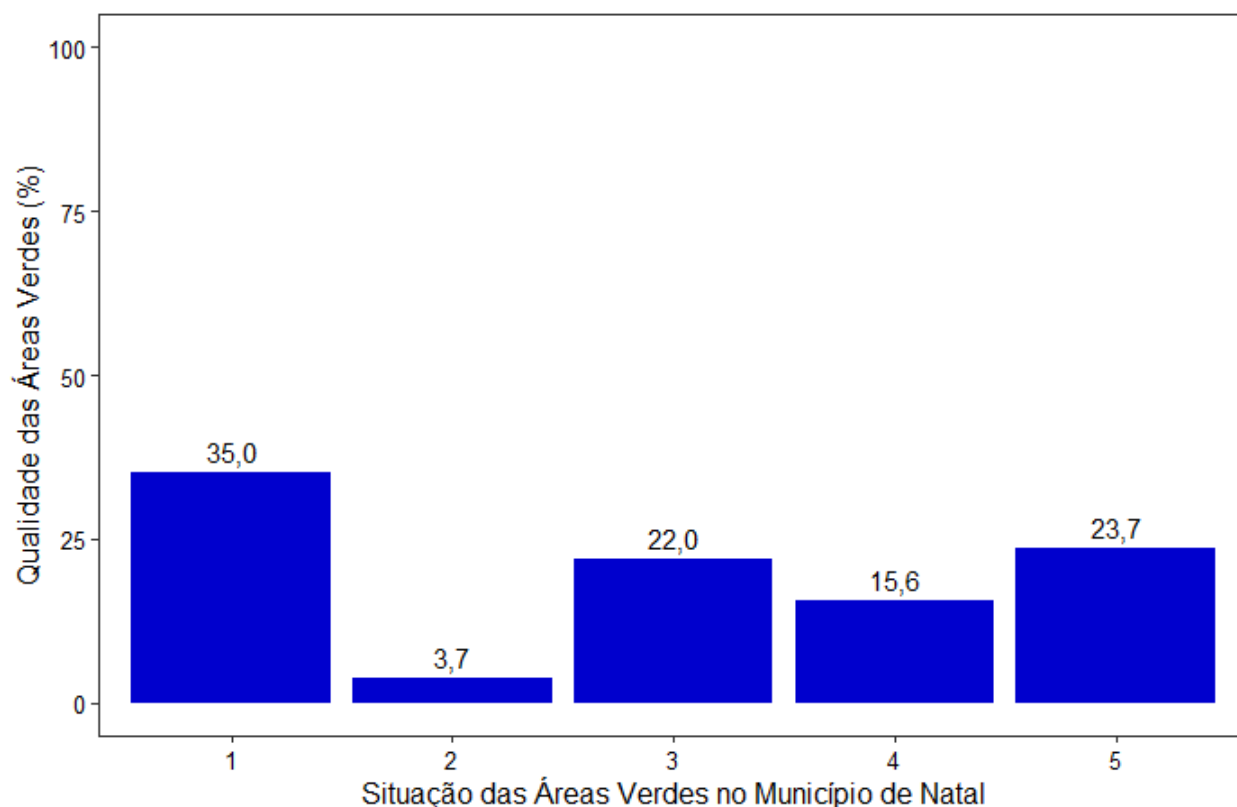
Dos 110 locais inspecionados, as constatações foram as seguintes:

- **56** áreas foram classificadas como **situação 1**, correspondendo a cerca de 50,9% do total;
- **3** áreas foram categorizadas como **situação 2**, constituindo aproximadamente 2,7% do total;
- **32** áreas foram classificadas como **situação 3**, representando aproximadamente 29,1% do total;
- **8** áreas foram atribuídas à **situação 4**, totalizando aproximadamente 7,3% do total; e,
- **11** áreas foram designadas como **situação 5**, compreendendo cerca de 10,0% do total das áreas examinadas.

6.8.5 RESULTADOS PARA O MUNICÍPIO DO NATAL

Com base na visita a 993 áreas, foi possível observar que, em Natal, o padrão das áreas verdes corresponde às proporções delineadas na Figura 101, apresentada abaixo:

Figura 101: Comportamento da distribuição da qualidade das áreas verdes no Município do Natal



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Dos 993 locais inspecionados, as constatações foram as seguintes:

- 348 áreas foram classificadas como **situação 1**, correspondendo a cerca de 35,0% do total;
 - 37 áreas foram categorizadas como **situação 2**, constituindo aproximadamente 3,7% do total;
 - 218 áreas foram classificadas como **situação 3**, representando aproximadamente 22,0% do total;
 - 155 áreas foram atribuídas à **situação 4**, totalizando aproximadamente 15,6% do total;
- e,
- 235 áreas foram designadas como **situação 5**, compreendendo cerca de 23,7% do total das áreas examinadas.

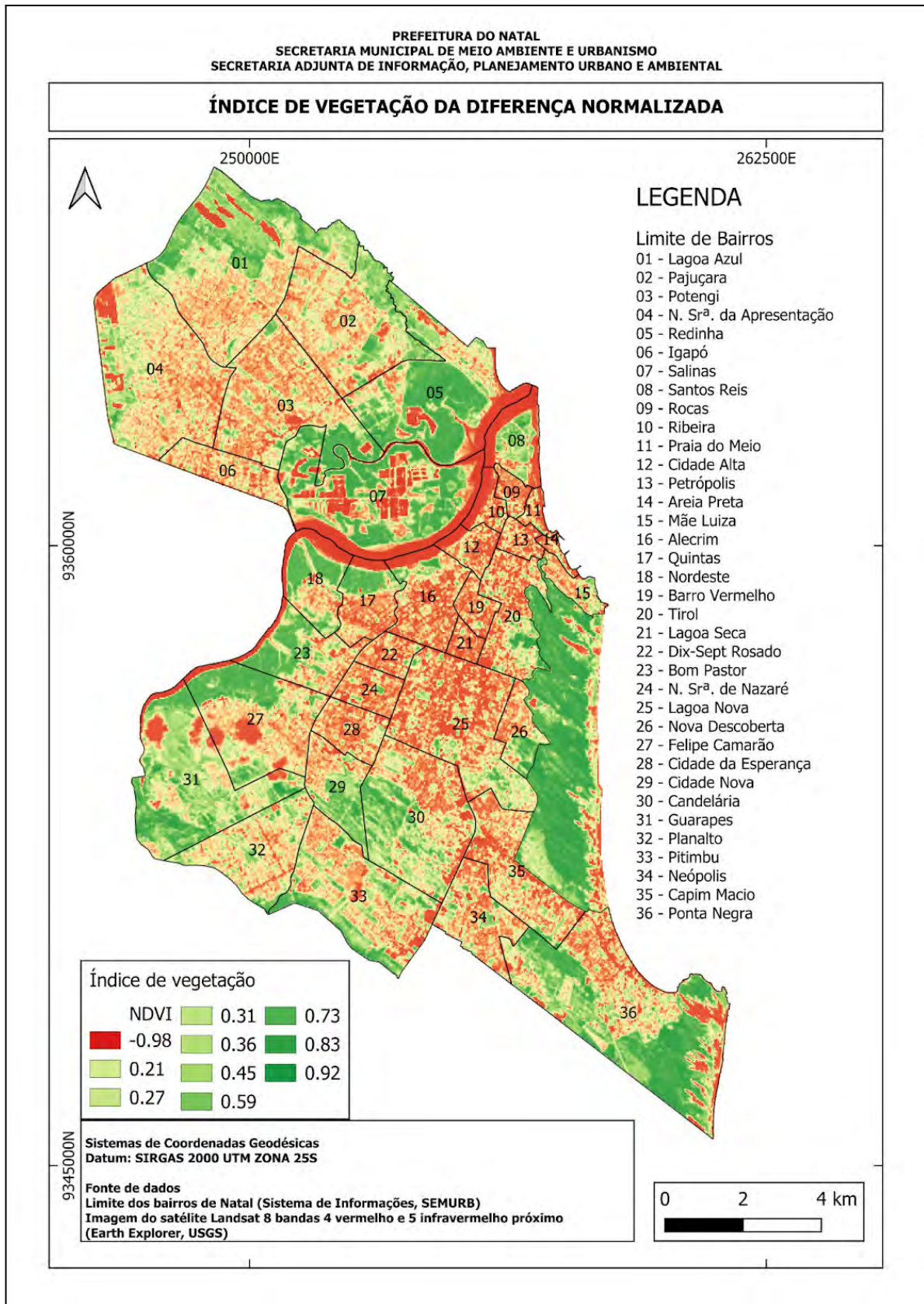
6.9 - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

A cidade do Natal é rodeada por árvores e mata nativa. Entender como está a saúde e densidade da vegetação em áreas urbanas é importante pois quantifica a vegetação de maneira eficiente, auxiliando no monitoramento urbano, mapeando mudanças no uso e cobertura do solo. Essa avaliação permite entender também a distribuição da vegetação, sendo importante elemento para a mitigação de ilhas de calor, melhorando principalmente a qualidade de vida da população. Assim, o índice de vegetação por diferença normalizada (do inglês, Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) é uma ferramenta que auxilia essas avaliações, sendo calculado a partir de imagens de satélite, pela diferença das bandas do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED) (Barros et al. 2020). A equação do NDVI (Eq.15) empregada nos estudos Jensen (1996) e Melo et al. (2011) é descrita como:

$$\text{Eq15. } NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

A vegetação é fundamental para a preservação do meio ambiente e auxilia em um maior conforto térmico, amenizando o calor nas áreas urbanas da cidade. O NDVI mostrou que a saúde da vegetação da cidade do Natal está em boas condições, sendo possível observar boa parte da cidade vegetada, como os bairros Guarapes, Salinas, Ponta Negra e Redinha os com maiores índices de vegetação (Figura 102).

Figura 102: Mapa do índice de vegetação da diferença normalizada da cidade do Natal a partir de imagens de satélite do dia 07/05/2024



Fonte: SMCA/ SEMURB, 2024.

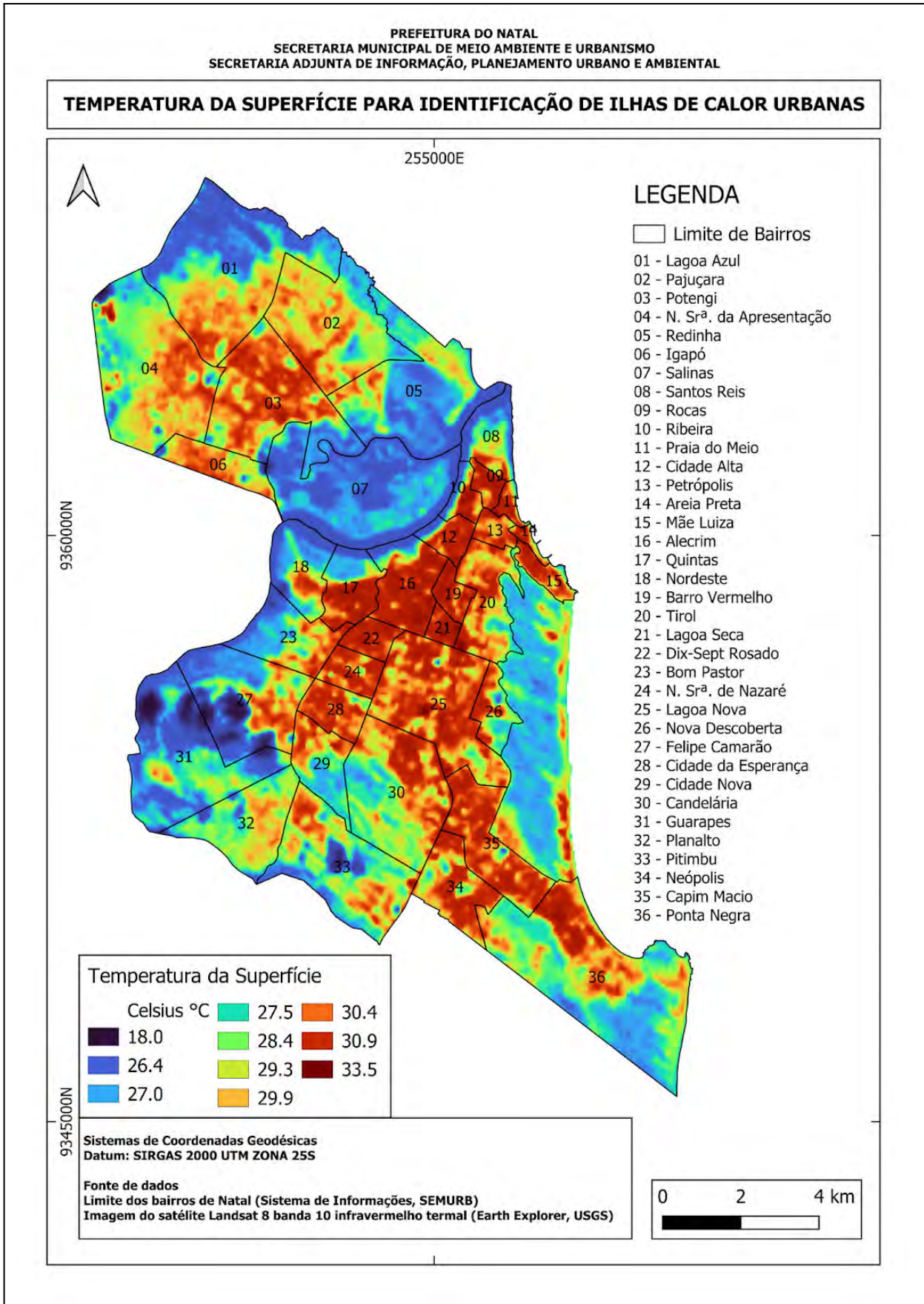
6.10 Temperatura da Superfície Terrestre (TST)

O município do Natal possui alta incidência solar em todas as estações climáticas do ano. Em regiões da cidade que não possuem distribuição de arborização pensada para o conforto térmico humano ocorre um forte aquecimento da superfície e conseqüentemente desconforto térmico, principalmente em decorrência a grande quantidade de construções, sejam comerciais ou de habitações.

A Figura 103 apresenta o mapa de Temperatura da Superfície Terrestre (TST) da cidade do Natal, onde pode-se observar altos índices de temperatura em bairros comerciais e de habitações do município. Portanto, os bairros do Alecrim, Lagoa Seca, Cidade Alta, Barro Vermelho, Quintas, Rocas Dix-Sept Rosado e partes da Praia do Meio possuem altos índices de temperatura da superfície, chegando a 33,5 °C.

Em contraste, regiões bastante arborizadas e vegetadas possuem temperaturas amenas, como é o caso do parque da cidade e das dunas, os bairros Salinas, Planalto, Candelária, Lagoa Azul, Redinha, Santos Reis e grande parte de Ponta Negra e da Zona Norte, com uma variação de aproximadamente 27,5 °C a 30,9 °C. Corpos d'água e resquícios de nuvens são apresentados com maiores tons de azul, com aproximadamente 18 °C e não representam a TST, como está sobreposto nos bairros Guarapes, parte de Felipe Camarão e o centro do bairro Pitimbu.

Figura 103: Mapa da temperatura da superfície terrestre da cidade do Natal a partir de imagens de satélite do dia 07/05/2024



Fonte: SMCA/ SEMURB, 2024.

6.11 Estoque de Carbono

Com advento das mudanças climáticas aumenta a necessidade da utilização de técnicas como o sensoriamento remoto para análises ambientais para observar o estoque de carbono (Silva & Lacerda 2021; Buoro, 2022), como utilizado neste estudo para o município de Natal.

6.11.1 ESTOQUE DE CARBONO NA MATA ATLÂNTICA

Conforme o mapbiomas (2023) os biomas Mata Atlântica e Pampa apresentaram os maiores estoques de Carbono Orgânico do Solo (COS) por hectare em comparação aos demais biomas, sendo observado 50 t/ha para a Mata Atlântica. Nesse sentido, o último ano de estudo do mapbiomas acerca do estoque de carbono revelou que a Mata Atlântica em 2021 estocou 5,5 Gt COS.

6.11.2 ESTOQUE DE CARBONO EM NATAL

Os mapas das Áreas de Prestação de Serviços Ecológicos em Natal/RN (Figura 104) e das Unidades de Conservação (UCs), Subzonas de Preservação e Áreas de Proteção Ambiental (ZPAs) em Natal/RN (Figura 105) destacam regiões com potencial significativo para fornecer serviços ecológicos, particularmente aquelas com grandes quantidades de carbono. O estoque de carbono estimado na Figura 103 é de 42.234,00 toneladas (50 t/ha em 844,68 hectares), enquanto na Figura 104 o estoque é de 258.062,00 toneladas (50 t/ha em 5.161,24 hectares), resultando em um total combinado de 300.296,00 toneladas, ou 0,00031 gigatoneladas. Esse valor representa aproximadamente 0,0057% dos 5,5 gigatoneladas estimados para a Mata Atlântica em todo o Brasil.

Figura 104: Áreas que prestam serviços ecossistêmicos em Natal/RN



 NATAL PREFEITURA		SEMURB SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E URBANISMO	Legenda  Áreas que prestam serviços ecossistêmicos  Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs)  Limite Intermunicipal
EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO Secretaria Adjunta de Informação, Planejamento Urbanístico e Gestão Ambiental			Áreas total: 8.446.793,97 m ² (844,68 ha) 5,02% da área total de Natal
FONTES: SEMURB (Base Cartográfica) Imagens do Google Satellite Pro - Digital Globe. Ano: 2022		MAP 115/2024 19/08/2024 ESCALA: 1:125.000	Camadas consideradas: Áreas Verdes (índice 5) e Áreas de Preservação Permanente (APPs); subtraindo a área de unidades de conservação (UCs) e das subzonas de preservação e conservação em ZPAs.
 Projeção Universal Transversa de Mercator DATUM - SIRGAS 2000 UTM ZONA 25S	MERIDIANO CENTRAL 33W 0 1 2 3 4 km		

Fonte: DGP/SEMURB, 2024.

Figura 105: UCs, Subzonas de preservação e Conservação em ZPAs Natal/RN



Fonte: DGP/SEMURB, 2024.

6.11.3 ÁREAS COM POSSIBILIDADES DE ESTOCAR CARBONO

O mapa 106 destaca áreas com grande potencial de arborização, que podem se tornar importantes áreas de sequestro de carbono no futuro. Essas áreas, que atualmente são subutilizadas ou desmatadas, oferecem oportunidades para iniciativas de reflorestamento e regeneração natural, contribuindo significativamente para a redução das mudanças climáticas. O plantio dessas áreas poderia resultar em um estoque de carbono estimado em 10.020,00 t/ha (50 t/ha em 200,40 ha). Além de fornecer serviços ecossistêmicos fundamentais, como a proteção da biodiversidade e a regulação do ciclo hídrico, a restauração dessas áreas teria um papel crucial no fortalecimento dos esforços de conservação ambiental.

Figura 106: Áreas com potencial de prestar serviços ecossistêmicos em Natal/RN



6.11.4 ÁREAS QUE PODERIAM ESTOCAR CARBONO

O mapa 107 mostra as áreas do município de Natal que potencialmente poderiam estocar carbono, mas que atualmente não estão mais disponíveis para esse fim. Dessa forma, o estoque de carbono seria de 4.585,50 t/ha (50 t/ha X 91,71 ha).

Figura 107: Áreas que não prestam serviços ecossistêmicos em Natal/RN



Fonte: DGP/SEMURB, 2024.

7

Dados e Governança de Implementação



7 - DADOS E GOVERNANÇA DE IMPLEMENTAÇÃO

7.1 - Governança Para Implementação

As mudanças climáticas têm apresentado diversos desafios para as cidades em termos de enfrentamento e adaptação às suas consequências. É importante que as cidades adotem estratégias de adaptação e mitigação climática, integrem ações climáticas em seus planos de desenvolvimento urbano e implementem políticas que visem a resiliência climática. Além disso, a colaboração entre governos, setor privado e sociedade civil é fundamental para enfrentar efetivamente os desafios das mudanças climáticas e criar cidades mais sustentáveis e preparadas para o futuro.

Nesse contexto, a Governança climática local, por meio de inúmeras possibilidades de arranjos institucionais, tem sido uma nova e indispensável ferramenta para o avanço da adaptação nas áreas e nos setores mais expostos e vulneráveis às emergências climáticas, transformando as capacidades locais de resposta e governabilidade em resiliência e sustentabilidade.

Em um conceito mais amplo, o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) define a governança do clima, também conhecida como governança climática internacional, como:

[...] um processo contínuo de discussões e negociações envolvendo um grupo diverso de governos nacionais e locais, organismos internacionais, o setor privado, Organização Não Governamental (ONG) e outros atores sociais.

Não há um modelo de governança predefinido a se seguir. Arranjos institucionais para a governança climática local são sistemas complexos, dinâmicos e altamente dependentes do contexto de cada cidade.

7.1.1 A GOVERNANÇA CLIMÁTICA PODE ENGLOBAL VÁRIAS DIMENSÕES

7.1.1.1 Políticas públicas

Desenvolvimento e implementação de políticas eficazes para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, promover a transição para fontes de energia limpa, incentivar a eficiência energética e fomentar a adaptação às mudanças climáticas.

7.1.1.2 Acordos e tratados internacionais

Negociação e implementação de acordos e tratados internacionais, como o Acordo de Paris, que buscam a cooperação global para reduzir as emissões e lidar com os impactos das mudanças climáticas.

7.1.1.3 Financiamento climático

Mobilização de recursos financeiros para apoiar ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, tanto a nível nacional como internacional.

7.1.1.4 Participação e envolvimento da sociedade civil

Engajamento da sociedade civil, organizações não governamentais, comunidades locais e povos indígenas na tomada de decisões e implementação de políticas climáticas, garantindo uma participação inclusiva e democrática.

7.1.1.5 Monitoramento e relatórios

Estabelecimento de sistemas de monitoramento e relatórios para avaliar o progresso na implementação das políticas climáticas, identificar desafios e oportunidades, e promover a transparência e a prestação de contas.

No contexto da Cidade do Natal, estão sendo implementadas várias iniciativas para fortalecer a governança climática e lidar com os desafios das mudanças climáticas. Algumas das importantes ações realizadas incluem:

7.1.1.5.1 - REESTRUTURAÇÃO DA SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO (SEMURB)

O organograma da SEMURB foi alterado, por meio do Decreto nº12.341/2021, criando o Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes (SMCA). Essa medida demonstra o compromisso da cidade em implementar sua agenda climática e fortalecer sua capacidade de atuação.

7.1.1.5.2 - REVISÃO DO PLANO DIRETOR DO NATAL (PDN)

Através da Lei Complementar nº208/2022, o PDN foi atualizado para incorporar instrumentos que apoiam e impulsionam as ações relacionadas às mudanças climáticas. Destaca-se a criação do Plano Municipal para Mudanças Climáticas, que estabelece diretrizes e metas para a elaboração e execução de políticas nessa área. Além deste, outros instrumentos importantes também foram instituídos, como o Sistema de Espaço Livres e Áreas verdes, que tem como objetivo assegurar a conservação e recuperação dos serviços ambientais e ecossistêmicos prestado pelos espaços que compõe esse sistema, em especial aqueles relacionados à segurança hídrica, biodiversidade, proteção do solo e regulação climática.

7.1.1.5.3 - INCLUSÃO DE PROGRAMAS E AÇÕES NO PLANO PLURIANUAL DA SEMURB

A SEMURB definiu programas e ações específicas para a temática das mudanças climáticas em seu Plano Plurianual, bem como prevê recursos orçamentários para estudos e ações relacionadas.

7.1.1.5.4 - INSTITUIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO (GT) SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Criado por meio da Portaria Nº. 017/2023 – GS/SEMURB, 26 de junho de 2023, tendo como objetivo desenvolver estudos e promover ações concretas e sustentáveis que contribuam para a resiliência climática e a proteção do ambiente urbano do Natal. O Grupo de Trabalho é composto por servidores lotados na SEMURB.

Essas medidas demonstram a preocupação da cidade em enfrentar os desafios das mudanças climáticas, integrando-as em sua estrutura organizacional, planejamento urbano e gestão ambiental. Esses esforços reforçam o compromisso com a sustentabilidade e a busca por uma cidade mais resiliente e preparada para lidar com os efeitos das mudanças climáticas. Serão mais explicados a seguir.

7.1.2 - ESTRUTURAÇÃO DO ORGANOGRAMA DA SEMURB

Com a crescente preocupação com o meio ambiente e a necessidade de um planejamento mais estratégico para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB) decidiu realizar mudanças em seu organograma (Figura 108) publicado no decreto nº 12.249 de 30 de junho de 2021.

A principal alteração foi a criação do Setor de Mudanças Climáticas, que passa a integrar a estrutura da SEMURB ao lado do Setor de Arborização e Áreas Verdes. Essa fusão tem como objetivo aperfeiçoar a gestão das áreas verdes da cidade, por meio da integração de políticas de meio ambiente e mudanças climáticas. O decreto nº 12.342 de Outubro de 2021, no setor artigo 54, ditou as competências referentes ao setor, são elas:

I - elaborar estudos, planos e ações ambientais nas áreas de Mudanças Climáticas, Arborização, Áreas Verdes e espaços públicos;

II - executar as ações previstas para a manutenção do Sistema de Áreas Verdes do Município;

III - formar banco de dados com todas as ações previstas para o sistema de áreas verdes, arborização e mudanças climáticas a serem realizadas no Município;

IV - elaborar o Plano Municipal de Arborização;

V - elaborar planos de ação e afins para implementação da arborização urbana no município do Natal;

VI - fornecer suporte técnico ao licenciamento ao que compete aos Projetos de Arborização, áreas verdes e mudanças climáticas;

VII - elaborar e monitorar os estudos sobre Planos de Recuperação de Área Degradada (PRAD);

VIII - elaborar sistema de identificação, monitoramento e otimização de usos das áreas verdes e espaços públicos da cidade;

IX - articular as políticas públicas de sua competência junto aos demais órgãos;

X - elaborar o Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas;

XI - compilar os dados climáticos e elaborar projetos, planos de ação e afins para adaptação climática;

XII - articular e participar de ações, projetos e programas relacionados às suas competências;

XIII - subsidiar o processo de definição de áreas para compensação ambiental e demais instrumentos de cunho ambiental;

XIV - estimular e participar de estudos e pesquisas, em parceria com instituições de ensino, organizações não-governamentais e associações de municípios com relação à Arborização, áreas verdes e mudanças climáticas;

XV - estimular ações de recuperação, manutenção, conservação, preservação e ampliação das áreas verdes da cidade, índices de Arborização, e adaptação de mudanças climáticas;

XVI - subsidiar tecnicamente outros setores naquilo que lhe compete;

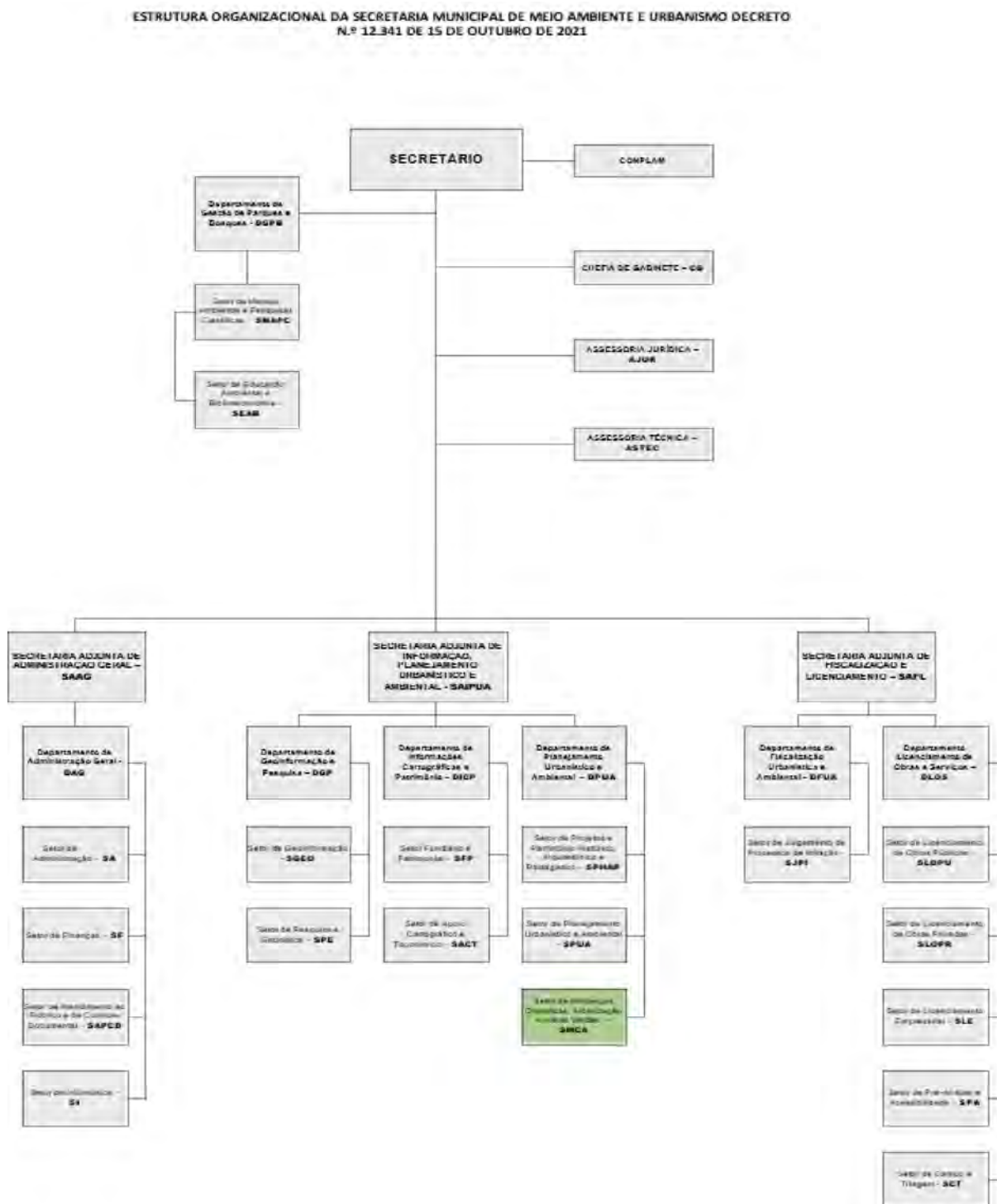
XVII - exercer outras atividades correlatas, especialmente as que lhe forem atribuídas.

A preocupação com as mudanças climáticas vem crescendo a cada dia, e a atuação dos setores administrativos é uma iniciativa importante para coordenar políticas que promovam a sustentabilidade e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na cidade. O Setor de Mudanças

Climáticas passará a ter um papel fundamental na criação e implementação de projetos voltados para a mitigação dos efeitos do aquecimento global, planejados em conjunto com o Setor de Arborização e Áreas Verdes.

A gestão dessas áreas, com a mudança do organograma, permitirá uma distribuição mais estratégica de recursos e esforços no sentido de atender às demandas do meio ambiente e das mudanças climáticas. Nesse sentido, a SEMURB assume uma postura ativa na proteção do meio ambiente e no enfrentamento das mudanças climáticas, demonstrando responsabilidade e compromisso com as gerações presentes e futuras.

Figura 108: Estrutura Organizacional da SEMURB (Regulamentada pelo Decreto nº. 12.341 de 15 de outubro de 2021)



7.1.3 - PLANO DIRETOR DO NATAL (LEI COMPLEMENTAR Nº 208/2022)

O novo Plano Diretor do Natal, instituído pela Lei Complementar Nº 208/2022, tem como uma de suas principais preocupações a questão das mudanças climáticas. Para lidar com esse tema, o plano incluiu uma seção específica sobre a elaboração do Plano Municipal de Mudanças Climáticas, que é um instrumento que estabelece metas e medidas para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas na cidade.

Os artigos 156 a 160 da referida lei, que abordam o Plano Municipal para Mudanças Climáticas, tratam do conjunto de definições, princípios, objetivos, diretrizes e metas para as mudanças climáticas, devendo ser balizado pela Lei Federal 12.187/2009 – Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), pelo Decreto Federal 9.578/2018 – Regulamentação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, pelos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), pelos relatórios do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e pelas decisões da Conferência das Partes (COP) da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Esta seção do plano orienta as políticas públicas municipais relacionadas ao tema, estabelecendo metas e indicadores para reduzir a emissão de gases de efeito estufa e minimizar os impactos das mudanças climáticas na cidade. Além disso, o plano também indica ações a serem realizadas para aumentar a capacidade de adaptação do município às mudanças climáticas, promover a sustentabilidade urbana e incentivar a participação e colaboração dos diferentes setores e grupos da sociedade.

De acordo com a Lei Complementar, o Art. 160 determina que o Plano Municipal de Mudanças Climáticas (PMMC) deve conter:

- I - Inventário Municipal de Emissão de gases de efeito estufa;
- II - Meta definida de redução das emissões antrópicas de gases de efeito em 50% até 2050;
- III - Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono;
- IV - Mecanismos e instrumentos para participação de diferentes atores na sua elaboração e execução;
- V - Implementação multissetorial e institucional;
- VI – Atenção especial a grupos vulneráveis;
- VII - Iniciativas de educação ambiental e capacitação para ações de conscientização, prevenção e adaptação;
- VIII – Articulação com outros municípios e estados para promoção de ações conjuntas;
- IX – Criação de instrumentos econômicos para mitigação e adaptação.

Com a elaboração do Plano Municipal de Mudanças Climáticas, Natal, assim como outros municípios do país, busca se tornar mais resiliente, sustentável e preparado para lidar com os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

7.1.4 - PLANO PLURIANUAL - PPA

Estão previstos no Plano Plurianual da Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo do Natal as atividades/projetos:

Atividade/Projeto 1118: Implementação de projeto de atenção às mudanças climáticas, que tem como recurso previsto o valor de R\$ 700.000,00, tendo como metas os pontos:

- Elaborar inventário das fontes de absorção, gerando estoque de carbono nas áreas verdes;
- Elaborar inventário das fontes de emissão de gases de efeito estufa no município;
- Elaborar estudo de vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas;
- Elaborar plano municipal de adaptação às mudanças climáticas;
- Elaborar uma política municipal para as mudanças climáticas.

Atividade/Projeto 1613: Promoção da arborização do Natal, que tem como recurso previsto o valor de R\$ 1.100.000,00, tendo como metas os pontos:

- Elaborar inventário arbóreo para calçadas, canteiros, praças e áreas verdes públicas;
- Realizar o plantio de 50.000 mudas de plantas entre as quatro regiões administrativas da cidade;
- Implantar projeto de produção de árvores frutíferas.

7.2 - Levantamento de Dados

O levantamento de dados é um processo que começa com a identificação das fontes geradoras, passando pela coleta de informações, análise e tratamento dos dados. A seguir, estes serão tratados setor por setor.

7.2.1 - ENERGIA ESTACIONÁRIA

Nesse setor estão incluídas as emissões antrópicas devido à produção, transformação, distribuição e consumo de diferentes formas de energia. O levantamento desses dados foi feito por meio de solicitações via ofícios enviadas à Neoenergia COSERN, à Associação Potiguar de Energias Renováveis (APER) e à Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (FIERN).

7.2.2 - TRANSPORTE

No estudo relativo ao transporte, estão incluídas as emissões provenientes da queima de combustíveis e oriundos do consumo de energia elétrica relacionada a sistemas de transporte de carga e passageiros. Conforme estratégia metodológica, são quantificadas as emissões de CO₂, N₂O e CH₄ dos modais de transporte, seja de carga ou passageiros: Rodoviário; Ferroviário; Hidroviário e Aviação.

Estes dados foram adquiridos por meio de ofícios enviados à Secretaria de Mobilidade Urbana (STTU) e à Secretaria de Tributação do Rio Grande do Norte (SET/RN), à Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), e à Companhia de Docas do Rio Grande do Norte (CODERN).

7.2.3 - RESÍDUOS

Neste setor estão incluídas as emissões relacionadas com as seguintes atividades no âmbito de gestão de resíduos: Disposição final de resíduos sólidos; Incineração de resíduos sólidos, Tratamento biológico de resíduos sólidos orgânicos e Tratamento e destinação de efluentes líquidos. Os resíduos podem ser gerados e tratados dentro dos limites do município, ou ainda em diferentes municipalidades.

O levantamento desses dados foi feito via ofícios enviados à Companhia de Serviços Urbanos do Natal (URBANA) e a CAERN. Os dados obtidos da URBANA correspondem à quantidade de toneladas de resíduos coletados no município do Natal no período de 2018 a 2022. Quanto aos dados da CAERN foram solicitados os dados de vazões de entrada das estações de tratamento de esgoto (ETEs) do município do Natal.

7.2.4 - AGRICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO

7.2.4.1 - Supressão Vegetal

A supressão da vegetação de fragmentos naturais ocorre em função da modificação do uso do solo para edificação, envolvendo usos residenciais e comerciais. Já a supressão de árvores urbanas isoladas, exóticas e nativas, são justificadas a partir de circunstâncias como: Adequação de vias e calçadas, danos ao patrimônio público ou privado, edificações, reformas e ampliação residencial ou de empreendimentos, ou ainda, por questões de acessibilidade. A lei municipal 6.058/2010 regulamenta a supressão das árvores do município, condicionando a supressão (logradouro público ou área privada) à Autorização Ambiental da SEMURB.

Os processos de Autorização Ambiental para supressão vegetal são tramitados no Portal Directa Natal, desde novembro de 2019. Anteriormente, no período de 2014 a 2019 era utilizado o Sistema CAF para essa tramitação, e anterior ao CAF os processos eram tramitados por meio físico (documentos impressos em papel). Os sistemas utilizados não foram desenvolvidos de forma a se obter, praticamente, os dados das árvores que foram autorizadas para supressão vegetal.

A partir de 2022, a SEMURB passou a utilizar o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLO) para tramitação de processos de Autorização Ambiental de Supressão Vegetal que envolvem solicitação de supressão vegetal em fragmentos de Mata Atlântica. Para o levantamento de dados de supressão vegetal, foram analisados todos os processos de Autorização Ambiental para Supressão Vegetal no período de 2018 a 2022, através dos arquivos dos analistas ambientais da SEMURB.

7.2.4.2 - Aquicultura

As emissões provenientes deste setor estão geralmente relacionadas às alterações e formas de uso do solo, como por exemplo agricultura, criação de animais ou uso de fertilizantes. Os dados levantados neste setor foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas. O Censo de Aquicultura do município, consta apenas os resultados para o ano de 2021.

7.2.5 - PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS

As emissões geradas neste setor estão relacionadas aos processos produtivos, e transformações físicas ou químicas do uso de substâncias. Para este setor, foram obtidos dados

acerca da quantidade de indústrias em atividade no município, seu tipo e sua finalidade por produto, conseguidos por meio de ofícios enviados à FIERN.

7.3 - Dados Obtidos

É a partir dos dados obtidos, e utilizando o recurso estatístico de Regressão Linear, na qual é composta pela utilização de uma linha de tendência linear para prever valores futuros com base em padrões históricos, realizou-se uma projeção futura anual para 2030 e 2050 para os dados de entrada baseados nos últimos 05 (cinco) anos do levantamento de energia estacionária, mobilidade urbana, resíduos sólidos, efluentes líquidos e supressão vegetal. Com o levantamento, tratamento e análise desses dados, será possível calcular a quantidade estimada de GEE emitida e, a partir disso, implementar políticas e programas para a redução das emissões e a mitigação do impacto das mudanças climáticas.

7.3.1 - ENERGIA ESTACIONÁRIA - DADOS (2010 A 2023)

Os dados abaixo correspondem à distribuição e consumo de energia elétrica nos limites do município do Natal no período de 2010 a 2023 (Tabela 13).

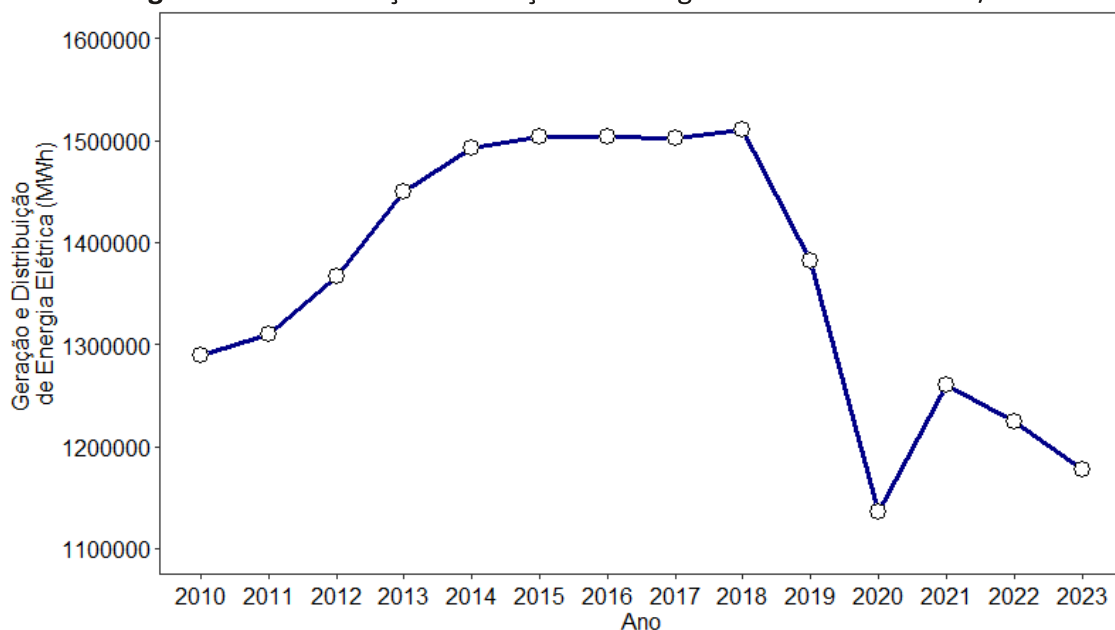
Tabela 13: Distribuição e Geração de energia estacionária - Natal/2010 a 2023

ANO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MWh)	1.289.204	1.309.441	1.367.096	1.449.192	1.492.656	1.504.119	1.503.346	1.502.308	1.510.692	1.382.206	1.136.413	1.260.343	1.223.579	1.177.592

Fonte: SEMURB, com base nos dados da COSERN, 2024.

Nesse sentido, observou-se um aumento no consumo de energia elétrica ao longo do período de 2010 a 2018, passando de 1.289.204 MWh para 1.510.692 MWh, representando um acréscimo de aproximadamente 221.488 MWh ao longo de oito anos. Entretanto, em 2019, houve uma queda para cerca de 1.382.206 MWh. Posteriormente, após o ano de 2021, os valores apresentaram uma tendência decrescente, conforme ilustrado na Figura 109.

Figura 109: Distribuição e Geração de energia estacionária – Natal/2010 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da COSERN, 2024.

Na Tabela 14, apresentam-se os dados obtidos através da Distribuição e Geração de energia estacionária, contemplando aspectos como o consumo em residências, indústrias, estabelecimentos comerciais, públicos, que engloba poder público e serviço público, e outros, englobando consumo próprio, iluminação pública e rural.

Tabela 14: Distribuição e Geração de energia estacionária conforme uso- Natal/2010 a 2023

ANO	GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (MWh)					TOTAL
	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	COMERCIAL	PÚBLICOS*	OUTROS**	
2010	530.637	59.210	512.442	141.697	45.218	1.289.204
2011	548.232	55.122	521.170	140.374	44.544	1.309.441
2012	564.288	54.841	554.222	149.254	44.491	1.367.096
2013	612.888	56.877	559.475	175.897	44.055	1.449.192
2014	640.731	57.349	584.431	165.711	44.434	1.492.656
2015	646.205	53.471	588.154	168.154	48.135	1.504.119
2016	653.796	53.835	579.441	165.627	50.647	1.503.346
2017	648.808	54.784	583.131	166.265	49.321	1.502.308
2018	656.140	54.615	585.063	166.251	48.624	1.510.692
2019	674.456	27.794	469.224	156.561	54.171	1.382.206
2020	635.913	14.992	327.213	112.191	46.103	1.136.413
2021	688.243	16.113	378.873	118.103	59.009	1.260.343
2022	659.785	15.660	363.907	129.794	54.433	1.223.579
2023	653.768	13.124	322.797	133.675	54.228	1.177.592

*Consumo referente ao Poder Público/Serviço Público.

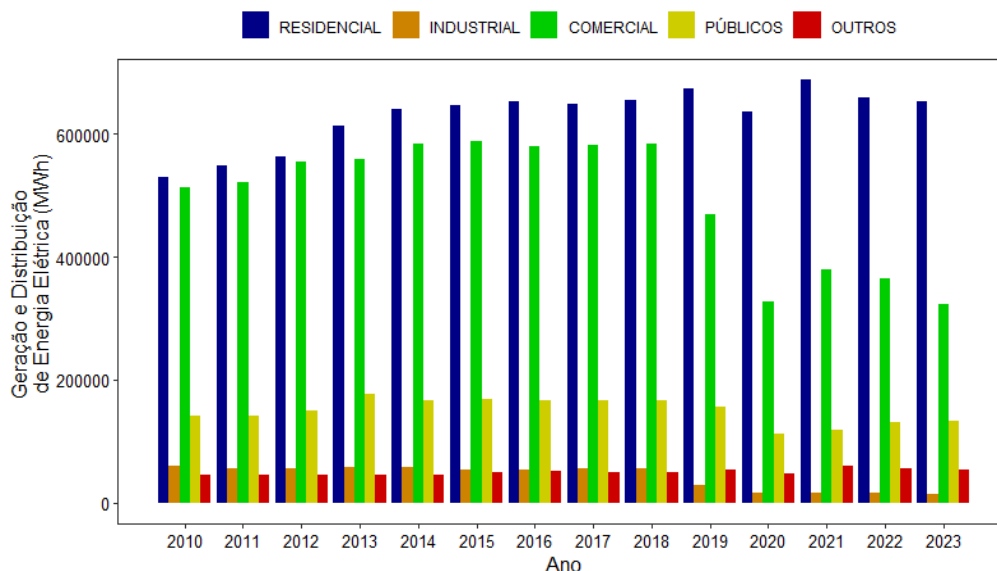
**Consumo próprio, iluminação pública e rural.

Fonte: SEMURB, com base nos dados da COSERN, 2024.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo da rede elétrica, no primeiro semestre de 2020, foi 4,5% inferior ao observado no mesmo período de 2019. O mês de maio foi o de redução mais severa, sendo 11% inferior ao mesmo mês do ano passado. Indústria e comércio foram os setores mais afetados. A redução do consumo se deve aos impactos da pandemia.

Além disso, vale destacar que o setor que mais utiliza energia são as residências, seguidos do setor comercial. Já o industrial mantém constante com o passar dos anos abaixo dos 100.000 MWh (Figura 110). Com a diminuição da distribuição de energia entre os anos de 2019 a 2020, foi observado uma repetição para este declínio durante a projeção de 2030 e 2050.

Figura 110: Distribuição e Geração de energia estacionária – Natal/2010 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da COSERN, 2024.

7.3.1.1 - Energia Solar - Dados (2015 a 2023)

A potência instalada de energia solar distribuída em Natal, até o dia 30/06/2023, corresponde a uma geração de energia para atender aproximadamente 35.860 domicílios. Na Tabela 15 os estudos referentes à quantidade de sistemas conectados anualmente à rede, potência instalada anualmente e quantidade acumulada de sistemas conectados à rede entre os anos antes de 2015 até o ano de 2023.

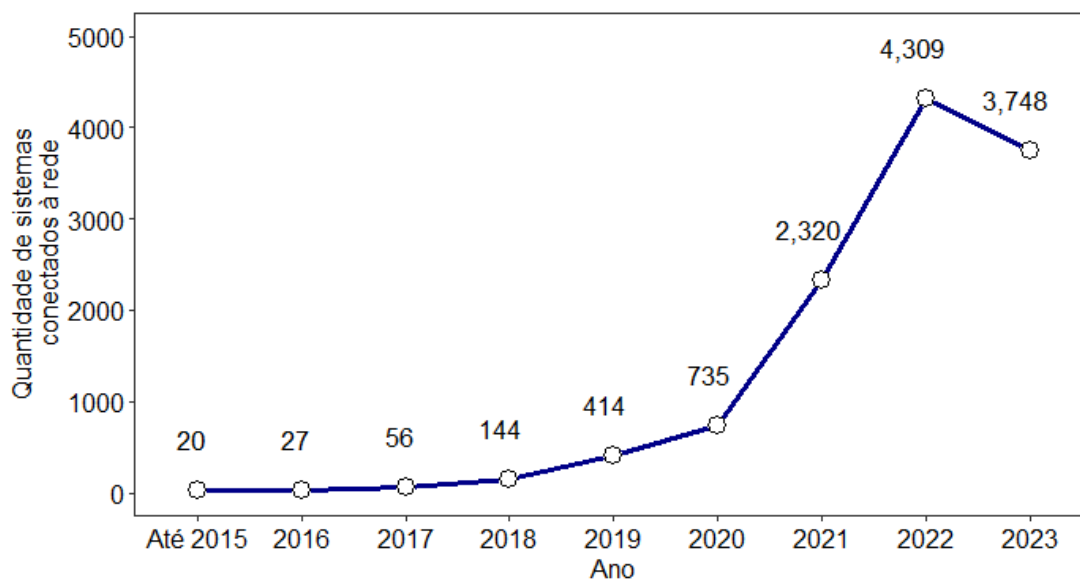
Tabela 15: Energia Solar - Quantidade de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023

ANO	Até 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Quantidade de sistemas conectados anualmente à rede	20	27	56	144	414	735	2.320	4.309	3.748

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Associação Potiguar de Energias Renováveis (APER), 2024.

Portanto, pode-se constatar que até o ano de 2015, apenas 20 sistemas de energia solar haviam sido instalados. Nos anos subsequentes, 2016 e 2017, o crescimento foi modesto. No entanto, em 2018, observou-se um aumento gradual, e nos anos seguintes, de 2019 a 2022, uma demanda significativa por serviços de energia solar, atingindo um pico de 4.309 sistemas conectados. Entretanto, em 2023, houve uma redução para 3.748 sistemas conectados, como evidenciado na Figura 111.

Figura 111: Energia Solar - Quantidade de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

Do mesmo modo, que foi analisada a quantidade de sistemas conectados na cidade do natal, foi feito o seu acumulado, para compreender o crescimento significativo deste setor, sendo possível de ser analisado na Tabela 16, no qual contém esses valores dentre os anos.

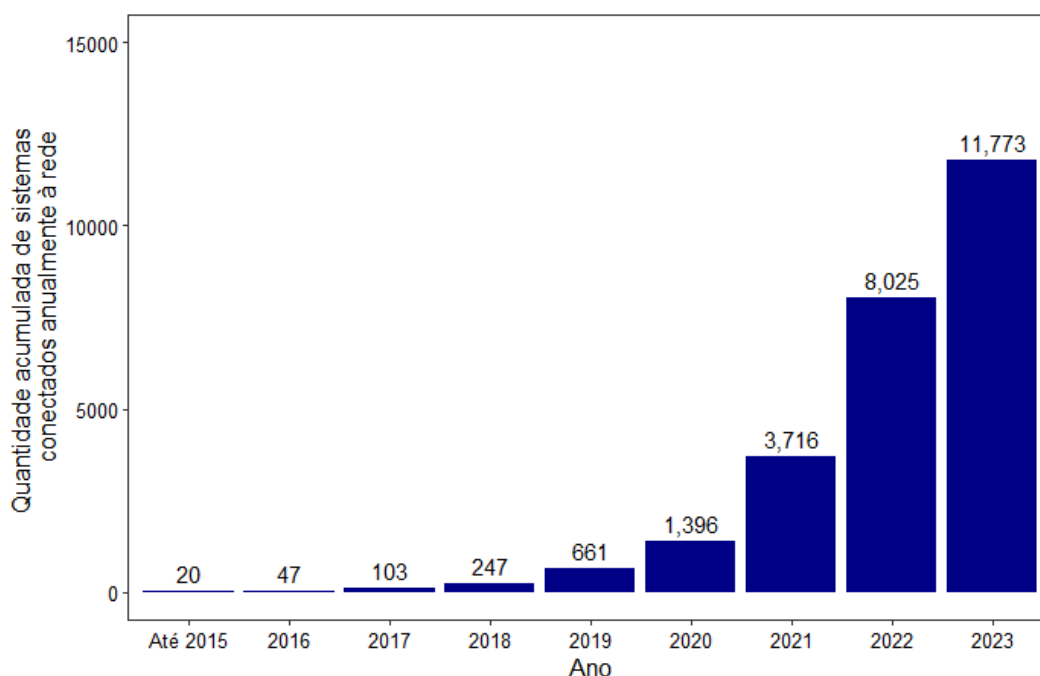
Tabela 16: Energia Solar – Quantidade acumulada de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023

ANO	Até 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Quantidade acumulada de sistemas conectados anualmente à rede	20	47	103	247	661	1.396	3.716	8.025	11.773

Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

Além disso, para ficar mais representativo e dinâmico, foi feita a distribuição temporal com o passar dos anos, sendo observados na Figura 112 no qual mostra como ocorreu o aumento neste município, no qual é bastante perceptível que em geral, os valores praticamente dobram em relação ao ano anterior analisado, demonstrando-se assim uma boa perspectiva neste setor.

Figura 112: Energia Solar - Quantidade acumulada de sistemas conectados em Natal - 2015 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

No que diz respeito à potência instalada em Natal, verifica-se anualmente que, até o ano de 2015, era de 285,59 kWp. No último dado coletado em 2023, esse valor aumentou significativamente para 34.358,94 kWp. Em um período de oito anos, houve um acréscimo superior a 30.000,00 kWp. Esses dados estão detalhados na Tabela 17.

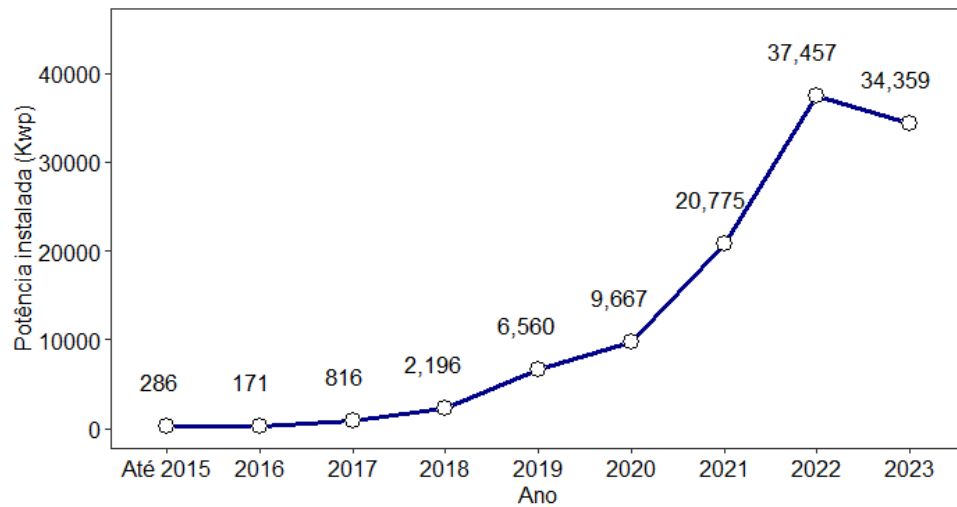
Tabela 17: Energia Solar – Potência instalada (kWp) anualmente em Natal - 2015 a 2023

ANO	Até 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Potência instalada (kWp)	285,59	170,78	816,30	2.196,22	6.559,79	9.667,26	20.775,38	37.456,85	34.358,94

Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

Com relação ao gráfico anual (Figura 113) da Potência instalada (kWp), demonstra que essa evolução, até o ano de 2017 não ultrapassa 1000 kWp e, até 2020 não chegavam em 10.000 kWp e em 2022 teve um acréscimo 4 vezes a mais que o ano de 2020, chegando em mais de 37 mil kWp.

Figura 113: Energia Solar – Potência instalada (kWp) anualmente em Natal - 2015 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

Além disso, a Potência instalada acumulada do Natal, pode ser observada na tabela 18, no qual demonstra como foi o crescimento gradativo da potência nos anos e o quanto chegou nos últimos dados registrados.

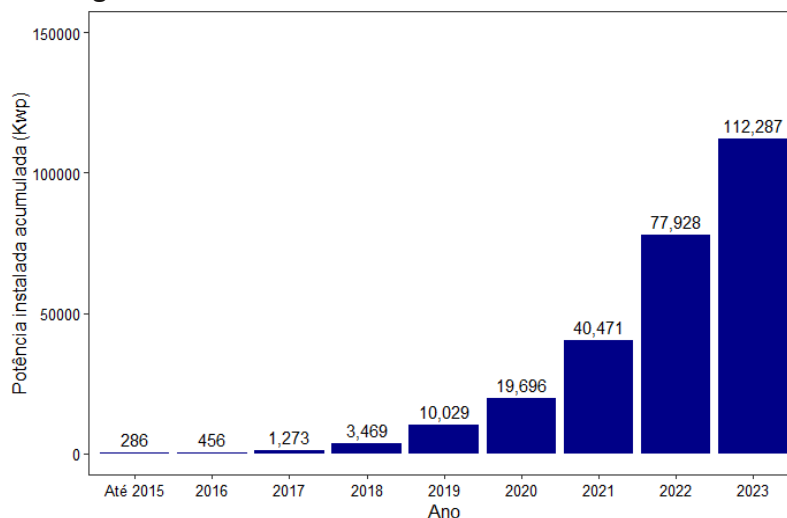
Tabela 18: Energia Solar – Potência instalada acumulada em Natal - 2015 a 2023

ANO	Até 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Potência instalada acumulada (kWp)	285,59	456,37	1.272,67	3.468,89	10.028,68	19.695,94	40.471,32	77.928,17	112.287,11

Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

Portanto, foi possível observar na Figura 114 que, nos anos de 2015 e 2016 esses valores não chegaram a 1.000 kWp, nos anos de 2017 e 2018 não chegaram nem a 4.000 kWp. Todavia, no ano de 2019 teve um aumento significativo passando dos 10.000 kWp, em 2020 ficou próximo dos 20.000 kWp, em 2021, dobrou os valores, passando dos 40.000 kWp, em 2022 quase que dobrou também os valores comparado a 2021 e, em 2023 último registro ficou acima dos 112.000 kWp.

Figura 114: Energia Solar - Potência instalada acumulada em Natal - 2015 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

7.3.1.2 - Usinas e agentes de geração de energia em Natal – 2023

As informações apresentadas na Tabela 19 dizem respeito a empresas ou, em circunstâncias específicas, a indivíduos que possuem autorização ou registro para desenvolver ou operar projetos de geração de energia elétrica. Esses dados foram obtidos através de uma pesquisa realizada no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em março de 2024. Os dados coletados estão divididos em dois setores principais: o de energia proveniente de fontes fósseis e o de energia solar.

É interessante notar a diversificação de fontes de energia consideradas nesses dados. Enquanto as fontes fósseis têm sido historicamente dominantes na matriz energética, a crescente importância das fontes renováveis, como a solar, reflete não apenas preocupações ambientais, mas também avanços tecnológicos e mudanças nas políticas energéticas globais. Já a expansão da energia solar, em particular, tem sido impulsionada por fatores como a redução dos custos de produção de painéis solares e o aumento da conscientização sobre a necessidade de transição para fontes mais sustentáveis.

Tabela 19: Usinas e agentes de geração de energia segundo origem – Natal -1997 a 2023

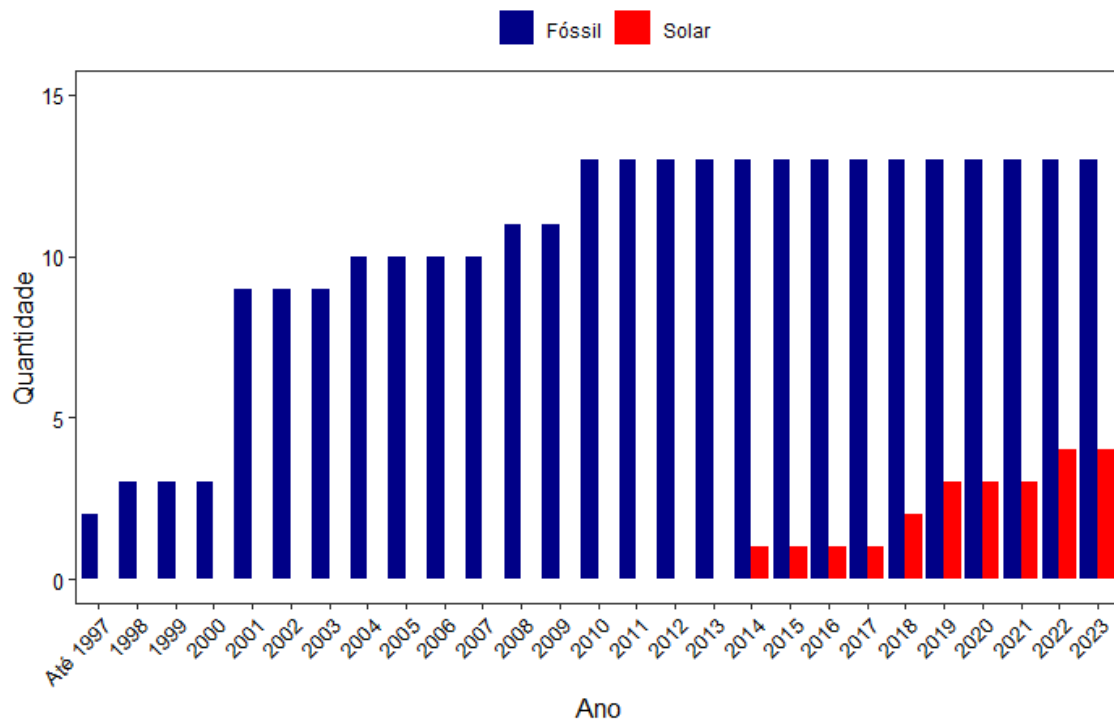
ANO	FÓSSIL		SOLAR		TOTAL	
	Quantidade	Potência (KW)	Quantidade	Potência (KW)	Quantidade	Potência (kW)
Até 1997	2	1.276,00	0	0	2	1.276,00
1998	3	1.625,60	0	0	3	1.625,60
1999	3	1.625,60	0	0	3	1.625,60
2000	3	1.625,60	0	0	3	1.625,60
2001	9	6.105,60	0	0	9	6.105,60
2002	9	6.105,60	0	0	9	6.105,60
2003	9	6.105,60	0	0	9	6.105,60
2004	10	6.825,60	0	0	10	6.825,60
2005	10	6.825,60	0	0	10	6.825,60
2006	10	6.825,60	0	0	10	6.825,60
2007	10	6.825,60	0	0	10	6.825,60
2008	11	7.905,60	0	0	11	7.905,60
2009	11	7.905,60	0	0	11	7.905,60
2010	13	8.556,80	0	0	13	8.556,80
2011	13	8.556,80	0	0	13	8.556,80
2012	13	8.556,80	0	0	13	8.556,80
2013	13	8.556,80	0	0	13	8.556,80
2014	13	8.556,80	1	5,04	14	8.561,84
2015	13	8.556,80	1	5,04	14	8.561,84
2016	13	8.556,80	1	5,04	14	8.561,84
2017	13	8.556,80	1	5,04	14	8.561,84
2018	13	8.556,80	2	405,04	15	8.961,84
2019	13	8.556,80	3	1.365,04	16	9.921,84
2020	13	8.556,80	3	1.365,04	16	9.921,84
2021	13	8.556,80	3	1.365,04	16	9.921,84
2022	13	8.556,80	4	2.065,04	17	10.621,84
2023	13	8.556,80	4	2.065,04	17	10.621,84

Fonte: SEMURB, com base nos dados da APER, 2024.

Ao analisar os dados coletados de 1997 a 2023 sobre a quantidade de usinas e agentes de energia elétrica, tanto de fontes fósseis quanto solares (Figura 115), podemos observar uma evolução significativa ao longo do tempo. Nos primeiros anos da análise, até os anos 2000, identificamos apenas três usinas de fontes fósseis. Entre 2001 e 2009, esse número aumentou para 11 usinas fósseis, e de 2010 a 2023, atingiu 13 usinas dessa categoria. Por outro lado, a energia solar apresenta um padrão de crescimento distinto. Sua primeira usina foi registrada em 2014, seguida pela segunda em 2018, a terceira em 2019 e a quarta em 2022, todas localizadas em Natal.

Essa análise temporal revela não apenas a expansão geral do setor de geração de energia elétrica, mas também uma mudança de paradigma em direção às fontes renováveis, como a energia solar. Esse aumento na quantidade de usinas e agentes de energia reflete tanto avanços tecnológicos quanto mudanças nas políticas energéticas, com um crescente reconhecimento da importância da sustentabilidade ambiental e da diversificação da matriz energética para garantir a segurança e a estabilidade do suprimento de energia no futuro.

Figura 115: Quantidade de Usinas e agentes de geração de energia segundo origem – Natal -1997 a 2023

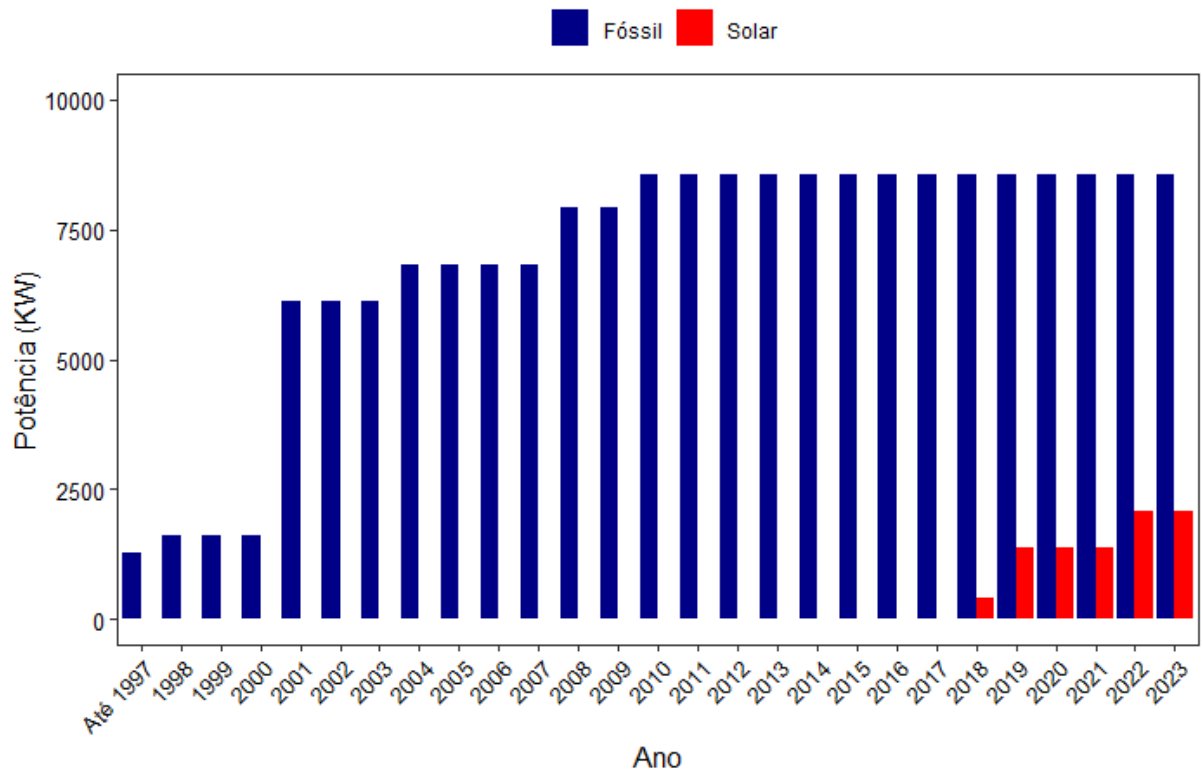


Fonte: SEMURB, com base nos dados da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2024.

Quando observamos a potência outorgada para os agentes de geração de energia, notamos padrões interessantes ao longo do tempo (Figura 116). No caso da energia fóssil, até o ano 2000, essa potência não ultrapassava os 2.000 kW. Entre 2001 e 2007, houve um aumento significativo, com valores oscilando entre 6.000 kW e 7.000 kW. Nos anos seguintes, em 2009 e 2010, essa potência se aproximou dos 8.000 kW, estabilizando-se acima desse valor desde então.

Por outro lado, as usinas solares apresentam uma trajetória de crescimento notável (Figura 120). Nos primeiros anos de análise, de 2014 a 2017, a potência das usinas solares era de 5,04 kW. Em 2018, esse número saltou para 405 kW, e em 2019 ultrapassou os 1.000 kW. Desde 2022 até o presente momento, essa potência tem superado os 2.000 kW. Esses dados refletem não apenas o aumento da capacidade de geração de energia ao longo do tempo, mas também a evolução tecnológica no setor de energia renovável.

Figura 116: Potência Outorgada para Usinas e agentes de geração de energia segundo origem – Natal -1997 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da ANEEL, 2024.

7.3.2 - TRANSPORTES

7.3.2.1 - Quantidade de veículos rodoviários - Dados (2009-2023)

Na área de transporte, é possível analisar a distribuição de veículos por diferentes categorias em Natal (Tabela 20), incluindo Automóveis (que abrange automóveis, utilitários, caminhonetes e caminhonetes), Ônibus (ônibus e micro-ônibus), Caminhões (bonde e caminhão), Motocicletas (quadriciclos, triciclos, motonetas, motocicletas e ciclomotores) e Outros (como tratores de rodas, tratores de esteiras, semi-reboques, reboques, chassis plataforma, tratores, sidecars e outros veículos). Essa segmentação proporciona uma visão detalhada da composição do parque de veículos na região, refletindo as preferências e necessidades de mobilidade da população.

Tabela 20: Quantidade de Veículos por Tipo – Natal - 2009 a 2023

ANO	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	MOTOCICLETAS	OUTROS	TOTAL
2009	189.707	3.130	6.212	53.251	3.517	255.817
2010	203.485	3.248	6.518	62.200	3.850	279.301
2011	215.485	3.327	6.732	70.075	4.310	299.929
2012	228.939	3.588	7.000	75.692	4.862	320.081
2013	241.653	3.662	7.334	81.466	5.314	339.429
2014	252.545	3.802	7.570	86.593	5.875	356.385
2015	261.760	3.843	7.720	91.698	6.361	371.382
2016	268.212	3.944	7.803	97.037	6.871	383.867
2017	275.643	4.020	7.886	100.822	7.280	395.651
2018	283.449	4.038	8.100	104.838	7.752	408.177
2019	290.158	4.160	8.407	108.341	8.115	419.181
2020	294.417	4.150	8.729	111.503	8.362	427.161
2021	298.010	4.123	8.840	115.308	8.729	435.073
2022	301.407	4.112	8.896	119.510	9.093	443.018
2023*	237.145	7.759	7.988	109.635	86.756	449.283

*SEMURB, com base nos dados do DETRAN-RN, 2024.

Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

Na Figura 117, podemos observar a tendência dos meios de transporte utilizados em Natal ao longo do tempo, revelando padrões interessantes de mobilidade urbana na região. Os automóveis destacam-se como o meio de transporte mais utilizado, passando de 189.707 em 2009 para 301.407 em 2022. Esse padrão reflete não apenas o crescimento da frota automotiva, mas também variações anuais que podem estar relacionadas a fatores como economia, políticas de incentivo ou mudanças nas preferências de transporte.

Por outro lado, a frota de ônibus tem apresentado um crescimento constante ao longo dos anos, saindo de 3.130 veículos em 2009 para 4.112 em 2022. Esse aumento pode indicar uma maior demanda por transporte coletivo, impulsionada por questões como urbanização, densidade populacional e necessidades de deslocamento.

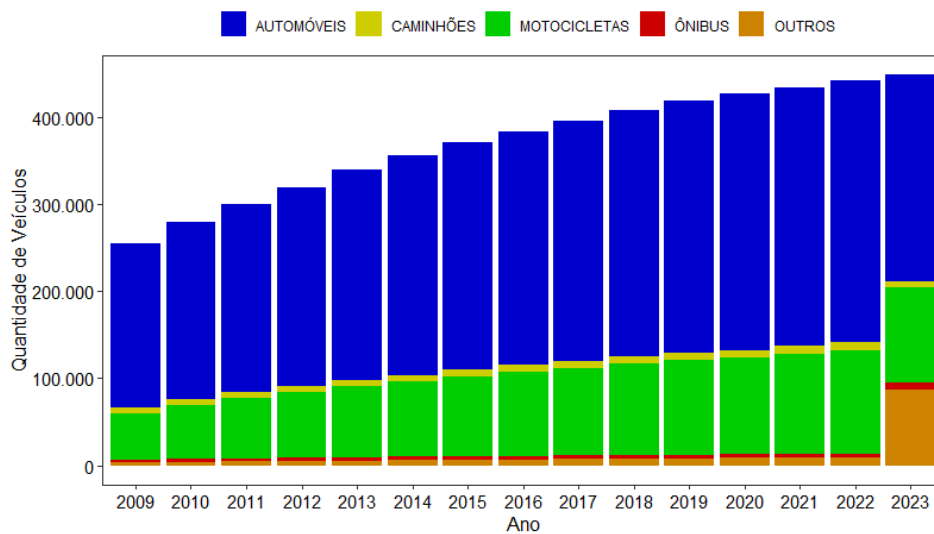
Os caminhões, por sua vez, tiveram um aumento gradual de 6.212 em 2009 para quase 8.900 em 2022. Essa variação pode estar relacionada a dinâmicas econômicas, como o fluxo de carga e logística na região. As motocicletas também têm uma presença significativa, passando de 53.251 em 2009 para 119.510 em 2022. Esse aumento reflete, em parte, a preferência por veículos de duas rodas para deslocamentos urbanos, especialmente em áreas de tráfego intenso.

As motocicletas tiveram também um aumento, indo de 53.251 no ano de 2009 para 119.510 em 2022. Seguindo dos automóveis, as motocicletas tiveram também mais utilização, o que indica um aumento de frota.

Os outros meios de transporte, que englobam diversas categorias, têm aumentado consistentemente, indo de 3 mil em 2009 para mais de 9 mil em 2022. Essa diversificação indica uma variedade de necessidades de mobilidade na cidade, desde veículos especiais até novas formas de transporte em desenvolvimento.

No geral, podemos observar um aumento expressivo na frota de veículos ao longo dos anos em Natal, passando de aproximadamente 256 mil em 2009 para 443 mil em 2022. Esse crescimento evidencia os desafios e oportunidades relacionados à infraestrutura urbana, qualidade do ar, segurança viária e políticas de transporte, que devem ser considerados para promover uma mobilidade mais sustentável e eficiente na Capital Potiguar.

Figura 117: Quantidade de Veículos por Tipo – Natal - 2009 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

Os dados relacionados à frota motorizada, à população e ao índice de motorização foram coletados no período de 2009 a 2022 através do IBGE, conforme apresentado na Tabela 21. Esses dados são fundamentais para compreender a dinâmica do transporte e da mobilidade em uma região específica ao longo do tempo.

Ao analisar a frota motorizada, podemos obter *insights* sobre o crescimento do número de veículos em circulação, o que está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico, à acessibilidade e aos padrões de comportamento da população em relação ao transporte individual. Por outro lado, a relação entre a população e a frota motorizada nos permite calcular o índice de motorização, que indica quantos habitantes há para cada grupo de veículos. Esse índice é crucial para avaliar a pressão exercida sobre a infraestrutura viária, os impactos ambientais do transporte e a qualidade de vida das pessoas em termos de mobilidade urbana.

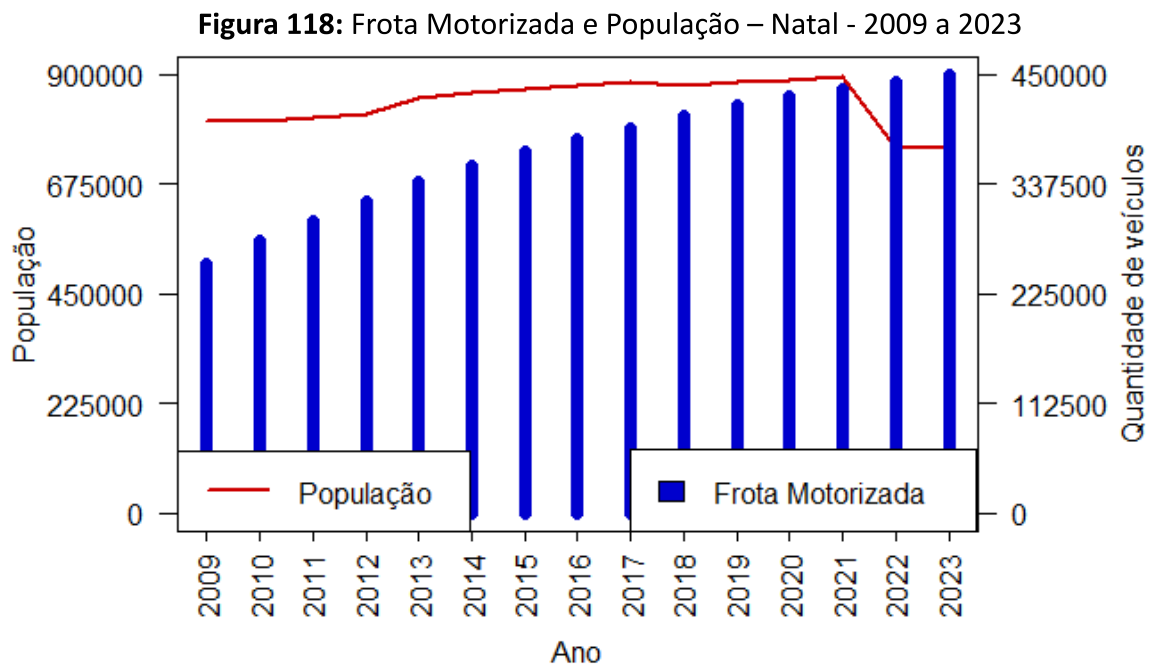
Tabela 21: Frota Motorizada, População e Índice de Motorização – Natal - 2009 a 2022

ANO	FROTA MOTORIZADA	POPULAÇÃO	ÍNDICE DE MOTORIZAÇÃO (Hab/Veículo)
2009	255.817	806.203	3,15
2010	279.301	803.739	2,88
2011	299.929	810.780	2,70
2012	320.081	817.590	2,55
2013	339.429	853.928	2,52
2014	356.385	862.044	2,42
2015	371.382	869.954	2,34
2016	383.867	877.662	2,29
2017	395.651	885.180	2,24
2018	408.177	877.640	2,15
2019	419.181	884.122	2,11
2020	427.161	890.480	2,08
2021	435.073	896.708	2,06
2022	443.018	751.300	1,70

Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

A análise da frota motorizada (Figura 118) revela um cenário de crescimento expressivo ao longo dos anos. Em 2009, o número de veículos estava em torno de 255.817, e em 2022 esse valor saltou para quase 450.000, representando um aumento de quase 200.000 veículos ao longo de 13 anos. Por outro lado, a população também teve seu crescimento, partindo de mais de 800.000 em 2009 e chegando a quase 900.000 em 2021, conforme dados do IBGE. No entanto, os números coletados em 2022 mostram uma redução para 751.300, ficando bem abaixo do registrado em 2009.

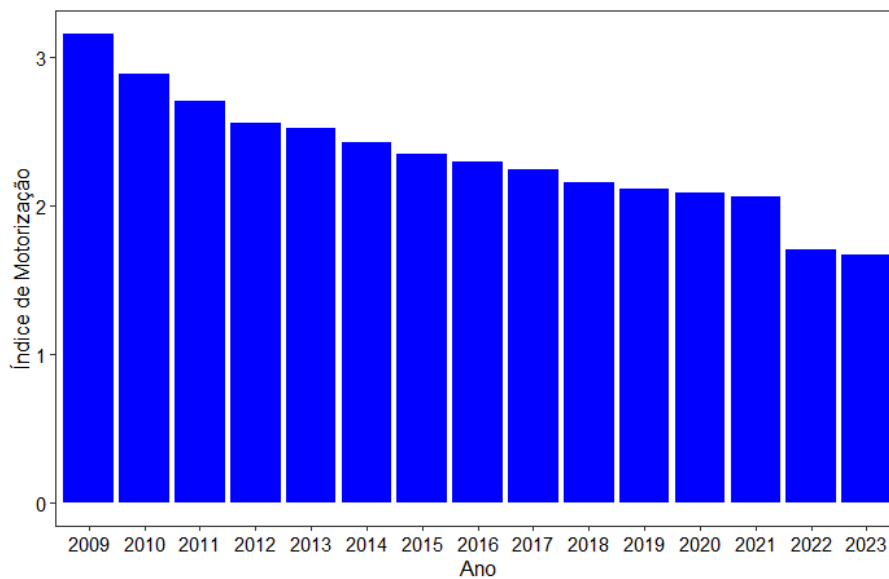
Essa dinâmica nos dados evidencia um aumento significativo na frota motorizada, em contraste com a variação na população ao longo dos anos. Essa disparidade pode ser atribuída a diversos fatores, como mudanças nos padrões de migração, densidade populacional em determinadas áreas e até mesmo políticas de incentivo ao uso de veículos individuais. Um indicador importante para compreender essa relação é o índice de motorização, que mostra a quantidade de habitantes por veículos. Esse índice passou de 3,15 habitantes por veículos em 2009 para 1,70 em 2022, sinalizando um aumento relativo na motorização da população.



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

A análise da relação entre a população e a frota motorizada nos permite compreender o índice de motorização em Natal (Figura 119), um indicador essencial para avaliar a dinâmica da mobilidade urbana. Em 2009, esse índice era de 3,15 habitantes para cada veículo, conforme dados do IBGE. Ao longo dos anos, o índice foi diminuindo gradualmente, alcançando 1,70 habitantes por veículo em 2022. O índice de motorização é uma métrica importante que reflete a intensidade do uso de veículos motorizados pela população de uma região. Uma diminuição deste índice pode indicar diferentes cenários, como o aumento do uso do transporte individual, e a pouca adesão aos modos alternativos (não motorizados) de deslocamento ou até mesmo mudanças nos padrões de posse de veículos pelas famílias.

Figura 119: Índice de Motorização – Natal - 2009 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados do IBGE, 2024.

