

Estudo Nacional de Mobilidade Urbana



Relatório de Diagnóstico Volume 3

Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Julho de 2025

Elaborado com a colaboração das equipes do BNDES, do Ministério das Cidades e de diversas instituições públicas e privadas do setor de mobilidade urbana

O “**Estudo Nacional de Mobilidade Urbana**: Desenvolvimento do Transporte Público de Média e Alta Capacidades nas principais Regiões Metropolitanas do país” (**ENMU**) é uma iniciativa conjunta do BNDES e do Ministério das Cidades, no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica nº 01-2023 / D-121.2.0027.23, de 24/10/2023.



MINISTÉRIO DAS
CIDADES



Este trabalho foi realizado com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos do BNDES (BNDES FEP), no âmbito da RFP nº 16/2023. A atuação do Consórcio de Consultores foi objeto do contrato de prestação de serviços OCS nº 151/2024, celebrado com o BNDES em 10/05/2024, sob a liderança dos seguintes profissionais:

Diagnóstico, Rede Estrutural Necessária e Banco de Projetos

Logit

Wagner Colombini Martins,
Fernando Howat Rodrigues,
Thiago Affonso Meira, Diogo Barreto
Martins, Renata Cruz Rabello

Oficina Consultores

Arlindo Fernandes, Antônio Luiz Mourão
Santana, Andrea Aparecida Azevedo
Brisida, Felício Hissaaki Sakamoto

TYLin

Gabriel Feriancic, Victor Frazão Barreto
Alves, Claudia Cosme Mascarenhas,
Luiz Marcelo Teixeira Alves,
Larissa Deborah Alves Teixeira dos
Santos

Coordenação do PMO e desenvolvimento dos Insumos da Estratégia Nacional

Bain & Company

Rodrigo Más, Wagner Costa

Assessoria Jurídica

Machado Meyer

Rafael Vanzella, José Virgílio Lopes Enei,
Débora Boucinhas Leal, Rafael de Lima
Andrade, Pedro Inglez Mazzarella

Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Logit

Patrícia Tozzi, Débora Gonçalves

Geológica

Cássio Fernando Rossetto

Consultores

Orlando Strambi, Claudia Martinelli

As entregas do ENMU foram realizadas de forma colaborativa com as equipes do BNDES, do Ministério das Cidades e de diversas instituições públicas e privadas do setor de mobilidade urbana. Os profissionais das referidas instituições fizeram parte do Comitê Técnico do ENMU e tiveram a oportunidade de oferecer comentários e contribuições em versões intermediárias dos relatórios, conforme previsto no Termo de Especificações Técnicas do ENMU. Maiores detalhes podem ser obtidos em <https://www.bndes.gov.br>.

Equipe Técnica

Diagnóstico, Rede Estrutural Necessária e Banco de Projetos

Logit

André Bresolin Pinto, Caio Pieroni, Cláudia Machado, Daniel Souza, Fábio Rossetti Delospital, Gabriel Mendes Bergamaschi, Gil Andrade, Heitor Seidi Osako, Isabela Cruz, Juliana Carmo Antunes, Lorena Oliveira, Lucas Melo, Paulo Góes, Paulo Júnio Rosa, Priscila Damasio, Rafael Caetano Ramos, Rafael Sanabria, Rasiele dos Santos Rasia, Roberto Torquato, Rodrigo Cintra Pires, Victor Zamith

Oficina Consultores

Alexander André Silva, Bruno Lora Martin, Daniela Cardone Del Monte Leão, Edilberto de Aguiar Júnior, Esnel Minetti, José Carlos Xavier, Lorétti Portofé de Mello, Luís Fernando Di Pierro, Marcelo Massayuki Nakazaki, Marcos Pimentel Bicalho, Otávio Ferreira Mourão Santana, Paulo Sussumu Hatada, Rafael Simonato

TYLin

Ana Paula Felipe, Ayrton de Sousa Pinto, Carol Bueno de Freitas, Fábio Cretella Vaz Conn, Geraldo Camargo de Carvalho Jr., Jane Aoki Alberto, Leonardo Palermo Gentile, Leticia Bispo Marques, Luciano Peron, Luis Fernando Kyono, Luiza Maciel Costa da Silva, Maria Manuela Pose Guerra, Sérgio Oda Kokuta, Sílvia Vitali Santos Mauad, Vinicius Dorta Molina Hernandez, Vinícius Martinez Ramim

Assessoria Jurídica

Machado Meyer

Ana Clara Gemeinder de Mendonça, Beatriz Simões da Silva, Estevam Pallazzi Sartal, Gabriel Brasileiro Nagle de Oliveira, Gabriel Rapoport Furtado, Guilherme de Faria Nicastro, Jéssica Suruagy Borges Galhardo, Juliana Mucinic, Lucas Nunes Martorelli, Maria Gabriela Figueiredo Parreira de Moura, Rafaela Pereira Falavina

- O conteúdo desta publicação não reflete, necessariamente, o posicionamento institucional do BNDES e do Ministério das Cidades. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos desta publicação, desde que citada a fonte.
- O material e as análises contidos neste documento foram elaborados com o objetivo de fornecer uma visão estratégica abrangente sobre a mobilidade urbana nas principais Regiões Metropolitanas do Brasil, sendo os trabalhos realizados em um período de tempo limitado e dentro das possibilidades e limitações das informações disponíveis.
- O ENMU foi conduzido com base em pesquisas secundárias de mercado, análise de informações públicas disponíveis ou fornecidas ao Consórcio de Consultores pelas diversas instituições que contribuíram na elaboração do estudo, bem como por meio de diversas entrevistas com especialistas do setor. Os membros do Consórcio, de forma independente, não verificaram as informações mencionadas nem conduziram pesquisas primárias ou qualquer forma de *due diligence*, e, portanto, não fazem qualquer afirmação ou garantia, expressa ou implícita, quanto à precisão, completude ou exaustividade dessas informações. As projeções de mercado, análises financeiras, estimativas e conclusões aqui apresentadas são baseadas nas informações mencionadas acima e no melhor julgamento de cada membro do Consórcio e das equipes do BNDES e integrantes do Comitê Técnico, e, por isso, não devem ser interpretadas como recomendações específicas, nem como previsões ou garantias de desempenho ou resultados futuros.
- O objetivo do ENMU é oferecer insumos para a elaboração de uma Estratégia Nacional de Mobilidade Urbana, visando orientar a atuação da União junto aos entes subnacionais para coordenação de esforços interfederativos que viabilizem a articulação de políticas públicas e o fomento à implantação de projetos de Transporte Público Coletivo de Média e Alta Capacidades. O ENMU não envolve a elaboração de planos de mobilidade urbana, estudos de viabilidade econômico-financeira ou projetos com detalhamento suficiente para subsidiar contratações públicas ou decisões privadas de investimento. Caberá às instituições interessadas, públicas ou privadas, realizar os estudos adicionais e análises aprofundadas pertinentes para avançar com os projetos às etapas seguintes de implantação ou fundamentar suas decisões de investimento.

Índice

1	Introdução	8
2	Apêndice III – Aspectos Urbanísticos e Socioeconômicos	9
2.1	Restrições Físicas	9
2.1.1	Relevo	9
2.2	Restrições Legais	12
2.2.1	Áreas de proteção ambiental e Unidades de Conservação.....	13
2.2.2	Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural	13
2.2.3	Macrozoneamento do Uso do Solo.....	19
2.3	Dados Socioeconômicos	27
2.3.1	Uso do solo.....	27
2.3.2	População	32
2.3.3	Emprego e Renda.....	37
2.3.4	Áreas de Vulnerabilidade Social	39
2.3.5	Vetores de crescimento e projeções populacionais.....	42
3	Apêndice IV – Aspectos Ambiental e Climático	51
3.1	Planos de mitigação às mudanças climáticas.....	51
3.2	Áreas de Proteção do meio físico e biótico	58
3.2.1	Principais condicionantes observadas no entorno dos eixos	71
3.3	Desastres naturais.....	83
3.4	Projeções de temperaturas e precipitações	85
3.4.1	Histórico e projeção de temperatura	92
3.4.2	Histórico e projeções das precipitações.....	97
3.4.3	Considerações.....	101
3.5	Emissões Atmosféricas.....	102
3.6	Conclusões sobre os aspectos ambiental e climático	107

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa hipsométrico da Área de Estudo	10
Figura 2: Mapa de declividades da Área de Estudo	11
Figura 3: Mapa de tipologias de relevo na Área de Estudo	12
Figura 4: Áreas de Interesse de Proteção de Mananciais	13
Figura 5: Patrimônio Material e Arqueológico.....	15
Figura 6: Macrozoneamento do município do Rio de Janeiro.....	19
Figura 7: Macrozoneamento do município de Niterói	20
Figura 8: Macrozoneamento do município de São João de Meriti – parte 1 de 2	21
Figura 9: Macrozoneamento do município de São João de Meriti – parte 2 de 2	22
Figura 10: Mapa de caracterização da área urbana e habitacional do município de Belford Roxo	23
Figura 11: Mapa de caracterização da área urbana e habitacional do município de Guapimirim ..	24
Figura 12: Macrozoneamento do município de Magé.....	25
Figura 13: Macrozoneamento do município de Maricá.....	26
Figura 14: Macrozoneamento do município de Nova Iguaçu.....	27
Figura 15: Uso e Ocupação do solo da Área de Estudo.....	28
Figura 16: Mapa de concentração de aparelhos de saúde na Área de Estudo.....	29
Figura 17: Mapa de concentração de aparelhos de estudo na Área de Estudo.....	30
Figura 18: Mapa de concentração de estabelecimentos comerciais na Área de Estudo	31
Figura 19: Distribuição da população nas zonas de tráfego da RMRJ	32
Figura 20: Distribuição da população até 14 anos.....	33
Figura 21: Distribuição da população entre 15 e 65 anos.....	34
Figura 22: Distribuição da população acima de 66 anos	35
Figura 23: Percentual da população rural da Área de Estudo da RMRJ.....	36
Figura 24: Pirâmide Etária dos municípios da Área de Estudo da RMRJ.....	36
Figura 25: Empregos formais da RMRJ	37
Figura 26: Gráfico do percentual de empregos por setor econômico do IBGE por município da Área de Estudo	38
Figura 27: Gráfico do total de empregos formais e razão entre emprego formal e população economicamente ativa por município da área de estudo.....	38
Figura 28 – Faixas do IVS.....	41
Figura 29: Mapa da distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.....	42
Figura 30: Mapa de evolução temporal da mancha de ocupação territorial metropolitana	43
Figura 31: Mapa da expansão urbana da Área de Estudo de 1985 a 2022.....	44
Figura 32: Variação populacional de 2010 para 2022 para a Área de Estudo	46
Figura 34: Densidade populacional em 2010 e em 2022 para a Área de Estudo	47

Figura 35: Taxas de crescimento geométrica da população de 2010 a 2022	48
Figura 36: Taxa de crescimento anual para os municípios da Área de Estudo	50
Figura 37: Recursos hídricos e suscetibilidade a enxurradas e inundações.....	60
Figura 38: Suscetibilidade a deslizamentos	62
Figura 39: Cobertura Vegetal.....	64
Figura 40: Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade.....	66
Figura 41: Unidades de Conservação de Proteção Integral	69
Figura 42: Unidades de Conservação de Uso Sustentável	70
Figura 43: Histórico da Temperatura média no Rio de Janeiro, 1961-2005.....	93
Figura 44: Histórico da Temperatura média em São Gonçalo, 1961-2005	93
Figura 45: Histórico da Temperatura média em Magé, 1961-2005.....	94
Figura 46: Histórico da Temperatura média em Duque de Caxias, 1961-2005	94
Figura 47: Projeções de temperatura média anual, Rio de Janeiro, 2006 a 2040	95
Figura 48: Projeções de temperatura média anual, São Gonçalo, 2006 a 2040	95
Figura 49: Projeções de temperatura média anual, Magé, 2006 a 2040	96
Figura 50: Projeções de temperatura média anual, Duque de Caxias, 2006 a 2040	96
Figura 51: Histórico Média Precipitação Total Anual, Rio de Janeiro, 1961 a 2005.....	97
Figura 52: Histórico Média Precipitação Total Anual, São Gonçalo, 1961 a 2005	98
Figura 53: Histórico Média Precipitação Total Anual, Magé, 1961 a 2005.....	98
Figura 54: Histórico Média Precipitação Total Anual, Duque de Caxias, 1961 a 2005	99
Figura 55: Mudança na precipitação anual, Rio de Janeiro, 2011-2040	99
Figura 56: Mudança na precipitação anual, São Gonçalo, 2011-2040	100
Figura 57: Mudança na precipitação anual, Magé, 2011-2040.....	100
Figura 58: Mudança na precipitação anual, Duque de Caxias, 2011-2040.....	101
Figura 59: Série histórica de emissões por setor em tCO ₂ e – Área de Estudo, 2012 a 2022	104
Figura 60: Participação do setor de transportes no total de emissões da Área de Estudo, em tCO ₂ , 2022.....	105

Lista de Tabelas

Tabela 1: Principais interferências de Patrimônio no entorno dos projetos.	16
Tabela 2: Evolução da população e domicílios por município da área de estudo entre 2010 e 2022	44
Tabela 3: Evolução Projetada da População por município – 2022 a 2055.....	49
Tabela 4: Resumo dos principais condicionantes para a implantação.....	72
Tabela 5 - Número de ocorrências nos municípios de interesse no período 2013-2023.....	83
Tabela 6: Índice de Risco e de Ameaça de desastres geo-hidrológicos na AE	85
Tabela 7: Dados climatológicos, Rio de Janeiro, 1991-2021	86
Tabela 8: Dados climatológicos, São Gonçalo, 1991-2021	87
Tabela 9: Dados climatológicos, Niterói, 1991-2021	87
Tabela 10: Dados climatológicos, Maricá, 1991-2021	88
Tabela 11: Dados climatológicos, Duque de Caxias, 1991-2021.....	88
Tabela 12: Dados climatológicos, São João de Meriti, 1991-2021	89
Tabela 13: Dados climatológicos Belford Roxo, 1991-2021	89
Tabela 14: Dados climatológicos Nova Iguaçu, 1991-2021.....	90
Tabela 15: Dados climatológicos Mesquita, 1991-2021	90
Tabela 16: Dados climatológicos Nilópolis, 1991-2021	91
Tabela 17: Dados climatológicos Magé, 1991-2021.....	91
Tabela 18: Dados climatológicos Guapimirim, 1991-2021.....	92
Tabela 19: Emissões de GEE por unidade territorial e setor em tCO ₂ e no ano 2022	103
Tabela 20: Emissões do setor de transporte em tCo ₂ e, por categoria, 2022	104
Tabela 21: Emissões do setor de transporte em tCo ₂ e, por tipo de veículo, 2022.....	106

1 Introdução

Este Caderno de Apêndices é o Volume 3 integrante do relatório D1 – Relatório de Diagnóstico da RMRJ (Volume 1) feito no âmbito do Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (ENMU) e é constituído de dois apêndices.

No Apêndice III foram abordados os fatores caracterizam a RMRJ segundo as dimensões urbanas e socioeconômicas, complementando as informações dispostas do capítulo 3.2 do Volume I.

O Apêndice IV apresenta o conjunto de informações e análises complementares a respeito dos aspectos ambientais e climáticos constantes no capítulo 3.3 do Volume I.

2 Apêndice III – Aspectos Urbanísticos e Socioeconômicos

2.1 Restrições Físicas

Nesta seção, é apresentada a caracterização das restrições físicas naturais da Área de Estudo. Essas restrições referem-se às características topológicas, geográficas e ambientais, como relevo, corpos hídricos e áreas de proteção ambiental, que limitam ou influenciam a ocupação e o desenvolvimento urbano. Estas restrições apresentam potencial para impactar desde a construção de infraestruturas (em especial de TPC-MAC) até a definição de políticas de uso do solo.

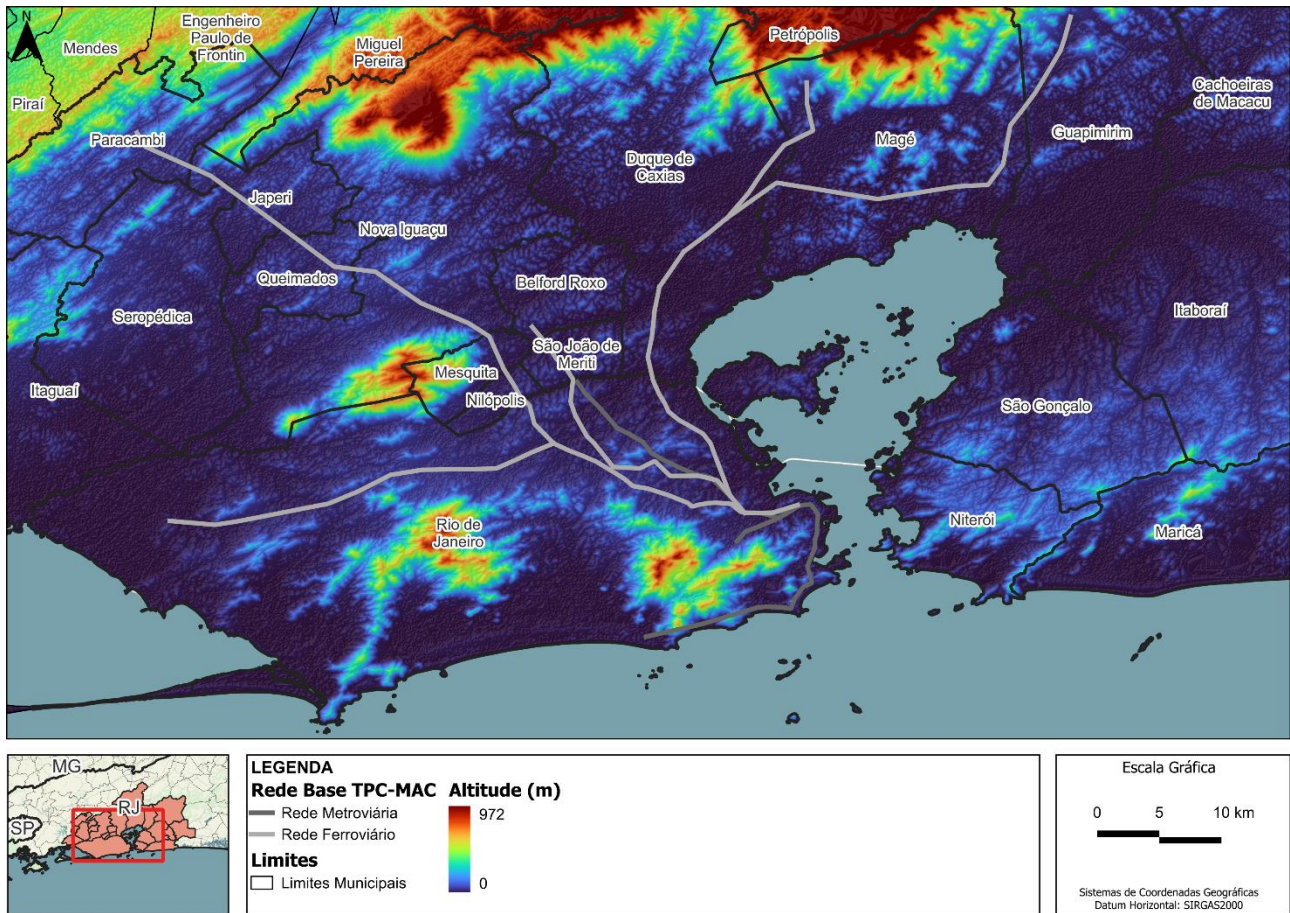
A compreensão das restrições físicas naturais é importante para um planejamento urbano e de mobilidade sustentável e seguro, de forma a promover o equilíbrio entre desenvolvimento e preservação ambiental, garantindo a resiliência das áreas urbanas frente aos desafios naturais.

2.1.1 Relevo

A região metropolitana do Rio de Janeiro está localizada no litoral, e, como acontece predominantemente nesses casos, os limites da costa apresentam baixa altitude, tanto ao sul quanto no entorno da Baía de Guanabara. A Figura 1 expõe o mapa hipsométrico da área de estudo, com as diferentes altitudes presentes na região. A cidade do Rio de Janeiro, em parte por sua grande extensão, manifesta maior heterogeneidade, com grandes altitudes permeando regiões bem baixas e compondo as grandes áreas urbanizadas centrais. O resultado dessa combinação é uma extensa área com declividades superiores a 12% ali e nos demais municípios.

A rede atual de transporte público coletivo de média e alta capacidade, especialmente os eixos metroviários e ferroviários reflete em parte essas características e restrições físicas da região. Se concentram especialmente no litoral da capital e seguem contornando à norte das grandes altitudes presentes no oeste carioca e desviam também da grande elevação entre os municípios de Mesquita e Nova Iguaçu.