Quando falamos de indicadores ambientais, é crucial analisar diversos fatores que impactam diretamente nossa qualidade de vida. Entre esses fatores, destacam-se o consumo de combustível (em litros), as emissões de CO₂ (em toneladas), de NO_x (em quilogramas), de partículas PM (em quilogramas) e de compostos orgânicos voláteis (em quilogramas). Esses indicadores são monitorados diariamente para avaliar o impacto das atividades humanas no meio ambiente. A Tabela 22 apresenta os valores registrados em 2015 e as projeções para o cenário em 2025, permitindo-nos verificar se houve aumento ou redução em cada um desses indicadores ao longo do tempo.

Essa análise é fundamental para entendermos as tendências em termos de sustentabilidade ambiental. Um aumento significativo em qualquer um desses indicadores pode indicar um impacto negativo no meio ambiente e na qualidade do ar que respiramos. Por outro lado, uma diminuição dessas emissões pode refletir esforços e políticas em prol da redução da pegada ambiental das atividades humanas.

Tabela 22: Indicadores Ambientais – Previsão de Aumento – Natal - 2015 a 2025

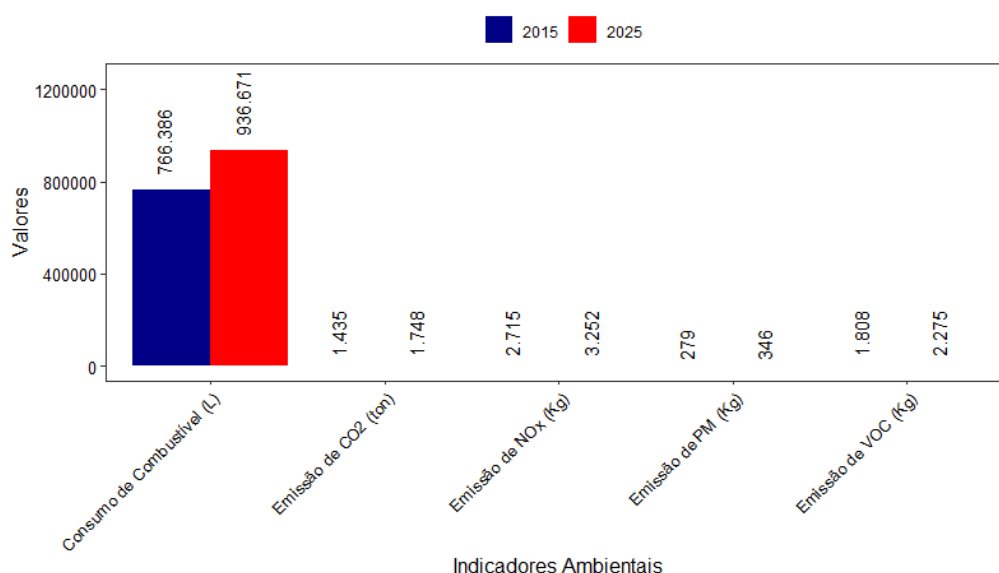
INDICADORES AMBIENTAIS (por dia)	2015	2025	2025/2015
Consumo de Combustível (L)	766,386	936,671	22.2%
Emissão de CO ₂ (ton)	1,435	1,748	21.8%
Emissão de NO _x (kg)	2,715	3,252	19.8%
Emissão de PM (kg)	279	346	24.2%
Emissão de VOC (kg)	1,808	2,275	25.8%

Fonte: SEMURB, com base nos dados da STTU, 2024.

Analisando as projeções para 2025, podemos constatar um aumento em todos os indicadores ambientais (Figura 120), sinalizando desafios significativos no âmbito da sustentabilidade. Dentro desse contexto, os fatores que apresentam as maiores projeções de aumento são os compostos orgânicos voláteis (VOC), com um incremento previsto de quase 26%, seguidos das partículas PM, com um aumento projetado de 24%. Além disso, o consumo de combustível deve crescer em cerca de 22,2%, as emissões de CO₂ em quase 22% e as emissões de NO_x em quase 20%.

Esses números refletem não apenas o crescimento econômico e populacional, mas também padrões de consumo e produção que demandam um maior uso de recursos naturais e energia. O aumento nas emissões de poluentes atmosféricos como CO₂, NO_x, VOC e partículas PM está diretamente relacionado às atividades industriais, de transporte e energéticas, evidenciando a necessidade urgente de adotar medidas para mitigar esses impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

Figura 120: Indicadores Ambientais – Previsão de Aumento – Natal - 2015 a 2025



Fonte: SEMURB, com base nos dados da STTU, 2024.

Informações sobre a distribuição de combustíveis no município do Natal no período de 2018 a 2023, revelam os principais produtos utilizados, como álcool, gás natural, gasolina e óleo diesel, conforme apresentado na Tabela 23, conforme dados obtidos junto à SET/RN. A análise da distribuição de combustíveis em Natal é um importante indicador para orientar políticas públicas, investimentos em infraestrutura energética e conscientização sobre a importância da transição para fontes de energia mais sustentáveis e renováveis.

Tabela 23: Distribuição de Combustível por tipo – Natal - 2018 a 2023

PRODUTO	2018	2019	2020	2021	2022	2023*	TOTAL
Álcool (m ³)	29.984	25.904	20.143	20.582	24.048	24.503	145.164
Gás Natural (m ³)	19.199.574	19.521.320	14.934.418	18.029.278	23.493.408	23.108.167	118.286.165
Gasolina (m ³)	189.228	191.282	160.685	168.285	171.030	191.506	1.072.016
Óleo Diesel (m ³)	45.217	46.124	39.872	43.948	41.234	39.700	256.095

*SEMURB, com base nos dados da Secretaria da Fazenda (SEFAZ), 2024.

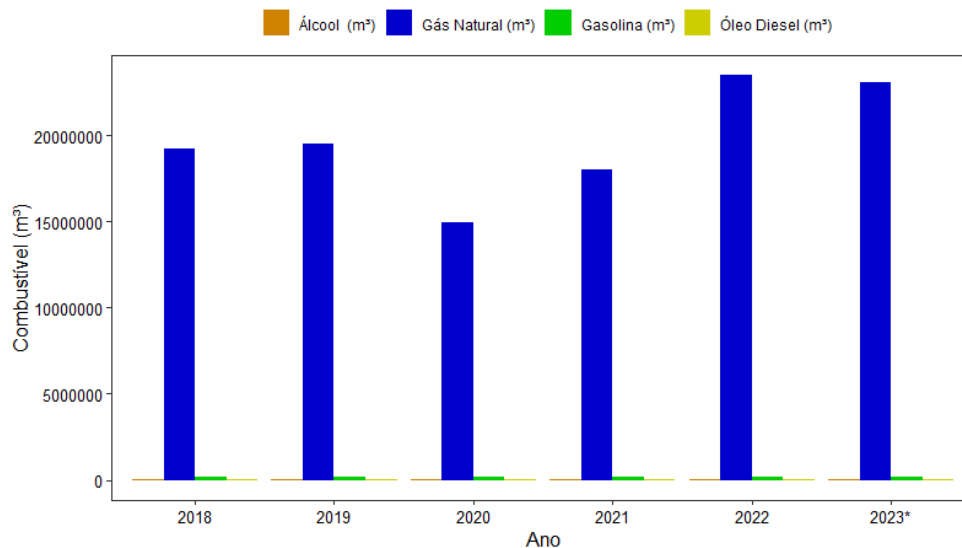
Fonte: SEMURB, com base nos dados da SET/RN, 2024.

A análise dos produtos de combustíveis utilizados em Natal (Figura 121) revela os valores mais expressivos registrados anualmente. O gás natural se destaca com números variando de 19.000.000 a 23.000.000, demonstrando sua importância e prevalência na matriz energética da região. Em seguida, temos a gasolina, com valores entre 170.000 a 191.500, evidenciando seu papel como um dos principais combustíveis para veículos e transporte em geral.

No que diz respeito ao óleo diesel, observa-se uma tendência de redução ao longo dos

anos, saindo de 45.000 em 2018 para 39.700 em 2023. Essa queda pode estar relacionada a fatores como a busca por fontes de energia mais limpas, avanços na eficiência dos motores e políticas de controle de emissões. Por fim, o álcool apresenta uma redução gradual, iniciando com quase 30.000 em 2018 e caindo para 24.503 em 2023. Essa variação pode refletir mudanças nos padrões de consumo, disponibilidade de biocombustíveis e preferências dos consumidores.

Figura 121: Distribuição de Combustível por Tipo – Natal - 2018 a 2023



Fonte: SET/RN, 2024.

Para as emissões líquidas de CO₂ e GWP-AR5 (Tabela 24) relacionadas aos diferentes tipos de combustíveis em Natal, especificamente no subsetor de transporte, no período entre 2007 e 2022, com base nos dados do SEEG, é possível identificar os seguintes tipos de combustível: gasolina automotiva, Diesel de Petróleo, Querosene de Aviação, Gasolina comum, óleo diesel, álcool hidratado e gasolina de aviação. Ao identificar os tipos de combustíveis mais utilizados e suas respectivas emissões, podemos direcionar esforços para reduzir esses impactos ambientais.

A utilização de diferentes tipos de combustíveis ao longo dos anos apresenta variações interessantes, conforme evidenciam os dados registrados em Natal. A gasolina, por exemplo, teve um aumento significativo, partindo de 197.559 em 2007 e atingindo um pico em 2017 com 361 mil, porém reduzindo para 292.714 em 2022. Quanto ao Diesel de Petróleo, observa-se um padrão de oscilação, iniciando em 215.694 em 2007, alcançando seu ápice em 2013 com 316 mil, e apresentando valores de 209.198 em 2022.

A querosene entrou em uso a partir de 2012, registrando apenas 16 valores, mas atingindo seu ponto mais alto em 2015 com mais de 89 mil, e diminuindo para mais de 52 mil em 2022. O biodiesel teve um crescimento notável de 18 em 2007 para 291 em 2022. O Gás Liquefeito do Petróleo (GLP) teve seus maiores registros em 2007 com mais de 99 mil, atingindo 103 mil em 2017 e diminuindo para 82.434 em 2022. A gasolina de aviação é pouco utilizada no Natal, com valores que não ultrapassam 50% anualmente. Quanto ao álcool, tanto hidratado quanto anidro, os valores variam entre 643 a 2332 no hidratado e de 2.507 a 4.024 no anidro, conforme mostra a Figura 122.

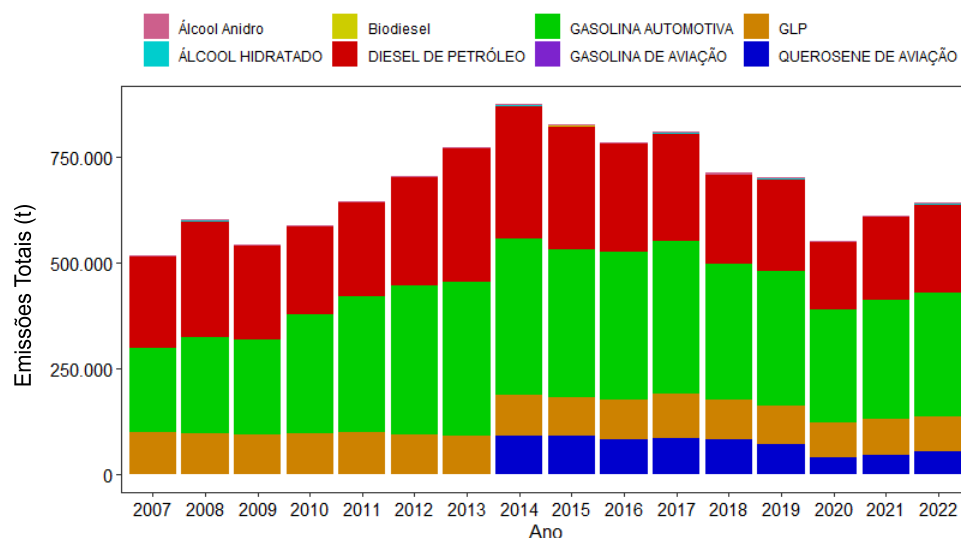
Essas variações refletem não apenas mudanças nas preferências de combustíveis ao longo do tempo, mas também fatores econômicos, tecnológicos e ambientais. É importante considerar essas tendências para orientar políticas públicas e investimentos em direção a uma matriz energética mais sustentável e eficiente, reduzindo as emissões de poluentes e contribuindo para um ambiente mais limpo e saudável.

Tabela 24: Emissões Totais Líquidas de CO₂e GWP-AR5 (t) por tipo de combustível – Subsetor de Transporte – Natal 2007 a 2022

ANO	GASOLINA AUTOMOTIVA	DIESEL DE PETRÓLEO	QUEROSENE DE AVIAÇÃO	Biodiesel	GLP	ÁLCOOL HIDRATADO	Álcool Anidro	GASOLINA DE AVIAÇÃO	TOTAL
2007	197.559	215.694	-	18	99.217	1.816	2.507	45	516.856
2008	226.541	273.651	-	58	95.563	2.332	2.925	11	601.081
2009	225.703	220.555	-	68	91.460	1.933	2.679	2	542.400
2010	281.868	206.689	-	95	94.852	1.674	3.000	7	588.185
2011	321.881	221.699	-	96	96.979	1.121	3.284	10	645.070
2012	354.989	254.339	16	117	91.457	817	2.756	14	704.505
2013	362.884	316.712	-	159	89.513	819	3.458	30	773.575
2014	369.572	313.590	88.926	190	97.482	643	3.742	17	874.162
2015	349.757	292.612	89.744	224	89.821	1.000	3.848	0	827.006
2016	350.631	253.715	82.651	202	93.031	805	3.713	-	784.748
2017	361.192	254.469	85.140	231	103.360	807	4.024	1	809.224
2018	320.277	210.125	81.378	251	94.139	1.562	3.477	4	711.213
2019	320.962	215.931	69.421	287	90.178	1.503	3.612	2	701.896
2020	267.350	158.063	37.951	237	83.656	1.105	2.963	19	551.344
2021	282.152	195.607	43.387	295	85.054	1.087	3.211	13	610.806
2022	292.714	209.198	52.354	291	82.434	954	3.359	10	641.314

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 122: Emissões Totais Líquidas de CO₂e GWP-AR5 (t) por tipo de combustível – Subsetor de Transporte – Natal 2007 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

7.3.2.2 - Transporte ferroviário - Dados (2000-2023)

O consumo de combustível no setor ferroviário foi analisado no período de 2019 a 2023, conforme dados apresentados pela CBTU e registrados na Tabela 25. Esses dados são fundamentais para orientar políticas e estratégias voltadas para a modernização e otimização do transporte ferroviário, visando não apenas a redução de emissões, mas também a melhoria da qualidade do serviço, a expansão da infraestrutura e a promoção de uma mobilidade urbana mais sustentável e eficiente.

Tabela 25: Consumo de Combustível Ferroviário – Natal - 2000 a 2023

ANO	CONSUMO DE ÓLEO DIESEL (L)	PASSAGEIROS TRANSPORTADOS
2000	-	-
2001	-	-
2002	-	-
2003	470.336,00	-
2004	488.586,00	-
2005	512.660,00	-
2006	514.317,00	-
2007	591.337,00	-
2008	529.577,00	-
2009	453.574,00	-
2010	491.370,00	2.042.814
2011	425.994,00	1.705.679
2012	284.853,91	1.055.567
2013	435.797,94	1.540.660
2014	448.246,40	1.543.422
2015	457.605,74	2.286.690
2016	540.978,39	2.456.661
2017	541.887,06	3.502.942
2018	556.993,14	3.757.423
2019	597.427,83	2.655.320
2020	416.321,52	1.392.681
2021	523.074,16	1.512.475
2022	545.251,67	1.420.396
2023	573.192,00	1.564.208

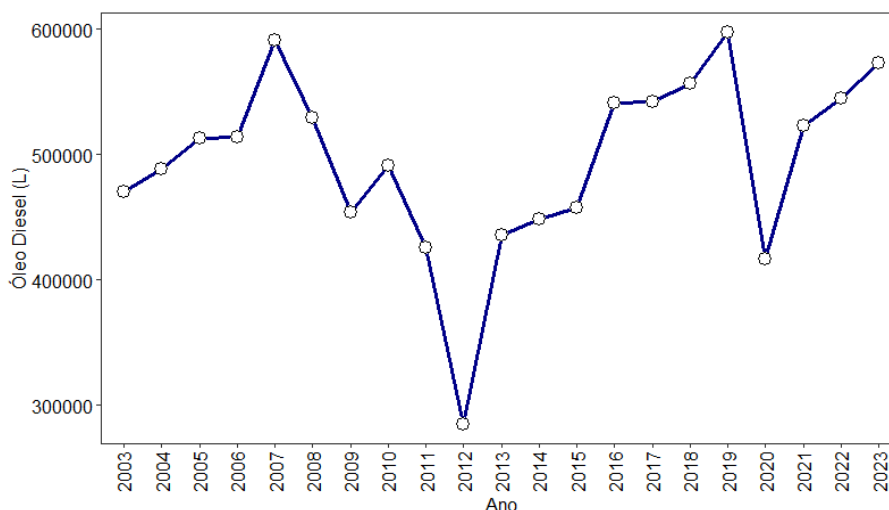
Fonte: SEMURB, com base nos dados da CBTU, em 2024.

É evidente que o consumo de combustível (Figura 123) no transporte ferroviário, desde o ano de 2003, ano em que os registros começaram, apresentou uma trajetória marcada por variações significativas. Inicialmente, em 2003, o consumo foi de 470.336 litros. Nos anos seguintes, até 2007, houve um aumento gradual na quantidade de combustível utilizado, atingindo 591.337 litros nesse período. Entre 2008 e 2011, houve flutuações no consumo, com alguns anos registrando quantidades acima de 490 mil litros e outros abaixo desse valor. Destaca-se o ano de 2012, que registrou a menor quantidade de combustível consumido, totalizando 284.843,91 litros. De 2013 a 2019, ocorreu um novo aumento gradual no consumo, passando de 435 mil litros para

597 mil litros. Entretanto, no ano de 2020, houve uma nova diminuição no consumo, seguida por aumentos nos anos subsequentes, culminando em 573.192 litros em 2023.

Essa análise revela a dinâmica complexa do consumo de combustível no transporte ferroviário, influenciada por uma série de fatores, como mudanças na demanda, investimentos em infraestrutura e políticas ambientais. Compreender essas tendências é fundamental para o planejamento eficaz do transporte e a adoção de medidas para promover a eficiência energética e a sustentabilidade no setor ferroviário.

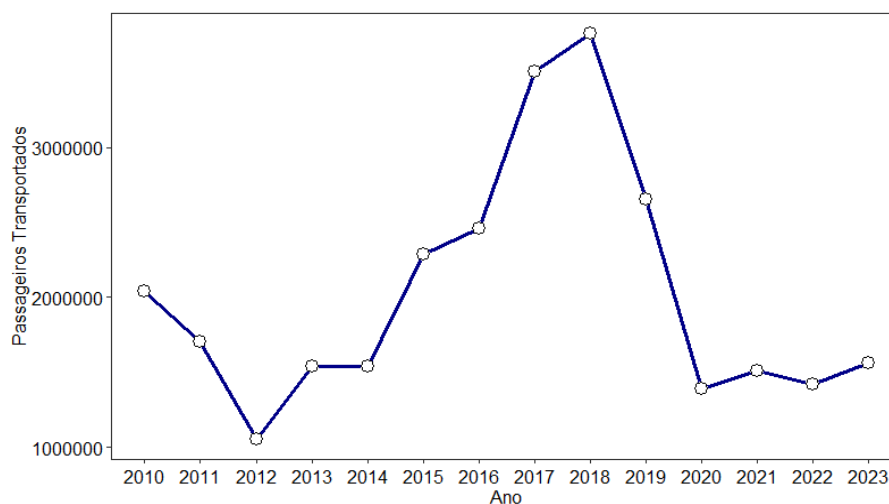
Figura 123: Consumo de Combustível Ferroviário – Natal – 2019 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da CBTU, 2024.

No que diz respeito ao transporte de passageiros (Figura 124), dispomos de dados a partir do ano de 2010. Nesse ano, registou-se um total de 2.042.814 passageiros transportados. No entanto, observa-se uma diminuição no número de passageiros de 2011 a 2014. Em contrapartida, entre 2015 e 2018, houve um aumento significativo, ultrapassando a marca dos 3,5 milhões de passageiros. Entretanto, entre 2019 e 2023, ocorreu uma nova tendência de diminuição, resultando em 1.564.208 passageiros transportados em 2023. Compreender essas tendências é essencial para ajustar estratégias de transporte e garantir a eficiência e sustentabilidade do sistema de transporte de passageiros.

Figura 124: Passageiros Transportados – Natal – 2019 a 2023



Fonte: SEMURB, com base nos dados da CBTU, 2024.

7.3.3 - RESÍDUOS SÓLIDOS - DADOS (2005-2023)

As informações sobre resíduos sólidos abrangem o período compreendido entre os anos de 2005 e 2023, fornecendo uma visão abrangente da quantidade de resíduos em toneladas gerados no município do Natal. Estes dados foram disponibilizados pela URBANA e estão detalhados na Tabela 26. Essa análise longitudinal dos resíduos sólidos é crucial para compreender as tendências de geração de resíduos ao longo do tempo e identificar padrões que possam influenciar políticas de gestão de resíduos e iniciativas de sustentabilidade. Além disso, permite avaliar o impacto de medidas específicas, como campanhas de conscientização ou investimentos em infraestrutura de reciclagem, na redução ou aumento da quantidade de resíduos produzidos pela comunidade.

Tabela 26: Resíduos Sólidos – Natal - 2005 a 2023

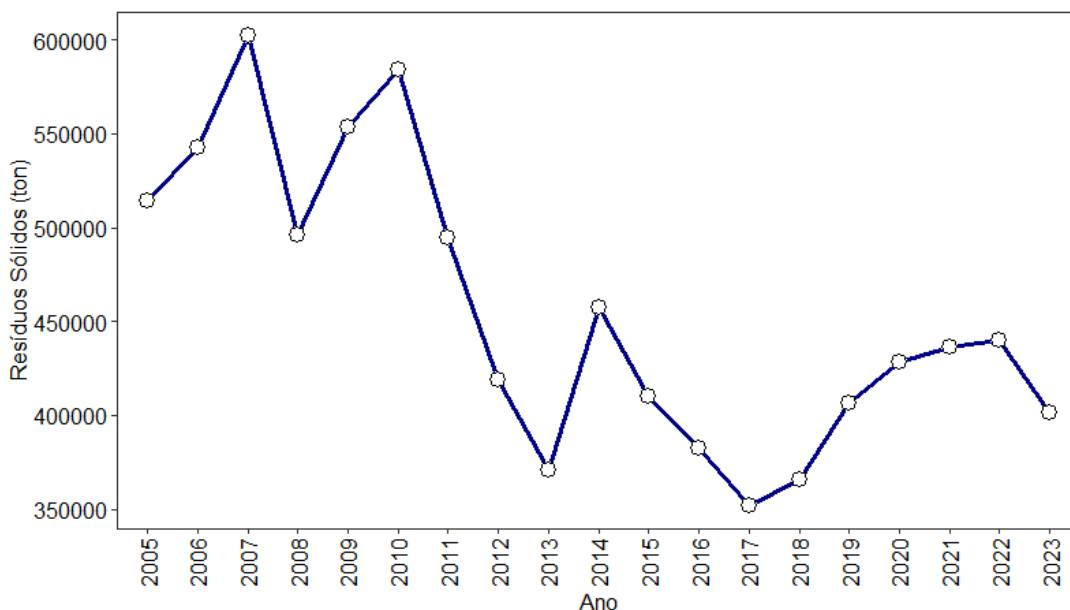
ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Resíduos Sólidos (ton)	514.041	542.774	602.077	496.190	553.612	584.389	494.397	418.596	370.984	457.289	410.199	382.237	352.043	366.080	406.592	428.622	436.444	439.996	401.489

Fonte: SEMURB, com base nos dados da URBANA, 2024.

Assim, na Figura 125, podemos observar que, entre os anos de 2005 e 2011, o município consistentemente gerou anualmente mais de 500.000 toneladas de resíduos, com um destaque especial para o ano de 2007, que atingiu a marca de 600.000 toneladas. No entanto, nos últimos 13 anos, essa quantidade diminuiu, mantendo-se abaixo de 450.000 toneladas. É relevante ressaltar que o ano com os menores valores registrados de resíduos sólidos foi 2017, com aproximadamente 352.000 toneladas.

Essa análise oferece insights importantes sobre as tendências de geração de resíduos ao longo do tempo, o que pode ser influenciado por uma série de fatores, como mudanças nos padrões de consumo, avanços tecnológicos em práticas de reciclagem e conscientização ambiental. Esses dados são fundamentais para informar políticas públicas e estratégias de gestão de resíduos, visando a redução e o manejo sustentável dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 125: Resíduos Sólidos – Natal - 2005 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados da URBANA, 2024.

Vale destacar de acordo com a URBANA alguns episódios ocorridos ao longo do tempo que influenciaram no aumento e redução dos quantitativos de resíduos coletados pela Urbana. Até o ano de 2004 todos os resíduos da coleta pública, incluindo de empresas privadas, eram dispostos gratuitamente no lixão de Cidade Nova. Após a inauguração do aterro sanitário metropolitano de Natal, em 2004, só os resíduos domiciliares coletados pela coleta pública e de grandes geradores cadastrados na urbana são dispostos no referido aterro.

Isso contribuiu para a diminuição dos quantitativos de resíduos uma vez que a Urbana não tem o controle de todos os geradores privados para fins estatísticos. A implantação de um novo aterro sanitário privado, localizado no município de Vera Cruz, também contribuiu para impactar nos dados estatísticos referentes aos quantitativos de resíduos coletados no município de Natal. Por falta de informação, os quantitativos de resíduos dispostos no aterro de Vera Cruz não entram nos nossos dados anuais.

O aumento populacional contribuiu para o aumento na produção de resíduos, bem como a redução populacional ocorrida nos últimos anos no município de Natal, contribuiu para a queda na geração de resíduos. Os resíduos de entulho, Resíduos de Construção Civil (RCC) e poda também contribuíram para a redução no quantitativo de resíduos disposto no aterro, uma vez até o ano de 2015 a Urbana recebia tanto no aterro de Cidade Nova e posteriormente no aterro do Guajirú todos os resíduos coletados no município de Natal, tanto da coleta pública quanto os coletados pelos transportadores particulares.

As melhorias e incrementos no sistema de limpeza pública, como contratação de empresas especializadas na coleta de lixo, contribuíram para o aumento do quantitativo de resíduos coletados, bem como a redução populacional, os problemas econômicos da Prefeitura, os operacionais, incluindo, greve dos garis, greve das empresas contratadas, contribuíram para a sua redução.

7.3.4 - EFLUENTES LÍQUIDOS - DADOS (2023)

A CAERN forneceu exclusivamente os dados relativos aos valores médios de vazão de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em 2023, conforme detalhado na Tabela 27, não disponibilizando informações anteriores para comparação. Diante dessa limitação, para estabelecer projeções até 2050 com base nestes dados, sugere-se realizar estimativas fundamentadas na evolução populacional do município do Natal.

Assim, os dados fornecidos referem-se às ETEs DIN, Beira Rio, Baldo e Ponta Negra, onde os maiores valores de vazão são registrados na ETE do Baldo, com 450 litros por segundo (L/s), seguida pela ETE de Ponta Negra, com 206 L/s, a ETE DIN, com 80 L/s, e, por último, a ETE Beira Rio, com 25 L/s. Essa abordagem destaca a importância de considerar não apenas os dados disponíveis, mas também os fatores externos que podem influenciar as projeções futuras, como o crescimento populacional.

Tabela 27: Efluentes Líquidos nas ETEs – Natal - 2023

Estações de Tratamento de Efluentes – ETE	DIN	Beira Rio	Baldo	Ponta Negra
Vazão (L/s)	80	25	450	206

Fonte: SEMURB, com base nos dados da CAERN, 2024.

7.3.5 - SUPRESSÃO VEGETAL - DADOS (2018 - 2022)

De acordo com levantamento realizado pela própria SEMURB, os dados referentes à supressão vegetal estão detalhados na Tabela 28, abrangendo o período de 2018 a 2022. Esta análise dos dados de supressão vegetal é fundamental para compreender o impacto das atividades humanas no ecossistema local e avaliar a saúde e a biodiversidade das áreas naturais. Ao monitorar e analisar essas informações ao longo do tempo, é possível identificar padrões, tendências e áreas de preocupação, orientando políticas e ações de conservação ambiental e planejamento urbano sustentável.

Tabela 28: Supressão Vegetal – Natal - 2018-2022

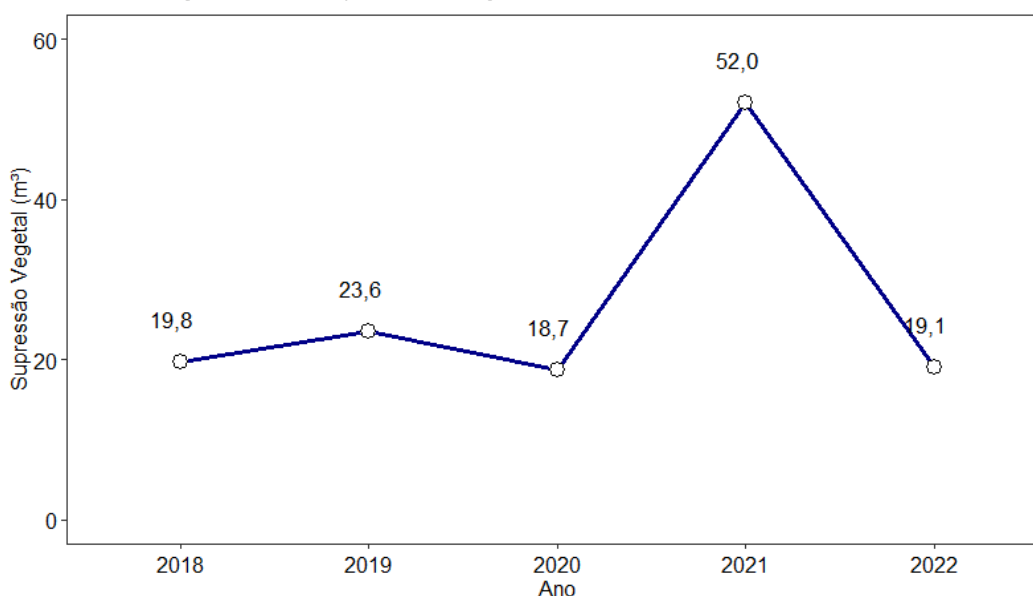
ANO	2018	2019	2020	2021	2022
Supressão Vegetal (m ³)	19,80	23,60	18,70	52,00	19,10

Fonte: SEMURB, 2024.

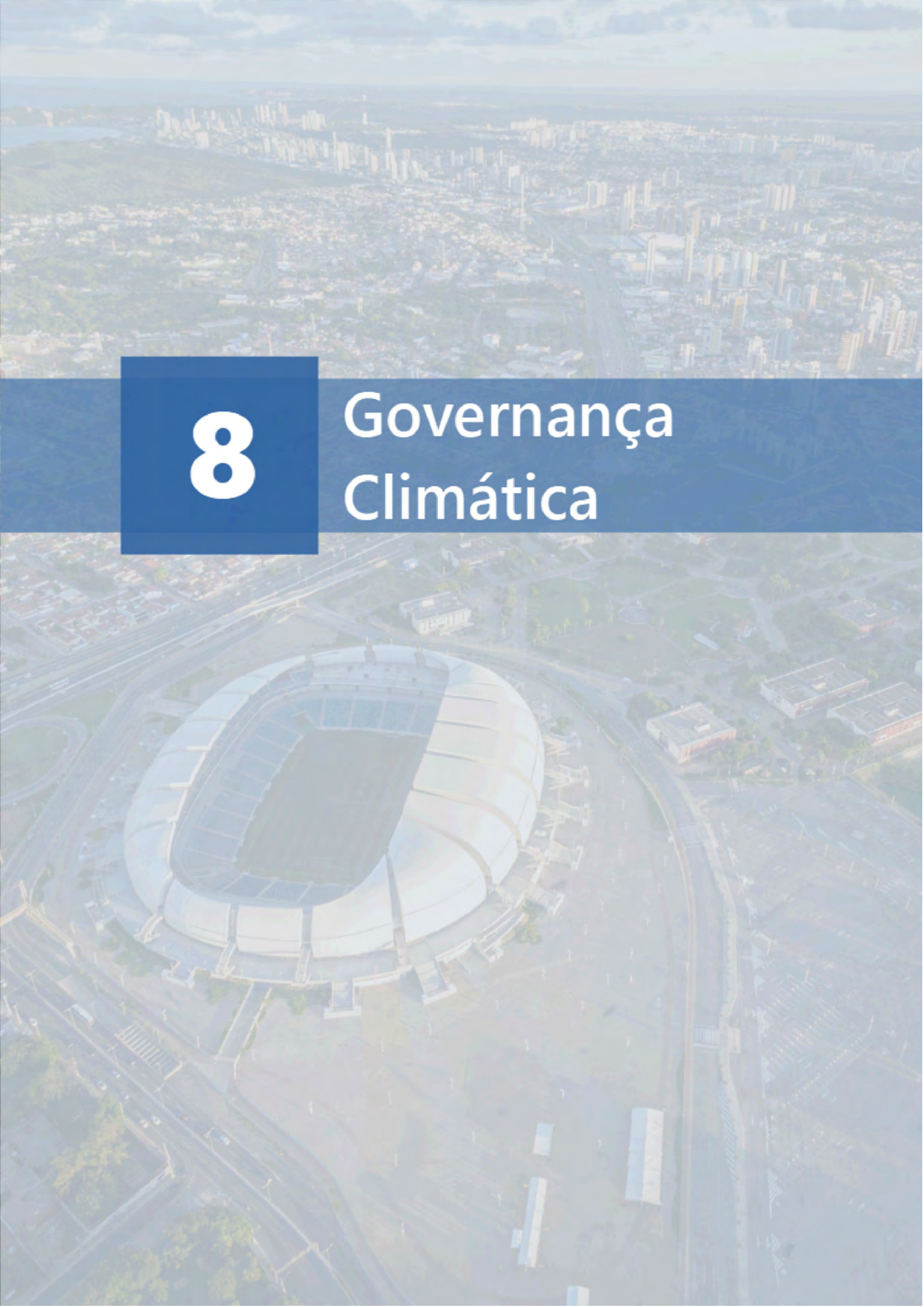
Assim, os valores variam entre os anos, conforme evidenciado na Figura 126, sem apresentar uma tendência clara de aumento ou diminuição ao longo do tempo. Em 2018, a quantidade ficou próxima de 20 m³, aumentando para 23,60 m³ em 2019. No ano seguinte, 2020, houve uma redução para 18,70 m³, enquanto em 2021 foram registrados os valores mais altos, atingindo 52 m³. Por fim, em 2022, ocorreu uma nova redução, ficando acima dos 19 m³.

Essa análise dos volumes de supressão vegetal ao longo dos anos é importante para avaliar o impacto das atividades humanas no meio ambiente e orientar medidas de conservação e manejo sustentável dos recursos naturais. A falta de uma tendência definida ressalta a complexidade das interações entre as atividades humanas e o ecossistema local, destacando a necessidade de uma abordagem integrada e cuidadosa para garantir a proteção da biodiversidade e dos recursos naturais para as gerações futuras.

Figura 126: Supressão Vegetal (m³) – Natal – 2018 a 2022



Fonte: SEMURB, 2024.



8

Governança Climática

8 - GOVERNANÇA CLIMÁTICA

8.1 - Governança Climática e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Natal

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fazem parte da chamada “Agenda 2030”. Trata-se de um pacto global assinado durante a Cúpula das Nações Unidas, em 2015, por 193 países membros. A agenda é composta por 17 objetivos interconectados e desdobrados em 169 metas, com foco em superar os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, promovendo o crescimento sustentável global até 2030 (Lopatiuk, 2022, p. 5).

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável abarcam diferentes temas de aspectos ambientais e sociais. O foco de todos eles é acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (Cruvinel, 2023, p. 6).

Cada ODS é dividido em submetas, deixando mais claro as ações que cada país precisa tomar para atingir a vida sustentável dos seus cidadãos (e do seu meio ambiente). Os ODS e suas respectivas metas foram construídos de maneira que fossem interdependentes. Ou seja, quando um país conseguir atingir um deles, muito provavelmente, terá conseguido avançar em outros.

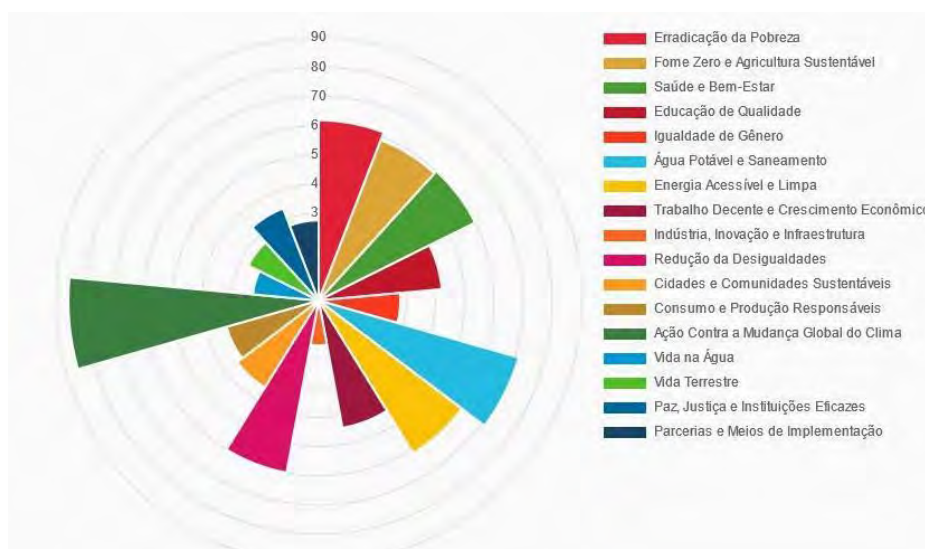
Para o presente relatório, achou-se importante apresentar as informações referentes a Natal, apresentadas pelo Instituto Cidades Sustentáveis (2023), em temas que repercutem diretamente nas ações climáticas, contidos nos ODS (Figura 127) 6, 12 e 13, cujas definições e objetivos são:

ODS 6 - Água potável e saneamento: garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos;

ODS 12 - Consumo e produção responsáveis: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;

ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima: tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.

Figura 127: Gráfico de desempenho por ODS do Município de Natal



Fonte: Instituto Cidades Sustentáveis (ICS), 2023. (Acesso em 03/08/2023).

8.1.1 - ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO - NATAL

Logo, na Tabela 29, é demonstrado as informações obtidas por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) a quantidade da população atendida do município de Natal com a prestação de serviços com a água potável no decorrer dos anos.

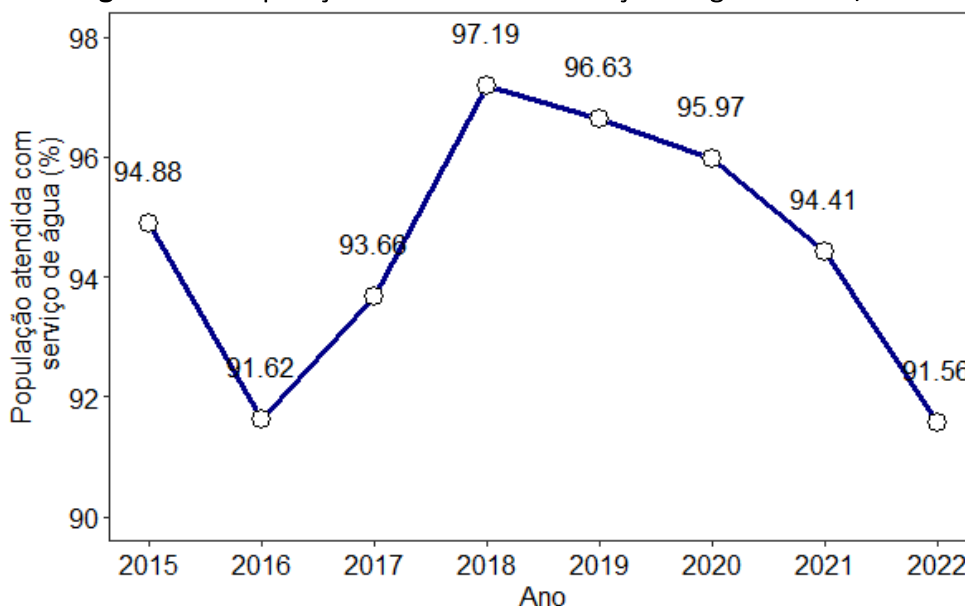
Tabela 29: População atendida com serviço de água - Natal/2015 a 2022

POPULAÇÃO ATENDIDA COM SERVIÇO DE ÁGUA (%)								
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VALOR	94,88	91,62	93,66	97,19	96,63	95,97	94,41	91,56

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2023.

Nesse contexto, foi possível demonstrar o comportamento da distribuição sobre a população atendida com serviço de água (Figura 128) no município de Natal ao longo dos anos. Neste sentido, nota-se que em 2015, a percentagem é de 94,88%, em 2016 e 2017 diminui para 91,62% e 93,66%, respectivamente. Enquanto em 2018 essa taxa alcança 97,19%, maior registrado neste serviço prestado. Porém, a partir de 2019 essa taxa volta a diminuir e alcança o menor valor no ano de 2022 com 91,56%.

Figura 128: População atendida com serviço de água – Natal/2015 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

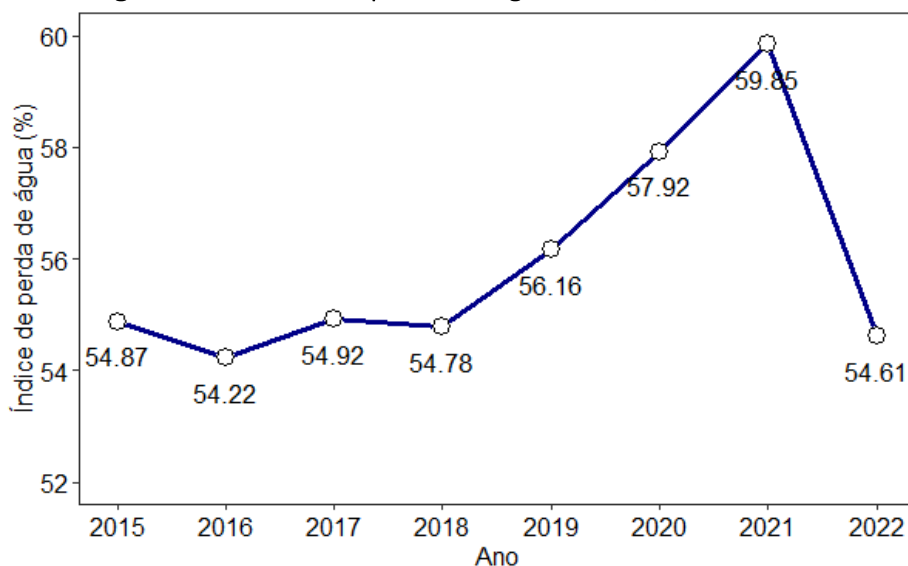
Com relação a perda de água (Tabela 30), é possível observar na Figura 129 que o município do Natal nos anos de 2015 a 2018 ficou entre 54% e nos anos seguintes teve um aumento de 2% em 2019 (56%), 3% em 2020 (57%) e em 2021 (59%), um aumento de 5% com relação a 2015, enquanto em 2022 foi observado redução de 5%, com a taxa voltando para os 54% de perda de água.

Tabela 30: Índice de perda de água - Natal/2015 a 2022

ÍNDICE DE PERDA DE ÁGUA (%)								
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VALOR	54,87	54,22	54,92	54,78	56,16	57,92	59,85	54,61

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Figura 129: Índice de perda de água – Natal/2015 a 2022.



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

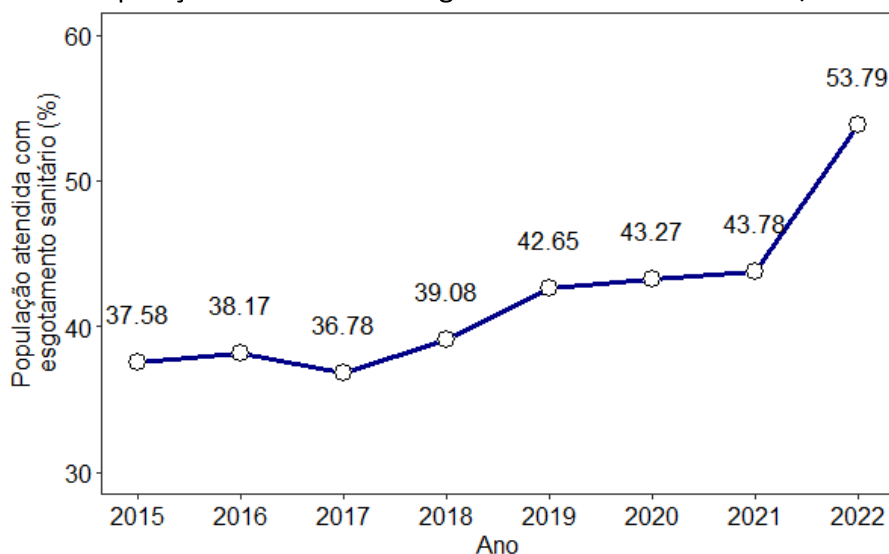
Com relação a população atendida com esgotamento sanitário (Tabela 31), é possível observar que com exceção do ano de 2017, todos os outros anos demonstram aumento, com destaque para 2020, 2021 e 2022 com taxas de 43,27%, 43,78% e 53,79%, respectivamente. Enquanto de 2015 a 2017 ocorreram as menores porcentagens com valores de 37,58%, 38,17% e 36,78% (Figura 130), respectivamente.

Tabela 31: População atendida com esgotamento sanitário - Natal/2015 a 2022

POPULAÇÃO ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO (%)								
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VALOR	37,58	38,17	36,78	39,08	42,65	43,27	43,78	53,79

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Figura 130: População atendida com esgotamento sanitário – Natal/2015 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

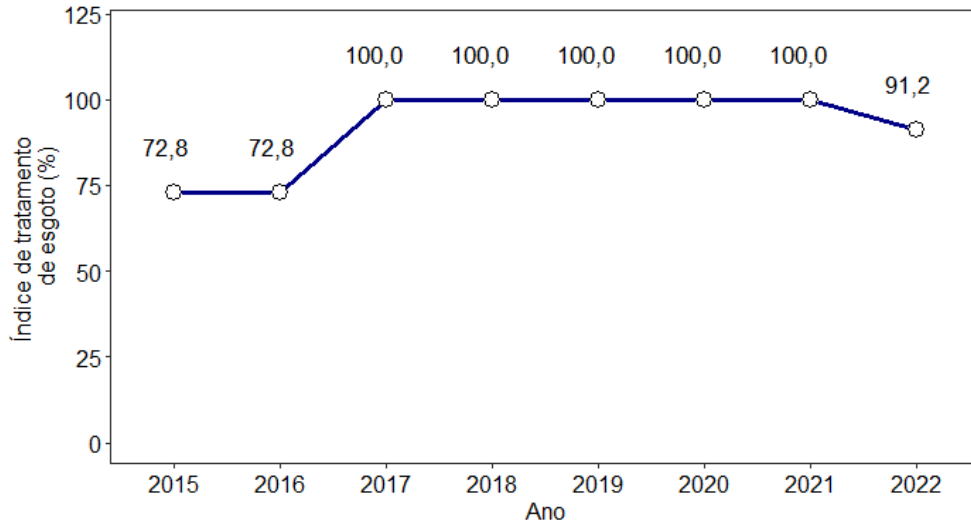
Com relação ao tratamento de esgoto, é possível observar que, na Tabela 32, nos anos de 2015 e 2016 o município do Natal obteve 72,80% do tratamento do seu esgoto, todavia a partir de 2017 atingiu os 100%, mostrando eficiência no tratamento desses resíduos líquidos. Contudo, no ano de 2022 os valores voltaram a diminuir com taxa de 91,18% (Figura 131).

Tabela 32: Índice de tratamento de esgoto - Natal/2015 a 2022

ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTO (%)								
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VALOR	72,80	72,80	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	91,18

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Figura 131: Índice de tratamento de esgoto – Natal/2015 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

8.1.2 - PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS - NATAL

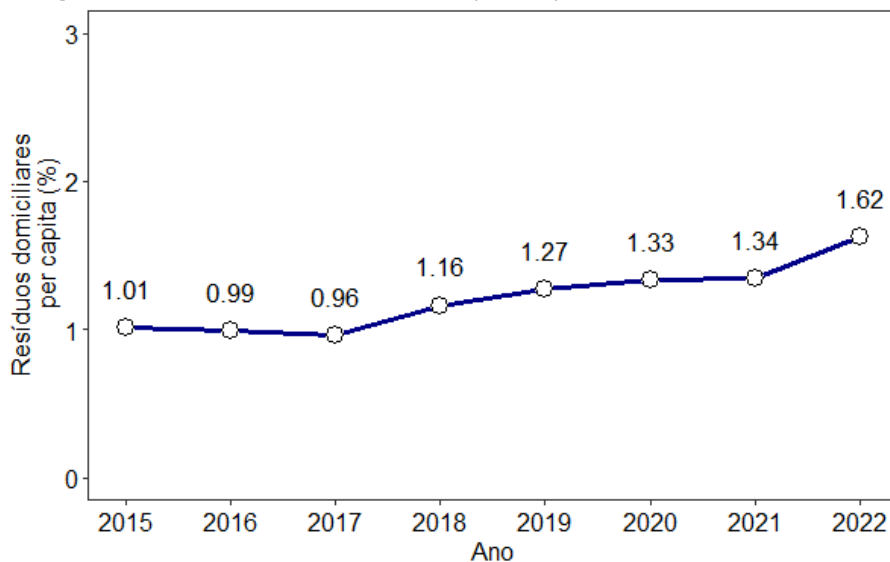
De acordo com o SNIS (Tabela 33), os resíduos domiciliares per capita no município de Natal (Figura 132), demonstraram que em 2015 e 2016 eram de aproximadamente de 1%, em 2017 de 0,96%, enquanto de 2018 a 2022 as taxas foram de 1,16% a 1,62%.

Tabela 33: Resíduos domiciliares per capita - Natal/2015 a 2022

RESÍDUOS DOMICILIARES PER CAPITA Kg/(hab.x dia)								
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VALOR	1,01	0,99	0,96	1,16	1,27	1,33	1,34	1,62

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS, 2024.

Figura 132: Resíduos domiciliares per capita – Natal/2015 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

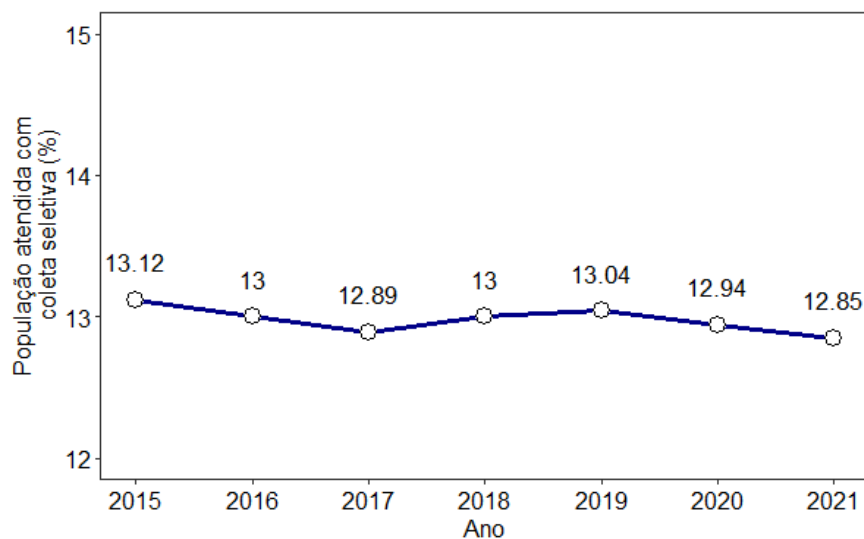
Com relação a coleta seletiva municipal (Tabela 34), é possível observar que o município de Natal mantém um percentual da população que é atendida com a coleta seletiva. Com as maiores taxas nos anos de 2015 (13,12%), 2016 (13,00%), 2018 (13,00%) e 2019 (13,04%). Contudo, os anos de 2017, 2020 e 2021 apresentaram taxas de 12,89%, 12,94% e 12,85%, respectivamente (Figura 133).

Tabela 34: População atendida com coleta seletiva - Natal/2015 a 2021

POPULAÇÃO ATENDIDA COM COLETA SELETIVA (%)							
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
VALOR	13,12	13,00	12,89	13,00	13,04	12,94	12,85

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Figura 133: População atendida com coleta seletiva – Natal/2015 a 2021



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

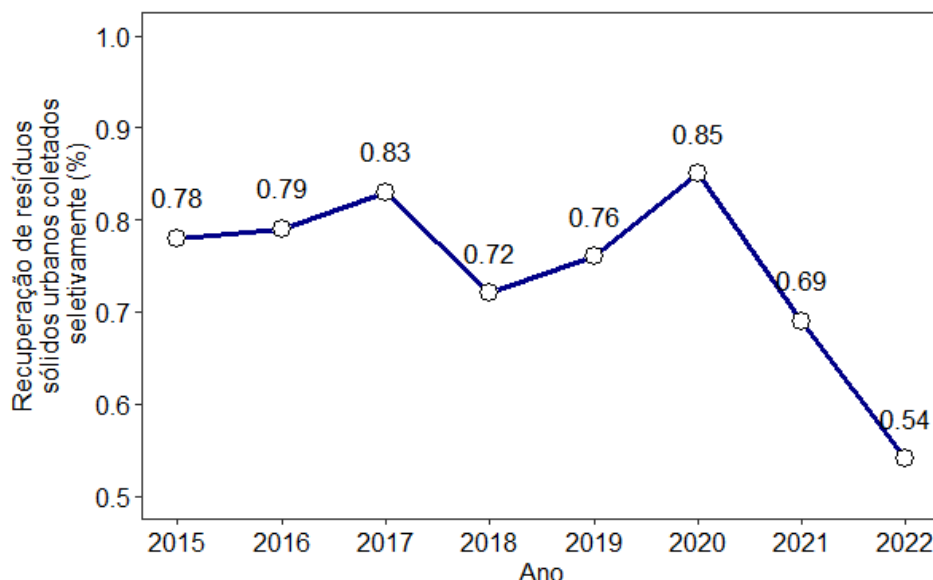
A recuperação dos resíduos sólidos é pequena (Tabela 35), não alcança 1% (Figura 134) do que é gerado e descartado no aterro sanitário. Nesse contexto, foi verificado que os anos de 2021 e 2022 foram os anos de menor recuperação de resíduos, com taxas de 0,69% e 0,54%, respectivamente. Entretanto, os anos de 2017 (0,83%) e 2020 (0,85%) foram os anos com maior taxa de recuperação dos resíduos. Enquanto os anos de 2015, 2016, 2018 e 2019 obtiveram taxas entre 0,72% a 0,79%.

Tabela 35: Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente - Natal/2015 a 2022

RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COLETADOS SELETIVAMENTE (%)								
ANO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VALOR	0,78	0,79	0,83	0,72	0,76	0,85	0,69	0,54

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Figura 134: Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente – Natal/2015 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

8.1.3 - AÇÃO CLIMÁTICA - NATAL

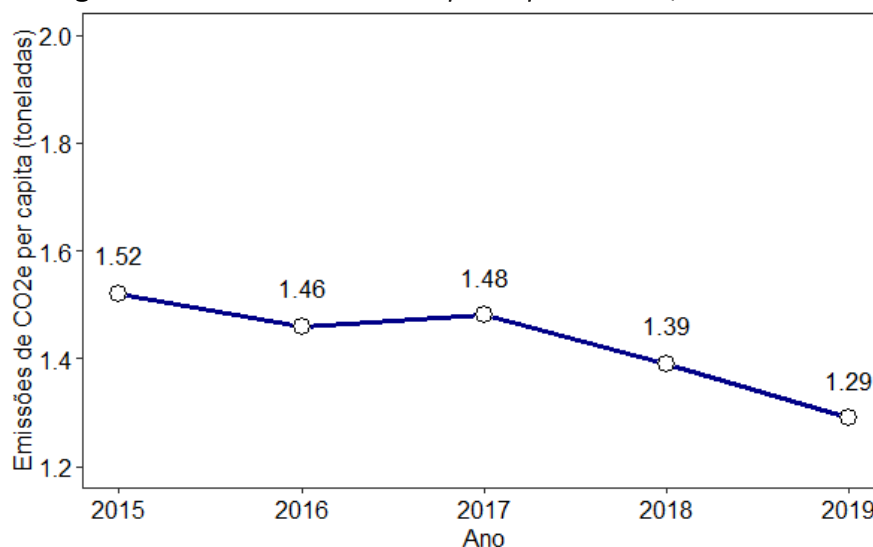
As emissões de CO₂e (Tabela 36), disponibilizados no site do SEEG foi possível verificar que as emissões foram diminuindo ao longo dos anos de 2015 a 2019 de 1,52% para 1,29% toneladas, uma redução de 0,23% (Figura 135), demonstrando que com o passar dos anos, as emissões de CO₂e vem surtindo efeito por meio das medidas estipuladas pela ODS.

Tabela 36: Emissões de CO₂e *per capita* - Natal/2015 a 2019

EMISSÕES DE CO ₂ e PER CAPITA (toneladas)					
ANO	2015	2016	2017	2018	2019
VALOR	1,52	1,46	1,48	1,39	1,29

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG - Observatório do Clima (OC) e ICS, 2024.

Figura 135: Emissões de CO₂e *per capita* - Natal/2015 a 2018



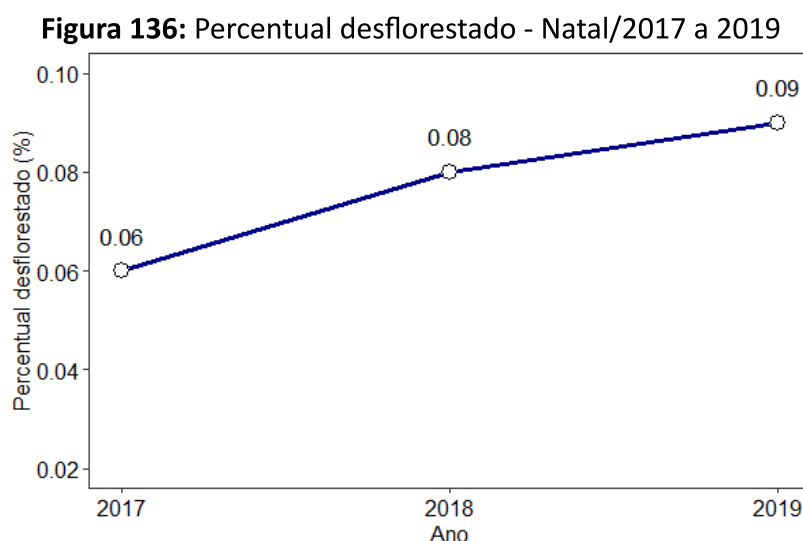
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG - OC e ICS, 2024.

O percentual de áreas convertidas (hectares de cobertura florestal + hectares de áreas naturais não florestais destinados para a agropecuária (Tabela 37) ou que se transformaram em áreas não vegetadas) sobre a área total do município (em hectares). Sendo assim, o desflorestamento no ano de 2017 era de 0,06% e o de 2019 subiu para 0,09% . Esses dados foram retirados do MapBiomias (Figura 136).

Tabela 37: Percentual desflorestado - Natal/2017 a 2019

PERCENTUAL DESFLORESTADO (%) – NATAL			
ANO	2017	2018	2019
VALOR	0,06	0,08	0,09

Fonte: SEMURB, com base nos dados do MapBiomias e ICS, 2024.



Fonte: SEMURB, com base nos dados do MapBiomias e ICS, 2024.

8.2 - Governança Climática e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Região Metropolitana de Natal

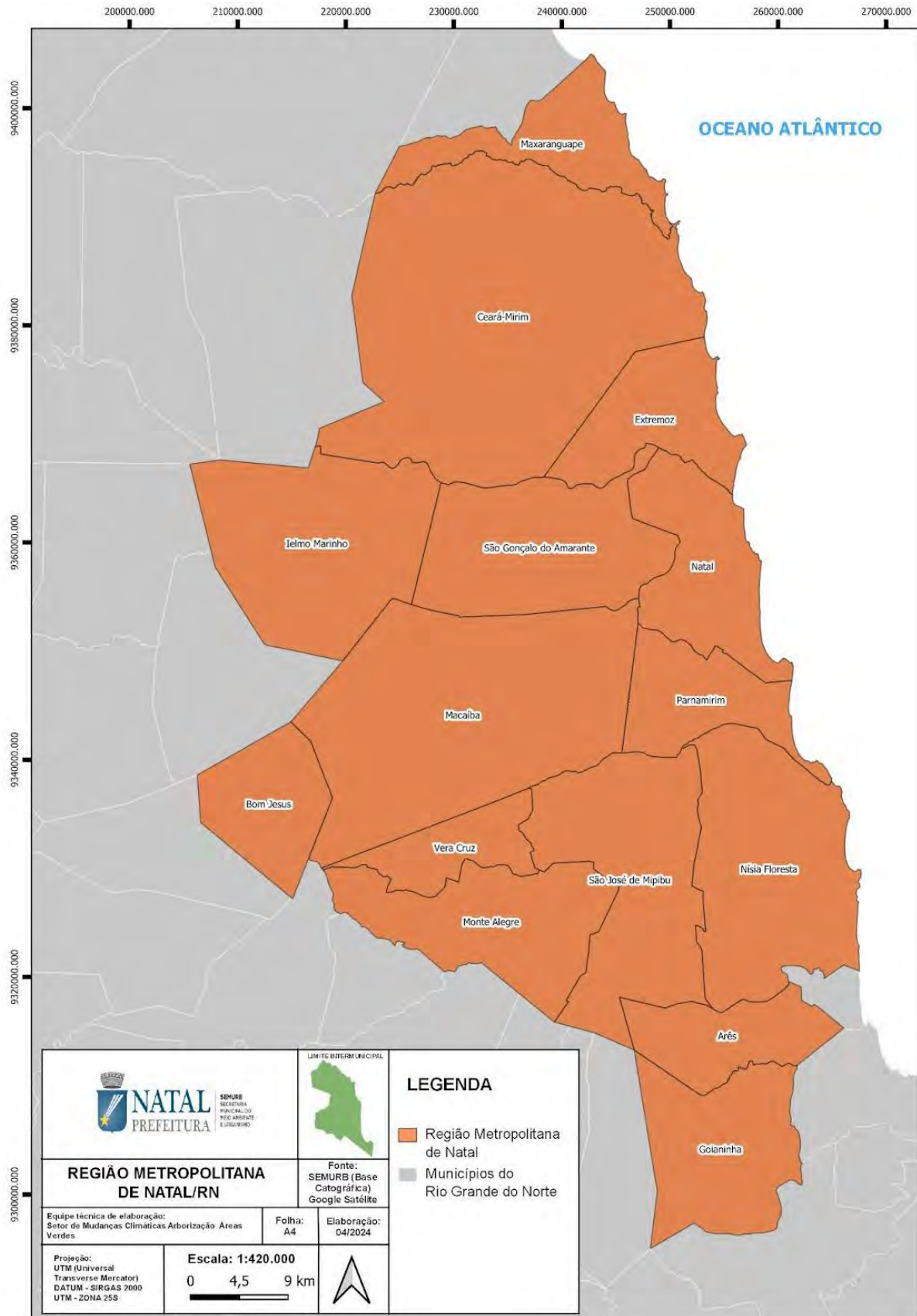
Dentre os 15 municípios que compõem a Região Metropolitana de Natal (RMN), diversificados são os cenários a serem considerados em governança climática (Figura 137). A variedade de aspectos urbanísticos, ambientais e socioeconômicos resulta em dados bastante peculiares, que em uma abordagem de gestão precisam ser compreendidos e trabalhados para que as ações de mitigação possam ser mais eficientes.

Como já comentado, o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades IDSC-BR apresenta uma avaliação abrangente da distância para se atingir as metas dos ODS nos municípios brasileiros, usando os dados mais atualizados disponíveis em fontes públicas e oficiais do Brasil. A pontuação do IDSC é atribuída no intervalo entre 0 e 100 e pode ser interpretada como a porcentagem do desempenho ótimo. A diferença entre a pontuação obtida e 100 é, portanto, a distância em pontos percentuais que uma cidade precisa superar para atingir o desempenho ótimo. O mesmo conjunto de indicadores foi aplicado a todos os municípios para gerar pontuações e classificações comparáveis.

O sistema de classificação por cores, apresentado nas tabelas a seguir (verde, amarelo, laranja e vermelho) indica o quanto um município está longe de atingir o objetivo. Quanto mais próximo do vermelho, mais distante de alcançar o ODS. A classificação do Nível de Desenvolvimento Sustentável é a seguinte:

- Muito baixo - 80 a 100
- Baixo - 60 a 77,99
- Médio - 50 a 59,99
- Alto - 40 a 49,99
- Muito alto - 0 a 39,99
- Informações indisponível

Figura 137: Mapa da Região Metropolitana de Natal



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

8.2.1 - ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO - REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

Neste sentido, os municípios pertencentes a RMN que estão abaixo do IDSC são Ielmo Marinho que de 2015 a 2021 não obteve valores acima de 15 % sendo considerado o município muito baixo do IDSC. Além disso, o município de Extremoz oscilou entre muito alto (2015, 2018 e 2020) e muito baixo (2016, 2017, 2019, 2021 e 2022), assim, pode-se constatar que não obteve informações precisas no banco de dados disponibilizado (Tabela 38).

O município de Maxaranguape também teve anos em 2015 e 2017 muito abaixo, por falta de informações precisas. Todavia, nos demais anos como 2016, 2018 e 2020 o município teve o IDSC alto e em 2019 e 2021 muito alto. Arez demonstrou que em seus dados, ficou na escala do IDSC entre alto, com variação de no máximo 3%, demonstrando o seu melhor desempenho em 2021. Já Goianinha demonstrou por meio dos dados coletados que em 2015 seu IDSC era de 68,93% na escala de alto, depois disso em todos os anos foi para muito alto chegando a 80% em 2021. O município de Macaíba sai de um nível médio de 52,55%, tem seus maiores valores em 2018 com 65,81% e diminui em 2021 para 61,94 %. Além disso, o município de Nísia Floresta saiu do IDSC de Médio em 2015 para alto nos demais anos com exceção de 2018 que atingiu 100% (Muito alto).

Já em São José de Mipibu saiu da escala de baixo no ano de 2015 com 44 % para 85 % muito alto no ano de 2018, e depois tem uma queda no ano de 2021 para 62,68% ficando na escala do IDSC de alto. Com relação ao município de Monte Alegre, é notório observar que em 2015 os seus valores estão na escala de muito alto em 83 %, tem seus maiores valores registrados no ano de 2018 com 95,67% e no ano de 2019 ele tem seus menores valores registrados em 75 % aproximadamente e fica na escala de alto até o presente momento, visto que 2020 e 2021 chegou a aproximadamente 78% e 2022 houve uma redução.

Para o município de Bom Jesus, é notório observar que nos anos de 2015 e 2016 estão entre 74% aproximadamente na escala de alto e de 2017 até os dias atuais chegaram nos 100 % prestados à população. Nos demais municípios como Natal, São Gonçalo do Amarante, Parnamirim, Ceará-Mirim e Vera Cruz em todos os anos analisados foi constatado que estão na escala de muito alto acima do 86%.

Tabela 38: População atendida com serviço de água – Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023

POPULAÇÃO ATENDIDA COM SERVIÇO DE ÁGUA (%)									
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ARÊS	63,21	63,08	63,15	64,09	63,62	65,94	66,29	61,53	-
BOM JESUS	73,04	74,26	100	100	100	100	100	100	-
CEARÁ-MIRIM	96,04	98,07	97,44	98,44	97,91	86,04	89,15	-	-
EXTREMOZ	100	-	2,86	100	3,14	100	3,15	1,14	-
GOIANINHA	68,93	73,43	71,59	77,24	78,3	79,6	80,28	66,58	-
IELMO MARINHO	13,95	14,09	14,27	14,16	14,61	15,01	14,17	14,15	-
MACAÍBA	52,55	61,71	61,82	65,81	61,25	63,58	61,94	51,26	-
MAXARANGUAPE	-	66,5	-	73,81	80,83	79,72	82,59	-	-
MONTE ALEGRE	83,71	84,24	80,63	95,67	74,98	77,83	78,42	62,69	-
NATAL	94,88	91,62	93,66	97,19	96,63	95,97	94,41	91,87	-
NÍSIA FLORESTA	58,68	69,36	63,8	100	72,51	70,09	67,11	50,20	-
PARNAMIRIM	100	100	100	100	100	100	100	94,25	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	100	100	100	100	100	100	100	11,87	-
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	44,29	60,09	63,31	85,39	67,22	65,89	62,68	49,63	-
VERA CRUZ	99,99	90,18	89,22	99,98	97,28	100	100	95,22	-

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Com relação ao índice de perda de água na RMN (Tabela 39), o município de Arês em 2015 tinha perda de 41% e, com o passar dos anos essa porcentagem foi diminuindo e em 2021 o valor divulgado era de 13,72%, contudo, em 2022 esse valor aumentou para 30,49%. O município de

Ielmo Marinho em 2015 tinha 73,7% de desperdício e em 2021 diminuiu para 35% aproximadamente, mas com novo aumento em 2022 para 39,07%. Logo, todos os outros municípios foram de maneira inversa, aumentaram ou intercalaram entre aumento ou diminuição. Sendo assim, o município de Bom Jesus, teve uma perda em 2015 de 71,5%, teve seus menores valores registrados no ano de 2020 com 37,96% e no ano de 2022 tinha 41,41% de perda. O Município do Natal manteve o mesmo padrão na faixa dos 54% a 60% entre os anos de 2015 a 2022. Já Macaíba que teve em 2015 o valor de 62,5 %, enquanto em 2022 foi 54,97%.

Além disso, o município de Vera Cruz em 2015 teve 47,16%, no ano de 2022 apresentou os valores de 10,57%, teve suas maiores perdas registradas no ano seguinte (2019) com 64,1% e em 2021 ficou acima dos 50%. Já os municípios de Monte Alegre, Nísia Floresta e Parnamirim no ano de 2021 ficaram com os valores entre 41,0% a 44%, todavia registraram ainda alterações em seus anos coletados sendo Nísia Floresta com 71,2% em 2015, Monte Alegre com 47% nos anos de 2018 e 2019 e Parnamirim com 55,5% em 2015. Nísia Floresta e Monte Alegre ainda apresentam taxa de crescimento para o ano de 2022 com valores de 53,63% e 48,80%, respectivamente, enquanto no município de Parnamirim houve redução para 30,90%.

Os municípios de Extremoz e Maxaranguape só tiveram início de dados disponibilizados nos anos de 2017 e 2018 respectivamente, deste modo os menores valores registrados em Extremoz foi no ano de 2018 com quase 4% e o maior em 2020 em 47,91%, enquanto no ano de 2022 foi de 21,25%. Além disso, em Maxaranguape os maiores valores registrados foram nos anos de 2018 e 2019 entre 43%, no ano de 2020 foi de 21,5% e no ano de 2021, último dado divulgado foi 31,6%.

O Município de Goianinha sai de 50,77% em 2015 para 25,11% em 2021, contudo no ano de 2022 apresenta taxa de 44,22%. Já no município de Ceará-Mirim em quase todos os anos, com exceção de 2017 que apresentou 0,03%, os anos ficaram em média entre 30% a 34%. Por fim, o município de São José de Mipibu, inicia 2015 entre todos os municípios como o de menor perda de água com 5,87% e em 2022 alcança 24,66%.

Tabela 39: Índice de perda de água - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023

ÍNDICE DE PERDA DE ÁGUA (%)									
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ARÊS	41,04	32,65	28,14	10,50	12,60	32,75	13,72	30,49	-
BOM JESUS	71,49	53,08	55,77	43,09	59,84	37,96	50,11	41,41	-
CEARÁ-MIRIM	30,86	29,69	0,03	34,25	32,92	30,27	31,19	-	-
EXTREMOZ	-	-	39,35	3,82	37,91	47,91	32,03	21,25	-
GOIANINHA	50,77	35,01	42,57	25,16	22,33	21,84	25,11	44,22	-
IELMO MARINHO	73,74	70,96	60,09	66,30	37,83	42,81	34,92	39,07	-
MACAÍBA	62,48	56,82	49,00	52,55	57,38	52,35	48,99	54,97	-
MAXARANGUAPE	-	-	-	42,87	42,86	21,50	31,59	-	-
MONTE ALEGRE	40,22	32,54	42,01	47,04	47,08	41,69	44,64	48,80	-
NATAL	54,87	54,22	54,92	54,78	56,16	57,92	59,85	54,61	-
NÍSIA FLORESTA	71,20	65,82	49,06	41,37	41,63	39,14	41,39	53,63	-
PARNAMIRIM	55,52	52,45	53,46	49,36	54,62	54,43	44,10	30,90	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	21,39	22,05	27,74	32,11	48,62	50,61	33,33	27,89	-
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	5,87	11,34	20,39	8,90	5,87	23,20	15,87	24,66	-
VERA CRUZ	47,16	38,48	42,80	25,57	64,13	45,1	50,85	10,57	-

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Com relação aos municípios da RMN (Tabela 40) atendida com o saneamento básico (esgoto), é possível evidenciar que o município de Natal é o que tem a maior taxa com 53,79% no ano de 2022 classificado no IDSC abaixo. Na sequência vem Goianinha, que cresceu de 10,88% de

2015 para 29,60% em 2022.

São Gonçalo do Amarante que apresentou valores crescentes até 2021, com variação de 15,04% a 37,46%, teve diminuição em 2022 com valor de 11,98%. O município de Ceará-Mirim inicia os anos analisados a partir de 2015 com 34,06% e em 2021 cai para 17,53%, a sua população aumentou do censo do IBGE de 2010, para 2022 em cerca de 16%, todavia os serviços de saneamento não teve uma crescente, não possui investimentos se mantendo constante mesmo com o aumento da população segundo os dados do SNIS.

Os municípios de Macaíba, Monte Alegre e Parnamirim ficam entre 3% a 8,22% no decorrer dos anos, sem grandes alterações. Além disso, Bom Jesus, Ilmo Marinho e Vera Cruz em nenhum dos anos coletados não teve nenhuma modificação sendo os municípios mais preocupantes que não divulgaram os dados para o SNIS.

Já os municípios que começaram a ser atendidos com o esgotamento sanitário nesse período foram Arês a partir de 2020 com cerca de aproximadamente 19,0% e Nísia Floresta a partir de 2019 com aproximadamente 2% da população e permaneceu o mesmo valor até 2021. Além disso, outro município que tem menos de 1% é São José de Mipibu com no máximo 0,6 % de 2015 a 2022, a realidade não modificou.

Tabela 40: População atendida com esgotamento sanitário - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023

POPULAÇÃO ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO (%)									
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ARÊS	-	-	-	-	-	18,91	18,77	-	-
BOM JESUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEARÁ-MIRIM	34,06	34,32	29,95	30,26	30,09	17,80	17,53	-	-
EXTREMOZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOIANINHA	10,88	16,04	11,07	25,05	26,83	26,30	28,07	29,60	-
ILMO MARINHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MACAÍBA	3,11	3,08	3,05	3,09	3,09	3,01	3,07	3,07	-
MAXARANGUAPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MONTE ALEGRE	5,57	5,73	5,43	5,79	6,22	5,98	5,97	5,67	-
NATAL	37,58	38,17	36,78	39,08	42,65	43,27	43,78	53,79	-
NÍSIA FLORESTA	-	-	-	-	1,93	1,86	1,82	1,62	-
PARNAMIRIM	2,79	3,58	3,93	5,49	6,01	6,18	6,55	8,22	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	15,04	17,33	30,43	30,79	31,67	31,31	37,46	11,98	-
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,63	0,62	0,61	0,62	0,63	0,60	0,60	0,56	-
VERA CRUZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

O índice de tratamento de esgoto na Tabela 41 revela que Ceará-Mirim teve taxas entre 90,42% (2015) a 100% nos anos de 2018 a 2021. Enquanto o município de Natal tem variação entre 72,8% nos anos de 2015 e 2016 a 100% nos anos de 2017 a 2021, com nova redução no ano de 2022 com 91,18%.

Além disso, os outros municípios em que os dados foram disponibilizados (Goianinha, Macaíba, Monte Alegre, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante e São José de Mipibu) possuem taxas de 100%, no período de 2015 e 2021, enquanto no ano de 2022 esse valores diminuem para faixa dos 90,0% a 92,4%.

Tabela 41: Índice de tratamento de esgoto - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2023

ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTO (%)									
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ARÊS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOM JESUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEARÁ-MIRIM	90,42	99,59	98,78	100	100	100	100	-	-
EXTREMOZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOIANINHA	100	100	100	100	100	100	100	91,06	-
IELMO MARINHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MACAÍBA	100	100	100	100	100	100	100	92,21	-
MAXARANGUAPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MONTE ALEGRE	100	100	100	100	100	100	100	91,39	-
NATAL	72,8	72,8	100	100	100	100	100	91,18	-
NÍSIA FLORESTA	-	-	-	-	100	100	100	91,28	-
PARNAMIRIM	100	100	100	100	100	100	100	90,04	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	100	100	100	100	100	100	100	91,27	-
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	100	100	100	100	100	100	100	91,19	-
VERA CRUZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

8.2.2 - PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS - REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

Com relação aos resíduos domiciliares per capita na RMN (Tabela 42), é possível observar que os maiores valores são registrados em São José de Mipibu, no qual de 2015 a 2019 a taxa era de 3,83 % em 2015 e caiu para 3% em 2019, todavia em 2021 caiu para 1,75 per capita. O segundo município com resíduos domiciliares mais elevados é Monte Alegre com 2,75 % e a partir de 2020, os anos anteriores não tiveram registros.

Na sequência vem Vera Cruz, variando entre os anos de 2016 a 2019 entre 0,84 % a 1,89 %. No município de Nísia Floresta ele vem desde 2015 com um acréscimo de 0,62% para 1,64% em 2021. Logo, os municípios de Natal e Extremoz eles variam nos anos chegando em até 1,41% em 2021 em Extremoz e em 1,34% em Natal, vale destacar que Extremoz entre os anos de 2016 a 2020 os valores não se alteraram. Os demais municípios em sua totalidade não ultrapassaram 1%, muitos deles não chegaram nem a 0,80%, talvez pela falta de dados divulgados pelos SNIS, ou por meio, que os municípios não realizavam ou divulgavam as informações pertinentes.

Tabela 42: Resíduos domiciliares *per capita* - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2022

RESÍDUOS DOMICILIARES PER CAPITA (ton/hab/ano)								
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ARÊS	-	-	-	-	-	0,84	0,49	0,23
BOM JESUS	-	-	-	-	-	0,50	2,59	0,80
CEARÁ-MIRIM	-	-	-	-	0,60	0,55	0,59	0,56
EXTREMOZ	1,27	-	-	-	-	-	1,41	0,69
GOIANINHA	-	1,07	-	-	0,61	0,60	0,68	0,70
IELMO MARINHO	0,17	-	-	-	-	-	-	-
MACAÍBA	0,45	0,48	-	0,50	0,51	0,56	0,52	0,57
MAXARANGUAPE	-	-	-	-	1,70	0,99	0,99	0,94
MONTE ALEGRE	-	-	-	-	-	2,75	2,75	1,26
NATAL	1,01	0,99	0,96	1,16	1,27	1,33	1,34	1,62
NÍSIA FLORESTA	0,62	1,10	1,07	1,38	1,79	1,64	1,64	1,61
PARNAMIRIM	-	0,90	0,68	0,84	0,94	0,45	0,74	0,73
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,67	0,54	1,00	-	-	-	1,42	0,53
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	3,83	3,83	3,63	3,00	3,00	1,33	1,75	2,86
VERA CRUZ	-	1,89	0,84	1,89	1,89	-	-	0,96

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

A coleta seletiva implementada na RMN apesar de ser um tema divulgado a anos, não vem sendo empregada pelos municípios como pode ser observada na Tabela 43, ou seja, apenas os municípios de Natal que contém dados desde 2015 no qual fica entre 13%, na sequência Arês que iniciou em 2020 com 41,11% e no ano seguinte todo o município passou a realizar.

Além deles, Vera Cruz teve resultados entre 2016 a 2018 entre 27% a 37%, nos anos seguintes não teve mais resultados. O município de Parnamirim entre 2018 e 2019, com no máximo quase 10% da população realizando a coleta, depois dessas informações não têm outros dados disponibilizados. Por outro lado, não possui mais nenhum município dentro da RMN com tais informações.

Tabela 43: População atendida com coleta seletiva - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2021

POPULAÇÃO ATENDIDA COM COLETA SELETIVA (%)							
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ARÊS	-	-	-	-	-	41,11	100
BOM JESUS	-	-	-	-	-	-	-
CEARÁ-MIRIM	-	-	-	-	-	-	-
EXTREMOZ	-	-	-	-	-	-	-
GOIANINHA	-	-	-	-	-	-	-
IELMO MARINHO	-	-	-	-	-	-	-
MACAÍBA	-	-	-	-	-	-	-
MAXARANGUAPE	-	-	-	-	-	-	-
MONTE ALEGRE	-	-	-	-	-	-	-
NATAL	13,12	13,00	12,89	13,00	13,04	12,94	12,85
NÍSIA FLORESTA	-	-	-	-	-	-	-
PARNAMIRIM	-	-	-	3,91	9,56	-	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	-	-	-	-	-	-	-
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	-	-	-	-	-	-	-
VERA CRUZ	-	37,44	27,68	37,05	-	-	-

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

Por meio dos dados coletados ainda é possível observar o que está sendo feito com os resíduos sólidos coletados por cada município da RMN (Tabela 44), com exceção daqueles que não tem dados divulgados na tabela acima. Neste sentido, Natal recuperou os resíduos sólidos em 0,78% em 2015 e 0,69% em 2021.

Já o município de Vera Cruz entre 2016 e 2018 foi em 3,26% e teve seu ápice em 2017 nos anos disponibilizados com dados em 8,47%. Logo, em Arês entre 2020 foi de 3,26% e em 2021 em 0,04%. Em Parnamirim foi de 0,03% em 2018 e de 1,07% em 2019 dos Resíduos Sólidos recuperados.

Tabela 44: Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2021

RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COLETADOS SELETIVAMENTE (%)							
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ARÊS	-	-	-	-	-	3,26	0,04
BOM JESUS	-	-	-	-	-	-	-
CEARÁ-MIRIM	-	-	-	-	-	-	-
EXTREMOZ	-	-	-	-	-	-	-
GOIANINHA	-	-	-	-	-	-	-
IELMO MARINHO	-	-	-	-	-	-	-
MACAÍBA	-	-	-	-	-	-	-
MAXARANGUAPE	-	-	-	-	-	-	-
MONTE ALEGRE	-	-	-	-	-	-	-
NATAL	0,78	0,79	0,83	0,72	0,76	0,85	0,69
NÍSIA FLORESTA	-	-	-	-	-	-	-
PARNAMIRIM	-	-	-	0,03	1,07	-	-
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	-	-	-	-	-	-	-
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	-	-	-	-	-	-	-
VERA CRUZ	-	3,26	8,47	3,26	-	-	-

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SNIS e ICS, 2024.

8.2.3 - AÇÃO CLIMÁTICA - REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

A tabela 45 mostra que a emissão de CO₂e per capita em Macaíba diminuiu de 2015 para 2018, com a melhor redução, passando de 5,95 toneladas por pessoa em 2015 para 2,39 toneladas por pessoa em 2018, totalizando uma redução de 3,56 toneladas por pessoa em três anos. A capital do Rio Grande do Norte, Natal, ocorreu uma pequena diminuição, porém, muito significativa, afinal, sua população é grande, com um total de 1,52 toneladas por pessoa para 1,39 toneladas por pessoa.

Ielmo Marinho, houve um grande aumento de 0,62 toneladas nas emissões, de 3,05 toneladas por pessoa em 2015 para 3,67 toneladas por pessoa em 2018. Ceará-Mirim se manteve bem nas emissões, com -0,97 toneladas por pessoas em 2015 para um pequeno aumento até 2018 com -0,53 toneladas por pessoa.

Tabela 45: Emissões de CO₂e *per capita* - Região Metropolitana de Natal/2015 a 2018

EMISSIONES DE CO ₂ e PER CAPITA (toneladas)				
MUNICÍPIO	2015	2016	2017	2018
ARÊS	2,66	2,71	3,00	2,42
BOM JESUS	2,52	2,25	2,26	2,30
CEARÁ-MIRIM	-0,97	-0,76	-0,50	-0,53
EXTREMOZ	1,40	1,53	1,79	1,76
GOIANINHA	2,72	2,80	3,20	3,11
IELMO MARINHO	3,05	2,97	3,24	3,67
MACAÍBA	5,95	2,45	2,76	2,39
MAXARANGUAPE	0,91	0,95	1,19	1,42
MONTE ALEGRE	1,96	2,08	2,31	2,22
NATAL	1,52	1,46	1,48	1,39
NÍSIA FLORESTA	1,79	1,59	2,17	1,72
PARNAMIRIM	1,70	1,66	1,65	1,57
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	1,38	1,34	1,47	1,48
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	2,82	2,65	3,04	2,31
VERA CRUZ	2,16	1,99	2,28	2,18

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, OC e ICS, 2024.

A Tabela 46 exibe o percentual de desflorestadas na região metropolitana de Natal, determinado pela soma dos hectares de cobertura florestal com os hectares de áreas naturais não florestais destinados à agropecuária ou transformados em áreas não vegetadas, em relação à área total do município em hectares.

Tabela 46: Percentual desflorestado - Região Metropolitana de Natal/2017 a 2019

PERCENTUAL DESFLORESTADO (%) – REGIÃO METROPOLITANA			
MUNICÍPIO	2017	2018	2019
ARÊS	1,36	1,44	0,09
BOM JESUS	0,73	0,93	0,74
CEARÁ-MIRIM	1,66	8,22	0,93
EXTREMOZ	0,67	1,58	0,30
GOIANINHA	0,65	0,42	0,09
IELMO MARINHO	1,80	1,32	4,57
MACAÍBA	1,88	0,98	0,99
MAXARANGUAPE	1,57	6,00	0,28
MONTE ALEGRE	0,54	0,80	1,24
NATAL	0,06	0,08	0,09
NÍSIA FLORESTA	0,62	0,47	0,42
PARNAMIRIM	0,60	0,8	0,36
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	1,04	0,65	0,72
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	1,44	1,38	0,50
VERA CRUZ	1,00	1,24	1,10

Fonte: SEMURB, com base nos dados do MapBiomas e ICS, 2024.

8.3 - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) é uma iniciativa do Observatório do Clima que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, documentos analíticos sobre a evolução das emissões e um portal na internet para disponibilização de forma simples e clara dos métodos e dados do sistema.

As Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa são geradas segundo as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), com base na metodologia dos Inventários Brasileiros de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e em dados obtidos junto a relatórios governamentais, institutos, centros de pesquisa, entidades setoriais e organizações não governamentais.

8.3.1 - METODOLOGIA DO SEEG

O SEEG avalia os cinco setores que são fontes de emissões – Agropecuária, Energia, Mudanças de Uso da Terra, Processos Industriais e Resíduos com o mesmo grau de detalhamento contido nos inventários de emissões.

O SEEG considera todos os gases de efeito estufa contidos no inventário nacional como CO₂, CH₄, N₂O e os HFCs, e os dados são apresentados também em carbono equivalente (CO₂e), tanto na métrica GWP (potencial de aquecimento global) como GTP (potencial de mudança de temperatura global) e segundo os fatores de conversão estabelecidos no 2º, 4º e 5º relatório do IPCC (AR2, AR4 e AR5).

Existem duas abordagens principais para determinação do carbono equivalente: o GWP (Global Warming Potential) e o GTP (Global Temperature Change Potential). O primeiro considera a influência dos gases na alteração do balanço energético da Terra. O segundo, a influência no aumento de temperatura. Ambos são medidos para um prazo de 100 anos, sendo mais comumente utilizado o GWP.

As estimativas de emissões brutas de gases do efeito estufa (Tabelas 47 e 48) não consideram a remoção de dióxido de carbono pelas mudanças de uso do solo, isto é, a quantidade de gases de carbono fixados pelo crescimento da vegetação. Quando há desconto das remoções, as estimativas são de emissões líquidas (emissões menos remoções).

As diretrizes do IPCC para inventários nacionais preveem a contabilização, para fins de inventário, das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. No inventário brasileiro, além de considerar restauração de florestas, regeneração de pastos e outros como sumidouros de carbono, foram considerados como remoção antrópica os aumentos de estoques de carbono em florestas naturais quando localizadas em unidades de conservação ou terras indígenas.

As emissões totais de gases do efeito estufa são computadas neste estudo nos cinco setores definidos pelas diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para inventários nacionais.

8.3.2 - EMISSÕES DE CO₂E GWP-AR5 - NATAL/2000 A 2022

Tabela 47: Emissões de CO₂e GWP-AR5 (t) por setores e subsetores - Natal/1990 a 2005

Categoria/Ano	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resíduos	74286	82205	79454	8223	86046	90834	96679	103462	111427	12059	136767	148243	164803	18423	208226	223929
Mudança de Uso da Terra e Floresta	8937	13589	17584	7828	10498	243	7	54606	32650	21050	16340	12018	9788	5060	3571	7389
Agropecuária	5192	65780	5558	4516	5016	4458	41297	46608	47693	4762	5043	5512	5645	6018	5513	5019
Total	88415	161574	102596	20567	101560	95535	137983	204676	191770	37871	158150	165773	180236	29501	217310	236337

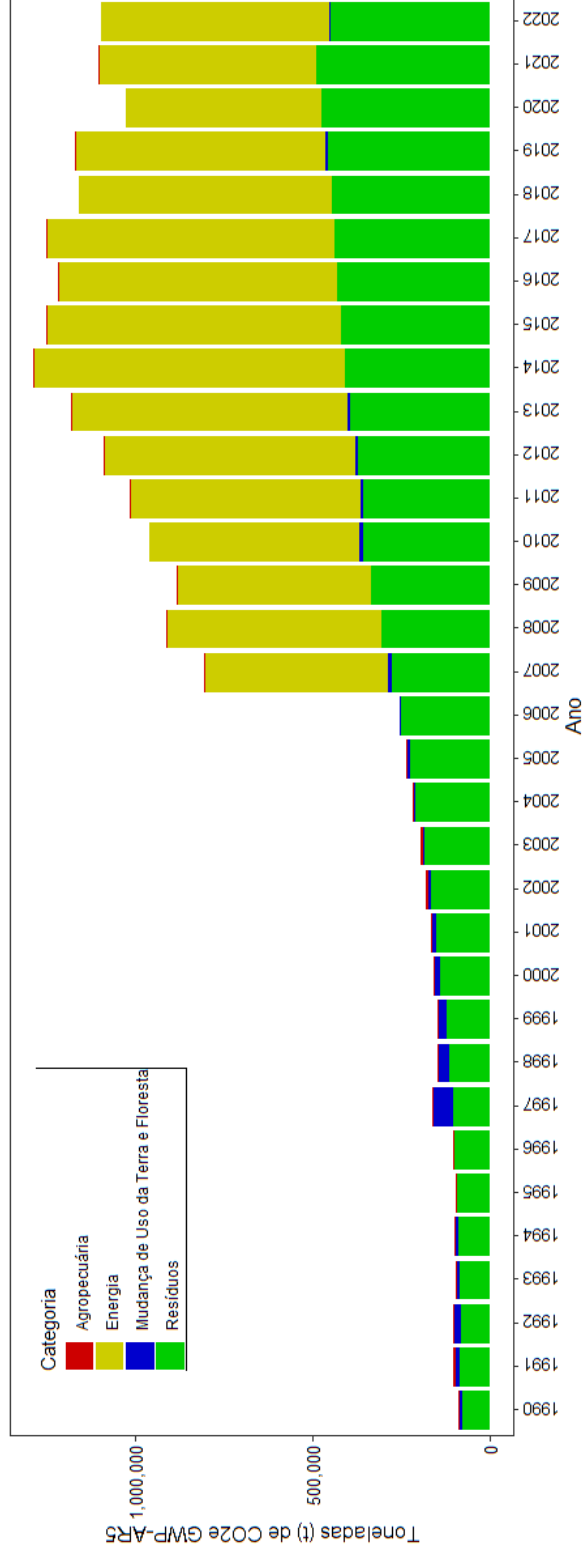
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 48: Emissões de CO₂e GWP-AR5 (t) por setores e subsetores - Natal/2006 a 2022

Categoria/Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Energia	0,00	517705	604018	544951	589428	646418	70599	775320	876135	828001	78475	809223	711213	701896	551343	610808	641313
Resíduos	248231	274238	302777	332609	3553474	355854	372139	390846	407349	418784	428672	437619	443863	456446	472075	488716	447820
Mudança de Uso da Terra e Floresta	6077	11930	2835	2071	14312	9693	7244	10274	1997	899	1550	17510	3077	10093	4039	209	7355
Agropecuária	13278	7790	18734	5195	35168	27927	3193	3972	4084	41	3868	33571	23626	2120	18443	16286	16864
Total	267586	811663	928364	884826	4192382	1039892	453175	1180412	1289565	1247725	512565	1297923	1181779	1170555	1045900	1116019	1113352

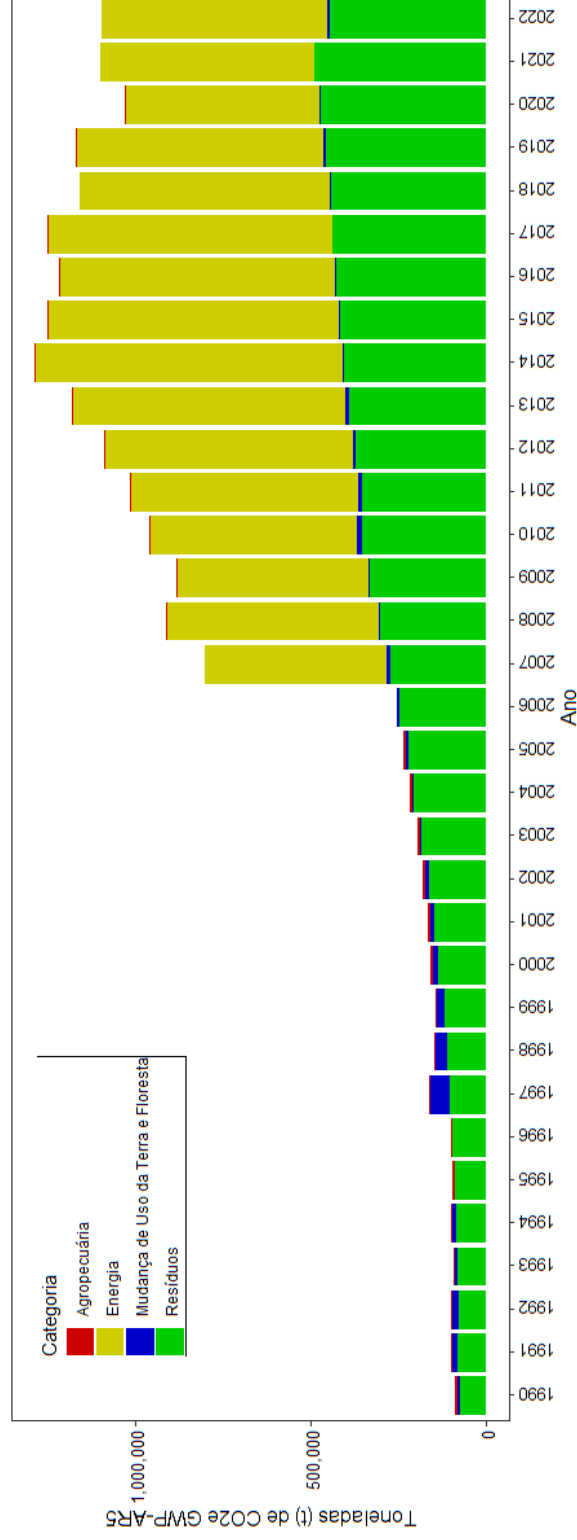
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 138: Emissões Líquidas de CO₂e GWP-AR5 por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022



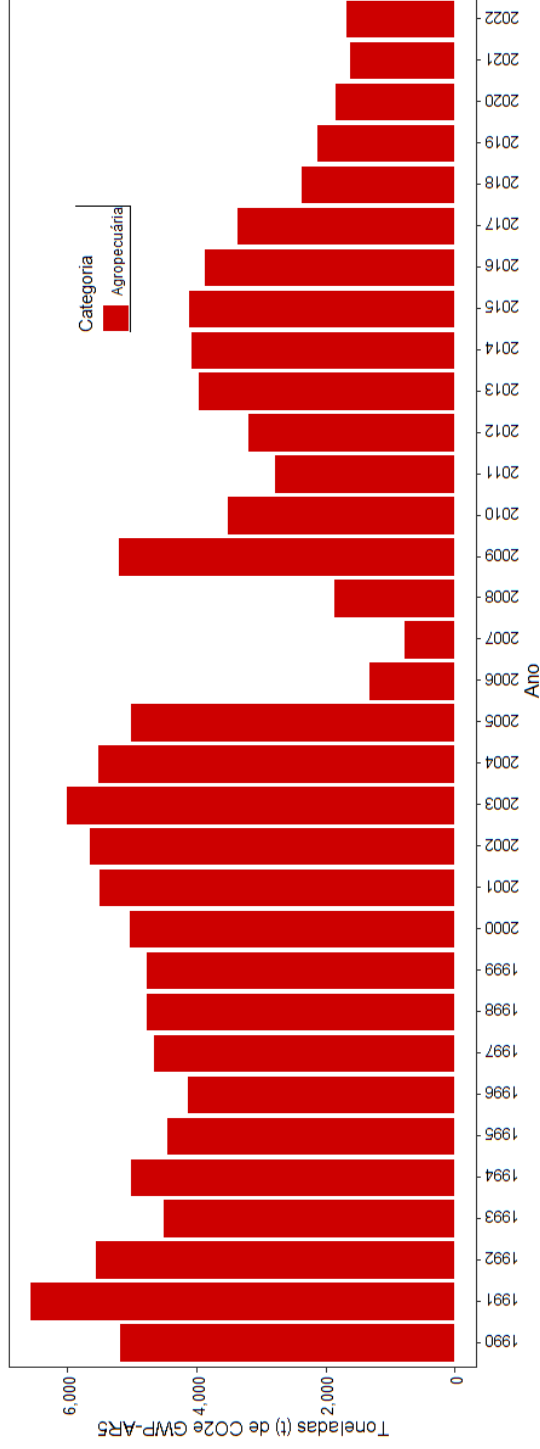
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 139: Emissões Brutas de CO₂e GWP-AR5 por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022



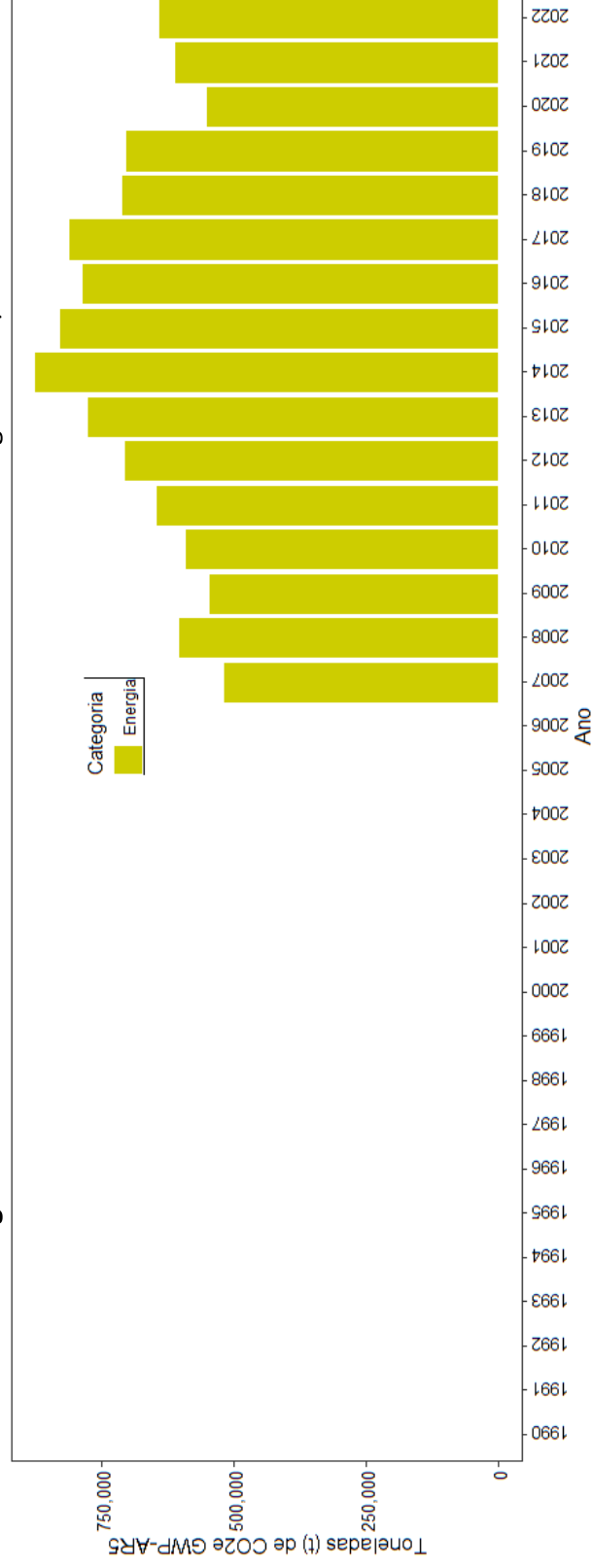
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 140: Emissões Brutas de CO2e GWP-AR5 – Subsetor Agropecuária - Natal/1990 a 2022



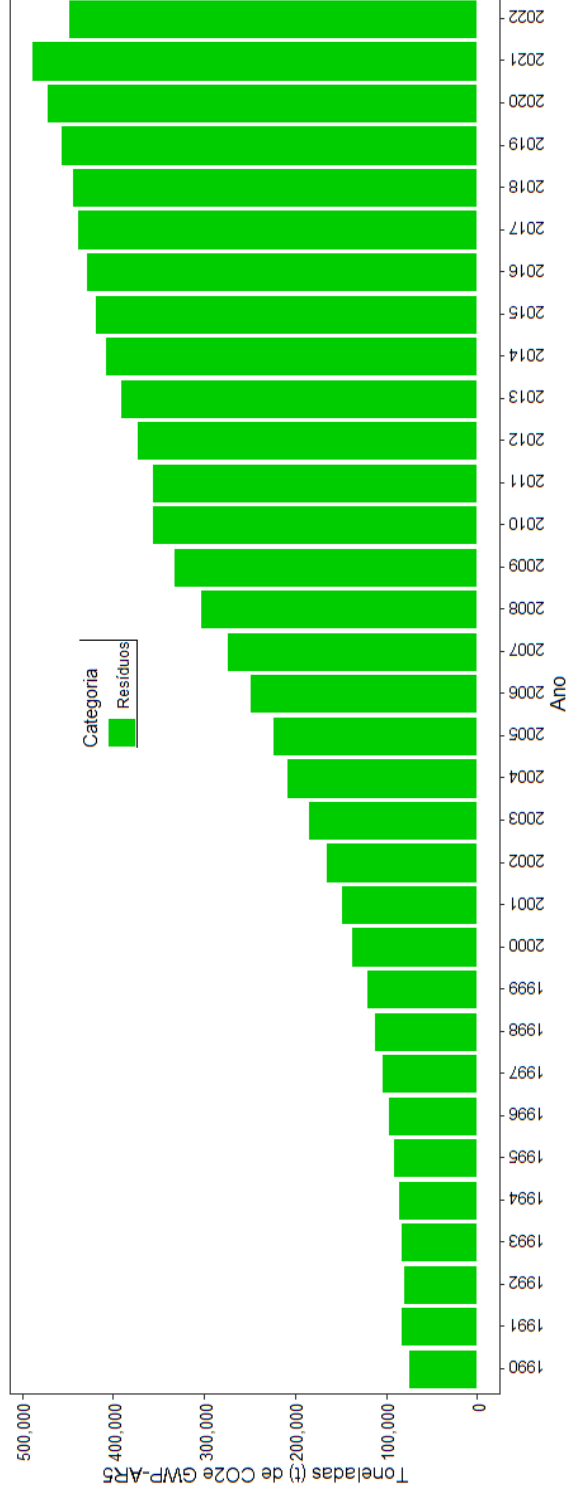
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 141: Emissões Brutas de CO2e GWP-AR5 – Subsetor Energia - Natal/1990 a 2022



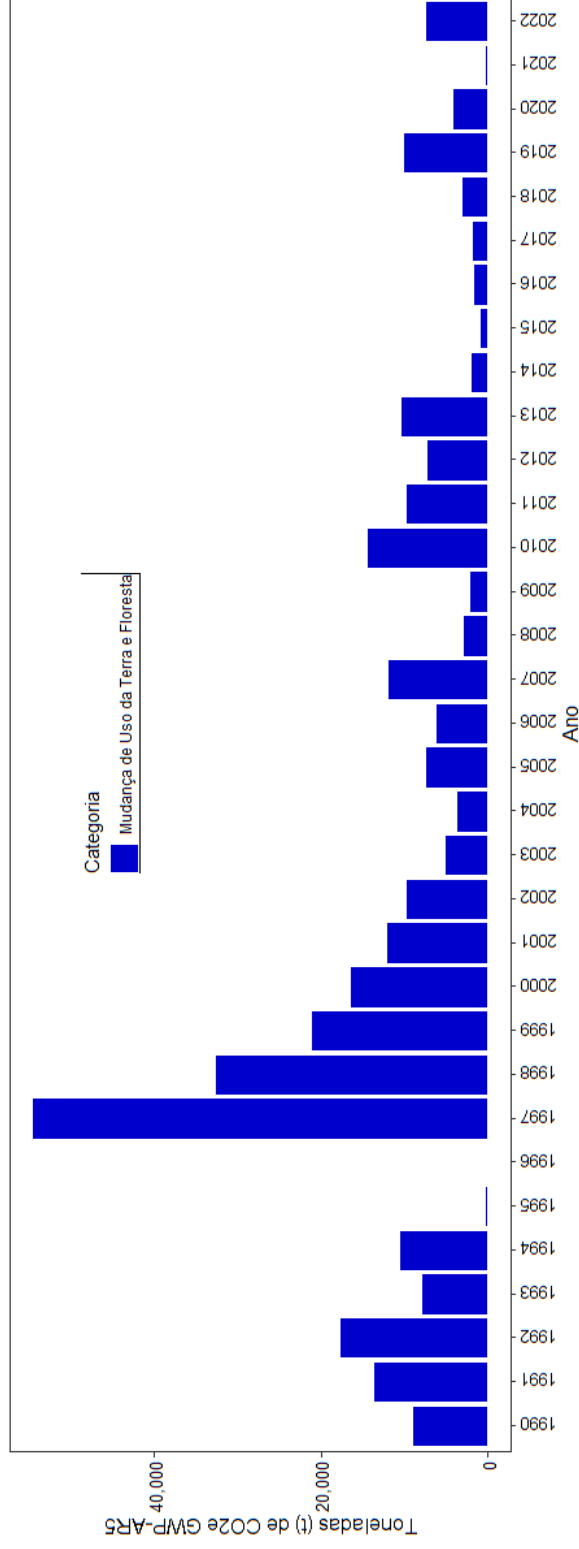
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 142: Emissões Brutas de CO2e GWP-AR5 – Subsetor Resíduos - Natal/1990 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 143: Emissões Brutas/Remoções de CO2e GWP-AR5 – Subsetor Mudança de Uso da Terra - Natal/1990 a 2022



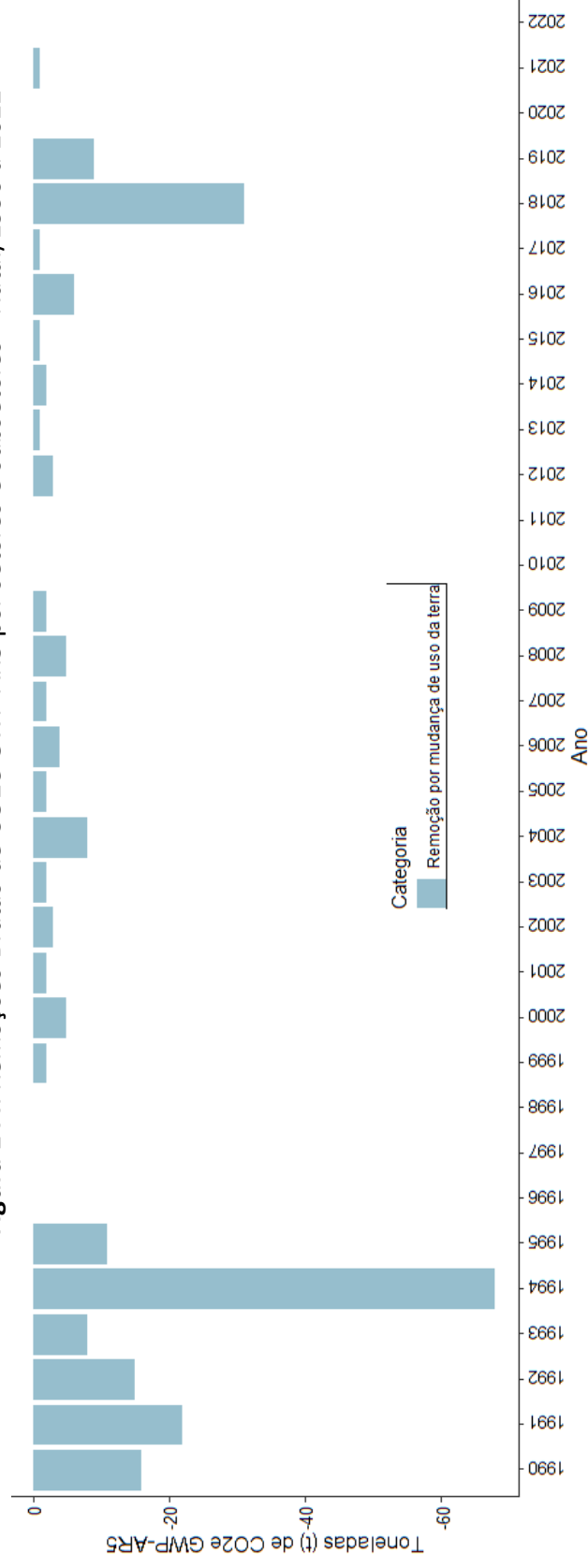
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 49: Remoções Brutas de CO₂e GWP-AR5 (t) por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022

Ano	Remoção por mudança de uso da terra
1990	-16
1991	-22
1992	-15
1993	-8
1994	-68
1995	-11
1996	0
1997	0
1998	0
1999	-2
2000	-5
2001	-2
2002	-3
2003	-2
2004	-8
2005	-2
2006	-4
2007	-2
2008	-5
2009	-2
2010	0
2011	0
2012	-3
2013	-1
2014	-2
2015	-1
2016	-6
2017	-1
2018	-31
2019	-9
2020	0
2021	-1
2022	0

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Figura 144: Remoções Brutas de CO2e GWP-AR5 por setores e subsetores - Natal/1990 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 50: Emissões de CO2e GWP-AR5 (t) por População, PIB e Área - Natal/2000 a 2011

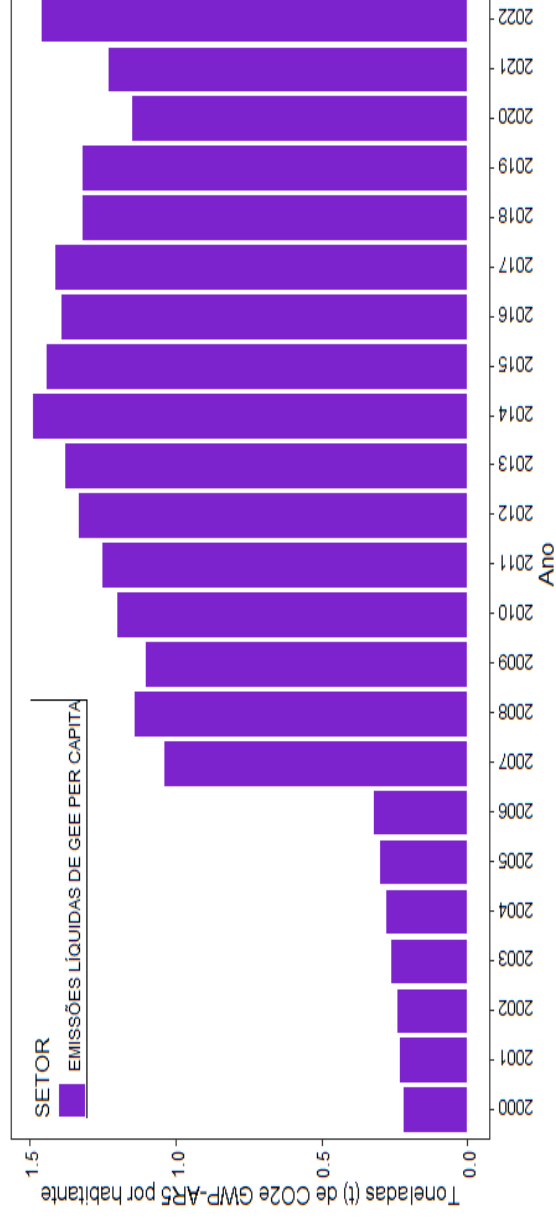
SETOR	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
POPULAÇÃO (hab)	712.317	722.144	734.505	744.794	766.081	778.040	789.896	774.230	798.071	806.203	803.739	810.780
PIB (X1.000.000 R\$)	3.782,45	4.116,87	4.627,86	5.229,47	5.955,69	6.643,98	7.398,85	8.020,99	8.858,67	10.362,50	11.532,08	12.273,09
ÁREA (Km ²)	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53
TOTAL - EMISSÕES LÍQUIDAS DE CO2E	156.932	164.597	179.053	194.036	215.943	234.763	254.012	803.066	909.719	883.003	960.936	1.013.222
EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE PER CAPITA	0,22	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	1,04	1,14	1,10	1,20	1,25
EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE PELO PIB (t/R\$ 1.000.000,00)	41,5	40,0	38,7	37,1	36,3	35,3	34,3	100,1	102,7	85,2	83,3	82,6
EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE POR UNID. DE ÁREA	931	977	1.062	1.151	1.281	1.393	1.507	4.765	5.398	5.239	5.702	6.012

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 51: Emissões de CO2e GWP-AR5 (t) por População, PIB e Área - Natal/2012 a 2022

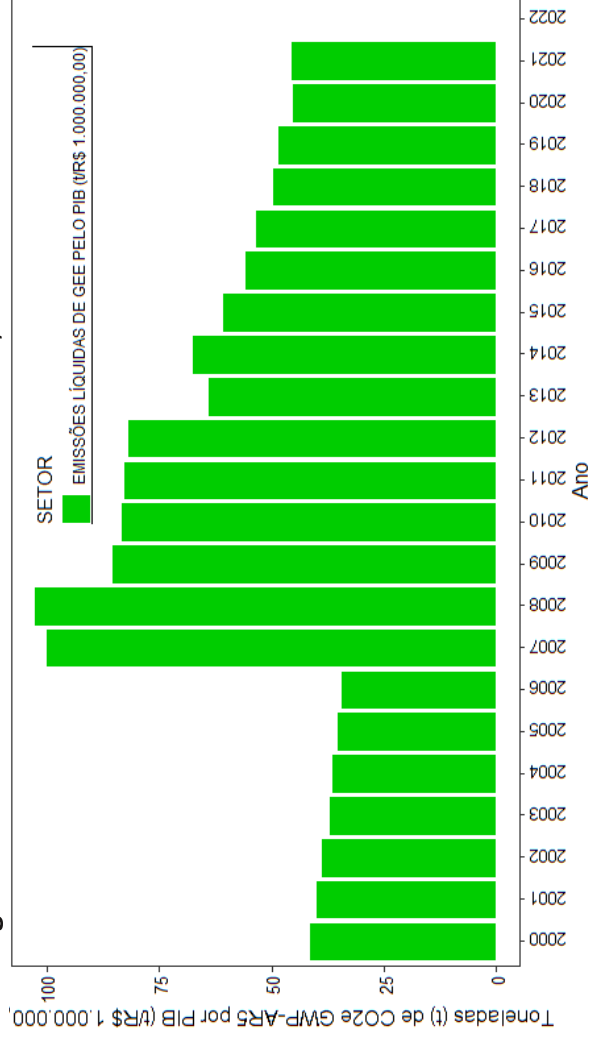
SETOR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
POPULAÇÃO (hab)	817.590	853.928	862.044	869.954	877.662	885.180	877.640	884.122	890.480	896.708	751.300
PIB (X1.000.000 R\$)	13.291,18	18.465,10	19.100,61	20.591,13	21.861,05	23.458,66	23.372,34	24.139,38	22.675,07	24.186,26	-
ÁREA (Km²)	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53	168,53
TOTAL - EMISSÕES LÍQUIDAS DE CO2E	1.087.035	1.179.000	1.288.047	1.250.228	1.217.196	1.250.112	1.158.543	1.167.942	1.026.604	1.098.583	168,53
EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE PER CAPITA	1,33	1,38	1,49	1,44	1,39	1,41	1,32	1,32	1,15	1,23	1,46
EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE PELO PIB (t/R\$ 1.000.000,00)	81,8	63,9	67,4	60,7	55,7	53,3	49,6	48,4	45,3	45,4	--
EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE POR UNID. DE ÁREA	6.450	6.996	7.643	7.418	7.222	7.418	6.874	6.930	6.092	6.519	6.499

Figura 145: Emissões de CO2e GWP-AR5 Per Capita - Natal/2000 a 2019



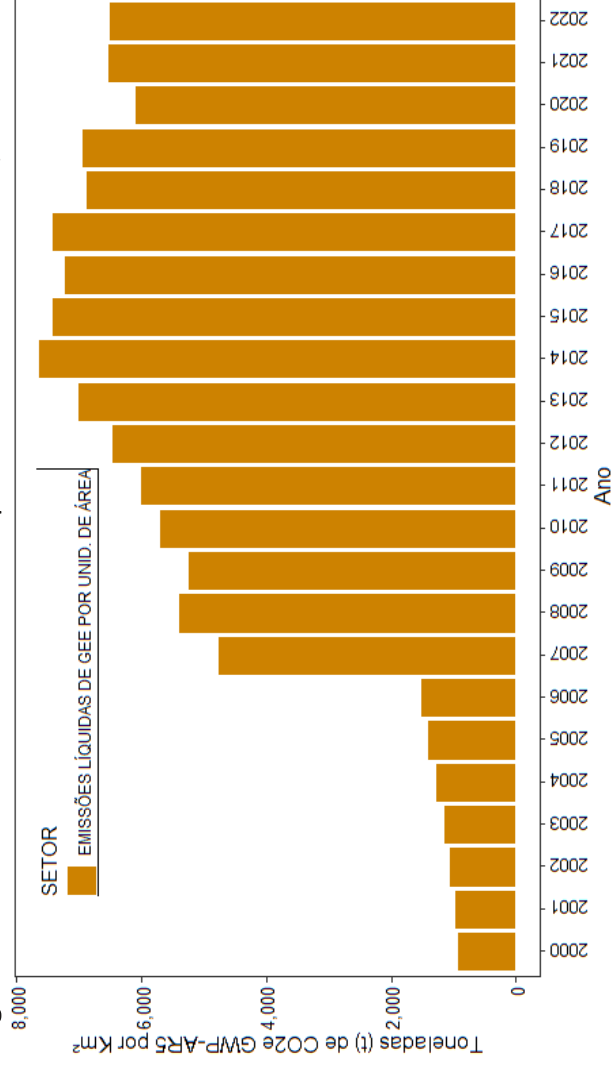
Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG e IBGE, 2024.

Figura 146: Emissões de CO₂e GWP-AR5 - Natal/2000 a 2019



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG e IBGE, 2024.

Figura 147: Emissões de CO₂e GWP-AR5 por unidade de área - Natal/2000 a 2019



Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG e IBGE, 2024.

8.3.3 - EMISSÕES DE CO2E GWP-AR5 – NATAL E REGIÃO METROPOLITANA/2000 A 2022

Tabela 52: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - da Região Metropolitana do Natal/2000 a 2011

MUNICÍPIO	SETOR	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ARÉS	AGROPECUÁRIA	18.221	17.802	16.127	17.444	14.619	10.155	10.273	11.191	9.486	9.045	8.717	9.185
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	20.946	16.247	14.653	13.055	15.470
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	14.866	19.778	7.189	7.270	1.526	1.926	1.934	4.709	-3.083	-3.103	10.735	6.847
	RESÍDUOS	2.493	2.603	2.757	2.963	3.054	3.170	3.296	3.506	3.651	3.796	3.866	4.007
	TOTAL	35.581	40.182	26.073	27.677	19.199	15.250	15.503	40.352	26.301	24.391	36.373	35.508
BOM JESUS	AGROPECUÁRIA	16.438	16.366	17.700	19.272	21.141	23.028	25.077	22.022	20.179	16.980	16.324	16.733
	ENERGIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,562	3,513	4,165	4,543	6,645
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	14.791	13.704	1.870	1.380	-988	-602	-1.524	-1.364	971	-2.098	2.817	-607
	RESÍDUOS	946	1.003	1.084	1.195	1.231	1.354	1.487	1.454	1.591	1.751	1.898	2.083
	TOTAL	32.176	31.073	20.654	21.846	21.384	23.779	25.040	25.674	26.254	20.798	25.581	24.856
CEARÁ-MIRIM	AGROPECUÁRIA	29.139	31.958	32.874	36.314	38.148	40.233	40.528	45.756	42.833	52.246	44.502	33.548
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	31.361	31.639	43.617	58.719	51.492
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	268.212	154.589	103.140	21.892	13.351	11.663	1.805	30.827	22.768	-21.910	103.632	95.650
	RESÍDUOS	10.709	12.050	13.873	15.121	16.398	17.831	19.539	20.407	22.116	24.403	24.467	25.112
	TOTAL	308.059	198.597	149.887	73.327	67.897	69.727	61.872	128.351	119.357	98.356	231.320	205.802
EXTREMOZ	AGROPECUÁRIA	21.384	24.098	24.807	27.635	29.657	31.895	21.673	22.942	20.005	16.801	15.834	9.724
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	4.362	3.967	5.368	6.335	6.174
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	21.931	13.705	13.271	-433	-58	93	7.409	32.476	11.118	-3.638	61.677	26.122
	RESÍDUOS	3.512	3.777	4.104	4.506	4.624	4.989	5.373	5.634	6.218	6.914	7.472	7.808
	TOTAL	46.826	41.580	42.182	31.708	34.222	36.977	34.455	65.414	41.308	25.445	91.318	49.828
GOIANINHA	AGROPECUÁRIA	15.254	16.022	18.626	19.960	19.717	20.378	22.049	22.201	19.937	22.955	21.273	22.764
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	18.145	18.183	20.417	23.042	21.140
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	16.648	22.755	6.108	7.400	2.051	6.510	9.749	17.269	-4.762	-4.759	3.394	-4.229
	RESÍDUOS	2.683	2.957	3.326	3.674	4.094	4.384	4.725	5.371	5.782	6.239	6.687	6.952
	TOTAL	34.584	41.735	28.060	31.034	25.862	31.271	36.523	62.985	39.140	44.851	54.395	46.627
IELMO MARINHO	AGROPECUÁRIA	15.354	26.821	37.526	38.493	40.950	43.723	44.019	39.285	40.597	39.722	30.786	28.898
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	78.689	51.432	15.538	-1.029	-9.217	-640	-10.461	-9.873	-4.401	-5.850	26.684	18.694
	RESÍDUOS	1.544	1.763	1.980	2.226	2.057	2.259	2.408	2.654	2.852	3.273	3.083	3.363
	TOTAL	95.587	80.016	55.044	39.690	33.791	45.342	35.966	32.067	39.048	37.145	60.552	50.95
MACAÍBA	AGROPECUÁRIA	36.013	36.335	38.009	32.747	34.794	35.854	33.163	35.812	37.223	58.029	42.211	40.864
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	62.155	58.582	67.774	61.898	76.924
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	161.837	143.343	30.327	17.043	-1.944	-11.920	-16.060	-686	38.809	837	42.334	44.643
	RESÍDUOS	8.633	9.652	10.888	12.376	13.083	14.346	15.947	17.500	19.406	21.682	23.063	23.758
	TOTAL	206.483	189.330	79.224	62.166	45.932	38.280	33.050	114.781	154.019	148.322	169.505	186.189
MAXARANGUAPE	AGROPECUÁRIA	8.533	9.354	9.687	10.401	11.289	10.756	11.724	11.364	10.612	10.139	8.599	4.376
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	970	1.128	1.158	1.479	1.427
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	33.246	10.436	7.411	-269	1.765	3.153	710	22.777	5.789	-4.220	25.690	11.612
	RESÍDUOS	1.271	1.399	1.564	1.767	1.921	2.052	2.208	2.273	2.403	2.550	2.693	2.775
	TOTAL	43.050	21.188	18.663	11.899	14.974	15.961	14.642	37.385	19.931	9.628	38.462	20.190

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 53: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - Natal e Região Metropolitana/2000 a 2011

MUNICÍPIO	SETOR	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
MONTE ALEGRE	AGROPECUÁRIA	25.845	28.700	29.822	32.760	29.452	37.422	39.433	36.170	31.824	42.407	36.714	35.030
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	3.407	4.482	7.464	5.312	6.142
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	63.147	48.568	7.622	3.575	-4.612	-4.600	-8.149	-6.326	-4.860	-9.291	15.145	1.578
	RESÍDUOS	2.289	2.439	2.656	2.929	2.838	3.113	3.361	3.445	3.733	4.127	4.066	4.496
	TOTAL	91.281	79.708	40.099	39.264	27.678	35.935	34.644	36.696	35.179	44.707	61.237	47.245
NATAL	AGROPECUÁRIA	5.043	5.512	5.645	6.018	5.513	5.019	1.328	779	1.873	5.195	3.517	2.793
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	517.705	604.018	544.951	589.428	646.418
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	15.122	10.843	8.606	3.787	2.204	5.814	4.452	10.344	1.051	247	12.644	8.157
	RESÍDUOS	136.767	148.243	164.803	184.231	208.226	223.929	248.231	274.238	302.777	332.609	355.347	355.854
	TOTAL	156.932	164.597	179.053	194.036	215.943	234.763	254.012	803.066	909.719	883.003	960.936	1.013.222
NÍSIA FLORESTA	AGROPECUÁRIA	9.880	9.575	9.956	11.311	11.183	15.354	16.525	17.123	17.689	15.788	16.340	16.940
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	3.884	3.644	4.527	4.840	5.711
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	34.636	21.973	14.154	-3.908	-8.381	-6.089	4.647	44.096	-10.905	-19.593	45.712	8.774
	RESÍDUOS	9.293	9.769	10.436	11.298	11.788	12.279	12.956	13.231	14.152	14.667	15.183	15.740
	TOTAL	53.809	41.317	34.545	18.702	14.590	21.544	34.128	78.334	24.580	15.389	82.075	47.164
PARNAMIRIM	AGROPECUÁRIA	12.802	14.711	15.269	16.347	18.036	18.372	21.319	21.232	22.590	18.791	18.858	18.318
	ENERGIA	-	-	-	-	-	141.810	135.254	259.473	223.443	252.872	385.558	392.239
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	30.912	22.264	11.121	3.077	-953	3.495	998	5.377	13.033	704	12.966	20.506
	RESÍDUOS	25.372	28.183	31.494	35.773	41.212	44.996	50.793	57.335	63.966	71.826	79.438	81.338
	TOTAL	69.086	65.158	57.884	55.197	58.295	208.672	208.364	343.417	323.032	344.192	496.819	512.400
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	AGROPECUÁRIA	21.798	25.062	24.717	26.754	28.200	32.139	28.514	32.378	30.892	31.684	29.984	34.952
	ENERGIA	-	-	-	-	-739	936	1.854	-2.635	52.879	58.923	60.458	63.125
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	72.822	79.300	28.971	14.027	-739	10.806	12.117	12.310	13.628	15.069	17.205	18.927
	RESÍDUOS	7.000	7.498	8.085	8.933	9.729	10.806	12.117	12.310	13.628	15.069	17.205	18.927
	TOTAL	101.620	111.860	61.773	49.714	37.190	43.881	42.486	99.558	136.034	107.148	158.716	156.242
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	AGROPECUÁRIA	38.136	41.102	47.913	53.215	53.127	58.617	57.184	54.107	52.806	48.442	42.842	39.319
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	42.366	38.891	38.404	34.902	44.246
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	91.015	66.732	18.321	22.447	21.523	5.354	319	9.256	18.242	-1.254	22.500	36.230
	RESÍDUOS	6.128	6.867	7.721	8.922	9.570	10.354	11.282	11.306	11.916	12.529	13.074	13.654
	TOTAL	135.279	114.701	73.955	84.583	84.220	74.325	68.785	117.035	121.856	98.121	113.319	133.449
VERA CRUZ	AGROPECUÁRIA	10.734	12.006	12.791	13.705	15.014	14.463	15.447	14.825	15.731	20.708	17.453	16.725
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	34	1	-	-	-
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	21.559	19.363	7.616	5.101	-151	1.757	470	-2.966	-85	-3.286	3.187	888
	RESÍDUOS	1.669	1.782	1.950	2.149	2.303	2.397	2.560	3.076	3.274	3.482	3.618	3.792
	TOTAL	33.962	33.152	22.356	20.954	17.165	18.617	18.477	14.969	18.922	20.904	24.258	21.405

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 54: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - da Região Metropolitana do Natal/2012 a 2022

MUNICÍPIO	SETOR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
ARÉS	AGROPECUÁRIA	9.545	9.058	8.957	8.144	9.170	9.333	8.473	8.723	9.241	9.793	15.208	
	ENERGIA	15.173	14.217	15.266	14.165	14.570	7.526	13.197	9.755	13.731	13.764	13.978	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	4.868	-645	-1.647	-507	4.645	2.687	2.793	3.138	3.138	1.180	-1.298	8.190
	RESÍDUOS	4.209	4.481	4.484	4.442	4.516	4.565	4.627	4.672	4.730	4.730	4.799	4.624
	TOTAL	33.795	27.111	27.060	26.243	32.901	24.111	29.089	26.288	28.883	27.058	27.058	41.999
BOM JESUS	AGROPECUÁRIA	11.364	11.271	12.623	12.281	11.808	10.616	11.591	11.968	12.716	12.867	16.896	
	ENERGIA	10.195	10.983	11.599	10.643	9.482	8.658	7.160	5.720	5.265	6.025	6.306	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	13.149	10.164	-1.210	-1.533	-2.361	-2.796	-2.363	-2.899	-3.378	-3.365	-3.365	-3.433
	RESÍDUOS	2.219	2.304	2.361	2.457	2.643	2.784	2.954	3.090	3.235	3.207	3.207	3.313
	TOTAL	36.926	34.721	25.372	23.849	21.573	19.261	19.342	17.880	17.838	18.734	18.734	23.082
CEARÁ MIRIM	AGROPECUÁRIA	36.588	44.994	50.848	42.786	48.980	47.440	47.695	48.473	50.224	56.183	50.984	
	ENERGIA	46.468	50.322	59.301	59.127	62.894	62.569	55.150	54.266	55.067	55.512	57.371	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	194.915	327.646	22.483	4.571	2.560	9.672	-22.918	-23.015	-43.494	-54.644	-27.442	
	RESÍDUOS	25.360	-123.369	-128.311	-133.595	-148.176	-153.234	-157.867	-162.659	-167.594	-172.487	-159.636	
	TOTAL	303.332	299.594	4.321	-27.111	-33.743	-33.552	-77.940	-82.935	-105.797	-115.436	-115.436	-78.723
EXTREMOZ	AGROPECUÁRIA	8.896	7.197	6.254	4.544	4.476	4.638	4.852	5.571	4.249	4.572	4.752	
	ENERGIA	7.607	10.552	14.553	18.988	21.036	20.521	21.165	19.828	21.968	19.666	19.977	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	29.731	99.101	4.457	6.887	-1.862	3.426	2.768	20.365	833	-4.099	7.276	
	RESÍDUOS	8.322	10.300	10.862	11.277	11.974	12.471	13.000	13.486	13.945	14.422	18.265	
	TOTAL	54.555	127.150	36.127	41.696	35.624	41.056	41.784	59.250	40.996	34.561	50.270	
GOIANINHA	AGROPECUÁRIA	22.231	21.730	22.701	20.529	22.102	22.335	23.344	24.016	26.864	26.785	25.460	
	ENERGIA	23.759	24.044	23.411	20.869	20.873	20.582	21.458	35.125	30.775	28.630	48.521	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	6.775	-3.123	-4.260	-3.190	-3.366	2.411	3.047	-2.872	-2.742	-5.628	8.364	
	RESÍDUOS	7.205	8.158	9.478	10.730	11.055	11.231	11.436	11.633	11.550	11.422	10.992	
	TOTAL	59.970	50.809	51.330	48.939	50.665	56.559	59.285	67.902	66.447	61.208	93.337	
IELMO MARINHO	AGROPECUÁRIA	36.175	26.526	29.405	26.415	26.469	23.960	26.466	27.264	27.200	28.994	31.300	
	ENERGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	132.956	86.837	-5.411	-9.028	-15.212	-19.791	-16.994	-16.954	-24.609	-24.114	-25.793	
	RESÍDUOS	3.603	3.760	3.892	3.863	3.716	3.692	3.915	3.999	3.945	4.048	3.886	
	TOTAL	172.733	117.123	27.885	21.249	14.973	7.860	13.387	14.308	6.536	8.927	9.393	
MACAÍBA	AGROPECUÁRIA	36.849	37.851	42.093	38.869	38.944	37.966	32.065	32.902	35.003	36.050	43.554	
	ENERGIA	254.809	299.028	520.058	381.214	110.622	104.552	100.013	99.948	116.120	229.608	100.034	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	331.032	311.425	-7.636	-12.109	-15.638	-26.652	-29.155	-37.150	-42.084	-38.953	-34.906	
	RESÍDUOS	24.913	25.708	26.129	26.341	26.337	26.491	28.245	28.295	28.448	28.809	28.038	
	TOTAL	647.602	674.012	580.643	434.314	160.265	142.356	131.167	123.996	137.488	255.514	136.720	
MAXARANGUAPE	AGROPECUÁRIA	3.375	4.143	3.639	3.709	3.405	3.833	3.366	4.092	3.967	3.583	2.982	
	ENERGIA	2.238	2.046	2.316	2.374	2.218	3.030	2.972	2.557	2.855	3.023	3.166	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	21.559	47.562	10.853	3.221	3.687	2.856	-138	3.786	1.164	-3.582	10.319	
	RESÍDUOS	2.827	3.021	3.191	3.298	3.501	3.655	3.833	3.995	4.479	4.561	4.453	
	TOTAL	30.000	56.772	19.999	12.602	12.811	13.375	10.033	14.430	12.465	7.584	20.970	

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

Tabela 55: Emissões/Remoções de CO2e GWP-AR5 (t) por setores - Natal e Região Metropolitana/2012 a 2022

MUNICÍPIO	SETOR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
MONTE ALEGRE	AGROPECUÁRIA	29.515	25.163	24.483	24.304	25.202	25.330	26.478	27.387	29.190	30.168	37.309	
	ENERGIA	6.493	7.013	7.163	6.838	6.439	6.180	5.327	6.268	7.895	8.001	8.358	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	81.672	60.087	-524	-3.615	-5.982	-9.368	-10.057	-9.108	-12.022	-10.361	-11.937	-10.361
	RESÍDUOS	4.754	5.277	5.728	6.362	6.735	7.005	7.366	7.654	8.484	8.815	8.895	
	TOTAL	122.434	97.540	36.850	33.890	32.394	29.147	29.113	32.201	33.547	35.047	44.200	
NATAL	AGROPECUÁRIA	3.193	3.972	4.084	4.118	3.868	3.357	2.363	2.120	1.844	1.629	1.686	
	ENERGIA	705.993	775.320	876.135	828.001	784.749	809.223	711.213	701.896	551.343	610.808	641.313	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	5.709	8.862	479	-675	-93	-87	1.104	7.481	1.341	-2.570	4.493	
	RESÍDUOS	372.139	390.846	407.349	418.784	428.672	437.619	443.863	456.446	472.075	488.716	447.820	
	TOTAL	1.087.035	1.179.000	1.288.047	1.250.228	1.217.196	1.250.112	1.158.543	1.167.942	1.026.604	1.098.583	1.095.313	
NÍSIA FLORESTA	AGROPECUÁRIA	15.534	12.887	12.890	11.034	12.581	12.907	12.449	12.813	13.810	14.285	16.863	
	ENERGIA	6.563	7.005	6.912	5.721	4.663	6.764	7.281	7.321	5.895	6.302	6.588	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	24.516	77.471	-10.210	-10.657	-16.347	-1.245	-15.798	-663	-10.062	-20.808	13.430	
	RESÍDUOS	15.890	16.440	17.094	17.103	17.318	17.559	17.857	17.632	17.862	18.215	17.085	
	TOTAL	62.503	113.803	26.686	23.201	18.215	35.985	21.789	37.103	27.505	17.994	53.966	
PARNAMIRIM	AGROPECUÁRIA	17.133	23.130	22.677	5.895	5.246	5.645	5.945	6.137	6.579	6.854	8.694	
	ENERGIA	420.431	424.956	315.305	299.347	291.973	290.903	268.447	260.531	201.325	217.794	235.735	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	29.196	80.611	-989	-1.437	-1.771	-2.267	-2.627	-5.023	-5.422	-7.528	-585	
	RESÍDUOS	86.779	93.172	99.632	107.668	113.633	116.133	116.830	119.453	124.083	123.614	115.573	
	TOTAL	553.539	621.869	436.025	411.473	409.081	410.414	388.595	381.098	326.565	340.734	359.417	
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	AGROPECUÁRIA	26.662	27.725	28.379	24.316	24.703	24.776	24.165	26.997	24.513	23.672	24.154	
	ENERGIA	66.189	66.024	66.850	73.914	74.252	76.085	74.365	75.960	66.777	69.031	71.856	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	152.387	370.848	13.780	-3.042	-4.910	-9.007	-10.507	-19.857	-16.646	-20.697	-17.020	
	RESÍDUOS	21.334	22.710	24.996	27.130	27.748	28.009	29.314	30.833	32.331	33.799	34.433	
	TOTAL	266.571	487.307	134.005	122.318	121.793	119.863	117.337	113.933	106.976	105.804	113.423	
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	AGROPECUÁRIA	37.329	35.292	36.763	30.497	28.651	25.717	23.756	24.541	26.854	27.698	33.299	
	ENERGIA	48.926	47.772	53.187	60.452	57.327	50.812	40.859	38.649	37.082	44.537	46.657	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	125.811	173.756	429	-5.721	-5.060	-7.564	-9.221	-15.857	-17.232	-17.165	-13.050	
	RESÍDUOS	13.524	14.317	14.107	14.305	15.471	16.697	17.778	18.422	19.149	19.051	18.833	
	TOTAL	225.589	271.137	104.486	99.533	96.389	85.662	73.173	65.754	65.853	74.121	85.739	
VERA CRUZ	AGROPECUÁRIA	13.923	12.908	12.133	15.181	14.082	14.799	14.463	14.883	15.997	16.480	19.971	
	ENERGIA	675	2.647	2.981	3.876	3.307	2.555	2.850	3.253	4.013	3.932	4.072	
	MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTA	26.217	39.044	-1.167	-1.809	-1.960	-2.926	-2.900	-4.197	-4.284	-4.500	-4.465	
	RESÍDUOS	4.027	4.739	4.371	4.472	4.798	5.070	5.090	5.205	5.168	5.338	5.190	
	TOTAL	44.841	59.338	18.318	21.720	20.226	19.498	19.503	19.143	20.895	21.251	24.768	

Fonte: SEMURB, com base nos dados do SEEG, 2024.

8.4 - Desastres em Natal e Região Metropolitana - Atlas Digital de Desastres no Brasil

Em um trabalho conjunto do Ministério da Integração (MDIR) e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), os dados utilizados para desenvolvimento do Atlas Digital de Desastres no Brasil foram extraídos do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) e tratados pelas equipes técnicas do Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil - Ceped/UFSC e da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – Sedec/MIDR.

Foram levantados 96.938 registros realizados pelos estados e municípios (Tabela 52). O tratamento dos dados consistiu em correções da base por meio da análise gráfica, espacial e de valores extremos. Além disso, foram priorizados os documentos que levaram ao reconhecimento federal por meio da publicação de Decretos e Portarias. Consideram-se Desastres Climatológicos: Estiagem e Seca; Incêndio Florestal; Onda de calor e Baixa umidade. Observação: Os dados monetários referentes aos danos materiais e prejuízos limitam-se ao período de 1995 – 2022.

Os valores foram corrigidos para valores de dezembro de 2022 (Tabela 56), possibilitando a comparação direta entre os diferentes anos. Cabe ainda salientar que as séries históricas, principalmente anteriores à implementação do S2iD, podem conter lacunas em função de dados não disponíveis quando da realização da pesquisa. Vale ainda destacar que os dados referentes a Óbitos, Feridos, Enfermos, Desabrigados, Desalojados e Desaparecidos não ocorreram.

Tabela 56: Desastres Climatológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022

Município	Afetados	Danos humanos totais	Prejuízos privados totais (R\$)	Prejuízos públicos totais (R\$)
Arês	18.094	18.094	9.934.112,12	1.737.973,61
Bom Jesus	16.655	16.655	21.692.805,93	2.321.843,72
Ceará-Mirim	152.699	152.699	41.077.080,95	9.742.430,94
Extremoz	0,00	0,00	4.220.291,48	1.406.178,65
Goianinha	17.737	17.737	4.976.672,02	1.876.860,05
Ielmo Marinho	35.366	35.366	24.343.659,26	13.037.212,96
Macaíba	124.493	124.493	113.644.367,75	15.480.595,10
Maxaranguape	14.618	14.618	2.755.569,00	888.216,28
Monte Alegre	32.522	32.522	24.918.339,17	206.791,72
Natal	0	0	0,00	0,00
Nísia Floresta	16.640	16.640	3.672.566,47	1.223.603,65
Parnamirim	141.719	141.719	2.510.406,33	835.631,76
São Gonçalo do Amarante	61.368	61.368	30.245.041,18	9.572.899,11
São José de Mipibu	55.686	55.686	13.955.225,01	4.646.382,81
Vera Cruz	9.003	9.003	27.296.696,12	734.222,76

Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024. Consideram-se Desastres Climatológicos: Estiagem e Seca; Incêndio Florestal; Onda de calor e Baixa umidade. Observação: Os dados monetários referentes aos danos materiais e prejuízos limitam-se ao período de 1995 – 2022.

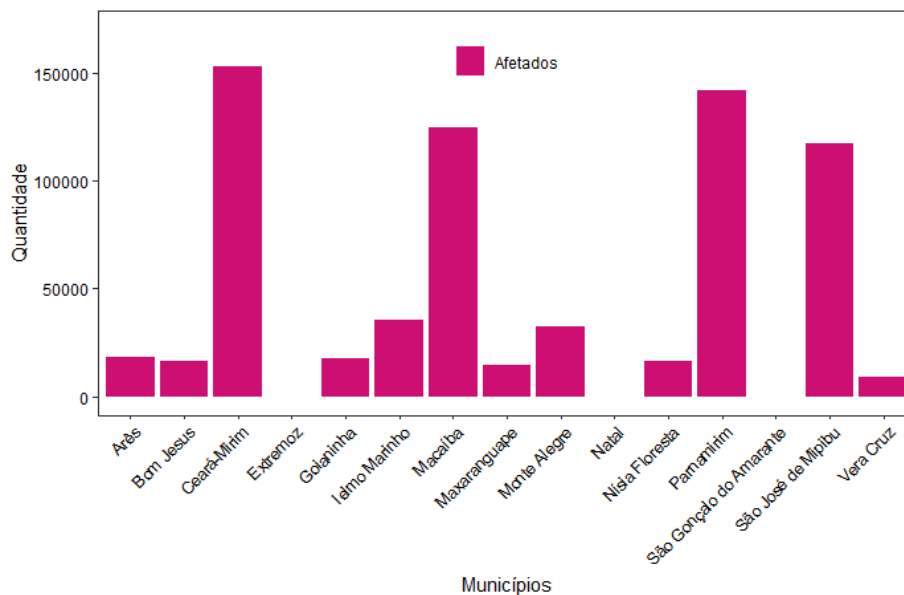
Os valores foram corrigidos para valores de dezembro de 2022, possibilitando a comparação direta entre os diferentes anos. Cabe ainda salientar que as séries históricas, principalmente anteriores à implementação do S2iD, podem conter lacunas em função de dados não disponíveis quando da realização da pesquisa.

Com relação aos Desastres Climatológicos, encontrados na literatura e no banco de dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Figura 148) é possível observar que três municípios, sendo eles Extremoz, Natal e São Gonçalo do Amarante não registraram nenhuma informação. Além

disso, é possível observar que os municípios de Arês, Bom Jesus, Goianinha, Maxaranguape e Vera Cruz não ultrapassam 10 mil afetados.

Por outro lado, os municípios com mais de 30 mil e menos de 100 mil afetados são, Ielmo Marinho, Monte Alegre e São José do Mipibu. Por fim, os municípios que obtiveram os maiores desastres registrados foram Ceará-Mirim, Macaíba, Parnamirim e São José de Mipibu, acima de 120 mil afetados.

Figura 148: Quantidade de Afetados por Desastres Climatológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022

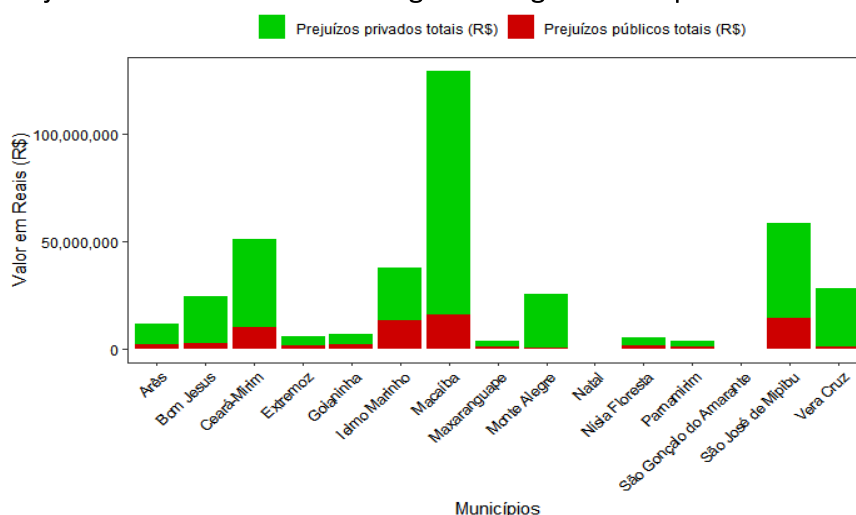


Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Com relação aos prejuízos causados por esses desastres climatológicos (Figura 149), é possível notar que o mais afetado em fatores econômicos foram Macaíba próximo de 130 milhões de reais (R\$), em seguida os municípios de Ceará-Mirim e São José de Mipibu acima de R\$ 50 milhões, em seguida Ielmo Marinho, próximo dos R\$ 40 milhões.

Os municípios de Vera Cruz, Monte Alegre e Bom Jesus ficaram abaixo dos R\$30 milhões e acima dos R\$20 milhões. E os demais municípios, com exceção de Natal e São Gonçalo do Amarante que não tiveram prejuízos registrados, ficaram abaixo de R\$10 milhões.

Figura 149: Prejuízo de Desastres Climatológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024. Observação: Os dados monetários referentes aos danos materiais e prejuízos limitam-se ao período de 1995 – 2022.

Com relação ainda aos tipos de desastres naturais, foi classificado como Desastres hidrológicos (Tabela 57): Alagamentos, enxurradas e inundações, esses dados referem-se aos danos materiais e prejuízos no período de 1995-2022.

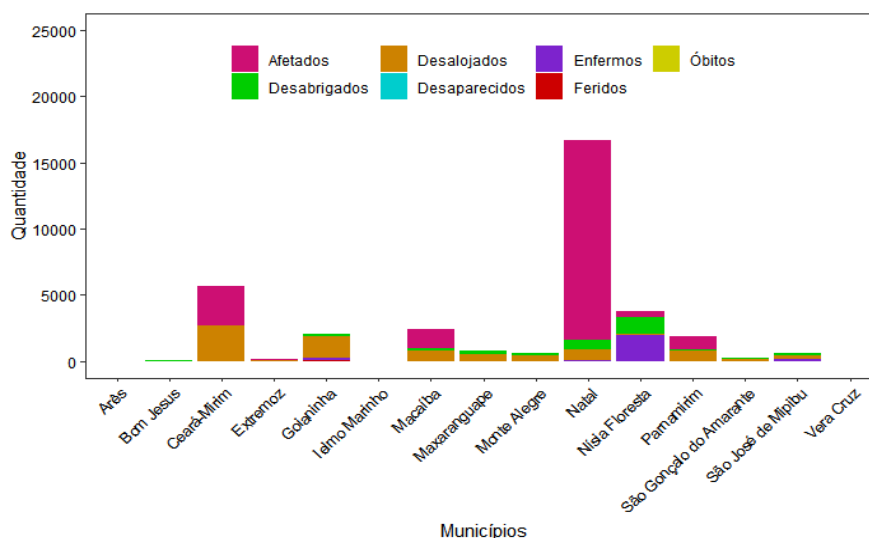
Tabela 57: Desastres Hidrológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022

Município	Óbitos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Afetados	Danos humanos totais	Prejuízos privados totais (R\$)	Prejuízos públicos totais (R\$)	Danos materiais totais (R\$)
Arês	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bom Jesus	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	909.450,70
Ceará-Mirim	0	0	0	0	2666	0	2966	5632	25.184.788,56	3.134.809,86	4.746.863,94
Extremoz	0	0	0	32	80	0	23	135	10.092.644,27	2.335.823,60	4.746.863,94
Goianinha	0	36	179	195	1621	0	30	2061	1.075.527,21	1.506.194,30	9.859.520,02
Ielmo Marinho	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	2.043.224,41
Macaíba	0	18	3	152	786	0	1502	2461	701.942,04	224.635,73	9.140.700,44
Maxaranguape	0	0	0	245	560	0	0	805	4.558.324,36	132.919,72	9.247.690,91
Monte Alegre	0	0	0	198	462	0	0	660	0,00	19.238,39	4.421.674,16
Natal	0	1	36	654	876	0	15103	16670	145.134,14	2.101.404,82	31.345.136,30
Nísia Floresta	0	0	2000	1200	80	0	500	3780	1.000.000,00	1.100.000,00	22.860.000,00
Parnamirim	0	0	0	72	833	0	955	1860	647.109,15	5.520.839,56	22.513.713,84
São Gonçalo do Amarante	1	0	0	52	156	1	32	242	0	0	0
São José de Mipibu	0	0	150	143	292	0	0	585	377.771,82	104.936,63	4.396.095,15
Vera Cruz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Os desastres causados por todas as categorias (óbitos, feridos, enfermos, desabrigados e desaparecidos) na RMN (Figura 150), demonstra que os municípios menos afetados são Arês, Bom Jesus, Ielmo Marinho e Vera Cruz abaixo de 100 casos. Os municípios de Maxaranguape, Monte Alegre, São Gonçalo do Amarante e São José Mipibu estão entre 101 e 1.000 casos. Os municípios de Goianinha, Extremoz, Macaíba, Nísia Floresta e Parnamirim ficam entre 1.001 a 10.000 casos. Os municípios com os maiores casos de desastres hidrológicos registrados acima de 5000 casos a 17.000 casos são Ceará-Mirim e Natal.

Figura 150: Danos Humanos por categoria decorrentes de Desastres Hidrológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022

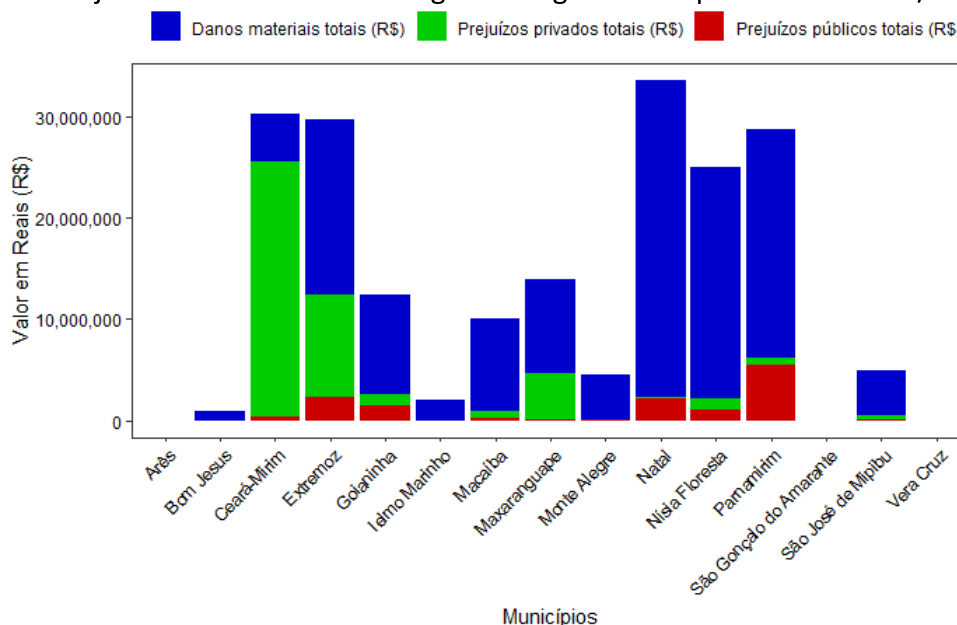


Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Com relação aos prejuízos dos desastres hidrológicos (Figura 151) é possível constatar que

os maiores investimentos foram em Natal acima de R\$35 milhões, seguidos de Ceará-Mirim acima de R\$30 milhões. Já os municípios de Extremoz, Nísia Floresta e Parnamirim estão acima de R\$20 milhões, em seguida o município de Maxaranguape próximo de R\$15 milhões e Goianinha e Macaíba acima de R\$10 milhões. Além disso, Monte Alegre e São José do Mipibu tiveram valores próximos de R\$5 milhões. Vale destacar ainda que os demais municípios não tiveram prejuízos acima de R\$3 milhões.

Figura 151: Prejuízo de Desastres Hidrológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024. Observação: Os dados monetários referentes aos danos materiais e prejuízos limitam-se ao período de 1995 – 2022.

Os Desastres Meteorológicos como Chuvas Intensas e Vendavais e Ciclones na RMN representados na Tabela 58 e Figura 152, demonstra que apenas no município de Extremoz houve pessoas feridas (5), enquanto Enfermos houve apenas no município de Parnamirim com um total de 120 pessoas. Já pessoas desabrigadas e desalojadas ocorrem em uma maior quantidade de municípios como em Arês, Ceará-Mirim, Extremoz, Ielmo Marinho, Macaíba, Maxaranguape, Natal, Parnamirim e São Gonçalo do Amarante. Nesta análise o município de Natal apresentou 38 casos de pessoas desabrigadas e 786 casos de pessoas desalojadas. Contudo, os danos humanos foram maiores em Ceará-Mirim, São Gonçalo do Amarante e Parnamirim com 35.045, 35.200 e 60.693 respectivamente.

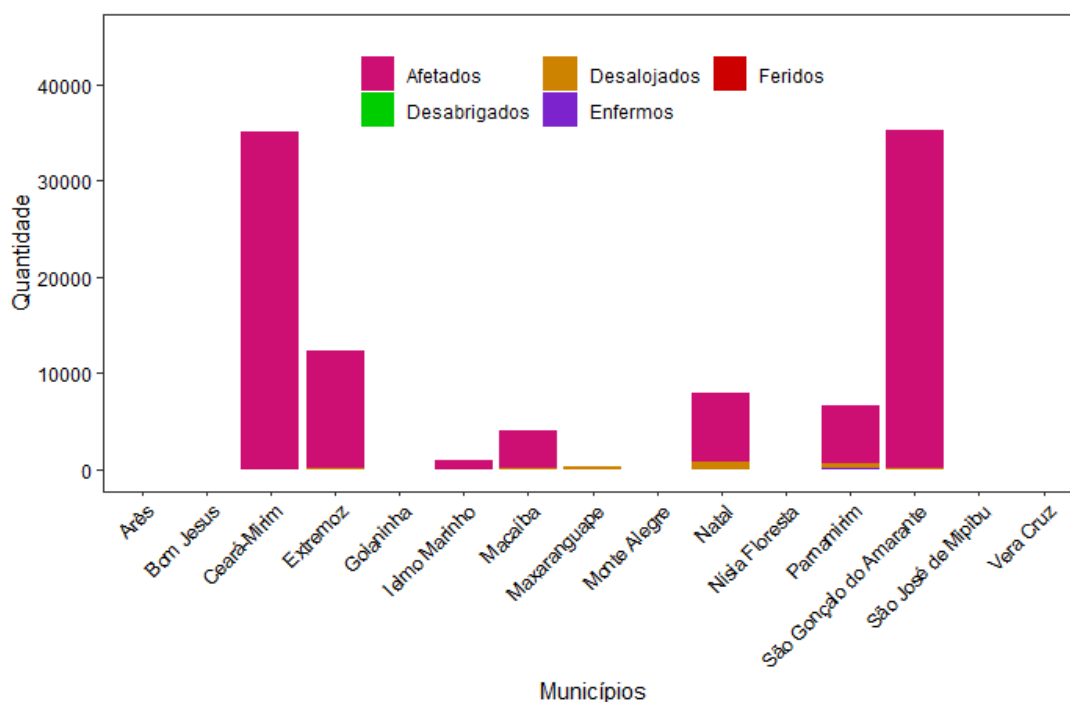
Nesse sentido, foram observados prejuízos financeiros nos municípios de Extremoz, Goianinha, Maxaranguape, Natal, Parnamirim e São Gonçalo do Amarante. Parnamirim teve os maiores prejuízos no setor privado e nos danos materiais, com valores de R\$30.000.000,00 e R\$42.406.700,00, respectivamente. Enquanto no setor público, o maior prejuízo foi no município de Ceará-Mirim com valores de R\$5.820.000,00.

Tabela 58: Desastres Meteorológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022

Município	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Afetados	Danos humanos totais	Prejuízos privados totais (R\$)	Prejuízos públicos totais (R\$)	Danos materiais totais (R\$)
Arês	0	0	10	0	0	10	0	0	0
Bom Jesus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceará-Mirim	0	0	16	29	35000	35045	600.000,00	5.820.000,00	8.530.000,00
Extremoz	5	0	32	96	12250	12250	971.295,32	2.698.715,77	2.863.426,14
Goianinha	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ielmo Marinho	0	0	0	5	1000	1005	0	0	0
Macaíba	0	0	6	100	4000	4106	0	0	0
Maxaranguape	0	0	26	345	0	371	0	8.675,48	662.005,64
Monte Alegre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natal	0	0	38	786	7088	7912	0	0	28.200.000,01
Nísia Floresta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parnamirim	0	120	93	480	6000	60693	30.000.000,00	132.633,26	42.406.700,00
São Gonçalo do Amarante	0	0	0	200	35000	35200	0	728.000,00	11.120.000,00
São José de Mipibu	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vera Cruz	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

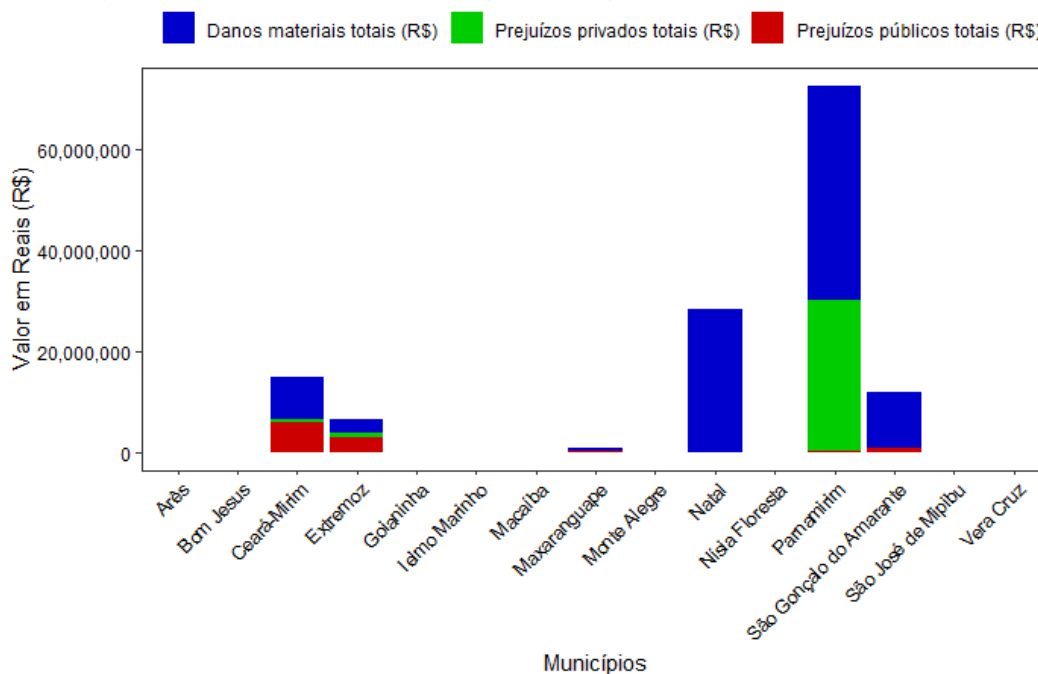
Figura 152: Danos Humanos por categoria decorrentes de Desastres Meteorológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Os prejuízos relacionados aos desastres meteorológicos na RMN (Figura 153) possui maiores valores de danos materiais nos municípios de Natal e Parnamirim, com valores de R\$28.200.000,01 e acima de R\$60.000.000,00. Já sobre os prejuízos privados, o município com maior prejuízo foi o Parnamirim com valor de R\$30.000.000,00. Enquanto os prejuízos públicos foram maiores nos municípios de Extremoz e Ceará-Mirim com valores de R\$2.698.715,77 e R\$5.820.000,00.

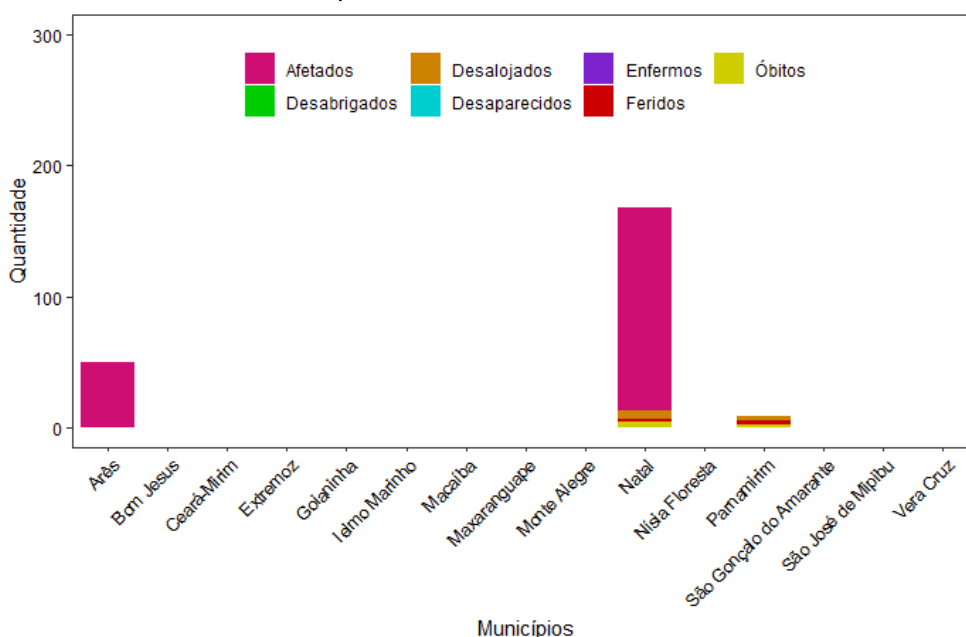
Figura 153: Prejuízo de Desastres Meteorológicos - Região Metropolitana de Natal/1991 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024. Observação: Os dados monetários referentes aos danos materiais e prejuízos limitam-se ao período de 1995 – 2022.