Figura 1: Mapa hipsométrico da Área de Estudo

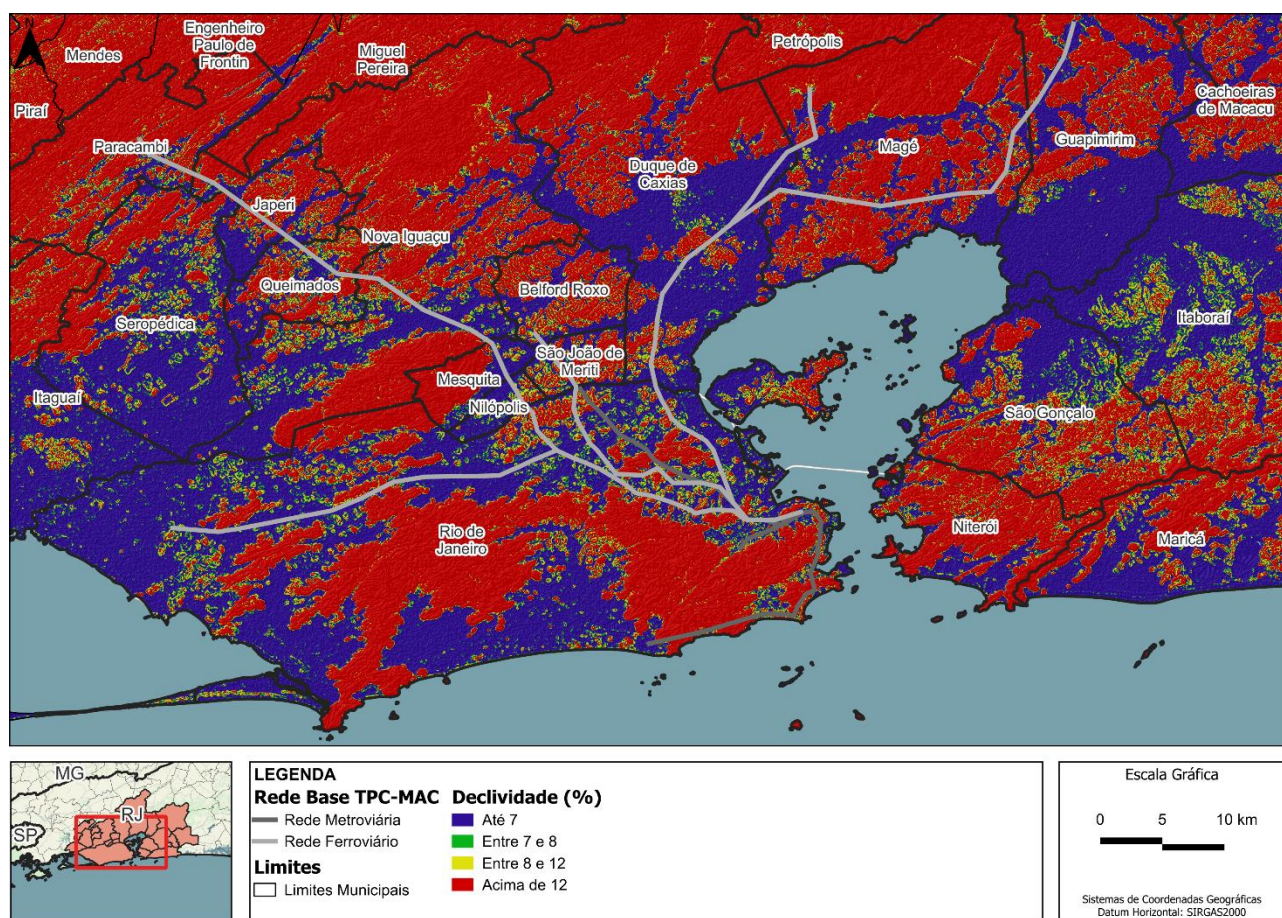


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE¹

O norte da Região Metropolitana é marcado por uma fronteira física com as maiores altitudes observadas da região, especialmente nos extremos de Nova Iguaçu, Duque de Caxias e Magé. Os municípios localizados à leste da Baía, como Niterói, São Gonçalo, Maricá e Itaboraí têm diferenças de altitudes relativamente menores, mas ainda apresentam grande área classificada como serra e ainda com predominância de declividades altas. O mapa da Figura 2 exibe as declividades da Área de Estudo. Se destaca o contraste entre grandes áreas de declividade bem baixa, aqui classificadas como até 7%, e outras de declividade intensa, acima de 12%. Aqui novamente é possível observar a relação dos principais eixos atuais de transporte, prioritariamente instalados nas áreas de menores declives.

¹ INPE. [TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil](#). Acesso em 22/07/2024.

Figura 2: Mapa de declividades da Área de Estudo

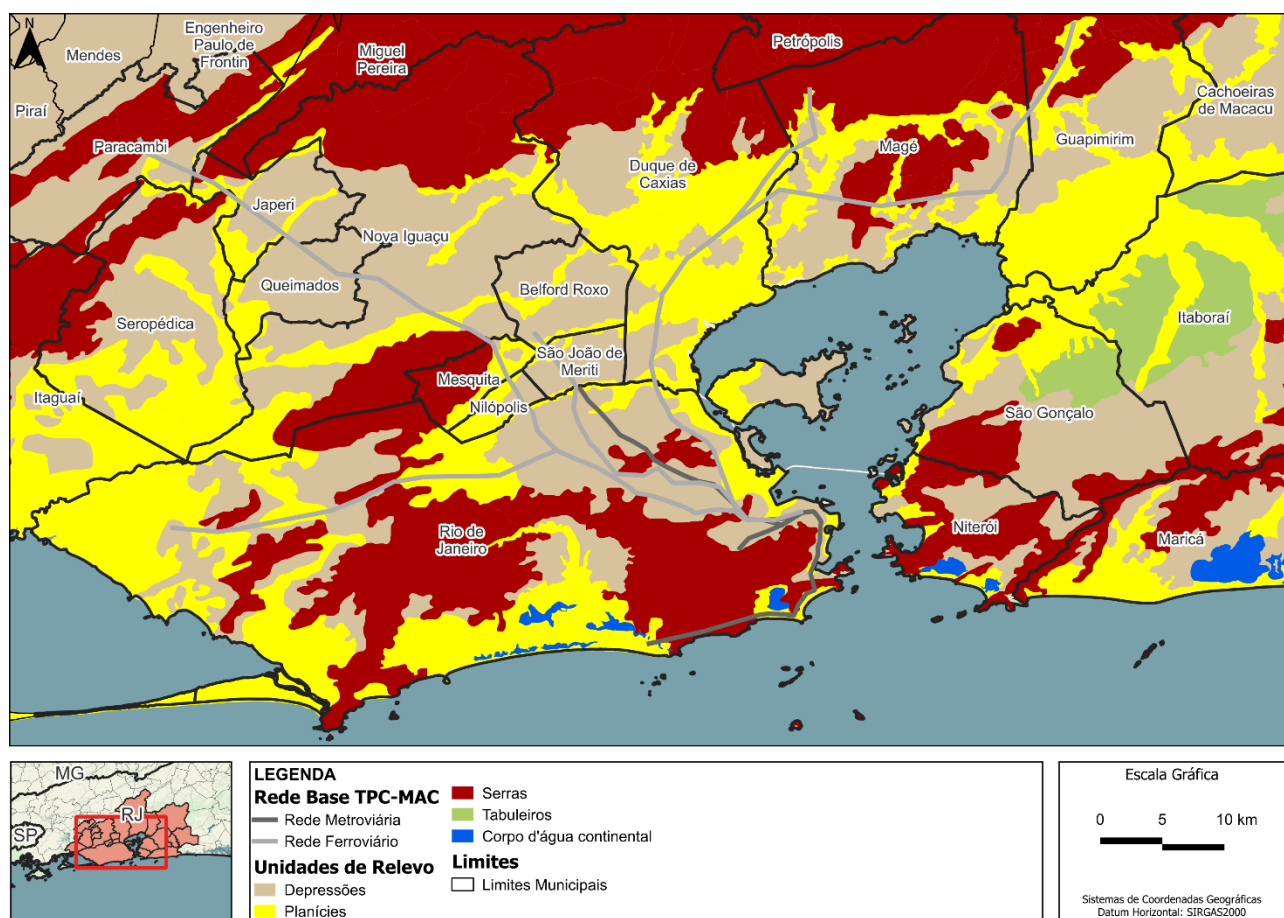


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE²

As unidades de relevo, apresentadas no mapa da Figura 3, são mescladas somente entre planícies, depressões e serras por toda a Região Metropolitana, com exceção de São Gonçalo e Itaboraí que também apresentam áreas classificadas como tabuleiros. Isso e as extensas áreas com declividade intensiva compõem um grande desafio para implantação de novos eixos de transporte, considerando que cada desenho de traçado deve atender tanto critérios de demanda quanto também ponderar sobre priorização de eixos planos por questões de otimização de custos e complexidade de obra.

² INPE. [TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil](#). Acesso em 22/07/2024.

Figura 3: Mapa de tipologias de relevo na Área de Estudo



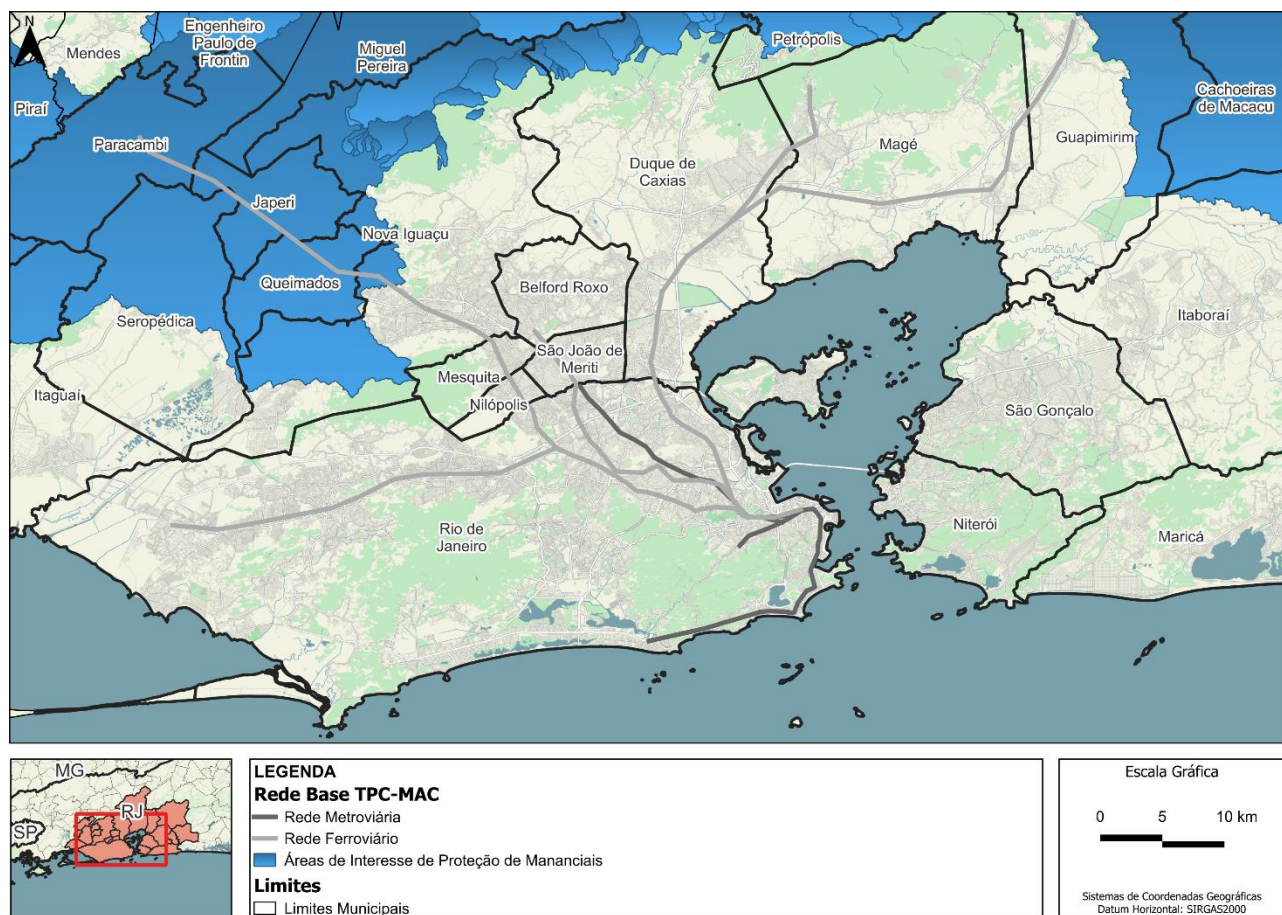
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IBGE](#), Censo Demográfico 2010

2.2 Restrições Legais

As restrições jurídicas ou administrativas (restrições legais) à ocupação urbana referem-se a normas, regulamentos e políticas dos diferentes níveis de governo e instituições da RM com o propósito de ordenar e controlar o desenvolvimento urbano. Estas limitações atuam para garantir o crescimento ordenado, sustentável e seguro das áreas urbanas.

2.2.1 Áreas de proteção ambiental e Unidades de Conservação

Figura 4: Áreas de Interesse de Proteção de Mananciais



Fonte: MPRJ

2.2.2 Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural

O Instituto Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) é uma autarquia federal responsável pela preservação, proteção e difusão do patrimônio cultural brasileiro, sendo atualmente vinculada ao Ministério da Cultura. O IPHAN classifica os bens culturais materiais em imóveis (núcleos urbanos, sítios arqueológicos, edificações etc.) ou móveis (acervos museológicos, fotográficos, arquivísticos etc.), que, por sua vez, são inscritos nos quatro Livros do Tombo, segundo a natureza do bem tombado: arqueológico, paisagístico e etnográfico; histórico; belas artes; e das artes aplicadas. Ao editar o Decreto n.º 3.551/2000, o IPHAN incorporou a proteção ao patrimônio cultural imaterial, conceito que abrange saberes e fazeres tradicionais, que representam, de forma específica, modos de vida e hábitos de grupos ou populações.

Os bens tombados de natureza material podem ser imóveis como as cidades históricas, sítios arqueológicos e paisagísticos e bens individuais; ou móveis, como coleções arqueológicas, acervos museológicos, documentais, bibliográficos, arquivísticos, videográficos, fotográficos e cinematográficos. No Rio de Janeiro, os bens protegidos remontam à colonização do território e

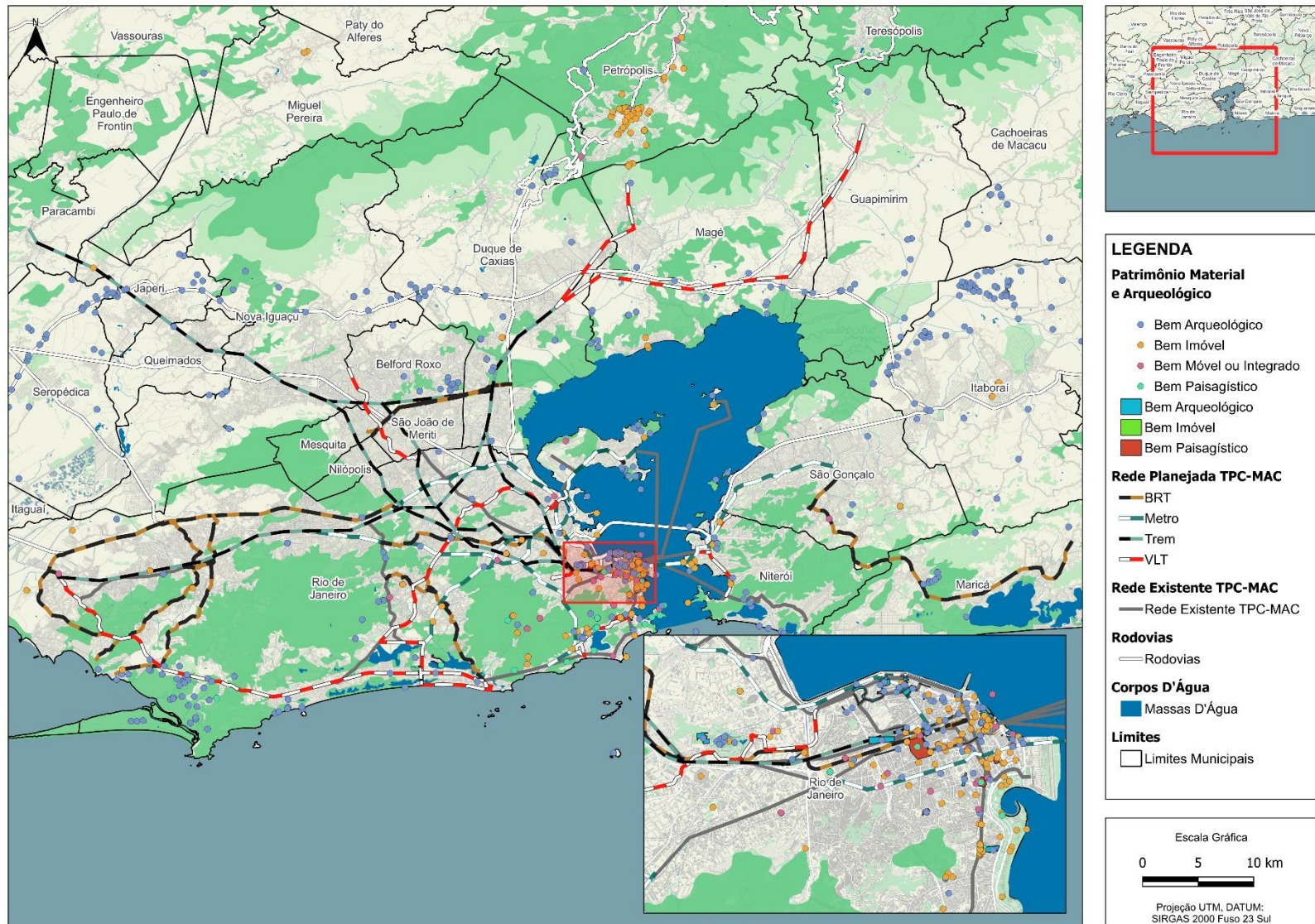
compreendem prédios, igrejas, praças e conjuntos urbanos que possuem importância histórica, arquitetônica ou paisagística.

Além dos bens protegidos, os municípios da área de estudo apresentam vários sítios arqueológicos cadastrados, entre sítios históricos e pré-coloniais, destacando-se a presença de sambaquis. Assim, ainda que os projetos previstos no TPC-MAC se localizem em área urbana já consolidada, é necessário atentar para o grande potencial arqueológico da região, que podem demandar licenciamento específico junto ao órgão de patrimônio.

Embora no nível de detalhamento atual dos projetos não seja possível prever com certeza o nível de afetação sobre bens imóveis, sobretudo nos casos de abertura de novas vias, é importante destacar a proximidade dos projetos previstos no TPC-MAC em relação a edificações tombadas e áreas protegidas, devendo haver cuidado especial quanto ao impacto à paisagem e a essas edificações.

A figura a seguir ilustra o conjunto de elementos que fazem parte do patrimônio cultural material e arqueológico protegido pelo IPHAN, sendo importante destacar a grande quantidade de sítios arqueológicos em área urbana, ou no entorno dos eixos de transporte estudados. Com base no mapeamento, a tabela apresentada na sequência resume as principais interferências dos projetos sobre essas áreas e edificações.

Figura 5: Patrimônio Material e Arqueológico



Fonte: IPHAN, 2024

Tabela 1: Principais interferências de Patrimônio no entorno dos projetos.