De acordo com a Figura 154, outros tipos de desastres que podem ser Erosão, Doenças Infecciosas e outros ocorrem na RMN, no qual é possível observar que os municípios que têm registros históricos são Parnamirim com 9 registros e Natal com 166 casos.

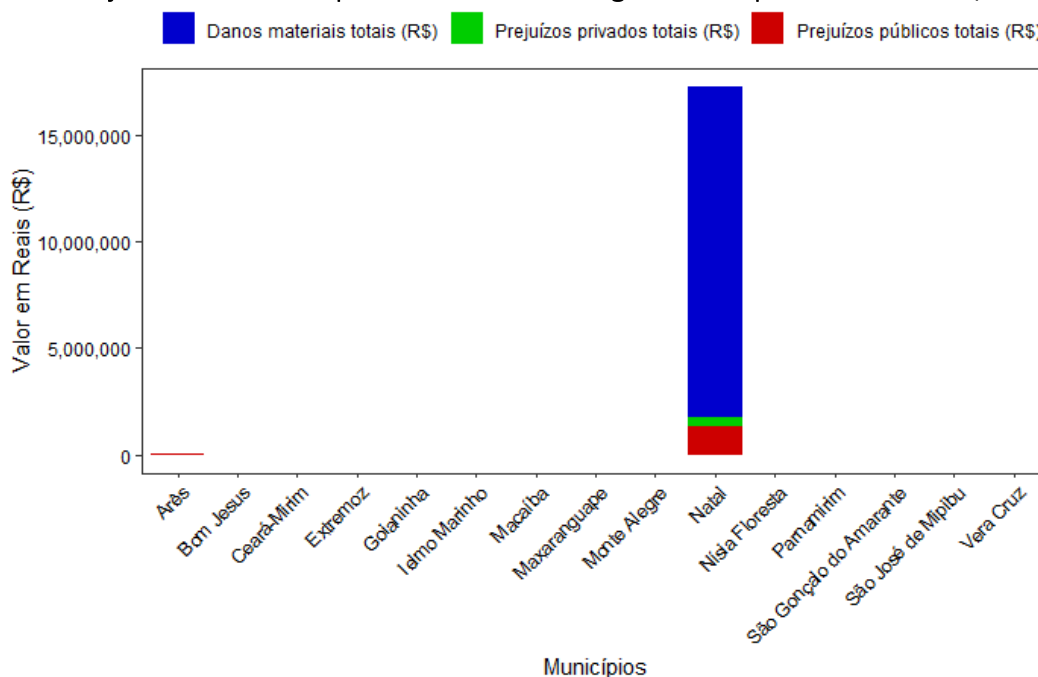
Figura 154: Danos Humanos por categoria decorrentes de Outros Tipos de Desastres - Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Com relação aos prejuízos, é possível observar que os valores foram disponibilizados apenas para Natal com aproximadamente R\$1,7 milhões com cerca de 437 mil aproximadamente de prejuízos públicos e 1,2 milhões de prejuízos privados (Figura 155).

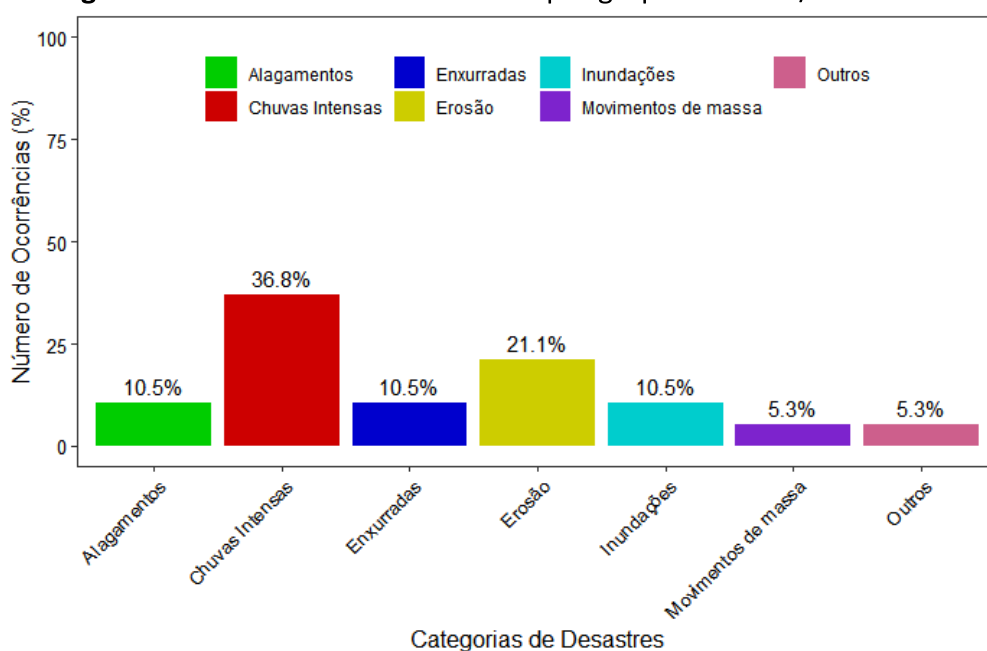
Figura 155: Prejuízo de Outros Tipos de Desastres - Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Nas ocorrências de desastres naturais por subgrupo (Figura 156), é possível identificar que chuvas intensas e erosão são os desastres mais recorrentes no município de Natal com taxas de 36,8% e 21,1%, respectivamente. Em seguida, desastres como alagamentos, enxurradas e inundações, representam taxas de 10,5% cada. Enquanto o movimento de massa e outros desastres possuem taxas de apenas 5,3% de ocorrência no município.

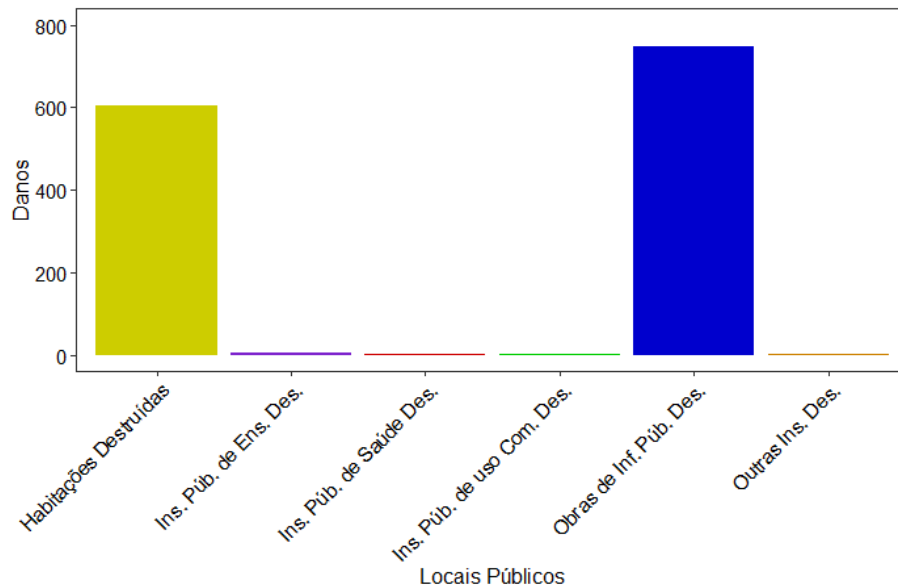
Figura 156: Ocorrências de Desastres por grupo em Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

No sentido de avaliar o impacto desses desastres, é possível destacar a quantidade de instalações destruídas no município de Natal (Figura 157), entre elas estão as obras de infraestrutura próximas de 1000, em seguida está as habitações próximas de 600, enquanto o uso comunitário e ensino foram afetadas em pequenas proporções em 10 para cada uma aproximadamente.

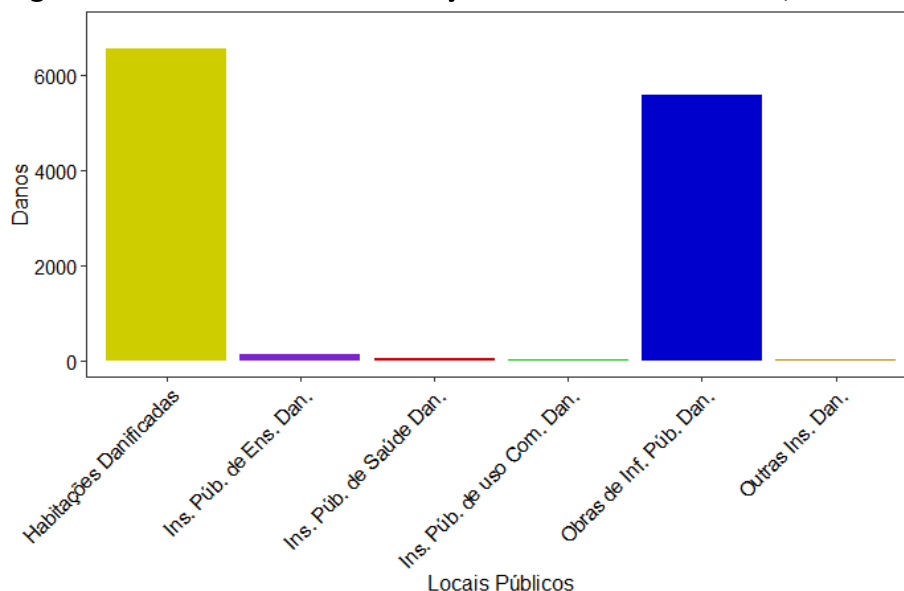
Figura 157: Quantidade de instalações destruídas em Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Em relação às instalações danificadas (Figura 158), o maior número de danos ocorreu em Habitações com mais de 6000, seguido pelas obras de infraestrutura próximas a 6000, ensino e Saúde tiveram 127 e 56, respectivamente.

Figura 158: Quantidade de instalações Danificadas em Natal/1994 a 2022

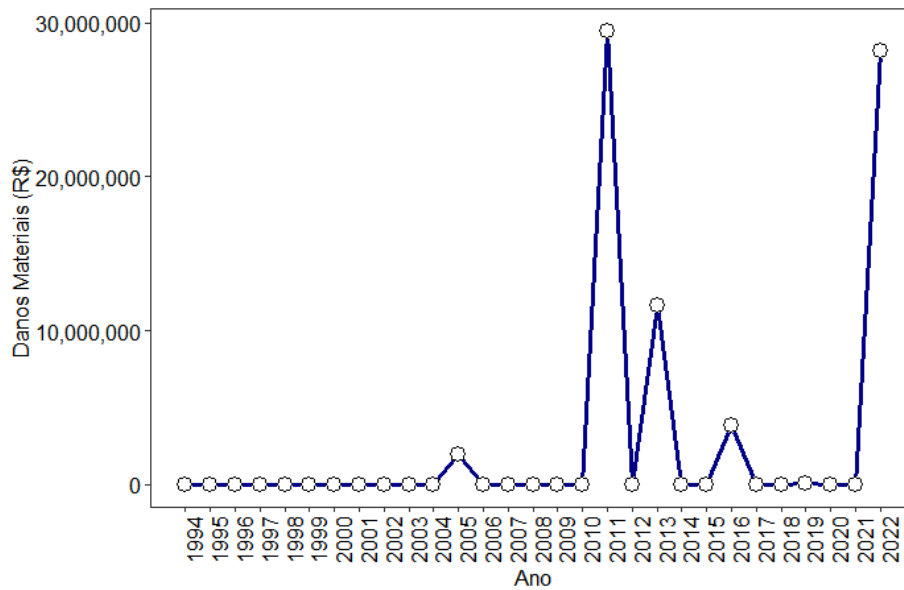


Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Em seguida, foi avaliado o prejuízo desses danos por ano em Natal (Figura 159), no qual até 2001 não tinha prejuízos registrados, de 2002 a 2006 teve um pequeno registro com cerca de R\$1 a 2 milhões contabilizados, de 2009 a 2011 foi o pico de prejuízos registrados nessa série histórica,

no qual passou dos R\$30 milhões, em 2012 não ocorreram registros, em 2013 um novo prejuízo com mais de R\$11 milhões, em 2016 e 2017 entre R\$3 a 4 milhões e em 2022 um novo aumento próximo aos R\$30 milhões.

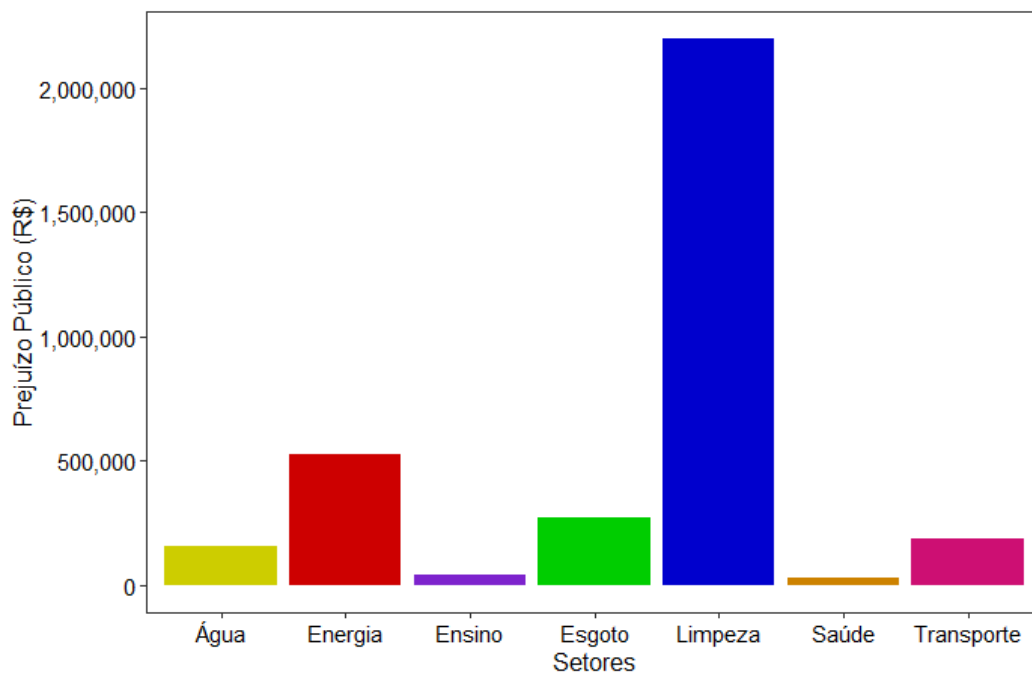
Figura 159: Dano material por ano em Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Os gastos registrados com prejuízos públicos (Figura 160) em categorias pode se destacar a limpeza com mais de R\$ 2 milhões entre esse período de 1994 a 2022, na sequência vem o setor de energia com mais de R\$ 500 mil, tratamento de esgoto entre R\$ 250 mil, seguido do transporte entre R\$ 200 mil, serviços de água com mais de R\$ 150 mil, e por fim ensino e saúde que não chegam a R\$ 100 mil.

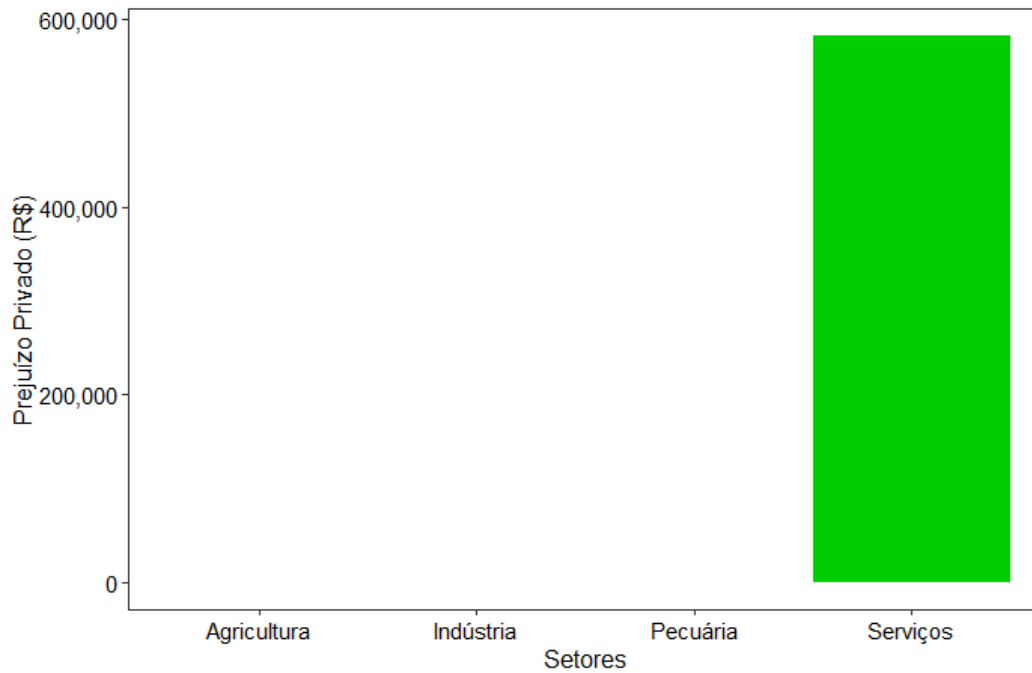
Figura 160: Total de prejuízo público por categoria em Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Já os prejuízos do setor privado (Figura 161) estão relacionados no município do Natal é em prestação de serviços com aproximadamente em R\$600 mil, os outros serviços como Agricultura, Pecuária e Indústria.

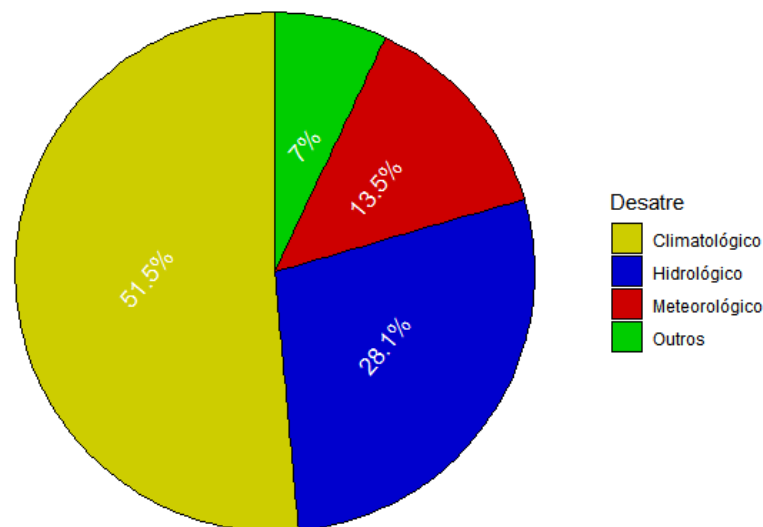
Figura 161: Distribuição dos prejuízos privados por categoria em Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

A ocorrência de desastres por Grupo da RMN (Figura 162) demonstra que os maiores valores registrados são de desastres climatológicos com 51,5%, o hidrológico 28,1% o Meteorológico com 13,5% e 7% de outros tipos de desastres na RMN.

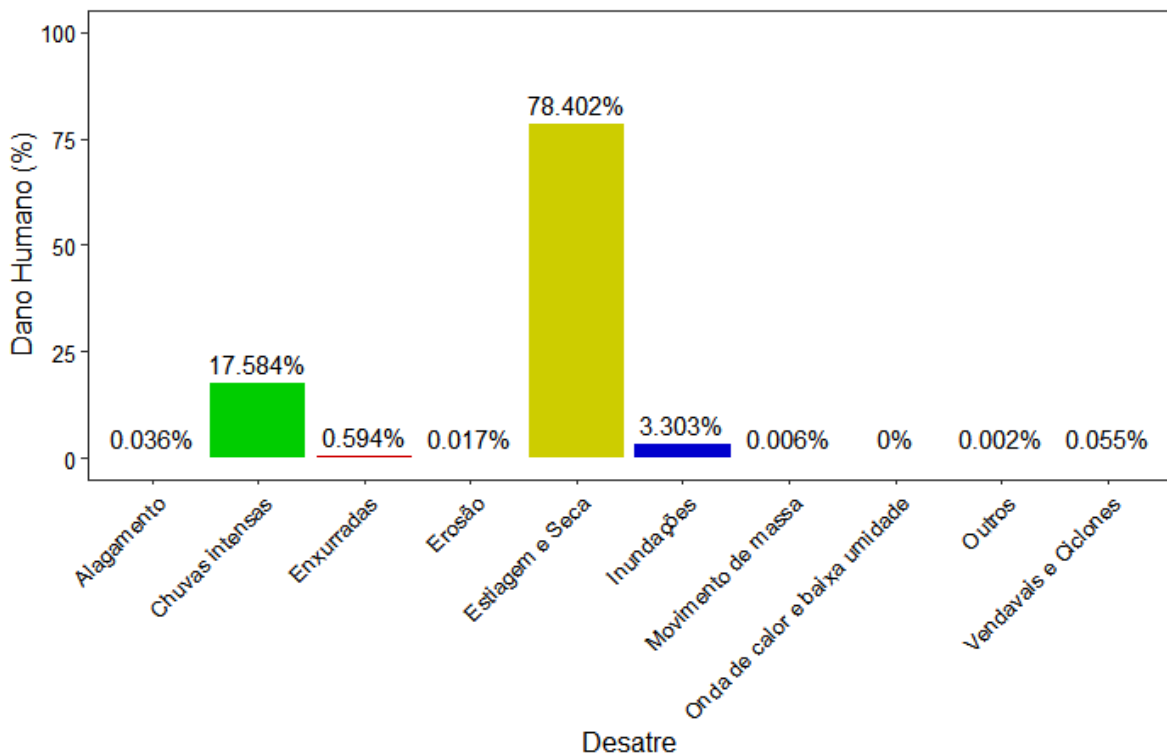
Figura 162: Ocorrências de Desastres por grupo – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Diferente da análise só do Município do Natal que os fatores de inundações (Figura 163) são predominantes, a sua RMN tem características inversas, ou seja, o que se destaca neles é a estiagem e seca com 78,40 %, as chuvas intensas com 17,58 %, inundações com 3,30%.

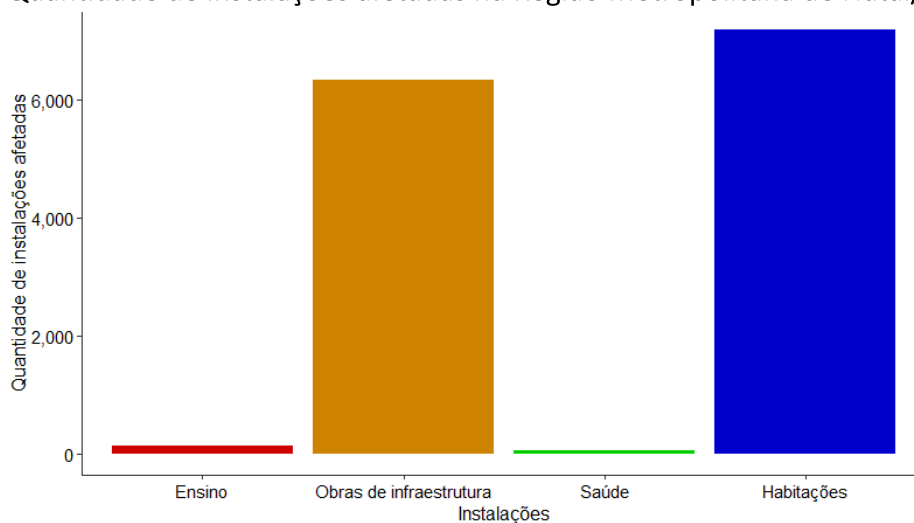
Figura 163: Danos Humanos nos desastres mais recorrentes – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Com relação a quantidade de instalações afetadas da RMN de 1994 a 2022 (Figura 164), foi possível notar que as instalações mais afetadas foram as habitacionais com mais de 7 mil registros, seguidos de obras de infraestrutura com mais de 6 mil registros, já as instalações de ensino e saúde juntos não chegaram nem a 500 registros.

Figura 164: Quantidade de instalações afetadas na Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



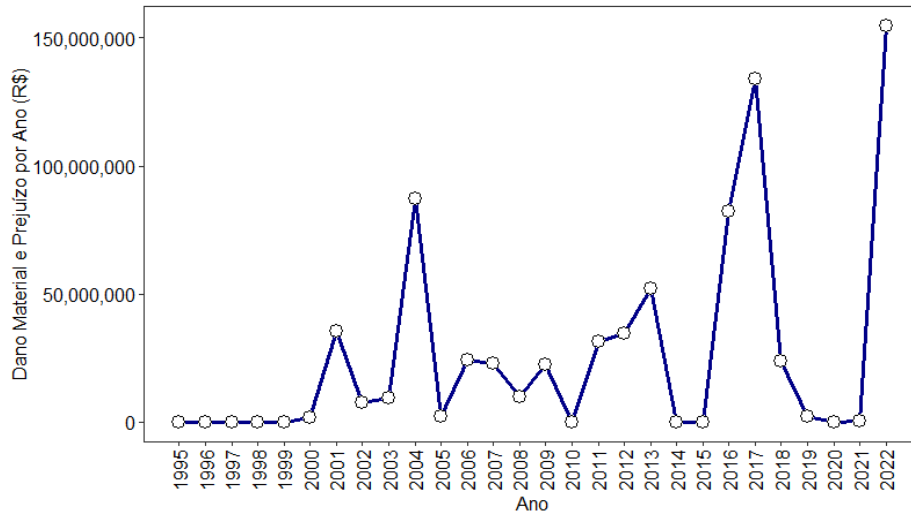
Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Os danos materiais ou prejuízos por anos da RMN (Figura 165) é possível constatar que de 1994 a 2000 não houve prejuízos, porém a partir de 2001 na RMN chegou a mais de R\$ 35 milhões, entre 2002 e 2003 ficaram próximos de R\$10 milhões, já no ano de 2004 a RMN teve um aumento significativo com aproximadamente R\$90 milhões. Logo, o ano de 2005 ficou entre R\$3 milhões, os anos de 2006 e 2007 estão próximos de R\$22 milhões, 2008 fica abaixo dos R\$20

milhões, 2009 acima, 2010 não teve prejuízos, de 2011 a 2013 subiu acima dos R\$30 milhões até os R\$50 milhões aproximadamente, em seguida nos anos de 2014 e 2015 não teve prejuízos.

Já os anos de 2016 e 2017 foram uns picos de prejuízo que ficaram acima de R\$80 milhões até próximo de 140 milhões, em 2018 reduziu para R\$22 milhões, 2019 para R\$4 milhões, já os anos de 2020 e 2021 sem nenhum danos materiais e em 2022 foi o valor mais expressivo da série analisada com mais de R\$150 milhões. Vale destacar que nesses últimos anos, de 2016 a 2022 os prejuízos superam todos os outros valores registrados da série histórica se somados juntos.

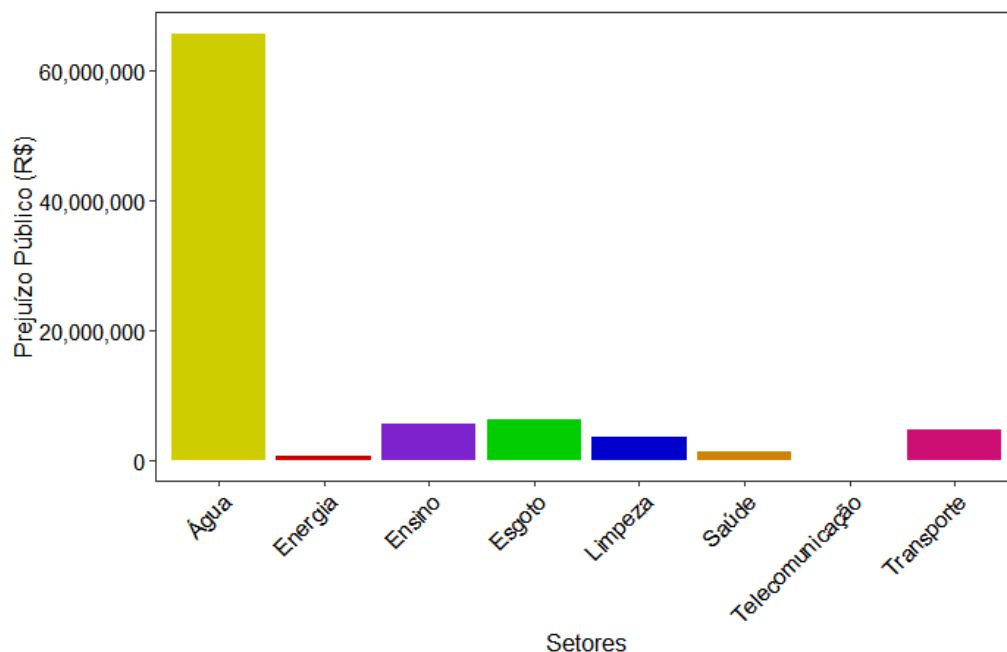
Figura 165: Dano material e prejuízo por ano – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Logo, o total de prejuízos públicos obtidos por categorias na RMN, pode ser notado na Figura 166 a seguir, no qual os gastos com água foram de mais de R\$65 milhões, seguidos do sistema de esgoto com aproximadamente R\$7 milhões. Já o setor de ensino aparece na sequência entre 6 milhões, seguidos do setor de transporte em R\$5 milhões e o de limpeza com R\$4 milhões. Por fim, os setores de saúde com aproximadamente R\$2 milhões e energia e telecomunicações que juntos chegam a próximo de R\$1 milhão.

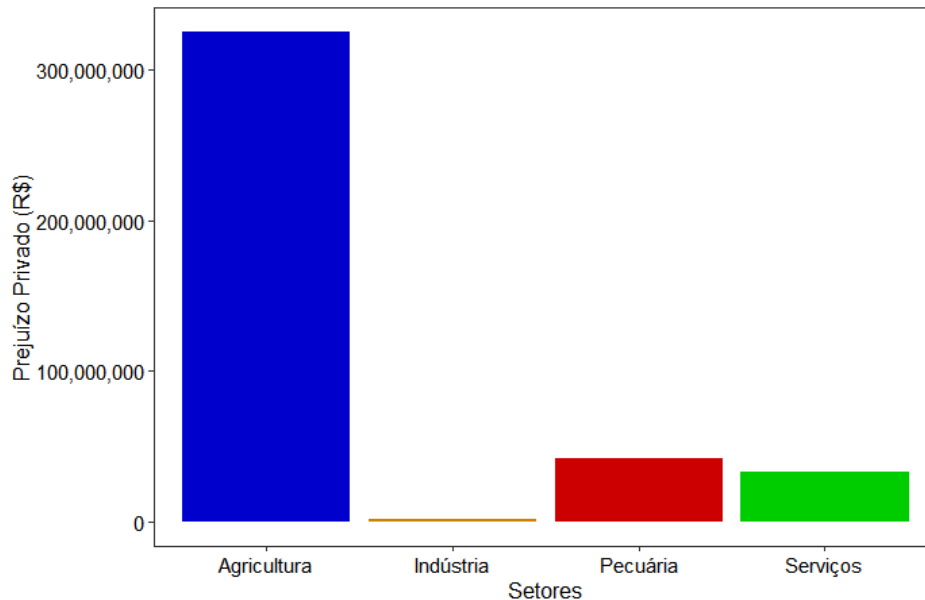
Figura 166: Total de prejuízo público por categoria – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

Por outro lado, o setor de prejuízos privados da RMN (Figura 167), apresenta como os maiores valores atribuídos aos seus gastos a Agricultura com mais de R\$325 milhões, seguido-se assim da pecuária com aproximadamente R\$48 milhões, depois vem os serviços com mais de R\$35 milhões e por fim as indústrias com R\$5 milhões.

Figura 167: Distribuição dos prejuízos privados por categoria – Região Metropolitana de Natal/1994 a 2022



Fonte: SEMURB, com base no Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024.

8.5 - Índices e Indicadores de Risco de Impactos das Mudanças Climáticas - Região Metropolitana de Natal

A plataforma Adapta Brasil fornece uma série de índices e indicadores importantes para o planejamento ambiental no âmbito municipal. Dessa forma, foi possível obter e analisar dados climáticos e ambientais dos municípios localizados na região metropolitana de Natal, sendo esse conhecimento essencial para o planejamento urbano-ambiental do município do Natal. Nesse contexto, a plataforma fornece os índices por meio de categorias que estão representadas a seguir nas cores verde, verde-claro, amarelo-claro, laranja-claro, vermelho-claro e branco, indicando o grau de suscetibilidade de cada índice para cada município.

- Muito baixo - 0,00 a 0,19
- Baixo - 0,20 a 0,39
- Médio - 0,40 a 0,59
- Alto - 0,60 a 0,79
- Muito alto - 0,80 a 1,00
- Informações indisponível

O índice de ameaça de deslizamento de terra para a região metropolitana de Natal (Tabela 59) evidencia que Natal e os municípios ao entorno da capital potiguar tem as maiores taxas de ameaça de deslizamento de terra, com taxas na categoria muito alta no cenário atual e para cenários futuros otimista e pessimista de 2030 e 2050. Enquanto Monte Alegre foi o único município a apresentar categoria média. Já Nísia Floresta e São José do Mipibu apresentaram categoria atual muito alta, mas com tendência de diminuição para alta nos cenários futuros. Em contrapartida, os municípios de Maxaranguape e Vera Cruz foram os únicos que apresentaram categoria muito baixa em todos os cenários.

Tabela 59: Índice de ameaça de deslizamento de terra - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE AMEAÇA DE DESLIZAMENTO DE TERRA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,14	0,19	0,19	0,20	0,20
BOM JESUS	0,29	0,61	0,61	0,64	0,64
CEARÁ-MIRIM	0,86	0,89	0,89	0,89	0,89
EXTREMOZ	0,86	0,89	0,89	0,89	0,89
GOIANINHA	0,32	0,34	0,35	0,37	0,37
IELMO MARINHO	0,12	0,19	0,19	0,20	0,20
MACAÍBA	0,86	0,89	0,89	0,89	0,89
MAXARANGUAPE	0,12	0,18	0,18	0,19	0,19
MONTE ALEGRE	0,53	0,49	0,51	0,53	0,54
NATAL	0,86	0,89	0,89	0,89	0,89
NÍSIA FLORESTA	0,84	0,69	0,72	0,76	0,76
PARNAMIRIM	0,86	0,89	0,89	0,89	0,89
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,86	0,89	0,89	0,89	0,89
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,84	0,69	0,72	0,76	0,76
VERA CRUZ	0,12	0,18	0,18	0,19	0,19

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O índice de risco para deslizamento de terra (Tabela 60) apresenta o cenário com categoria de risco muito alto apenas para o município de Bom Jesus nos anos de 2030 e 2050, no cenário otimista e pessimista. Enquanto os municípios de Ceará-Mirim, Macaíba, Natal, Parnamirim e São Gonçalo do Amarante apresentam a categoria alta para o cenário atual e cenários futuros. Já Extremoz, Goianinha, Monte Alegre, Nísia Floresta e São José do Mipibu apresentam categoria média em todos os cenários. Ielmo Marinho e Maxaranguape foram os únicos municípios que apresentaram categoria de muito baixo no cenário atual e de baixo nos cenários futuros, assim como ocorreu em Arês e Vera Cruz no cenário atual e para o ano de 2030 no município de Vera Cruz.

Tabela 60: Índice de risco para deslizamento de terra - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE RISCO PARA DESLIZAMENTO DE TERRA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,39	0,48	0,47	0,48	0,49
BOM JESUS	0,69	0,88	0,88	0,89	0,89
CEARÁ-MIRIM	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77
EXTREMOZ	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55
GOIANINHA	0,54	0,55	0,56	0,58	0,58
IELMO MARINHO	0,12	0,23	0,23	0,24	0,24
MACAÍBA	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
MAXARANGUAPE	0,15	0,25	0,25	0,26	0,26
MONTE ALEGRE	0,54	0,52	0,53	0,54	0,55
NATAL	0,68	0,69	0,69	0,69	0,69
NÍSIA FLORESTA	0,45	0,40	0,41	0,42	0,43
PARNAMIRIM	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,57	0,52	0,53	0,55	0,55
VERA CRUZ	0,29	0,39	0,39	0,40	0,40

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil.

A Tabela 61 evidencia o Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos. Nessa perspectiva, os municípios de Ceará-Mirim, Extremoz, Macaíba, Natal, Parnamirim e São Gonçalo do Amarante apresentam categoria muito alta em todos os cenários. Enquanto Nísia Floresta e São José do Mipibu possuem categoria alta. Além disso, os municípios de Bom Jesus e Monte Alegre foram caracterizados por uma categoria média em todos os cenários observados. Em contrapartida, o município de Arês oscila entre a categoria baixa (atual) a muito baixa nos cenários futuros, sendo Goianinha o único município que apresenta categoria baixa em todos os cenários e Ielmo Marinho, Maxaranguape e Vera Cruz categoria muito baixa.

Tabela 61: Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE AMEAÇA DE INUNDAÇÕES, ENXURRADAS E ALAGAMENTOS					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20
BOM JESUS	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45
CEARÁ-MIRIM	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
EXTREMOZ	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
GOIANINHA	0,36	0,38	0,37	0,37	0,37
IELMO MARINHO	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18
MACAÍBA	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
MAXARANGUAPE	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18
MONTE ALEGRE	0,49	0,53	0,53	0,52	0,52
NATAL	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
NÍSIA FLORESTA	0,65	0,69	0,69	0,70	0,69
PARNAMIRIM	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,65	0,69	0,69	0,70	0,69
VERA CRUZ	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O Índice de risco de impacto para chuva (Tabela 62) evidencia o alto grau de suscetibilidade dos municípios da região metropolitana para o impacto da chuva. Nesse contexto, o município de Natal apresenta um alto índice no cenário atual, mas com indicativo de aumento para a categoria de muito alto nos anos de 2030 e 2050, enquanto o município de Arês e Extremoz são caracterizados pela categoria alta, com exceção do cenário otimista (2050) para Arês, que indica a possibilidade de categoria muito alta. Além disso, os municípios de Bom Jesus, Ceará-Mirim, Goianinha, Macaíba, Maxaranguape, Monte Alegre, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, São José do Mipibu e Vera Cruz foram caracterizados por categoria atual média e com cenários futuros para a categoria alta.

Tabela 62: Índice de risco de impacto para chuva - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE RISCO DE IMPACTO PARA A CHUVA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,61	0,75	0,76	0,80	0,76
BOM JESUS	0,51	0,70	0,70	0,75	0,72
CEARÁ-MIRIM	0,46	0,65	0,65	0,69	0,66
EXTREMOZ	0,61	0,75	0,76	0,79	0,76
GOIANINHA	0,55	0,69	0,71	0,74	0,71
IELMO MARINHO	0,30	0,48	0,48	0,52	0,49
MACAÍBA	0,53	0,72	0,72	0,75	0,73
MAXARANGUAPE	0,47	0,61	0,62	0,64	0,63
MONTE ALEGRE	0,55	0,74	0,74	0,79	0,77
NATAL	0,67	0,81	0,82	0,85	0,82
NÍSIA FLORESTA	0,53	0,67	0,69	0,72	0,69
PARNAMIRIM	0,54	0,68	0,69	0,72	0,69
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,46	0,65	0,65	0,68	0,66
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,54	0,73	0,73	0,77	0,75
VERA CRUZ	0,46	0,64	0,64	0,69	0,67

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O índice de intensidade de precipitação (Tabela 63) demonstra que a maioria dos municípios da região metropolitana apresentam índices entre baixo e média, com exceção do município de Extremoz que apresenta categoria alta para o período atual e cenários futuros pessimistas de 2030 e 2050. Nesse contexto, o município de Arês, Goianinha, Maxaranguape, Natal, Nísia Floresta e Parnamirim apresentam e tendem a apresentar índices médios, com variação entre 0,40 a 0,59. Enquanto os municípios de Bom Jesus, Ielmo Marinho e Vera Cruz são caracterizados pela categoria baixa atualmente e em todos os cenários futuros, com valores que oscilam entre 0,20 a 0,39.

Tabela 63: Índice de intensidade de precipitação - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2020	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,51	0,41	0,48	0,43	0,48
BOM JESUS	0,31	0,28	0,27	0,29	0,27
CEARÁ-MIRIM	0,55	0,38	0,50	0,40	0,48
EXTREMOZ	0,62	0,47	0,64	0,50	0,63
GOIANINHA	0,51	0,41	0,48	0,43	0,48
IELMO MARINHO	0,33	0,27	0,30	0,29	0,29
MACAÍBA	0,44	0,34	0,42	0,36	0,42
MAXARANGUAPE	0,56	0,42	0,57	0,44	0,55
MONTE ALEGRE	0,42	0,34	0,39	0,36	0,39
NATAL	0,55	0,42	0,56	0,44	0,55
NÍSIA FLORESTA	0,53	0,41	0,52	0,44	0,51
PARNAMIRIM	0,55	0,42	0,56	0,44	0,55
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,44	0,34	0,42	0,36	0,42
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,46	0,36	0,44	0,38	0,44
VERA CRUZ	0,39	0,32	0,36	0,34	0,36

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

A Tabela 64 apresenta o índice de máxima precipitação anual em cinco dias consecutivos. Os cenários futuros para esse índice demonstram categoria média em toda a região metropolitana,

sendo verificado essa categoria presente atualmente também nos municípios de Arês, Extremoz, Goianinha, Maxaranguape, Natal, Nísia Floresta e Parnamirim. Enquanto, nos municípios de Bom Jesus, Ceará-Mirim, Ielmo Marinho, Macaíba, Monte Alegre, São Gonçalo do Amarante, São José do Mipibu e Vera Cruz foi observado um índice baixo.

Tabela 64: Índice de máxima precipitação anual em cinco dias consecutivos - Região Metropolitana de Natal

MÁXIMA PRECIPITAÇÃO ANUAL EM CINCO DIAS CONSECUTIVOS					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,41	0,47	0,47	0,51	0,45
BOM JESUS	0,38	0,44	0,44	0,50	0,42
CEARÁ-MIRIM	0,38	0,42	0,43	0,46	0,40
EXTREMOZ	0,43	0,48	0,50	0,52	0,46
GOIANINHA	0,41	0,47	0,47	0,51	0,45
IELMO MARINHO	0,38	0,42	0,43	0,46	0,40
MACAÍBA	0,38	0,42	0,43	0,46	0,40
MAXARANGUAPE	0,44	0,45	0,45	0,46	0,44
MONTE ALEGRE	0,38	0,44	0,44	0,50	0,42
NATAL	0,43	0,48	0,50	0,52	0,46
NÍSIA FLORESTA	0,41	0,47	0,47	0,51	0,45
PARNAMIRIM	0,43	0,48	0,50	0,52	0,46
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,38	0,42	0,43	0,46	0,40
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,38	0,44	0,44	0,50	0,42
VERA CRUZ	0,38	0,44	0,44	0,50	0,42

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O índice de umidade relativa (Tabela 65) revela que todos os municípios da região metropolitana de Natal tem categoria alta para o cenário atual e para cenários futuros com taxas que oscilam entre 0,60 a 0,71. Sendo observado no município do Natal o valor de 0,66 no cenário atual e futuro de 2030 e 2050 (otimista), e de 0,65 nos anos de 2030 e 2050 nos cenários pessimistas.

Tabela 65: Índice de umidade relativa - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE UMIDADE RELATIVA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2020	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,71	0,70	0,69	0,70	0,69
BOM JESUS	0,68	0,66	0,65	0,65	0,64
CEARÁ-MIRIM	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62
EXTREMOZ	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65
GOIANINHA	0,71	0,70	0,69	0,70	0,69
IELMO MARINHO	0,65	0,63	0,62	0,62	0,61
MACAÍBA	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
MAXARANGUAPE	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62
MONTE ALEGRE	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66
NATAL	0,66	0,66	0,65	0,66	0,65
NÍSIA FLORESTA	0,69	0,68	0,67	0,68	0,67
PARNAMIRIM	0,66	0,66	0,65	0,66	0,65
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66
VERA CRUZ	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Dessa forma, o índice precipitação total anual do percentil 95 (Tabela 66) indica categoria baixa para o cenário atual em todos os municípios. Enquanto para os cenários otimistas e pessimistas de 2030 os dados indicam categoria de alto para todos os municípios da região metropolitana. Já para os anos de 2050 a categoria alta ocorre na maioria dos municípios, com exceção dos municípios de Arês e Nísia Floresta nos cenários otimistas e pessimistas e no município de Extremoz, Natal e Parnamirim no cenário otimista e no município de Goianinha no cenário pessimista.

Tabela 66: Índice de risco para deslizamento de terra - Região Metropolitana de Natal

PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL ACIMA DO PERCENTIL 95					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,39	0,73	0,76	0,87	0,80
BOM JESUS	0,29	0,70	0,69	0,79	0,78
CEARÁ-MIRIM	0,25	0,63	0,62	0,71	0,69
EXTREMOZ	0,37	0,70	0,73	0,80	0,75
GOIANINHA	0,39	0,73	0,76	0,71	0,80
IELMO MARINHO	0,25	0,63	0,62	0,71	0,69
MACAÍBA	0,25	0,63	0,62	0,71	0,69
MAXARANGUAPE	0,30	0,62	0,64	0,69	0,67
MONTE ALEGRE	0,29	0,70	0,69	0,79	0,78
NATAL	0,37	0,70	0,73	0,80	0,75
NÍSIA FLORESTA	0,39	0,73	0,76	0,87	0,80
PARNAMIRIM	0,37	0,70	0,73	0,80	0,75
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,25	0,63	0,62	0,71	0,69
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,29	0,70	0,69	0,79	0,78
VERA CRUZ	0,29	0,70	0,69	0,79	0,78

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Nesse contexto, o índice de risco de impacto para tempestade no município de Natal (Tabela 67) indica categoria alta no cenário atual, no cenário otimista e pessimista de 2030 e no cenário pessimista de 2050. Enquanto no cenário otimista de 2050 os dados indicam categoria muito alta.

Tabela 67: Índice de risco de impacto para tempestade - Natal

ÍNDICE DE RISCO DE IMPACTO PARA TEMPESTADE					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2020	2030	2030	2050	2050
NATAL	0,79	0,79	0,79	0,81	0,77

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

No índice de risco de impacto para vendaval (Tabela 68) o cenário atual demonstrou categoria média, enquanto para os cenários futuros otimista e pessimista de 2030 e otimista de 2050 é esperado categoria alta. Já para o cenário pessimista de 2050 os dados indicam categoria de muito alto.

Tabela 68: Índice de risco de impacto para venda val - Natal

ÍNDICE DE RISCO DE IMPACTO PARA VENDA VAL					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2020	2030	2030	2050	2050
NATAL	0,47	0,61	0,64	0,68	0,80

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O índice de temperatura máxima (Tabela 69) evidencia a categoria média na região metropolitana de Natal que para os cenários futuros apresenta categoria alta, com exceção do cenário otimista de 2030 no município de Extremoz. Enquanto que no cenário atual, com exceção de Bom Jesus e Ielmo Marinho com categoria alta, todos os outros apresentaram categoria média.

Tabela 69: Índice de temperatura máxima - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE TEMPERATURA MÁXIMA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2020	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,57	0,61	0,64	0,63	0,70
BOM JESUS	0,63	0,66	0,71	0,69	0,77
CEARÁ-MIRIM	0,59	0,64	0,66	0,66	0,72
EXTREMOZ	0,53	0,59	0,60	0,62	0,65
GOIANINHA	0,57	0,61	0,64	0,63	0,70
IELMO MARINHO	0,65	0,68	0,73	0,71	0,79
MACAÍBA	0,59	0,64	0,67	0,67	0,73
MAXARANGUAPE	0,58	0,63	0,65	0,66	0,70
MONTE ALEGRE	0,59	0,63	0,67	0,66	0,73
NATAL	0,54	0,60	0,61	0,63	0,67
NÍSIA FLORESTA	0,55	0,60	0,63	0,63	0,68
PARNAMIRIM	0,54	0,60	0,61	0,63	0,67
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,59	0,64	0,67	0,67	0,73
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,59	0,63	0,67	0,66	0,73
VERA CRUZ	0,59	0,63	0,67	0,66	0,73

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O índice de temperatura mínima (Tabela 70) revela que para cenários futuros existe o indicativo de aumento de índice para a maioria dos municípios, sendo predominante a categoria muito alta, com exceção dos municípios de Bom Jesus com categoria de alta no ano de 2030 otimista e pessimista e para o ano de 2050 otimista e de Ielmo Marinho no ano de 2030 no cenário otimista. Já no cenário atual os municípios de Arês, Bom Jesus, Goianinha, Ielmo Marinho, Macaíba, Monte Alegre, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu e Vera Cruz apresentam categoria alta. Enquanto os municípios de Ceará-Mirim, Extremoz, Maxaranguape, Natal, Nísia Floresta e Parnamirim demonstram categoria alta.

Tabela 70: Índice de temperatura mínima - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE TEMPERATURA MÍNIMA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2020	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,78	0,83	0,85	0,86	0,90
BOM JESUS	0,71	0,75	0,78	0,78	0,83
CEARÁ-MIRIM	0,82	0,86	0,88	0,89	0,94
EXTREMOZ	0,87	0,91	0,93	0,94	0,98
GOIANINHA	0,78	0,83	0,85	0,86	0,90
IELMO MARINHO	0,74	0,78	0,81	0,81	0,86
MACAÍBA	0,79	0,83	0,86	0,86	0,91
MAXARANGUAPE	0,85	0,89	0,91	0,92	0,96
MONTE ALEGRE	0,76	0,80	0,83	0,83	0,88
NATAL	0,85	0,88	0,91	0,91	0,96
NÍSIA FLORESTA	0,81	0,85	0,88	0,91	0,93
PARNAMIRIM	0,85	0,88	0,91	0,91	0,96
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,79	0,83	0,86	0,86	0,91
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,76	0,80	0,83	0,83	0,88
VERA CRUZ	0,76	0,80	0,83	0,83	0,88

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Para o índice de risco de impacto da seca (Tabela 71) os dados evidenciam que no cenário atual a maioria dos municípios apresentam a categoria média, com exceção dos municípios de Bom Jesus e São José de Mipibu com categoria baixa. No cenário otimista e pessimista para 2030 as categorias oscilam entre média e alta, com exceção do cenário pessimista para o ano de 2030 no município de Nísia Floresta que apresenta categoria alta. Já no cenário otimista para 2050, os dados indicam categorias entre muito baixa e média. Enquanto no cenário pessimista para 2050 os municípios tendem a apresentar categoria entre média e alta.

Tabela 71: Índice de risco de impacto para seca - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE RISCO DE IMPACTO PARA SECA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,56	0,64	0,47	0,00	0,52
BOM JESUS	0,39	0,62	0,47	0,39	0,52
CEARÁ-MIRIM	0,51	0,66	0,57	0,53	0,62
EXTREMOZ	0,54	0,57	0,68	0,00	0,62
GOIANINHA	0,56	0,64	0,46	0,00	0,52
IELMO MARINHO	0,43	0,58	0,49	0,45	0,53
MACAÍBA	0,48	0,63	0,54	0,50	0,58
MAXARANGUAPE	0,56	0,66	0,63	0,56	0,64
MONTE ALEGRE	0,41	0,64	0,49	0,41	0,54
NATAL	0,54	0,56	0,67	0,00	0,61
NÍSIA FLORESTA	0,46	0,54	0,36	0,00	0,42
PARNAMIRIM	0,43	0,45	0,56	0,00	0,50
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,55	0,70	0,61	0,57	0,66
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,39	0,63	0,47	0,39	0,52
VERA CRUZ	0,44	0,68	0,52	0,44	0,57

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

A ameaça climática (Tabela 72) no cenário atual demonstra categoria muito baixa. Enquanto nos cenários pessimistas de 2030, 2050 e no otimista de 2030 as categorias oscilam entre muito baixa e baixa. Em contrapartida, no cenário otimista para 2025, a tendência é que os municípios mantenham a categoria muito baixa. Nesse contexto, cabe destacar o município de Natal com categoria atual de muito baixa, sendo a tendência para os cenários futuros otimistas (2030 e 2050) de categoria muito baixa e cenários pessimistas (2030 e 2050) categoria de baixa.

Tabela 72: Índice de ameaça climática - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE AMEAÇA CLIMÁTICA					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,16	0,24	0,10	0,00	0,13
BOM JESUS	0,10	0,32	0,15	0,10	0,19
CEARÁ-MIRIM	0,17	0,36	0,23	0,19	0,29
EXTREMOZ	0,15	0,17	0,29	0,00	0,22
GOIANINHA	0,16	0,24	0,10	0,00	0,13
IELMO MARINHO	0,17	0,36	0,23	0,19	0,29
MACAÍBA	0,17	0,36	0,23	0,19	0,29
MAXARANGUAPE	0,18	0,30	0,25	0,18	0,27
MONTE ALEGRE	0,10	0,32	0,15	0,10	0,19
NATAL	0,15	0,17	0,29	0,00	0,22
NÍSIA FLORESTA	0,16	0,24	0,10	0,00	0,13
PARNAMIRIM	0,15	0,17	0,29	0,00	0,22
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,17	0,36	0,23	0,19	0,29
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,10	0,32	0,15	0,10	0,19
VERA CRUZ	0,10	0,32	0,15	0,10	0,19

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Dessa forma, o índice de dias consecutivos secos (Tabela 73) evidencia que a região metropolitana de Natal apresenta apenas a categoria de muito baixo para o cenário atual e para os cenários futuros. Assim, foi possível observar que o índice para o município de Natal oscilou entre 0,08 a 0,09, entre o cenário atual e os cenários otimistas e pessimistas de 2030 a 2050.

Tabela 73: Índice de dias consecutivos secos - Região Metropolitana de Natal

DIAS CONSECUTIVOS SECOS					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
BOM JESUS	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08
CEARÁ-MIRIM	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12
EXTREMOZ	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
GOIANINHA	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
IELMO MARINHO	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12
MACAÍBA	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12
MAXARANGUAPE	0,14	0,16	0,17	0,16	0,16
MONTE ALEGRE	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08
NATAL	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
NÍSIA FLORESTA	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
PARNAMIRIM	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08
VERA CRUZ	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizado (SPEI) representado na Tabela 74 revela no cenário atual a ocorrência das categorias muito baixa e baixa. Contudo, para o cenário otimista de 2030 a categoria média predomina na região metropolitana, com exceção dos municípios de Extremoz, Natal e Parnamirim em que foi verificado categoria baixa. Enquanto para os cenários de 2030 e 2050 pessimista e o cenário otimista de 2050 as categorias oscilam entre muito baixa, baixa e média.

Tabela 74: Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizado - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO-EVAPOTRANSPIRAÇÃO PADRONIZADO (SPEI)					
MUNICÍPIO	PRESENTE	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA
	2015	2030	2030	2050	2050
ARÊS	0,27	0,42	0,14	0,00	0,19
BOM JESUS	0,14	0,54	0,19	0,12	0,29
CEARÁ-MIRIM	0,24	0,59	0,32	0,25	0,45
EXTREMOZ	0,22	0,25	0,49	0,00	0,31
GOIANINHA	0,27	0,42	0,14	0,00	0,19
IELMO MARINHO	0,24	0,59	0,32	0,25	0,45
MACAÍBA	0,24	0,59	0,32	0,25	0,45
MAXARANGUAPE	0,24	0,43	0,30	0,17	0,33
MONTE ALEGRE	0,14	0,54	0,19	0,12	0,29
NATAL	0,22	0,25	0,49	0,00	0,31
NÍSIA FLORESTA	0,27	0,42	0,14	0,00	0,19
PARNAMIRIM	0,22	0,25	0,49	0,00	0,31
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,24	0,59	0,32	0,25	0,45
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,14	0,54	0,19	0,12	0,29
VERA CRUZ	0,14	0,54	0,19	0,12	0,29

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

O índice de vulnerabilidade à seca (Tabela 75) apresenta categoria predominante de alto, com exceção dos municípios de Macaíba, Nísia Floresta, Parnamirim e São José do Mipibu que apresentam categoria média e Ielmo Marinho que apresenta categoria alta. Além disso, cabe destacar também o município de Natal com categoria alta e índice de 0,67.

Tabela 75: Índice de vulnerabilidade à seca - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE À SECA	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,68
BOM JESUS	0,74
CEARÁ-MIRIM	0,67
EXTREMOZ	0,77
GOIANINHA	0,67
IELMO MARINHO	0,88
MACAÍBA	0,49
MAXARANGUAPE	0,79
MONTE ALEGRE	0,68
NATAL	0,67
NÍSIA FLORESTA	0,57
PARNAMIRIM	0,42
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,71
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,52
VERA CRUZ	0,68

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

A sensibilidade à seca (Tabela 76) demonstra que os menores índices foram encontrados nos municípios de Goianinha, Monte Alegre, Parnamirim, e São José do Mipibu, com categoria de baixa. Enquanto os municípios de Arês, Bom Jesus, Ceará-Mirim, Macaíba, Maxaranguape, Nísia Floresta, São Gonçalo do Amarante e Vera Cruz possuem categoria média. Além disso, os municípios de Extremoz, Ielmo Marinho e Natal.

Tabela 76: Índice de sensibilidade à seca - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE SENSIBILIDADE À SECA	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,58
BOM JESUS	0,47
CEARÁ-MIRIM	0,40
EXTREMOZ	0,72
GOIANINHA	0,33
IELMO MARINHO	0,69
MACAÍBA	0,58
MAXARANGUAPE	0,53
MONTE ALEGRE	0,32
NATAL	0,60
NÍSIA FLORESTA	0,41
PARNAMIRIM	0,37
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,58
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,30
VERA CRUZ	0,47

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

A Tabela 77 evidencia que apenas o município de Goianinha apresenta índice de oferta e demanda dos recursos hídricos baixa, enquanto os municípios de Bom Jesus e São Gonçalo do Amarante obtiveram a categoria média. Em contrapartida, os municípios de Ceará-Mirim, Extremoz, Ielmo Marinho, Maxaranguape, Monte Alegre, Nísia Floresta, São José do Mipibu e Vera Cruz apresentam categoria alta. Além disso, os municípios de Arês, Macaíba, Natal e Parnamirim alcançaram a categoria de muito alta.

Tabela 77: Índice de oferta e demanda dos recursos hídricos - Região Metropolitana de Natal

OFERTA E DEMANDA DOS RECURSOS HÍDRICOS	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,89
BOM JESUS	0,55
CEARÁ-MIRIM	0,77
EXTREMOZ	0,66
GOIANINHA	0,34
IELMO MARINHO	0,68
MACAÍBA	0,96
MAXARANGUAPE	0,62
MONTE ALEGRE	0,63
NATAL	0,96
NÍSIA FLORESTA	0,64
PARNAMIRIM	0,99
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,58
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,71
VERA CRUZ	0,63

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Nesta conjuntura, o índice do balanço hídrico quantitativo superficial (Tabela 78) exibiu predominância da categoria muito alta para a maioria dos municípios, com exceção dos municípios de Arês com categoria alta e do município de Goianinha com categoria baixa.

Tabela 78: Índice do balanço hídrico quantitativo superficial - Região Metropolitana de Natal

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO SUPERFICIAL	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,78
BOM JESUS	0,99
CEARÁ-MIRIM	1,00
EXTREMOZ	1,00
GOIANINHA	0,37
IELMO MARINHO	0,95
MACAÍBA	0,99
MAXARANGUAPE	0,92
MONTE ALEGRE	0,96
NATAL	0,98
NÍSIA FLORESTA	0,96
PARNAMIRIM	1,00
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,99
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,97
VERA CRUZ	0,99

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Já para o índice de indisponibilidade hídrica superficial (Tabela 79), o município com a menor categoria foi São Gonçalo do Amarante com categoria muito baixa. Em contrapartida, a categoria média foi observada nos municípios de Bom Jesus, Ceará-Mirim, Extremoz, Goianinha, Maxaranguape, Monte Alegre, Nísia Floresta, São José de Mipibu e Vera Cruz. Outra categoria verificada na região metropolitana foi a categoria alta, encontrada nos municípios de Arês, Ielmo Marinho, Macaíba, Natal e Parnamirim.

Tabela 79: Índice de indisponibilidade hídrica superficial - Região Metropolitana de Natal

INDISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,62
BOM JESUS	0,40
CEARÁ-MIRIM	0,44
EXTREMOZ	0,44
GOIANINHA	0,40
IELMO MARINHO	0,64
MACAÍBA	0,62
MAXARANGUAPE	0,49
MONTE ALEGRE	0,50
NATAL	0,61
NÍSIA FLORESTA	0,48
PARNAMIRIM	0,67
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,05
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,53
VERA CRUZ	0,40

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

A demanda hídrica para múltiplos usos da água (Tabela 80) demonstra categoria de muito







baixa para os municípios de Bom Jesus, Goianinha, Ielmo Marinho e Monte Alegre. Ademais, foi observado a categoria de baixo nos municípios de Extremoz, Maxaranguape, Nísia Floresta, São José de Mipibu e Vera Cruz. Já a categoria média foi observada apenas nos municípios de Ceará-Mirim e São Gonçalo do Amarante. Além disso, a categoria de muito alta foi verificada nos municípios de Arês, Macaíba, Natal e Parnamirim.

Tabela 80: Índice de demanda hídrica para múltiplos usos da água - Região Metropolitana de Natal

DEMANDA HÍDRICA PARA MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,90
BOM JESUS	0,05
CEARÁ-MIRIM	0,56
EXTREMOZ	0,28
GOIANINHA	0,11
IELMO MARINHO	0,19
MACAÍBA	0,90
MAXARANGUAPE	0,20
MONTE ALEGRE	0,19
NATAL	0,90
NÍSIA FLORESTA	0,23
PARNAMIRIM	0,90
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,47
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,34
VERA CRUZ	0,26

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Para os índices de capacidade adaptativa no período seco e capacidade de abastecimento e reservação de água as cores das categorias são invertidas para evidenciar que os índices abaixo da média causam um maior impacto, enquanto os índices acima da média demonstram um menor impacto causado nos municípios.

-  Muito baixo - 0,00 a 0,19
-  Baixo - 0,20 a 0,39
-  Médio - 0,40 a 0,59
-  Alto - 0,60 a 0,79
-  Muito alto - 0,80 a 1,00
-  Informações indisponível

A Tabela 81 sobre governança e gestão de risco de desastres, inundações, enxurradas e alagamentos revela que conforme a base de dados atual da plataforma Adapta Brasil, alguns municípios da região metropolitana apresentam categoria muito baixa, como: Arês, Bom Jesus, Ceará-Mirim, Goianinha, Ielmo Marinho, Nísia Floresta, São José de Mipibu e Vera Cruz. Enquanto os municípios de Macaíba, Maxaranguape, Monte Alegre e São Gonçalo do Amarante tem categoria baixa. Por outro lado, Extremoz foi o único município que apresentou a categoria média.

Tabela 81: Índice de governança e gestão de risco de desastres de inundações, enxurradas e alagamentos - Região Metropolitana de Natal

GOVERNANÇA E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES DE INUNDAÇÕES, ENXURRADAS E ALAGAMENTOS	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,00
BOM JESUS	0,00
CEARÁ-MIRIM	0,00
EXTREMOZ	0,50
GOIANINHA	0,00
IELMO MARINHO	0,00
MACAÍBA	0,30
MAXARANGUAPE	0,30
MONTE ALEGRE	0,30
NATAL	0,80
NÍSIA FLORESTA	0,00
PARNAMIRIM	0,73
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,22
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,17
VERA CRUZ	0,00

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Nesse contexto, o índice de capacidade adaptativa na seca na (Tabela 82) categoria muito baixa foi encontrado nos municípios de Bom Jesus, Ceará-Mirim, Goianinha, Ielmo Marinho, Maxaranguape e Monte Alegre. Enquanto na categoria baixa foram encontrados os municípios de Arês, Extremoz, Macaíba, Natal, Nísia Floresta, São Gonçalo do Amarante, São José do Mipibu e Vera Cruz. Dessa forma, apenas o município de Parnamirim obteve a categoria média.

Tabela 82: Índice de capacidade adaptativa na seca - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE CAPACIDADE ADAPTATIVA NA SECA	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,31
BOM JESUS	0,14
CEARÁ-MIRIM	0,18
EXTREMOZ	0,32
GOIANINHA	0,11
IELMO MARINHO	0,13
MACAÍBA	0,32
MAXARANGUAPE	0,11
MONTE ALEGRE	0,08
NATAL	0,35
NÍSIA FLORESTA	0,31
PARNAMIRIM	0,50
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,28
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,29
VERA CRUZ	0,21

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Conforme o índice de capacidade de abastecimento e reservação de água (Tabela 83), a categoria de muito baixa foi verificada nos municípios de Ceará-Mirim, Monte Alegre, Natal, Nísia Floresta e São Gonçalo do Amarante. Enquanto a categoria baixa foi encontrada nos municípios de Arês, Bom Jesus, Extremoz, Goianinha, Ielmo Marinho, Macaíba, Maxaranguape, São José de

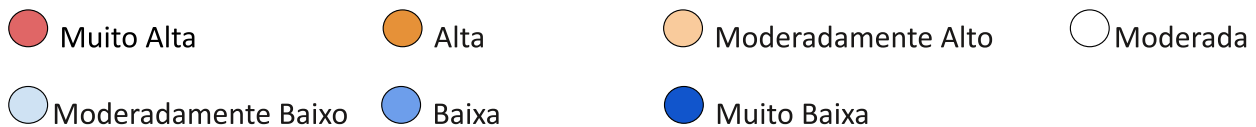
Mipibu e Vera Cruz.

Tabela 83: Índice de capacidade de abastecimento e reservação de água - Região Metropolitana de Natal

CAPACIDADE DE ABASTECIMENTO E RESERVAÇÃO DE ÁGUA	
MUNICÍPIO	PRESENTE
	2015
ARÊS	0,34
BOM JESUS	0,22
CEARÁ-MIRIM	0,04
EXTREMOZ	0,34
GOIANINHA	0,20
IELMO MARINHO	0,21
MACAÍBA	0,21
MAXARANGUAPE	0,20
MONTE ALEGRE	0,18
NATAL	0,17
NÍSIA FLORESTA	0,19
PARNAMIRIM	0,47
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,07
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,20
VERA CRUZ	0,24

Fonte: SEMURB, com base nos dados da Adapta Brasil, 2024.

Além disso, outra análise importante para a região metropolitana de Natal é a classificação do Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais relacionados às Secas (IVDNS), realizado por meio da WWF-Brasil, do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Integração. Neste caso, a classificação está distribuída nas categorias e cores a seguir entre Muito Alta (vermelho), Alta (laranja-escuro), Moderadamente Alta (laranja-claro), Moderada (branco), Moderadamente Baixa (azul claro), Baixa (azul-centáurea-claro), Muito Baixa (azul-centáurea-escuro).



A partir dessa classificação foi possível observar os índices de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas na região metropolitana de Natal para o período de 2011 a 2040 (Tabela 84). Nesse contexto, o modelo HadGEM no cenário Representative Concentration Pathway (RCP) 4.5 causa um aumento moderado nas concentrações de gases de efeito estufa até o final do século, comparado a outros cenários mais extremos. Enquanto o modelo HadGEM no cenário RCP 8.5 representa o cenário mais extremo entre os utilizados, representando um aumento significativo e não mitigado nas concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera ao longo do tempo. Além disso, o modelo MIROC no cenário RCP 4.5, indica um nível moderado de emissões e concentrações de gases de efeito estufa conforme projetado. Ao passo que o modelo MIROC no cenário RCP 8.5, implica um aumento extremo nas concentrações de gases de efeito estufa ao longo do tempo.

Dessa forma, observa-se que o IVDNS no modelo MIROC cenário 8.5 as classificações representam maior impacto para a região metropolitana e para o município de Natal que teve índice alto. Enquanto no modelo HadGEM, cenário 4.5, os dados também demonstram um impacto moderado na maioria dos municípios da região metropolitana. Assim, se destaca o modelo MIROC, no cenário 4.5 e o HadGEM no cenário 8.5, ao passo que o primeiro tem predominância das categorias, moderada e moderadamente baixa, enquanto no HadGEM predominam as categorias moderadamente baixa e baixa, com o município do Natal alcançando a categoria moderada.

Tabela 84: Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas - Região Metropolitana de Natal

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AOS DESASTRES NATURAIS RELACIONADOS ÀS SECAS (IVDNS)				
MUNICÍPIO	IVDNS HadGEM 4.5	IVDNS HadGEM 8.5	IVDNS MIROC 4.5	IVDNS MIROC 8.5
ARÊS	0,389	0,271	0,385	0,674
BOM JESUS	0,436	0,279	0,461	0,485
CEARÁ-MIRIM	0,361	0,316	0,290	0,347
EXTREMOZ	0,484	0,543	0,324	0,490
GOIANINHA	0,428	0,307	0,426	0,664
IELMO MARINHO	0,343	0,213	0,343	0,385
MACAÍBA	0,451	0,323	0,389	0,497
MAXARANGUAPE	0,264	0,223	0,217	0,190
MONTE ALEGRE	0,428	0,297	0,384	0,504
NATAL	0,545	0,479	0,449	0,631
NÍSIA FLORESTA	0,402	0,287	0,356	0,549
PARNAMIRIM	0,526	0,417	0,455	0,635
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	0,457	0,381	0,373	0,503
SÃO JOSÉ DE MIPIBU	0,389	0,274	0,348	0,526
VERA CRUZ	0,429	0,293	0,373	0,460

Fonte: SEMURB, com base nos dados do Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, WWF-Brasil, 2024.

9

Inventário de Gases de Efeito Estufa



9 - INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Nos últimos anos, houve um aumento na discussão das mudanças climáticas e dos impactos socioambientais que delas decorrem, com o objetivo de mitigar esses efeitos e se adaptar às situações de risco e vulnerabilidade. A maioria desses problemas ambientais atuais têm sido causados principalmente pelo crescimento e desenvolvimento desordenado e desenfreado da população, atingindo os ecossistemas terrestres tornando-se cada vez um ambiente agravado pela ação antrópica (Botsaris, 2020).

O efeito estufa é um fenômeno natural que desempenha um papel fundamental na manutenção da temperatura da Terra, tornando-a adequada para a vida como a conhecemos. Essa movimentação teve início quando os primeiros gases atmosféricos, como dióxido de carbono, metano e vapor d'água, começaram a se acumular na atmosfera. Esses gases permitiram que a luz solar penetrasse na atmosfera e atingisse a superfície da Terra, sendo o principal fator que possibilitou a terra a sair da marca de aproximadamente -18°C , para os $14,5^{\circ}\text{C}$ atuais. E, é esta atividade que possibilita a existência de água líquida e condições ideais para a vida.

Esses processos, acompanhado de outros fenômenos como terremotos, ciclones e tsunamis, são eventos corriqueiros da terra, no entanto a ação antrópica, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento desproporcional, tem sido a ferramenta contribuinte para que estes se tornem cada vez mais constantes e tomem proporções maiores do que as consideradas previstas “normais” (Dill, 2013). Somadas a isto, o crescimento acelerado da população e seu posicionamento diante de situações de vulnerabilidade e áreas de risco, nos trazem um contexto preocupante e emergencial em relação a mudanças no que se diz respeito ao nosso relacionamento com o meio em que vivemos (Cavalcante & Aloufa, 2014; Spink, 2019).

Portanto, podemos definir as mudanças climáticas como sendo “alterações a longo prazo, nas características do clima e temperatura do planeta”, estas por sua vez causadas principalmente pelo acúmulo de gases constituintes da atmosfera, grandes responsáveis pela absorção de energia térmica na estratosfera, que resultam na degradação da camada de ozônio. Estes gases em sua maioria podem passar séculos acumulados na atmosfera sem que haja uma redução de seu potencial destrutivo, os mais conhecidos são o Metano (CH_4), Dióxido de Carbono (CO_2), e o Óxido Nitroso (N_2O). As fontes de emissão desses gases são principalmente advindas de setores atualmente considerados essenciais como por exemplo os transportes, energia, industrialização, agricultura, resíduos, todos estes executados e gerados em prol do desenvolvimento.

De acordo com Houghton, (2004), somente nos últimos trinta anos ou mais é que as atividades humanas alcançaram uma escala significativa capaz de produzir impactos globais substanciais. Dado que os desafios são de natureza global, todas as nações devem se envolver na busca por soluções. O principal órgão intergovernamental criado para avaliar o problema do aquecimento global é o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), estabelecido em 1988 (IPCC, 2007).

O IPCC é o grupo de cientistas estabelecido pelas Nações Unidas para monitorar e assessorar toda a ciência global relacionada às mudanças climáticas. Em sua primeira reunião, ocorrida em novembro daquele ano em Genebra, o Painel tomou como sua primeira ação, solicitar a elaboração de um relatório científico para estabelecer, na medida do possível, os fatos científicos relacionados ao aquecimento global. Ficou assim definido, por meio da Declaração de Genebra, um acordo para a criação de obrigações legais com vistas à redução de emissões de CO_2 (Moreira & Giometti, 2008, p. 15). Isso se tornou uma necessidade premente para oferecer aos formuladores

de políticas, uma base sólida de conhecimento a partir da qual pudessem desenvolver ações efetivas.

As consequências das mudanças climáticas para o planeta e aqueles que o habitam são diversas, indo da acidificação dos oceanos, desequilíbrio dos ecossistemas, desastres naturais, redução de produtividade na agricultura, até a extinção de espécies raras (De Castro, 2022).

São debatidos hoje, entre diversos países, algumas possíveis soluções para esse caso, e há de fato um consenso de que nenhuma ação resolverá os efeitos catastróficos das mudanças climáticas, mas há sim planos de adaptação e mitigação de seus impactos para a população, como por exemplo, a adoção de pactos pelo clima, ou pactos para a diminuição de emissão de gases poluentes, investimentos em energias renováveis ou de baixo impacto como as eólicas, preservação de campos, matas e florestas, entre outras ações que busquem a conservação do equilíbrio do meio ambiente.

Nestas circunstâncias, torna-se evidente a importância dos Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), documentos abrangentes nos quais são realizados o mapeamento, relato e monitoramento das fontes de emissão de gases de efeito estufa em um determinado território, como um município ou região. Esses registros, assim como suas subseqüentes atualizações, desempenham um papel crucial no início do planejamento para a ação climática.

Logo, o inventário identifica e quantifica as fontes de emissão, que podem incluir processos industriais, transporte, geração de energia, agricultura e outros. Além disso, fornece informações detalhadas sobre os tipos de gases de efeito estufa emitidos, servindo como base para que se estabeleçam metas e estratégias locais de redução das emissões de GEE.

9.1 - Metodologias Utilizadas

9.1.1 - METODOLOGIA SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG

O SEEG é uma iniciativa fomentada pelo Observatório do Clima e compreende quase 40 organizações não-governamentais e da sociedade civil no Brasil (Observatório do Clima, 2023).

Para coordenar o processo técnico de produção de estimativas do SEEG, foram selecionadas quatro instituições com sólida formação nos principais setores emissores para coordenar o processo técnico de produção de estimativas: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-Imazon (Uso da Terra), Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola-Imaflora (Agricultura), Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA (Energia, Processos Industriais e Uso de Produto) e *International Council for Local Environmental Initiatives* - ICLEI (Resíduos) (De Azevedo et al., 2018).

Segundo Azevedo et al. (2018), as estimativas do SEEG seguem o mais recente Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antropogênicas de Gases de Efeito Estufa, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (Brasil, 2016), que seguiu as Diretrizes do IPCC, (2007) incorporando também vários dados específicos do país, o que permitiu que a maioria das estimativas tivessem um Nível 2 de precisão. Conforme os autores, as estimativas do SEEG cobrem as emissões de GEE para os setores de Agricultura, Energia, Processos Industriais e Resíduos e Mudanças no Uso da Terra no Brasil.

Estas emissões são ainda desagregadas em até 5 novas camadas de subsetores, de acordo com as especificidades de cada setor. Conforme (Observatório do Clima, 2023), as estimativas

incluem as emissões de todos os gases previstos nos Inventários incluindo o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), que respondem por mais de 99% das emissões em carbono equivalente (CO_2e) e outros como HFCs. Conforme ainda explica (Observatório do Clima, 2023), existem duas abordagens principais para determinação do dióxido de carbono equivalente: o GWP (Global Warming Potential), que considera a influência dos gases na alteração do balanço energético da Terra e o GTP (Global Temperature Change Potential), baseado na influência no aumento de temperatura.

Ambos são medidos para um prazo de 100 anos, sendo mais comumente utilizado o GWP. Além da abordagem GWP, na base de dados do SEEG podem ser encontrados também os dados em CO_2e GTP tanto pela métrica do quinto relatório do IPCC AR5 (IPCC, 2014) como do relatório AR2 (IPCC, 1992) e o relatório do AR4 (IPCC, 2007). A possibilidade de obter os dados nestas diferentes métricas é importante para poder fazer análises e comparações entre inventários de origens e/ou épocas diversas.

Para cada setor foi montada uma rotina de cálculo que reproduz o trabalho do inventário para cada um dos anos reportados, com base nos dados de atividade que permitam estimar a evolução das emissões considerando-se os fatores de emissão do inventário. A atenção com a disponibilidade das fontes de dados de atividades através de instituições públicas e privadas de forma pública e gratuita, incluindo dados disponíveis através da internet ou em bibliotecas de acesso público, objetiva possibilitar a repetição das estimativas calculadas por qualquer interessado.

Quando os dados de atividade não estão disponíveis ou estão incompletos, são utilizadas estratégias diversas para obter as estimativas, incluindo a busca de valores de referência, linhas de tendência, correlação com dados de outras atividades, dentre outros. As informações estão disponíveis em uma plataforma pública de Internet. (Observatório do Clima, 2023).

As estimativas do SEEG incluem as fontes de emissão de todos os setores e respectivos gases previstos nas Orientações do IPCC e no já referido Inventário Brasileiro, da seguinte maneira, descrita por (De Azevedo et al., 2018).

9.1.1.1 - Categorias de Emissão por Setor no SEEG

9.1.1.1.1 - AGRICULTURA

Este setor abrange estimativas de todas as emissões antrópicas (CH_4 e N_2O) de sistemas agrícolas (pecuária e culturas), exceto para a combustão de combustíveis e emissões de esgoto, da seguinte forma: Emissões de CH_4 de: i) fermentação entérica de animais ruminantes, ii) sistemas de manejo de esterco animal e, iii) queima de resíduos das culturas; emissões de N_2O de: i) fertilizantes orgânicos de nitrogênio orgânico aplicados ao solo, ii) cultivo de solos orgânicos, iii) esterco animal depositado diretamente nas pastagens, iv) sistemas de gestão do estrume animal, v) decomposição de resíduos orgânicos e vi) queima de resíduos das culturas.

9.1.1.1.2 - MUDANÇA DE USO DA TERRA

Neste setor, as estimativas estão associadas à cobertura da terra e à mudança de usuário mapeada usando dados de satélite. As mudanças na cobertura do solo representam os principais níveis de emissões e remoções de CO_2 , e as mudanças no uso do solo representam o nível de

intensidade dessas emissões e remoções. Este setor também estima as emissões de resíduos florestais queimados (CH_4 e N_2O) e calagem.

9.1.1.1.3 - ENERGIA

As emissões de GEE ocorrem através de dois processos diferentes: (i) combustão de combustível e (ii) emissões fugitivas. Na combustão de combustível, o conteúdo de energia química do combustível é convertido em calor. O consumo direto do equipamento de uso final (fornos, aquecedores, secadores, etc.) e a conversão em energia mecânica ou elétrica (geração térmica de eletricidade e fontes móveis) são duas maneiras possíveis para esse calor.

Durante a combustão, o carbono (C) armazenado no combustível é oxidado e liberado como dióxido de carbono (CO_2). Existem também emissões relativamente pequenas de outros gases resultantes (i) da combustão incompleta de combustíveis - metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOCs) - e (ii) de oxidação de nitrogênio (N_2), principalmente originária do consumo de ar em combustão, dependendo da temperatura do processo - óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxido nitroso (N_2O).

As emissões fugitivas são liberações intencionais e não intencionais que ocorrem durante os processos de produção de carvão, petróleo e gás natural. Essas emissões estão relacionadas às atividades de extração, armazenamento, processamento e transporte de produtos de combustível. Os gases inventariados para essas atividades são CO_2 , CH e NO.

9.1.1.1.4 - PROCESSO INDUSTRIAL E USO DE PRODUTOS

Emissões de GEE que ocorreram na transformação de material químico ou físico em atividades industriais. Os gases inventariados são dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (NO), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC), óxidos de nitrogênio (NO), perfluorcarbonetos (CF e CF), hidrofluorcarbonetos (HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-134a, HFC-143a).

As emissões de combustão e eliminação de resíduos de combustíveis industriais são contabilizadas nos setores de Energia e Resíduos, respectivamente. Os grupos de estimativa de emissão estão listados da seguinte forma: (i) Produção de metais: ferro-produtor e aço, ferroligas, alumínio, magnésio e outros metais não ferrosos; (ii) Produtos minerais: consumo de cal, cimento e vidro e consumo de carbonato de sódio; (iii) Indústria química: ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrilonitrilo, amônia, caprolactama, carboneto de cálcio, vinil cloreto, etileno, metanol, negro de fumo, óxido de etileno, coque de petróleo calcinado e outras produções petroquímicas; (iv) Emissões de hidrofluorcarbonetos (HFCs); (v) Hexafluoreto de enxofre (SF) em equipamentos elétricos; (vi) produtos não energéticos provenientes de combustíveis e de uso de solventes.

9.1.1.1.5 - RESÍDUOS

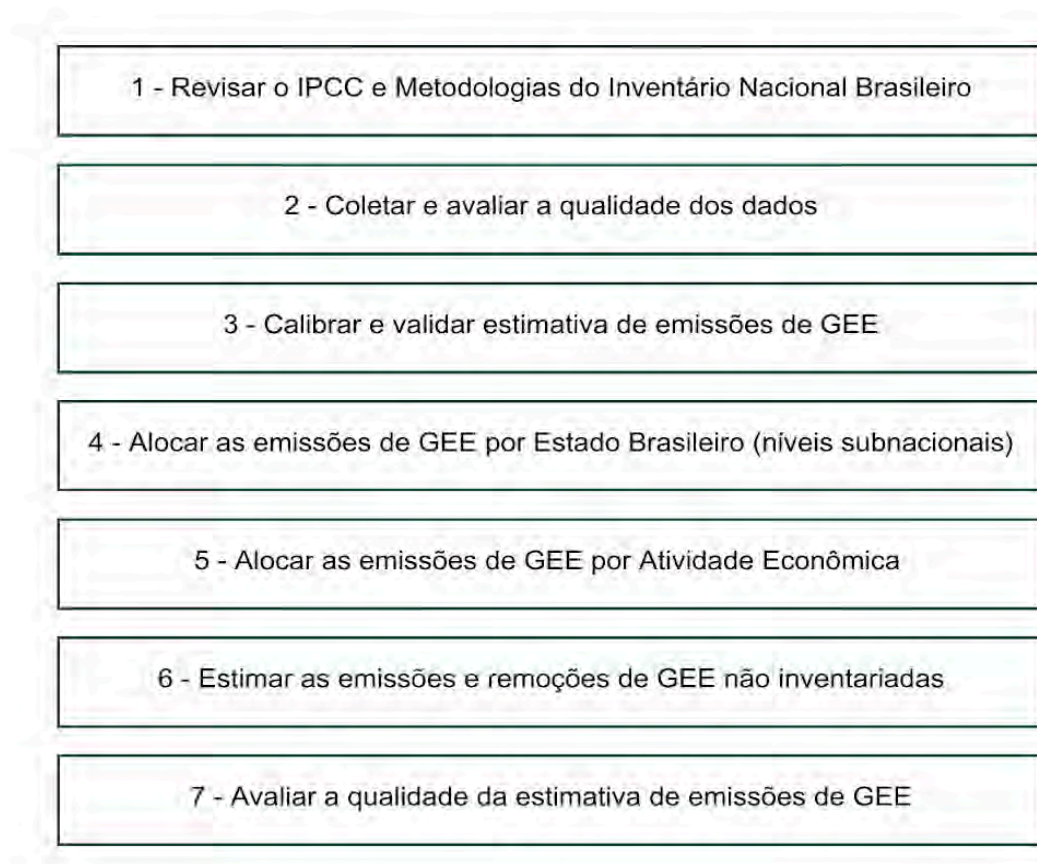
Este setor abrange as estimativas das emissões de GEE provenientes de resíduos sólidos e tratamento e descarga de águas residuais, exceto as emissões relacionadas aos resíduos gerados pelas atividades agrícolas e pecuárias, que são contabilizados no setor agrícola. Os GEE emitidos e suas atividades correspondentes são: i) Emissões de CH_4 de resíduos sólidos descartados em aterros ou locais de despejo e tratamento, e descarga de águas residuais industriais e domésticas;

(ii) emissões de N₂O decorrentes da incineração de resíduos clínicos e perigosos e tratamento e descarga de águas residuais domésticas; e (iii) emissões de CO₂ provenientes da incineração de resíduos clínicos e perigosos.

9.1.1.2 - Principais Etapas Metodológicas do SEEG

Cada setor possui sua própria rotina de cálculo que reproduz o trabalho do inventário para cada um dos anos reportados (Figura 168). Em seguida, buscam-se os dados de atividade que permitam estimar a evolução das emissões considerando-se os fatores de emissão do inventário. No processo, são consultadas dezenas de instituições públicas e privadas para a obtenção dos dados de atividades de forma pública e gratuita, incluindo dados disponíveis através da internet ou em bibliotecas de acesso público.

Figura 168: Principais etapas metodológicas do SEEG



Fonte: Adaptado de De Azevedo et al., 2018.

Com relação às estimativas, (Observatório do Clima, 2023), observa-se que: 1) As estimativas de emissões brutas de gases do efeito estufa não consideram a remoção de dióxido de carbono pelas mudanças de uso do solo, (quantidade de gases de carbono fixados pelo crescimento da vegetação). Quando há desconto das remoções, as estimativas são de emissões líquidas (emissões menos remoções); 2) Conforme as diretrizes do IPCC, os inventários nacionais devem prever a contabilização das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa (Brasil, 2022).

No inventário brasileiro, além de considerar restauração de florestas, regeneração de pastos e outros, como sumidouros de carbono, foram considerados como remoção antrópica os

aumentos de estoques de carbono em florestas naturais quando localizadas em unidades de conservação ou terras indígenas; 3) Em algumas situações, a fim de se evitar distorções de dados por conflitos de definições, optou-se pela priorização de uma abordagem conservadora, através da divulgação dos dados SEEG com emissões brutas.

A respeito dos resultados, observa-se que (De Azevedo et al., 2018) julgam que o sistema SEEG fornece um conjunto de dados confiável, robusto e abrangente de estimativas de GEE no Brasil. Cerca de 80% das estimativas totais de GEE são geradas usando fatores de emissão Tier 2 e 86% dos dados de atividade utilizados para gerar essas estimativas vieram de fontes acessíveis e disponíveis.

Esta condição foi capaz de fornecer 94% das estimativas globais com boa qualidade para 2015 e 97% das emissões acumuladas de GEE históricas. Dentre os setores, as estimativas com boa qualidade variam de 77,1% a 100% para os setores de Agricultura e Resíduos, respectivamente.

Segundo os autores, as estimativas do SEEG, no contexto de 2018, alocaram 96,5% das emissões nacionais brasileiras nas regiões subnacionais, que variam de 77,8% a 100%, dependendo do setor. Assim, concluem pela viabilidade da utilização do conjunto de dados do SEEG “para investigar as emissões de GEE no Brasil ao longo de mais de 4 décadas a nível nacional e subnacional para os seguintes setores: Agricultura, Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos, Mudança de Uso da Terra e Resíduos”, ajudando a melhorar o entendimento, bem como antecipar as dinâmicas das emissões de GEE e contribuir para o planejamento de políticas públicas pelo país.

9.1.2 - METODOLOGIA CIRIS

CIRIS é uma ferramenta acessível e de fácil uso baseada em planilha Excel que permite gerenciar, calcular e relatar dados que irão compor o inventário de emissões de GEE do município. Esta ferramenta fornece uma forma sistemática e modelada para os municípios inserirem informações e usá-las para uma variedade de processos. Também permite que você selecione abordagens diferenciadas para cada tipo de cálculo de acordo com a confiabilidade dos dados obtidos.

O inventário de emissões de gases de efeito estufa do município do Natal compreende os anos de 2000 a 2023. E, tem como base as propostas metodológicas do Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade (GPC), lançada em 2014 em parceria realizada entre o ICLEI, WRI e C40. Sustenta-se pelos Manuais de Inventários de GEE Nacionais de 2006, publicados pelo IPCC.

O GPC foi criado para ajudar municípios de todo o mundo a desenvolver inventários completos e relevantes, fornecendo uma base técnica para o desenvolvimento de estratégias e planejamento climático através de uma compreensão integrada do seu impacto nas emissões de gases de efeito de estufa e, portanto, para demonstrar a importância das iniciativas do governo local na luta contra as alterações climáticas. Os princípios de contabilização e divulgação de emissões são as seguintes (Figura 169):

Figura 169: Princípios de contabilização e divulgação de emissões de GEE segundo o GPC



Fonte: c40.org - Adaptação SEMURB, 2024.

Esta metodologia fornece um padrão para organizar e relatar as emissões de gases de efeito estufa nos municípios. Os principais conceitos contábeis da metodologia GPC incluem: Organização da quantificação das emissões entre setores e subsetores, Conceito de escopo destinado a distinguir entre emissões que ocorrem dentro e fora dos limites geográficos de um município e diferentes níveis de relatórios.

Este protocolo destaca o fato de que o inventário deve ser estruturado de modo a refletir as áreas sobre as quais têm controle e responsabilidade. Todas as atividades produtoras de gases de efeito estufa e emissões devem estar dentro dos limites estabelecidos para o inventário.

Qualquer exclusão deve ser justificada. Todas as questões relevantes devem ser consideradas e documentadas de forma objetiva e consistente, para fornecer um caminho para futuras revisões e replicações. Todas as fontes de dados e suposições devem ser compartilhadas. A quantificação das emissões de gases de efeito estufa não pode ser sistematicamente subestimada ou superestimada (Prefeitura de Porto Alegre, 2021, p. 13).

9.1.2.1 - *Categorias de Emissão por Setor na CIRIS e Tratamento de Dados*

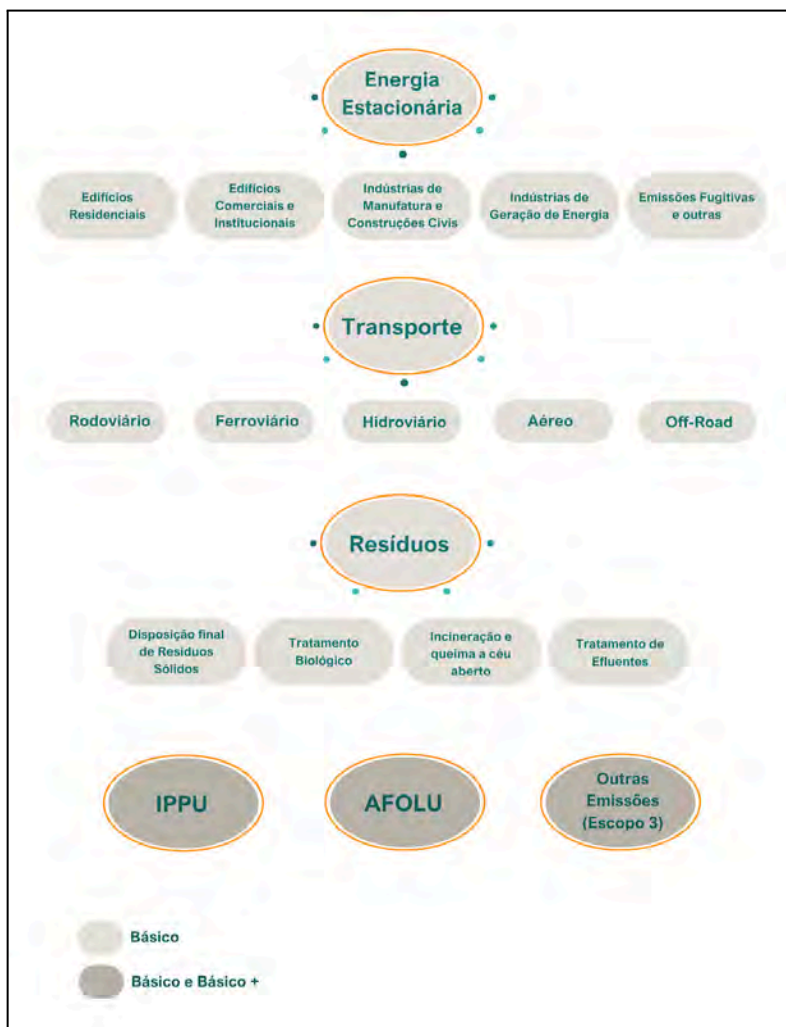
Esta metodologia visa segregar os dados de emissões para que possam ser identificadas as maiores fontes de gases de efeito estufa do município, identificando seis setores diferentes aos quais podem ser atribuídas às atividades emissoras identificadas: Energia estacionária, Transporte, Resíduos, Processos Industriais e Utilização de Produtos (IPPU), Agricultura, Florestas e Uso da Terra (AFOLU) e outras emissões indiretas. cada um cobrindo subsetores conforme mostrado na Figura 170.

Os Níveis de Reporte oferecem aos municípios a opção de selecionar entre dois níveis de relato: BÁSICO ou BÁSICO+. A abordagem de nível BÁSICO abrange as fontes de emissões mais frequentemente observadas nos municípios, relacionadas com os setores de Energia Estacionária, Transportes (ambos dentro dos limites geográficos do município) e Resíduos. Isso permite comparar todos os municípios utilizando a metodologia GPC, já o BÁSICO+ consiste em um relatório mais detalhado, inserindo informações que poucos municípios possuem, incluindo IPPU, AFOLU e outras emissões designadas do escopo 3 (Curitiba, 2019, p. 16).

Assim, nos estudos realizados por empresas, como no trabalho de Marcovitch 2014, e no trabalho realizado em âmbito acadêmico em instituições de ensino superior que trabalham nessa metodologia Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do Espírito Santo, 2022.

Portanto, nos municípios, os setores são agrupados em três categorias de abrangência (Figura 170), dependendo do local de atuação – dentro ou fora dos limites do município. Os escopos distinguem entre emissões que ocorrem fisicamente dentro dos limites do município (Escopo 1), emissões que ocorrem fora do município (Escopo 3) e emissões indiretas resultantes da produção de eletricidade que, embora produzida fora dos limites do município, é consumida dentro da área geográfica (Escopo 2).

Figura 170: Setores, Subsetores e Níveis de reporte para elaboração de inventários de GEE



Fonte: Adaptado de CIRIS - City Inventory Reporting and Information System, 2024.

Além de reportar os GEE por Setores e Escopos, existem as emissões de CO₂, que são resultado da combustão de biomassa. Essas emissões são denominadas Emissões Biogênicas, ou seja, provém de fluxos naturais de biomassa, seja vegetal ou animal, e são consideradas neutras em termos de impacto. Em outras palavras, este CO₂ apresenta um ciclo biológico (e não um ciclo geológico, como o CO₂ de origem fóssil), permanecendo pouco tempo na atmosfera e, portanto, não tendo impacto substancial no clima do planeta (Curitiba, 2019, p. 17).

Demonstrados a seguir a categorização das principais fontes de emissão consideradas na calculadora CIRIS:

9.1.2.1.1 - ENERGIAS

As emissões de GEE que se enquadram no setor de Energia Estacionária são geralmente provenientes da queima de combustíveis fósseis para a produção de vapor de água ou energia elétrica, neste caso são inseridos neste inventário o consumo de energia elétrica da rede de abastecimento do Sistema Interligado Nacional (SIN), consumo de combustíveis fósseis para geração de energia para o comércio, indústria, saúde e moradia, e o consumo do GLP, popularmente conhecido como gás de cozinha.

Devido à falta de especificação na finalidade e uso dos combustíveis, não foi possível identificar o quantitativo destinado a produção de energia estacionária, sendo estes contemplados no consumo de transportes. Desta forma ficou estabelecido como única fonte de dados os valores energéticos consumidos e distribuídos em Natal a partir do SIN, neste caso fornecidos pelo grupo Neoenergia – COSERN e outros dados referentes a APER.

9.1.2.1.2 - TRANSPORTES

Este setor inclui todas as emissões do consumo de combustíveis e energia elétrica em todos os modos de transporte. Natal está relatando um inventário de Nível de Reporte BÁSICO, assim, apenas o transporte realizado dentro do município foi considerado para o reporte. O uso de veículos e demais equipamentos móveis geram emissões de GEE a partir da queima dos combustíveis como Gasolina, Etanol, Diesel, Biodiesel ou Gás Natural Veicular (GNV), ou ainda do uso de eletricidade em veículos elétricos. O GPC divide o Setor Transporte em cinco Subsetores, apresentados na Figura 170.

Destaca-se que a energia utilizada nos edifícios do Setor Transporte, como terminais e estações, assim como a eletricidade e os combustíveis de aquecimento utilizados no aeroporto e estações ferroviárias, enquadra-se no Setor Energia Estacionária, e não no Setor Transporte.

As emissões geradas no setor de transporte e contempladas no presente inventário foram tratadas a partir dos dados de vendas de combustíveis por tipo no município, sem que necessariamente haja uma especificação sobre a finalidade de uso destes que podem ser para uso veicular terrestre, aéreo ou hídrico. Portanto, considerou-se que estes quantitativos fossem calculados de forma unificada.

9.1.2.1.3 - CALCULADORA CIRIS RESÍDUOS

Foram enquadrados no setor de resíduos todas as emissões de GEE provenientes da destinação final dos resíduos sólidos e líquidos produzidos dentro do município, seja ele deposição, incineração ou tratamento.

9.1.2.1.4 - PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS - IPPU

As emissões geradas neste setor estão relacionadas aos processos produtivos, e transformações físicas ou químicas do uso de substâncias.

9.1.2.1.5 - AGRICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO - AFOLU

As emissões provenientes deste setor estão geralmente relacionadas às alterações e formas de uso do solo, como por exemplo agricultura, criação de animais ou uso de fertilizantes.

9.1.2.1.6 - OUTRAS EMISSÕES DO ESCOPO 3

Nesta categoria são incluídas quaisquer outras emissões e/ou atividades que ocorram fora dos limites geográficos do município, no entanto são consequências da atividade no município.

É válido ressaltar que para a elaboração deste inventário, Natal utilizou dados anuais de 2000 a 2023, utilizando a versão light do CIRIS. Os dados e informações para compor o inventário foram obtidos nas fontes descritas no Quadro 3. E, as emissões geradas pelos setores de IPPU, AFOLU e outras emissões designadas do escopo 3 tornam-se menos significativas para o município do Natal, por possuir pouca ou nenhuma área designada a este setor pelo seu maior nível de urbanização, ausência de grandes indústrias ou pólos industriais e de atividades agrícolas de grande porte. Por essa razão, o inventário do Natal não contempla os referidos setores, optando pelo relatório BÁSICO.

9.1.2.2 - Fatores de Emissão na CIRIS

Fatores de emissão são utilizados para converter os dados das atividades realizadas em quantitativo de gases emitidos (Quadro 3). A precisão destes está relacionada com o quanto as características locais das atividades são levadas em conta na sua elaboração e se os fatores foram reconhecidos ou não por órgãos confiáveis (4º Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa, 2021, p. 18).

Para o desenvolvimento deste inventário, foram utilizados fatores de conversão retirados de bancos de dados reconhecidos pelo IPCC e/ou pelo ICLEI, atentando quanto às referências atribuídas ao Brasil e/ou a localidades com características similares, bem como fatores de emissão do Programa Brasileiro do GHG Protocol, que utiliza como referência as atualizações do Balanço Energético Nacional. Detalhes sobre os fatores de emissão utilizados encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3: Fatores de Emissões

Atividade	Tipo	GWP	Unidade	Fator de Emissão							Description	Fonte	
				CO ₂	tCO ₂ e	CH ₄	CH ₄ (tCO ₂ e)	N ₂ O	N ₂ O (tCO ₂ e)	CO ₂ (b)			tCO ₂ (b)
Resíduos	CO ₂ e	5AR	Gj	0,0959	9,59E+02	0,0034	3,40E+03	0,0001	1,00E+04			Tratamento de Resíduos do Natal	IPCC EMISSION FACTOR DATABASE
Eletricidade	CO ₂ e	5AR	KWh	0,3316	3,32E+01	0,0000	0,00E+00	0,0000	4,00E+06	0	0,00E+00	Energia Interligada Nacional	EA 2012 ELECT FACTOR
Óleo Diesel	CO ₂ e	5AR	Tj	74,1000	7,41E+01	0,0010	3,00E+03	0,0006	6,00E+04	0	0,00E+00	Consumo de Diesel em Natal	BANCO DE DADOS IPCC
Gás Natural	CO ₂ e	5AR	Tj	54,1000	5,41E+01	0,0010	1,00E+03	0,0001	1,00E+04			Consumo de GNV em Natal	BEM - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL
Etanol	CO ₂ e	5AR	m ³	54,0000	5,40E+01	0,0004	4,00E+04	0,0001	1,00E+04	0,064818	648E+02	Consumo de Etanol em Natal	IPCC EMISSION FACTOR DATABASE
Gasolina	CO ₂ e	5AR	Tj	69,3000	6,93E+01	0,0025	8,00E+04	0,0008	8,00E+04	0	0,00E+00	Consumo de Gasolina em Natal	BEM - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

Fonte: Adaptado de CIRIS, 2024.

9.1.2.3 - Base de cálculos da CIRIS

O cálculo das emissões de GEE é realizado por meio da estrutura das equações (Eq9 e Eq10). Os dados de atividade (Eq9) são referentes ao consumo que geram emissões de GEE, por exemplo, consumo de energia elétrica e consumo de combustíveis. Já os fatores de emissão (Eq10) convertem os dados da atividade em emissões. O reporte das emissões é realizado em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

Eq9. $Dados\ de\ Atividade \times Fator\ de\ Emissão = Emissão$

Eq10. $Emissão \times Potencial\ de\ Aquecimento\ Global = Emissão\ de\ CO_2$

Esse valor é obtido multiplicando as emissões dos GEE inventariados pelo seu respectivo GWP, valor publicado pelo IPCC apresentado no Quadro 4, o qual representa o impacto variável de determinado GEE emitido para a atmosfera.

Quadro 4: Potencial de Aquecimento Global Utilizado no Inventário

GEE	GWP
CO ₂ - Dióxido de Carbono	1
CH ₄ - Metano	25
N ₂ O - Óxido Nitroso	298

Fonte: Adaptado de CIRIS, 2024.

9.1.3 - COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS CIRIS E SEEG

Foram apresentados anteriormente, informações referentes às metodologias CIRIS e SEEG, bem como os dados gerados a partir dessas para o município do Natal/RN. Neste tópico será apresentado um comparativo entre essas metodologias. Contudo, é importante destacar que a abordagem comparativa aqui apresentada, tem como função detalhar as metodologias de forma a se compreender os dados gerados a partir de cada uma destas, pois apesar de estarem estreitamente relacionadas, as ferramentas CIRIS e SEEG têm funções e abordagens diferentes.

A CIRIS consiste em uma ferramenta de cálculo utilizada para a produção do inventário de GEE, por meio da inserção e compilação de dados referente aos setores de emissões, baseada no GPC desenvolvido pelo ICLEI, WRI (*World Resources Institute*) e o C40 (*Climate Leadership Group*) em 2013 (Zeppel, 2013). O GPC fornece uma metodologia para padronização e realização dos cálculos de inventários de governos locais, possibilitando fácil auditoria dos dados e comparação das emissões entre os municípios em diferentes âmbitos.

A SEEG consiste em uma plataforma de monitoramento de emissões de GEE, a partir de uma iniciativa do Observatório do Clima, que compreende a produção de estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil, para todos os setores da economia, que são disponibilizadas por meio de uma plataforma online, com dados a contar de 1970 (Imaflora, 2018).

As estimativas de emissões e remoções de gases de efeito estufa são geradas segundo as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), com base na

metodologia dos Inventários Brasileiros de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, elaborado pelo MCTI Brasil (2004), e em dados obtidos junto a relatórios governamentais, institutos, centros de pesquisa, entidades setoriais e organizações não governamentais. O Quadro 5 consiste em um quadro resumo das duas metodologias.

Quadro 5: Comparativo das metodologias SEEG e CIRIS

CIRIS	SEEG
OBJETIVOS	
Coleta, análise e gestão de informações relacionadas ao inventário urbano dos municípios. Precisa de levantamento de dados reais específicos do município, obtidos por meio instituições e órgãos locais que sejam responsáveis pelos setores pesquisados para serem inseridos na ferramenta de cálculo.	Produção de estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, provenientes dos diferentes setores e geração de documentos analíticos sobre a evolução das emissões. Os dados para essas estimativas são obtidos junto a relatórios governamentais, institutos, centros de pesquisa, entidades setoriais e organizações não governamentais.
APLICAÇÃO	
Local (município) com foco em dados de infraestrutura, Energia Estacionária, Transporte, Resíduos, IPPU, AFOLU e outras emissões indiretas.	Global, mais alcance (município, estado, país). As estimativas cobrem as emissões de GEE para os setores de Agricultura, Energia, Processos Industriais, Desmatamento e Resíduos e Mudanças no Uso da Terra no Brasil.
RESULTADO ESPERADO	
Os resultados/relatórios devem direcionar a gestão de políticas públicas para mitigação e adaptação dos municípios com foco na qualidade de vida dos municípios. Consegue estratificar melhor o dado dos setores e subsetores. Maior autonomia no resultado dos dados.	Os resultados apontam para cenários nacionais das emissões, implicando no direcionamento estratégico para nortear diretrizes com impacto para redução das emissões nos segmentos.

Fonte: SMCA/SEMURB, adaptado de SEEG e CIRIS, 2024.

É importante destacar que em ambas as metodologias, os dados dos gases de efeito estufa são apresentados em gás carbônico equivalente (CO₂e), tanto na métrica GWP (potencial de aquecimento global) como GTP (potencial de mudança de temperatura global) e segundo os fatores de conversão estabelecidos nos relatórios do IPCC.

Em seguida foi realizado uma análise mais detalhada da metodologia, referente aos dados e cálculos, para os setores de energia, transporte e resíduos, que foram os setores apresentados no nível de relato BÁSICO, que foi o definido no presente trabalho. O referido detalhamento foi baseado nas metodologias divulgadas pelas instituições que as desenvolveram. O SEEG teve sua metodologia publicada na revista científica *Scientific Data*, do grupo *Nature*, em 2018.

9.1.3.1 Comparativo de Metodologias: Energia

As emissões do setor de energia estacionária são provenientes das fontes fixas, como por exemplo, a energia elétrica amplamente utilizada em residências, comércios, indústrias e infraestruturas dos municípios. De acordo com a metodologia GPC, são subsetores da energia estacionária:

- Edifícios residenciais;
- Edifícios e instalações comerciais e institucionais;
- Indústrias e construção;
- Indústrias de energia;
- Geração de energia enviada à rede;
- Agricultura, silvicultura e pesca;
- Fontes não especificadas;
- Emissões fugitivas da mineração processamento, armazenamento e transporte de carvão;
- Emissões fugitivas de sistemas de distribuição de óleo e gás.

No Brasil, os dados que compõem a base de informação para o cálculo das emissões de GEE possuem quantidades consumidas distintas e são agrupadas em diferentes classes de consumo, dificultando a coleta e sistematização da informação.

Para as duas metodologias, CIRIS e SEEG, todas as emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis, geração de eletricidade, indústria e transporte compõem o setor de energia. Sendo a categorização da CIRIS dividida em 3 escopos: (1) queima de combustíveis e emissões fugitivas; (2) consumo de energia fornecida pela rede de distribuição, elétrica e vapor; (3) perdas na rede de transmissão e distribuição de eletricidade. De acordo com a metodologia CIRIS para o nível de reporte básico, o consumo de eletricidade normalmente é a maior fonte de emissões GEE dentro dos limites do município (Carvalho et al., 2017).

A subdivisão de escopos no SEEG segue as recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), sendo divididos em 5 níveis: (1) tipo de emissão - queima de combustível e emissões fugitivas; (2) fonte de energia - fontes de energia primária cuja produção é responsável por emissões e fontes de energia para uso final; (3) nível de atividade 1 - setores de consumo final de energia definidos pelo Balanço Energético Nacional (BEN) exemplos: transporte, indústria, agricultura), geração de eletricidade e produção de combustíveis; (4) Nível de atividade 2: detalhamento do nível anterior; (5) Nível de atividade 3: detalhamento do nível anterior (SEEG, 2015).

O cálculo de emissões de GEE provenientes do consumo de eletricidade e perdas na transmissão e distribuição (T&D) foi realizado a partir dos dados de eletricidade consumida por município em MWh em todos os anos do relatório por tipo de atividade. Para o cálculo das emissões, é necessário o valor de consumo mensal devido à variação dos fatores de emissão da

rede nacional (grid), e, portanto, os valores anuais coletados foram divididos por 12 para alocação uniforme nos meses de 2016. O tipo de GEE considerado na geração de energia do grid brasileiro é CO₂ e as emissões são calculadas seguindo a Eq11 a seguir:

$$\text{Eq11. } E_{CO_2y} = C_{my} \times FE$$

Onde:

y = Ano de referência do relatório;

E_{CO_2y} = Emissões de CO₂ atribuíveis ao consumo de eletricidade da rede nacional no mês m do ano y , em tCO₂e;

C_{my} = Consumo de eletricidade da rede nacional do ano y , em MWh;

FE = Fator de emissão de CO₂ aplicável à eletricidade da rede nacional em t CO₂/MWh.

Neste relatório não foi considerado perdas na transmissão e distribuição por falta de dados provenientes de produção de energia, distribuição e consumo. O motivo disto, deve-se ao fato da não disponibilidade desses dados em referência ao órgão responsável.

A metodologia da ferramenta CIRIS pode variar dependendo da configuração dos dados de entrada, podendo ser incluídos dados de consumo de energia por fonte (eletricidade, combustíveis) ou tipos de usos (residencial, comercial, industrial, setor público), por exemplo.

Na combustão, a energia química do combustível se converte em calor, caso que pode ocorrer com fornos ou convertida em energia mecânica ou elétrica. Durante a combustão, o carbono armazenado no combustível é oxidado e liberado como dióxido de carbono (CO₂). Outros gases são emitidos devido à combustão incompleta, são exemplos o metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis não metano (COVs), e emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxido nitroso (N₂O) que tem relação com à oxidação do nitrogênio presente no ar (Brito, 2005).

Outro processo está relacionado às emissões fugitivas advindas da produção de carvão, petróleo e gás natural, envolvendo extração, armazenamento, processamento e transporte. No caso do carvão, o processo de formação geológica ao longo de milhões de anos gera metano, liberado quando o carvão é submetido a pressão reduzida durante a mineração.

Além disso, há emissões de CO₂ resultantes da combustão espontânea em depósitos de carvão e pilhas de resíduos. Já nas indústrias de petróleo e gás natural poderá ocorrer pela extração, produção, refino e transporte do petróleo e do gás natural e como padece de razão a tese de alguns municípios em receber parcela daquele tipo de participação do Estado na produção de petróleo e gás (Lima, 2013).

Para combustão de combustíveis, o SEEG utiliza dois métodos gerais, sendo um para CO₂ e outro método para outros gases, com exceção para transporte rodoviário e aéreo, que exigiram informações mais detalhadas e métodos específicos. As emissões são estimadas a partir da Eq12:

$$\text{Eq12. } E_{CO_2fa} = Cons_{fa} \times Ef_{CO_2f}$$

Onde:

E_{CO_2fa} = Emissão anual de CO₂ com o detalhamento dos combustíveis (f) e níveis de atividade (a), em kgCO₂/ano;

$Cons_{fa}$ = Consumo anual final de energia por setor, ou quantidade de combustível utilizado em centros de transformação, detalhado por tipo de combustível (f) e níveis de atividade (a), em (TJ/ano);

Ef_{CO_2f} = Fator de emissão de dióxido de carbono por unidade de energia contida no combustível, detalhado por tipo de combustível (f) (kgCO₂/TJ).

Já para as emissões de combustão geral para os gases metano, óxido nitroso, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis dependem de características do processo de combustão. Para calcular essas emissões (Eq13), é necessário detalhar o processo de combustão do combustível de acordo com o uso final (calor do processo, força motriz, aquecimento direto ou iluminação) e a tecnologia utilizada (aquecedores, caldeiras, motores, fornos e secadores).

$$\text{Eq13. } E_{faut}^g = Ef_{faut}^g \times C_{fa} \times X_{fau} \times Y_{aut}$$

Onde:

E_{faut}^g = Emissões de um gás (g), a partir do consumo de combustível (f), em uma atividade (a), por uso final (u) e utilizando uma determinada tecnologia (t), unidade em kg de gás por ano;

Ef_{faut}^g = Fator de emissão de um gás (g), a partir do consumo de combustível (f), em uma atividade (a), por uso final (u) e utilizando uma determinada tecnologia (t), unidade em kg de gás por TeraJoule;

C_{fa} = Consumo de combustível (f), na atividade (a) em TeraJoule por ano;

X_{fau} = Coeficiente de alocação de uso final para consumo de combustível (f) na atividade (a) e por uso final (u) em %;

Y_{aut} = Coeficiente de alocação de tecnologia, que representa quanto da energia de uso final (u), para atividade (a), é atendida pela tecnologia (t) (%).

9.1.3.2 - Comparativo de Metodologias: Transporte

A ferramenta CIRIS é baseada, conforme já mencionado, no GPC, de forma que fica estabelecido ao setor de transporte abranger todas as emissões provenientes do consumo de combustíveis e energia elétrica em diversos modos de transporte.

No presente relatório, Natal está inserido em um inventário no Nível de Reporte BÁSICO, o que implica que apenas o transporte realizado dentro do município será considerado. As emissões de GEE derivadas do uso de veículos e outros equipamentos móveis resultam da queima de

combustíveis como Gasolina, Etanol, Diesel, Biodiesel ou GNV, além do uso de eletricidade em veículos elétricos.

É importante ressaltar que a energia consumida nos edifícios pertencentes ao Setor de Transporte, como terminais e estações, assim como a eletricidade e os combustíveis de aquecimento utilizados em aeroportos e estações ferroviárias, são enquadrados no Setor Energia Estacionária, e não no Setor Transporte.

O cálculo das emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis foi elaborado a partir do consumo em volume de combustível, por tipo. As emissões de GEE para essa fonte são calculadas seguindo a Eq14 a seguir:

$$\text{Eq14. } E_{igy} = C_{iy} \times PCL_{iy} \times FE_{igy} \times PAG_g$$

Onde:

i = Índice que denota o tipo de combustível;

g = Índice que denota um tipo de GEE;

y = Ano de referência do relatório;

E_{igy} = Emissões ou remoções de GEE g atribuíveis à fonte i durante o ano y , em tCO₂e;

C_{iy} = Consumo do combustível i para o ano y , na unidade de medida u , sendo u m³ ou kg;

PCL_{iy} = Poder Calorífico Interno do combustível i para o ano y , na unidade de medida TJ/ u ;

FE_{igy} = Fator de emissão do GEE g aplicável ao combustível i no ano y , em t GEE g /TJ;

PAG_g = Potencial de aquecimento global do GEE g , em tCO₂e/t GEE g .

Os tipos de GEE emitidos na queima de combustíveis são CO₂, CH₄ e N₂O. Os consumos de gasolina e diesel exigem uma etapa adicional de cálculo dado que em 2016, a legislação brasileira exigia que esses combustíveis contivessem 27% de etanol anidro e 7% de biodiesel em suas composições, respectivamente (Brasil, 2014). Para o cálculo das emissões oriundas do consumo desses tipos de combustível, foram aplicadas as porcentagens de biocombustível anteriormente ao uso da equação descrita acima.

No que se refere a metodologia do SEEG, este não estabeleceu um setor específico para transporte. A análise desse tipo de emissão, no contexto da metodologia do SEEG, está relacionada ao setor de energia. Contudo, o artigo que trata da metodologia destaca que as estimativas nacionais de emissões de combustão de combustível do SEEG usam dois métodos gerais, um para CO₂ e outro para os demais gases (CH₄, N₂O, CO, NO_x e NMVOC) para todas as atividades que não sejam o transporte rodoviário e aéreo (MCTI, 2022). A estimativa de emissões para esses dois modais de transporte exige informações mais detalhadas e métodos mais específicos.

Além disso, as emissões de Combustão de Combustíveis no Transporte Rodoviário, o procedimento não foi detalhado no artigo referente a metodologia SEEG, por ser extenso, mas é

consistente nas diretrizes IPCC, e as duas equações gerais mais aplicadas foram descritas, conforme segue. Para estimativa de emissão de CO₂, usa a seguinte Eq15:

$$\text{Eq15. } C_t = \sum_m Fl_{tm} \times U_{tm} / Fe_{tm}$$

Onde:

C_t = Consumo anual de combustível para um tipo de veículo (t) – Litros por ano;

Fl_{tm} = Frota atual em um ano, para o tipo de veículo (t), produzida no ano do modelo (m) = Número de veículos;

U_{tm} = Uso do veículo em termos de distância percorrida no ano calendário, para o tipo de veículo (t), produzido no ano do modelo (m) – Quilômetros por ano;

Fe_{tm} = Economia de combustível para um tipo de veículo (t), produzido no ano do modelo (m) = Quilômetro por litro.

A estimativa de CO₂ emitido nas estradas coincide com o método geral, abordagem *bottom-up*. Já para estimar emissões de outros gases, aplica-se a seguinte Eq16.

$$\text{Eq16. } E_t^g = \sum_m Fl_{tm} \times U_{tm} \times Ef_{tm}^g$$

Onde:

E_t^g = Taxa anual de emissão de gás (g) para o tipo de veículo (t) – gás g por ano;

Fl_{tm} = Frota atual em um ano, para o tipo de veículo (t), produzida no ano do modelo (m) – Número de veículos;

Ef_{tm}^g = Fator de emissão do gás (g), para um tipo de veículo (t), produzido no ano do modelo (m) – gás g por ano;

U_{tm} = Uso do veículo em termos de distância percorrida no ano calendário, para o tipo de veículo (t), produzido no ano do modelo (m) – Quilômetros por ano.

9.1.3.3 - Comparativo de Metodologias: Resíduos

Ambas as metodologias do CIRIS e SEEG, no que se refere ao setor de resíduos, trata da emissão provenientes do tratamento e eliminação de resíduos (sólidos e águas residuais). Os gases de efeito estufa aferido são: o metano (CH₄), proveniente do descarte de resíduos e do tratamento e descarga de águas residuárias, o dióxido de carbono (CO₂) provenientes da incineração e queima a céu aberto e o dióxido de nitrogênio (NO₂) proveniente também da incineração e queima como do tratamento e descarga de águas residuárias.

A metodologia CIRIS, no setor de resíduos, trata dessas emissões dentro dos limites do município e no presente trabalho, analisamos os dados referentes a resíduos sólidos, não sendo possível o acúmulo de águas residuais em razão da inexistência dos dados necessários para análise, conforme resposta do órgão responsável.

Para o cálculo das emissões provenientes da destinação de resíduos sólidos em aterros, foram coletadas as quantidades de resíduos coletados e destinados para aterros de responsabilidade da URBANA. O local de destinação dos resíduos foi fornecido pela URBANA e confirmado com as da Prefeitura Municipal para que as emissões de Escopo 1 e 3 fossem definidas nas Eq17, Eq18 e Eq19.

$$\text{Eq17. } E_{CH_4y} = QR_y \times L_{0y} \times (1 - 0X_0)$$

$$\text{Eq18. } L_{0y} = MCF_0 \times DOC_{m\u00e9dia} \times DOC_{fy} \times F_{CH_4} \times \left(\frac{16}{12}\right)$$

$$\text{Eq19. } DOC_{m\u00e9dia} = \sum (\%_{iy} \times DOC_i)$$

Onde:

y = Ano de refer\u00eancia do relat\u00f3rio;

i = Tipo de res\u00edduo;

E_{CH_4y} = Emiss\u00f5es CH4 atribu\u00edveis \u00e0 decomposi\u00e7\u00e3o do res\u00edduo disposto em aterros no ano y , em t CH4;

QR_y = Quantidade de res\u00edduos destinados para o aterro no ano y em t;

L_{0y} = Potencial de gera\u00e7\u00e3o de metano no ano y em t CH4/ t res\u00edduo;

$0X_0$ = Fator de oxida\u00e7\u00e3o, adimensional;

MCF_0 = Fator de corre\u00e7\u00e3o de metano baseado na qualidade no aterro, adimensional;

$DOC_{m\u00e9dia}$ = Valor de carbono org\u00e2nico degrad\u00e1vel m\u00e9dio (valor calculado de acordo com a composi\u00e7\u00e3o m\u00e9dia dos res\u00edduos s\u00f3lidos urbanos na Am\u00e9rica Latina);

DOC_i = Carbono org\u00e2nico degrad\u00e1vel do res\u00edduo i ;

$\%_{iy}$ = Fra\u00e7\u00e3o de quantidade de res\u00edduo i no ano y ;

DOC_{fy} = Fra\u00e7\u00e3o de res\u00edduo que se decomp\u00f5e, adimensional (valor default de 50%, conforme IPCC 2006);

F_{CH_4} = Fração de metano no biogás, adimensional (valor default de 50%, conforme IPCC 2006);

$\frac{16}{12}$ = Conversão de massa de C em CH₄;

Não há dados de Componente Orgânico Degradável (DOC) estimados para os municípios do Natal nos anos de 2000 a 2022, portanto, a composição de resíduos sólidos urbanos da América Latina foi considerada para o cálculo das emissões, conforme dados retirados do IPCC 2006. A tabela 85 apresenta os valores da composição e seus respectivos DOC.

Tabela 85: Tipos de resíduos e seus respectivos DOC

Tipo de resíduo i	Porcentagem (%)	DOC
Resíduos alimentares	44,9	0,15
Madeira	4,7	0,43
Papel	17,1	0,40
Metal	2,9	0
Plástico	10,8	0
Têxteis	2,6	0,24
Borracha/couro	0,7	0
Vidro	3,3	0
Outros inertes	13,0	0

Fonte: Inventário corporativo de emissões de GEE do Banco Bradesco S/A em 2020.

O DOC médio de 0,1622 foi calculado a partir dos dados da Tabela 85. Os valores de OX₀ e MFC₀ foram obtidos do IPCC 2006, de acordo com a qualidade de cada aterro (Inventário de GEE, 2020). Para classificar a qualidade dos aterros de acordo com as definições do IPCC 2006, foi utilizado o índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), calculado pela CETESB no município de São Paulo com base nas características operacionais, como fatores de impermeabilização do solo, drenagem de gases, vida útil.

A classificação foi realizada da seguinte forma: para os aterros classificados pela CETESB como inadequados foram utilizados os valores de OX₀ e MFC₀ do IPCC 2006 para aterros não categorizados e para os aterros classificados pela CETESB como adequados, foram utilizados valores de OX₀ e MFC₀ definidos para aterros sanitários gerenciados e anaeróbicos. No geral, não há recuperação de metano nos aterros sanitários e reatores anaeróbicos do Brasil.

Em relação a metodologia utilizada pelo SEEG, para análise do setor de resíduos, os dados das atividades foram obtidos diretamente de fontes abertas, como os panoramas anuais da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) ou estudos relevantes a nível nacional. Em casos específicos, onde os dados não estavam disponíveis, foram utilizadas informações detalhadas de relatório de referência do setor de resíduos e correlações matemáticas.

Vale ressaltar ainda que os fatores de emissão utilizados nesta metodologia são de nível 1 e 2, com base em relatórios do MCTI (Brasil, 2016) e IPCC, serão detalhados a seguir as fórmulas para obtenção de dados referentes a cada processo e gases de efeito estufa gerados.

9.1.3.3.1 - EMISSÃO DE METANO EM LOCAIS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A metodologia utilizada para estimar a emissão de metano foi a *Methane Commitment method*, que assume que o conteúdo orgânico degradável em um ano específico se degrada e produzirá metano imediatamente, e é calculado pela Eq20:

$$\text{Eq20. } E_{CH_4} = \sum [MSW_t \times MSW_f \times L_0 \times (1 - f_{rec}) \times (1 - OX)]$$

Onde:

E_{CH_4} = Emissão de metano em toneladas;

MSW_t = Quantidade de resíduos descartados em toneladas

MSW_f = Fração de Resíduos Sólidos descartados em locais de disposição de resíduos sólidos;

L_0 = Potencial de geração de metano em *em toneladas de metano por toneladas de resíduos sólidos*;

f_{rec} = Fração de metano recuperado no aterro (queimado ou energia);

OX = Fator de oxidação;

O cálculo da quantidade de resíduos sólidos (MSW_t) foi feito multiplicando a população pela taxa de coleta per capita de cada região do país. Já em relação a porcentagem de resíduos enviados para aterros (MSW_f), os dados coletados são estimativas entre os anos de 1970-2015, baseando-se em um estudo da Universidade Federal de Pernambuco. A fração de metano recuperado (FREC) foi estimada entre 2003 e 2010, pelo relatório do (Brasil, 2016).

O fator de oxidação (OX), que reflete uma medida que indica a eficiência com que um poluente é oxidado na atmosfera, influenciando a conversão de gases e seu impacto ambiental, o SEEG adotou para aterros gerenciados o valor 0 e para aterros não gerenciados o valor 0.1. O potencial de geração de metano (L_0) é definida pela seguinte Eq21:

$$\text{Eq21. } L_0 = MCF \times DOC \times DOC_f \times F \times \frac{16}{12}$$

L_0 = Potencial de geração de metano;

MCF = Fator de correção do metano;

DOC = Carbono orgânico desagradável;

DOC_f = Fração decomposta do DOC ;

F = Fração de CH₄ dentre os gases do aterro.

Fator de correção do metano (MCF) refere-se a fração de resíduos degradados de forma anaeróbica, sem a presença de bactérias, visto que aterros não gerenciados irão produzir menos do que os gerenciados. Seguindo o relatório do IPCC, o MCF terá os valores:

- Gerenciado = 1;
- Não gerenciado, mas com profundidade maior que 5m = 0.8;
- Não gerenciado, mas com profundidade menor que 5m = 0.4;

Em relação ao Componente Orgânico Degradável (DOC), foi obtido através de regressão linear, com dados de períodos entre 1970 a 2010. A Fração Decomposta de Carbono Orgânico Degradável (DOCf) foi utilizado o valor de 50%, ou 0.5, valor padrão utilizado pelo IPCC. A Fração de Metano dentre os gases do aterro (F) também se utilizou de um valor padrão igual a 50% ou 0.5.

9.1.3.3.2 - EMISSÃO DE CO₂ PROVENIENTE DA INCINERAÇÃO

O potencial de Emissão de CO₂ é definida pela seguinte Eq22:

$$\text{Eq22. } CO_2 = \sum_i (IW_i \times CCW_i \times FCF_i \times EF_i \times \frac{44}{12})$$

Onde:

CO_2 = Emissão de CO₂ em determinado ano, em toneladas;

IW_i = Quantidade de resíduos incinerados em ton/ano;

CCW_i = Fração do conteúdo total de carbono;

FCF_i = Fração do carbono fóssil no carbono total;

EF_i = Eficiência de combustão de incineradores.

9.1.3.3.3 - EMISSÃO DE N₂O PROVENIENTE DA INCINERAÇÃO

A Emissão de N₂O é definida pela seguinte Eq23:

$$\text{Eq23. } NO_2 = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-3}$$

Onde:

NO_2 = Emissão de NO₂ em determinado ano, em toneladas;

IW_i = Quantidade de resíduos incinerados, em ton/ano;

EF_i = Fator de emissão de óxido nitroso.

9.1.3.3.4 - EMISSÕES DE METANO E ÓXIDO NITROSO PROVENIENTES DE TRATAMENTOS/DESCARGAS DE ÁGUAS RESIDUAIS

Águas residuais são fontes de emissão de CH_4 , e a geração desse metano depende da temperatura, do tipo de tratamento e principalmente da quantidade de matéria orgânica degradável nas águas residuais. Este atributo é normalmente representado por parâmetros como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para águas residuais domésticas e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) para águas residuais industriais, enquanto a produção de N_2O está associado à degradação de componentes de nitrogênio nas águas residuais. Águas Residuais Domésticas: Eq24 desenvolvida pelo IPCC:

$$\text{Eq24. } CH_4 = \left[Pop \times D_{dom} \times B_0 \times \sum_x (WS_{i,x} \times MCF_x) \right] - R$$

Onde:

CH_4 = Metano emitido em um ano, em toneladas;

Pop = População;

D_{dom} = Componente Orgânico Degradável;

B_0 = Capacidade Máxima de Produção de Metano;

$WS_{i,x} \times MCF_x$ = Fator de Correção Ponderado para o Metano;

R = Quantidade de Metano Recuperado no ano.

Foram utilizados valores padrões para o B_0 e D_{dom} . O Ministério de Ciências e Tecnologia também apresentou frações de efluentes tratados para tipos específicos de tecnologia ($WS_{i,x}$), bem como os valores padrão dos fatores de conversão de metano (MCF) para diferentes sistemas de tratamento comumente adotados no Brasil.

O SEEG estimou uma emissão per capita nos diferentes anos do período estudado e aplicou a taxa de população com sistemas de esgoto para cada estado da federação. No artigo cita a deficiência nos dados e que tornou o projeto de difícil avaliação.

9.1.3.3.5 - PARA O LEVANTAMENTO DE ÓXIDO NITROSO

O Óxido Nitroso é definido pela seguinte Eq25:

$$\text{Eq25. } N_2O = Pop \times CP \times FRAC_{NPR} \times EF_{efluent} \times \frac{44}{28}$$

Onde:

N_2O = Emissão de N_2O ao ano, em toneladas;

Pop = População Total com Sistema de Esgoto;

CP = Consumo *per capita* Anual;

$Frac_{NPR}$ = Fração de Nitrogênio em Proteínas;

$EF_{efluent}$ = Fator de Emissão de N_2O Proveniente de Estações.

A população considerada na análise deste, bem como a utilizada para estimar emissões de CH_4 , é composta pela fração de domicílios com rede de esgotamento sanitário, utilizando-se dados do IBGE, enquanto a lacunas de informação foram preenchidas a partir de relações matemáticas de interpolação e extrapolação.

9.1.4 - MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Para validar o desempenho apresentado por ambos os modelos, é de suma importância ser aplicado métodos estatísticos como Erro Médio Absoluto (EMA), Erro Quadrático Médio (EQM) e Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM).

Para avaliar se o comportamento dos modelos são parecidos ou inversos, é necessário o método estatístico de Correlação de Pearson (r), em que um coeficiente pode ter um intervalo de valores de +1 a -1. Valores próximos de +1, indica correlação entre os modelos, valores próximos de -1, indica correlação inversamente proporcional, quando um modelo tende a crescer o outro tende a diminuir, valores próximos de 0, correlação nula ou não existe. As equações para os cálculos foram descritas sobre as equações 1 a 4 no capítulo 4.

Nas equações (18-21), Y_i , X_i e \hat{Y}_i representam, respectivamente, os valores observados (*in situ*) e estimados pelo modelo SEEG, n representa o número de observações (anos), \bar{x} e \bar{y} são as médias dos valores em X e Y.

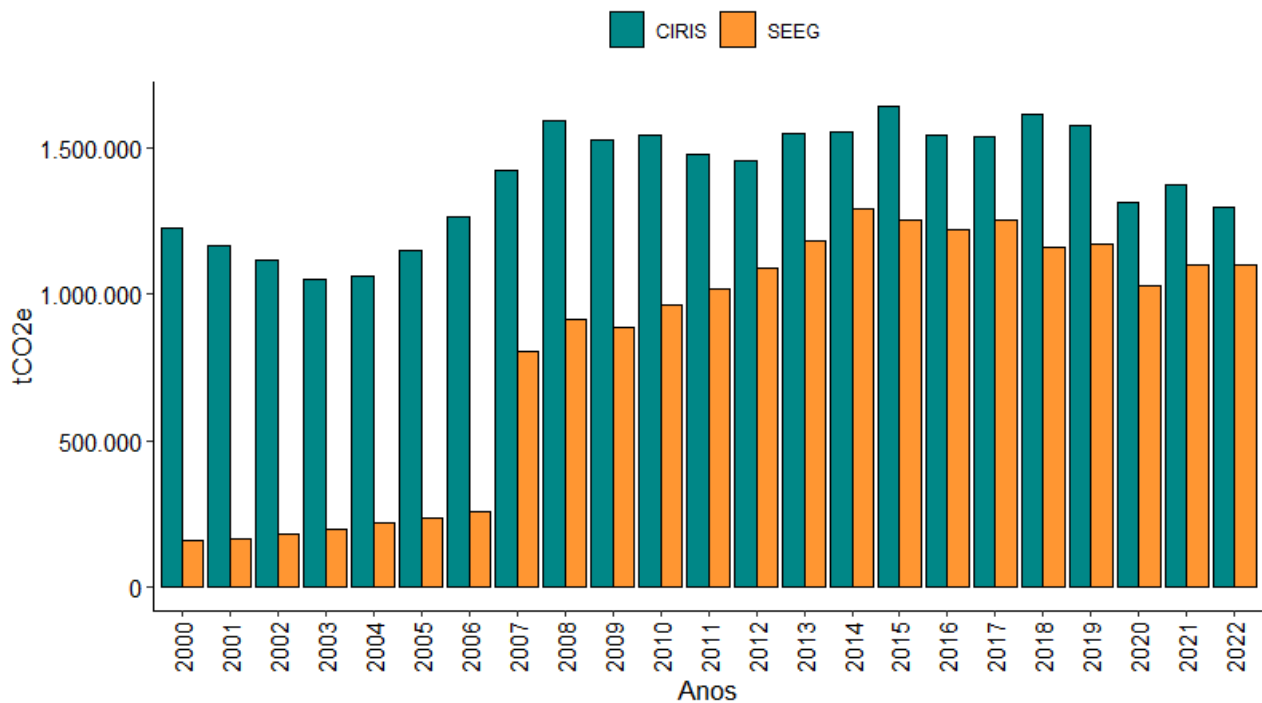
9.2 - Resultados: CIRIS e SEEG

Neste segmento, apresentaremos os resultados da emissão de dióxido de carbono equivalente, empregando a metodologia da CIRIS em comparação com o SEEG, no período de 2000 a 2022 para a cidade do Natal. É relevante ressaltar que nos anos de 2000 a 2006, o SEEG não disponibilizou dados relacionados ao transporte, sem fornecer justificativa para a exclusão dessas informações. Diante dessa lacuna, optamos por conduzir as análises desconsiderando tais dados.

O município do Natal/RN, é uma das nove capitais do Nordeste brasileiro, apresenta uma produção per capita de dióxido de carbono equivalente de 1,1, evidenciando uma baixa emissão de CO_2e em comparação com outras regiões do país. Ao analisar os resultados da Figura 179, observa-se um notável aumento na produção de CO_2e nos dois modelos estudados. Destaque para o ano de 2020, nesse período o mundo enfrentou a ameaça do vírus SARS-CoV-2, o que intensificou a diminuição da produção de CO_2e , já evidenciada desde 2015, e com relação a 2019 de cerca de -7 % (Friedlingstein et al., 2020).

O modelo SEEG, nos 23 anos estudados, subestimou a produção de CO₂e, entretanto, de forma significativa o modelo assimilou resultados satisfatórios comparados com o modelo CIRIS (Figura 176).

Figura 171: Comparação dos resultados gerados pela SEEG e CIRIS

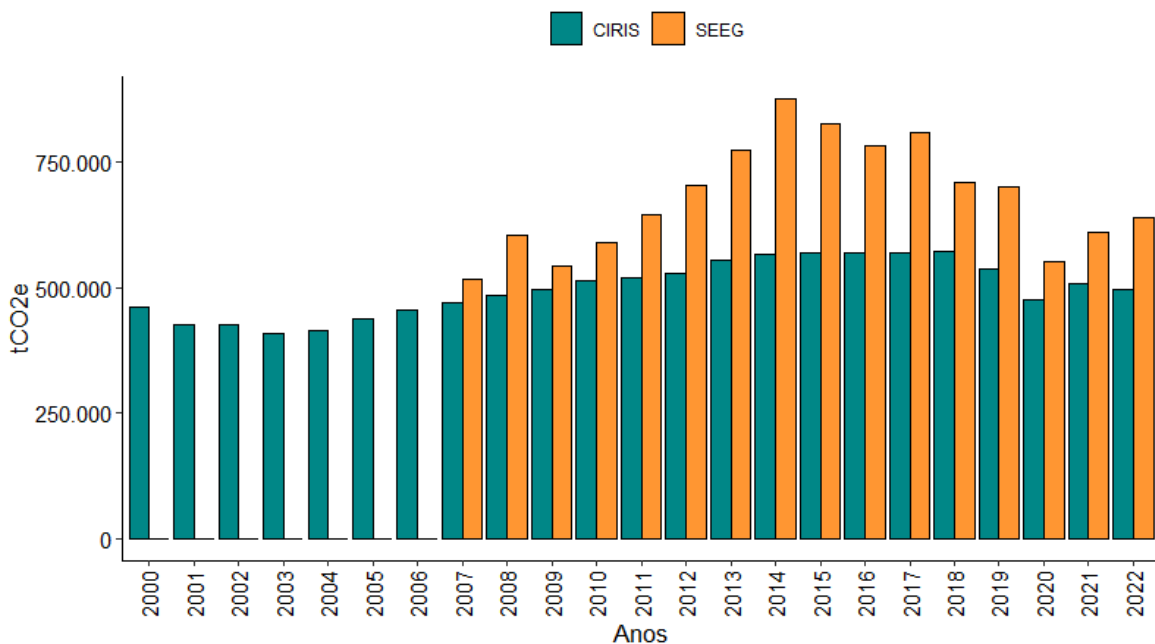


Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

O setor de Energia Estacionária para o cidade do Natal, é o mais estável desde os anos 2000, fato este justificado pelo seu uso essencial para a população e serviços. O modelo SEEG para o setor de energias representou satisfatoriamente a série temporal na produção de CO₂e, mantendo valores aproximados em sua série histórica, porém, de 2012 até 2019 o modelo se sobressaiu-se aos dados de CO₂e fornecidos pelo modelo CIRIS, resultando assim em uma discrepância, no qual ocorre uma diminuição maior do CIRIS comparado com o SEEG (Figura 177).

Dos setores destacados no relatório, o de Energia Estacionária foi o de melhor assimilação entre os modelos, visto que Natal houve uma diminuição populacional conforme o último censo demográfico de 2022 do IBGE, justificando-se assim uma queda razoável no consumo de energia comparado com o ano anterior.

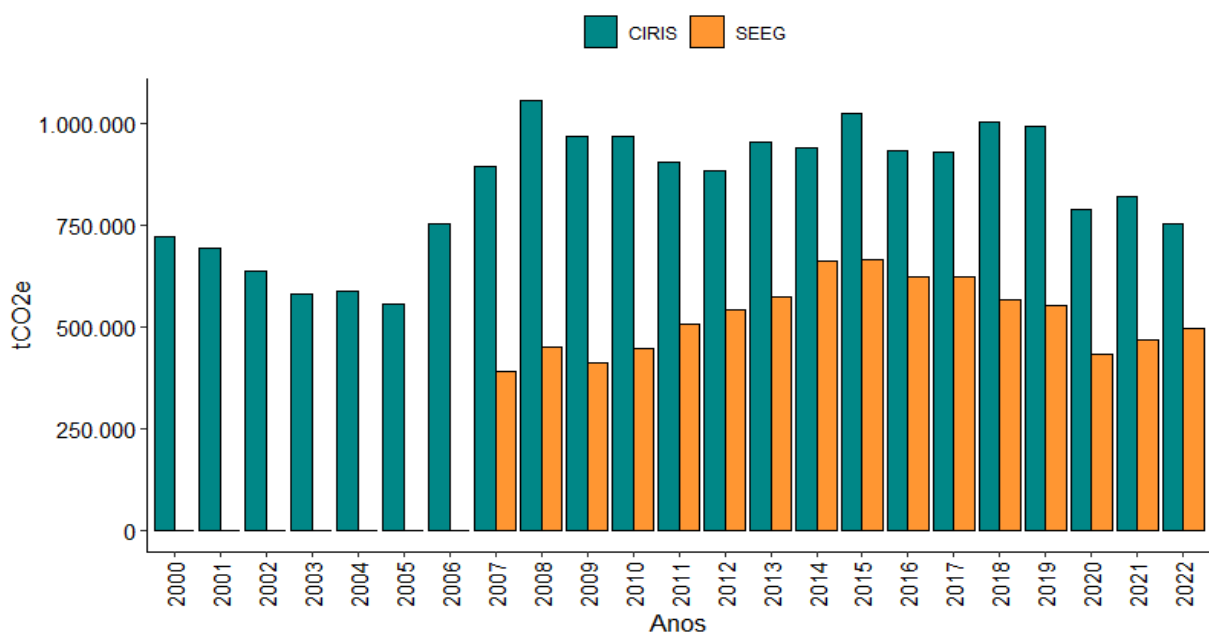
Figura 172: Comparação dos resultados de Energia Estacionária gerados pela SEEG e CIRIS



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

O setor de Transporte (Figura 178) produz valores de CO₂e um tanto discrepantes entre SEEG e CIRIS, no entanto este setor é sem dúvidas um dos maiores emissores da cidade do Natal, causada certamente pela sua alta frota e fluxos veiculares. Na comparação entre os modelos é reportada uma ausência dos dados estimados do SEEG para os anos de 2000 até 2006, e posteriormente, o SEEG fornece os dados referentes aos anos de 2007 até 2022 seguindo uma metodologia inerente, onde dados de emissão causados pela queima de combustíveis utilizados nas frotas aéreas e aquáticas são voltados ao setor de energia estacionária.

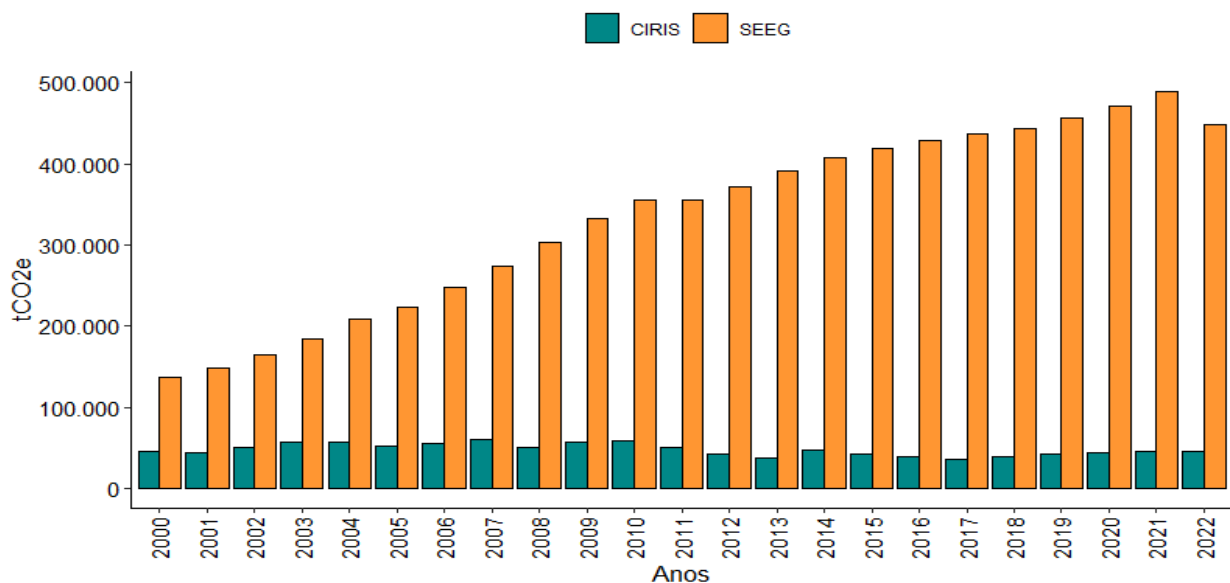
Figura 173: Resultados de Transporte gerados pela CIRIS e SEEG



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

O setor de Resíduos desempenha um papel crucial na preservação municipal do Natal, compreendendo tanto resíduos sólidos quanto o tratamento de efluentes líquidos gerados pelos setores comercial e residencial ao longo dos 23 anos estudados (Figura 179). Neste período, a dinâmica do setor revelou-se complexa e irregular, destacando-se uma notável desproporção entre os modelos nas emissões de CO₂e .

Figura 174: Comparação dos resultados de Resíduos gerados pela SEEG e CIRIS



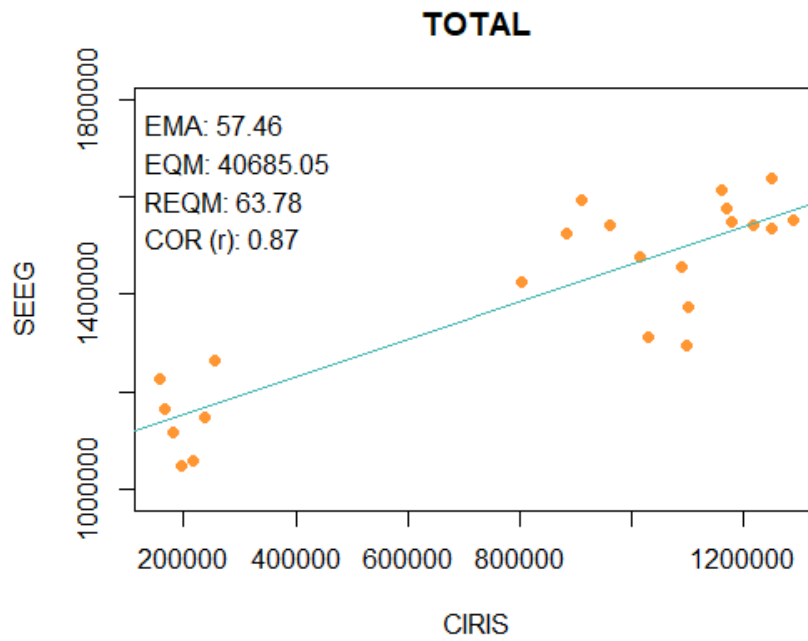
Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Diferentemente de outros setores mencionados anteriormente, as emissões de dióxido de carbono equivalente provenientes de resíduos em Natal foram discrepantes entre a CIRIS e o SEEG. Entre 2011 e 2022, observa-se que o SEEG superestimou as emissões de CO₂e. Essa disparidade está relacionada à metodologia aplicada, de acordo com os resultados do SEEG, o crescimento das emissões segue um modelo exponencial, enquanto os dados da CIRIS indicam maior complexidade nos resultados.

Conforme apontado por De Moura et al. (2016, p.565), as zonas administrativas do Natal, como a Zona Norte, enfrentam deficiências no saneamento básico. O autor, baseando-se nas informações do IBGE no censo demográfico de 2000, destaca que 66% da população do Natal utiliza fossa rudimentar como método de esgotamento. No entanto, é possível vislumbrar mudanças à medida que o projeto de saneamento básico municipal avança, reduzindo a participação dos efluentes líquidos nas emissões de CO₂e (SNIS, 2023).

No total (Figura 180) dos setores houve erros baixos em relação aos modelos apresentados. O Erro Médio Absoluto (EMA) foi de 57,46 tCO₂e , enquanto o Erro Quadrático Médio (EQM) e a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM), respectivamente, foram de 40.685,05 tCO₂e e 63,78 tCO₂e. A Correlação de Pearson (r), apresentada foi de 0,87, coeficiente próximo de +1, portanto, é quase perfeita.

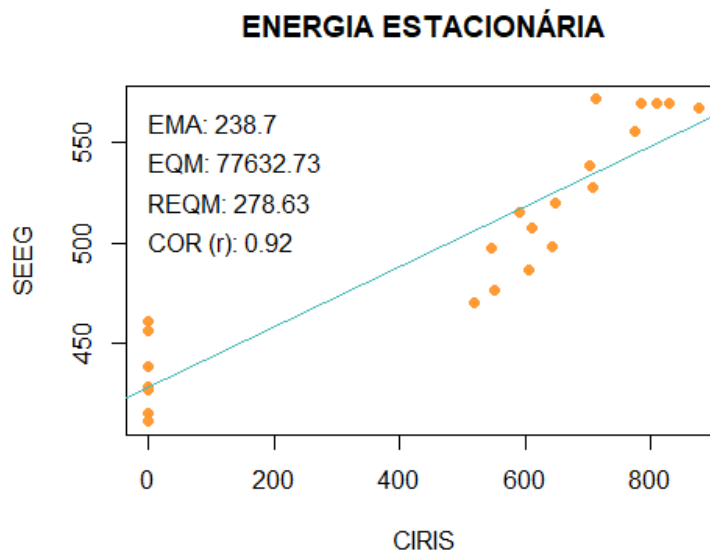
Figura 175: Gráfico de Dispersão do TOTAL gerados pela SEEG e CIRIS



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Para o setor de Energia Estacionária (Figura 181), os erros identificados foram de 238,70 toneladas de CO₂e para o EMA, 77.632,73 tCO₂e para o EQM e 278,63 tCO₂e REQM, o que indica valores um pouco altos de erros entre os modelos. O coeficiente de correlação de Pearson (r) encontrado foi de 0,92, com uma relação boa entre os modelos.

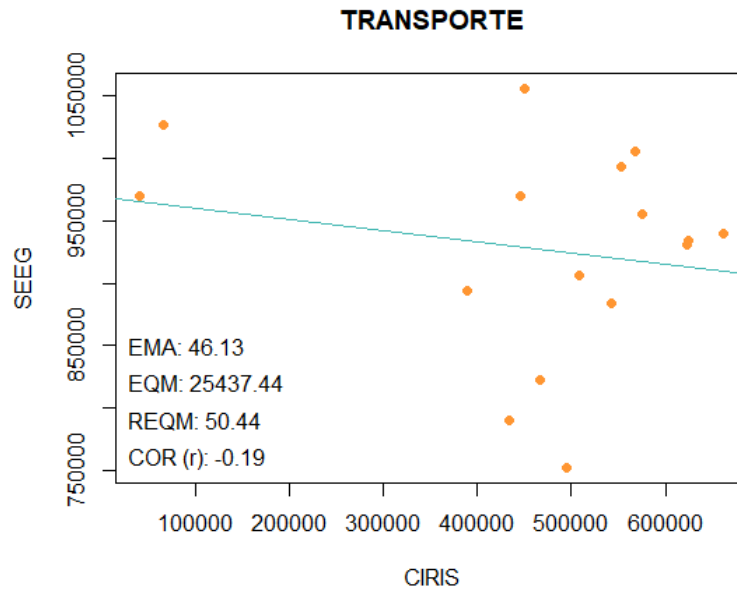
Figura 176: Gráfico de Dispersão do setor de Energia Estacionária gerados pela SEEG e CIRIS



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Para o setor de Transporte (Figura 182), os erros encontrados entre os modelos foram menores do que o setor de Energia Estacionária, resultando em 46,13 tCO₂e para EMA, 25.437,44 tCO₂e para EQM e 50,44 tCO₂e para REQM. A correlação de Pearson (r) foi de -0,19, coeficiente próximo de -1, sendo inversamente proporcional, isto é, quando um modelo cresce, o outro diminui.

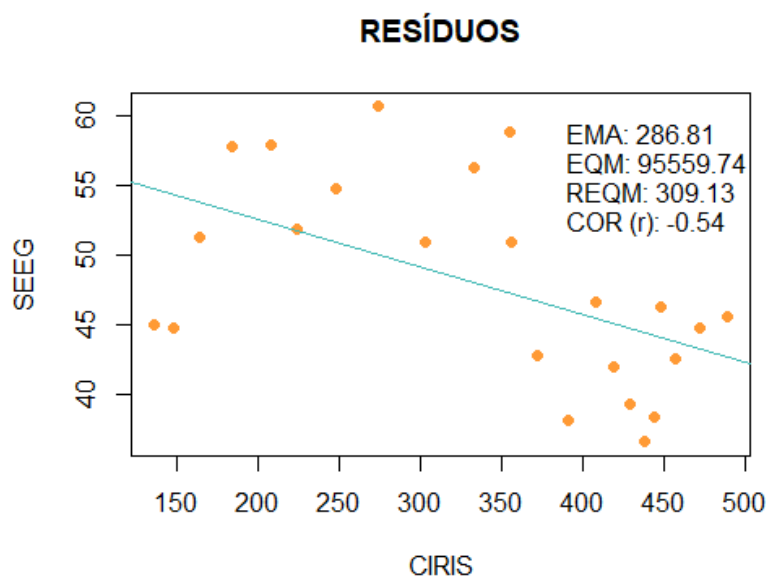
Figura 177: Gráfico de Dispersão do setor de Transporte gerados pela SEEG e CIRIS



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

O setor de Resíduos (Figura 183) resultou em erros altos com 286,81 tCO₂e para EMA, 95.559,74 tCO₂e para EQM e 309,13 tCO₂e para REQM. A Correlação de Pearson (r) foi de -0,54, inversamente proporcional.

Figura 178: Gráfico de Dispersão do setor de Resíduos gerados pela SEEG e CIRIS



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Além disso, apresentamos também os dados do modelo CIRIS para 2023, não incluídos nas comparações anteriores, uma vez que o modelo SEEG ainda não divulgou dados para esse período, tornando inválida qualquer comparação neste momento (Tabela 86).

Tabela 86: Emissões por setor (BASIC) em 2023

SETOR	tCO ₂ e
ENERGIA	486.573
RESÍDUOS	42.039
TRANSPORTE	800.953
TOTAL	1.329.564

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Seguindo os padrões estabelecidos nas comparações realizadas anteriormente, os setores seguem em concordância apresentando estabilidade na produção de gases, sendo os maiores emissores transporte, energia e resíduos respectivamente.

9.3 - Considerações Acerca dos Resultados Obtidos

Ao elaborar o inventário de emissões de gases de efeito estufa do município de Natal, dá mais um passo fundamental no planejamento climático urbano. Os inventários de emissões baseiam-se nos dados disponíveis no momento em que são preparados. Logo, à medida que mais dados e informações se tornam disponíveis, surgem oportunidades para melhorar os inventários futuros.

Diversas ações de sustentabilidade aplicadas nos mais variados setores das políticas públicas municipais corroboram para a mitigação de emissão de GEE, como os licenciamentos de empreendimentos de impacto que exigem implantação de medidas de sustentabilidade. Além disso, políticas de promoção voluntária de medidas de sustentabilidade, por meio de programas de educação ambiental, produção e consumo de energia limpa, melhorias no transporte público, ampliação da coleta seletiva e reciclagem, dentre outras.

É importante ressaltar que o inventário é uma das etapas iniciais da ação climática local e é importante promover atualizações e correções de acordo com o período definido pelo município, bem como a melhoria contínua do processo e a coordenação contínua com os órgãos locais, autoridades, grupo de trabalho e atores locais relevantes.

Diante dos resultados apresentados anteriormente, é possível inferir que o uso do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) como fonte de dados de CO₂e é aceitável em comparação com as observações reais deste estudo. O setor de energia foi o que mais se aproximou dos resultados reais na plataforma fornecida pelo Observatório do Clima. No entanto, essa congruência de resultados difere ao se analisar os setores de Transporte, Resíduos Sólidos e Líquidos. Nesses casos, as estimativas realizadas pela plataforma não foram consideradas razoáveis, apresentando uma divergência significativa em relação aos dados reais.

O Setor de Transporte desempenha um papel crucial no escopo 01, sendo responsável pela maioria das emissões de GEE no município do Natal. Para atender às demandas do planejamento urbano, é essencial aprimorar o sistema de transporte público, promovendo a transição da matriz energética da frota veicular para fontes mais limpas. Todavia, essa mudança enfrenta desafios significativos, como a necessidade de fortalecer a articulação institucional e restrições orçamentárias. Superar esses obstáculos é crucial para alcançar uma configuração sustentável a médio e longo prazo.

No setor de Energia Estacionária, situado no escopo 2, é a segunda fonte emissora de GEE mais significativa, principalmente relacionada às edificações do município. Portanto, é necessário que a Política Pública de Mudanças Climáticas, contenha propostas de ações de mitigação e adaptação baseadas no diagnóstico local, esteja adaptada às oportunidades econômicas e sociais refletidas nas políticas setoriais em harmonia com as emissões de gases de efeito estufa, utilizando o Inventário para promover ações locais.

O Setor de Resíduos, localizado no escopo 03, com uma pequena emissão de GEE, demanda esforços contínuos no sentido de fortalecimento da política pública com foco na educação ambiental e consumo consciente, bem como a necessidade de fomento a outras modalidades de tratamento é importante para a mitigação mais significativa na emissão de GEE.

A elaboração do Plano Local de Ações Climáticas do Natal surge com uma tarefa estratégica de indicar o caminho a ser trilhado para que o município se desenvolva de forma resiliente, responsável ecologicamente e integrada ao meio ambiente. Portanto, medidas baseadas na contribuição de atores externos à administração pública da Prefeitura Municipal do Natal com o olhar técnico da equipe da SEMURB, fornecendo resultados mensuráveis e medidas alcançáveis à realidade local que devem ser adotadas.

9.4 - Projeções com base nos dados da CIRIS no período de 2000 até 2023 utilizando a técnica de Bootstrap

O método bootstrap é usado sobretudo para estimar características estatísticas de dados de pequenas amostras (Zhang, 2019). Nesse sentido, o método é conceitualmente mais simples entre as técnicas de reamostragem, mas também aborda vários problemas estatísticos (Zhang, 2019).

Dessa forma, a técnica consiste em criar uma amostra bootstrap com tamanho n a partir dos dados originais da população. Essas amostras são usadas para analisar as propriedades estatísticas da distribuição desconhecida, tais como média, variância, intervalo de confiança e desvio padrão. Essa abordagem é comumente empregada para avaliar a precisão das estimativas obtidas a partir da amostra. Assim, ao coletar o n° amostras do conjunto X , as estimativas bootstrap são realizadas repetidamente através de seleção aleatória com reposição dos dados em X . Portanto, o tamanho do conjunto aleatório utilizado para as estimativas bootstrap repetidas também é n (Hall, 1992; Efron & Tibshirani, 1993; Zhang, 2019).

Neste estudo, a estimativa combinada foi a média das estimativas individuais \bar{X} , seguindo a Equação (26), ou seja, X_j^* para $j = 1, 2, \dots, m$.

Média Amostral Bootstrap: Para cada reamostragem B , a média é calculada como:

$$\text{Eq26. } \bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \hat{X}_j$$

A reamostragem bootstrap é uma técnica usada para imputar valores ausentes em séries temporais ao poder ser aplicada a qualquer distribuição e não se limita apenas a modelos lineares. Também tem a vantagem de não precisar assumir uma estrutura de dados a priori, ou seja, não exige, por exemplo, que os dados apresentem distribuição normal. Além disso, o método de reamostragem bootstrap é relativamente simples de implementar e pode ser usado para imputar com eficiência valores faltantes em grandes conjuntos de dados (Honaker et al., 2011; Little & Rubin, 2014; Lima, 2024).

Por exemplo, se X_1, \dots, X_n forem distribuídos de forma independente e idêntica a partir de uma distribuição desconhecida, esta distribuição é estimada por $F_n(x)$, definida pela Equação (27):

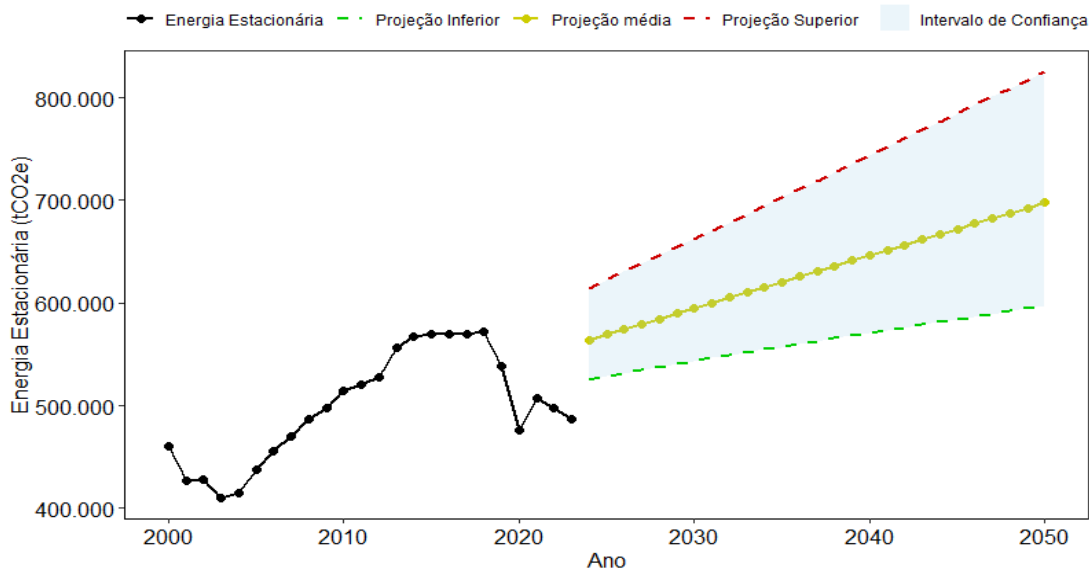
$$\text{Eq27. } F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(X_i \leq x)$$

O método Intervalo percentil Bootstrap também é chamado de método bootstrap-p. Ao ascender o $\hat{\theta}_i^*$ ($i = 1, 2, \dots, B$), uma estimativa ordenada $\hat{\theta}^*(i)$ ($i = 1, 2, \dots, B$) pode ser obtida, da qual o $(\alpha/2)^{\text{th}}$ percentil e o $(1 - \alpha/2)^{\text{th}}$ percentil são os pontos finais esquerdo e direito do intervalo de confiança para θ , respectivamente (Tong et al., 2016). Assim, O intervalo de confiança $(1 - \alpha)$ 100% percentil Bootstrap para θ pode ser calculado da seguinte forma (Equação 28):

$$\text{Eq28. } (\hat{\theta}((\alpha/2)B), \hat{\theta}((1 - \alpha/2)B))$$

Nesse sentido, a Figura 184 apresenta o cenário atual e a projeção de emissão de CO₂e no setor de Energia estacionária no município do Natal nos cenários otimista, realista e pessimista. Nesse sentido, os dados demonstram um padrão de aumento para emissão de CO₂e até o ano de 2019, com advento da pandemia, os anos de 2020 a 2024 passaram por um momento de redução na emissão de CO₂e. Contudo, as projeções indicam tendência crescente de aumento para todos os cenários (otimista, realista e pessimista). Cabe destacar ainda que em um cenário otimista os valores crescem próximos aos valores encontrados entre os anos de 2013 a 2019, de 555.983 a 571.748 toneladas, enquanto para o cenário pessimista os valores crescem entre 614.113 a 825.253 toneladas de CO₂e. Já no cenário realista os dados seguem o padrão de crescimento dos anos anteriores à projeção.

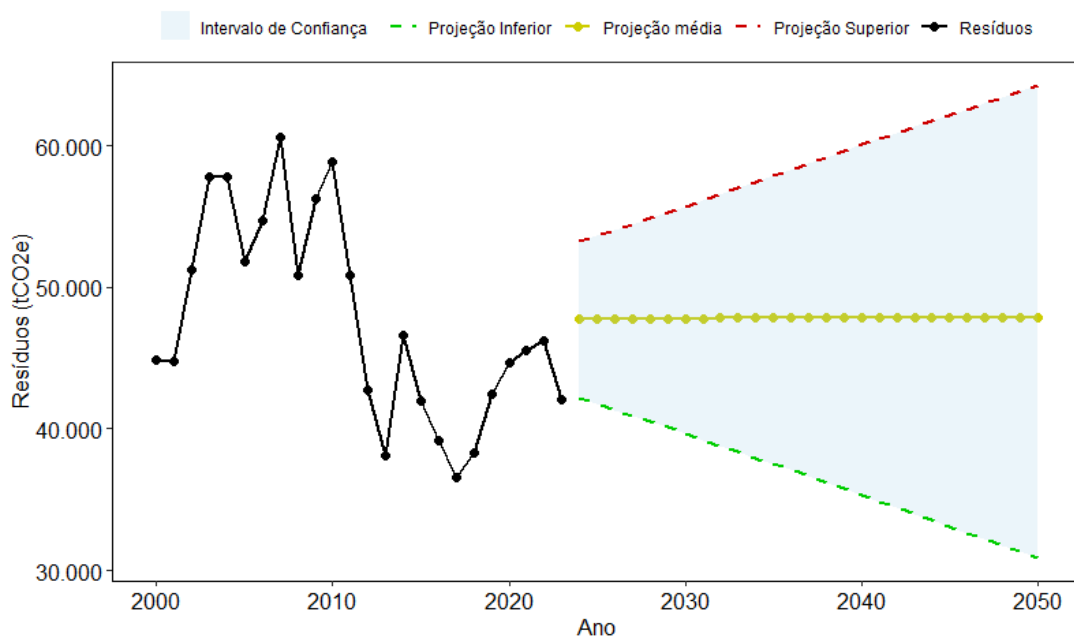
Figura 179: Projeção de emissão de CO2e no setor de Energia Estacionária no município do Natal



Fonte: SEMURB, 2024. Observação: Cenário Otimista (linha Verde), Cenário Realista (linha Amarela), Cenário Pessimista (linha Vermelha).