Código	Tecnologia	Eixo	Município (s)	Patrimônio
2	Trem	Conexão Alvorada Cocotá	Rio de Janeiro	- Entorno direto de casa da Fazenda Engenho D'água; - Entorno da Igreja da Penha; - Intercepta Sítio arqueológico Água Mineral Santa Cruz (O sítio foi identificado em 1995 e em sua ficha de cadastro consta a presença de fragmentos arqueológicos históricos como telhas, cerâmica, louça, vidro e azulejo na área de implantação da via expressa da Linha Amarela);
3	Trem	Linha conectando Uruguai a Del Castilho	Rio de Janeiro	-
4	Trem	Expansão da Linha 02 até Praça XV	Rio de Janeiro	Entorno da Marquês de Sapucaí
5	Trem	Conexão Estação Gávea - Uruguai	Rio de Janeiro	- Sítio arqueológico Pedreira do Jardim Botânico, caracteriza-se pela presença das estruturas de alvenaria em rocha e um paredão de rocha, cuja forma de anfiteatro foi esculpida ao longo do tempo de funcionamento da pedreira. Possível afetação direta no trecho em túnel
6	Trem	Linha conectando centro do Rio de Janeiro a Deodoro	Rio de Janeiro	- Palácio de Manguinhos ou Prédio da Fundação Oswaldo Cruz na Av. Brasil, n 4365; - Complexo Arqueológico do Antigo Saco da Gamboa - Porção Noroeste - Diversos bens imóveis na região portuária, que deverão ser observados na etapa de definição do traçado (pode inviabilizar o trecho final)
8	Trem	Linha 03 conectando Araribóia a São Gonçalo	Niterói / São Gonçalo	-São Lourenço (Sítio histórico com presença de fragmentos cerâmicos, de porcelana, metal, material malacológico, urna funerária, remanescentes ósseos e dentes. Localizado na elevação onde se encontra a Igreja, em terreno já descontextualizado.) ; - - Capela e Cemitério de Maru
9	Trem	Extensão da Linha 02 até Araribóia	Niterói / Rio de Janeiro	- Niterói: Forte de Gragoatá; - Rio de Janeiro Diversos imóveis no entorno do aeroporto Santos Dumont.
11	Trem	Linha conectando Pavuna a Nova Iguaçu	Rio de Janeiro	-
12	Corredor	Corredor conectando os municípios da Baixada Fluminense	Duque de Caxias	-
13	VLT	Conversão do corredor BRT TransOeste em VLT	Rio de Janeiro	- Entorno do Sambaqui do Piraquê; - Entorno do Sambaqui do posto 5 (~250m); - Entorno do Sambaqui da Lagoa de Marapendi; - Sítio Arqueológico Beira da Estrada (IPHAN RJ3304557BAST00059) - sem afetação, visto que viário existente. A questão a ser colocada é a necessidade de gerenciamento arqueológico das obras, para evitar danos ao patrimônio.

Código	Tecnologia	Eixo	Município (s)	Patrimônio
14	VLT	Conversão do corredor BRT TransCarioca em VLT	Rio de Janeiro	-
16	Trem	Linha conectando Gávea e Leblon até Botafogo	Rio de Janeiro	- Sítio Caminho da Baronesa (Sítio arqueológico situado no alto do morro da Glória ao fundo das casas pertencentes a Vila Aymorés. - Parque Henrique Lage (conjunto paisagístico); - Prédio localizado à rua Murinho Nobre, 93, conhecido como " Chácara do Céu", e acervos (trecho possivelmente em túnel, sendo necessário observar danos ao patrimônio por vibração durante as obras).
17	Trem	Ligação Bangu - Méier	Rio de Janeiro	- Sítio Arqueológico: Rochedo na Vila Valqueire (IPHAN); Museu de Imagens do Inconsciente: coleções constituídas pela Dra. Nise da Silveira (Engenho de Dentro);
20	Corredor	Ligação entre Maricá e São Gonçalo	Maricá e São Gonçalo	
23	Trem	Duplicação e Segregação do Ramal Gramacho/Saracuruna	Duque de Caxias	- Sambaqui do São Bento,
24	Trem	Recapacitação Energética Ramal Gramacho	Duque de Caxias	-Sambaqui do São Bento,
25	Trem	Requalificação dos Ramais Vila Inhomirim e Guapimirim	Magé / Duque de Caxias	-
26	Trem	Recuperação do Sistema Ferroviário (Infraestrutura, via permanente, sinalização, energia e material rodante)	Vários	-Escala não permite identificar a afetação. Destaque para proximidade de trecho no Zoológico e Palácio Imperial - Quinta da Boa Vista. Sítios arqueológicos ao longo da ferrovia.
27	BRT	Eixo 1: Extensão TransBrasil - Deodoro Santa Cruz	Rio de Janeiro	- Patrimônio: Marco real da Fazenda de Santa Cruz (entorno direto), em Santa Cruz ; - Bem arqueológico: Sítio do Boto (RJ3304557BAST00016), no Realengo - entorno direto. Não há interceptação em nenhum dos casos, sendo que no primeiro deve-se atentar à possibilidade de tombamento do entorno imediato, com necessidade de cuidados quanto à implantação de paradas e estações, por conta da preservação de paisagem do entorno.
28	BRT	Eixo 2: BRT Anel Viário	Rio de Janeiro	-
32	BRT	Eixo 6: BRT 2ª Ligação Transversal Oeste - Piaí-Magarça-Campo Grande	Rio de Janeiro	-
33	BRT	Eixo 7: BRT Matriz - Cachamorra - Av. Brasil	Rio de Janeiro	- Bem arqueológico: Sambaqui do Posto 5 (encontro da Avenida das Américas e Estrada do Mato Alto)
34	BRT	Eixo 8: BRT Jd. Oceânico - Freguesia-Taquara	Rio de Janeiro	- Entorno da Igreja de Nossa Senhora da Penha (aproximadamente 350m), sem qualquer tipo de afetação/ restrição.
36	BRT	Eixo 10: BRT Sulacap- Av. Dom Helder Camara - Leopoldina	Rio de Janeiro	- Fazenda do Capão do Bispo: também conhecido(a) como Casa da Fazenda do Capão do Bispo,

Código	Tecnologia	Eixo	Município (s)	Patrimônio
				- Diversos bens imóveis e arqueológicos no trecho entre a Estação Maracanã e a Avenida Rio Branco (não serão afetados diretamente, pois trata-se de viário já existente e consolidado).
37	VLT	Eixo 13: VLT Jd. Oceânico - Av. Lúcio Costa - Alvorada	Rio de Janeiro	-
38	VLT	Eixo 14: VLT Rodoviária - Vila Isabel	Rio de Janeiro	- Entorno de diversos bens imóveis e arqueológicos (Zoológico do Rio de Janeiro, Complexo do Palácio Imperial), na região do Maracanã; 2) Casa da Marquesa de Santos sem afetação direta)
39	Trem	Eixo 16: Extensão BRT Transcarioca até Ilha do Governador	Rio de Janeiro	-
40	VLT	VLT Barretos - Centro - Charitas	Niterói	- Igreja Matriz de São Francisco Xavier (observar possível afetação da paisagem, 2) Casa na Avenida Quintino Bocaiúva;)
44	Trem	Implantação ramal ferroviário ligando Duque de Caxias – Honório Gurgel - Deodoro	Rio de Janeiro	-
45	Trem	Implantação ramal ferroviário ligando Nova Iguaçu – Belford Roxo – Gramacho – São Bento	Belford Roxo	- A escala não permite identificar possíveis afetações.

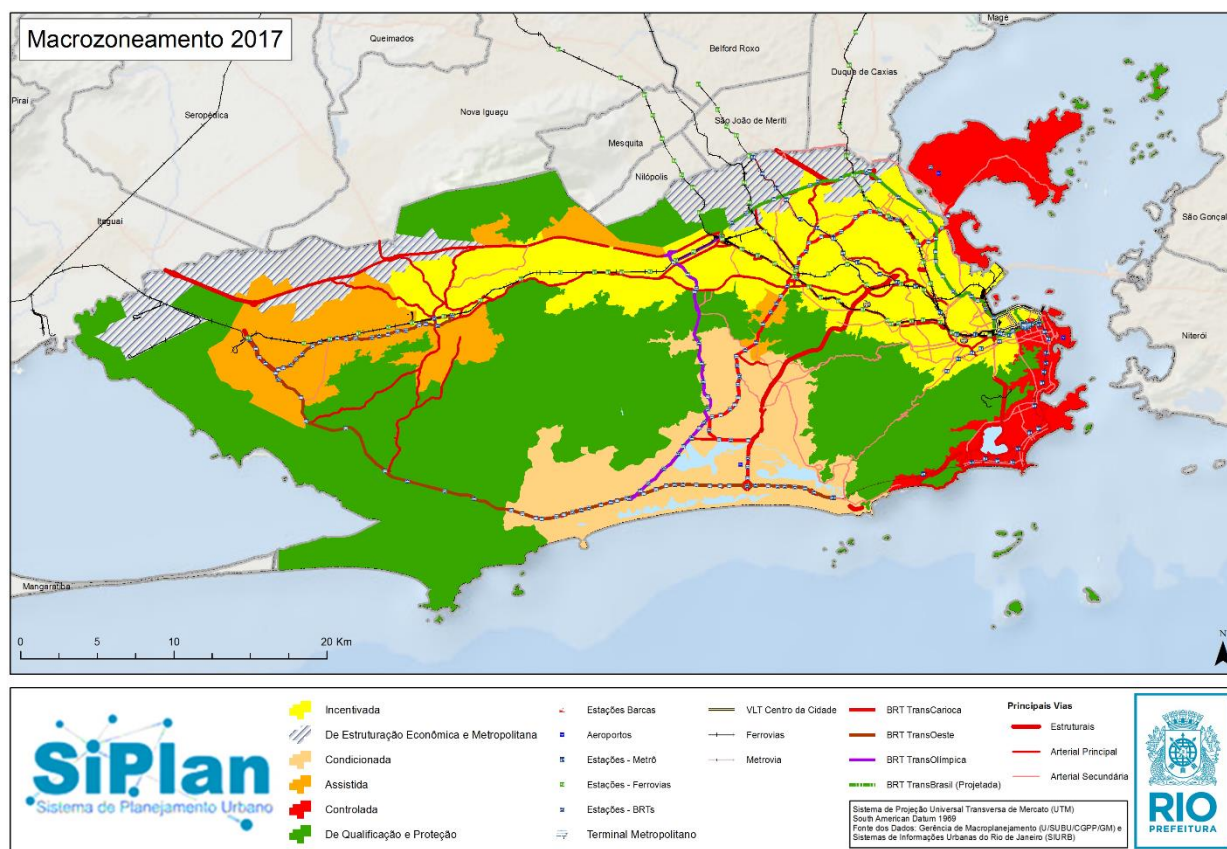
Fonte: Elaboração própria

Embora grande parte das intervenções não representem impeditivos à implantação dos projetos, deve-se atentar a condições específicas de licenciamento e gestão de obras, o que poderá implicar em necessidade de realização de diagnóstico específico e apresentação de plano de gestão do patrimônio, sobretudo para a fase de obras, momento em que os bens podem estar mais suscetíveis a danos decorrentes de vibrações e recalques induzidos durante a construção. No caso específico do monotrilho e teleféricos, deverão ser consideradas as interferências com a paisagem, que poderão demandar consulta e licenciamento específico, podendo resultar em restrição à sua implantação.

2.2.3 Macrozoneamento do Uso do Solo

2.2.3.1 Município do Rio de Janeiro

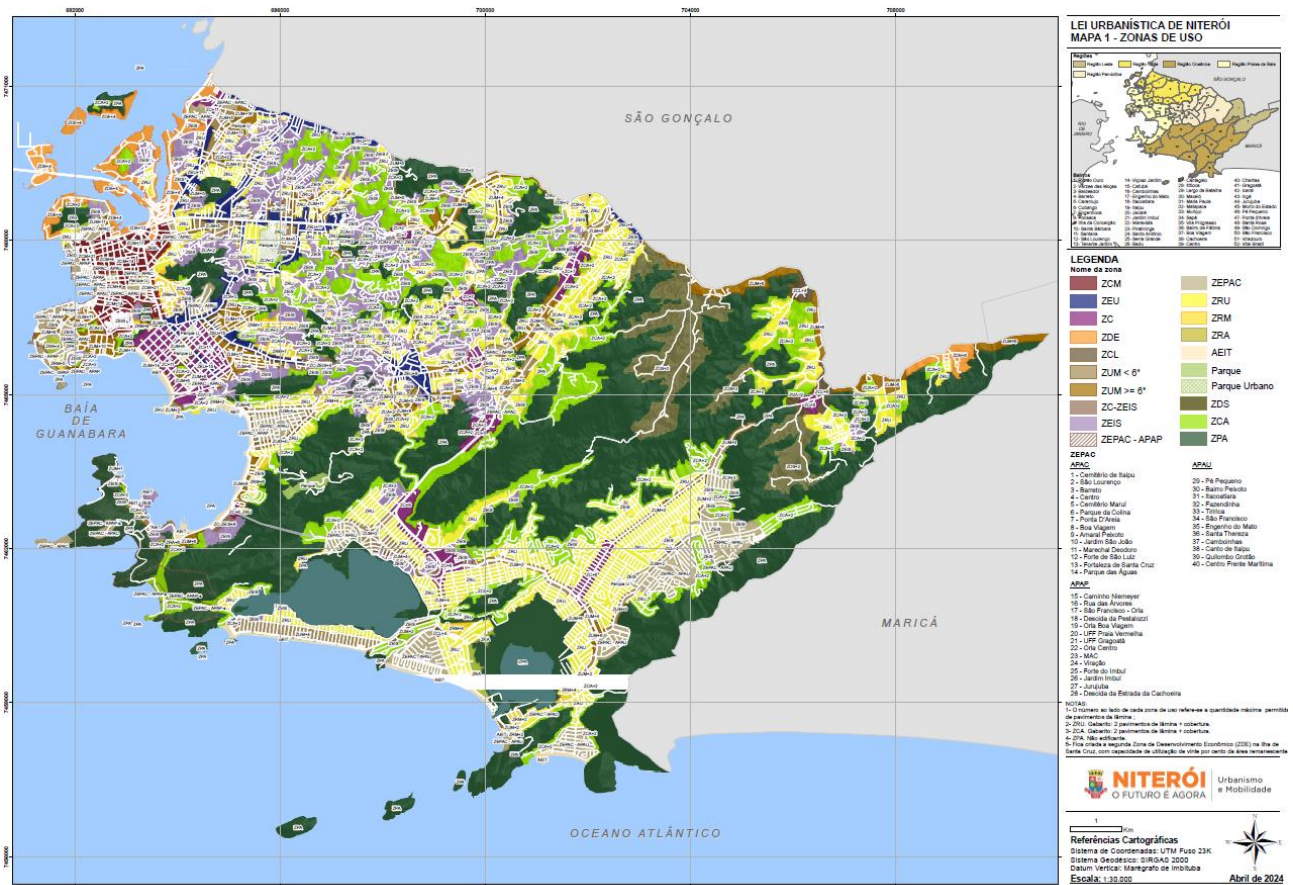
Figura 6: Macrozoneamento do município do Rio de Janeiro



Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro, 2017

2.2.3.2 Município de Niterói

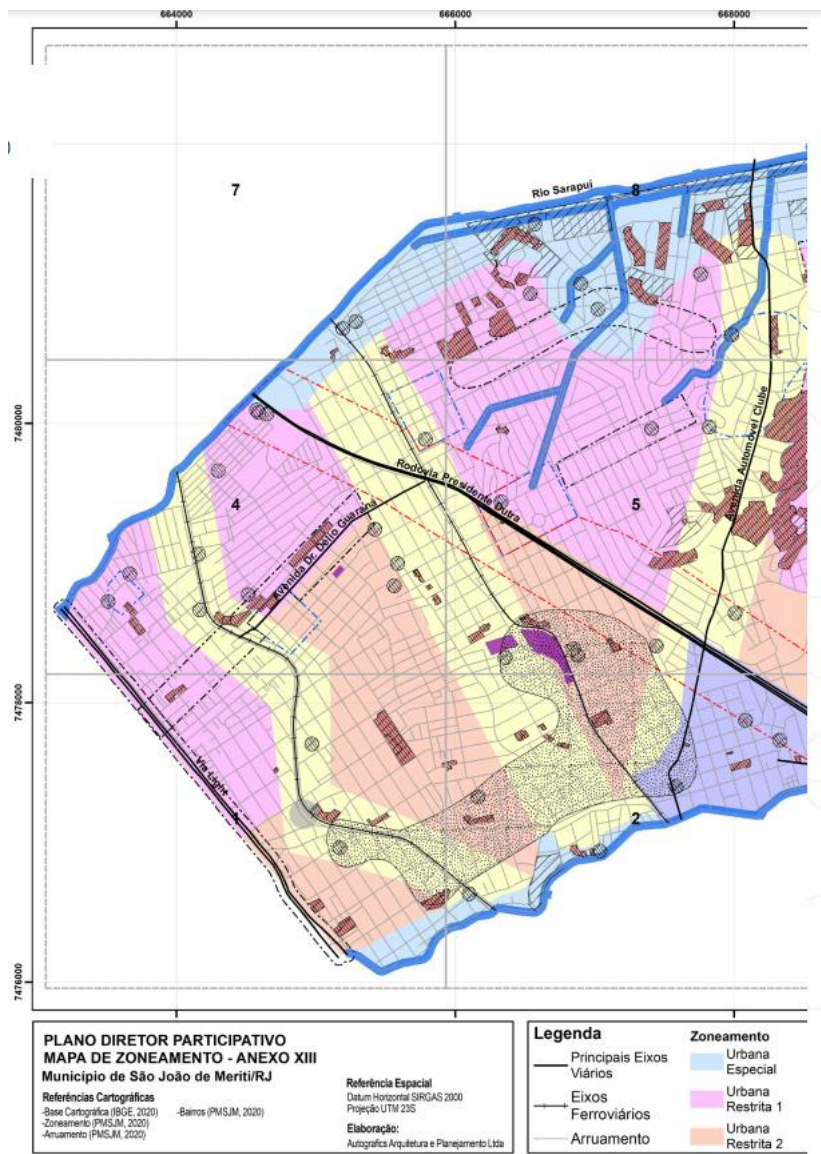
Figura 7: Macrozoneamento do município de Niterói



Fonte: Prefeitura de Niterói, 2024

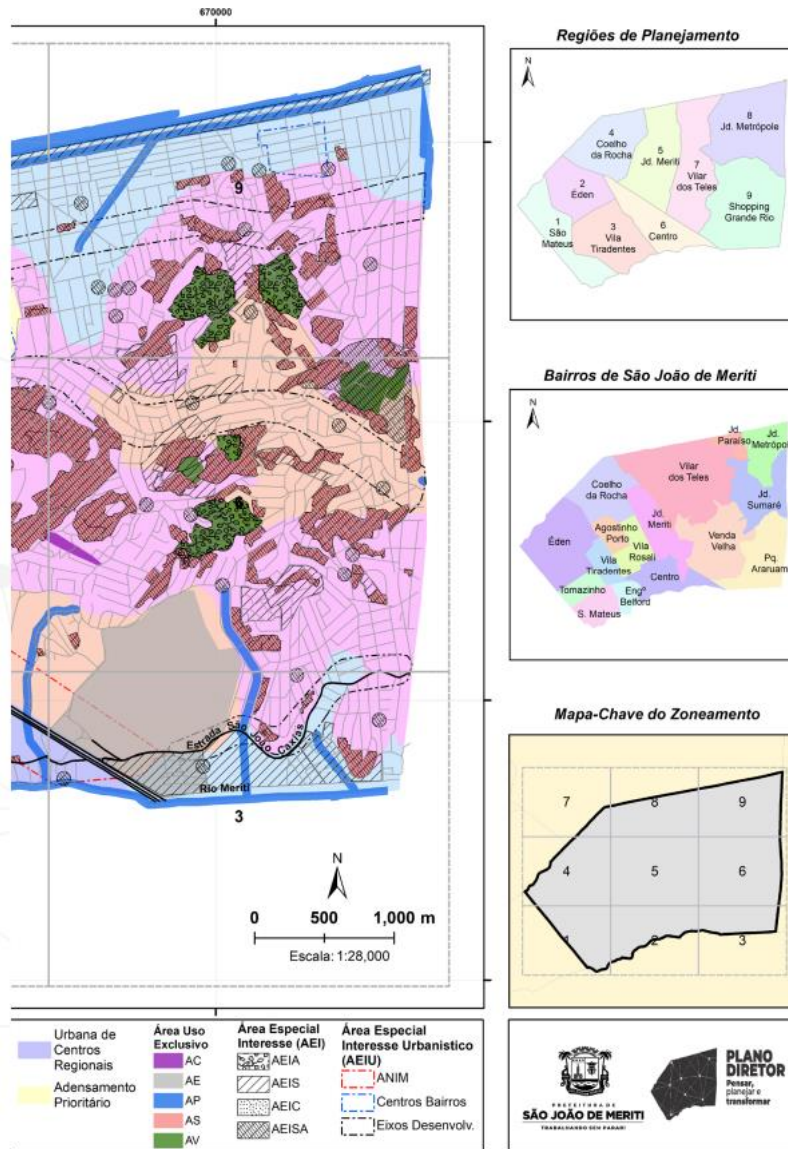
2.2.3.3 Município de São João de Meriti

Figura 8: Macrozoneamento do município de São João de Meriti – parte 1 de 2



Fonte: Prefeitura de São João de Meriti, 2021

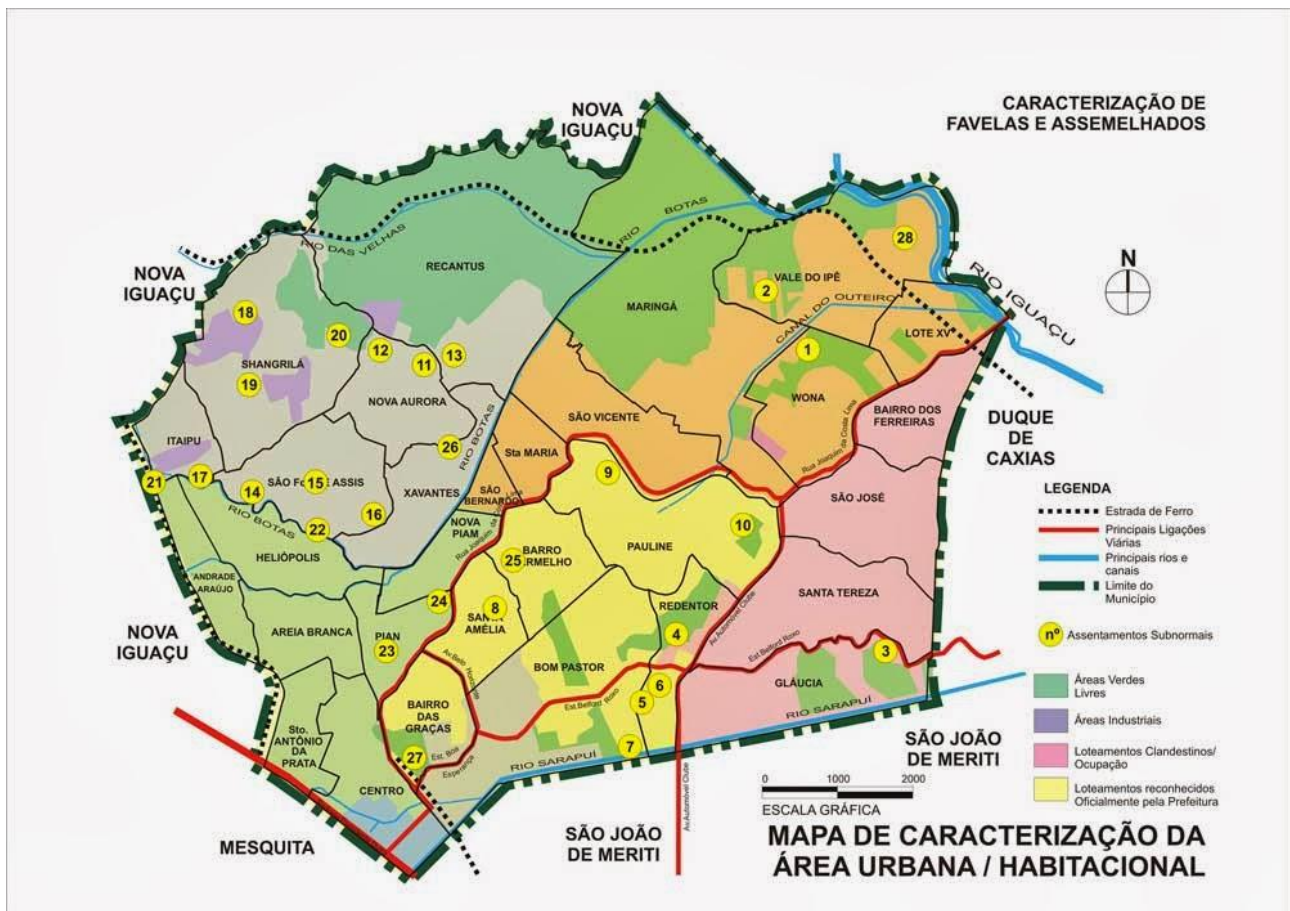
Figura 9: Macrozoneamento do município de São João de Meriti – parte 2 de 2



Fonte: Prefeitura de São João de Meriti, 2021

2.2.3.4 Município de Belford Roxo

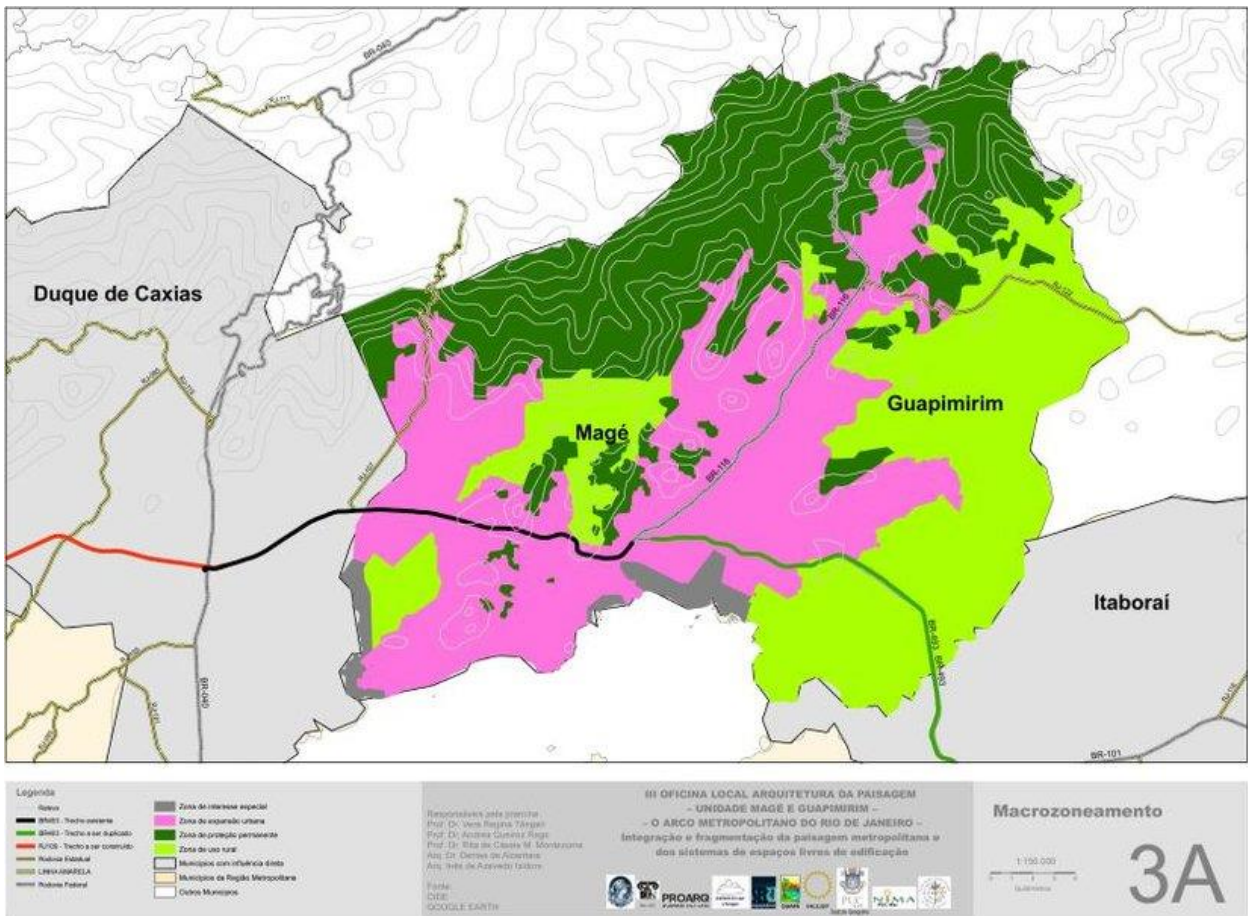
Figura 10: Mapa de caracterização da área urbana e habitacional do município de Belford Roxo



Fonte: PUC Rio

2.2.3.5 Município de Guapimirim

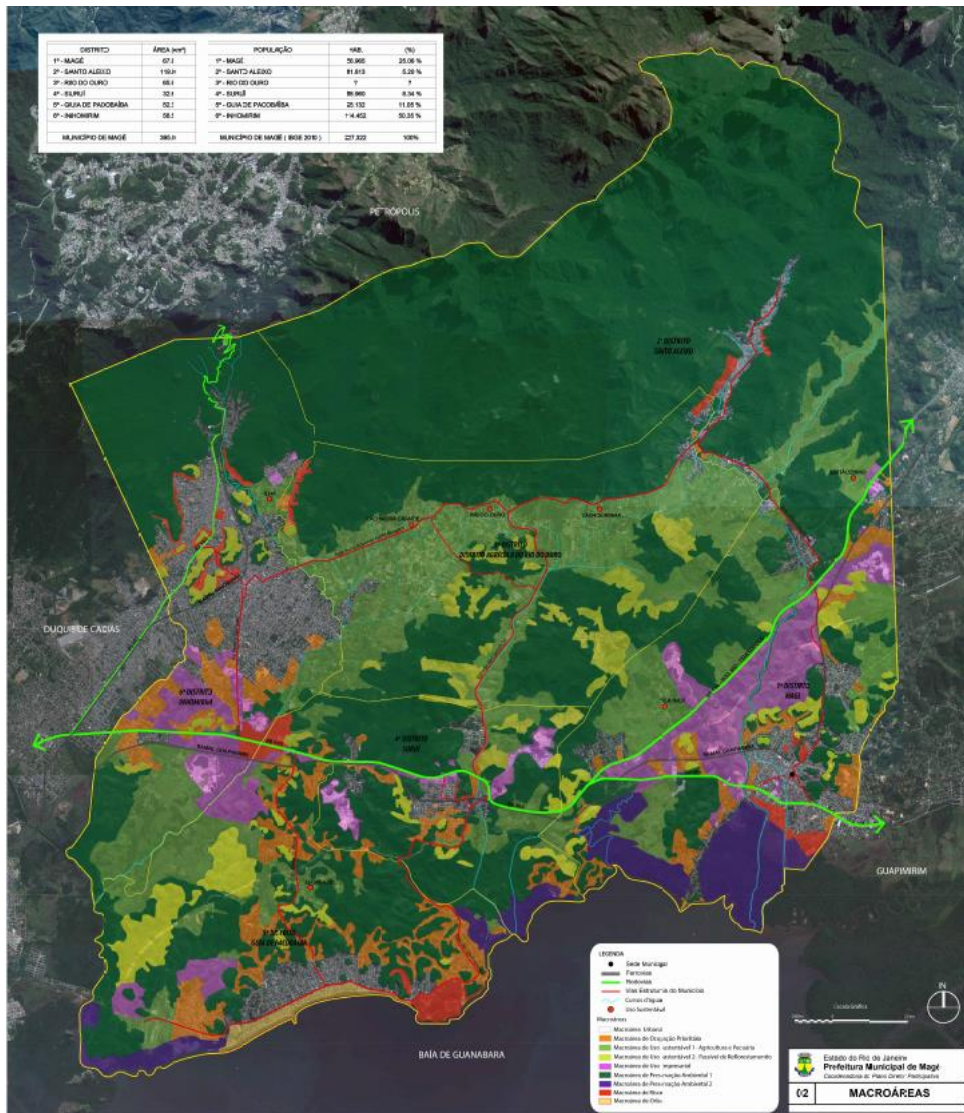
Figura 11: Mapa de caracterização da área urbana e habitacional do município de Guapimirim



Fonte: CIDE, UFRJ

2.2.3.6 Município de Magé

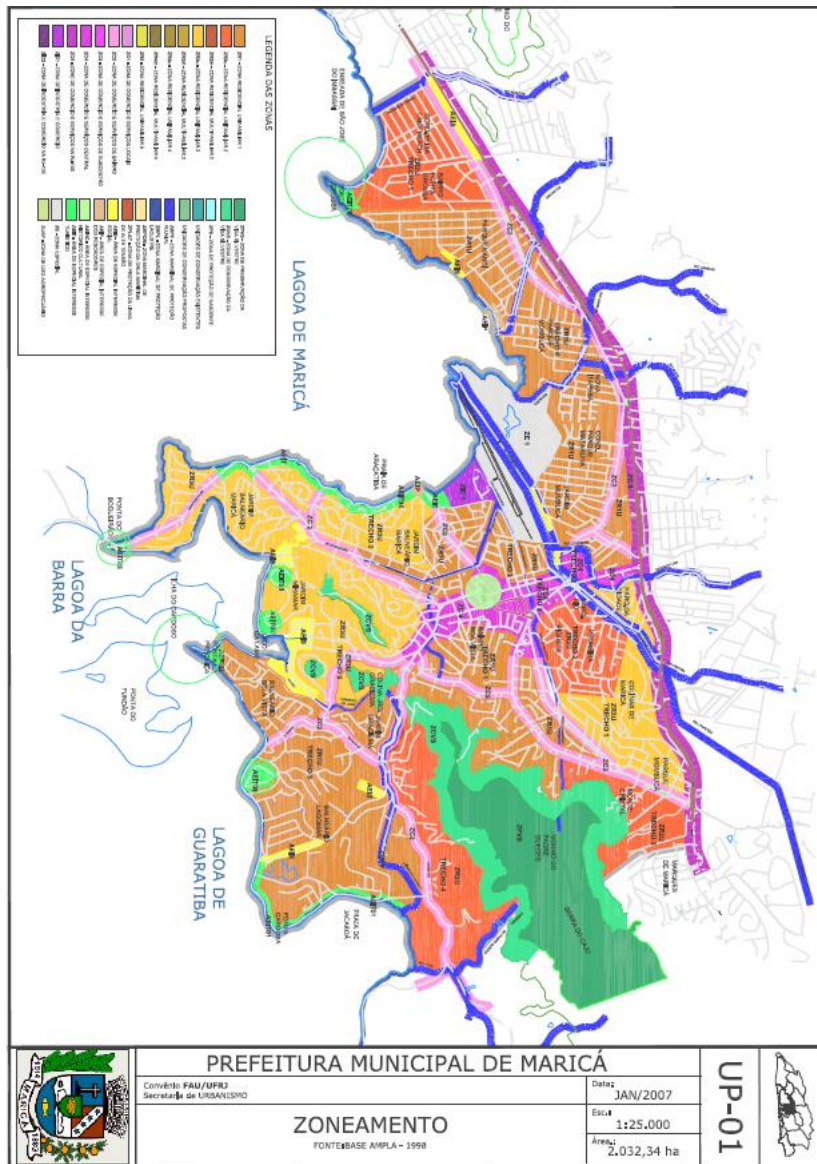
Figura 12: Macrozoneamento do município de Magé



Fonte: Prefeitura de Magé, 2016

2.2.3.7 Município de Maricá

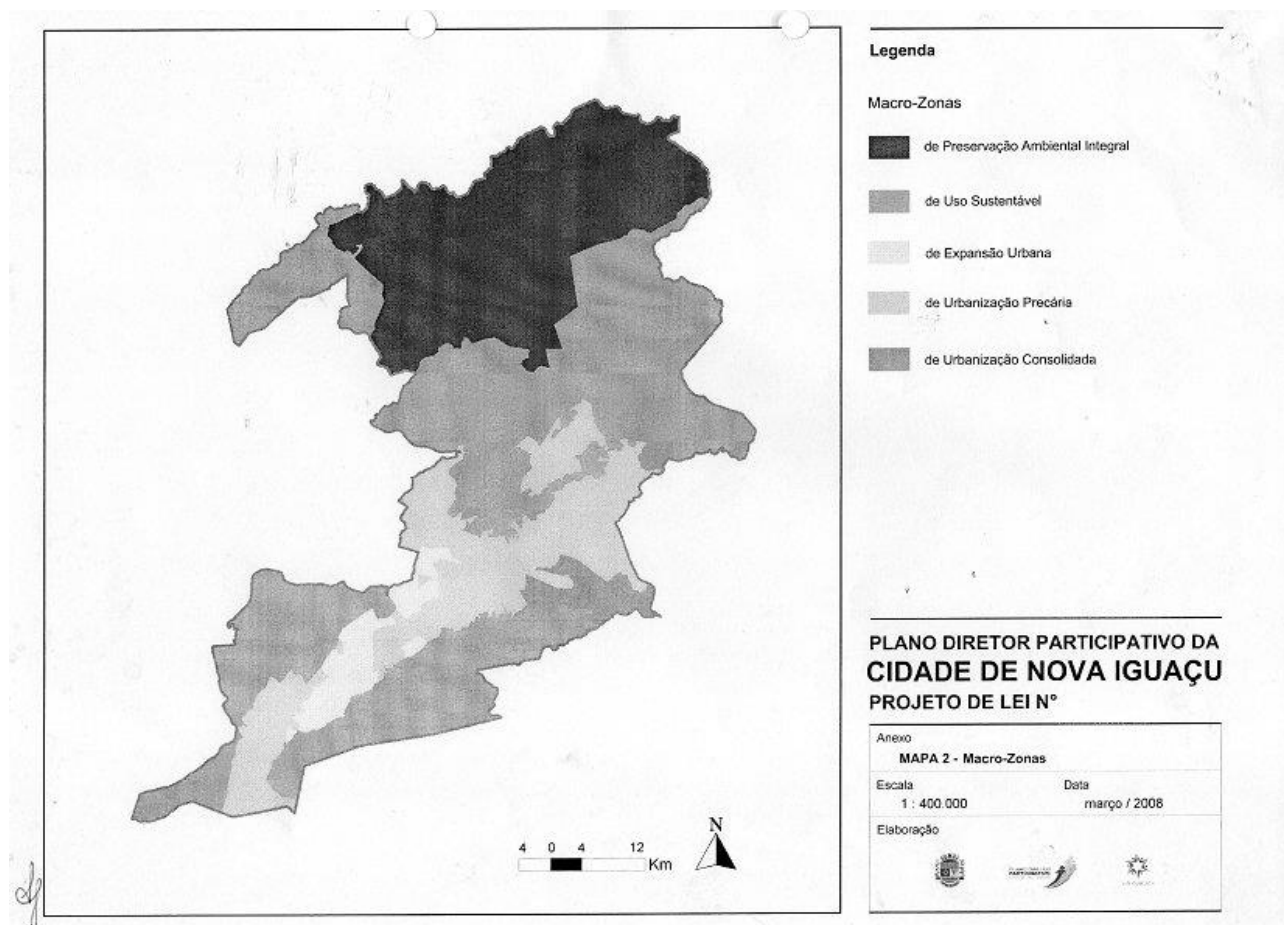
Figura 13: Macrozoneamento do município de Maricá



Fonte: Prefeitura de Maricá, 2022

2.2.3.8 Município de Nova Iguaçu

Figura 14: Macrozoneamento do município de Nova Iguaçu



Fonte: Prefeitura de Nova Iguaçu, 2011

2.3 Dados Socioeconômicos

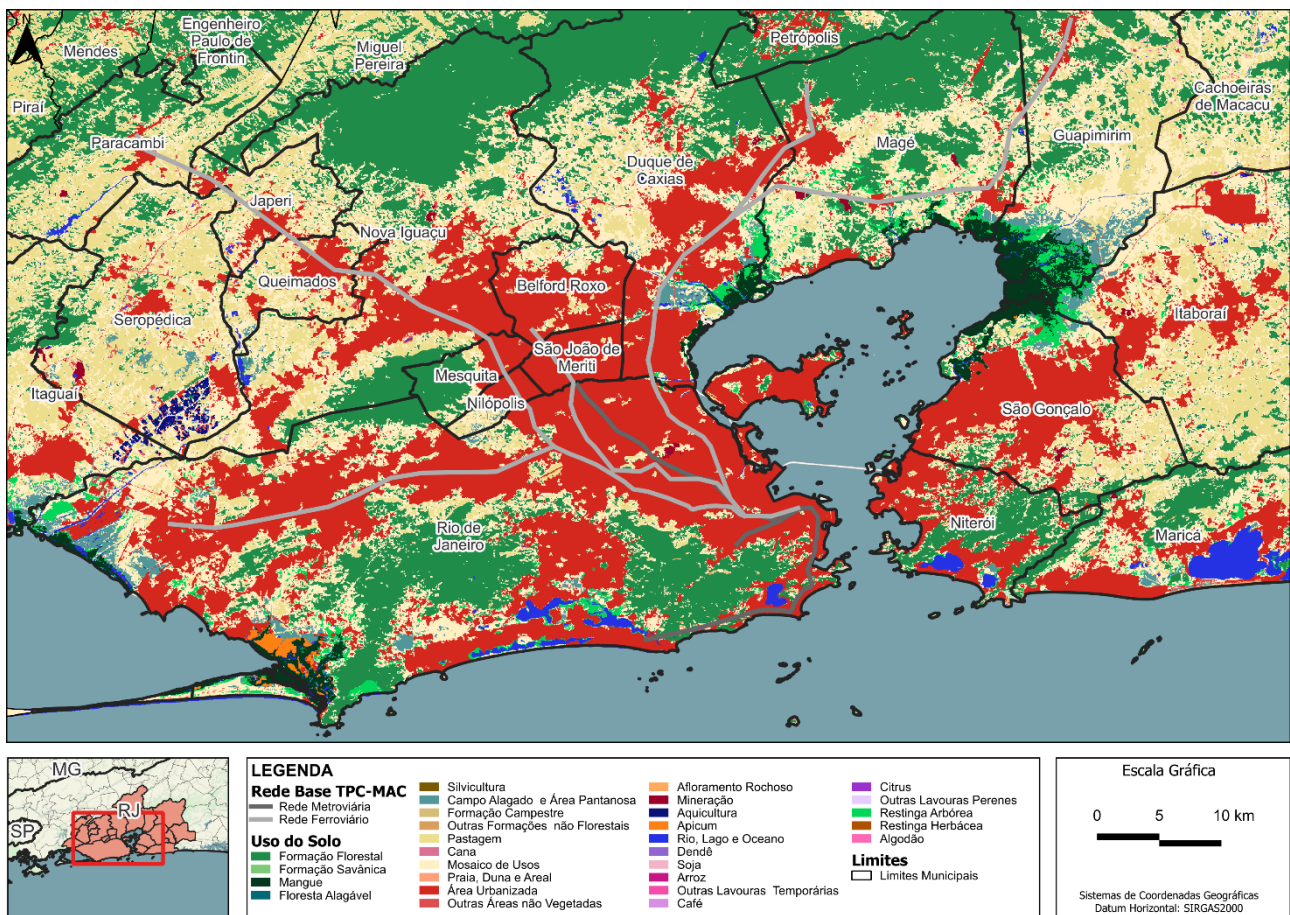
2.3.1 Uso do solo

O uso do solo influencia diretamente o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, na medida em que estabelece a maneira como a terra é utilizada e ocupada por diferentes atividades humanas: econômicas, sociais, culturais e ambientais. Como tal, o conhecimento destes dados para os propósitos do estudo permite tanto a proposição de eixos de TPC-MAC que sejam compatíveis com os usos estabelecidos na legislação, como oferece a oportunidade de orientação de eventuais adequações que fortaleçam as funções dos eixos estruturais.