A emissão de CO2e no setor de resíduo no município do Natal (Figura 185) demonstra um padrão de diminuição dos valores de emissão de CO2e, sendo as maiores emissões nos anos de 2007 e 2010 com 60.614 e 58.866 toneladas. Para o cenário otimista, as projeções indicam diminuição de 42.170 toneladas para o ano de 2024 a 30.908 toneladas para o ano de 2050. Enquanto para o cenário realista houve uma baixa oscilação, com valores entre 47.775 a 47.910 toneladas. Além disso, no cenário pessimista, os valores oscilam entre 53.265 (2024) a 64.268 (2050) toneladas.

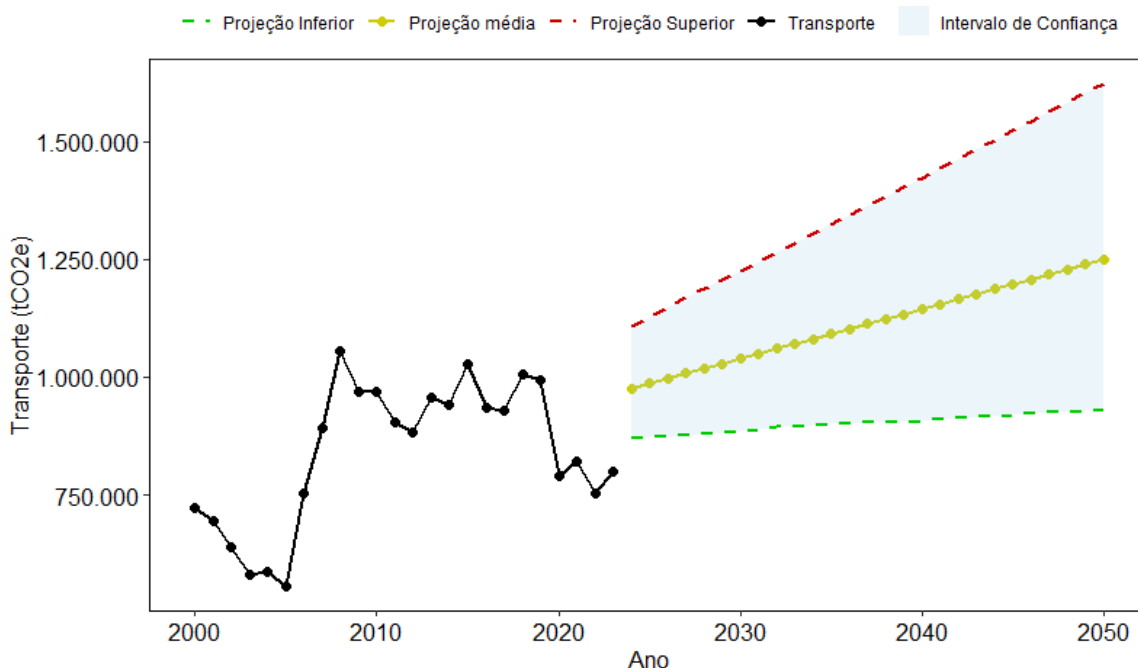
Figura 180: Projeção de emissão de CO2e no setor de Resíduo no município do Natal



Fonte: SEMURB, 2024. Observação: Cenário Otimista (linha Verde), Cenário Realista (linha Amarela), Cenário Pessimista (linha Vermelha).

No setor de transporte (Figura 186) os dados demonstram crescimento durante os anos com máximos nos anos de 2008, 2015 e 2018, com valores de 1.055.692, 1.026.539 e 1.005.052 toneladas, respectivamente. Já para as projeções, no cenário otimista os dados demonstram tendência leve de estabilidade, com projeção de valores entre 870.652 em 2024 a 930.399 toneladas para 2050, com intervalo de apenas 59.747 toneladas. Para o cenário realista, a projeção demonstra uma curva de crescimento maior, em relação ao cenário otimista, com valores entre 976.166 para o ano de 2024 a 1.249.436 toneladas em 2050, o que representa uma variação de 273.270 toneladas. No cenário pessimista os valores da projeção são entre 1.107.455 a 1.621.789 toneladas, representando a oscilação de 514.334 toneladas de emissão de CO₂e.

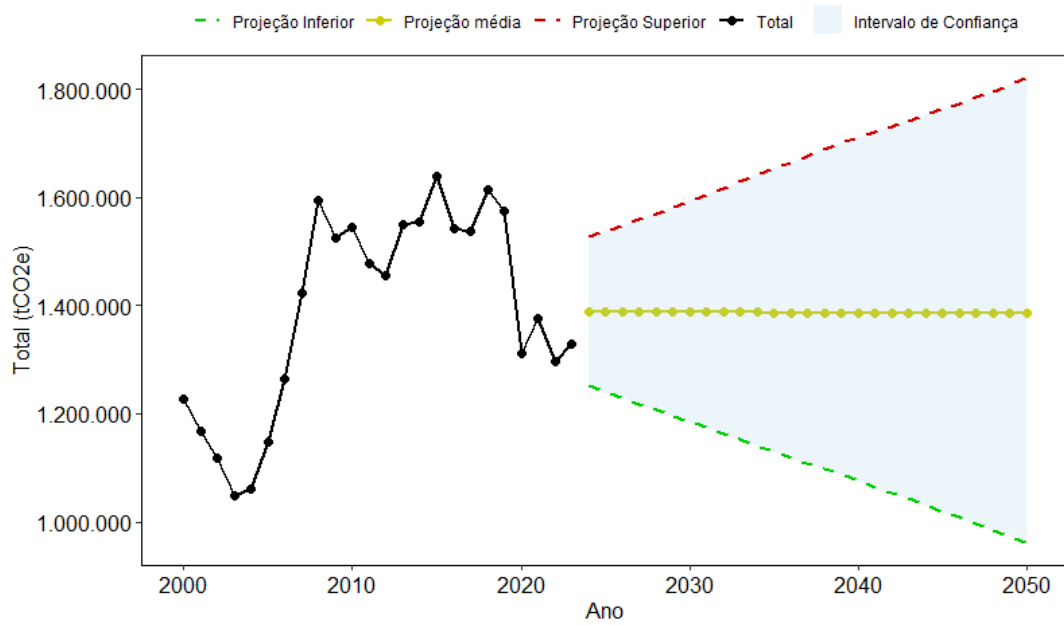
Figura 181: Projeção de emissão de CO₂e no setor de Transporte no município do Natal



Fonte: SEMURB, 2024. Observação: Cenário Otimista (linha Verde), Cenário Realista (linha Amarela), Cenário Pessimista (linha Vermelha).

Os dados totais de emissão de CO₂e (Figura 187) teve os maiores valores encontrados nos anos de 2008, 2015 e 2018, com totais de 1.593.161, 1.638.579 e 1.615.142 toneladas, respectivamente. Enquanto nas projeções, o cenário otimista demonstra tendência de diminuição na emissão de CO₂e, com valores entre 1.250.664 a 962.395, o que representa uma oscilação de 288.269 toneladas. Para o cenário realista, a projeção é que os dados se mantenham com valores similares, sendo a projeção de maior valor em 2024 com 1.388.591 e a de menor para o ano de 2050 com 1.384.932 toneladas, assim, a diferença entre os valores vai até 3.659 toneladas. Para o cenário pessimista os valores evidenciam tendência de aumento entre 1.526.683 para 2024 a 1.819.938 toneladas para o ano de 2050, o que resultaria em um aumento de 293.255 toneladas para a emissão de CO₂e.

Figura 182: Projeção total de emissão de CO2e no município do Natal



Fonte: SEMURB, 2024. Observação: Cenário Otimista (linha Verde), Cenário Realista (linha Amarela), Cenário Pessimista (linha Vermelha).

Tabela 87: Dados Fornecidos pela CIRIS (t)

Ano	Energia Estacionária	Resíduos	Transporte	Total
2000	460.725	44.910	721.713	1.227.347
2001	426.667	44.781	694.940	1.166.387
2002	427.755	51.268	638.621	1.117.645
2003	410.560	57.767	579.560	1.047.832
2004	414.455	57.834	588.398	1.060.687
2005	438.358	51.815	557.415	1.147.587
2006	455.901	54.733	754.126	1.264.760
2007	470.117	60.614	893.531	1.424.262
2008	486.598	50.871	1.055.692	1.593.161
2009	497.291	56.252	970.208	1.523.750
2010	515.112	58.866	969.596	1.543.574
2011	520.286	50.856	905.664	1.476.806
2012	527.927	42.731	884.119	1.454.777
2013	555.983	38.086	955.494	1.549.564
2014	567.085	46.621	939.876	1.553.581
2015	570.091	41.949	1.026.539	1.638.579
2016	569.895	39.204	934.281	1.543.380
2017	569.625	36.547	930.466	1.536.638
2018	571.748	38.343	1.005.052	1.615.142
2019	538.892	42.472	993.301	1.574.665
2020	476.043	44.711	790.173	1.310.928
2021	507.732	45.553	821.886	1.375.171
2022	498.331	46.199	752.356	1.296.886
2023	486.573	42.039	800.953	1.329.564

Fonte: SEMURB, 2024.

Tabela 88: Projeções para cenários futuros dos setores de energia estacionária, Resíduos, transporte e total entre 2024-2037 (t)

Projeções	Energia Estacionária			Resíduos			Transporte			Total		
	Otimista	Realista	Pessimista	Otimista	Realista	Pessimista	Otimista	Realista	Pessimista	Otimista	Realista	Pessimista
2024	525.664	564.059	614.113	42.170	47.775	53.265	870.652	976.166	1.107.455	1.250.664	1.388.591	1.526.683
2025	528.655	569.203	622.589	41.736	47.780	53.664	872.246	986.677	1.126.596	1.239.495	1.388.450	1.537.175
2026	531.639	574.347	630.611	41.326	47.785	54.064	874.068	997.187	1.146.959	1.228.614	1.388.310	1.547.969
2027	534.367	579.492	638.540	40.916	47.791	54.463	876.547	1.007.697	1.167.726	1.217.770	1.388.169	1.558.829
2028	537.639	584.636	646.470	40.505	47.796	54.913	878.798	1.018.208	1.188.460	1.206.787	1.388.028	1.569.615
2029	540.634	589.780	654.400	40.096	47.801	55.314	881.642	1.028.718	1.206.617	1.195.737	1.387.887	1.581.131
2030	543.604	594.925	662.329	39.635	47.806	55.715	885.294	1.039.228	1.224.492	1.184.537	1.387.747	1.593.067
2031	546.609	600.069	670.259	39.175	47.811	56.171	889.686	1.049.739	1.244.284	1.173.893	1.387.606	1.605.004
2032	549.324	605.213	678.189	38.799	47.816	56.585	894.064	1.060.249	1.264.076	1.162.918	1.387.465	1.616.940
2033	551.949	610.357	686.118	38.362	47.822	57.013	896.216	1.070.760	1.283.868	1.151.943	1.387.324	1.628.876
2034	554.886	615.502	694.467	37.943	47.827	57.420	898.135	1.081.270	1.303.659	1.140.975	1.387.184	1.640.812
2035	556.981	620.646	702.957	37.534	47.832	57.883	901.847	1.091.780	1.323.451	1.130.017	1.387.043	1.652.748
2036	560.306	625.790	710.735	37.125	47.837	58.329	902.667	1.102.291	1.343.243	1.119.059	1.386.902	1.664.684
2037	562.932	630.935	718.968	36.683	47.842	58.767	903.487	1.112.801	1.363.035	1.108.157	1.386.761	1.676.620

Fonte: SEMURB, 2024.

Tabela 89: Projeções para cenários futuros dos setores de energia estacionária, Resíduos, transporte e total entre 2038-2050 (t)

Projeções	Energia Estacionária			Resíduos			Transporte			Total		
	Otimista	Realista	Pessimista	Otimista	Realista	Pessimista	Otimista	Realista	Pessimista	Otimista	Realista	Pessimista
2038	565.570	636.079	727.195	36.222	47.848	59.205	904.307	1.123.311	1.382.827	1.097.575	1.386.621	1.688.546
2039	568.225	641.223	735.422	35.760	47.853	59.642	905.881	1.133.822	1.402.618	1.086.992	1.386.480	1.700.180
2040	570.880	646.367	743.650	35.299	47.858	60.078	908.285	1.144.332	1.422.410	1.075.808	1.386.339	1.710.603
2041	573.494	651.512	751.939	34.856	47.863	60.515	910.689	1.154.842	1.442.202	1.064.476	1.386.198	1.721.015
2042	576.173	656.656	760.214	34.418	47.868	60.937	913.093	1.165.353	1.461.994	1.053.256	1.386.058	1.731.427
2043	578.972	661.800	768.336	33.979	47.874	61.344	915.513	1.175.863	1.482.273	1.042.278	1.385.917	1.741.839
2044	581.451	666.945	776.564	33.540	47.879	61.752	917.966	1.186.373	1.503.288	1.031.301	1.385.776	1.752.251
2045	584.075	672.089	784.708	33.101	47.884	62.159	920.419	1.196.884	1.523.652	1.019.671	1.385.635	1.762.663
2046	586.717	677.233	792.817	32.663	47.889	62.566	922.872	1.207.394	1.543.279	1.007.779	1.385.495	1.773.075
2047	589.364	682.377	800.926	32.224	47.894	62.979	925.325	1.217.905	1.562.906	996.424	1.385.354	1.784.284
2048	592.012	687.522	809.035	31.785	47.900	63.409	927.091	1.228.415	1.582.534	985.069	1.385.213	1.796.177
2049	594.660	692.666	817.144	31.346	47.905	63.838	928.745	1.238.925	1.602.161	973.724	1.385.072	1.808.059
2050	597.300	697.810	825.253	30.908	47.910	64.268	930.399	1.249.436	1.621.789	962.395	1.384.932	1.819.938

Fonte: SEMURB, 2024.

10

Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas

10 - ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

10.1 - Ações Climáticas em Natal - Breve Histórico

O marco inicial do processo de atenção às questões climáticas do Natal se deu com a criação do Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes (SMCA) pelo Decreto nº. 12.249 de 30 de junho de 2021. A partir daí, passou a existir um setor institucional no âmbito da SEMURB para tratar das ações relativas às mudanças climáticas em Natal de forma mais efetiva.

Com a vigência do novo Plano Diretor do Natal em 2022, a atenção às mudanças climáticas passou a ser legalmente considerada uma atividade de interesse urbano (art. 8º, parágrafo único), com objetivos e diretrizes bem definidos. Para atuar no processo, apoiando as atividades do SMCA da SEMURB, foi criado em 2023 o Grupo de Trabalho Sobre Mudanças Climáticas com o objetivo de desenvolver estudos e promover ações concretas para a resiliência climática e a proteção do meio ambiente urbano do Natal, conforme já descrito no item 7.1.1.5.4. Desde então, o referido grupo vem desenvolvendo uma série de levantamentos e estudos que resultaram em produtos importantes, como os diagnósticos apresentados no presente trabalho, com destaque para o Inventário de Gases de Efeito Estufa do Natal, apresentado no Capítulo 9.

No primeiro semestre de 2024, o Grupo de Trabalho Sobre Mudanças Climáticas, através do SMCA/SEMURB, promoveu uma série de reuniões técnicas com os entes municipais (Apêndices 34-45) para discutir as estratégias a serem adotadas para a definição das medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para o Município do Natal. Dentro de suas respectivas competências, cada ente contribuiu através de um formulário específico, com sugestões de ações que possam ser adotadas para alcançar os objetivos envolvidos na redução das emissões de GEE no município. As contribuições foram analisadas, discutidas e organizadas para os diversos segmentos, excetuando-se a agropecuária, que é pouco expressiva no município.

10.2 - Plano de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas do Natal

O Plano de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC) é um importante instrumento, fortemente relacionado aos princípios das cidades inteligentes, seguras, resilientes e sustentáveis. O objetivo principal é promover de forma eficiente a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em nível local, de modo alinhado ao plano de ação nacional assumido no Acordo de Paris.

Portanto o governo brasileiro comprometeu-se em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, acrônimo em inglês) a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de redução de 43% em 2030, em relação aos níveis de emissões estimados para 2005. Após a aprovação pelo Congresso Nacional, o Brasil concluiu, em 12 de setembro de 2016, o processo de ratificação do Acordo de Paris. No dia 21 de setembro, o instrumento foi entregue às Nações Unidas. Com isso, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais.

Também neste sentido, o PMAMC alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela ONU em 2016 aos líderes mundiais em um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima. São 17 objetivos interconectados considerados “ambiciosos” que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, conforme já foi abordado no Capítulo 8 deste trabalho. (Governança Climática).

Em atenção ao tema, o Plano Diretor do Natal (Lei Complementar nº. 208 de 07 de março de 2022), dedicou a Seção IV ao “Plano Municipal para Mudanças Climáticas”, instrumento que trata do conjunto de definições, princípios, objetivos, diretrizes e metas para as mudanças climáticas, devendo ser balizado pela Lei Federal 12.187/2009 – Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), pelo Decreto Federal 9.578/2018 – Regulamentação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, pelos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), pelos relatórios do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e pelas decisões da Conferência das Partes (COP) da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O artigo 160 do Plano Diretor estabelece os requisitos mínimos para o Plano para Mudanças Climáticas:

[...] Art. 160. O Plano Municipal para Mudanças Climáticas deverá conter no mínimo:

- I - Inventário Municipal de Emissão de gases de efeito estufa;
- II - Meta definida de redução das emissões antrópicas de gases de efeito em 50% até 2050;
- III - Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono;
- IV - Mecanismos e instrumentos para participação de diferentes atores na sua elaboração e execução;
- V - Implementação multissetorial e institucional;
- VI - Atenção especial a grupos vulneráveis;
- VII - Iniciativas de educação ambiental e capacitação para ações de conscientização, prevenção e adaptação;
- VIII - Articulação com outros municípios e estados para promoção de ações conjuntas;
- IX - Criação de instrumentos econômicos para mitigação e adaptação.

Com base nos fundamentos de fato e de direito acima apresentados, o PMAMC do Natal tem o objetivo de, através da análise dos dados, delinear a realidade do município e estabelecer o enfrentamento aos problemas do seu espaço urbano e entorno através de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. O ponto de partida foi o trabalho do Observatório do Clima (2021), que elenca 87 soluções para redução da emissão de gases do efeito estufa nos municípios brasileiros nos setores temáticos agropecuária, transportes, energia elétrica, mudança de uso da terra e florestas e resíduos.

As referidas soluções deverão ser implantadas com base na análise das informações apresentadas nos capítulos anteriores deste trabalho e nas contribuições dos entes municipais, na forma de documentos técnicos, em um processo devidamente acompanhado através de monitoramentos e relatórios periódicos, para que os objetivos sejam alcançados com eficiência.

10.3 - Metas de Redução dos GEE em Natal

Conforme já comentado, as metas para redução dos GEE em Natal foram estabelecidas com base no estabelecido no Acordo de Paris, na COP26 que geram uma expectativa de redução de 43% a 50% em 2030 e de zerar a emissão de carbono na atmosfera até 2050, em relação aos níveis

de emissões estimados para 2005 (Tabela 90).

Com base nestas metas, foram criados cenários tendo como ponto inicial o ano de 2016 (ano base), como ponto intermediário o ano de 2030 e como objetivo o ano de 2050 (Figura 183). Para este intervalo, foram idealizados quatro cenários:

Cenário Tendencial: Este cenário reflete a linha tendencial das atuais condições de emissões caso não haja nenhum empenho nas ações de mitigação. A extrapolação estatística foi feita com base no método *bootstrap*, detalhado adiante no capítulo 9, na condição “realista”.

Cenário de Mitigação: Neste cenário estão colocadas ações existentes e planejadas, como políticas, planos, projetos etc, de âmbito regional ou nacional. Também considera situações indiretamente relacionadas com as intervenções políticas, como as tendências de mercado, por exemplo.

Cenário Ambicioso: Além das ações do cenário de mitigação, considera também iniciativas mais ousadas para redução de emissões de GEE, que demandam um empenho maior dos governos e acrescenta ainda o impacto das inovações tecnológicas nas atividades da população que resultam em reduções de emissões.

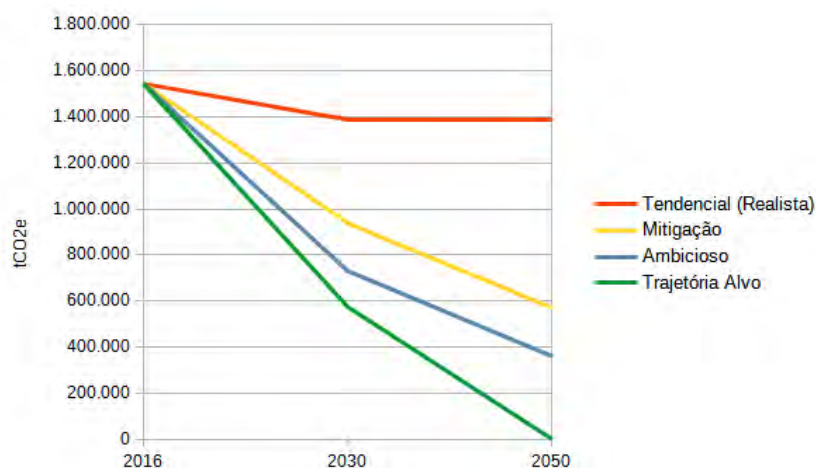
Trajatória Alvo: É a linha que representa a situação ideal de cumprimento das metas estabelecidas (redução dos níveis de 2005 em 50% até 2030 e em 100% até 2050).

Tabela 90: Cenários de Emissões Totais de GEE – Natal 2016 a 2050

CENÁRIO	TOTALS - EMISSÕES/ANO (TCO ₂ e)		
	2016	2030	2050
Tendencial (Realista)	1.543.380	1.387.747	1.384.932
Mitigação	1.543.380	937.648	570.221
Ambicioso	1.543.380	730.721	360.703
Trajatória Alvo	1.543.380	573.794	0

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Figura 183: Gráfico dos Cenários de Emissões Totais de GEE – Natal 2016 a 2050



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Observa-se nos gráficos acima que as metas dos cenários de mitigação são ambiciosas, apesar de apresentarem uma tendência decrescente, não atingem a trajetória alvo. Isto porque as

ações de adaptação e mitigação possíveis estão limitadas por situações político-administrativas, bem como limitações geográficas, ambientais e tecnológicas, por exemplo. As ações de planejamento devem, portanto, incluir diagnósticos que ajudem a identificar possíveis barreiras à implementação, para melhorar a eficiência e, conseqüentemente, proporcionar uma melhor aproximação à trajetória alvo. Para o cumprimento das metas, foram definidas algumas premissas básicas para cada setor.

10.3.1 - Setor Energia

Aumento da participação das fontes de energia renovável na matriz energética brasileira – Segundo informa a ANEEL (2024), [...] dos 200 GW alcançados pelos sistemas nacionais, 84,25% são de fontes renováveis e 15,75% de fontes não renováveis (1% Nuclear). Atualmente as três maiores fontes renováveis que compõem a matriz de energia elétrica brasileira são hídrica (55%), Eólica (14,8%) e Biomassa (8,4%), e das fontes não renováveis, as maiores são Gás Natural (9%), Petróleo (4%) e Carvão Mineral (1,75%).

Incentivo à geração distribuída de energia fotovoltaica – Seguindo uma tendência mundial de redução dos impactos ambientais na geração de energia, há uma boa expectativa para o crescimento das energias limpas no país, já facilmente observada também em Natal, principalmente em virtude de suas condições naturais propícias às usinas de geração de energia fotovoltaica.

Aumento da eficiência das edificações e equipamentos públicos – As edificações e equipamentos são instalações necessárias às atividades humanas e constituem uma parcela importante do consumo energético de uma cidade. Por isso, torna-se crucial cuidar da mitigação dos impactos ambientais relacionados a este quesito, desde a fase de projeto até a sua efetiva utilização. Ramos e Dias (2024), ao analisar o Relatório *Breakthrough Agenda* da Agência Internacional de Energia (IEA *et al*, 2023), que recomenda reduzir as emissões da fase de operação da edificação em 50%, apontou as principais ações para atingir a meta: enfatizar critérios para edificações resilientes e *net-zero* nas normas e certificações, considerando todo o ciclo de vida; criação de demanda por edificações resilientes e *net-zero*; aumentar investimentos e financiamentos para este tipo de edificações; além de pesquisa, inovação e capacitação na área.

10.3.2 - Setor Transportes

Aumento da eficiência dos veículos (motores combustíveis e tecnologias) – Além do curso natural dos avanços tecnológicos da indústria automobilística, espera-se que as políticas públicas direcionadas à inserção de novos veículos no mercado estejam focadas na redução de GEE a médio e longo prazos e estimulem uma transição energética sustentável e condizente com os compromissos internacionais do Brasil no âmbito internacional.

Diminuição dos deslocamentos feitos por automóveis e aumento dos deslocamentos feitos pelo transporte de massa e da mobilidade ativa (a pé e de bicicleta) – Nesta premissa, encontra-se um bom potencial para a redução dos GEE. O problema da mobilidade urbana nas grandes cidades é resultado do rápido crescimento populacional associado à falta de infraestrutura urbana e à precariedade do sistema de transporte público. Com políticas adequadas de planejamento urbano, incentivos fiscais e uso consciente dos espaços públicos, será possível a redução significativa das soluções individuais e o aumento significativo do transporte coletivo em Natal e Região Metropolitana.

10.3.3 Setor Resíduos

Redução da parcela orgânica disposta em aterros sanitários – A quantidade de lixo destinada à coleta convencional pode ser reduzida significativamente em Natal, onde o reaproveitamento e a reciclagem do lixo ainda são muito incipientes. A adoção de medidas que estimulem o consumo consciente, o reaproveitamento, a reciclagem, bem como a otimização da logística de transporte e tratamento, resultará em reduções importantes.

Intensificação das medidas para redução da GEE em Estações de Tratamento de Efluentes – Das ETEs, o processo de tratamento está associado tanto às emissões diretas – decorrentes dos processos físico-químico e biológico do tratamento dos efluentes, do lodo produzido e da combustão do biogás, como às emissões indiretas de GEE, decorrentes da geração de energia elétrica consumida pelas estações. Ações que alcancem todo o processo, como a diminuição do volume lançado na rede, combate às perdas, estímulo ao reuso, aproveitamento do biogás gerado, bem como eficiência energética das ETEs são cruciais.

10.4 – Ações de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas em Natal

10.4.1 – ENERGIA

Como visto no Capítulo 7, Natal apresentou entre 2018 e 2023 uma tendência de decréscimo nas demandas de energia elétrica da concessionária, sendo preponderante o uso residencial. A tendência de redução no consumo deve-se provavelmente à entrada gradativa dos serviços de instalação de painéis solares no mercado local, cujo crescimento tem sido expressivo. Neste setor, faz-se necessário a estruturação de governança local para pensar ações de educação ambiental, consumo consciente da energia e fiscalização da arrecadação, cobrança e uso adequado dos recursos relacionados à iluminação pública, como a Contribuição de Iluminação Pública (CIP).

Dentro deste tema, o Observatório do Clima (2021) recomenda as seguintes ações:

- Adotar a tecnologia LED na iluminação pública;
- Estimular a comparação do desempenho energético de edificações ou benchmarking de edifícios públicos;
- Fomentar a adesão de edifícios públicos, comerciais e de serviço ao Programa Brasileiro de Etiquetagem para Edificações;
- Usar o código de obras para inserir ações específicas de promoção da eficiência energética em edificações;
- Aplicar medidas de modernização das instalações elétricas e retrofit de edificações para a promoção da eficiência energética;
- Substituir equipamentos com elevado consumo de energia elétrica por opções mais eficientes em edificações públicas;
- Buscar a implementação do modelo de edifícios Net Zero;
- Incentivar o uso da norma de desempenho para a promoção da eficiência energética

em edificações residenciais;

- Implementar estratégias para mitigação de ilhas de calor urbano que podem ser aplicadas em edificações ou no contexto onde se localizam, a fim de promover a eficiência energética;
- Realizar gestão integrada de energia em prédios públicos;
- Promover a geração de energia solar fotovoltaica em prédios públicos;
- Promover geração distribuída de energia elétrica em residências, estabelecimentos comerciais, plantas industriais e zona rural;
- Incentivar o uso de aquecedores solares de água em residências, estabelecimentos comerciais, plantas industriais e zona rural;
- Apoiar o acesso ao serviço público regular de energia elétrica para domicílios não atendidos;
- Promover geração distribuída de energia elétrica em áreas não atendidas pelo Sistema Interligado Nacional;
- Promover a mudança comportamental dos servidores públicos municipais para economia de energia elétrica;
- Promover a mudança comportamental da população para economia de energia elétrica;
- Alterar ou reduzir o horário de operação de equipamentos em edificações públicas, residenciais, comerciais e industriais;
- Promover o uso de sistemas de armazenamento de energia elétrica em edificações.

As informações de consumo de energia elétrica apresentadas no capítulo 7 (tabela 14) apontam para várias possibilidades para o efetivo cumprimento das ações recomendadas pelo Observatório do Clima. O consumo de energia elétrica residencial e comercial pelo impacto que gera na matriz geral de consumo, bem como o consumo referente ao poder público/Serviço Público, que vem em uma tendência de crescimento desde 2020, devem ser os focos principais no estabelecimento de metas de redução.

Os dados do Natal apontam que o município reduziu, entre 2021 e 2023, o consumo de energia elétrica via concessionária em 6,57%. Com a adoção das ações recomendadas de forma mais efetiva, espera-se que, com as ações de mitigação, o consumo total de energia elétrica via concessionária de 2005, sejam reduzidos de 10% e 35% até 2030 e de 50% e 75% até 2050, para os cenários de mitigação e ambicioso, respectivamente.

Quanto ao uso de energias limpas, a geração de energia solar fotovoltaica tem sido a opção mais viável no município, com um crescimento importante da potência instalada entre 2015 (285,59 Kwp) e 2022 (37.456,85 Kwp), caindo para 34.358,94 Kwp em 2023. O Plano Diretor do Natal (Lei Complementar nº. 208 de 07 de março de 2022), ao se referir às energias renováveis, as considera como “atividades de interesse urbano”, inerentes às funções sociais da cidade. Também neste quesito, o Plano Diretor do Natal estabelece:

[...] Art.5º. São diretrizes da Política de Desenvolvimento Socioeconômico Sustentável:

[...]

XII – proporcionar, quando oportuno e conveniente à Administração, incentivos para os cidadãos, empresa e empreendimentos que atendam aos requisitos estabelecidos nesta lei;

[...] Art. 6º. São requisitos para a obtenção dos incentivos previstos no inciso XII do Art. 5º:

I – implantação de soluções voltadas à produção energética por meio de fontes renováveis ou geração de energia limpa para consumo próprio e/ou venda do excedente às concessionárias;

[...]

VIII – incentivar a certificação de edifícios energeticamente sustentáveis;

No âmbito estadual, o Governo do Rio Grande do Norte, através da Lei nº. 11.278, de 23 de Novembro de 2022, dispôs sobre a implantação de painéis solares fotovoltaicos nos hospitais, escolas e repartições públicas do Estado do Rio Grande do Norte. Medidas como esta, de estímulo e popularização do uso dos painéis solares, são muito importantes para que os cenários desejados sejam alcançados.

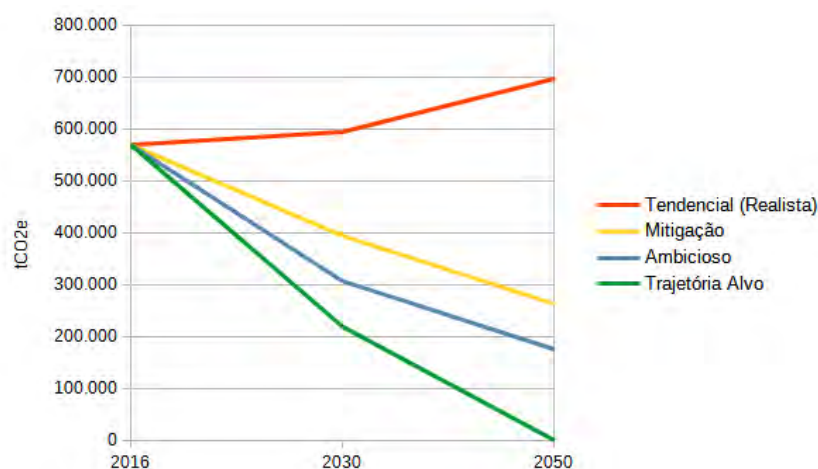
Apesar do crescimento da adesão à energia solar no município, dados da APER indicam 4.309 sistemas conectados em 2022, o que representa apenas cerca de 1,60% dos domicílios particulares permanentes ocupados. Segundo o Censo de 2022 do IBGE, Natal possui 270.045 domicílios particulares permanentes ocupados, cujos telhados podem tranquilamente oferecer área de captação de energia solar na cidade, conhecida como “Cidade do Sol”, famosa por ter quase 300 dias de sol por ano. Para um cenário de mitigação (Tabela 91), projeta-se ampliar para 15% e 30% e, em uma abordagem mais ambiciosa, para 30% a 60% o total de domicílios conectados a sistemas fotovoltaicos no município até 2030 e 2050 respectivamente (Figura 184). Com base nas metas e ações apresentadas, esperam-se os seguintes cenários para o Setor Energia:

Tabela 91: Cenários de Emissões de GEE, Setor Energia – Natal 2016 a 2050

CENÁRIO	SETOR ENERGIA - EMISSÕES/ANO (TCO ₂ e)		
	2016	2030	2050
Tendencial (Realista)	569.895	594.925	697.810
Mitigação	569.895	394.522	263.015
Ambicioso	569.895	306.851	175.343
Trajectoria Alvo	569.895	219.179	0

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Figura 184: Gráfico dos Cenários de Emissões de GEE, Setor Energia – Natal 2016 a 2050



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

10.4.2 – TRANSPORTES

A situação da mobilidade urbana em Natal envolve desafios complexos, onde constata-se uma tendência de crescimento da frota de veículos, em uma intensidade maior que a tendência apresentada pela dinâmica populacional, como se observa no comportamento do índice de motorização (habitante por veículo) que vem diminuindo gradativamente desde 2009. Entre as emissões totais líquidas de CO₂e, a gasolina é a fonte de maior emissão de 2007 a 2009.

Estes números sugerem uma reflexão para a situação da mobilidade urbana e, principalmente, como o transporte público tem sido pouco estimulado no município. As restrições do espaço urbano acabam por aumentar os desafios nesta área. Segundo a STTU (2022),

[...] o modo mais utilizado é o que possui menos espaço disponível para se desenvolver. Em Natal, 38% das viagens principais são realizadas a pé ou por bicicleta/ciclomotor, sem contar os percursos complementares ao transporte coletivo e individual motorizado. O transporte coletivo corresponde ao mesmo percentual, enquanto carros equivalem a 24% das locomoções na capital potiguar.

Portanto, ações positivas neste setor trarão resultados que irão repercutir significativamente na redução das emissões dos GEE. Para tanto, o Observatório do Clima (2021) recomenda:

- Criar habitações de interesse social em bairros centrais ou de urbanização consolidada;
- Estabelecer zonas prioritárias de adensamento populacional ao longo de eixos de transporte público coletivo;
- Estabelecer limites máximos de vagas de garagem para novos edifícios próximos aos eixos de transporte público coletivo;
- Estimular bairros e edifícios de uso misto, combinando moradias e empregos;
- Localizar equipamentos públicos de saúde, educação e lazer em bairros populosos;
- Estabelecer entrepostos locais de comercialização de alimentos em bairros adensados;
- Criar espaços para a prática de agricultura urbana familiar ou comunitária;
- Aproveitar corpos d'água navegáveis para o transporte de cargas e de passageiros;
- Garantir condições adequadas de caminhabilidade;
- Promover e dar condições ao uso da bicicleta como meio de transporte;
- Promover ações de integração modal, principalmente entre mobilidade ativa (caminhada e bicicleta) e transporte público coletivo;
- Reduzir limites de velocidades máximas de circulação de veículos nas ruas;
- Converter áreas de estacionamento nas laterais de vias públicas em espaços de permanência, faixas de ônibus ou vias cicláveis;
- Criar zonas livres de tráfego e zonas de baixa emissão de gases de efeito estufa e poluentes locais;

- Garantir continuamente uma operação racional, suficiente e de qualidade para o sistema de transporte público coletivo;
- Buscar a redução do valor das tarifas cobradas ao usuário do sistema de transporte público coletivo;
- Disponibilizar amplamente informações e instrumentos que facilitem o uso do transporte público coletivo;
- Implantar faixas exclusivas e corredores de ônibus;
- Garantir conforto, segurança e acessibilidade nos pontos de parada de ônibus;
- Adotar critérios ambientais para a frota de ônibus e outros veículos sob gestão municipal;
- Criação de rotas de passagem de transporte regional de cargas que não adentrem as áreas mais adensadas do município;
- Promover mudanças culturais e de comportamento da população a fim de reduzir o uso de transporte individual motorizado.

O Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022) estudou cinco indicadores relacionados à qualidade da mobilidade urbana para estabelecer metas até 2031, conforme observa-se no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6: Indicadores principais para avaliação da evolução da Mobilidade Urbana do Natal

INDICADOR	ÚLTIMOS VALORES APURADOS	SETOR ENERGIA - EMISSÕES/ANO (TCO ₂ e)			
		2025	2028	2031	2050
Taxa de Mortalidade em acidentes de trânsito por 100 mil hab.	13,46 (2019)	10,48	6,65	4,22	-14,8
Toneladas de CO2 emitidas por habitante	0,55 (2015)	0,57	0,53	0,48	0,21
Percentual de viagens não motorizadas (a pé e bicicleta)	38% (2007)	39,00%	40,00%	42,00%	50,84%
Percentual de viagens em modos coletivos	38% (2007)	30,00%	32,00%	34,00%	46,00%
Percentual de viagens em modos individuais	24% (2007)	31,00%	28,00%	24,00%	3,17%

Fonte: Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

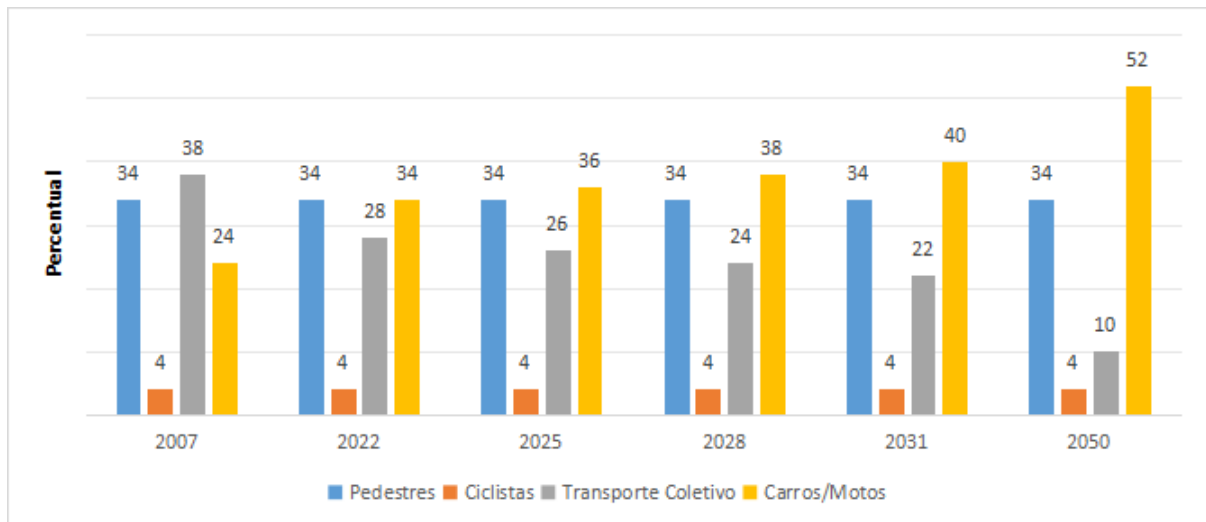
O conceito-chave do Plano de Mobilidade Urbana do Natal é a gestão da demanda de deslocamentos (STTU, 2022). Busca-se incentivar as escolhas dos modos de transporte no dia a dia, equilibrando-se a matriz modal para fortalecer a mobilidade ativa e coletiva.

Conforme o plano, três indicadores listados no Quadro 6 (percentual de viagens não motorizadas, percentual de viagens em modos coletivos e percentual de viagens em modos individuais) se relacionam entre si e, em conjunto, expressam o grau de adequação da matriz modal alcançada.

A partir da matriz modal que tem como marco inicial os dados da pesquisa domiciliar de origem destino de 2007, foram estimadas pelo Plano de Mobilidade do Natal (STTU, 2022) as

variações aproximadas para os anos de 2022, 2025, 2028 e 2031. Para este trabalho, estendemos a linha tendencial, com a finalidade de analisar as metas até 2050. As projeções de tendências estão representadas na Figura 185.

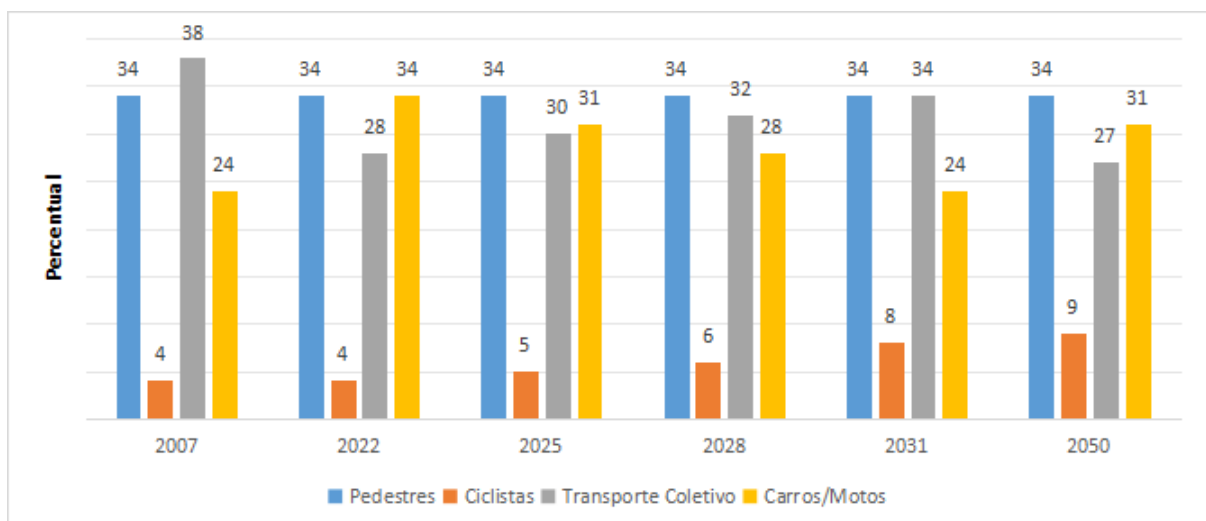
Figura 185: Gráfico da Matriz modal da pesquisa Origem/Destino 2007 e projeções tendências com base em fenômenos nacionais da mobilidade



Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

Com a implantação dos programas e respectivos projetos e ações previstos no Plano de Mobilidade Urbana do Natal, esperam-se os seguintes cenários (Figura 186) desejáveis para os respectivos prazos:

Figura 186: Gráfico da Matriz modal da pesquisa Origem/Destino 2007 e projeções desejáveis com base em fenômenos nacionais da mobilidade



Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

Tendo como base as informações do setor de transporte, considerando as recomendações acima mencionadas e ouvindo os entes municipais, mais notadamente aqueles envolvidos no Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022), foi possível estabelecer metas para o setor. A

estratégia central é o reequilíbrio da matriz modal de transportes, através do aumento de deslocamentos a pé, por bicicleta e transporte coletivo e diminuição do uso de carros e motos, conforme apresentado no referido plano e que serão mostradas a seguir. Assim, para estabelecer cenários mais ambiciosos quanto à redução dos GEE em Natal, serão necessários avanços importantes nos meios de transportes coletivos, os quais também recomendamos adiante.

10.4.2.1 – Meta 01 - Redução dos deslocamentos por transporte individual motorizado

Segundo STTU (2022), no ano de 2007 foi registrado que 24% dos deslocamentos eram realizados em modos individuais. Estima-se um crescimento na última década resultando em um aumento expressivo para a mobilidade individual motorizada em 2022, cujo valor atribuído seria de 34% das viagens. Os prognósticos apontam ainda que, se nada for feito, a participação do transporte individual motorizado continuará aumentando. O Plano de Mobilidade do Município do Natal apresentou o cenário tendencial das viagens motorizadas até 2031, estendido até 2050 pela SEMURB, conforme a Tabela 92.

Tabela 92: Cenário tendencial para transporte individual motorizado

PERÍODO	VIAGENS MOTORIZADAS INDIVIDUAIS (TENDENCIAL)					
	2020	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	69.167	71.325	74.561	78.050	81.702	102.020
Pico Tarde	73.512	75.806	79.245	82.953	86.835	108.429
Média Diária	968.627	998.848	1.044.175	1.093.042	1.144.196	1.428.779

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

Sendo o objetivo diminuir a participação dos automóveis e motocicletas na matriz modal, para Natal espera-se atingir os seguintes percentuais: 31% em 2025, 28% em 2028, 24% em 2031 e 31% em 2050. A Tabela 93 aponta os valores desejáveis em termos de viagens ao longo do dia:

Tabela 93: Cenário desejável para transporte individual motorizado

PERÍODO	VIAGENS MOTORIZADAS INDIVIDUAIS (DESEJÁVEL)				
	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	71.325	67.982	64.276	57.672	31.815
Pico Tarde	75.806	72.253	68.314	61.295	33.813
Média Diária	998.848	952.042	900.152	807.668	445.605

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

A redução da participação do transporte individual motorizado resultará em benefícios de várias naturezas, destacam-se: redução no consumo geral de combustíveis e emissão de gases poluentes; redução de tempo gasto em deslocamentos; redução nos níveis de estresse da população; redução nos níveis de ruídos causadores de poluição sonora; liberação de áreas expressivas do sistema viário para os modos ativo e coletivo, bem como para realização de outras funções sociais do espaço público (STTU, 2022).

10.4.2.2 – Meta 02 - Aumento dos deslocamentos a pé

O Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022), tendo como base o transporte motorizado individual e sua influência na matriz modal, infere também a tendência de evolução no número de viagens médias diárias para os modos não motorizados e coletivos. Assim, no caso dos não motorizados, foi inferido que 10% dos deslocamentos ativos realizados por ciclistas e 90% por pedestres no cenário tendencial. Este resultado de 90% para os deslocamentos a pé, em termos

absolutos, representa 34% na matriz modal do município. Dessa forma, ao estender as informações da STTU até 2050, tem-se a seguinte tendência para pedestres na Tabela 94.

Tabela 94: Cenário Tendencial para mobilidade a pé

PERÍODO	DESLOCAMENTOS DE PEDESTRE (TENDENCIAL/DESEJÁVEL)				
	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	71.745	75.000	78.509	82.183	102.976
Pico Tarde	76.252	79.711	83.441	87.346	109.446
Média Diária	1.004.724	1.050.317	1.099.472	1.150.927	1.442.183

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

Segundo a STTU (2022), esta participação estimada é uma boa proporção, alegando o fato de deslocar-se a pé geralmente ser uma escolha do cidadão para percursos curtos, de até 2Km, em virtude do clima quente do município do Natal. Apesar de não projetar um aumento na participação de pedestres na matriz modal do Natal, o plano aponta a necessidade da valorização do caminhar como principal modo de deslocamento.

Essa valorização é esperada a partir de intervenções físicas de qualificação de calçadas e travessias e de medidas de aprimoramento da segurança e educação para o trânsito. A arborização urbana também deve estar bem inserida no processo, amenizando os impactos climáticos, tornando o caminhar uma opção mais convidativa para a população.

10.4.2.3 – Meta 03 - Aumento dos deslocamentos por bicicleta

Dentre as soluções de transporte não motorizado, através de veículos que potencializam o movimento, a STTU (2022) considera a bicicleta como a solução mais acessível economicamente e menos poluente (não polui em seu uso, apenas em sua produção). No caso do Natal, um bom estímulo ao uso deste meio de transporte poderá resultar em reduções importantes nas emissões de GEE, tendo em vista o cenário atual onde este modal corresponde a apenas 10% dos transportes não motorizados, que em termos absolutos correspondeu a cerca de 4% da matriz modal do município em 2022 (STTU, 2022). Em viagens médias diárias, o cenário tendencial (Tabela 95) adaptado até 2050 seria:

Tabela 95: Cenário Tendencial para mobilidade por bicicleta

PERÍODO	DESLOCAMENTOS POR BICICLETA (TENDENCIAL)				
	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	8.391	8.771	9.182	9.612	12.044
Pico Tarde	8.918	9.322	9.759	10.215	12.799
Média Diária	117.511	122.844	128.593	134.611	168.676

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

A expectativa segundo a STTU é que, com a implantação dos projetos e ações previstos no Plano de Mobilidade Urbana do Natal, a participação da bicicleta aumente nos próximos anos. Segundo o plano, atualmente a extensão da rede cicloviária do Natal é de 86,24 km, devendo ser ampliada gradativamente chegando a 138,45 Km em 2031. Com isso, espera-se que a participação de ciclistas na matriz modal passe de 4% para 8%. Estendendo a tendência para 2050, espera-se uma participação de 9% da mobilidade por bicicleta na matriz modal do Natal. Em termos de deslocamentos e horários, o cenário desejável apresenta os valores na Tabela 96.

Tabela 96: Cenário desejável para mobilidade por bicicleta

PERÍODO	DESLOCAMENTOS POR BICICLETA (DESEJÁVEL)				
	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	7.972	10.965	13.774	19.224	40.407
Pico Tarde	8.472	11.654	14.639	20.432	42.948
Média Diária	111.636	153.555	192.890	269.223	565.898

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

10.4.2.4 – Meta 04 - Aumento dos deslocamentos por transporte coletivo

Conforme a matriz modal tendencial do Natal (Figura 185), em 2007, as viagens em modos coletivos corresponderam a 38% do total de viagens realizadas. Em virtude da tendência de redução gradual do uso do transporte coletivo, o plano de mobilidade urbana do município estabelece, como situação desejável, que os modos coletivos alcancem 34% da matriz de viagens em 2031, aproximando-se novamente dos índices de 2007. A adaptação da tendência desejável da participação de 27% dos transportes coletivos na matriz modal do Natal até 2050. Em termos de deslocamentos e horários, os cenários tendencial e desejável do transporte coletivo estão apresentados nas Tabela 97 e Tabela 98, respectivamente.

Tabela 97: Cenário tendencial para mobilidade coletiva

PERÍODO	DESLOCAMENTOS POR TRANSPORTE COLETIVO (TENDENCIAL)				
	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	58.738	57.017	55.094	52.866	41.274
Pico Tarde	62.428	60.599	58.555	56.187	43.867
Média Diária	822.581	798.487	771.559	740.362	578.058

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

Tabela 98 – Cenário desejável para mobilidade coletiva

PERÍODO	DESLOCAMENTOS POR TRANSPORTE COLETIVO (DESEJÁVEL)				
	2022	2025	2028	2031	2050
Pico Manhã	58.738	65.789	73.459	81.702	127.343
Pico Tarde	62.428	69.922	78.073	86.835	135.343
Média Diária	822.581	921.331	1.028.745	1.144.196	1.783.408

Fonte: SMCA/SEMURB – 2024, adaptado do Plano de Mobilidade Urbana do Natal (STTU, 2022).

Vale ressaltar que o estímulo aos deslocamentos por transporte coletivo através do fortalecimento do sistema e tornando-o mais atrativo a novos usuários, com a gradual eletrificação da frota não deve se resumir apenas ao sistema rodoviário. O sistema de transporte público do Natal precisa avançar também nos ramos ferroviário e hidroviário. Para se ter uma ideia, segundo informações da Mobilize Brasil (Mobilize, 2022) A Região Metropolitana de Natal possui 57,9 Km de trilhos implantados e 24 estações, onde o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) transportou em 2022 uma média de 14,9 mil passageiros por dia, o que é pouco expressivo se comparado aos 300 mil passageiros diários transportados por ônibus na capital. A adoção de medidas para o estímulo a este modal, ainda pouco explorado no Município do Natal, repercutiu significativamente na redução dos impactos ambientais. Segundo Brasil (2016, p. 26),

[...] Quanto à emissão de gases nocivos, o trem polui, por passageiro transportado, 60% menos do que o carro e 40% menos do que o ônibus. Apesar de o setor sobre trilhos ser responsável por apenas 3,8% da matriz de transporte de passageiros no Brasil, ele é responsável por retirar das ruas cerca de 1,1 milhão de carros e 16 mil ônibus.

Neste sentido, a opinião técnica no setor é que no quadro nacional, elevar a participação do transporte ferroviário de passageiros para um patamar entre 25% a 30% da matriz nos próximos

10 anos, seria considerado um bom começo (Brasil, 2016, p. 30).

Quanto ao transporte hidroviário, vale ressaltar que Natal possui uma hidrovía importante ainda pouco utilizada, o Rio Potengi, que liga três regiões administrativas da cidade. No passado, possuiu transporte regular de passageiros e veículos entre os bairros Ribeira (Região Leste) e Redinha (Região Norte), serviço este, há anos desativado. A implantação e o estímulo à utilização deste modal é uma opção possível, que funcionando de forma interligada com os outros modais, poderá de fato melhorar substancialmente o transporte de massa e contribuir para a redução dos GEE neste setor.

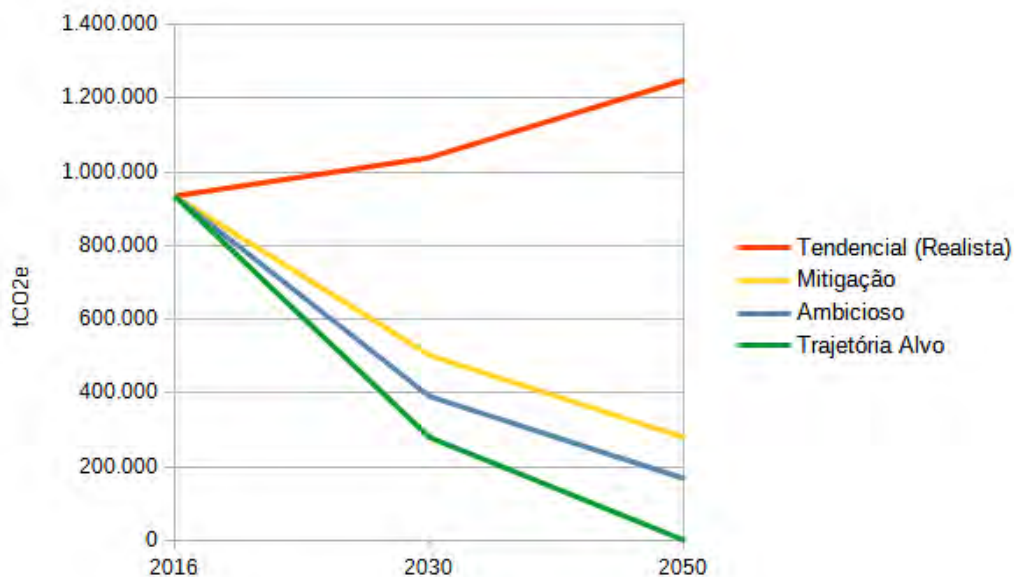
Com as ações de mitigação e adaptação, espera-se que as emissões de GEE (considerando o ano de 2005) no setor transporte sejam reduzidas de 20% e 35% até 2030 e de 50% e 75% até 2050, para os cenários de mitigação e ambicioso, respectivamente. Com base nas metas e ações apresentadas, esperam-se os seguintes cenários descritos na Tabela 99 e Figura 187.

Tabela 99: Cenários de Emissões de GEE, Setor Transportes – Natal 2016 a 2050

CENÁRIO	SETOR TRANSPORTES - EMISSÕES/ANO (TCO ₂ e)		
	2016	2030	2050
Tendencial (Realista)	934.281	1.039.228	1.249.436
Mitigação	934.281	501.674	278.708
Ambicioso	934.281	390.191	167.225
Trajectoria Alvo	934.281	278.708	0

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Figura 187: Gráfico dos Cenários de Emissões de GEE, Setor Transportes – Natal 2016 a 2050



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

10.4.3 - RESÍDUOS

A produção de resíduos sólidos, bem como de efluentes líquidos segue a tendência da população, devendo este setor ser observado com atenção quanto às medidas efetivas de coleta e destinação dos resíduos, bem como a efetiva operação da rede geral de esgotamento sanitário e as respectivas ações de implantação e fiscalização dos órgãos envolvidos, além de medidas de conscientização e educação ambiental.

Neste setor, as ações recomendadas pelo Observatório do Clima são:

- Adotar rotas tecnológicas que incluam o tratamento biológico centralizado (compostagem e/ou digestão anaeróbia);
- Ampliar a cobertura de atendimento dos serviços de esgoto, considerando a totalidade do município;
- Aplicar soluções sustentáveis para os efluentes líquidos tratados, avaliando o potencial de reuso local;
- Aplicar soluções de tratamento de esgoto e lodo adequadas para o contexto rural;
- Promover o aproveitamento energético do biogás em estações de tratamento de esgoto;
- Manejar adequadamente biossólidos considerando frequência de remoção, processamento e reuso ou disposição;
- Aumentar efetividade e sustentabilidade do tratamento de água e efluentes líquidos domésticos tornando mais eficientes os processos energéticos;
- Avaliar medidas para tornar mais efetivo e sustentável o tratamento de água e efluentes líquidos domésticos com o objetivo de minimizar as emissões de gases de efeito estufa;

Em Natal, cuja rede geral de esgotos atende pouco mais da metade da população, espera-se que com a gradual ampliação do sistema acompanhe as recomendações de mitigação, especialmente no que diz respeito ao reuso, redução biológica de emissões e aproveitamento energético. As ações relacionadas ao tratamento de efluentes líquidos devem focar em metas de redução de GEE (considerando os níveis de 2005) na casa dos 25% e 50% até 2030 e 50% e 75% até 2050 para os cenários de mitigação e ambicioso, respectivamente.

Com relação à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos do Município do Natal, são metas importantes para a redução das emissões de GEE no município:

- Estímulo à redução na geração de resíduos;
- Adotar rotas tecnológicas que incluam o tratamento biológico centralizado (compostagem e/ou digestão anaeróbia);
- Fortalecer cooperativas para coleta seletiva de materiais recicláveis e promover a inclusão social de catadores autônomos;
- Implementar um programa de coleta seletiva, promovendo a coleta de resíduos em três frações (orgânico, seco e rejeito);
- Implementar a cobrança pelo serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos;
- Ampliar e fortalecer programas de educação ambiental com foco em gestão de resíduos;
- Incentivar a compostagem doméstica;
- Implementar a compostagem de resíduos orgânicos, em especial de poda das áreas verdes, feiras livres, mercados e equipamentos municipais;

- Implementar coleta e tratamento diferenciados para os resíduos de coco;
- Implementar centrais de triagem mecanizada de materiais recicláveis com atuação de cooperativas e associações de catadores;
 - Analisar o mercado de absorção de recicláveis e estimular o uso de resíduos recicláveis como insumo industrial;
 - Avaliar diferentes rotas tecnológicas que contribuam para a valorização de resíduos recicláveis secos;
- Aproveitar energeticamente o biogás em aterros que apresentam viabilidade técnica;
- Promover captura e destruição do biogás em aterros sanitários que não apresentam viabilidade econômica para geração de energia;
- Avaliar o potencial de implementar a gestão sustentável de resíduos sólidos por meio de consórcios públicos intermunicipais;
- Avaliar viabilidade técnica, econômica e ambiental para a implementação de concessão ou parceria público-privada para o manejo de resíduos sólidos urbanos;

Segundo a Companhia de Serviços Urbanos do Natal (URBANA), responsável pela limpeza pública e manejo de resíduos sólidos do Município do Natal, alguns desafios precisam ser enfrentados, sendo os principais a efetivação do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) no bairro Cidade Nova, com a construção da nova estação de transbordo, melhorias no sistema de coleta de pneus, nos ecopontos e expansão da coleta seletiva.

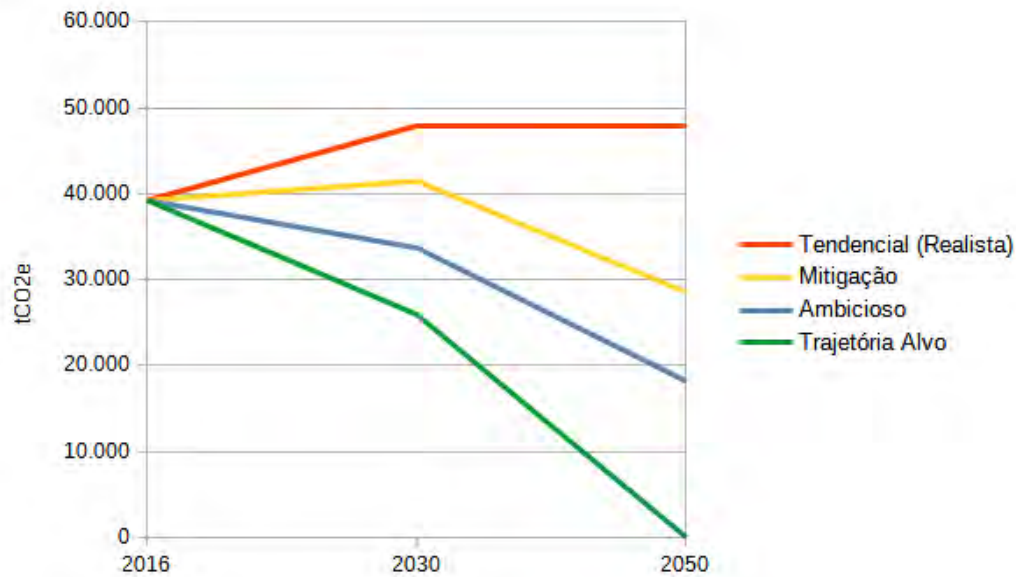
Existem serviços neste sentido previstos no PPA, sendo necessário vencer as deficiências orçamentárias para a plena execução destes. Tendo como base o ano de 2005, o conjunto das ações relacionadas aos resíduos sólidos devem focar em metas de redução de GEE na casa dos 25% e 50% até 2030 e 50% e 75% para os cenários de mitigação e ambicioso, respectivamente. Com base nas metas e ações apresentadas, esperam-se os seguintes cenários referentes à Tabela 100 e Figura 188 para o Setor de Resíduos.

Tabela 100: Cenários de Emissões de GEE, Setor Resíduos – Natal 2016 a 2050

CENÁRIO	SETOR RESÍDUOS - EMISSÕES/ANO (TCO ₂ e)		
	2016	2030	2050
Tendencial (Realista)	39.204	47.806	47.910
Mitigação	39.204	41.452	28.498
Ambicioso	39.204	33.680	18.135
Trajectoria Alvo	39.204	25.908	0

Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

Figura 188: Gráfico dos Cenários de Emissões de GEE, Setor Resíduos – Natal 2016 a 2050



Fonte: SMCA/SEMURB - 2024.

10.4.4 - MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS

Natal possui 168,53 km² de área, da qual 36,69% é destinado às Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs). Esta vocação natural confere ao município um bom acervo natural que pode ser complementado através do uso eficiente dos demais elementos do sistema de espaços livres e áreas verdes, como as áreas verdes, canteiros, parques, bosques e outros. Sabe-se que, a depender de fatores como tamanho, espécie, idade e condições ambientais, árvores de mata atlântica podem sequestrar, por meio da fotossíntese, entre 150 a 200 quilos de gás carbônico nos seus primeiros 20 anos (SOS Mata Atlântica, 2013).

A Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo do Natal, a partir do Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes, desenvolve um trabalho de qualificação e vistoria de 993 áreas espalhadas por todo território municipal, essas estão sendo classificadas de acordo com sua estruturação com base em um índice próprio que vai de 1 (Área Verde invadida) até 5 (Área Verde bem estruturada), conta ainda com a classificação 2 (Área Verde invadida quase em sua totalidade), 3 (Área Verde sem estrutura) e 4 (Área Verde parcialmente estruturada).

10.4.4.1 - Sequestro de Carbono nas Áreas Verdes Municipais

Utilizando das áreas verdes estudadas pelo Setor é possível estimar um sequestro de carbono para o caso em que todas áreas verdes, possíveis de reestruturação (índices 3 e 4), recebem um plantio adequado, de árvores de Mata Atlântica, em quantidade e qualidade. Essas áreas passíveis de reestruturação englobam uma área de 1.926.258,86 m². Avaliando um cenário em que essa área é preenchida com árvores de grande porte, respeitando seu espaço de 12 m entre unidades, é possível trabalhar com 13.225 indivíduos que sequestraram em 20 anos de idade cerca de 2.157,5 toneladas de CO₂.

Em 2022 entrou em vigor o Novo Plano Diretor do Natal que incorpora instrumentos que apoiam e impulsionam as ações relacionadas às mudanças climáticas. Destaca-se a criação do

Plano Municipal para Mudanças Climáticas e do Sistema de Espaço Livres e Áreas verdes, que tem como objetivo assegurar a conservação e recuperação dos serviços ambientais e ecossistêmicos prestado pelos espaços que compõe esse sistema, em especial aqueles relacionados à segurança hídrica, biodiversidade, proteção do solo e regulação climática.

Para a plenitude operacional do Plano Diretor, é imprescindível a efetivação destes instrumentos, bem como a regulamentação e gestão de outros também previstos no referido plano. As recomendações do Observatório do Clima para o setor Mudança de uso da terra e florestas são:

- Incentivar ações de arborização urbana em parques, praças, quintais e calçadas públicas a fim de ampliar a cobertura florestal;
- Estimular a criação e a manutenção de corredores ecológicos municipais e unidades de conservação;
- Promover regularização fundiária, controle na implementação do código florestal e fortalecimento da gestão ambiental;
- Implementar políticas públicas e planos municipais de restauração ecológica;
- Incentivar investimentos em ecoturismo;
- Criar condições para a aplicação de incentivos fiscais (ICMS Ecológico e Verde);
- Estimular e fortalecer cadeias produtivas da sociobiodiversidade com ênfase em inovação e bioeconomia;
- Implementar ações de Pagamento por Serviços Ambientais para a manutenção de serviços ecossistêmicos;
- Fortalecer mecanismos de fiscalização e controle do desmatamento e da exploração ilegal;
- Prevenir e combater incêndios florestais incentivando práticas agrícolas sem queima;

10.4.4.2 – Projeto “Planta Natal”

O sistema de espaços livres e áreas verdes do município, definido pelo Plano Diretor do Natal e devidamente apresentado no capítulo 6 tem como um dos objetivos garantir a conservação e recuperação dos serviços ambientais e ecossistêmicos oferecidos pelos componentes deste sistema. Com a realização do Inventário de Arborização Urbana do Município do Natal, serão possíveis ações mais eficazes para a ampliação da cobertura vegetal do município, definindo condições de escolha e plantio de espécimes vegetais, identificando as áreas mais propícias e planejando e acompanhando ações de plantio, inclusive em projetos que já foram iniciados, como o “Planta Natal” que tem como objetivo o plantio de espécies nativas no município.

O referido projeto desenvolvido pela Prefeitura do Natal tem como objetivo plantar 20 mil árvores de espécies nativas (tais como: Oiti, Pau ferro, Mororó, Cajueiro, Ubaia, Pata de Vaca, Mangabeira, Ipê Roxo/Amarelo/Roxo/Rosa, entre outros) de forma ordenada e adequada por todo território do município, priorizando localidades onde a presença de massa arbórea é insuficiente.

O resultado esperado do projeto é a melhoria no microclima das regiões afetadas, redução da velocidade dos ventos, aumento da umidade atmosférica para refrescar o ar da cidade, redução

da poluição atmosférica e acústica e proteção da fauna, flora e solo da cidade, conseqüentemente será percebido um maior conforto térmico e um benefício estético para a cidade. No presente momento, ocorreu o plantio das 20.000 árvores, com o objetivo de sequestrar cerca de 3.262 toneladas de gás carbônico ao longo dos seus primeiros 20 anos (Figura 189).

Figura 189: Mapa de Áreas verdes do Natal em situações 3 e 4



Fonte: SEMURB, 2024.

10.4.4.3 – Regulamentação de RPPNs no âmbito municipal

A Instituição de Unidades de Conservação (UCs), regulamentada pela Lei Federal Nº 9.985/200 (SNUC), é uma estratégia importante para ampliação de áreas protegidas, principalmente para conservação de recursos e serviços ambientais importantes e proteção de áreas frágeis. Entre as categorias UCs que integram o grupo de Desenvolvimento sustentável está a Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN).

A RPPN consiste em uma unidade de conservação criada pela iniciativa voluntária de proprietários de terras com o objetivo de conservar a diversidade biológica, as paisagens, a beleza cênica e os serviços ambientais que ela produz. São gravadas com perpetuidade, na matrícula do imóvel, sendo que o proprietário não perde sua titularidade.

As RPPNs representam uma importante categoria de UC para ampliação de áreas protegidas, já que possibilitam a participação da iniciativa privada no esforço nacional de conservação. Principalmente se considerarmos que uma vasta maioria das áreas que poderiam ser transformadas em UC's encontra-se nas mãos de particulares (Cavalcanti, 2019). Os entes da federação podem reconhecer RPPN desde que tenham legislação específica para criação destas, com base nos Sistemas Nacional e Estaduais de Unidades de Conservação.

Atualmente, vários municípios possuem legislação própria sobre RPPN e atuam ativamente na criação, apoio à gestão e manejo dessas unidades, visando ampliar o número de áreas protegidas em seu território (Fundação SOS Mata Atlântica, 2018). Assim, Cavalcanti (2019), em seu estudo, analisou a dinâmica de criação das RPPNs por estado, detectou-se uma forte influência das políticas públicas estaduais e municipais como impulsionadoras para criação destas.

Diante desse contexto, o município do Natal, por meio da SEMURB analisa a possibilidade de regulamentação a nível municipal dessa categoria de UC, objetivando o incentivo de criação de RPPNs no território municipal, ampliando as áreas protegidas, que configura uma importante estratégia para adaptação às mudanças climáticas. Já há estudos e propostas de minuta de lei em análise no âmbito da SEMURB, por meio de processo administrativo interno SEMURB - 20221243964.

10.4.4.4 – Estruturação e Manutenção de Áreas Verdes, Unidades de Conservação e Corredores Ecológicos

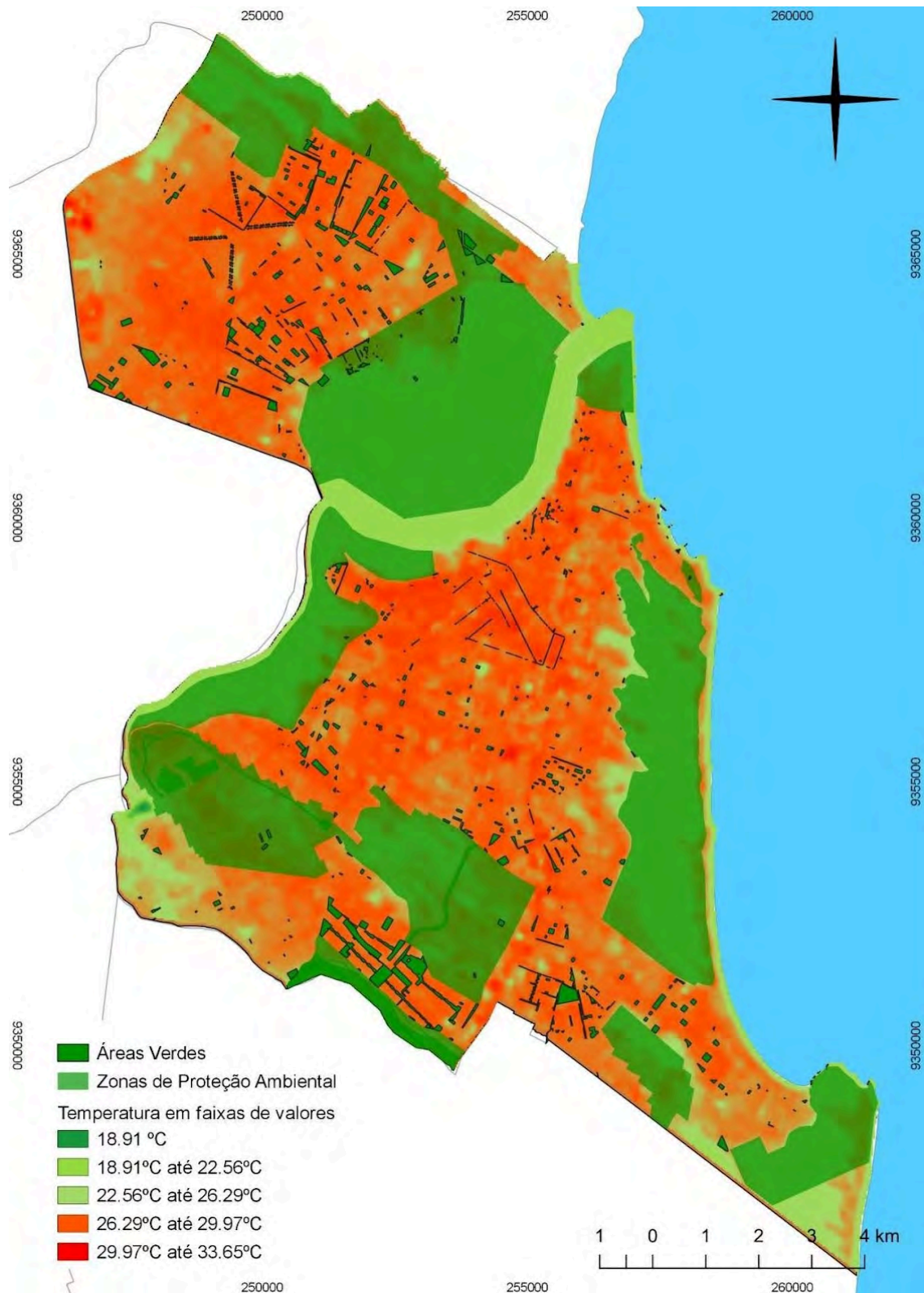
Áreas verdes, unidades de conservação e corredores ecológicos proporcionam diversos benefícios, como a absorção de dióxido de carbono (CO₂) por meio da fotossíntese das plantas, ajudando a neutralizar parte das emissões. Além disso, as áreas verdes atuam como sumidouros de carbono, armazenando CO₂ e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

A preservação das unidades de conservação e a criação de corredores ecológicos permitem a conectividade entre os espaços verdes, facilitando a movimentação da fauna e a dispersão de polinizadores, o que é essencial para a manutenção dos ecossistemas e a promoção da biodiversidade. Essas medidas auxiliam na redução das emissões de GEEs, além de proporcionarem benefícios sociais e melhor qualidade de vida para os habitantes urbanos.

Outro benefício dessas ações são obtenção de uma melhora no conforto térmico da cidade, segundo estudos realizados pelo Setor de Mudanças Climáticas, Arborização e Áreas Verdes cruzando com dados de ZPA (Figura 190) e áreas verdes e temperatura mostra que regiões da

cidade que apresentam maior quantidade de massa arbórea tem uma temperatura abaixo da média e um clima mais agradável à população.

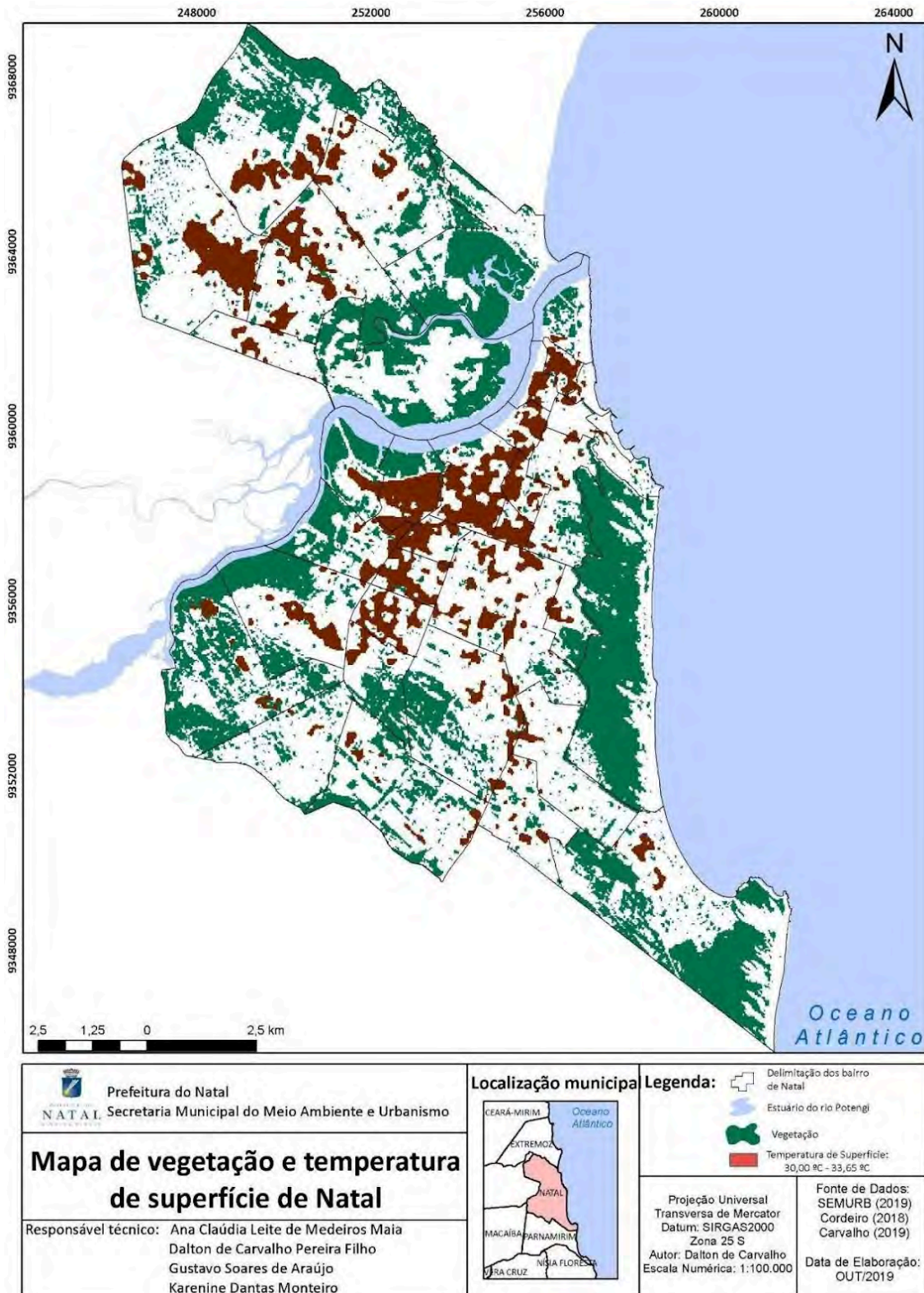
Figura 190: ZPAs, Unidades de Conservação, Áreas Verdes e temperatura



Fonte: SEMURB, 2023.

Outro trabalho do SMCA/SEMURB mostra as áreas de vegetação, informações oriundas do trabalho de Cordeiro (2018), com a temperatura limitada a 30°C, representando que essas temperaturas são atingidas em regiões com pouca ou nenhuma estrutura de ambientes verdes, conforme mapa abaixo (Figura 191).

Figura 191: Mapa da vegetação e temperatura no município do Natal



Fonte: SEMURB, 2023.

10.5 - Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas em Natal – Implantação de Projetos e Desafios do espaço urbano

A Lei nº. 12.187 de 29 de dezembro de 2009, estabelece a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC). A execução das ações decorrentes desta política estão sob a responsabilidade dos entes políticos e dos órgãos da administração pública, e devem observar os princípios da precaução, da prevenção, da participação cidadã, do desenvolvimento sustentável e das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.

Segundo o IPCC (2023), Mitigação das mudanças climáticas é a intervenção humana para reduzir emissões ou melhorar os sumidouros de gases de efeito estufa. Já adaptação às mudanças climáticas nos sistemas humanos, corresponde ao processo de ajuste às condições reais ou esperadas do clima e seus efeitos, a fim de moderar danos ou explorar oportunidades que agreguem benefícios. Nos sistemas naturais, a adaptação é o ajuste às condições reais do clima e seus efeitos, podendo a intervenção humana facilitar o ajuste ao clima esperado e aos seus efeitos.

Mitigação e Adaptação são, portanto, os dois grandes pilares do combate às mudanças climáticas, através de ações harmônicas e complementares entre si, umas limitando as causas (ações de mitigação) e outras trabalhando os seus efeitos (ações de adaptação). Neste processo, o conhecimento do espaço físico, suas dinâmicas e principais fragilidades é o ponto de partida para a efetividade das ações, daí a importância das informações levantadas nos capítulos anteriores.

Segundo a Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) (2018),

[...] é muito importante desenvolver o conhecimento científico dos possíveis impactos decorrentes da mudança do clima e considerá-los na tomada de decisão de planejamento, em especial no planejamento orçamentário e fiscal. (...) As áreas que poderão sofrer mais impactos são: agricultura, recursos hídricos, energias renováveis, saúde humana, ecossistemas e biodiversidade e zonas costeiras. Conseqüentemente, as cidades serão afetadas, trazendo grandes perdas sociais, econômicas e financeiras, diminuição de empregos e migração a regiões menos afetadas por essas mudanças.