O mapa da Figura 15 mostra o uso e ocupação do solo na Área de Estudo. As áreas urbanizadas e não vegetadas (vermelho) predominam ao longo dos principais eixos de alta capacidade, especialmente no município do Rio de Janeiro e da baixada fluminense. A Leste da Baía de Guanabara observa-se um alto grau de áreas urbanizadas em Niterói e São Gonçalo. As

formações florestais (verde) se encontram dispersas por toda área de estudo, com destaque para as florestas urbanas no município do Rio de Janeiro e um maior grau de formações florestais ao norte da área de estudo. Há também uma concentração de mangue a margem da baía de Guanabara em municípios onde não existe alto grau de área urbanizada, como Duque de Caxias e Guapimirim. Por fim, é importante destacar a existência de pastagens que cobrem boa parte de municípios limítrofes da área de estudo, como Seropédica, Queimados e Itaboraí.

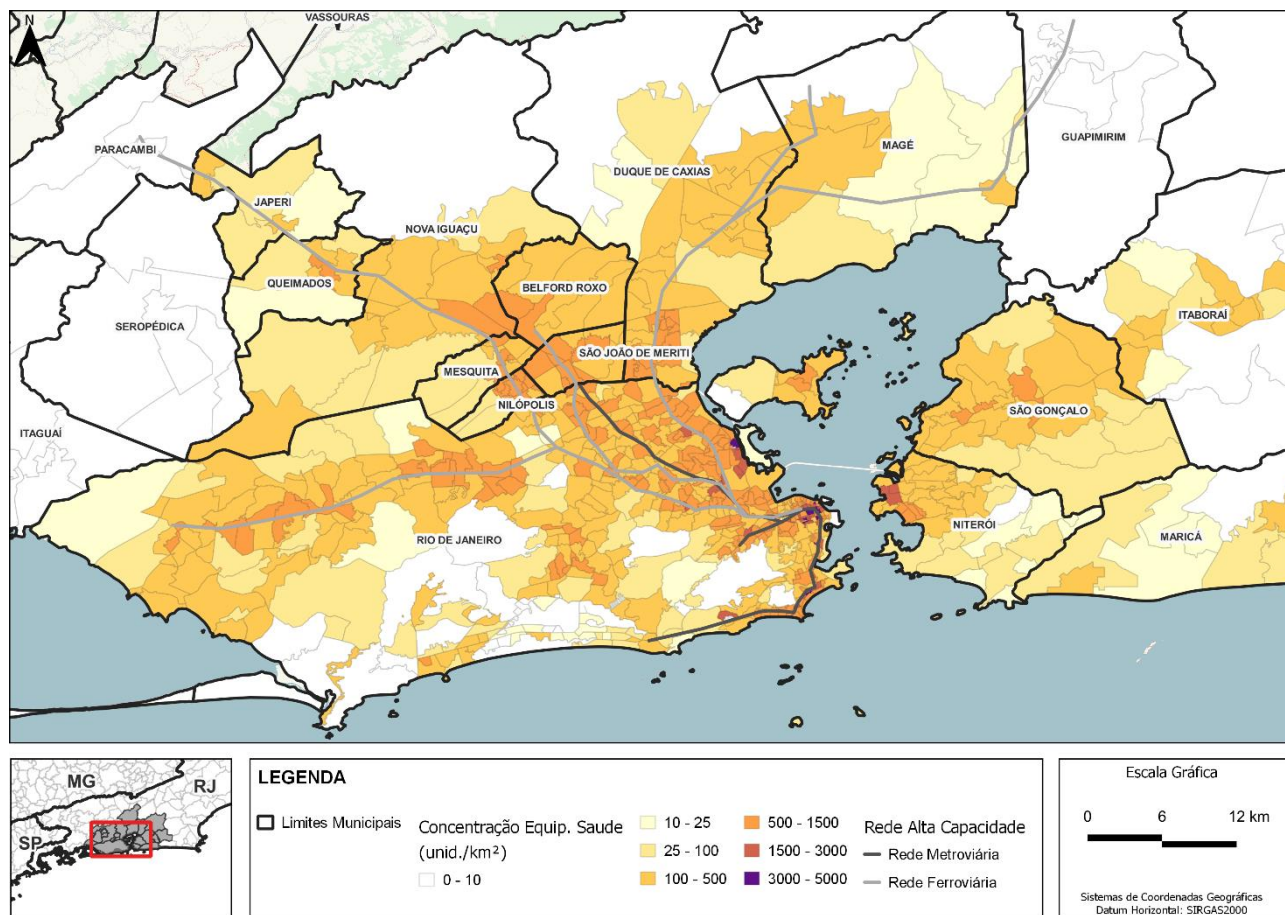
Figura 15: Uso e Ocupação do solo da Área de Estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [MapBiomias Brasil](#)

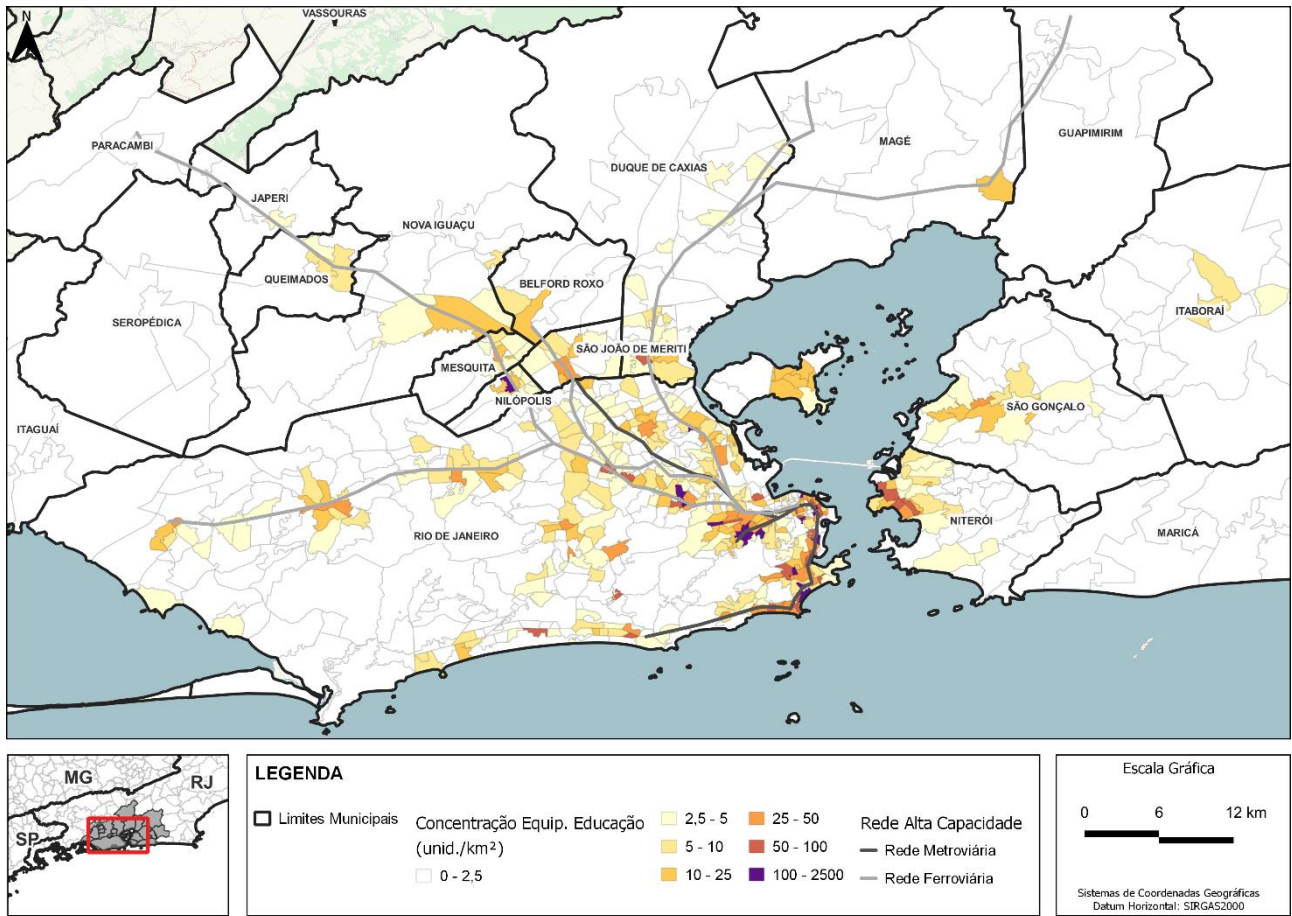
A seguir são apresentados mapas de concentração de aparelhos de saúde e educação e de estabelecimentos comerciais (Figura 16, Figura 17 e Figura 18) elaborados a partir de dados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE).

Figura 16: Mapa de concentração de aparelhos de saúde na Área de Estudo



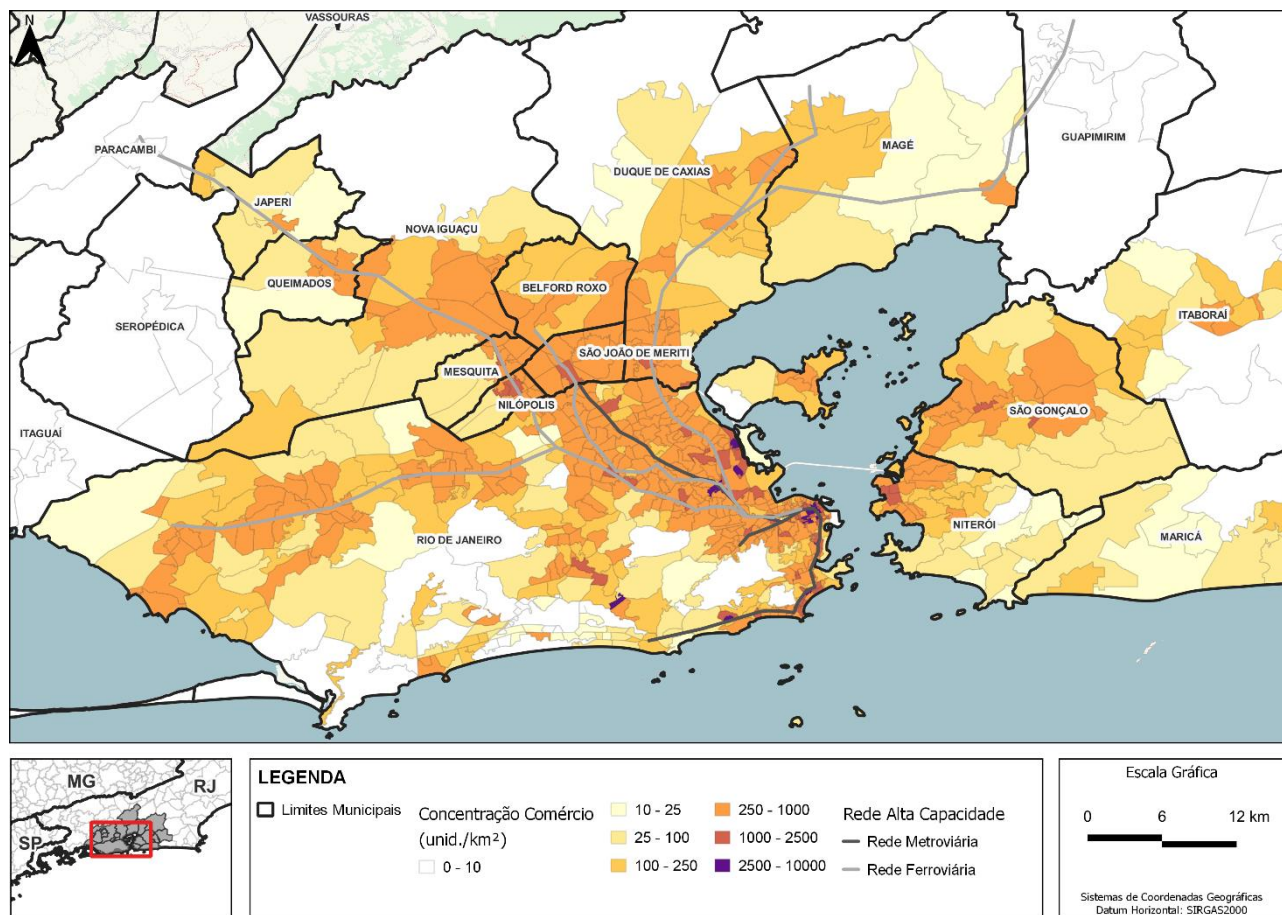
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CNEFE (2022)

Figura 17: Mapa de concentração de aparelhos de estudo na Área de Estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CNEFE (2022)

Figura 18: Mapa de concentração de estabelecimentos comerciais na Área de Estudo



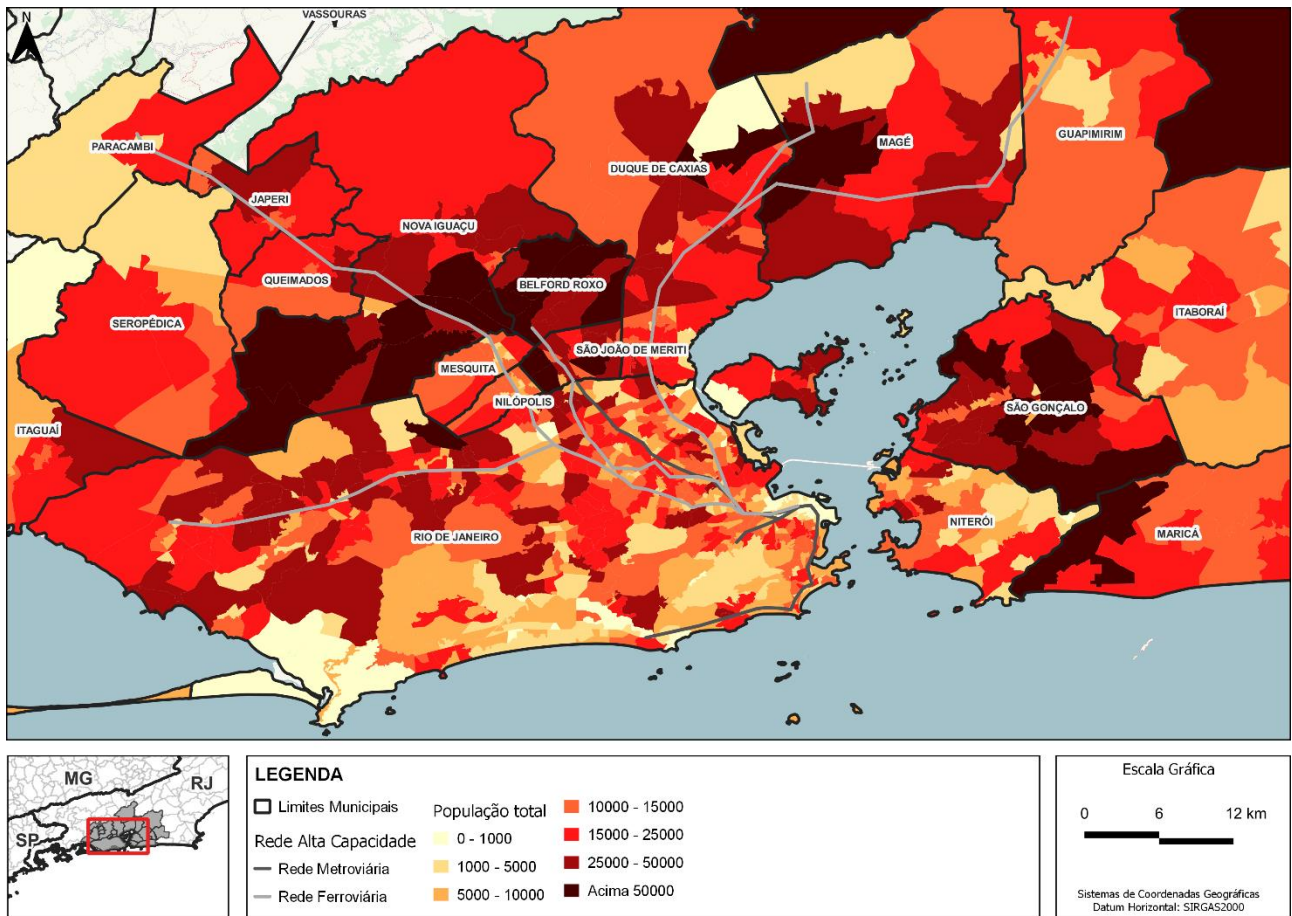
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CNEFE (2022)

Como pode ser observado nas figuras acima, as áreas mais densamente povoadas concentram maior quantidade de equipamentos de saúde, sugerindo uma centralização desses serviços em áreas urbanas mais desenvolvidas, como centro e zona sul do Rio de Janeiro, o centro de Niterói e o centro de Duque de Caxias. Para os aparelhos de educação existe uma distribuição mais homogênea ao longo da Área de Estudo, ainda que seja possível identificar localidades com maior concentração, principalmente ao longo dos eixos de alta capacidade.

Quanto aos estabelecimentos comerciais, esses se encontram mais dispersos ao longo da Área de Estudo, ainda que seja possível identificar a concentração na Zona Sul e Centro do Rio de Janeiro, assim como no centro de Niterói. Esse padrão de distribuição reflete a importância dessas regiões como centros de serviços e atividades comerciais, além de destacar a dinâmica dos deslocamentos metropolitanos, que são fortemente radiais com destino nos locais destacados.

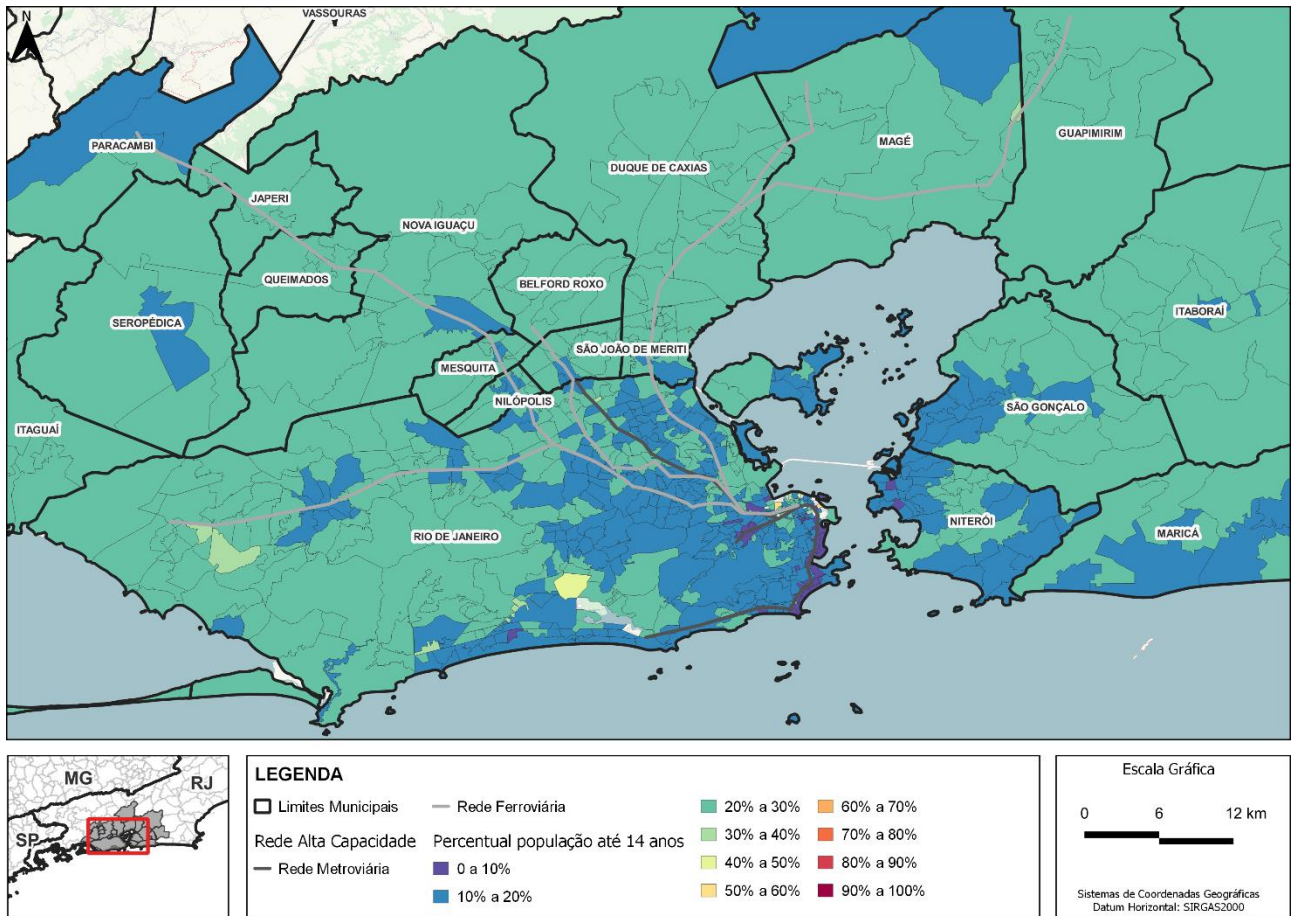
2.3.2 População

Figura 19: Distribuição da população nas zonas de tráfego da RMRJ



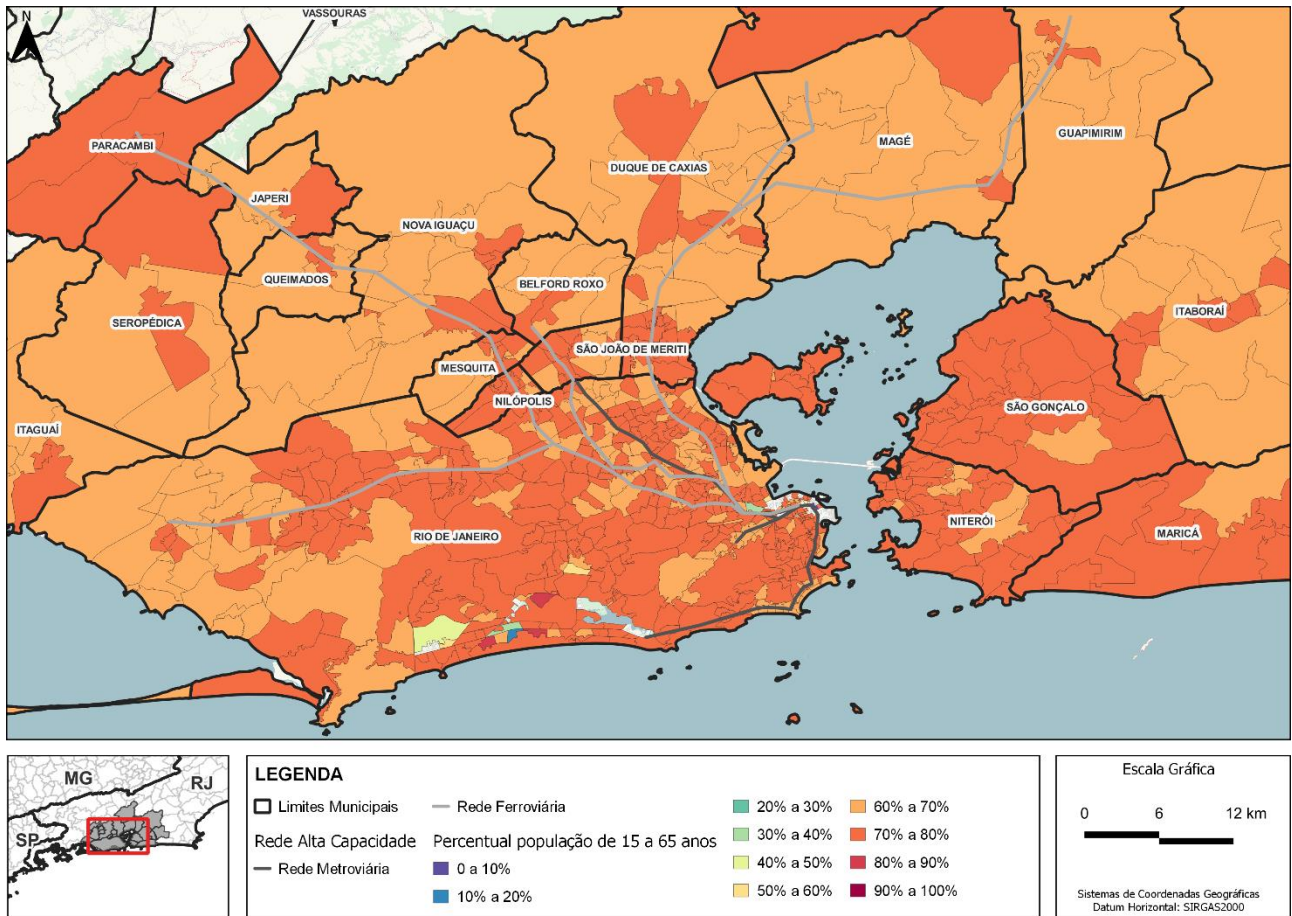
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IBGE](#), Censo Demográfico 2010

Figura 20: Distribuição da população até 14 anos



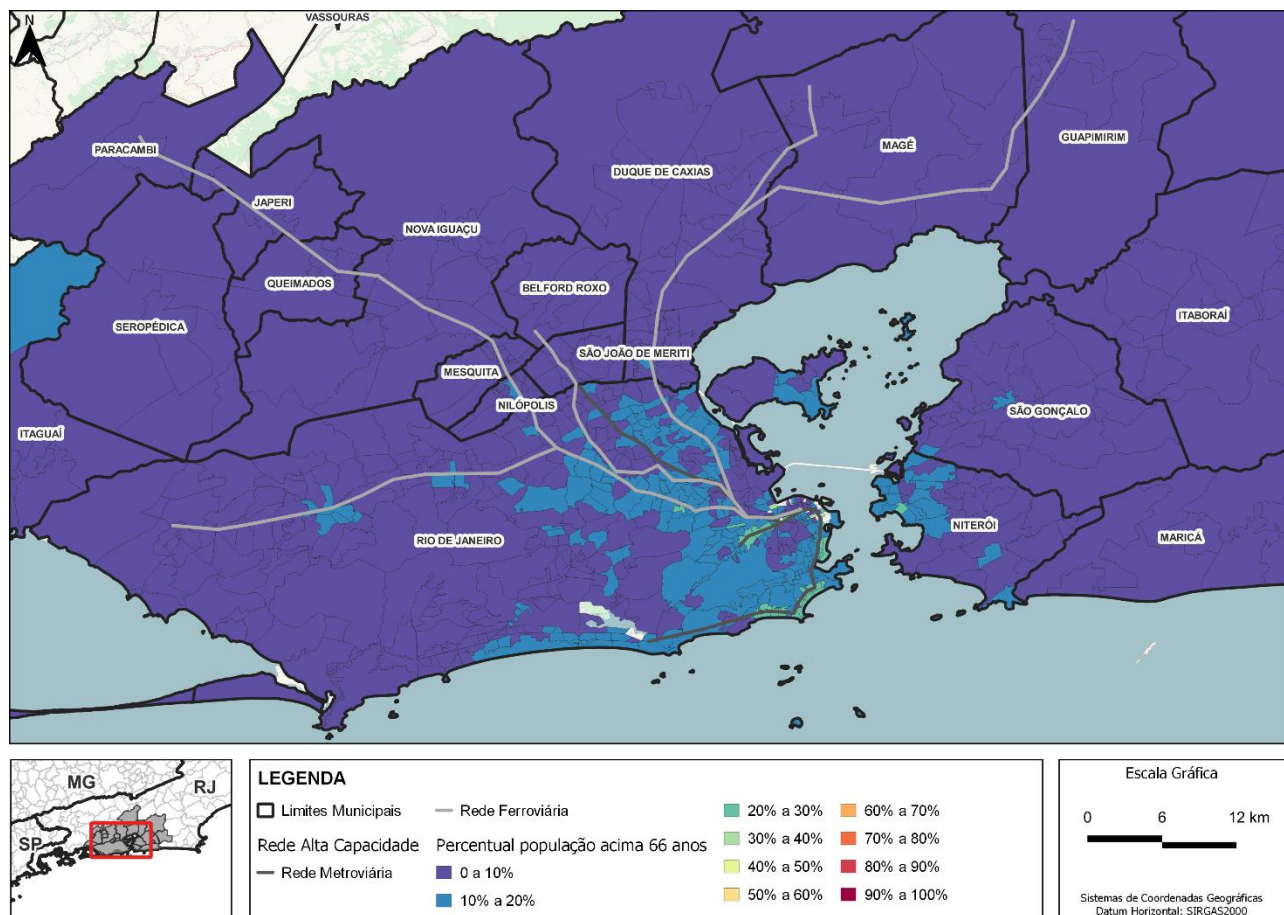
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IBGE](http://www.ibge.gov.br), Censo Demográfico 2010

Figura 21: Distribuição da população entre 15 e 65 anos



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IBGE](http://www.ibge.gov.br), Censo Demográfico 2010

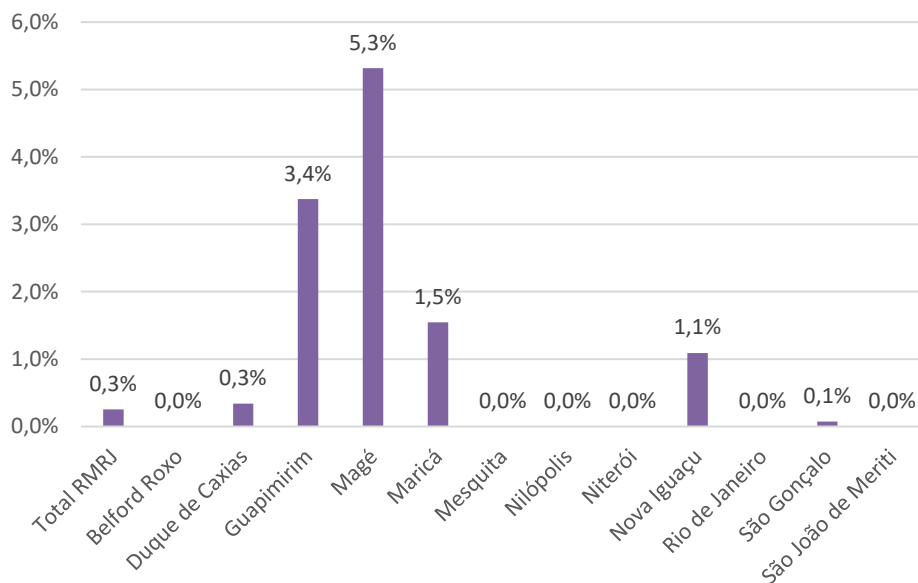
Figura 22: Distribuição da população acima de 66 anos



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IBGE](http://www.ibge.gov.br), Censo Demográfico 2010

A Figura 23 mostra a distribuição da população da Área de Estudo consolidada e por município em termos da situação do domicílio (urbana ou rural), com dados do Censo 2010. Os municípios selecionados da Região Metropolitana do Rio de Janeiro têm um percentual de população rural notavelmente baixo – da soma de suas populações, 0,3% vivem em domicílios rurais. A maior parte dos municípios tem a totalidade de seus habitantes em domicílios urbanos. Com exceção de Nova Iguaçu (1,1%), somente municípios que não fazem divisa com a capital fluminense possuem percentuais superiores a 1% de população rural: Magé (5,3%), Guapimirim (3,4%) e Maricá (1,5%).

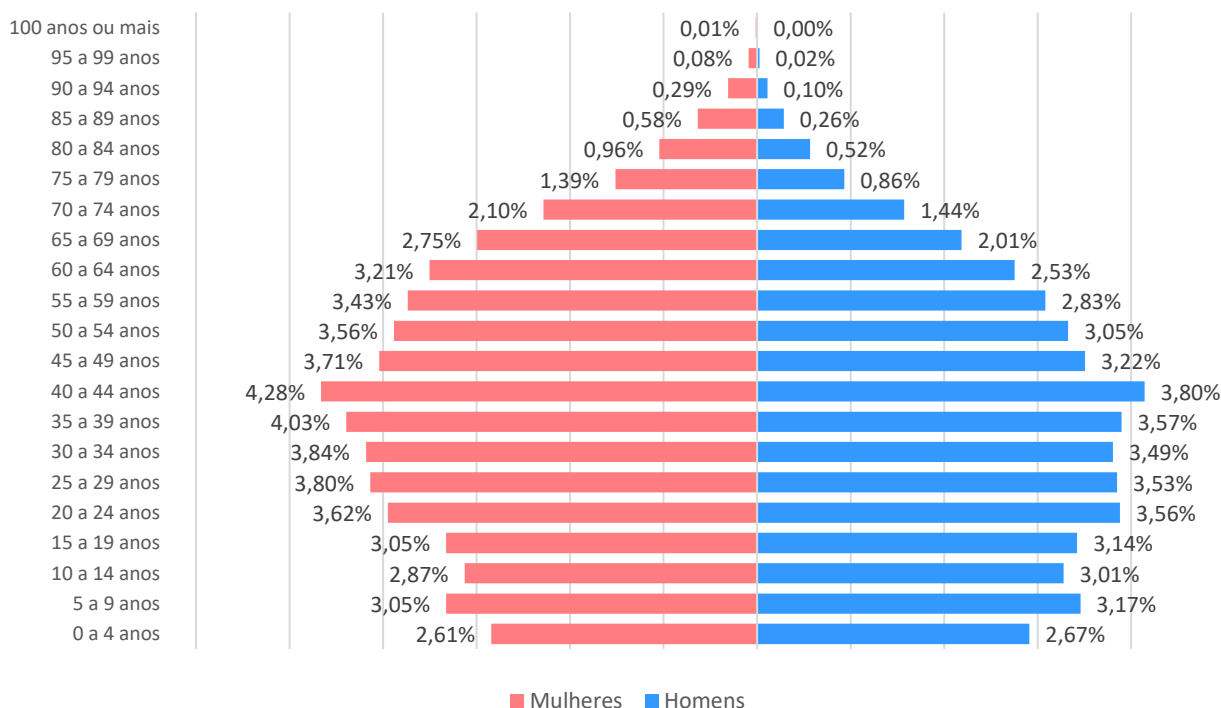
Figura 23: Percentual da população rural da Área de Estudo da RMRJ



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IBGE](#), Censo Demográfico 2010

Na Figura 24, exibimos a pirâmide etária consolidada dos municípios da Área de Estudo, com dados da edição de 2022 do Censo Demográfico. Na soma dos municípios, 17% da população tem 14 anos ou menos e 13% têm 65 anos ou mais. O restante (69%) está na faixa de 15 a 64 anos de idade. Do total da população considerada, 53% é composta por mulheres e 47% por homens.

Figura 24: Pirâmide Etária dos municípios da Área de Estudo da RMRJ

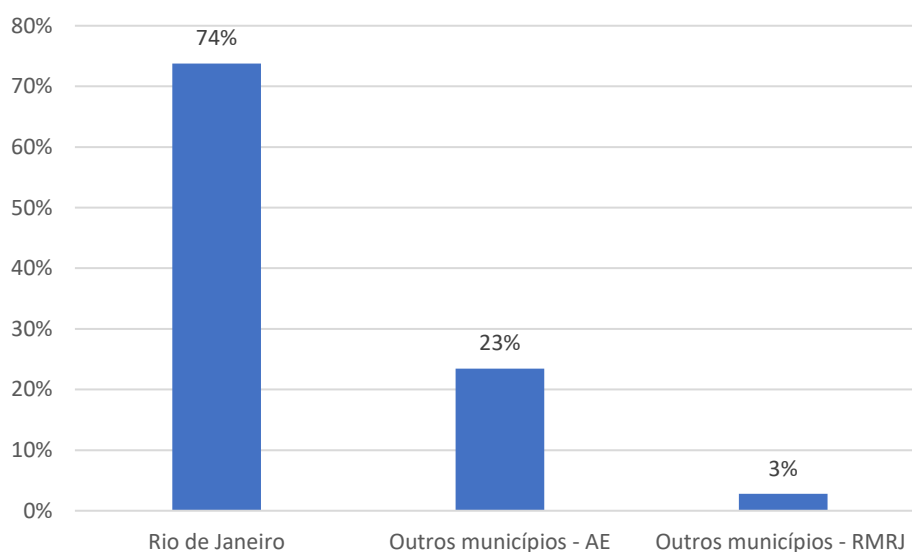


2.3.3 Emprego e Renda

Para a caracterização dos aspectos de emprego e renda da Área de Estudo, foram utilizados dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), que é o instrumento utilizado pelo governo brasileiro para coletar informações detalhadas sobre o mercado de trabalho formal no país. A partir destas informações, foram identificados os principais setores de atividade econômica através da quantidade de empregos oferecidos pelos municípios que integram a Área de Estudo.

O gráfico da Figura 25 apresenta o percentual de empregos por município, com destaque para a predominância de oportunidades existentes na capital fluminense, com 74% dos empregos totais da RMRJ, com um total de 2,3 milhões, enquanto os outros municípios da Área de Estudo (AE) aparece com apenas 23% dos empregos formais. Essa concentração dita, em grande parte, a dinâmica dos deslocamentos metropolitanos, devido à maior atratividade de viagens por parte da cidade do Rio de Janeiro. Os municípios da RMRJ que não estão contemplados na AE apresentam apenas 3% de empregos do total da região metropolitana.

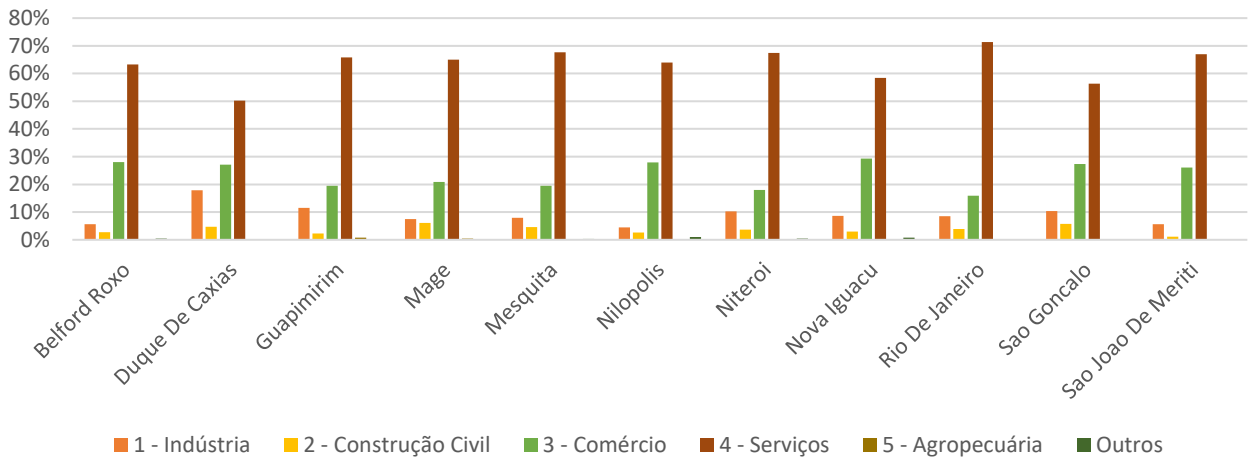
Figura 25: Empregos formais da RMRJ



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da [RAIS \(2022\)](#)

O gráfico da Figura 26 a seguir apresenta, para cada município, o percentual de empregos, de acordo com o setor econômico: (i) indústria de transformação, (ii) construção civil, (iii) comércio, (iv) serviços, (v) Agropecuária, e (vi) outros.