As ações de mitigação e adaptação devem, portanto, estar presentes no planejamento urbano que deve priorizar a questão em suas várias temáticas, as quais detalhamos a seguir.

10.5.1 – CONSCIENTIZAÇÃO E MONITORAMENTO

10.5.1.1 - Educação Ambiental - Projeto Mudanças Climáticas nas Escolas

A educação ambiental tem um papel crucial na sensibilização dos alunos para os desafios ambientais contemporâneos, promovendo a compreensão dos efeitos das atividades humanas no ambiente e incentivando a adoção de práticas sustentáveis. Neste cenário, as alterações climáticas surgem como um tema crítico e cada vez mais relevante no âmbito da educação ambiental no nível secundário.

O objetivo do projeto "Mudanças Climáticas nas Escolas" é estimular o conhecimento das transformações climáticas entre os alunos do Ensino Fundamental e Médio de maneira lúdica e envolvente, com a finalidade de promover o interesse pela preservação ambiental. Neste projeto, a Secretaria busca promover palestras nas escolas do município e receber visitas no Parque da

Cidade com o tema das mudanças climáticas. A meta é alcançar pelo menos uma escola em cada bairro do Natal, RN. Atualmente o projeto engloba 20 escolas municipais, alcançando mais de 9.000 alunos.

As alterações climáticas emergem como um tema crítico e cada vez mais relevante no âmbito da educação ambiental, fazendo-se fundamental na sensibilização dos alunos para os desafios ambientais contemporâneos, promovendo a compreensão dos efeitos das atividades humanas no meio ambiente e incentivando a adoção de práticas sustentáveis.

10.5.1.2 - Projeto de monitoramento hidrológico e climático

Conforme o Cemaden (2013), o pluviômetro é um instrumento utilizado para medir e coletar os dados de chuvas. Nesse sentido, nos pluviômetros convencionais a medição é feita e anotada de maneira manual em mm. Dessa forma, os pluviômetros espalhados pelo município criam uma rede de monitoramento diário e tem o objetivo de entender a distribuição das chuvas e dos eventos extremos no município.

Além disso, a partir dos acumulados de chuvas é possível entender e monitorar os níveis das lagoas mais próximas às escolas. Sendo esse conhecimento essencial para compreender os níveis de cotas e de transbordamento de água das lagoas do município do Natal. Assim, o envolvimento das escolas nas coletas de dados torna a educação ambiental sobre o tempo e o clima mais prática e lúdica, criando novas habilidades e experiências acerca da coleta e análise de dados de chuva.

Cabe destacar que para realização do projeto foram estabelecidos parcerias entre a SEMURB, Secretaria Municipal de Educação (SME) e o Grupo de Estudos Observacionais e de Modelagem da Interação Biosfera-Atmosfera (GEOMA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Com isso, foram selecionadas vinte escolas para receber 20 pluviômetros manuais (Figura 192), atendendo 9.291 alunos. Outros pluviômetros que também auxiliam no acompanhamento hidrológico e climático são: 2 pluviômetros manuais, sendo um na SEMURB (L01) e outro em parceria entre o setor público e privado (SP01), além de 7 pluviômetros automáticos do CEMADEN e 1 pluviômetro automático do INMET. Assim, o projeto tem como objetivo contribuir com a educação ambiental nas escolas municipais e monitorar as cotas de água nas lagoas através da distribuição de chuvas (mm) e para mitigar os efeitos das mudanças climáticas no município do Natal.

Figura 192: Pluviômetro manual com suporte de 140-150 mm

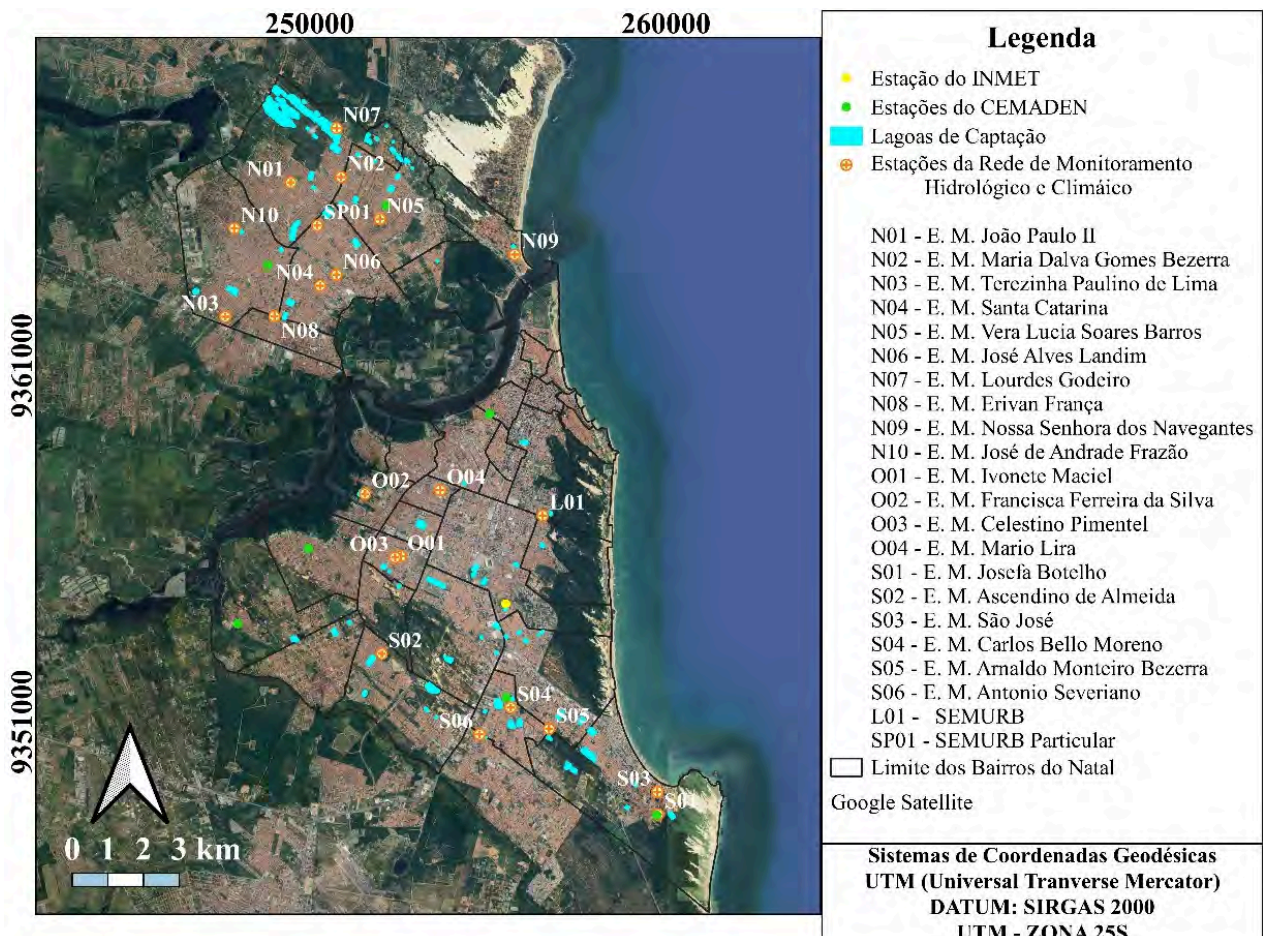


Fonte: SEMURB/Secretaria Municipal de Educação (SME)/Escolas, 2024.

Dessa forma, as escolas selecionadas que estão próximas às lagoas foram: N01 Escola Municipal (E.M.) João Paulo II (843 alunos); N02 E.M. Maria Dalva Gomes Bezerra (457 alunos); N03 E.M. Terezinha Paulino (860 alunos); N04 E.M. Santa Catarina (234 alunos); N05 E.M. Vera Lúcia (521 alunos); N06 E.M. José Alves Landim (451 alunos); N07 E.M. Lourdes Godeiro (149 alunos); N08 E.M. Erivan França (395 alunos); N09 E.M. Nossa Senhora dos Navegantes (278 alunos); N10 E.M. José de Andrade Frazao (772 alunos); O01 E.M. Ivonete Maciel (456 alunos); O02 E.M. Francisca Ferreira (698 alunos); O03 E.M. Celestino Pimentel (626 alunos); O04 E.M. Mario Lira (278 alunos); S01 E.M. Josefa Botelho (573 alunos); S02 E.M Ascendino de Almeida (670 alunos); S03 E.M. São José (158 alunos); S04 E.M. Carlos Bello Moreno (272 alunos); S05 E.M. Arnaldo Monteiro Bezerra (276 alunos); S06 E.M. Antônio Severiano (324 alunos).

Para manter um melhor controle dos equipamentos, foi criado um código que inicia-se com sua zona administrativa (Norte, Sul, Leste e Oeste) e finaliza com sua numeração (Figura 193).

Figura 193: Mapa das estações do INMET, CEMADEN, lagoas de captação e escolas que receberam os pluviômetros



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

10.5.1.3 - Sala de Monitoramento

Atualmente, as mudanças climáticas globais apresentam-se como uma emergência ambiental, cujos impactos abrangem a sociedade em diferentes escalas. Com isso, a sala de situação para monitoramento meteorológico e estudos climáticos, tem como objetivo realizar o monitoramento meteorológico e pesquisas relacionadas às mudanças climáticas, energias renováveis e desastres socioambientais no município do Natal.

Nesse contexto, a sala de situação será responsável por analisar, monitorar e responder a acerca dos eventos meteorológicos no município. Assim, será acompanhado em tempo real a atmosfera por meio de satélites, radares e estações meteorológicas. Acompanhado disso será possível realizar análises de dados para coordenar respostas às condições meteorológicas e climáticas extremas para mitigar os impactos de desastres socioambientais à população, e realizar estudos de análise após os eventos meteorológicos.

10.5.1.4 - Conforto Térmico

Nos últimos anos, as mudanças climáticas, impulsionadas pelas atividades humanas e pela construção mal planejada, têm gerado ambientes cada vez mais quentes e desconfortáveis, prejudicando a saúde humana e animal. O estudo de conforto térmico é fundamental para identificar possíveis ilhas de calor, melhorar espaços públicos em períodos secos e chuvosos, reduzir as sensações extremas de temperatura em áreas internas e externas, aprimorar o desempenho de atividades físicas ao ar livre, e contribuir para a sustentabilidade, diminuindo o uso excessivo de aparelhos de refrigeração.

Além disso, uma questão importante em estudos de ilhas de calor urbanas e conforto térmico está relacionada ao transporte de energia nos "canyons" urbanos, que varia de acordo com o dossel urbano. O uso de modelos, como o PALM-4U, pode nos auxiliar a entender melhor como as áreas verdes na cidade contribuem para uma melhora no conforto térmico urbano através da redistribuição de energia.

Para isso, é necessário entender como são os fluxos superficiais de energia e a distribuição espacial da temperatura na área urbana, tanto na horizontal quanto seus perfis verticais ao longo da cidade. As medidas de fluxos superficiais podem ser obtidas com a instalação de uma estação micrometeorológica no ambiente urbano enquanto a distribuição de temperatura pode ser obtida com o uso de estações meteorológicas espalhadas pela cidade, transectos ao longo da cidade utilizando veículos e drones para as medidas dos perfis verticais.

10.5.1.5 - Estoque de Carbono

Áreas municipais atualmente subutilizadas ou desmatadas, apresentam oportunidades valiosas para iniciativas de reflorestamento e regeneração natural, contribuindo de forma significativa para a mitigação das mudanças climáticas. O plantio nessas regiões poderia gerar um estoque de carbono estimado em 10.020,00 t/ha (50 t/ha em 200,40 ha). Além de oferecer serviços ecossistêmicos essenciais, como a proteção da biodiversidade e a regulação do ciclo hídrico, a restauração dessas áreas desempenharia um papel fundamental no fortalecimento dos esforços de conservação ambiental.

10.5.2 - REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

Em Natal, cabe à Secretaria Municipal de Habitação e Regularização Fundiária formular, executar e acompanhar a Política Municipal de Habitação e de regularização fundiária de forma integrada à Região Metropolitana do Natal, mediante programas de acesso da população à habitação, bem como à melhoria da moradia e das condições de habitabilidade como elemento essencial no atendimento do princípio da função social da cidade.

A regulação do uso do solo urbano é fundamental para as estratégias de adaptação das cidades às mudanças climáticas. A promoção da regularização fundiária e urbanização em áreas ocupadas por população de baixa renda mediante as legislações de uso e ocupação do solo e edificações, considerando os aspectos ambientais, corrigindo as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, evitando os usos excessivos ou inadequados do solo em relação à infraestrutura urbana e as características do ambiente.

As ações no campo da Regularização fundiária, devem estar baseadas em estudos e diagnósticos das áreas que possuem risco definido e ou possuam risco potencial de erosão e

movimentos de massa, alagamentos e inundações, com o desenvolvimento de projetos de adequação e outras soluções, inclusive eventuais realocações de pessoas, em observação aos termos da legislação vigente. Neste sentido, tem-se a Lei Federal nº. 13.465 de 11 de julho de 2017 (regularização fundiária), o Plano Diretor do Natal (Lei complementar 208 de 07 de março de 2022) e o Plano Local de Habitação de Interesse Social (Natal, 2015).

10.5.3 - DEFESA CIVIL E MONITORAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

A Defesa Civil do Natal, coordenada pela Secretaria Municipal de Segurança Pública e Defesa Social (SEMDES), atua exercendo um conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais, reabilitadoras e reconstrutivas, destinadas a evitar desastres ou minimizar seus impactos para a população e restabelecer a normalidade social. Tem o objetivo de reduzir os riscos e os danos sofridos pela população em caso de desastres e age antes, durante e depois de sinistros por meio de ações distintas e inter-relacionadas compreendidas pelos pilares: Prevenção, Mitigação, Resposta e Recuperação.

Segundo informações da SEMDES, o principal desafio da Defesa Civil do Natal é a resposta às ocorrências de desastres, decorrentes da convivência da população nos entornos das lagoas de captação de águas pluviais, nas margens dos rios e na região costeira. Além destes, cenários de riscos de deslizamentos de terra que ocorrem em regiões de encostas densamente povoadas sujeitas a possíveis movimentos de massa e/ou rompimento de estruturas de contenção. Situação de vulnerabilidade que pode resultar na destruição de edificações, especialmente residenciais, danos ambientais e até humanos.

Portanto, as vulnerabilidades climáticas do município identificadas pela secretaria em suas áreas de atuação são as relativas a fortes chuvas e ondas de calor. Percebe-se que majoritariamente o público atingido com a maior quantidade de danos temporários ou permanentes na convivência com as mudanças climáticas são os que vivem nas periferias. As principais vulnerabilidades estão especificadas abaixo.

- **Mudanças Climáticas em zonas com vulnerabilidade de encosta:** Mãe Luíza, Comunidade do Jacó, Felipe Camarão, Passo da Pátria, Cidade Nova;
- **Mudanças Climáticas em zonas com vulnerabilidade de convivência com lagoas de captação de águas pluviais:** Nossa Senhora da Apresentação (Jardim Primavera, Jardim Progresso, Aliança e Vale dourado), Lagoa Azul (Conj. José Sarney), Potengi (Conj. Santarém), Neópolis (Conj. Pirangi);
- **Mudanças Climáticas em zonas com vulnerabilidade de convivência com o Rio:** Igapó (comunidade Beira Rio), Pajuçara/Redinha (Comunidade Rio Doce);
- **Mudanças Climáticas em zonas com vulnerabilidade de erosão costeira:** Ponta Negra (região do calçadão da praia de ponta negra e morro do careca);
- **Mudanças Climáticas em zonas com vulnerabilidade a Ondas de Calor:** Pode-se dizer que as comunidades das periferias são as mais afetadas. Entretanto, faz-se necessário aprofundar mais os estudos e levantamentos sobre o assunto.

No intuito de tornar a cidade mais resiliente, foi elaborado o Plano de Contingência da Cidade do Natal (PLANCON), Versão 1.1 (2022/2023), resultado de uma parceria técnico-científica entre a Secretaria Municipal de Segurança Pública e Defesa Social e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, através do Grupo de Extensão e Pesquisa em Ergonomia (GREPE) e do

Núcleo de Pesquisa sobre Desastres (NUPED). O PLANCON-Natal é um documento de referência para as ações de resposta à emergência no enfrentamento de situações de riscos e desastres, que possibilita a aproximação dos órgãos municipais e aumenta a integração e interdisciplinaridade das ações, avançando as discussões relativas à gestão municipal de riscos.

Outro documento importante e essencial às ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, é o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR). O primeiro PMRR do Natal, elaborado em 2008 trouxe resultados de levantamentos sistemáticos das áreas suscetíveis a desastres relacionados a atividades antrópicas ou eventos naturais. Atualmente está em processo de elaboração uma nova versão do PMRR do Natal, numa parceria do Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Periferias, FioCruz, (NUPED/UFRN) e Prefeitura do Natal. A previsão de lançamento da nova versão do PMRR-Natal é para o 1º semestre de 2025.

Diante dos cenários recentes de eventos climáticos extremos por chuva, como os ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul em 2024, bem como, os de ondas de calor no Estado do Rio de Janeiro, os impactos no clima mundial estão cada vez mais perceptíveis. Por isso, é urgente a necessidade de investimentos em políticas públicas de convivência com as mudanças climáticas, como também, de mitigação dos danos que elas podem causar à população.

A criação de novas entidades para atuar nas ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas dentro da estrutura organizacional, a destinação de fundos específicos de recursos e o estabelecimento de parcerias com as instituições acadêmicas também são passos importantes. Sugere-se a criação de colegiados como uma “Comissão Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas”, de caráter executivo, para a criação de fóruns, debates, eventos, articulações de projetos e um “Comitê técnico Intersetorial sobre Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas” para o planejamento das ações.

10.5.4 – DINÂMICA COSTEIRA E AUMENTO DO NÍVEL DO MAR GLOBAL

A manutenção da integridade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no planeta requer a manutenção eficaz e justa de cerca de 30 a 50% das áreas terrestres, de água doce e oceânicas do planeta, incluindo os ecossistemas quase naturais existentes (CA) (IPCC, 2023). Ao manter, proteger e restaurar os ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e oceânicos, é possível reduzir a vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos às mudanças climáticas, reduzindo a erosão costeira e inundações, e aumentando a absorção e armazenamento de carbono caso o aquecimento global seja limitado (CM) (IPCC, 2023). Assim, a recuperação das áreas de pesca superexploradas ou esgotadas diminui os efeitos negativos das mudanças climáticas no setor pesqueiro (CM) e promove a segurança alimentar, a biodiversidade, a saúde humana e o bem-estar (CA) (IPCC, 2023).

A recuperação de ecossistemas costeiros vegetados, tais como manguezais, recifes de maré e pradarias de gramíneas marinhas (também conhecidos como ecossistemas costeiros de "carbono azul"), pode contribuir para a redução das mudanças climáticas. Isso ocorre pelo aumento da absorção e armazenamento de carbono, o que representa aproximadamente 0,5% das emissões globais anuais atuais (CM) (IPCC, 2019). Aperfeiçoar a proteção e a gestão desses ecossistemas pode diminuir suas emissões de carbono. Além disso, essas ações trazem diversos outros benefícios, como proteger contra tempestades, melhorar a qualidade da água e beneficiar a biodiversidade e a pesca (CA) (IPCC, 2019). Nesse sentido, aprimorar a medida do armazenamento de carbono e dos fluxos de gases de efeito estufa nesses ecossistemas costeiros diminuirá as incertezas atuais relacionadas à medição, relato e verificação (CA) (IPCC, 2019).

Com a utilização de ferramentas de gestão de ecossistemas, como a relocação assistida de espécies e a aquacultura de corais, é possível melhorar a adaptação baseada em ecossistemas (CA). As iniciativas são mais bem-sucedidas quando contam com o apoio da comunidade, são fundamentadas na ciência e incorporam o saber local e indígena. Além disso, precisam de ajuda a longo prazo, incluindo a diminuição ou a eliminação de estressores não climáticos, e são mais eficientes em níveis mais baixos de aquecimento global (CA) (IPCC, 2019).

A energia renovável oceânica pode contribuir para a redução das mudanças climáticas, englobando a exploração de energia de ventos *offshore*, marés, ondas, gradientes térmicos e de salinidade, além de biocombustíveis de algas. A crescente demanda por fontes alternativas de energia pode criar oportunidades econômicas para o setor de energia renovável oceânica (CA), embora seu potencial também possa ser afetado pelas mudanças climáticas (CB) (IPCC, 2019).

Medidas de acomodação na costa, tais como sistemas de alerta precoce e construções resistentes a inundações, geralmente são acessíveis e altamente vantajosas em relação ao custo atual do mar (CA). Contudo, com o aumento do nível do mar e as ameaças costeiras, algumas dessas medidas se tornam menos eficientes, a menos que combinadas com outras ações (CA).

Opções, como proteção, acomodação, adaptação baseada em ecossistemas, avanço costeiro e realocação planejada, se houver locais alternativos disponíveis, podem desempenhar funções relevantes nessas respostas integradas (CA). Em áreas com pequenas comunidades ou após um desastre, a diminuição do risco por meio de realocações costeiras planejadas deve ser considerada, caso existam locais alternativos seguros. Entretanto, essa transferência planejada pode enfrentar obstáculos sociais, culturais, financeiros e políticos (CA) (IPCC, 2019).

O Plano Diretor do Natal em seu art. 23 estabelece a Área Especial Costeira e Estuarina, formada pela Orla Marítima e pelo Estuário Potengi-Jundiaí, considerando a Orla Marítima como a faixa contida na Zona Costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar, definida a partir dos critérios estabelecidos pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) – Lei Federal nº 7.661, de 16 de março de 1988, e alterações, dividida em Praia ou conjunto de praias e outras estruturas da linha da costa dos Bairros Ponta Negra, Mãe Luiza, Areia Preta, Praia do Meio, Santos Reis, Redinha e a Via Costeira.

O referido Plano de Gerenciamento conceitua a Zona Costeira em seu art. 2º como o [...] o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre. Mais adiante, a importância deste espaço foi claramente reconhecida pelo Plano, em seu art. 6º quando estabeleceu a obrigatoriedade de realização de estudo prévio de impacto ambiental (EPIA), nos seguintes termos:

[...] Art. 6º. O licenciamento para parcelamento e remembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades com alteração das características naturais da Zona Costeira, deverá observar, além do disposto nesta lei, as demais normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro.

[...] § 1º. A falta ou o descumprimento, mesmo parcial, das condições do licenciamento previsto neste artigo serão sancionados com interdição, embargo ou demolição, sem prejuízo da cominação de outras penalidades previstas em lei.

[...] § 2º Para o licenciamento, o órgão competente solicitará ao responsável pela atividade a elaboração do estudo de impacto ambiental e a apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, devidamente aprovado, na forma da lei.

A Zona Costeira portanto deve ser bem definida do ponto de vista legal, para que se cumpram os objetivos do PNGC no tocante a “*eleva a qualidade da vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural*” (art. 2º). A delimitação científica proporcionada pelos estudos técnicos também se faz imprescindível, uma vez que a dinâmica costeira é muito sensível às alterações antrópicas.

A Zona Costeira do Natal, que tem aproximadamente 26 km de extensão e representa cerca de 34% do perímetro total do município, deverá receber um tratamento jurídico especial com restrições na utilização de seus recursos ambientais, adequado a um sistema de licenciamento ambiental condicionado a estudos prévios de impacto ambiental, que considerem, por exemplo, questões como o aumento do nível do mar e a dinâmica costeira em toda a sua extensão, inclusive frente às alterações resultantes de intervenções de contenção recentes e em andamento como, por exemplo, a engorda da praia de Ponta Negra e suas possíveis repercussões.

Considerando a condição de “Área com Potencial de Risco” atribuída pelo Plano de Diretor do Natal (Lei Complementar nº. 208/2022 - Anexo III, mapas 14 e 15), bem como o enquadramento como Área de Preservação Permanente (APP) conferido pelo art. 4º, incisos VI e VIII do Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), recomenda-se a realização de estudos periódicos por especialistas para o acompanhamento da dinâmica costeira, com vistas à proteção ambiental das regiões costeiras do município e ao planejamento de ações efetivas voltadas à utilidade pública, ao interesse social e às atividades de baixo impacto ambiental para que estas áreas possam desempenhar a destinação prevista pela legislação, no sentido da preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade do solo e da biodiversidade.

The background of the slide features a low-angle shot of a tree with green and yellow leaves on the left side, and a white building with windows on the right side, set against a clear blue sky. A solid blue horizontal band is positioned across the middle of the image, containing the title text.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Capistrano de. **Capítulos de história colonial** [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisa Social, 2009. 195 p.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALMEIDA, Laura Ribas et al. Avaliação do clima de ondas da praia de Ponta Negra (RN, Brasil) através do uso do SMC-Brasil e sua contribuição à gestão costeira. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 15, n. 2, p. 135-151, 2015.
- AMARO, Venerando Eustáquio et al. Use of terrestrial LiDAR for quantifying morphological changes in Ponta Negra Beach, Natal City, northeast Brazil. In: **CoastGIS 2013 Conference: Monitoring and Adapting to Change on the Coast, Victoria, BC, Canada**. 2013.
- AMARO, Venerando Eustáquio et al. Multitemporal analysis of coastal erosion based on multisource satellite images, Ponta Negra Beach, Natal City, Northeastern Brazil. **Marine Geodesy**, v. 38, n. 1, p. 1-25, 2015.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW**. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileira-alcanca-200-gw>. Acesso em: 03 set. 2024.
- ANTUNES, Celso & SIMÕES, Edson. **Curso de Geografia do Brasil**. São Paulo: Haper & Row do Brasil, 254 p. 1985.
- ARAÚJO, David Jefferson Cardoso. **Transporte longitudinal de sedimento na zona costeira de Natal/RN**. 2015. 141 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.
- ARAÚJO, Paula Andressa Alves et al. Comparação estatística da irradiação solar incidente entre as cidades de Natal/RN e Apodi/RN durante o verão. In: **Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS**, p. 1-7, 2022.
- BARGOS, Danúbia Caporusso & MATIAS, Lindon Fonseca. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.
- BARROS, Maria Lúcia Cavalcante Moreira de. **Estudo da vulnerabilidade e riscos de contaminação dos aquíferos de Natal-RN pelos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial**. 2003. 263 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.
- BARROS, Antônio Soares et al. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte-CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2885-2895, 2020.
- BEZERRA, Francisco H. R. et al. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast,

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brazil. **Marine Geology**, v. 196, n. 1-2, p. 73-89, 2003.

BORGHETTI, Nadia Rita Boscardin et al. **Aqüífero Guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul**. 2004. 214 p.

BUORO, Michael. **Estimativa do potencial de sequestro de carbono em Reserva Particular de Patrimônio Natural do Bioma Amazônia por meio de Redes Neurais Convolucionais**. 2022. 38 p. Especialização (Inteligência Artificial e Big Data) no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Interior. **Levantamento exploratório do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: SUDENE, 1971. 531p. Boletim 21.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 4340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências, 2002.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. **Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)**, Brasília, DF, Brasil, 2004.

BRASIL. **DECRETO Nº 5.300 DE 7 DE DEZEMBRO DE 2004**. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.

BRASIL. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil** – Brasília: MMA, 2008. 242 p.

BRASIL. **LEI Nº 12.187, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e estabelece seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 9.578**. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 09.12.2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29.12.2009.

BRASIL. **3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção – Quadro da Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/4312>>. Acesso em: 17 out. 2023.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Resultado do Inventário Nacional de Emissões de Gases do Efeito Estufa por Unidade Federativa**, 2022.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Adapta Brasil. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações**. Disponível em: <https://adaptabrasil.mcti.gov.br/>. Acesso em: 04 jul. 2024.
- BRASIL. Secretaria de Mobilidade. **Mobilidade sobre Trilhos – do planejamento à operação**. ANPTrilhos, [2016]. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2018/08/ANPTrilhos-Mobilidade-sobre-Trilhos-web.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- BOTSARIS, Alex. **Medicina Ecológica: Descubra como cuidar da sua saúde sem sacrificar o planeta**. Editora Best Seller, 2020.
- BUENO, Almir de Carvalho. **Visões de República: idéias e práticas políticas no Rio Grande do Norte (1880-1895)**. 1999. 303 p. Tese (Doutorado em História) - Curso de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.
- CASCUDO, Luís da Câmara. **História da Cidade do Natal**. Natal: RN Econômico, 1999.
- CÂMARA, Tereza Catrina Ferreira Fernandes. **Processo erosivo e defesas costeiras das praias de Ponta Negra e Via Costeira, Natal/RN: uma análise estrutural e ambiental**. 2023. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
- CAVALCANTE, Juliana da Silva Ibiapina & ALOUFA, Magdi Ahmed Ibrahim. Percepção de riscos ambientais: uma análise sobre riscos de inundações em Natal-RN, Brasil. **Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía**, v. 2014, n. 84, p. 54-68, 2014.
- CAVALCANTI, Livia Vieira. **A importância das RPPNs na conservação da natureza no Brasil: trajetória, jurisdição e distribuição espacial**. 2019. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- CHEN, Wei-Bo & LIU, Wen-Cheng. Assessing the influence of sea level rise on tidal power output and tidal energy dissipation near a channel. **Renewable Energy**, v. 101, p. 603-616, 2017.
- CHINI, Nicolas et al. The impact of sea level rise and climate change on inshore wave climate: A case study for East Anglia (UK). **Coastal Engineering**, v. 57, n. 11-12, p. 973-984, 2010.
- COMPANHIA Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2020**. São Paulo: CETESB, 2021.
- CORDEIRO, Markes Walles. **Índice de risco a erosão e mapeamento das áreas de risco por erosão de solo em Natal-RN**. 2018. Dissertação (Mestrado em Uso Sustentável de Recursos Naturais) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.
- COSTA, Homero de Oliveira. **A insurreição comunista de 1935: Natal, o primeiro ato da tragédia**. São Paulo: Ensaio; Natal: Cooperativa Cultural Universitária do Rio Grande do Norte, 1995.
- COSTA, Ademir A. da. **A verticalização e as transformações do espaço urbano de Natal– RN**. Tese

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Doutorado em Geografia) – Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

COSTA, Franklin Roberto et al. Análise das vulnerabilidades natural e ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (RN). **Revista Geociências**, v. 40, n. 2, p. 459-475, 2021.

CRUVINEL, Paulo Estevão. Produção sustentável e com valor agregado. **Documento técnico** apresentado ao Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo. São Paulo, 2023.

CURITIBA, Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa da cidade de Curitiba: ano-base 2016**, Prefeitura de Curitiba, 2019. 50 p.

CUNHA, Gersonete S. da. **Natal: a expansão territorial urbana**. EDUFRN, Natal, 1991.

C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP; ICLEI - LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY. Global Protocol for Community – **Scale Greenhouse Gas Emission Inventories**. Londres, 2014. Disponível em: <<https://iclei.org/>>. Acesso em: 17 out. 2023.

C40 Cities Climate Leadership Group and Arup Consultancy. Deadline 2020: **How Cities Will Get The Job Done**. Londres, 2016. Disponível em: <<https://www.c40.org/news/c40-arup-support-climate-action-cities/>>. Acesso em: 17 out. 2023.

C40 Cities Climate Leadership Group. **Cities Have the Power to Change the World**. Londres, 2019. Disponível em: <<https://www.c40.org/cities/>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

C40 Cities Climate Leadership Group. **City greenhouse gas emissions interactive dashboard**. Londres, 2019. Disponível em: <https://www.c40knowledgehub.org/s/article/C40-cities-greenhouse-gas-emissions-interactive-dashboard?language=en_US>. Acesso em: 17 out. 2023.

DE AZEVEDO, Tasso Rezende et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Scientific data**, v. 5, n. 1, p. 1-43, 2018. doi: 10.1038/sdata.2018.45

DE CASTRO, Francielly Podanoschi. **Compliance Ambiental**. Editora Thoth, 2022.

DE MOURA, Diogo Felipe Santos et al. Saneamento básico e saúde pública: uma análise dos níveis de Nitrato da água consumida pela população do bairro Pajuçara–Natal/RN. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 565-574, 2016.

DE SENA, Lourenço Paes. **Convivência com as Secas: Ideias de um sábio do Semiárido**. Viseu, 2022.

DILL, Silvana Oliveira. **Populações vulneráveis e a suscetibilidade aos efeitos dos desastres ambientais: uma abordagem jurídica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Direito) do Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4020>>. Acesso em: 11 out 2023.

EFRON, Bradley; TIBSHIRANI, Robert J. *An introduction to the bootstrap*. **Dordrecht: Springer Science+Business Media**, 1993. (Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1993).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EGGLESTON H. S. et al. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. **IGES**, Japan, 2006.

ENAP. Escola Nacional de Administração Pública. **Impactos da Mudança do Clima para a Gestão Municipal**. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3180/1/M%C3%B3dulo%2003%20-%20Adapta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2024.

EVTEA - Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental. **Documento técnico** apresentado pela Tetra Tech. Brasil, 2016.

FERREIRA, Angela Lúcia de Araújo & QUEIROZ, L. A participação do sistema de incorporação na produção do espaço urbano em Natal. In: RIBEIRO, Luis C. de Q. et al (orgs.). **A crise da moradia nas grandes cidades: da questão da habitação à reforma urbana**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.

FIEDLER, Maria Fernanda Mendes. **Dinâmica estuarina em cenários de aumento do nível do mar: estuário de Santos, SP**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FIORATI, Jete Jane. A Convenção das Nações Unidas sobre Direito do Mar de 1982 e os Organismos Internacionais por ela criados. **Revista de informação legislativa**, 1997.

FONG, Wee Kean & MICHAEL Doust (C40). **Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories**. An accounting and reporting standard for cities. United States of America, 2014.

FOTI, Enrico et al. Coastal defence techniques and climate change: a review. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, v. 31, n. 1, p. 123-138, 2020.

FREIRE, Julliana Larise Mendonça et al. Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 1, p. 429-444, 2011.

FRIEDLINGSTEIN, Pierre et al. Global carbon budget 2020. **Earth System Science Data Discussions**, v. 2020, p. 1-3, 2020.

GERMANO, José Willington. **Lendo e aprendendo: a campanha de pé no chão**. São Paulo: Autores associados; São Paulo: Cortez, 1989. (Coleção Teoria e Prática Sociais).

GONZÁLEZ, Leandro Mariano & TORRES, Víctor Eduardo. **Estimaciones de población en áreas menores en América Latina: revisión de métodos utilizados**. Repositório Digital Universitário (RDU-UNC), p.105-137, 2013.

GRIMM, Alice & ACEITUNO, Patricio. El niño, novamente!. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, p. 351-357, 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUERRA, Antonio José Teixeira & GUERRA, Antonio Teixeira. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 16, 2012.

HALL, Peter. **The bootstrap and Edgeworth expansion**. New York, NY: Springer-Verlag, 1992.

HARDER, Isabel Cristina Fialho et al. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, v. 30, p. 277-282, 2006.

HIDROSERVICE - ENGENHARIA LTDA. **Plano estadual de recursos hídricos**. São Paulo: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, 1999. 263 p.

HOEFEL, Fernanda Gemaél. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. 1998.

HOLANDA, Sérgio Buarque. **Raízes do Brasil**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1968.

HOLANDA, Sérgio Buarque de. **Raízes do Brasil**. 26 edição. São Paulo: Companhia das Letras, p. 169-188, 1995.

HOLANDA, Sérgio Buarque de. **Raízes do Brasil**. São Paulo, Cia. Das Letras, 1999.

HONAKER, James et al. Amelia II: A program for missing data. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 45, n. 7, p. 1–47, 2011. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v045i07/v45i07.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

HOUGHTON, John. **Global Warming: The complete briefing**. 3. ed. Cambridge University. 2004.

ICLEI – **Governos Locais Pela Sustentabilidade, Secretariado Para América do Sul**. Programa Cidades Sustentáveis: Guia de Ação Local Pelo Clima. São Paulo, 2016.

IDEMA. **Unidades de Conservação da Natureza Estaduais do RN**. In: Área de Proteção Ambiental Jenipabu - APAJ. [S. l.], 23 jul. 2021. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=943&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o>. Acesso em: 5 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e estados. **Atlas do censo demográfico 2020**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/natal/panorama>>. Acesso em: 05 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/natal.html>>. Acesso em: 11 out 2023.

IDSC. INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 29 ago. 2023.

IEA - International Energy Agency; IRENA - International Renewable Energy Agency; UN Climate Change High-Level Champions. **The Breakthrough Agenda Report 2023**. Disponível em:

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/d7e6b848-6e96-4c27-846e-07bd3aef5654/THEBREAKTHROUGHAGENDAREPORT2023.pdf>. Acesso em: 04 set. 2024.

IMAFLOA. **Documento Técnico** apresentado ao Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) Jean Ometto Centro de Ciências do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE). IMAFLORA, 2018.

INVENTÁRIO de emissões de gases de efeito estufa da cidade de Curitiba: ano-base 2016. Curitiba: **Prefeitura de Curitiba**, 2019. 50 p.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR2 - Climate Change 1995: A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, IPCC, 1995. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports> Acessado em Outubro de 2023.

IPCC, 2007. **Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2007 B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). IPCC AR4 WG3 chapter 5 – Transport and its infrastructure. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR4 - Synthesis Report: An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC**. Valencia, Spain, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports> Acessado em Outubro de 2023.

IPCC WGII. Climate change 2014 impacts, adaptation, and vulnerability. **Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR5 - Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC. Geneva, Suíça, 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports> Acessado em Outubro de 2023.

IPCC. Summary for Policymakers. In: IPCC **Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate** ["H. O. Pörtner, V. Masson-Delmotte, M. Tignor, E. Poloczanska, D. C. Roberts, P. Zhai, K. Mintenbeck, A. Alegría, J. Petzold, M. Nicolai, B. Rama, A. Okem, N. M. Weyer, e Unidade de Suporte do Grupo de Trabalho II"]. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Ministério das Relações Exteriores, 2019. Tradução do Governo do Brasil.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Sumário para Formuladores de Políticas. Em: **Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima** [Equipe Principal de Redação, H. Lee e J. Romero (eds.)]. Genebra: IPCC, 2023. p. 1-34. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

JACOMINE, Paulo Klinger Tito et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. **SUDENE/Divisão de Pesquisa Pedológica**, v. 1, n. 21, série Pedologia, n. 9), 531 p., 1971.

JENSEN, John R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 1996.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KABISCH, N. & QURESHI, S. (Eds.). (2019). *Health Benefits of Nature Experience: Theory, Research, and Practice*. Springer.

LIMA, Gizelly Cardoso. **Explorando as tendências climáticas da velocidade do vento no Brasil (1961-2020) e propondo um modelo híbrido para previsões**. 2024. 135 p. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.

LIMA, Pedro de. **Natal século XX: do urbanismo ao planejamento urbano**. Editora da UFRN, 2001.

LIMA, Valdiléia Oliveira de. **A orla urbana de Natal/RN como espaço de turismo e lazer: caracterização, infraestrutura e serviços**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018.

LITTLE, Roderick Joseph & RUBIN, Donald Bruce. **Statistical analysis with missing data**. John Wiley & Sons, 2019. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2361633>. Acesso em: 10 ago. 2024.

LOPATIUK, Carlos. Preponderância das políticas públicas e medidas para erradicação da pobreza na perspectiva da Agenda 2030 da ONU. **Anais do XVI Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade/Eixo 15-Pesquisa e Transdisciplinaridade**, 2022.

LOPES, Fátima Martins. **Índios, colonos e missionários na colonização da capitania do Rio Grande do Norte**. Mossoró: Fundação Vingt-un Rosado; Natal: Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Norte, 2003.

MALLMANN, Daniele Laura Bridi. **Análise de risco à erosão costeira de curto-termo para o litoral central de Pernambuco**. 2016. 158 p. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Curso de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MELO, Ewerton Torres et al. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, n. 1, p. 520-533, 2011.

MAPBIOMAS. Mapeamento anual do estoque de carbono orgânico do solo no Brasil 1985-2021 (coleção beta). **MapBiomass Data**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomass/DHAYLZ>. Acesso em: 02 set. 2024.

MARIZ, Marlene da Silva & SUASSUNA, Luiz Eduardo Brandão. **História do Rio Grande do Norte**. Natal: Sebo Vermelho, 2002.

MARTINS, Gilberto F. et al. Gases de efeito estufa e mudanças climáticas. In: MARTINS, Gilberto F. (Org.). **Gestão ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2019. p. 225-228.

MATOS, Maria de Fátima Alves et al. Estimativas das alterações de longo prazo na linha de praia do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 1, p. 1027-1053, 2022.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MEDEIROS, Tarcísio. **Aspectos geopolíticos e antropológicos da história do Rio Grande do Norte**. Natal: Imprensa Universitária, 1973.
- MEDEIROS FILHO, Olavo de. **Aconteceu na capitania do Rio Grande**. Natal: Departamento Estadual de Imprensa, 1997.
- MELO, José Geraldo de. **Impacto do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal**. 1995. 196 p. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrologia) – Curso de Pós Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- MELO, João Wilson Mendes. **A cidade e o trampolim**. Natal: Fundação José Augusto, v. 5, 1999.
- MINISTÉRIO do Meio Ambiente (Brasil). **Guia para elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa**. Brasília, 2012. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/srh_superhidricos/_arquivos/121_11122008104023.pdf.
- MIRANDA, João Maurício Fernandes de. **Evolução urbana de Natal em 400 anos: 1599 – 1999**. Governo do Rio Grande do Norte, p. 157, 1999.
- MOBILIZE. **Em Natal, carro ainda é o protagonista**, [2022]. Disponível em:
<https://www.mobilize.org.br/noticias/13234/em-natal-carro-ainda-e-o-protagonista.html>. Acesso em: 26 set. 2024.
- MONTEIRO, Denise Mattos. **Introdução à História do Rio Grande do Norte**. Natal: Cooperativa Cultural, v. 2, p. 299, 2002.
- MOREIRA, Helena Margarido & GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto internacional**, v. 30, p. 9-47, 2008.
- MOTTA, Paula et al. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros. Exemplos em Arraial do Cabo, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018. DOI:
<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1277>
- NASCIMENTO, Vandetania Xavier. **Dinâmica costeira das praias urbanas: Areia Preta, Praia do Meio e Praia do Forte em Natal/RN, Brasil**. 2023. 110 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
- NASCIMENTO, Vandetania Xavier & LIMA, Zuleide Maria Carvalho. Análise da hidrodinâmica costeira e ambiental da praia de Areia Preta em Natal/RN. **Geopauta**, v. 7, p. 12602, 2023.
- NATAL. **Lei nº 3.175/84**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Organização Físico-Territorial do Município de Natal e dá outras providências.
- NATAL. **DECRETO Nº 7.237**. Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, bens situados na área das dunas, adjacente ao Oceano Atlântico, no município de Natal

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NATAL. **LEI Nº . 4.100.** Dispõe sobre o Código do MEIO AMBIENTE do Município do Natal, 1992.

NATAL. **Lei nº 4.327/93** - Promove o desmembramento do bairro de Lagoa Seca e criação do bairro do Barro Vermelho definindo seus limites.

NATAL. **Lei nº 4.328/93** – Define os limites dos bairros que especifica.

NATAL. **Lei nº 4.329/93** – Promove o desmembramento dos bairros Dix-Sept Rosado e Nossa Senhora de Nazaré, redefinindo seus limites.

NATAL. **Lei nº 4.330/93** – Altera as Leis nº251/47, 794/58, 1.643/67, 1740/68, 1760/68, 1713/75, redefinindo os limites dos bairros que especifica.

NATAL. **Lei nº 07 de 5 de agosto de 1994.** Dispõe sobre o Plano Diretor de Natal e dá outras providências.

NATAL. **Lei nº 5.367/02** – Modifica o Art. 1 da Lei Promulgada nº 151/98, de 26 de março de 1998 e dá outras providências.

NATAL. **Anuário Natal 2005.** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – Natal (RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 280 p. 2005.

NATAL. **Anuário Natal 2006/** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - Natal (RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística. 300p. 2007.

NATAL. **LEI COMPLEMENTAR Nº 082,** DE 21 DE JUNHO DE 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor de Natal e dá outras providências, 2007.

NATAL. **Anuário Natal 2007 /** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - Natal (RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 342 p. 2008.

NATAL. **História, cultura e turismo /** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. – Natal: DIPE – SEMURB, 200 p. 2008.

NATAL. **Zoneamento Ambiental de Natal /** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. – Natal: DIPE – SEMURB, 82 p. 2008.

NATAL. **Lei Nº. 6.058** DE 26 DE JANEIRO DE 2010. Disciplina o corte e a poda de vegetação de porte arbóreo existente no Município de Natal, e dá outras providências, p. 6, 2010.

NATAL. **Anuário Natal 2013 /** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - Natal (RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 400 p. 2013.

NATAL. **Anuário Natal 2021 /** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - Natal (RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 228 p. 2021.

NATAL. **Anuário Natal 2023 /** Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - Natal (RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 236 p. 2023.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NATAL. **DECRETO N.º 12.249** DE 30 DE JUNHO DE 2021 Altera o Decreto nº 11.676, de 27 de dezembro de 2018, que dispõe sobre as competências, a estrutura básica e o Quadro de Lotação de Cargos Comissionados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB, modificado pelo Decreto nº 11.193, de 08 de fevereiro de 2017 e pelo Decreto nº 11.507, de 04 de maio de 2018, e dá outras providências, 2021.
- NATAL. **Decreto Municipal nº 12.341** de 15 de outubro de 2021, que dispõe sobre as competências, a estrutura básica e o Quadro de Lotação de Cargos Comissionados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB, e dá outras providências, 2021.
- NATAL. **DECRETO Nº 12.342** DE 15 DE OUTUBRO DE 2021 Aprova o Regimento Interno da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB, e dá outras providências, 2021.
- NATAL. **Lei Complementar N º 208** DE 07 de março de 2022. Dispõe sobre o Plano Diretor de Natal, e dá outras providências. Câmara Municipal de Natal, 2022.
- NATAL. **PORTARIA Nº. 017/2023** – GS/SEMURB, 26 DE JUNHO DE 2023. Tendo como objetivo desenvolver estudos e promover ações concretas e sustentáveis que contribuam para a resiliência climática e a proteção do ambiente urbano de Natal, 2023.
- NATIONS, United. **Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas | Nações Unidas**. Disponível em: <<https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>>. Acesso em: 11 out 2023.
- NISBET, E. G. Philander SG 1990. El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation. ix+ 293 pp. San Diego, New York, Berkeley, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto: Academic Press (Harcourt Brace Jovanovich). Price£ 42.50 (hard covers). ISBN 0 12 553235 0. International Geophysics Series Vol. 46. **Geological Magazine**, v. 127, n. 5, p. 478-478, 1990.
- NUNES, Elias. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem Gráfica, p. 114, 2006.
- NUNES, Lidiane de Souza. **Dinâmica costeira entre as praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN**. 2011. 132 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
- OBSERVATÓRIO do Clima. **Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa** Disponível em: <<https://plataforma.seeg.eco.br/map?cities=true#>>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- OLIVEIRA, Izabel Cristina Eiras de et al. **Estatuto da Cidade: para compreender**. Rio de Janeiro, Ibm/Duma, p. 64, 2001.
- OLIVEIRA, Cecília Alves de. **Heterogeneidade espacial do substrato plataformar adjacente a Ponta Negra, Natal-RN**. 2017. 110 p. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) do Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- OLIVEIRA, Ana Carolina H. et al. **Elaboração de inventários de gases de efeito estufa**. Revista

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 9, n. 1, p. 91-101, 2019.

OMS - Organização Mundial da Saúde. Radiation: **The known health effects of ultraviolet radiation**. 2017. Disponível em:

<<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-the-known-health-effects-of-ultraviolet-radiation>>. Acesso em: 04 abr. 2024.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Radiation: The ultraviolet (UV) index**. 2022. Disponível em: <[https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-the-ultraviolet-\(uv\)-index](https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-the-ultraviolet-(uv)-index)>. Acesso em: 04 abr. 2024.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Ultraviolet radiation**. 2024. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/ultraviolet-radiation#tab=tab_1>. Acesso em: 04 abr. de 2024.

ORANO. **Latest IPCC climate report**. Orano, 17 Jan. 2022. Unpacking nuclear. Disponível: <https://www.orano.group/en/unpacking-nuclear/latest-ipcc-climate-report#:~:text=%E2%80%A2%20SSP1%2D2.6%3A%20Sustainable%20development%20scenario&text=The%20objective%20of%20zero%20emissions,the%20end%20of%20the%20century>. Acesso em: 15 jul. 2024.

PBMC - Mudanças Climáticas e Cidades. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. p. 98, 2016.

PELLEGRINI, Izabela Uliana et al. Soluções Baseadas na Natureza para a adaptação ao aumento do nível do mar: uma revisão sistemática. **Paranoá**, n. 34, p. 1-18, 2023.

PEREIRA, José Luiz. **A importância da utilização de indicadores econômico-financeiros para análise de desempenho das companhias seguradoras brasileiras**. 2006. 196 p. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - FECAP - Faculdade Escola de Comércio Álvares Penteado, São Paulo, 2006.

PGI - Plano de gestão integrada da orla marítima do município de Natal. **Documento técnico** apresentado à Prefeitura Municipal do Natal. Natal, 2022.

PRADO JÚNIOR, Caio. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Brasiliense, p. 280, 2004.

RAMOS, Greici; DIAS, Vanessa. **Eficiência Energética nas Edificações: Diretrizes Globais e Avanços no Brasil**. Disponível em: <https://normalizacaoee.com.br/eficiencia-energetica-nas-edificacoes-diretrizes-globais-e-avancos-no-brasil/>. Acesso em: 04 set. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Diagnóstico de situação atual e ações para recuperação do estuário do Rio Potengi/RN**. Natal: IDEMA, 2007.

SANTOS, Paulo Pereira dos. Evolução econômica do Rio Grande do Norte: do século XVI ao século XX. **Natal: Clima**, v. 2, 1994.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SARAIVA-JUNIOR, João Correia. Visita ao forte dos Reis Magos em Natal/RN: contribuição da geografia física no estudo do meio. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 668–677, 2012.

SBAU - Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Carta a Londrina e Ibiporã. **Boletim Informativo**, v. 3, n. 5, p. 3, 1996.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **O que é o SEEG?**. 2015. Disponível em: <http://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg>. Acesso em: 13 dez. 2023.

SEMURB. **Minuta** do Plano de Gestão Integrada da Orla do Município de Natal. Projeto Orla. CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICO SEMURB/FUNDEP- NO. 02/2019.

SEMURB. **Parque Natural Municipal da Cidade do Natal Dom Nivaldo Monte**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://parquedacidade.natal.rn.gov.br/internas/historia>. Acesso em: 07 jun. 2023.

SILVA, Justina Iva de Araújo. **Estudantes e política: estudo de um movimento (RN – 1960-1969)**. São Paulo: Cortez Editora, 1989.

SILVA, Bismarck Oliveira da. **Vulnerabilidades e riscos socioambientais provocados pela mudança climática na cidade de Natal-RN**. 2019. 179 p. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SILVA, Micaela Almeida & LACERDA, Camila Souza dos Anjos. Análise do sequestro de carbono na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros utilizando técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 9, n. 3, p. 251-270, 2021.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Site institucional, 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso: 11 out. 2023.

SOCIEDADE Brasileira de Arborização Urbana – SBAU. Carta a Londrina e Ibiporã. **Boletim Informativo**, v. 3, n. 5, p. 3-3, 1996.

SOS Mata Atlântica. **Cada árvore da Mata Atlântica chega a tirar 163 Kg de Gás Carbônico da Atmosfera**. [S. l.], 13 fev. 2013. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/cada-arvore-da-mata-atlantica-chega-a-retirar-163-kg-de-gas-carbonico-da-atmosfera/>. Acesso em: 9 jun. 2023.

SOUSA, Francisco Carlos Oliveira de. Histórico da SEMURB. In: NATAL. PREFEITURA MUNICIPAL. SECRETARIA ESPECIAL DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO. **Relatório**: atividades desenvolvidas no período 2003/2004. Natal: SEMURB, 2004.

SOUZA, José Luciano & FONSECA, Mônica. Roteiro para o reconhecimento de Reserva Particular do Patrimônio Natural. **São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica**, 2018.

SPINK, Mary Jane Paris. **Viver em áreas de risco: reflexões sobre vulnerabilidades socioambientais**. Editora Terceiro Nome, 2019.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

STTU. **Plano Diretor de Mobilidade Urbana STTU/Natal**. 2022. Disponível em: https://www.natal.rn.gov.br/storage/app/media/sttu/planmob/Relatorio_Tecnico_do_Plano_de_Mobilidade_Urbana_do_Municipio_do_Natal.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

TESSLER, Moysés Gonzalez & GOYA, Samara Cazzoli. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005. DOI: 10.7154/RDG.2005.0017.0001.

TETRA TECH, 2016. **Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental e Respektivos Projetos da Obra de Contenção da Erosão na Praia de Ponta Negra, Natal (RN)** – Relatório 08 - Final. Relatório Técnico, Revisão 00 (17 de agosto de 2016). 481p.

TONG, Lee-Ing et al. Uncertainty assessment of non-normal emission estimates using non-parametric bootstrap confidence intervals. **Journal of Environmental Informatics**, v. 28, n. 1, p. 61-70, 2016.

TORRES, Leidian Aragão. **Produção imobiliária e equipamentos urbanos: relações espaciais de atratividade no município de Natal/RN**. 2019. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. . Brasil.

TZOULAS, Konstantinos et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. **Landscape and urban planning**, v. 81, n. 3, p. 167-178, 2007.

VELOX – CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES LTDA. **Relatório Técnico** do Projeto Básico e Plano Básico Ambiental para complementação do enrocamento aderente na Praia de Ponta Negra. Olinda, PE. 2018.

VILAÇA, José Gilson. **Geologia ambiental costeira da região de Extremoz (RN)**. 1985. 265 p. Monografia (Bacharel em Geologia) - Curso de Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1985.

VILAÇA, José Gilson et al. Geologia ambiental da área costeira de Ponta de Búzios a Barra de Maxaranguape/RN. **SBG/Núcleo Nordeste, Simp. Geol. NE**, v. 12, p. 220-227, 1986.

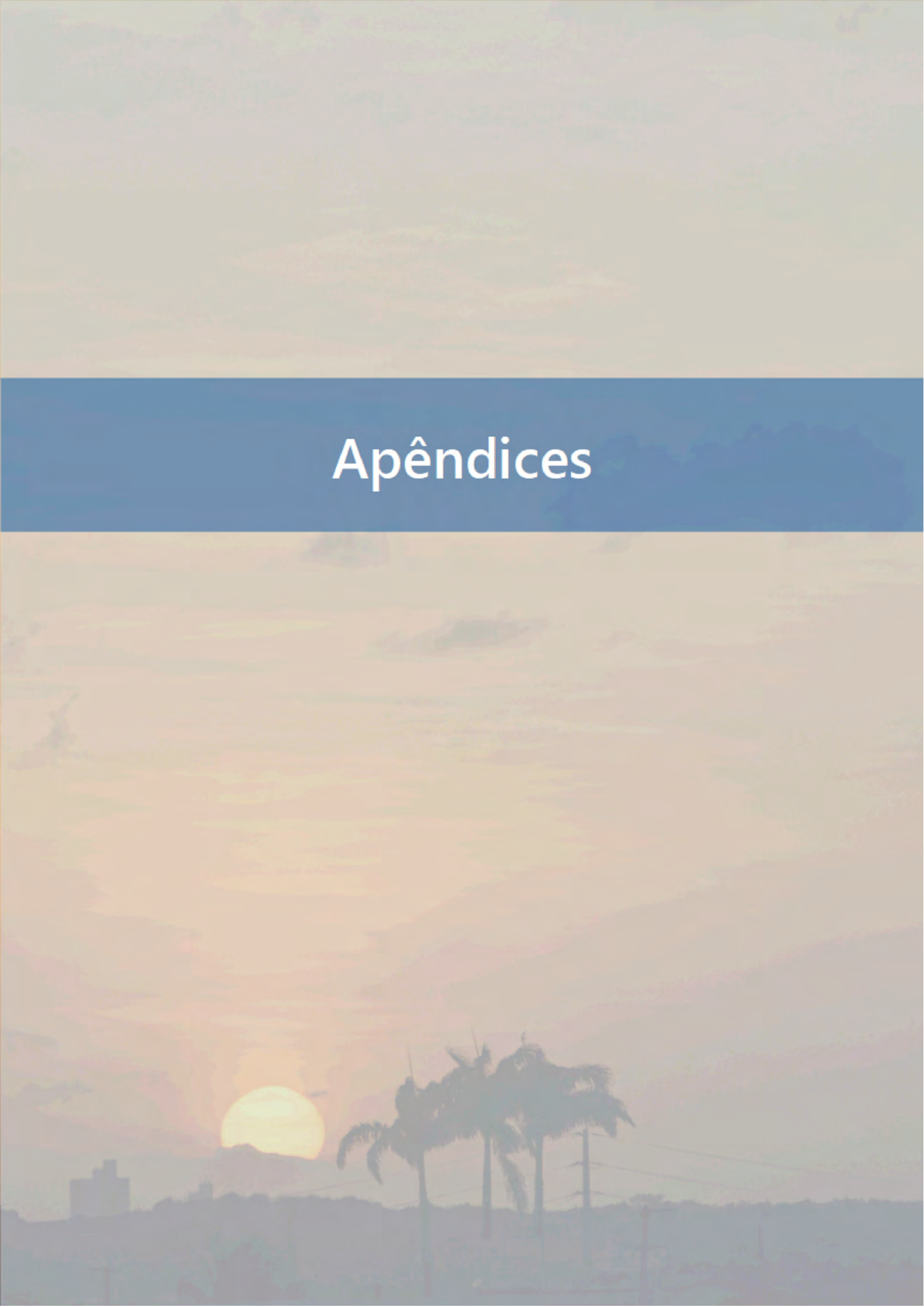
VIVEIROS, Paulo Pinheiro de. **História da aviação no Rio Grande do Norte**. Natal: Editora Universitária, 1974.

WOLCH, Jennifer R. & BYRNE, Jason; NEWELL, Joshua P. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough’. **Landscape and urban planning**, v. 125, p. 234-244, 2014.

ZEPPEL, Heather. The ICLEI Cities for Climate Protection programme: local government networks in urban climate governance. **Climate change and global policy regimes: Towards institutional legitimacy**, p. 217-231, 2013.

ZHANG, Minghui et al. Parameter distribution characteristics of material fatigue life using improved bootstrap method. **International Journal of Damage Mechanics**, v. 28, n. 5, p. 772-793, 2019.

Apêndices

The image features a sunset scene with a blue horizontal band across the middle. The text 'Apêndices' is written in white on the blue band. The background shows a sunset with a large sun, palm trees, and a city skyline in the distance.

Apêndice 01 - Serviços Ecosistêmicos no Município do Natal/RN



Fonte: Departamento de Geoinformação e Pesquisa (DGP), 2024.

Apêndice 02 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 1 e entorno)

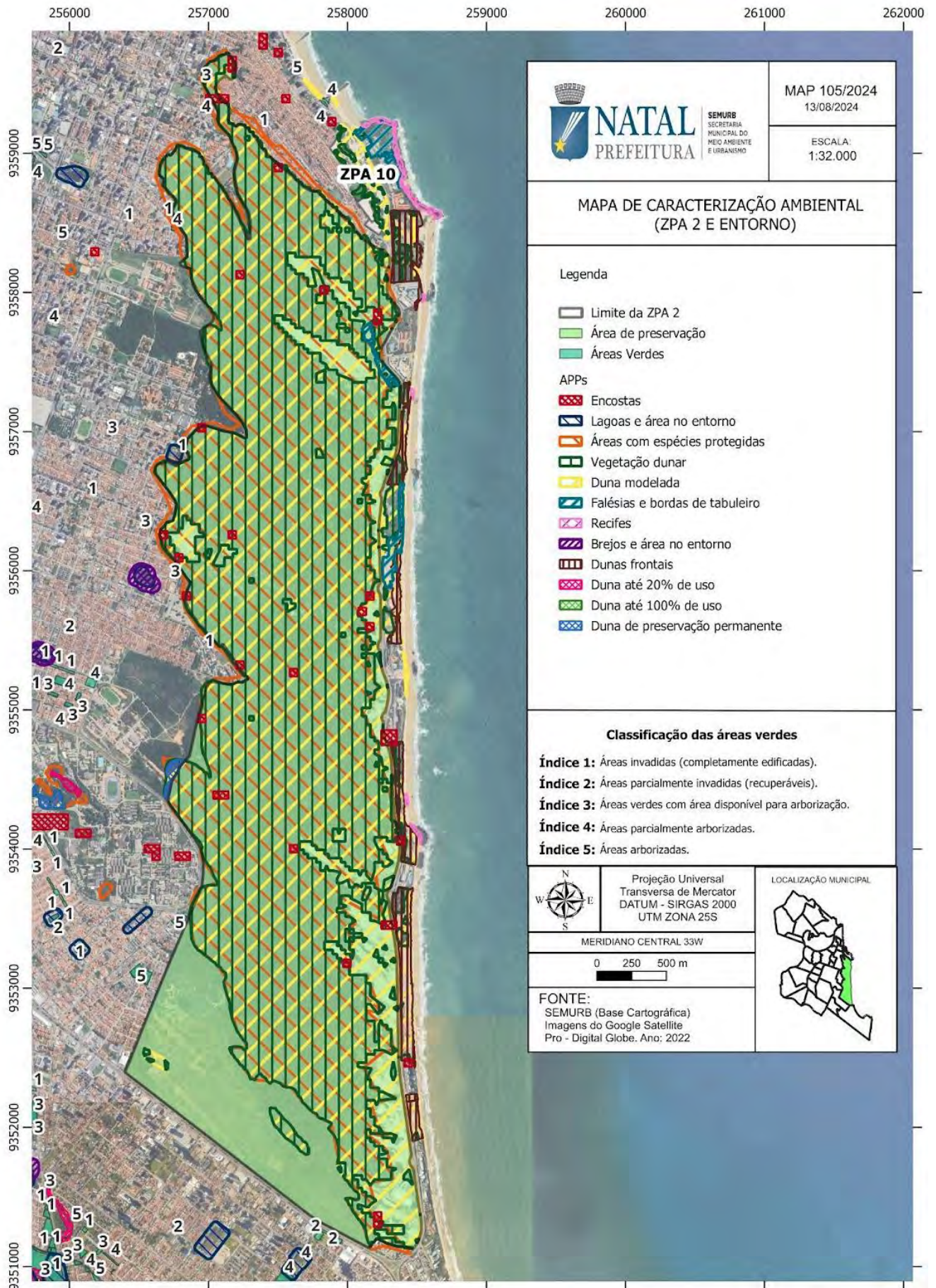


Legenda

- Áreas Verdes
 - ZPA 1 (Preservação)
 - ZPA 1 (Uso Restrito)
 - Limite Intermunicipal
- APPS**
- Duna até 20% de uso
 - Duna de preservação permanente
 - Encostas
 - Brejos e área no entorno
 - Lagoas e área no entorno
 - Áreas com espécies protegidas
 - Vegetação dunar
 - Duna modelada
- Plano de Manejo do Parque da Cidade**
- Limite do Parque da Cidade
 - Área de Recuperação nas ZA's
 - Zona de Amortecimento (ZA)
- Unidade de Conservação**
- Área de Recuperação na UC
 - Área de Ocupação Urbana (AOP)
 - Zona de Uso Intensivo (ZUI)
 - Zona Primitiva (ZP)
 - Zona de Uso Extensivo (ZUE)

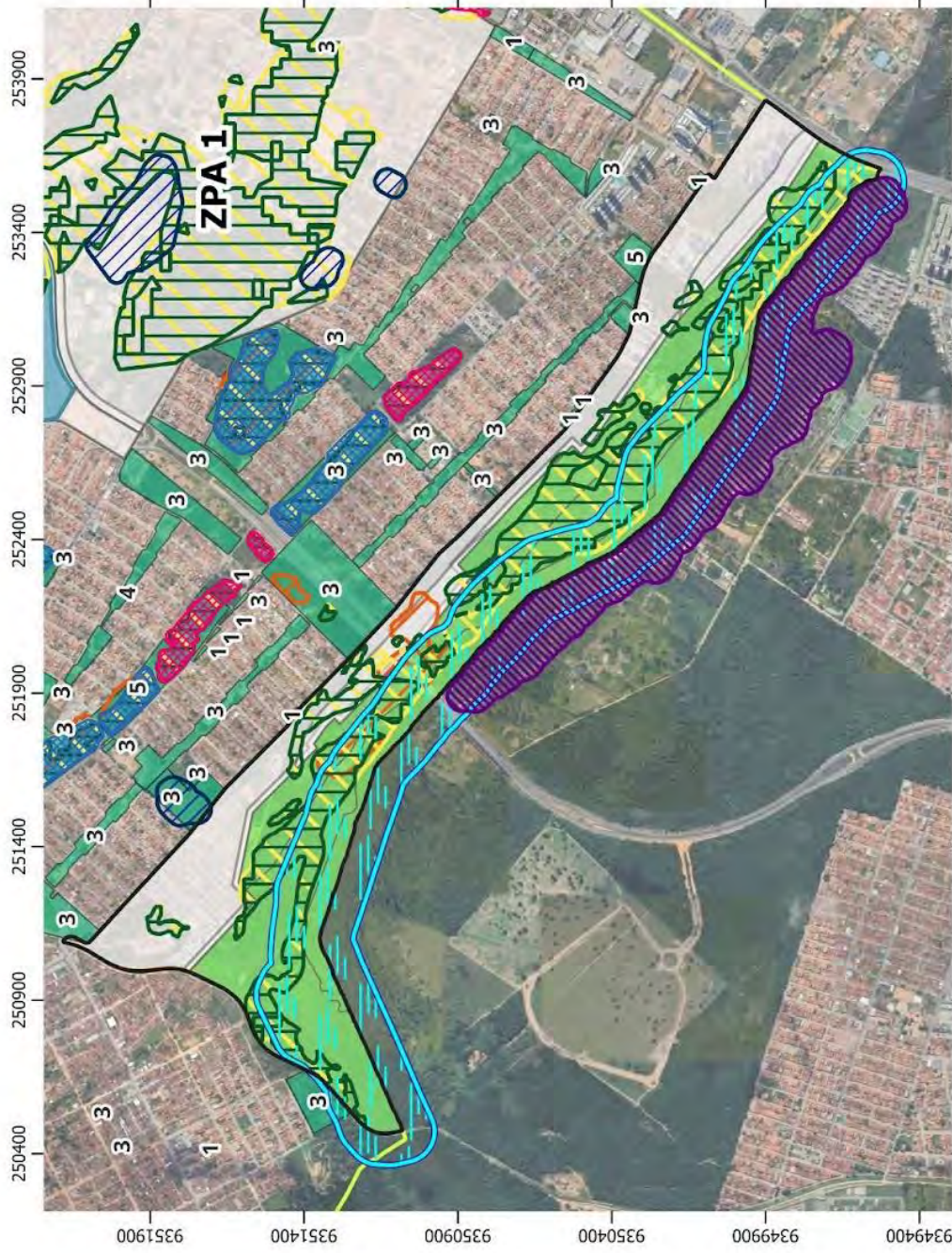
<p>SEMURB SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E URBANISMO</p>	<p>MAP 104/2024 12/08/2024</p>	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator DATUM - SIRGAS 2000 UTM ZONA 25S MERIDIANO CENTRAL 33W</p>	<p>LOCALIZAÇÃO MUNICIPAL</p>
	<p>ESCALA: 1:30.000</p>	<p>0 250 500 m</p>	<p>FONTE: SEMURB (Base Cartográfica) Imagens do Google Satellite Pro - Digital Globe. Ano: 2022</p>
<p>MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL (ZPA 1 E ENTORNO)</p>			

Apêndice 03 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 2 e entorno)



Fonte: DGP, 2024.

Apêndice 04 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 3 e entorno)



Legenda

	Limite da ZPA 3
	Áreas Verdes
	Limite Intermunicipal
	APPs
	Duna até 20% de uso
	Duna até 100% de uso
	Duna de preservação permanente
	Brejos e área no entorno
	Lagoas e área no entorno
	Áreas com espécies protegidas
	Vegetação dunar
	Duna modelada
	Rios e margens fluviais
	Subzonas da ZPA
	Preservação
	Uso Restrito

 NATAL SEMURB SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E URBANISMO	MAP 106/2024 13/08/2024	Projeção Universal Transversa de Mercator DATUM - SIRGAS 2000 UTM ZONA 25S	LOCALIZAÇÃO MUNICIPAL
	ESCALA: 1:20.000	MERIDIANO CENTRAL 33W 0 250 500 m 	FONTE: SEMURB (Base Cartográfica) Imagens do Google Satellite Pro - Digital Globe, Ano: 2022
MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL (ZPA 3 E ENTORNO)			

Classificação das áreas verdes

Índice 1: Áreas invadidas (completamente edificadas).

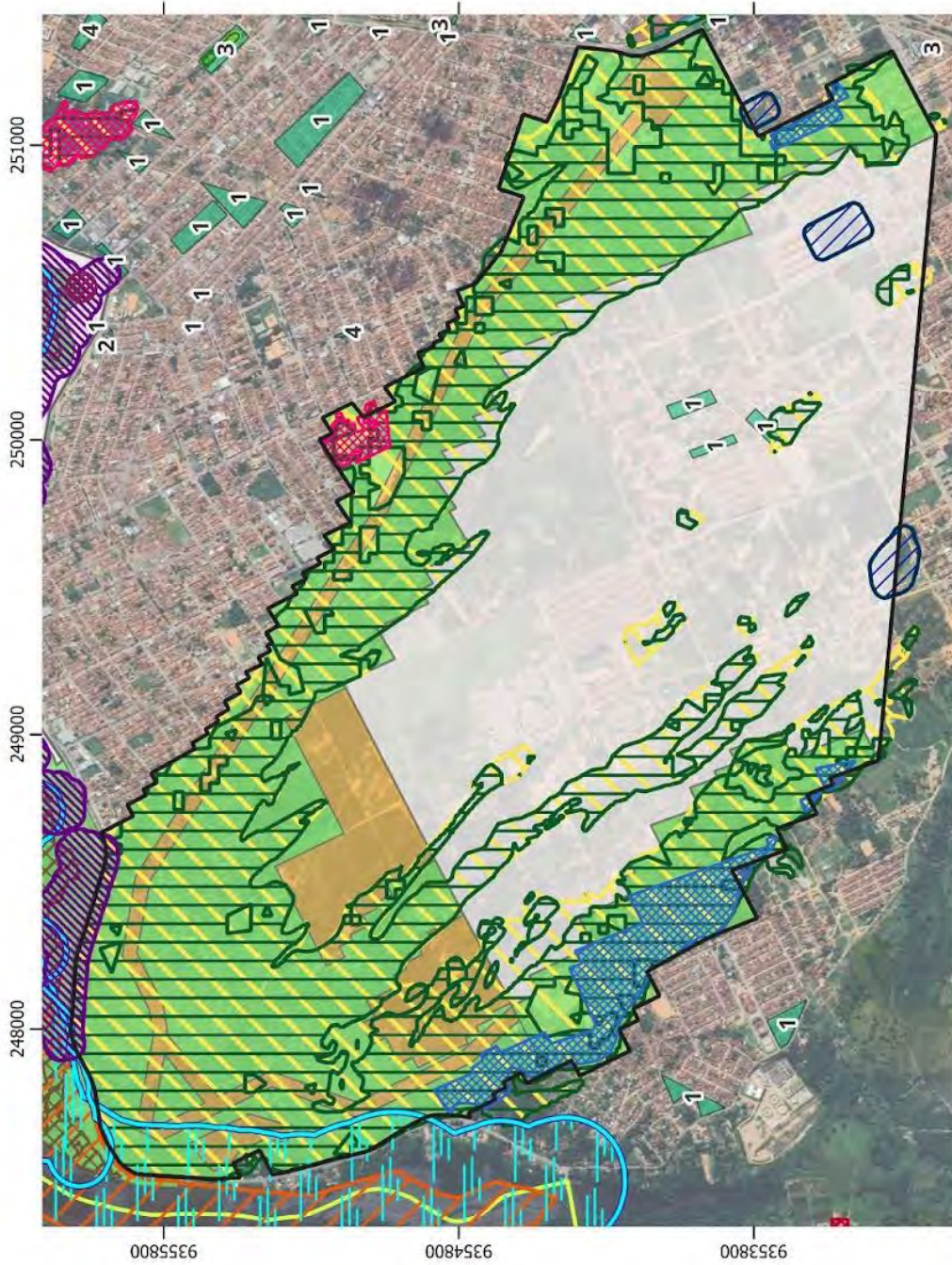
Índice 2: Áreas parcialmente invadidas (recuperáveis).

Índice 3: Áreas verdes com área disponível para arborização.

Índice 4: Áreas parcialmente arborizadas.

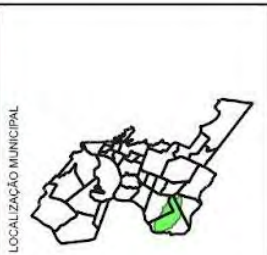
Índice 5: Áreas arborizadas.

Apêndice 05 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 4 e entorno)



Legenda

- Limite da ZPA 4
- Áreas Verdes
- Limite Intermunicipal
- APPs
 - Duna até 20% de uso
 - Duna até 100% de uso
 - Duna de preservação permanente
- Encostas
- Brejos e área no entorno
- Lagoas e área no entorno
- Áreas com espécies protegidas
- Vegetação dunar
- Duna modelada
- Subzonas da ZPA
 - Conservação
 - Preservação
 - Uso Restrito



	Projeção Universal Transversa de Mercator DATUM - SIRGAS 2000 UTM ZONA 25S
	MERIDIANO CENTRAL 33W 0 250 500 m

MAP 107/2024 13/08/2024	ESCALA: 1:21.000
----------------------------	---------------------

SEMURB
SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E URBANISMO

MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL (ZPA 4 E ENTORNO)

FONTE:
SEMURB (Base Cartográfica)
Imagens do Google Satellite
Pro - Digital Globe. Ano: 2022

Classificação das áreas verdes

- Índice 1:** Áreas invadidas (completamente edificadas).
- Índice 2:** Áreas parcialmente invadidas (recuperáveis).
- Índice 3:** Áreas verdes com área disponível para arborização.
- Índice 4:** Áreas parcialmente arborizadas.
- Índice 5:** Áreas arborizadas.

Apêndice 06 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 5 e entorno)



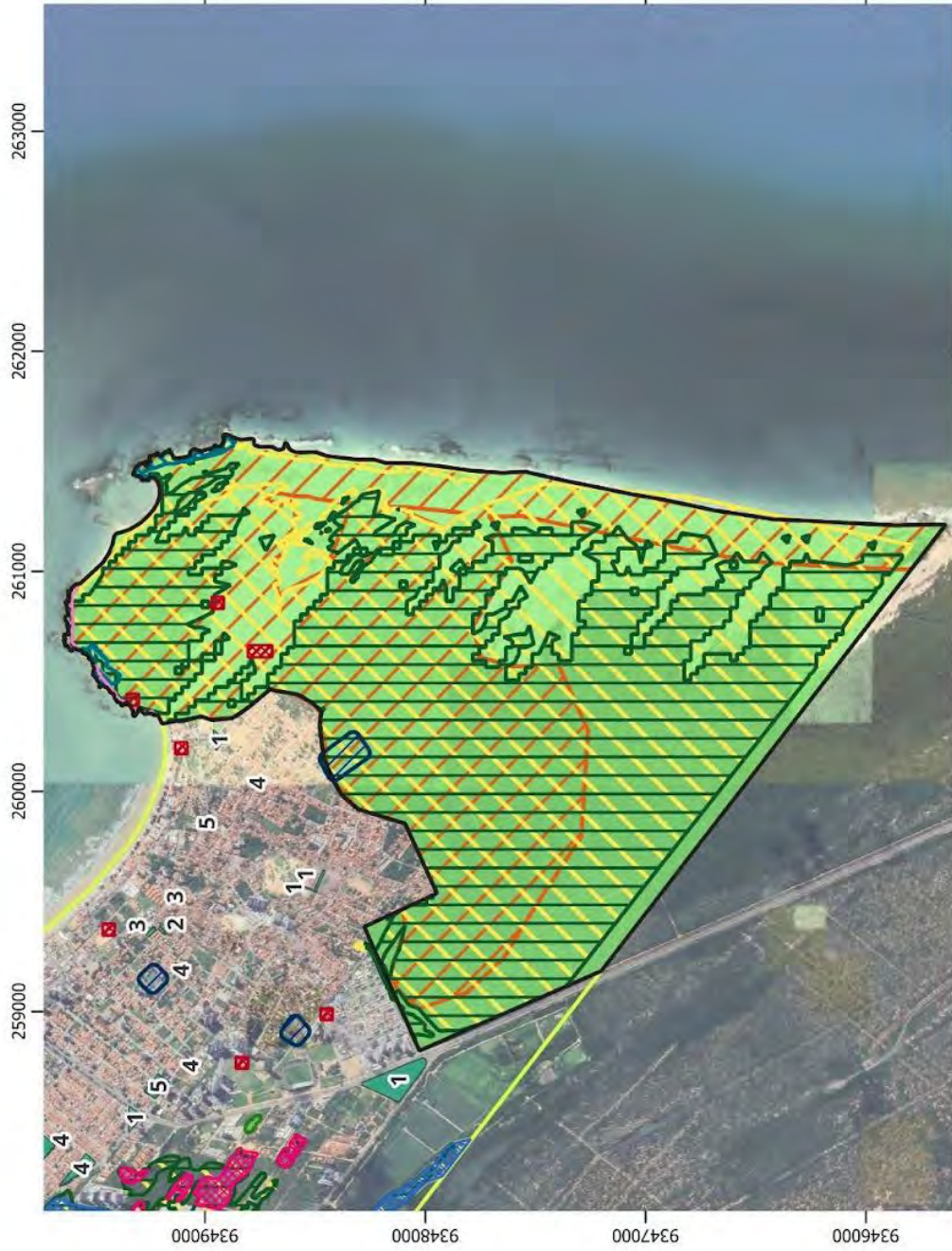
- Legenda**
- Limite Intermunicipal
 - Limite da ZPA 5
 - Áreas Verdes
 - APPs**
 - Duna até 20% de uso
 - Duna até 100% de uso
 - Duna de preservação permanente
 - Encostas
 - Brejos e área no entorno
 - Lagoas e área no entorno
 - Áreas com espécies protegidas
 - Vegetação dunar
 - Duna modelada
 - Subzonas da ZPA**
 - Conservação
 - Preservação
 - Uso Restrito

Classificação das áreas verdes

- Índice 1:** Áreas invadidas (completamente edificadas).
- Índice 2:** Áreas parcialmente invadidas (recuperáveis).
- Índice 3:** Áreas verdes com área disponível para arborização.
- Índice 4:** Áreas parcialmente arborizadas.
- Índice 5:** Áreas arborizadas.

<p>NATAL SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E URBANISMO</p>	<p>MAP 108/2024 13/08/2024</p>	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator DATUM - SIRGAS 2000 UTM ZONA 25S</p>	<p>LOCALIZAÇÃO MUNICIPAL</p>
	<p>ESCALA: 1:17.000</p>	<p>MERIDIANO CENTRAL 33W</p>	<p>FONTE: SEMURB (Base Cartográfica) Imagens do Google Satellite Pro - Digital Globe. Ano: 2022</p>
<p>MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL (ZPA 5 E ENTORNO)</p>			

Apêndice 07 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 6 e entorno)



Legenda

- Limite da ZPA 6
- Limite Intermunicipal
- Área de preservação
- Áreas Verdes
- APPs**
- Duna até 20% de uso
- Duna até 100% de uso
- Duna de preservação permanente
- Encostas
- Lagoas e área no entorno
- Áreas com espécies protegidas
- Vegetação dunar
- Duna modelada
- Falésias e bordas de tabuleiro
- Recifes



Projeção Universal Transversa de Mercator
 DATUM - SIRGAS 2000
 UTM ZONA 25S

W E
 N S

MERIDIANO CENTRAL 33W

0 250 500 m

FONTE:
 SEMURB (Base Cartográfica)
 Imagens do Google Satellite
 Pro - Digital Globe. Ano: 2022

MAP 109/2024
 13/08/2024

ESCALA:
 1:28.000

NATAL
 PREFEITURA

SEMURB
 SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E URBANISMO

MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL
 (ZPA 6 E ENTORNO)

Classificação das áreas verdes

Índice 1: Áreas invadidas (completamente edificadas).