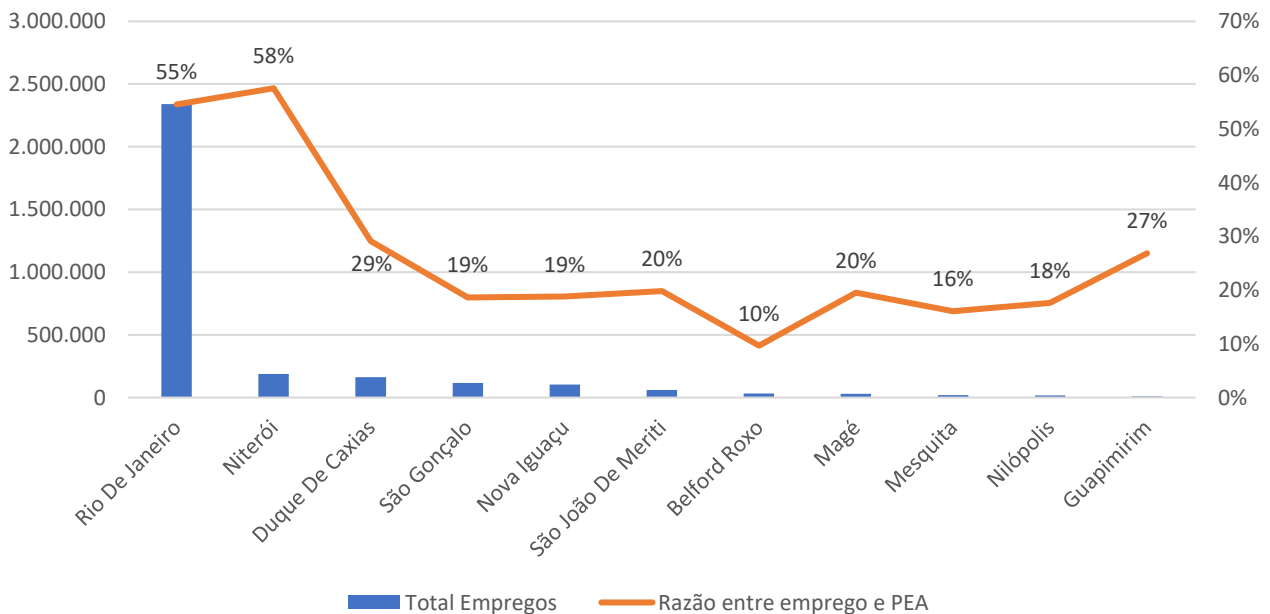
Figura 26: Gráfico do percentual de empregos por setor econômico do IBGE por município da Área de Estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da [RAIS \(2022\)](#)

Em todos os municípios da Área de Estudo, o setor de serviços é responsável pela maior quantidade de empregos formais gerados, seguido pelo comércio. A relação entre empregos formais gerados pela indústria e pelo comércio é mais próxima no município de Duque de Caxias, que conta com um complexo industrial relevante para a RMRJ. No restante dos municípios, a contribuição da indústria nos empregos formais é sempre na margem dos 10%, inclusive no Rio de Janeiro, que, como discutido anteriormente, conta com a maioria significativa dos empregos da RMRJ.

Figura 27: Gráfico do total de empregos formais e razão entre emprego formal e população economicamente ativa por município da área de estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados [RAIS \(2022\)](#) e do Censo 2022

2.3.4 Áreas de Vulnerabilidade Social

A vulnerabilidade social refere-se à condição de indivíduos ou grupos que enfrentam riscos e desvantagens que podem limitar suas oportunidades e qualidade de vida. Essa vulnerabilidade resulta de múltiplos fatores que afetam a capacidade de uma pessoa ou comunidade de enfrentar e se recuperar de adversidades.

Os principais aspectos que definem a vulnerabilidade social são:

- Aspectos econômicos: a escassez de recursos financeiros prejudica o acesso aos serviços essenciais, tais como habitação, saúde, educação e transporte. A pobreza é um dos principais indicadores de vulnerabilidade social.
- Aspectos educacionais: a baixa escolaridade e falta de qualificação profissional limitam as oportunidades de emprego e o acesso a melhores condições de vida.
- Aspectos de saúde: problemas de saúde, doenças crônicas e deficiências, aliados a falta de acesso aos serviços públicos de saúde, impactam a vida das pessoas e amplificam a vulnerabilidade social.
- Aspectos habitacionais: as condições inadequadas de moradia, com estruturas insalubres, em locais de risco geológico e/ou hidrológico, juntamente com a falta de infraestrutura básica (notadamente redes de energia e de transporte público), saneamento e segurança, contribuem para a vulnerabilidade social.
- Aspectos sociais e culturais: fatores como a discriminação social, étnica, de gênero, de idade, por deficiências físicas ou cognitivas etc., exacerbam a vulnerabilidade, resultando em situações de desigualdades e exclusão social.
- Aspectos ambientais: a exposição a riscos ambientais, como desastres naturais e poluição, é um fator de vulnerabilidade social a ser considerado.

A vulnerabilidade social pode ser aferida através de indicadores que combinam dados sobre renda, educação, saúde e condições de vida. Os índices mais comumente utilizados são o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador que mede a susceptibilidade de indivíduos ou grupos a situações de risco social, econômico e ambiental. Através do IVS é possível identificar áreas e populações vulneráveis e auxiliar na formulação de políticas públicas direcionadas à redução das desigualdades e da exclusão social.

O IVS é obtido através do Atlas da Vulnerabilidade Social³, uma ferramenta desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), com base nas informações dos Censos

³ Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br>. Acesso em 23/07/2024.

Demográficos do IBGE, que reúne dados e indicadores sobre a vulnerabilidade social no Brasil, em nível municipal, estadual e de regiões metropolitanas.

Segundo o IPEA, o IVS permite a análise da vulnerabilidade social em 3 dimensões: (i) a infraestrutura urbana do território, (ii) o capital humano dos domicílios deste território; e (iii) a renda, o acesso ao trabalho e a forma de inserção (formal ou não) dos residentes nestes domicílios.

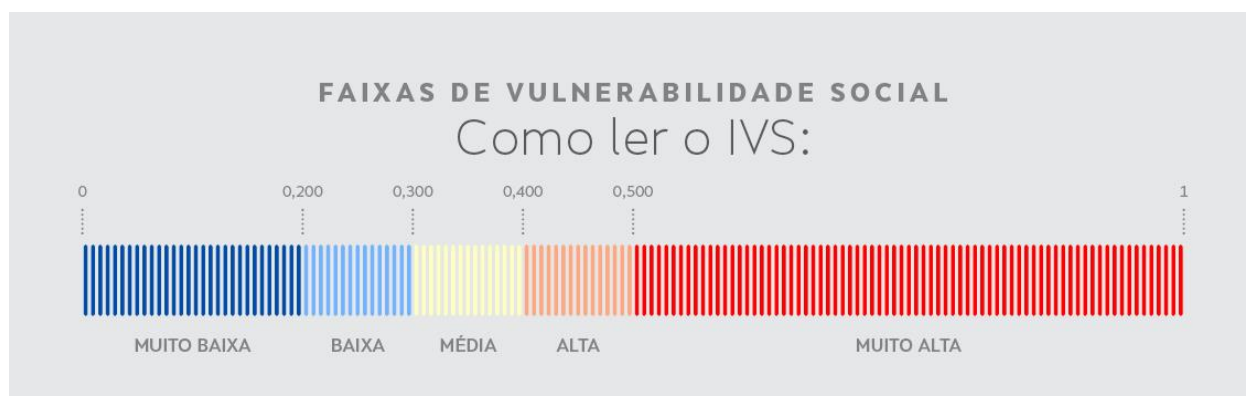
Também bastante utilizado, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), que avalia três dimensões principais do bem-estar humano: longevidade, educação e renda.

No Brasil, é comumente utilizado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), uma adaptação do IDH, utilizando dados específicos dos municípios brasileiros. O IDHM é calculado com base em dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE, bem como outras fontes de dados nacionais, tais como a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do IBGE, Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e o Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) ambos do Ministério da Saúde, o Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) mantido pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome, e Censos Escolares coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

No âmbito do ENMU, a análise das áreas de vulnerabilidade social permitirá uma visualização integrada dos territórios mais carentes e dos novos projetos de mobilidade, facilitando a identificação de regiões que necessitam de investimentos prioritários. Além disso, a sobreposição dos mapas de vulnerabilidade com os projetos de mobilidade permitirá planejar intervenções que não só melhorem o acesso ao transporte, mas também promovam o desenvolvimento social e econômico das áreas mais necessitadas.

O IVS possui graduação entre 0 e 1, sendo 1 a vulnerabilidade mais alta. Ela é dividida em cinco faixas, de acordo com a Figura 28.

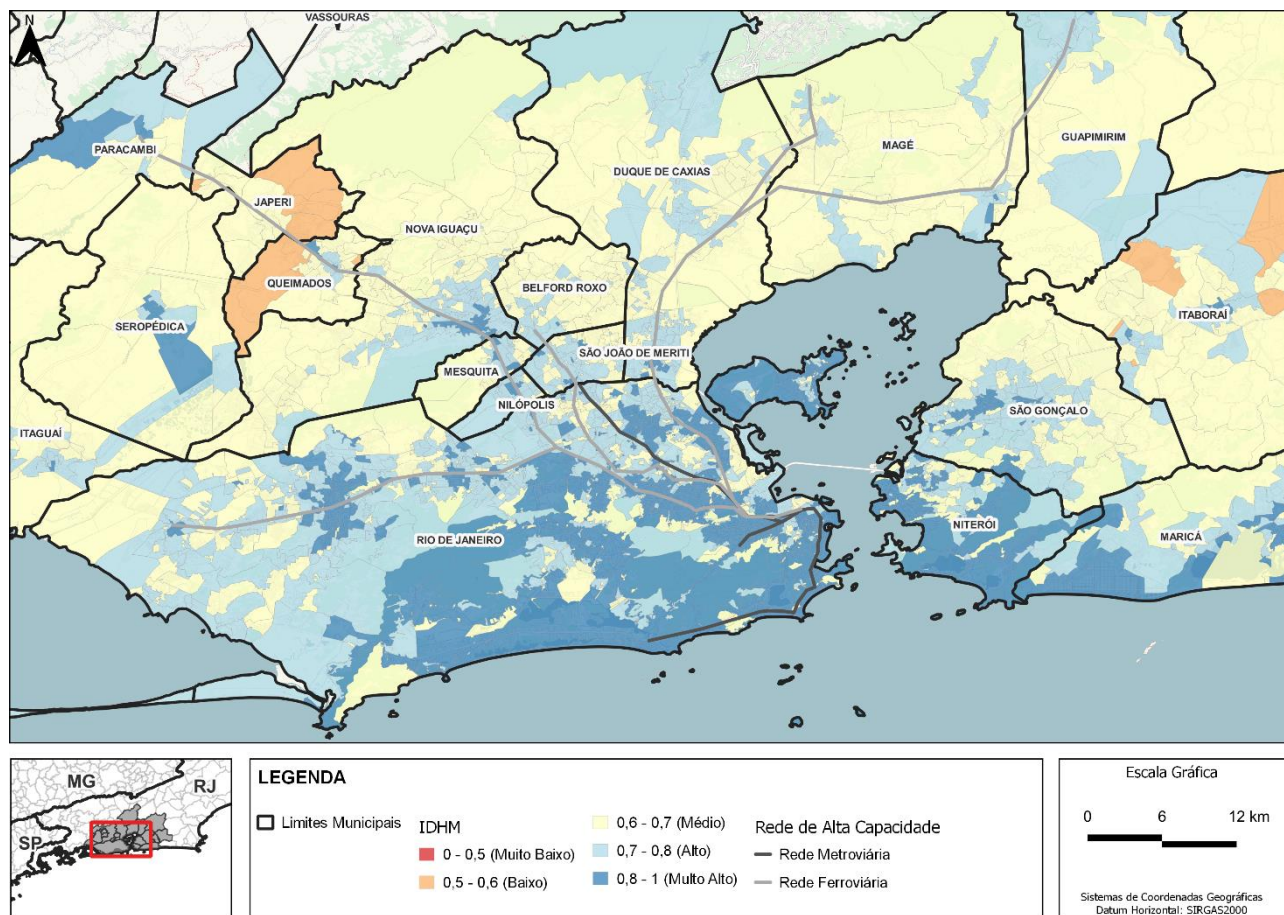
Figura 28 – Faixas do IVS



Fonte: IPEA

Na Figura 29 é apresentado o mapa da distribuição espacial do IDHM na Área de Estudo. Similarmente ao mapa do IVS, verifica-se que o índice varia de alto a muito alto, especialmente nos municípios do Rio de Janeiro e Niterói. Este padrão indica uma concentração de desenvolvimento e qualidade de vida mais elevada nos municípios que concentram a maior quantidade de oportunidades, refletindo possíveis desigualdades regionais dentro da área de estudo, ainda que em termos gerais verifica-se que para o IDHM poucas regiões são classificadas como muito baixo, com índice entre 0,500 e 0,600.

Figura 29: Mapa da distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [IPEA](#)

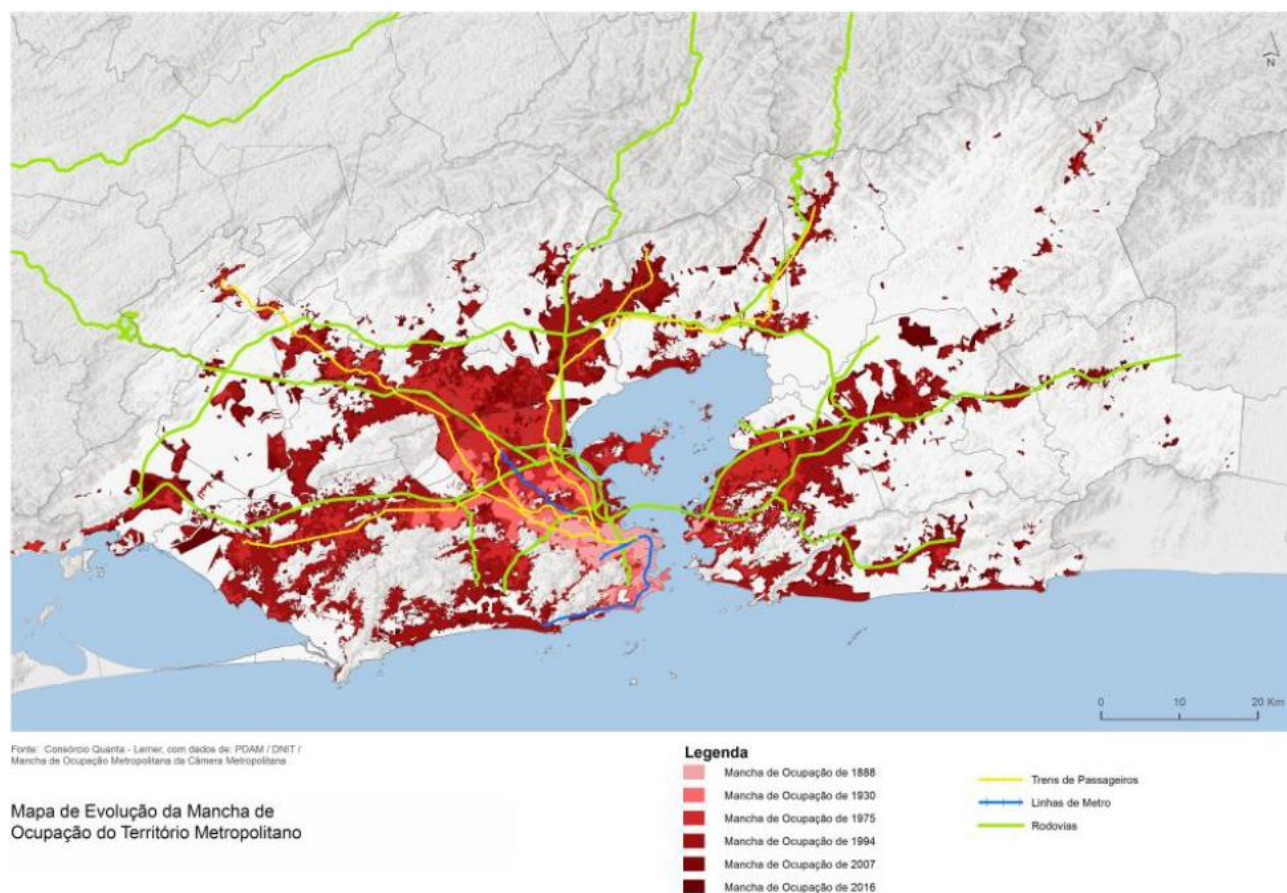
2.3.5 Vetores de crescimento e projeções populacionais

Os vetores de crescimento são uma importante informação para a análise dos eixos estruturais de TPC na medida em que proporciona uma medida das tendências espaciais de expansão das cidades, indicando as áreas que apresentam potencial para atração de população, novos investimentos e infraestrutura. Em geral, estas informações podem ser obtidas nos Planos Diretores Urbanos ou em outros instrumentos urbanísticos, sendo definidos por diversos fatores, como infraestrutura de transporte, disponibilidade de terrenos, políticas públicas de desenvolvimento econômico.

Caracterizam-se pela importância na gestão do território e na orientação do planejamento urbano. O objetivo do delineamento e indicação dos vetores de crescimento é assegurar um desenvolvimento ordenado e sustentável, na medida em que proporcionam aos gestores urbanos e tomadores de decisão, formas de antecipar e planejar o desenvolvimento, alocando recursos e infraestrutura de maneira otimizada.

O Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da RMRJ (PEDUI-RJ) elaborado em 2015, apresenta um diagnóstico da evolução urbana da RMRJ desde 1888, como apresenta o mapa da Figura 30, onde as manchas mais claras representam a ocupação urbana mais antiga e as vermelhas escuras representam as ocupações mais recentes. É possível observar que o centro do Rio de Janeiro é o início da ocupação urbana da RMRJ, com o espraiamento da cidade tendo ocorrido a partir de 1975, com ocupação das regiões periféricas.

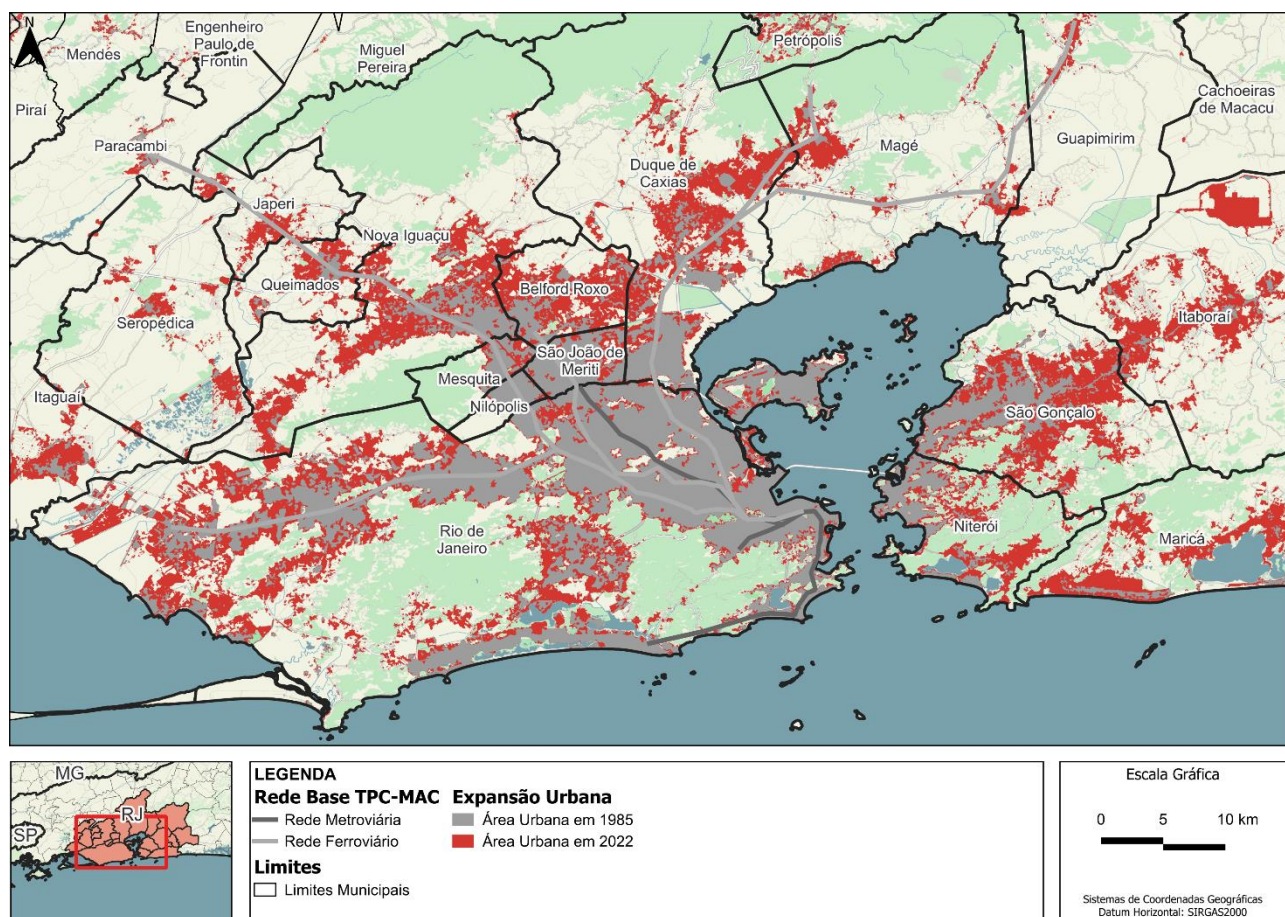
Figura 30: Mapa de evolução temporal da mancha de ocupação territorial metropolitana



Fonte: PEDUI (2015)

A partir dos dados da área urbana extraído da base de dados de Cobertura e Uso do Solo do MapBiomias Brasil, de 2022 e 1985, e apresentados no mapa da Figura 31, podemos observar a tendência de ocupação da RMRJ. Observa-se que existe maior expansão da área urbana na baixa fluminense e em São Gonçalo, assim como na Zona Oeste do Rio de Janeiro. Dos vetores de expansão urbanas identificados, destaca-se que a região a leste da baía de Guanabara, que apresentou expansão significativa de 1985 a 2022, não conta com eixos estruturantes de TPC-MAC, diferentemente dos bairros da baixada fluminense e da Zona Oeste, que contam com atendimento, ainda que precário, dos ramais ferroviários metropolitanos.