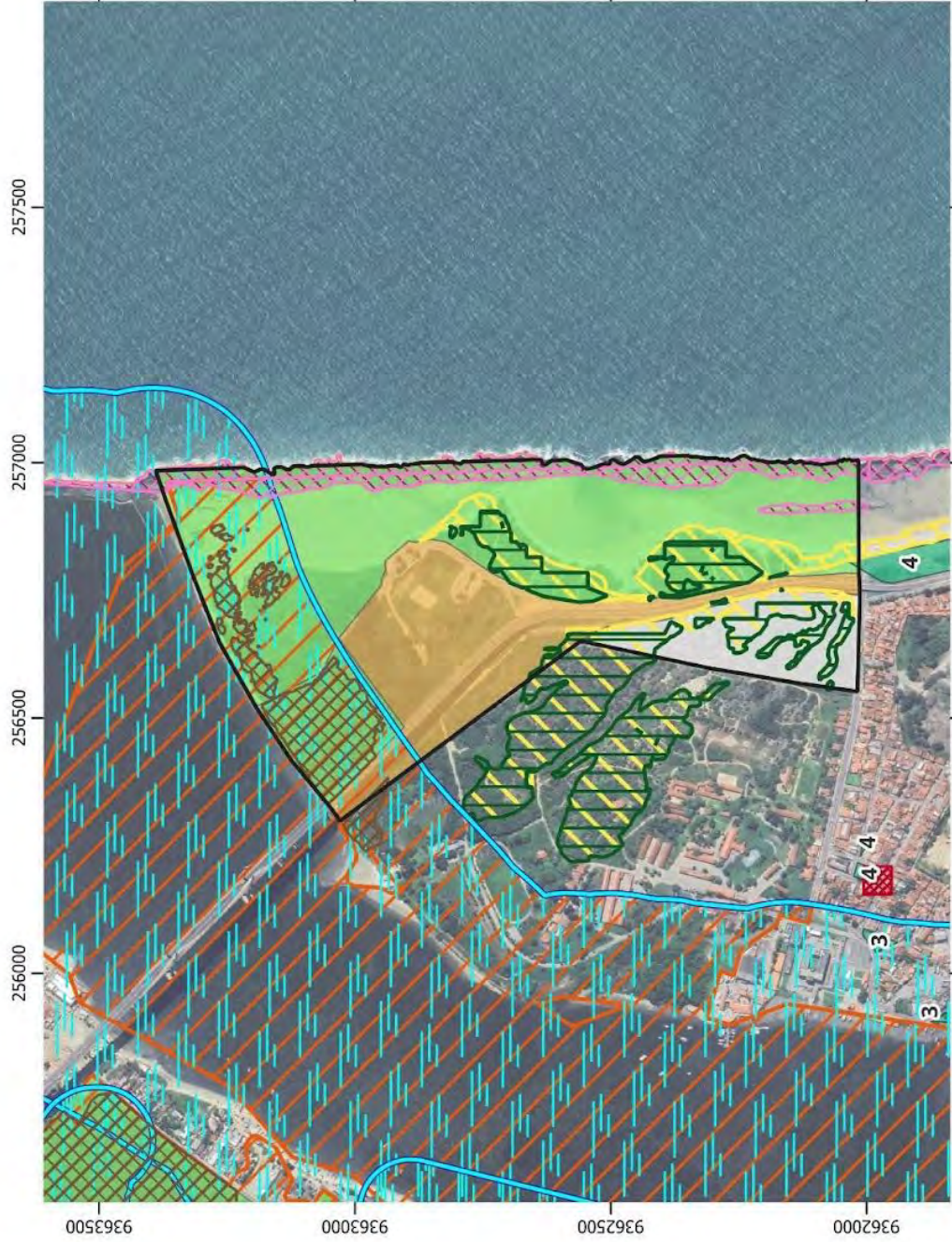
Índice 2: Áreas parcialmente invadidas (recuperáveis).

Índice 3: Áreas verdes com área disponível para arborização.

Índice 4: Áreas parcialmente arborizadas.

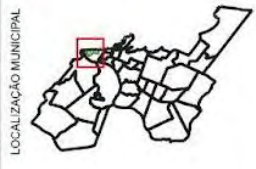
Índice 5: Áreas arborizadas.

Apêndice 08 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 7 e entorno)



Legenda

- Limite da ZPA 7
- Limite Intermunicipal
- Áreas Verdes
- APPs**
- Encostas
- Áreas com espécies protegidas
- Vegetação dunar
- Duna modelada
- Manguezais
- Recifes
- Rios e margens fluviais
- Subzonas da ZPA**
- Conservação
- Preservação
- Uso Restrito



Projeção Universal Transversa de Mercator
DATUM - SIRGAS 2000
UTM ZONA 25S

MERIDIANO CENTRAL 33W

0 100 200 m

FONTE:
SEMURB (Base Cartográfica)
Imagens do Google Satellite
Pro - Digital Globe. Ano: 2022

MAP 110/2024
13/08/2024

ESCALA:
1:12.000

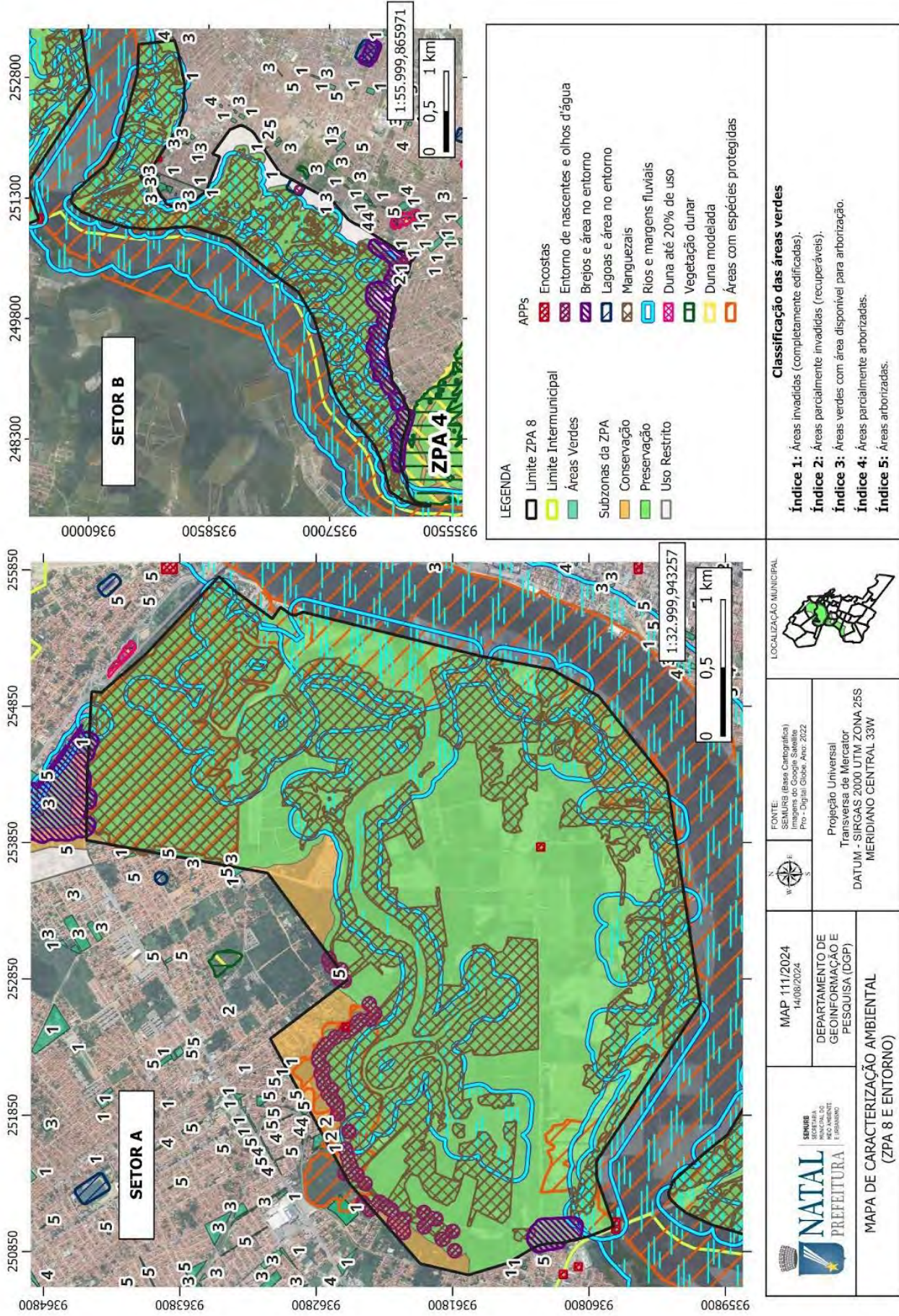
NATAL
PREFEITURA

MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL
(ZPA 7 E ENTORNO)

Classificação das áreas verdes

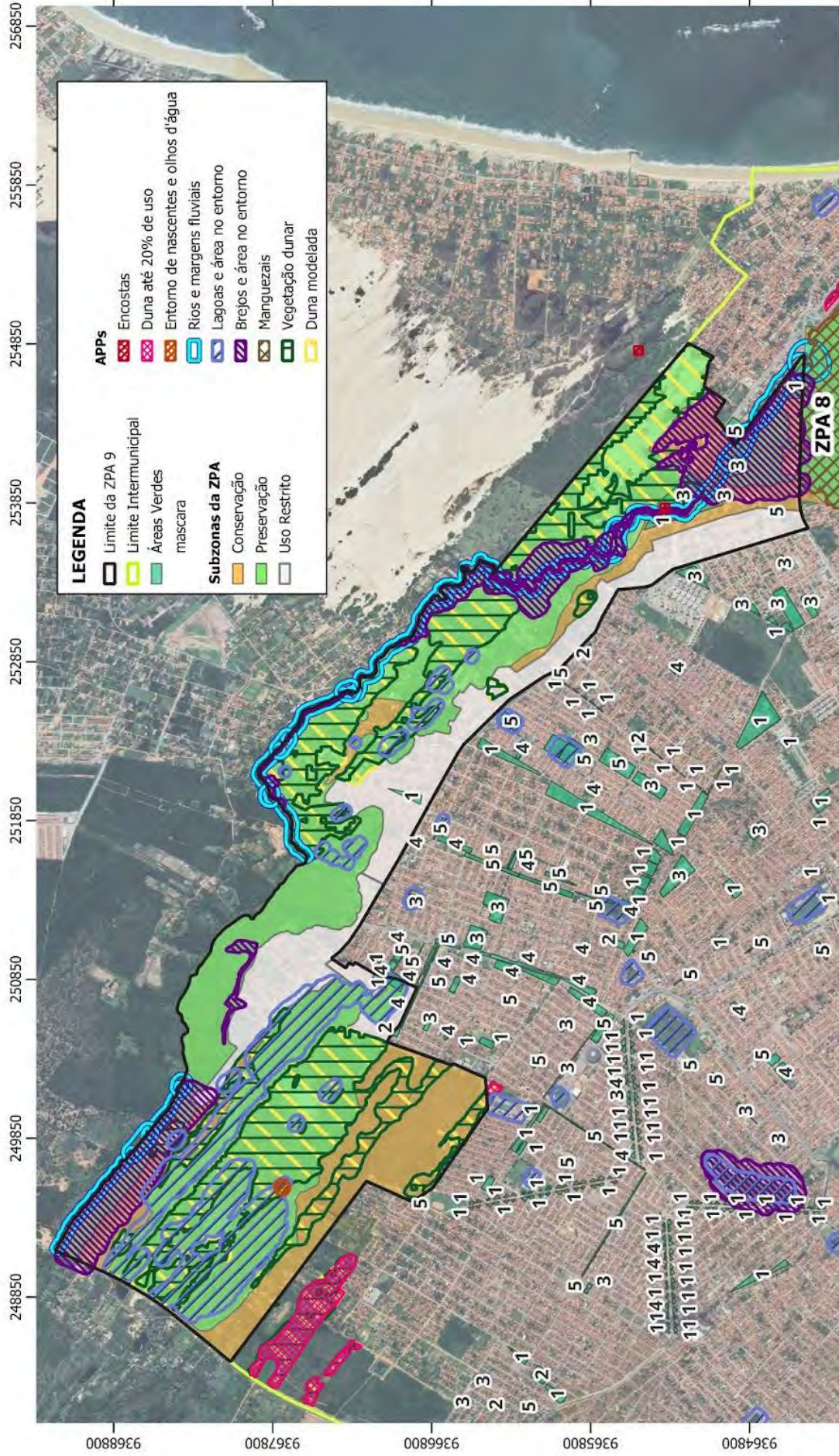
- Índice 1:** Áreas invadidas (completamente edificadas).
- Índice 2:** Áreas parcialmente invadidas (recuperáveis).
- Índice 3:** Áreas verdes com área disponível para arborização.
- Índice 4:** Áreas parcialmente arborizadas.
- Índice 5:** Áreas arborizadas.



Apêndice 09 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 8 e entorno)



Fonte: DGP, 2024.

Apêndice 10 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 9 e entorno)







 <p>NATAL PREFEITURA</p>	<p>MAP 112/2024 14/08/2024</p>	<p>FONTE: SENUSG (Base Cartográfica) Imagens do Google Satellite Pro - Digital Globe, Anr: 2022</p>	<p>LOCALIZAÇÃO MUNICIPAL</p> 
	<p>0 0,3 0,6 km 1:32.000</p>	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator DATUM - SIRGAS 2000 UTM ZONA 25S MERIDIANO CENTRAL 33W</p>	<p>Classificação das áreas verdes Índice 1: Áreas invadidas (completamente edificadas). Índice 2: Áreas parcialmente invadidas (recuperáveis). Índice 3: Áreas verdes com área disponível para arborização. Índice 4: Áreas parcialmente arborizadas. Índice 5: Áreas arborizadas.</p>
<p>MAPA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL (ZPA 9 E ENTORNO)</p>			

Fonte: DGP, 2024.

Apêndice 11 - Mapa de Caracterização Ambiental (ZPA 10 e entorno)



Apêndice 12 - Monografia N01 - Escola Municipal João Paulo II

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N01
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Lagoa Azul	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
FOTO DO PLUVIÔMETRO	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO
	
GPS STATUS	FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA
	
LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Rua do Bambelô s/n, Conjunto Nova Natal	COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 13 - Monografia N02 - Escola Municipal Professora Maria Dalva Gomes Bezerra

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N02
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Lagoa Azul	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
FOTO DO PLUVIÔMETRO	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO
	
GPS STATUS	FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA
	
LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Rua Barueri, 270	COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 14 - Monografia N03 - Escola Municipal Professora Terezinha Paulino de Lima

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N03
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: N. Senhora da Apresentação	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA



LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: Rua Matinhos, s/n, Parque dos Coqueiros

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 15 - Monografia N04 - Escola Municipal Santa Catarina

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N04
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Potengi	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA



LOCALIZAÇÃO

**ENDEREÇO:
RUA PROFESSORA MARIA ARLETE
DE LIMA NASCIMENTO**

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 16 - Monografia N05 - Escola Municipal Professora Vera Lúcia

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N05
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Pajuçara	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Avenida Mar Mediterraneo, 1236</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 17 - Monografia N06 - Escola Municipal José Alves Landim

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N06
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Potengi	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Rua Retirol, s/n</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Apêndice 18 - Monografia N07 - Escola Municipal Professora Lourdes Godeiro

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N07
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Lagoa Azul	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Av. Moema Tinoco da Cunha Lima, 4265.</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

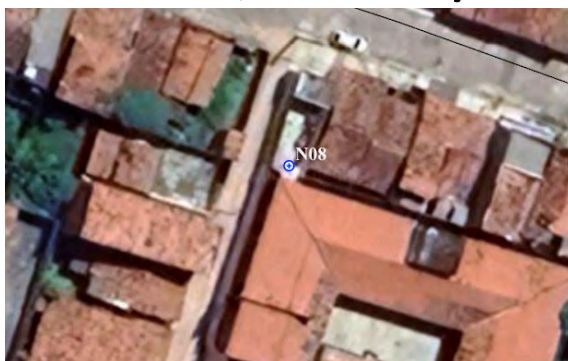
Apêndice 19 - Monografia N08 - Escola Municipal Jornalista Erivan França

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N08
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Igapó	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA



LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: R. Irmã Vitória, N° 111

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 20 - Monografia N09 - Escola Municipal Nossa Senhora dos Navegantes

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N09
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Redinha	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA







LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: Rua do Cruzeiro, 664

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 21 - Monografia N10 - Escola Municipal José de Andrade Frazão

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: N10
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: N. Senhora da Apresentação	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p>ENDEREÇO: Avenida Boa Sorte, s/n Lot. Jardim Progresso.</p>	<p>COORDENADAS</p> <p>SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 22 - Monografia O01 - Escola Municipal Professora Ivonete Maciel





MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: O01
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Cidade da Esperança	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Rua Adolfo Gordo, 664</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Apêndice 23 - Monografia O02 - Escola Municipal Professora Francisca Ferreira da Silva

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: O02
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Bom Pastor	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Av. Industrial João Francisco da Motta, 3804</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 24 - Monografia O03 - Escola Municipal Celestino Pimentel

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: O03
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Cidade da Esperança	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
FOTO DO PLUVIÔMETRO	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO
	
GPS STATUS	FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA
	
LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Avenida Pernambuco, 145	COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 25 - Monografia O04 - Escola Municipal Professor Mário Lira

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: O04
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Dix-Sept Rosado	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
FOTO DO PLUVIÔMETRO	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO
	
GPS STATUS	FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA
	
LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Avenida Antônio Basílio, s/n	COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 26 - Monografia S01 - Escola Municipal Professora Josefa Botelho

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: S01
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Ponta Negra	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA






LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: Rua Manoel Congo, 318

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 27 - Monografia S02 - Escola Municipal Professor Ascendino Henrique de Almeida Júnior

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: S02
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Pitimbu	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
FOTO DO PLUVIÔMETRO	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO
	
GPS STATUS	FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA
	
LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Rua Eng. Joaquim Cardoso, 220, Vale do Pitimbu	COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

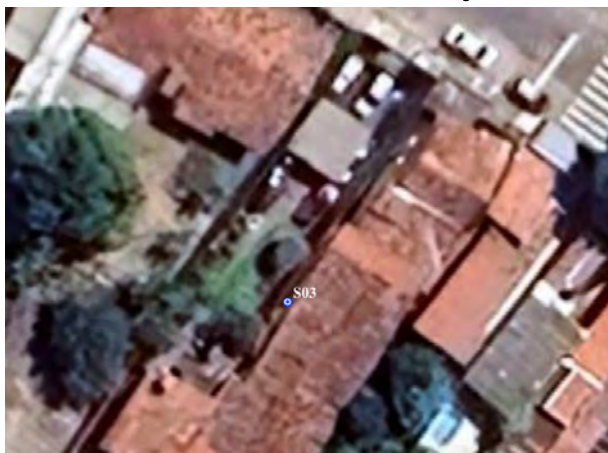
Apêndice 28 - Monografia S03 - Escola Municipal São José

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: S03
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Ponta Negra	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA



LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: Rua Manoel Coringa de Lemos, 434

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

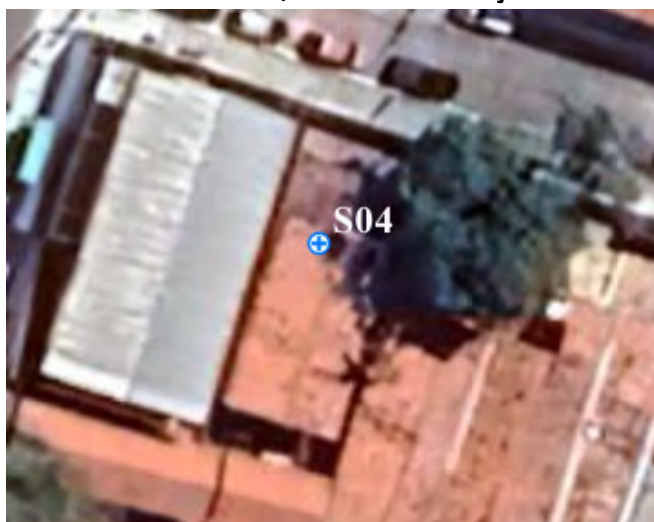
Apêndice 29 - Monografia S04 - Escola Municipal Professor Carlos Bello Moreno

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: S04
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Neópolis	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA



LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: Rua Arapiraca, s/n,
conjunto Jiqui.





COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 30 - Monografia S05 - Escola Municipal Professor Arnaldo Monteiro Bezerra

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: S05
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Neópolis	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Rua Aracitaba, 2993</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

Apêndice 31 - Monografia S06 - Escola Municipal Professor Antônio Severiano

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: S06
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Neópolis	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	
<p>FOTO DO PLUVIÔMETRO</p> 	<p>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO</p> 
<p>GPS STATUS</p> 	<p>FOTO DOS ALUNOS NA ESCOLA</p> 
<p>LOCALIZAÇÃO ENDEREÇO: Avenida Ouro Preto, 2754</p>	<p>COORDENADAS SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M</p>

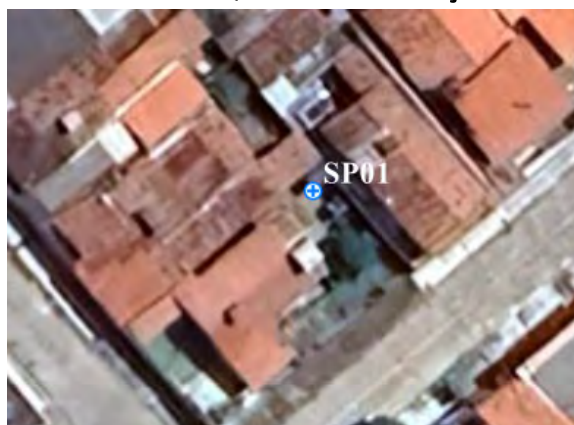
Apêndice 32 - Monografia SP-01 - SEMURB Local Particular

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: SP-01
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 02/08/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: POTENGI	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DA EQUIPE



LOCALIZAÇÃO

**PONTO SITUADO NO QUINTAL DO
IMÓVEL DE ENDEREÇO: RUA Balsa Nova,
71 - POTENGI.**

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 33 - Monografia L01 - SEMURB

MONOGRAFIA	
Órgão: SEMURB	Ponto: L01
Objeto: PONTO PLUVIOMÉTRICO	Data: 06/09/2024
Estado: RIO GRANDE DO NORTE	Município: NATAL
Bairro: Tirol	Sistema: MONITORAMENTO
DESCRIÇÃO: REDE DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	

FOTO DO PLUVIÔMETRO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



GPS STATUS



FOTO DA EQUIPE



LOCALIZAÇÃO

ENDEREÇO: Avenida Nevaldo Rocha

COORDENADAS

SIRGAS-2000 / UTM / ZONA 25M

Apêndice 34 - Reunião - SEMDES/Defesa Civil - 18/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 35 - Reunião - URBANA - 19/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 36 - Reunião - SEMPLA - 20/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 37 - Reunião - STTU - 24/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 38 - Reunião - SMS - 26/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 39 - Reunião - SEINFRA - 26/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 40 - Reunião - SEHARPE - 27/06



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 41 - Reunião - SEMTAS - 03/07



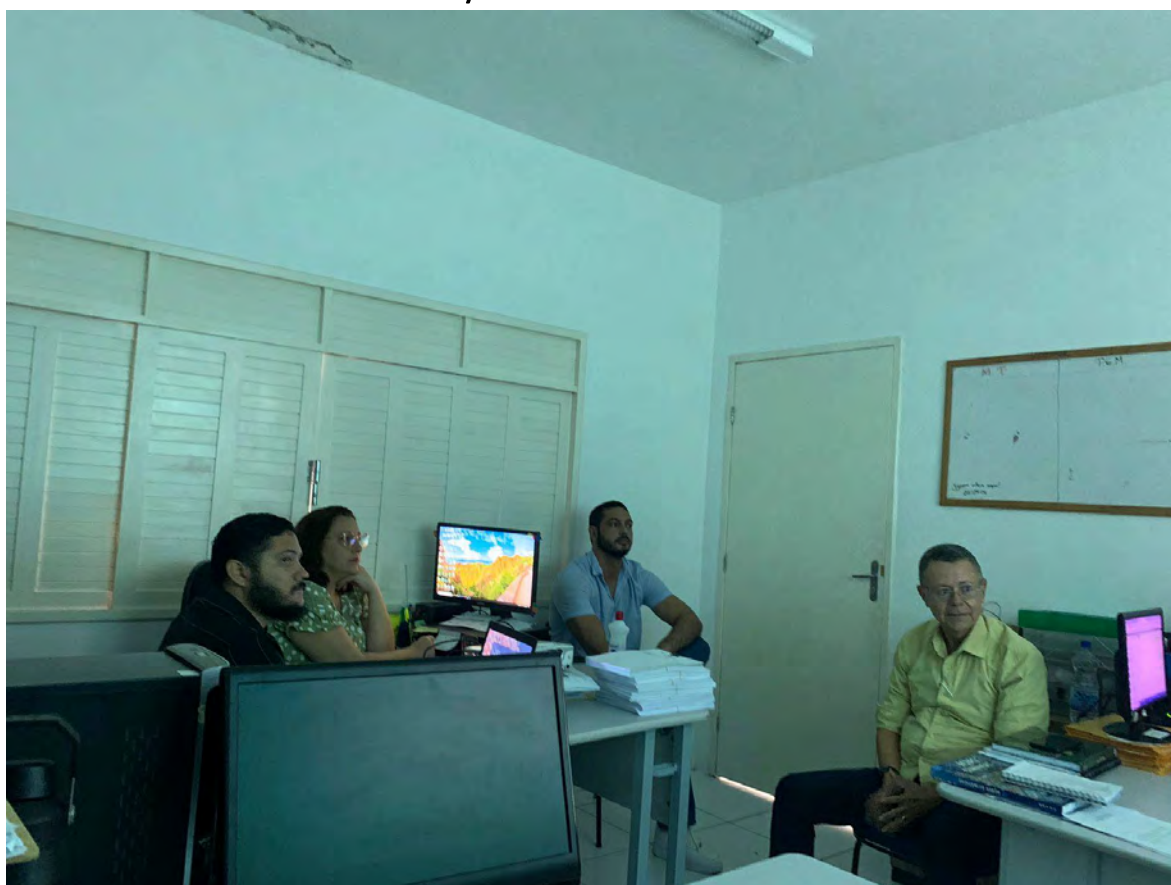
Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 42 - Reunião - ARSBAN - 04/07



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 43 - Reunião - SEMSUR - 05/07



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 44 - Reunião - SME - 07/08



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.

Apêndice 45 - Reunião no Conselho de Governança - 15/08



Fonte: SMCA/SEMURB, 2024.



Anexos

ANEXO 01 - FATORES DE EMISSÃO UTILIZADOS

Fuel type or activity	Unique identifier	Type	GWP	Units	Convert to tonnes	CO2	tCO2e	CH4	CH4_tCO2e	N2O	Emission factor N2O_tCO2e
EXAMPLE: Natural gas	EXAMPLE: EF_Natural gas	CO2e	5AR	kg / kWh	0,001	0,4822	0,0004822	0,003	0,0000003	0,0029	0,0000003
	Please select										
Municipal wastes (all)	EF_Wastes	CO2e	5AR	t / GJ	1	0,0959	9,59E-02	0,0034	3,40E-03	0,0001	1,00E-04
Electricity	EF_Energy	CO2e	5AR	t / kWh	1	0,2536	2,54E-01	0,0007	7,00E-04	0,0014	1,40E-03
Diesel oil	EF_Diesel	CO2e	5AR	kg / TJ	0,001	74,1000	7,41E-02	3,9000	3,90E-03	3,9000	3,90E-03
Natural gas	EF_GNV	CO2e	5AR	kg / TJ	0,001	56,1000	5,61E-02	92,0000	9,20E-02	3,0000	3,00E-03
Ethanol	EF_Etanol	CO2e	5AR	kg / m³	0,001	70,8000	7,08E-02	260,0000	2,60E-01	41,0000	4,10E-02
Motor gasoline (petrol)	EF_Gasolina	CO2e	5AR	kg / TJ	0,001	69,3000	6,93E-02	0,0000	0,00E+00	0,0000	0,00E+00
Diesel oil	EF_Diesel_Naval	CO2e	5AR	kg / TJ	0,001	74,1000	7,41E-02	7,0000	7,00E-03	2,0000	2,00E-03








Total CO2e	tCO2e	CO2(b)	tCO2(b)	Data quality	Year	Scale	Description	Source
0,4882	0,000488	0,09644	0,00009644	H	2014	National	Emission factor for grid-supplied natural gas	National emissions factor database
				H	2006	Local	Tratamento de resíduos de Natal	IPCC 2006
				H	2006	Local	Energia do Sistema Interligada Nacional	IPCC 2006
				H	2006	Local	Consumo de Diesel em Natal	IPCC 2006
				H	2006	Local	Consumo de GNV em Natal	IPCC 2006
		0,064818	6,48E-05	H	2006	Local	Consumo de Etanol em Natal	IPCC 2006
				H	2006	Local	Consumo de Gasolina em Natal	IPCC 2006
				H	2006	Local	Consumo de Diesel em embarcações na cidade de Natal	IPCC 2006

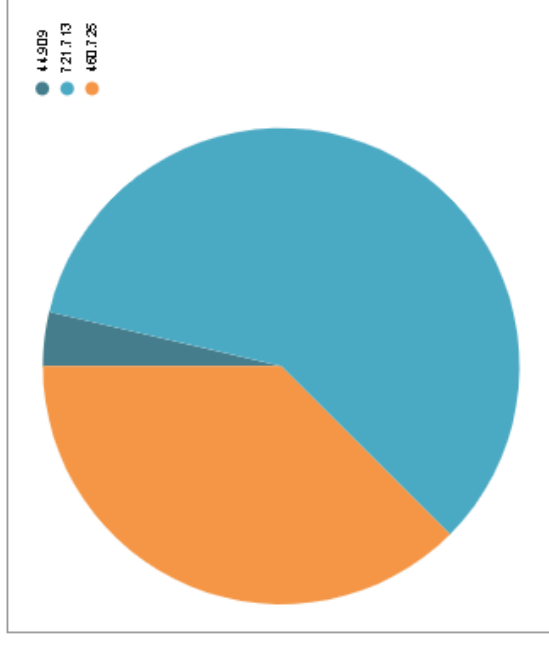
ANEXO 02 -) RESULTADO RESUMIDO - 2000

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2000

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km²): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	460.725	
	Transportation	721.713	0	
	Waste	450		44.460
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.227.347	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co ₂ e /hab	Emissão de GEE por km ²	Emissão de GEE pelo PIB (T co ₂ e / 1 US\$m)
Emissions	1,6	7.136	53.997

ANEXO 02 - B) RESULTADO DETALHADO - 2000

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2000

POPULATION: 712.317
 LAND AREA (km²): 172
 GDP (US\$ million): 25

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO ₂ e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	460.725	0	460.725	460.725	460.725
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	721.713	0	0	721.713	721.713	721.713
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	450		44.460	44.909	44.909	44.909
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		722.162	460.725	44.460	1.227.347	1.227.347	1.227.347








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO ₂ e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	275.263	NE	275.263
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	460.725	0	460.725
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	721.713	0	NE	721.713
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	721.713	0	0	721.713
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		44.460	44.460
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	450		0	450
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	450		44.460	44.909
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO ₂ em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	722.162	460.725	44.460	1.227.347

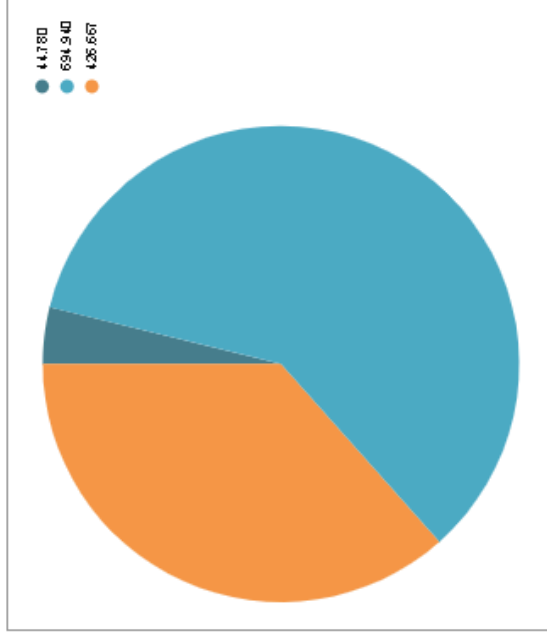
ANEXO 03 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2001

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2001

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 28

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	426.667	
	Transportation	694.940	0	
	Waste	497		44.284
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.166.387	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e /hab	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,6	6.781	51.315

ANEXO 03 - B) RESULTADO DETALHADO - 2001

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2001

POPULATION: 712,317
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except 1.4.4)	0	426.667	0	426.667	426.667	426.667
	Energy generation supplied to the grid (1.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	694.940	0	0	694.940	694.940	694.940
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	497		44.284	44.780	44.780	44.780
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		695.437	426.667	44.284	1.166.387	1.166.387	1.166.387








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	241.205	NE	241.205
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL (base na estrutura induzida pela cidade)		0	426.667	0	426.667
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	694.940	0	NE	694.940
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL (base na estrutura induzida pela cidade)		694.940	0	0	694.940
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		44.284	44.284
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	497		0	497
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL (base na estrutura induzida pela cidade)		497		44.284	44.780
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade			NE	0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade			NE	0
SUB-TOTAL (base na estrutura induzida pela cidade)		0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária			NE	0
V.2	Emissões da terra			NE	0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra			NE	0
SUB-TOTAL (base na estrutura induzida pela cidade)		0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL (base na estrutura induzida pelo município)		695.437	426.667	44.284	1.166.387

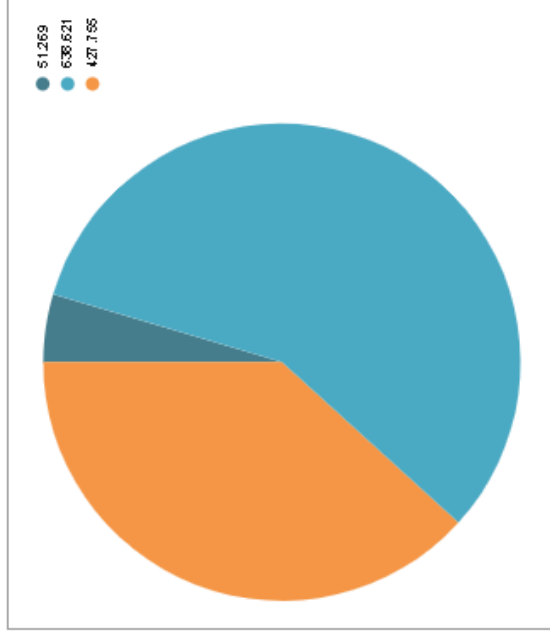
ANEXO 04 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2002

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2002

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	427.755	
	Transportation	638.621	0	
	Waste	511		50.757
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.117.645	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,5	6,498	49,171

ANEXO 04 - B) RESULTADO DETALHADO - 2002

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2002

POPULATION: 712,317
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	427.755	0	427.755	427.755	427.755
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	638.621	0	0	638.621	638.621	638.621
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	511		50.757	51.269	51.269	51.269
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0	0
TOTAL		639.132	427.755	50.757	1.117.645	1.117.645	1.117.645








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	242.293	NE	242.293
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	427.755	0	427.755
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	638.621	0	NE	638.621
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	638.621	0	0	638.621
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		50.757	50.757
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	511		0	511
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	511		50.757	512.699
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	639.132	427.755	50.757	1.117.645

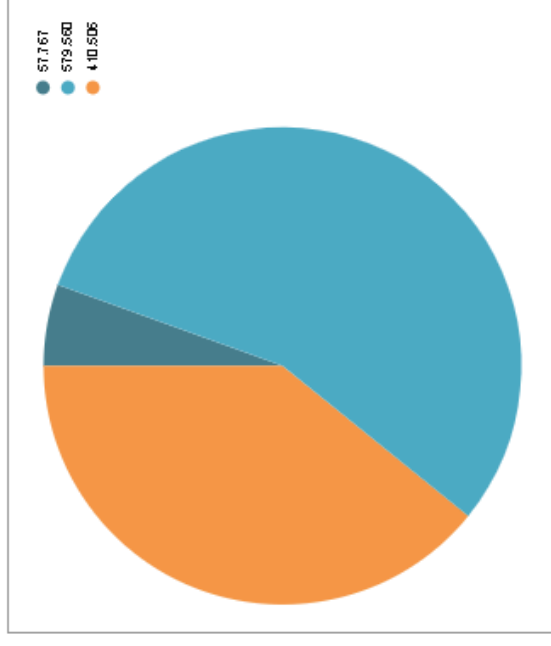
ANEXO 05 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2003

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2003

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	410.506	
	Transportation	579.560	0	
	Waste	550		57.217
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.047.832	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,4	6.092	46.100

ANEXO 05 - B) RESULTADO DETALHADO - 2003

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY:	Natal, Brazil	POPULATION:	712.317
LEVEL:	BASIC	LAND AREA (km2):	172
INVENTORY YEAR:	2003	GDP (US\$ million):	23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except 1.4.4)	0	410.506	0	410.506	410.506	410.506
	Energy generation supplied to the grid (1.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	579.560	0	0	579.560	579.560	579.560
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	550		57.217	57.767	57.767	57.767
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0	
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0	
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		580.110	410.506	57.217	1.047.832	1.047.832	1.047.832








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	225.043	NE	225.043
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0	410.506	0	410.506
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	579.560	0	NE	579.560
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	579.560	0	0	579.560
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		57.217	57.217
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	550		0	550
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	550		57.217	57.767
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	580.110	410.506	57.217	1.047.832

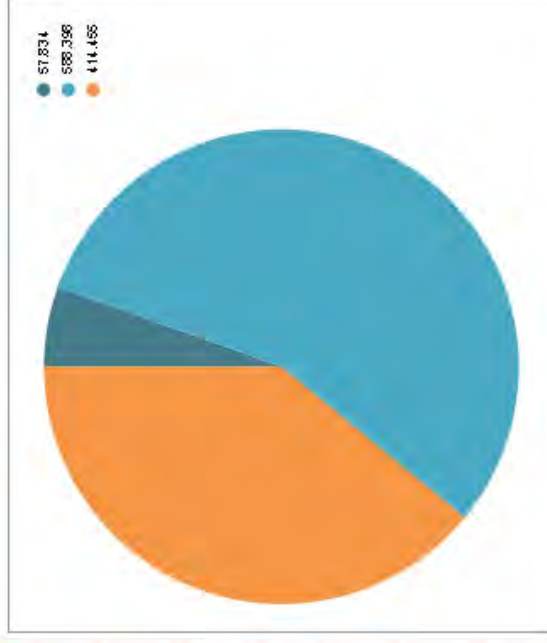
ANEXO 06 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2004

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2004

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km²): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	414.455	
	Transportation	588.398	0	
	Waste	536		57.299
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.060.687	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co ₂ e/hab)	Emissão de GEE por km ²	Emissão de GEE pelo PIB (T co ₂ e / 1 US\$ m)
Emissions	1,4	6,167	46,665

ANEXO 06 - B) RESULTADO DETALHADO - 2004

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY:	Natal, Brazil	POPULATION:	712,317
LEVEL:	BASIC	LAND AREA (km ²):	172
INVENTORY YEAR:	2004	GDP (US\$ million):	23






GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO ₂ e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	414,455	0	414,455	414,455	414,455
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	588,398	0	0	588,398	588,398	588,398
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	535		57,299	57,834	57,834	57,834
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		588,933	414,455	57,299	1,060,687	1,060,687	1,060,687

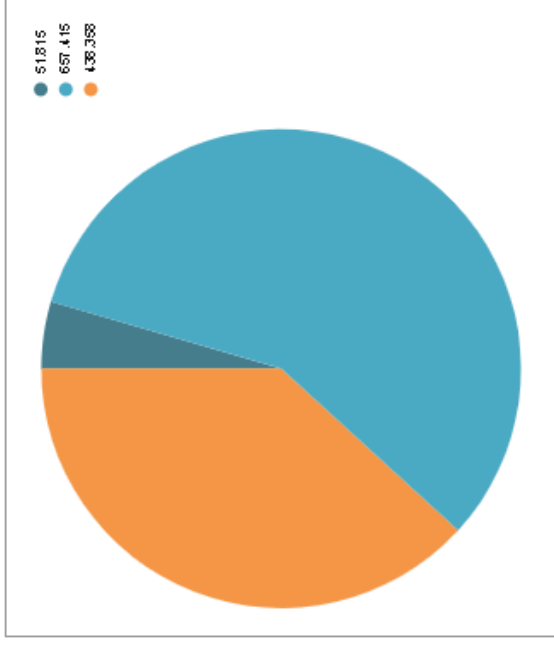
GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO ₂ e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	228,993	NE	228,993
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172,881	NE	172,881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12,581	NE	12,581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	414,455	0	414,455
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	588,398	0	NE	588,398
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	588,398	0	0	588,398
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		57,299	57,299
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	535		0	535
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	535		57,299	57,834
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO ₂ em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	588,933	414,455	57,299	1,060,687

ANEXO 07 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2005

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2005
POPULATION: 751.300
LAND AREA (km²): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	438.358	
	Transportation	657.415	0	
	Waste	603		51.212
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.147.587	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co ₂ e/hab)	Emissão de GEE por km ²	Emissão de GEE pelo PIB (T co ₂ e/ 1 US\$m)
Emissions	1,5	6.672	50.488

ANEXO 07 - B) RESULTADO DETALHADO - 2005

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Nátá, Brazil POPULATION: 712.317
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2005 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	438.358	0	438.358	438.358	438.358
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	657.415	0	0	657.415	657.415	657.415
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	603		51.212	51.815	51.815	51.815
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		658.017	438.358	51.212	1.147.587	1.147.587	1.147.587








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	252.895	NE	252.895
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(base na estrutura induzida pela cidade)</i>	0	438.358	0	438.358
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	657.415	0	NE	657.415
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(base na estrutura induzida pela cidade)</i>	657.415	0	0	657.415
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		51.212	51.212
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	603		0	603
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(base na estrutura induzida pela cidade)</i>	603		51.212	51.815
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(base na estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(base na estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	658.017	438.358	51.212	1.147.587

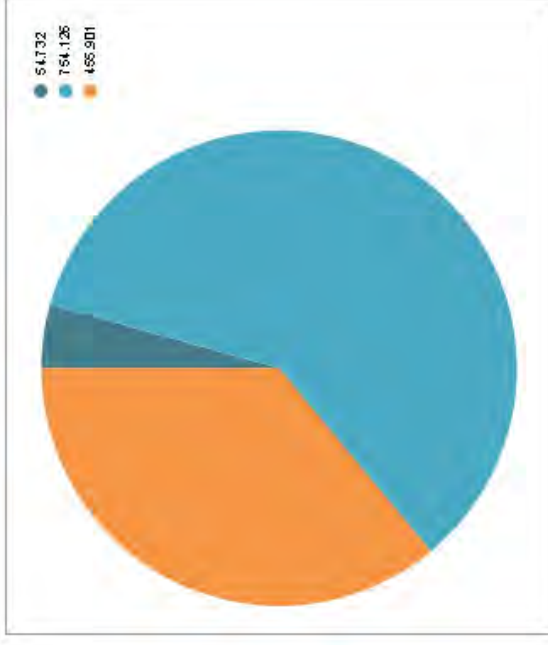
ANEXO 08 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2006

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2000

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	455.901	
	Transportation	754.126	0	
	Waste	611		54.122
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.264.760	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,7	7,353	55,643

ANEXO 08 - B) RESULTADO DETALHADO - 2006

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2006

POPULATION: 712.317
 LAND AREA (km²): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GRGs (in metric tonnes CO ₂ e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	455.901	0	455.901	455.901	455.901
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	754.126	0	0	754.126	754.126	754.126
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	611		54.122	54.732	54.732	54.732
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		754.737	455.901	54.122	1.264.760	1.264.760	1.264.760








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO ₂ e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	270.439	NE	270.439
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	ND	ND	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	ND	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	ND			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	455.901	0	455.901
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	754.126	0	NE	754.126
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	ND	NE	0
II.5	Transporte off-road	ND	ND	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	754.126	0	0	754.126
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		54.122	54.122
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	611		0	611
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	611		54.122	54.732
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CD2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	754.737	455.901	54.122	1.264.760

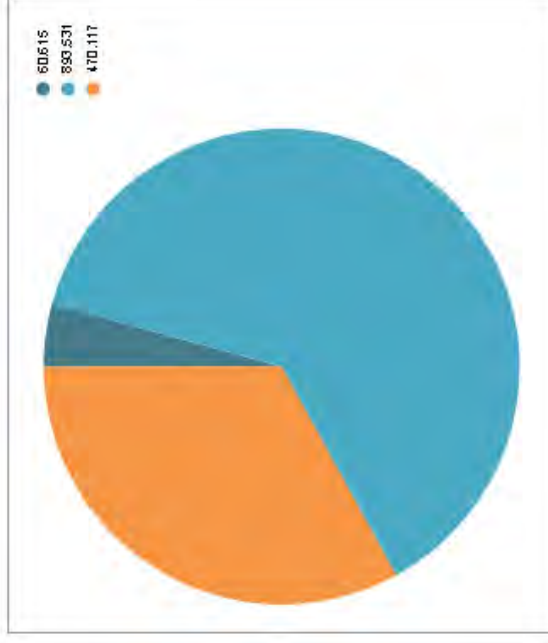
ANEXO 09 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2007

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2007

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km²): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	470.117	
	Transportation	893.531	0	
	Waste	583		60.031
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.424.262	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co ₂ e/hab)	Emissão de GEE por km ²	Emissão de GEE pelo PIB (T co ₂ e / 1 US\$m)
Emissions	1,9	8,281	62,661

ANEXO 09 - B) RESULTADO DETALHADO - 2007

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 751.300
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2007 GDP (US\$ million): 23






GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)				
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	470.117	0	470.117	470.117
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0				
TRANSPORTATION	(all II emissions)	893.531	0	0	893.531	893.531
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	583		60.031	60.615	60.615
	Waste generated outside city (III.X.3)	0				
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0
TOTAL		894.114	470.117	60.031	1.424.262	1.424.262

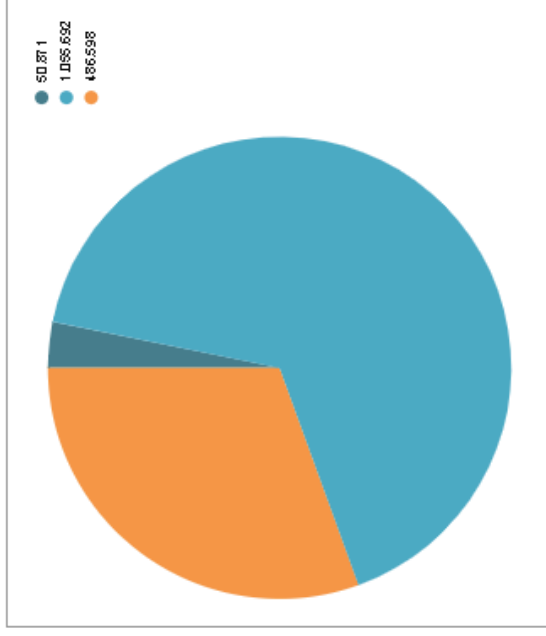
GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	284.655	NE	284.655
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0	470.117	0	470.117
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	893.531	0	NE	893.531
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	893.531	0	0	893.531
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		60.031	60.031
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	583		0	583
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	583		60.031	60.615
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city-induced framework only)</i>	894.114	470.117	60.031	1.424.262

ANEXO 10 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2008

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2008
POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tc02e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	486598	
	Transportation	1.055.692	0	
	Waste	1.068		49.803
	IPPU			
	AFOLU			
	Other scope 3			
	TOTAL		1.593.161	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,1	9,263	70,091

ANEXO 10 - B) RESULTADO DETALHADO - 2008

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2008

POPULATION: 712.317
 LAND AREA (km²): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO ₂ e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	486.598	0	486.598	486.598	486.598
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	1.055.692	0	0	1.055.692	1.055.692	1.055.692
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1.068		49.803	50.871	50.871	50.871
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		1.056.759	486.598	49.803	1.593.161	1.593.161	1.593.161








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO ₂ e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	301.136	NE	301.136
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	ND	ND	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	ND	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	ND			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura indústria pelo cidade)</i>	0	486.598	0	486.598
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	1.055.692	0	NE	1.055.692
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	ND	NE	0
II.5	Transporte off-road	ND	ND	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura indústria pelo cidade)</i>	1.055.692	0	0	1.055.692
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		49.803	49.803
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1.068		0	1.068
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura indústria pelo cidade)</i>	1.068		49.803	50.871
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura indústria pelo cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO ₂ em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura indústria pelo cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(env. industry framework only)</i>	1.056.759	486.598	49.803	1.593.161

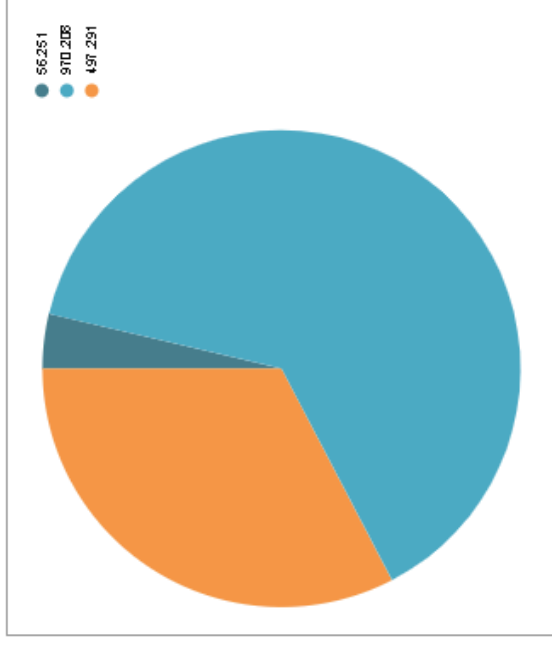
ANEXO 11 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2009

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2009

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	497.291	
	Transportation	970.208	0	
	Waste	512		55.740
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.523.750	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,0	8,859	67,038

ANEXO 11 - B) RESULTADO DETALHADO - 2009

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 712.317
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2009 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)				
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	497.291	0	497.291	497.291
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0				
TRANSPORTATION	(all II emissions)	970.208	0	0	970.208	970.208
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	512		55.740	56.251	56.251
	Waste generated outside city (III.X.3)	0				
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0
TOTAL		970.719	497.291	55.740	1.523.750	1.523.750








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	311.829	NE	311.829
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0	497.291	0	497.291
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	970.208	0	NE	970.208
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	970.208	0	0	970.208
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		55.740	55.740
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	512		0	512
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	512		55.740	56.251
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city-induced framework only)</i>	970.719	497.291	55.740	1.523.750

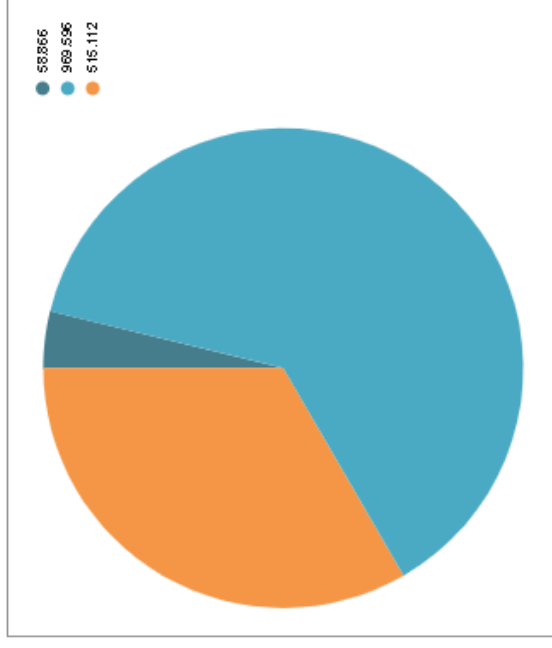
ANEXO 12 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2010

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2010

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 28

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	515.112	
	Transportation	969.596	0	
	Waste	584		58.282
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.543.574	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,1	8.974	67.910

ANEXO 12 - B) RESULTADO DETALHADO - 2010

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY:	Natal, Brazil	POPULATION:	809.739
LEVEL:	BASIC	LAND AREA (km2):	172
INVENTORY YEAR:	2010	GDP (US\$ million):	23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	515.112	0	515.112	515.112	515.112
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	969.596	0	0	969.596	969.596	969.596
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	584		58.282	58.866	58.866	58.866
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		970.180	515.112	58.282	1.543.574	1.543.574	1.543.574







GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	329.650	NE	329.650
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	515.112	0	515.112
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	969.596	0	NE	969.596
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	969.596	0	0	969.596
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		58.282	58.282
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	584		0	584
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	584		58.282	58.866
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	970.180	515.112	58.282	1.543.574

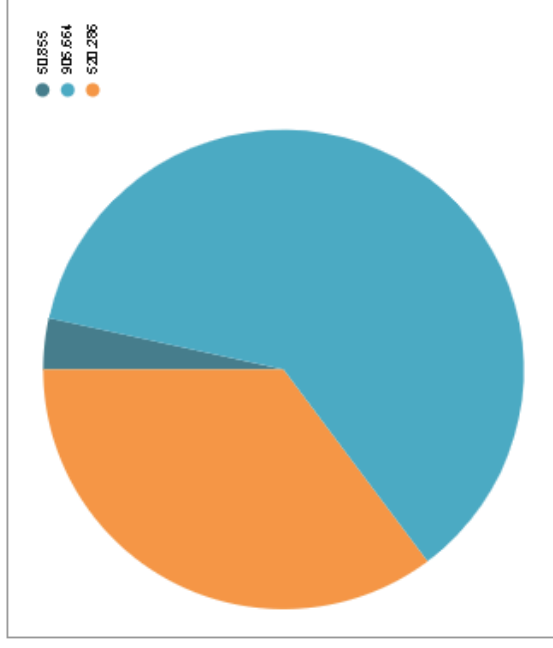
ANEXO 13 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2011

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2011

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	520.286	
	Transportation	905.664	0	
	Waste	1.550		49.306
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.476.806	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,0	8.586	64.972

ANEXO 13 - B) RESULTADO DETALHADO - 2011

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 803,739
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2011 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except 1.4.4)	0	520.286	0	520.286	520.286	520.286
	Energy generation supplied to the grid (1.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	905.664	0	0	905.664	905.664	905.664
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1.550		49.306	50.855	50.855	50.855
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		907.214	520.286	49.306	1.476.806	1.476.806	1.476.806








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	334.824	NE	334.824
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0	520.286	0	520.286
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	905.664	0	NE	905.664
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	905.664	0	0	905.664
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		49.306	49.306
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1.550		0	1.550
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	1.550		49.306	50.855
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	907.214	520.286	49.306	1.476.806

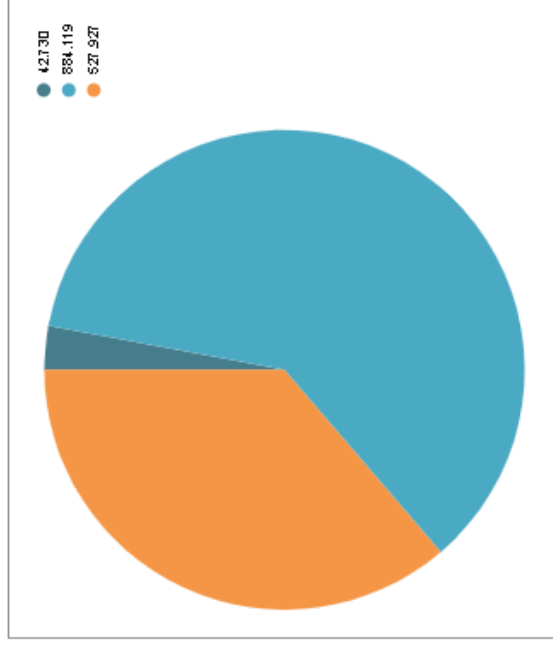
ANEXO 14 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2012

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2012

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	527.927	
	Transportation	884.119	0	
	Waste	955		41.776
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.454.777	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,9	8.458	64.003

ANEXO 14 - B) RESULTADO DETALHADO - 2012

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2012

POPULATION: 803.739
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	527.927	0	527.927	527.927	527.927
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	884.119	0	0	884.119	884.119	884.119
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	955		41.776	42.730	42.730	42.730
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		885.074	527.927	41.776	1.454.777	1.454.777	1.454.777








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	342.465	NE	342.465
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	527.927	0	527.927
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	884.119	0	NE	884.119
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	884.119	0	0	884.119
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		41.776	41.776
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	955		0	955
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	955		-41.776	42.730
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	885.074	527.927	-41.776	1.454.777

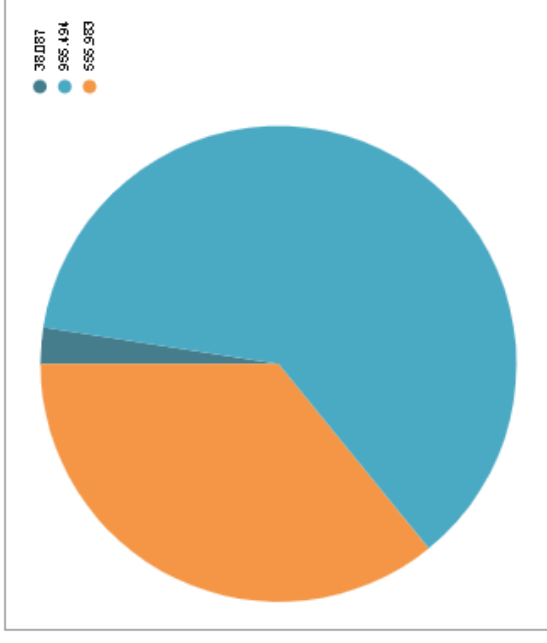
ANEXO 15 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2013

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2013

POPULATION: 751.800
LAND AREA (km²): 1.72
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	555.983	
	Transportation	955.494	0	
	Waste	1.022		37.064
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.549.564	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co ₂ e/hab)	Emissão de GEE por km ²	Emissão de GEE pelo PIB (t co ₂ e / 1 US\$m)
Emissions	2,4	9,009	68,173

ANEXO 15 - B) RESULTADO DETALHADO - 2013

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 803.739
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2013 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)				
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	555.983	0	555.983	555.983
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0				
TRANSPORTATION	(all II emissions)	955.494	0	0	955.494	955.494
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1.022		37.064	38.087	38.087
	Waste generated outside city (III.X.3)	0				
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0
TOTAL		956.517	555.983	37.064	1.549.564	1.549.564

GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	370.521	NE	370.521
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	555.983	0	555.983
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	955.494	0	NE	955.494
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	955.494	0	0	955.494
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		37.064	37.064
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1.022		0	1.022
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	1.022		37.064	38.087
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	956.517	555.983	37.064	1.549.564

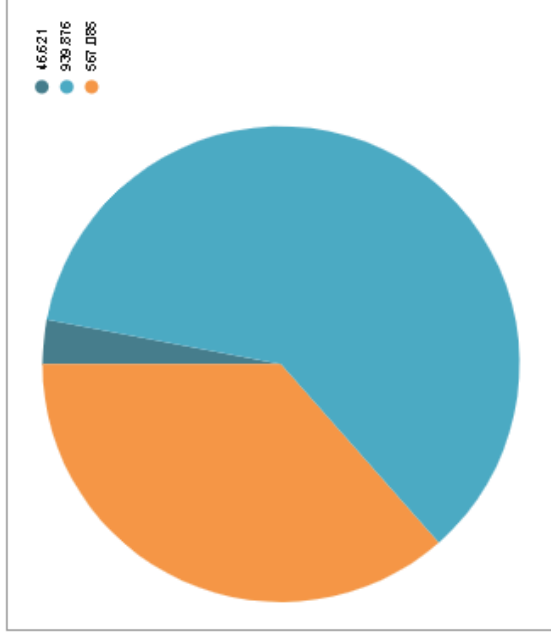
ANEXO 16 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2014

SUMMARY

NAME OF CITY: Matel, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2014

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

Icon	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
Stationary	0	567.085		
Transportation	939.876	0		
Waste	983			45.638
IPPU				
AFOLU				
Other Scope 3				
TOTAL			1.553.581	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,1	9.032	68.360

ANEXO 16 - B) RESULTADO DETALHADO - 2014

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2014

POPULATION: 803.739
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	567.085	0	567.085	567.085	567.085
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	939.876	0	0	939.876	939.876	939.876
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	983		45.638	46.621	46.621	46.621
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		940.859	567.085	45.638	1.553.581	1.553.581	1.553.581








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	381.622	NE	381.622
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	(segundo estrutura incluído pelo cidade)	0	567.085	0	567.085
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	939.876	0	NE	939.876
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	(segundo estrutura incluído pelo cidade)	939.876	0	0	939.876
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		45.638	45.638
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	983		0	983
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	(segundo estrutura incluído pelo cidade)	983		45.638	46.621
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade			NE	0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade			NE	0
SUB-TOTAL	(segundo estrutura incluído pelo cidade)	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária			NE	0
V.2	Emissões da terra			NE	0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra			NE	0
SUB-TOTAL	(segundo estrutura incluído pelo cidade)	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	(city incluído transport only)	940.859	567.085	45.638	1.553.581

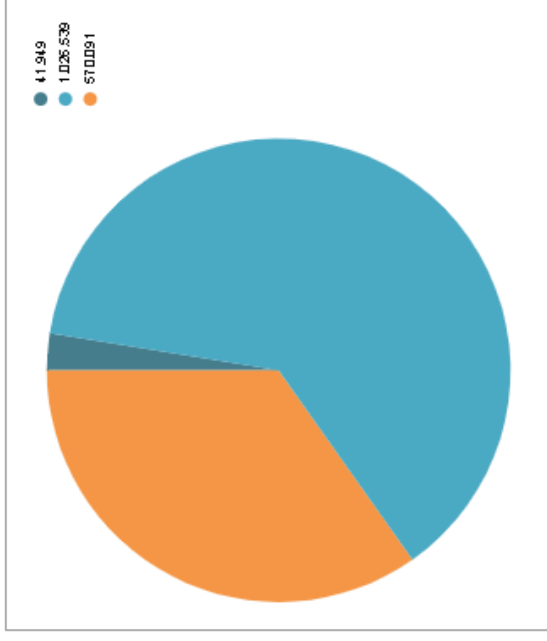
ANEXO 17 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2015

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2015

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 28

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	570.091	
	Transportation	1.026.539	0	
	Waste	1.032		40.917
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.638.579	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (t co2e/ 1 US\$m)
Emissions	2,2	9,527	72,090

ANEXO 17 - B) RESULTADO DETALHADO - 2015

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 803.759
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2015 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	570.091	0	570.091	570.091	570.091
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	1.026.539	0	0	1.026.539	1.026.539	1.026.539
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1.032		40.917	41.949	41.949	41.949
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		1.027.571	570.091	40.917	1.638.579	1.638.579	1.638.579








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	384.629	NE	384.629
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	570.091	0	570.091
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	1.026.539	0	NE	1.026.539
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	1.026.539	0	0	1.026.539
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		40.917	40.917
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1.032		0	1.032
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	1.032		40.917	41.949
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade			NE	0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade			NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária			NE	0
V.2	Emissões da terra			NE	0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra			NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city-induced framework only)</i>	1.027.571	570.091	40.917	1.638.579

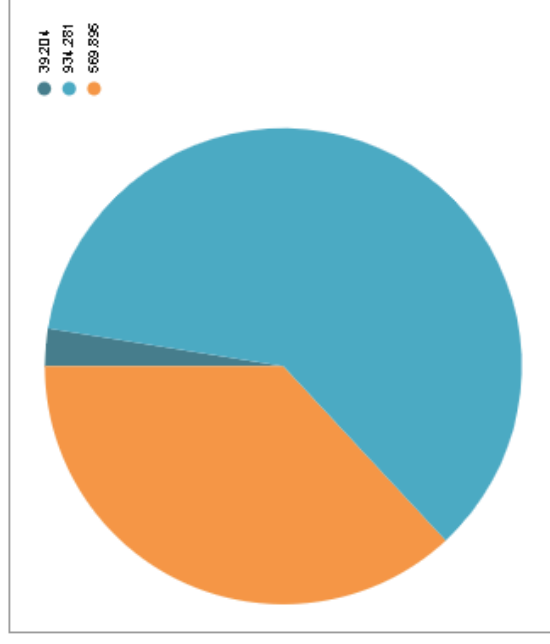
ANEXO 18 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2016

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2016

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	569.895	
	Transportation	934.281	0	
	Waste	1.105		38.099
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.543.380	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,1	8.973	67.901

ANEXO 18 - B) RESULTADO DETALHADO - 2016

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil | POPULATION: 805.733
 LEVEL: BASIC | LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2016 | GDP (US\$ million): 23







GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	569.895	0	569.895	569.895	569.895
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	934.281	0	0	934.281	934.281	934.281
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1.105		38.099	39.204	39.204	39.204
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		935.386	569.895	38.099	1.543.380	1.543.380	1.543.380

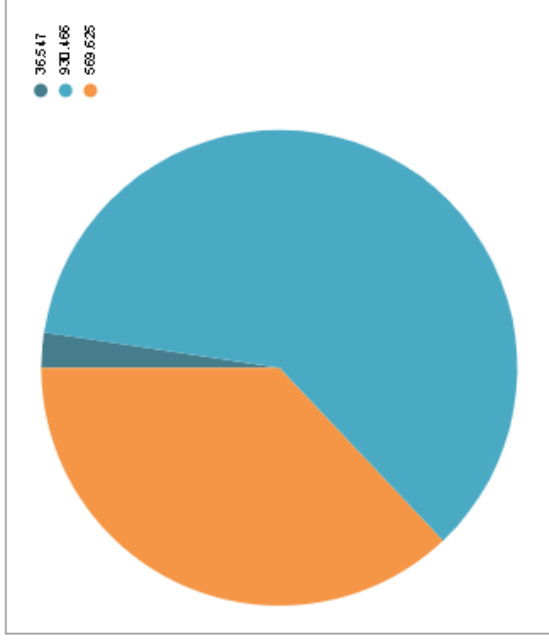
GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	384.433	NE	384.433
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	17.581	NE	17.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0	569.895	0	569.895
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	934.281	0	NE	934.281
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	934.281	0	0	934.281
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		38.099	38.099
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1.105		0	1.105
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	1.105		38.099	39.204
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade			NE	0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade			NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária			NE	0
V.2	Emissões da terra			NE	0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra			NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	935.386	569.895	38.099	1.543.380

ANEXO 19 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2017

SUMMARY

NAME OF CITY: Maracá, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2017
POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	569.625	
	Transportation	930.466	0	
	Waste	1.502		35.045
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.536.638	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,0	8.934	67.605

ANEXO 19 - B) RESULTADO DETALHADO - 2017

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 803.739
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2017 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except 1.4.4)	0	569,625	0	569,625	569,625	569,625
	Energy generation supplied to the grid (1.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	930,466	0	0	930,466	930,466	930,466
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1,502		35,045	36,547	36,547	36,547
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		931,968	569,625	35,045	1,536,638	1,536,638	1,536,638








GPC ref. No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	384,163	NE	384,163
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172,881	NE	172,881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12,581	NE	12,581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pela cidade)</i>	0	569,625	0	569,625
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	930,466	0	NE	930,466
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pela cidade)</i>	930,466	0	0	930,466
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		35,045	35,045
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1,502		0	1,502
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pela cidade)</i>	1,502		35,045	36,547
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced + non-city)</i>	931,968	569,625	35,045	1,536,638

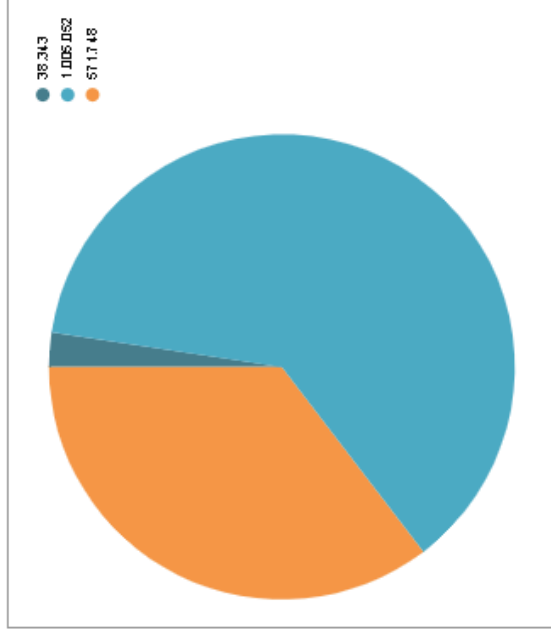
ANEXO 20 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2018

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2018

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 1.72
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	571.748	
	Transportation	1.005.052	0	
	Waste	1.913		36.430
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.615.142	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,1	9.390	71.058

ANEXO 20 - B) RESULTADO DETALHADO - 2018

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2018

POPULATION: 803.379
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 25

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	571.748	0	571.748	571.748	571.748
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	1.005.052	0	0	1.005.052	1.005.052	1.005.052
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	1.913		36.430	38.343	38.343	38.343
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		1.006.964	571.748	36.430	1.615.142	1.615.142	1.615.142








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	386.285	NE	386.285
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	571.748	0	571.748
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	1.005.052	0	NE	1.005.052
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	1.005.052	0	0	1.005.052
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		36.430	36.430
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	1.913		0	1.913
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	1.913		36.430	38.343
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city-indicator framework only)</i>	1.006.964	571.748	36.430	1.615.142

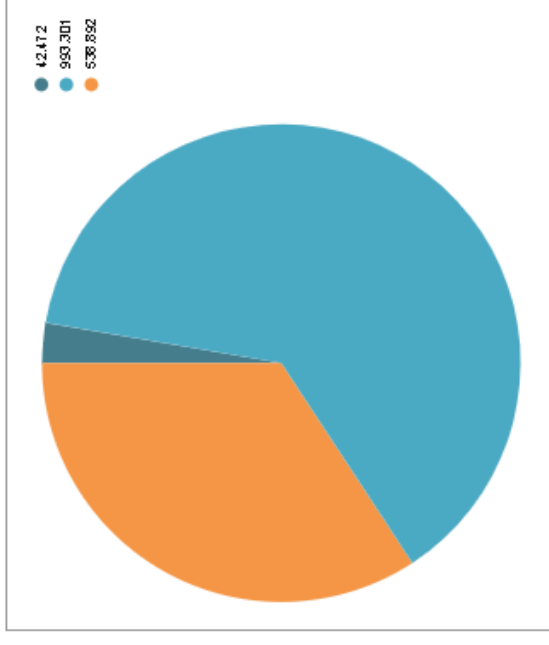
ANEXO 21 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2019

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2019

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	538.892	
	Transportation	993.301	0	
	Waste	2.005		40.467
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.574.665	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	2,1	9.155	69.278

ANEXO 21 - B) RESULTADO DETALHADO - 2019

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2019

POPULATION: 803.379
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)				
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	538.892	0	538.892	538.892
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0				
TRANSPORTATION	(all II emissions)	993.301	0	0	993.301	993.301
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	2.005		40.467	42.472	42.472
	Waste generated outside city (III.X.3)	0				
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0
TOTAL		995.306	538.892	40.467	1.574.665	1.574.665








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	333.430	NE	333.430
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	538.892	0	538.892
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	993.301	0	NE	993.301
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	993.301	0	0	993.301
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		40.467	40.467
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	2.005		0	2.005
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	2.005		40.467	42.472
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(em induced framework only)</i>	995.306	538.892	40.467	1.574.665

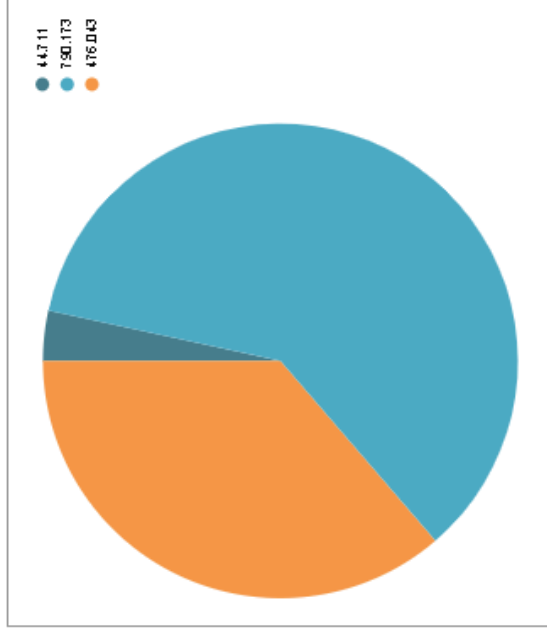
ANEXO 22 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2020

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2020

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km²): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO ₂ e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	476.043	
	Transportation	790.173	0	
	Waste	2.021		42.690
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.310.928	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co ₂ e/hab)	Emissão de GEE por km ²	Emissão de GEE pelo PIB (T co ₂ e / 1 US\$m)
Emissions	1,7	7.622	57.674

ANEXO 22 - B) RESULTADO DETALHADO - 2020

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil | POPULATION: 803.379
 LEVEL: BASIC | LAND AREA (km²): 172
 INVENTORY YEAR: 2020 | GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO ₂ e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	476.043	0	476.043	476.043	476.043
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	790.173	0	0	790.173	790.173	790.173
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	2.021		42.690	44.711	44.711	44.711
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		792.195	476.043	42.690	1.310.928	1.310.928	1.310.928








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO ₂ e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	290.581	NE	290.581
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	ND	ND	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	ND	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	ND			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	476.043	0	476.043
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	790.173	0	NE	790.173
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	ND	NE	0
II.5	Transporte off-road	ND	ND	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	790.173	0	0	790.173
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		42.690	42.690
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	2.021		0	2.021
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	2.021		42.690	44.711
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade			NE	0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade			NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária			NE	0
V.2	Emissões da terra			NE	0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO ₂ em terra			NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	792.195	476.043	42.690	1.310.928

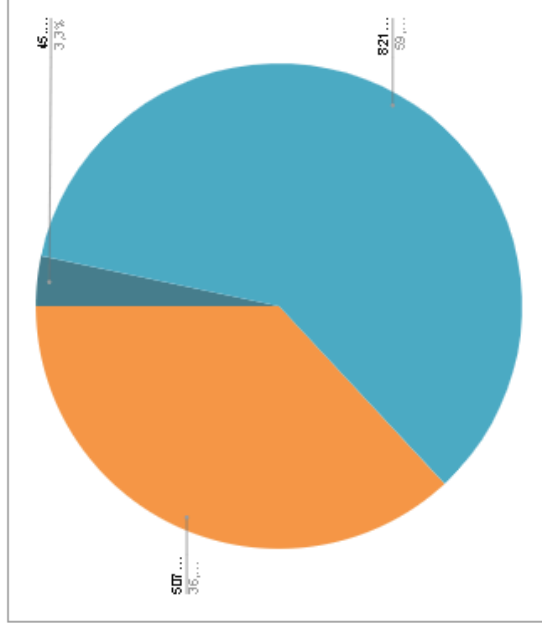
ANEXO 23 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2021

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2021

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	507.732	
	Transportation	821.886	0	
	Waste	2.105		43.448
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.375.171	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e /hab	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,8	7.995	60.501

ANEXO 23 - B) RESULTADO DETALHADO - 2021

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 751.300
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2021 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)				
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ 53
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	507.732	0	507.732	507.732
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0				
TRANSPORTATION	(all II emissions)	821.886	0	0	821.886	821.886
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	2.105		43.448	45.553	45.553
	Waste generated outside city (III.X.3)	0				
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0
TOTAL		823.991	507.732	43.448	1.375.171	1.375.171








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	322.270	NE	322.270
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pelo cidade)</i>	0	507.732	0	507.732
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	821.886	0	NE	821.886
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pelo cidade)</i>	821.886	0	0	821.886
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		43.448	43.448
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	2.105		0	2.105
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pelo cidade)</i>	2.105		43.448	45.553
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pelo cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estruturas incluídas pelo cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city included framework only)</i>	823.991	507.732	43.448	1.375.171

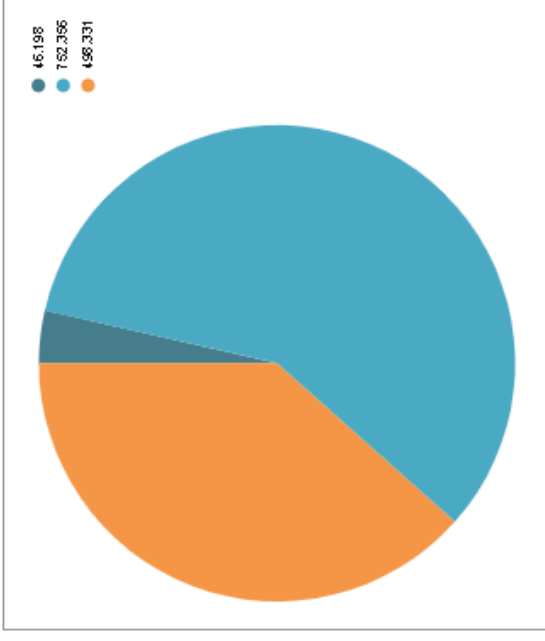
ANEXO 24 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2022

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2022

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	498.331	
	Transportation	752.356	0	
	Waste	2.386		43.813
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.296.886	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (T co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,7	7.540	57.057

ANEXO 24 - B) RESULTADO DETALHADO - 2022

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil
 LEVEL: BASIC
 INVENTORY YEAR: 2022

POPULATION: 751.300
 LAND AREA (km2): 172
 GDP (US\$ million): 25

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ 53	
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	498.331	0	498.331	498.331	498.331
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0					
TRANSPORTATION	(all II emissions)	752.356	0	0	752.356	752.356	752.356
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	2.386		43.813	46.198	46.198	46.198
	Waste generated outside city (III.X.3)	0					
IPPU	(all IV emissions)	0				0	0
AFOLU	(all V emissions)	0				0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						0
TOTAL		754.742	498.331	43.813	1.296.886	1.296.886	1.296.886








GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	312.869	NE	312.869
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0	498.331	0	498.331
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	752.356	0	NE	752.356
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	752.356	0	0	752.356
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		43.813	43.813
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	2.386		0	2.386
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	2.386		43.813	46.198
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(apenas estrutura induzida pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city/industrial framework only)</i>	754.742	498.331	43.813	1.296.886

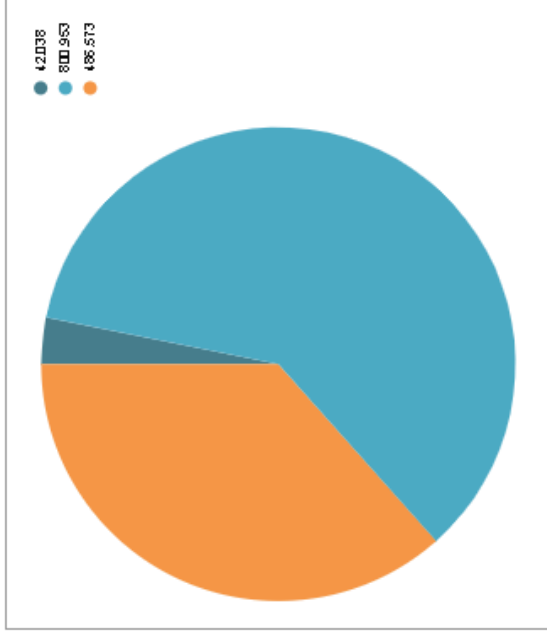
ANEXO 25 - A) RESULTADO RESUMIDO - 2023

SUMMARY

NAME OF CITY: Natal, Brazil
BOUNDARY: BASIC
INVENTORY YEAR: 2023

POPULATION: 751.300
LAND AREA (km2): 172
GDP (US\$ million): 23

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	0	486.573	
	Transportation	800.953	0	
	Waste	2.058		39.981
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL		1.329.564	



Intensity indicators	Emissão de GEE per capita (t-co2e/hab)	Emissão de GEE por km2	Emissão de GEE pelo PIB (t-co2e / 1 US\$m)
Emissions	1,8	7.730	58.494

ANEXO 25 - B) RESULTADO DETALHADO - 2023

OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Natal, Brazil POPULATION: 751.300
 LEVEL: BASIC LAND AREA (km2): 172
 INVENTORY YEAR: 2023 GDP (US\$ million): 23

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO2e)				
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	0	486.573	0	486.573	486.573
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)	0				
TRANSPORTATION	(all II emissions)	800.953	0	0	800.953	800.953
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	2.058		39.981	42.038	42.038
	Waste generated outside city (III.X.3)	0				
IPPU	(all IV emissions)	0			0	0
AFOLU	(all V emissions)	0			0	0
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)					0
TOTAL		803.011	486.573	39.981	1.329.564	1.329.564

GPC ref No.	Fonte de Emissão de Gases do Efeito Estufa (Por setor e sub-setor)	Total de GEE (toneladas métricas de CO2e)			
		Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
I	ENERGIA ESTACIONÁRIA				
I.1	Prédios residenciais	0	301.110	NE	301.110
I.2	Edifícios e instalações comerciais e institucionais	0	172.881	NE	172.881
I.3	Indústrias manufatureiras e construção	0	12.581	NE	12.581
I.4.1/2/3	Indústrias energéticas	0	0	NE	0
I.4.4	Geração de energia fornecida à rede	0			
I.5	Atividades agrícolas, florestais e pesqueiras	NO	NO	NE	0
I.6	Fontes não especificadas	0	NO	NE	0
I.7	Emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	NO			0
I.8	Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural	0			0
SUB-TOTAL	<i>(sem as estruturas induzidas pela cidade)</i>	0	486.573	0	486.573
II	TRANSPORTE				
II.1	Transporte rodoviário	800.953	0	NE	800.953
II.2	Ferrovias	0	0	NE	0
II.3	Navegação aquática	0	0	NE	0
II.4	Aviação	0	NO	NE	0
II.5	Transporte off-road	NO	NO	NE	0
SUB-TOTAL	<i>(sem as estruturas induzidas pela cidade)</i>	800.953	0	0	800.953
III	RESÍDUOS				
III.1.1/2	Resíduos sólidos gerados na cidade	0		39.981	39.981
III.2.1/2	Resíduos biológicos gerados na cidade	0		0	0
III.3.1/2	Resíduos incinerados e queimados gerados na cidade	0		0	0
III.4.1/2	Águas residuais geradas na cidade	2.058		0	2.058
III.1.3	Resíduos sólidos gerados fora da cidade	0			
III.2.3	Resíduos biológicos gerados fora da cidade	0			
III.3.3	Resíduos incinerados e queimados fora da cidade	0			
III.4.3	Águas residuais geradas fora da cidade	0			
SUB-TOTAL	<i>(sem as estruturas induzidas pela cidade)</i>	2.058		39.981	42.038
IV	PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DO PRODUTO				
IV.1	Emissões de processos industriais que ocorrem nos limites da cidade	NE			0
IV.2	Emissões provenientes do uso de produtos que ocorrem dentro dos limites da cidade	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(sem as estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
V	AGRICULTURA, SILVICULTURA e OUTROS USOS DA TERRA				
V.1	Emissões da pecuária	NE			0
V.2	Emissões da terra	NE			0
V.3	Emissões de fontes agregadas e fontes de emissão não-CO2 em terra	NE			0
SUB-TOTAL	<i>(sem as estruturas induzidas pela cidade)</i>	0			0
VI	OUTRO ESCOPO 3				
VI.1	Outro Escopo 3			NE	0
TOTAL	<i>(city induced framework only)</i>	803.011	486.573	39.981	1.329.564



PUBLICAÇÕES

SEMURB

DESDE 2003

Prefeitura Municipal de Natal
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - SEMURB
Av. Nevaldo Rocha 4.665, Tirol - Natal/RN
59.056-374

www.natal.rn.gov.br/semurb