Figura 31: Mapa da expansão urbana da Área de Estudo de 1985 a 2022



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [MapBiomas Brasil](https://mapbiomas.org.br/)

Analisando, também, os dados de população e quantidade dos domicílios obtidos pelo Censo IBGE de 2010 e 2022, pode-se checar a algumas tendências de crescimento e de esvaziamento no território da área de estudo. A tabela da Tabela 2 apresenta os dados para os municípios da área de estudo, de forma que seja possível observar um crescimento populacional e de domicílios mais acentuado somente no município de Maricá, com a maioria dos municípios restantes apresentando esvaziamento populacional, inclusive Rio de Janeiro, São Gonçalo e Duque de Caxias, os mais populosos da RMRJ. Entretanto, as variações populacionais, com exceção de Maricá, foram moderadas.

Tabela 2: Evolução da população e domicílios por município da área de estudo entre 2010 e 2022

Município	Populaçã o 2010	Populaçã o 2022	Var. Pop. 2010- 2022 (%)	Domicílios s 2010	Domicílios 2022	Var. Domic. 2010-2022 (%)
Belford Roxo	469.332	483.087	3%	157.955	180.893	15%
Duque de Caxias	855.048	808.161	-5%	295.258	298.064	1%
Guapimirim	51.483	51.696	0%	21.363	18.498	-13%
Magé	227.322	228.127	0%	87.752	82.906	-6%

Maricá	127.461	197.277	55%	67.389	73.454	9%
Mesquita	168.376	167.127	-1%	57.856	62.611	8%
Nilópolis	157.425	146.774	-7%	54.821	57.005	4%
Niterói	487.562	481.749	-1%	191.172	194.492	2%
Nova Iguaçu	796.257	785.867	-1%	276.118	287.615	4%
Rio de Janeiro	6.320.446	6.211.223	-2%	2.408.891	2.436.971	1%
São Gonçalo	999.728	896.744	-10%	345.946	358.103	4%
São João de Meriti	458.673	440.962	-4%	157.396	168.771	7%
Total	11.119.113	10.898.794	-2%	4.121.917	4.219.383	2%

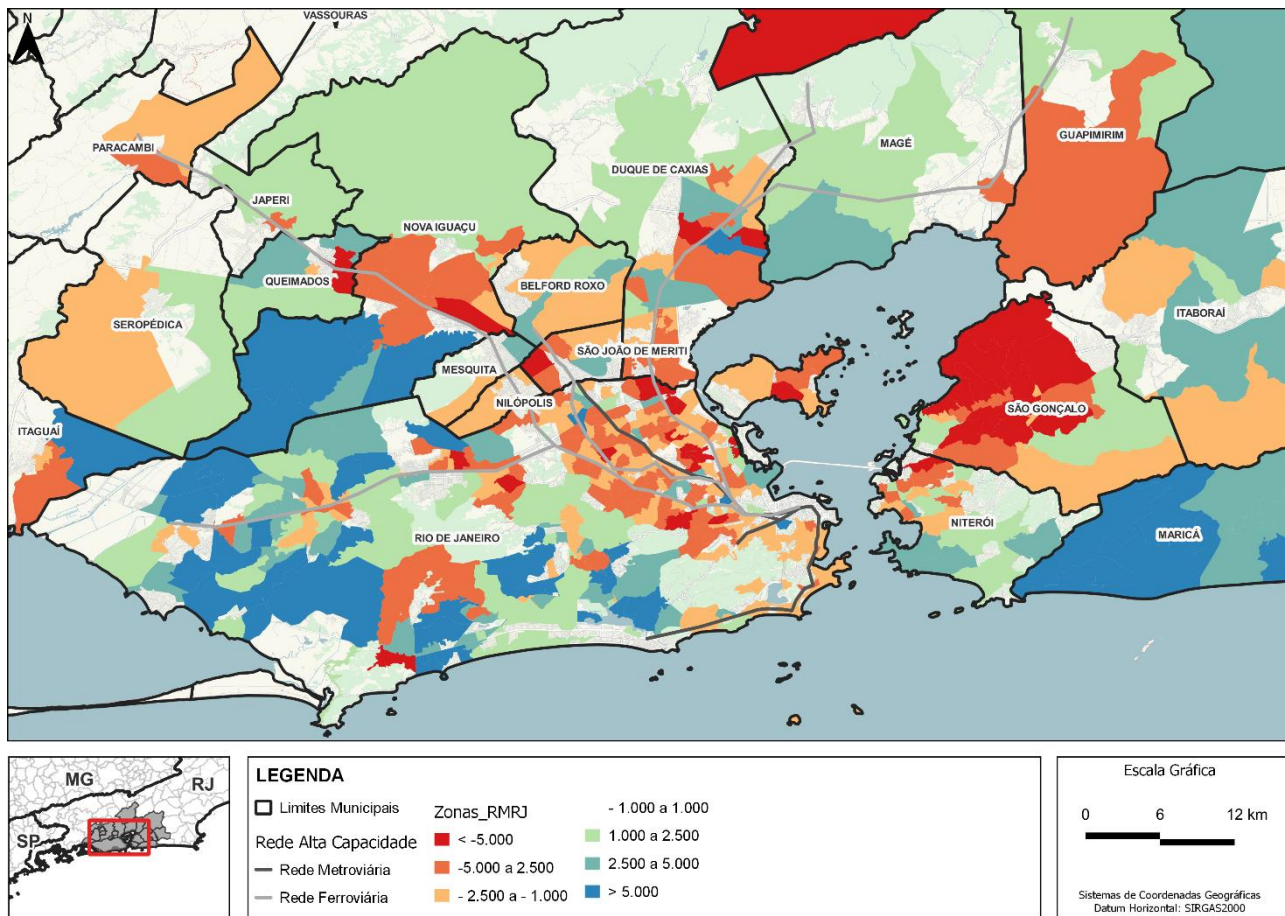
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo IBGE 2010 e 2022

Destaca-se, também, a relação entre a variação de domicílios e a variação populacional para os anos de 2010 e 2022, observa-se que existem municípios os quais houve um crescimento de domicílios e uma redução populacional, como Niterói e Nova Iguaçu. Nesses casos, existe uma redução da relação de habitantes por domicílio, que tem potencial de impactar os deslocamentos metropolitanos e a demanda por eixos de TPC-MAC. Além disso, se confirmada a tendência de redução populacional desses municípios, essa redução gera impactos econômicos e necessidade de revisão de políticas urbanísticas, de forma a lidar diretamente com a redução populacional.

O mapa da Figura 32 compara a evolução da população total entre 2010 e 2022, por zonas da RMRJ. É possível observar, como destacado na Tabela 2, que o município de São Gonçalo teve uma queda populacional em todo o seu território, assim como algumas regiões da baixada fluminense e Zona Norte do Rio de Janeiro. Entretanto, o município de Maricá e as regiões da Zona Oeste, Barra e Recreio apresentaram crescimento populacional relevante entre 2010 e 2022.

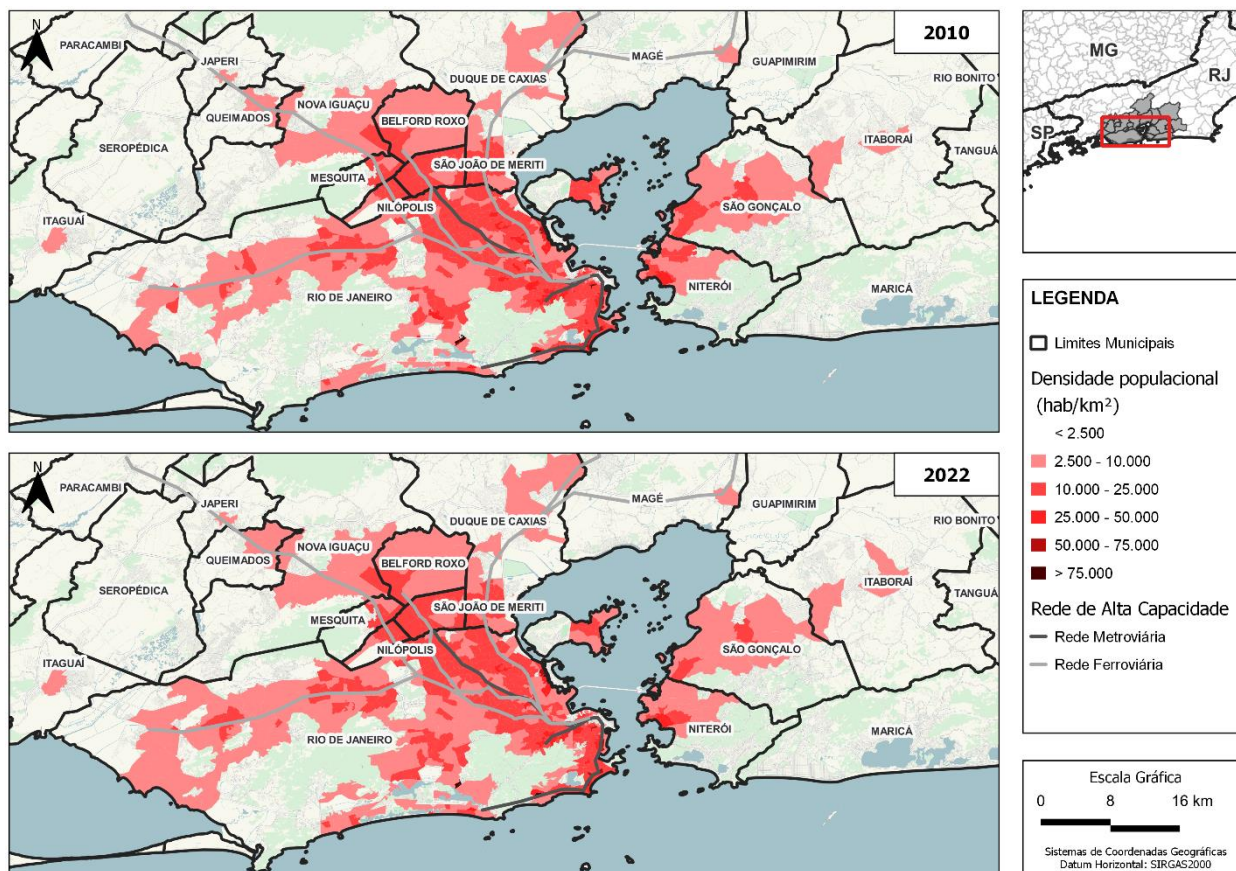
O mapa da Figura 33 compara a evolução entre 2010 e 2022 das densidades populacionais por zona da RMRJ. Observa-se uma redução da densidade nas zonas mais ocupadas do Rio de Janeiro, Niterói e São Gonçalo no período, o que corrobora o apresentado anteriormente, com redução populacional entre 2010 e 2022. Observou-se, por exemplo, aumento na densidade populacional em algumas regiões do Rio de Janeiro, como Zona Oeste, no bairro de Campo Grande e Guaratiba e no bairro de Jacarepaguá.

Figura 32: Variação populacional de 2010 para 2022 para a Área de Estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo 2022 e 2010

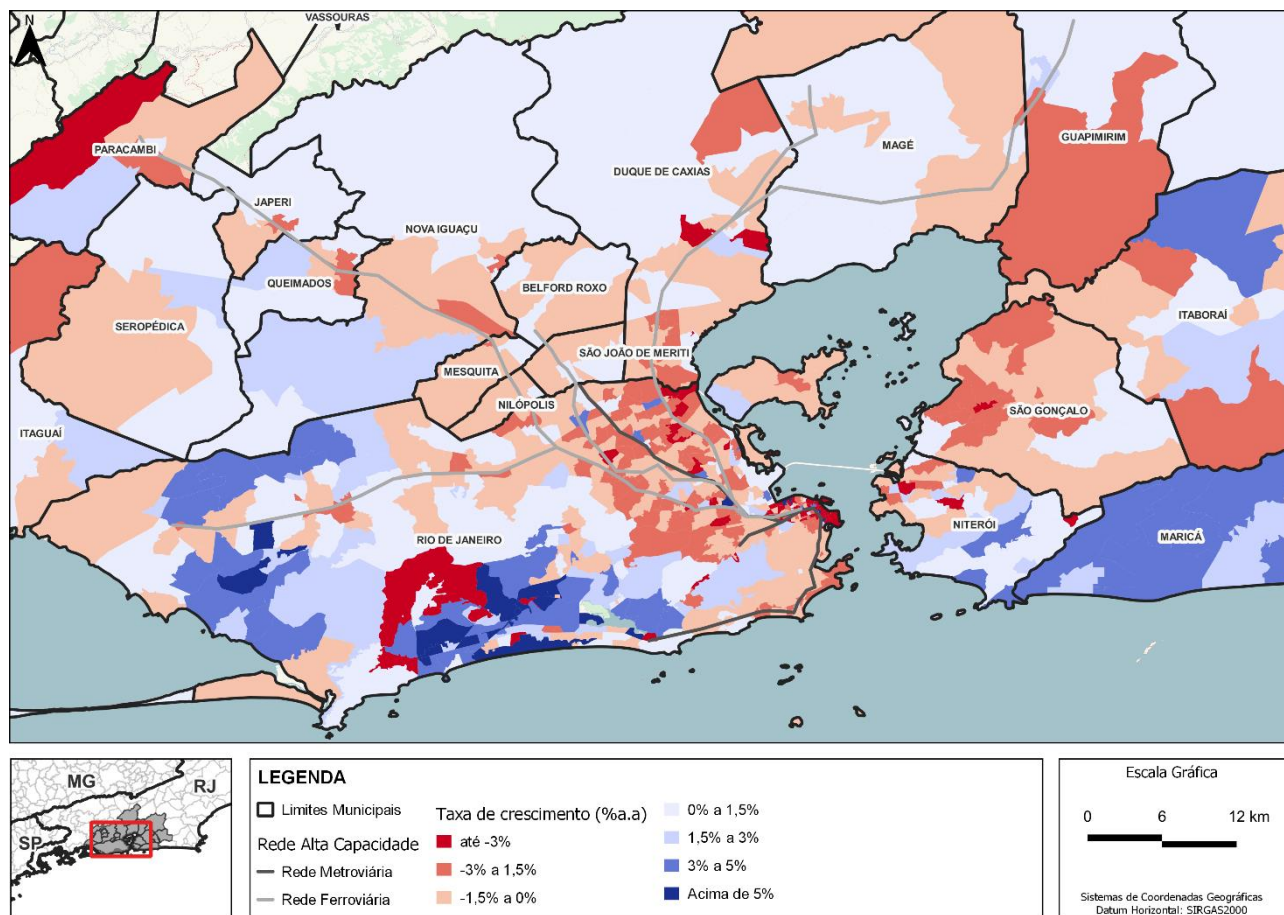
Figura 33: Densidade populacional em 2010 e em 2022 para a Área de Estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo 2022 e 2010

A seguir, no mapa, são apresentadas as taxas de crescimento geométricas anuais para as zonas da RMRJ. Dos municípios que apresentaram redução populacional de 2010 a 2022, observa-se que os centros do Rio de Janeiro, de São Gonçalo e de Niterói, apresentaram taxas de decréscimo de menos de 3% ao ano. Para as zonas que apresentaram crescimento populacional, observa-se um maior crescimento na Barra da Tijuca, Recreio e Guaratiba, como destacado anteriormente.

Figura 34: Taxas de crescimento geométrica da população de 2010 a 2022



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo 2022 e 2010

Por fim, a

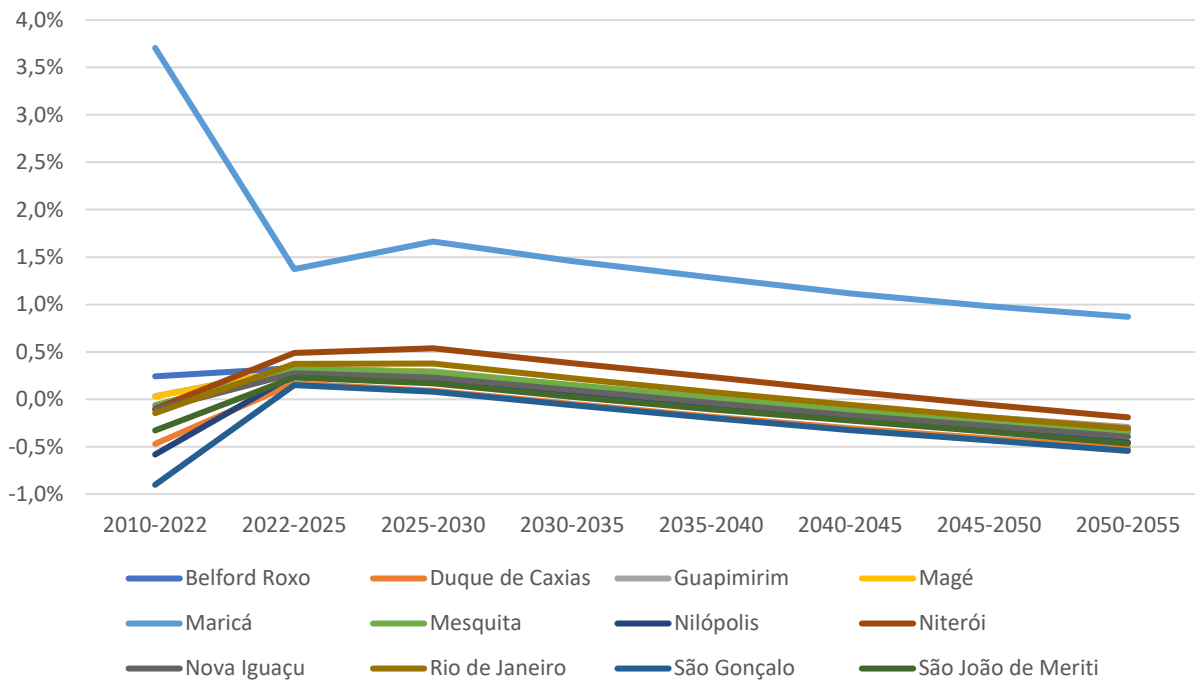
Tabela 3 e a Figura 35 avaliam as projeções de crescimento populacional no nível do município da área de estudo. Os valores projetados têm previsão de crescimento a taxas anuais menores conforme se avaliam blocos de anos mais distantes do ano-base (2022). Para a maioria dos municípios, as projeções apontam crescimento a partir de 2025 até 2040, crescendo a taxas decrescentes para todos os municípios.

A partir de 2040, os municípios apresentam um decréscimo populacional, chegando em 2055, em alguns casos, com população similar, ou próximo, ao ano de 2022, como é o caso de Belford Roxo e Mesquita. O município que se destaca, do ponto de vista do crescimento populacional é Maricá, que chega em 2055 ainda com crescimento médio anual de 1%, enquanto o restante dos municípios apresenta taxa decrescentes populacionais.

Tabela 3: Evolução Projetada da População por município – 2022 a 2055

Município	Pop. 2010	Pop. 2022	Pop. 2025	Pop. 2030	Pop. 2035	Pop. 2040	Pop. 2045	Pop. 2050	Pop. 2055
Belford Roxo	469.332	483.087	489.492	496.527	500.029	500.146	497.024	491.218	483.324
Duque de Caxias	855.048	808.161	813.587	817.231	815.284	807.876	795.610	779.367	759.486
Guapimirim	51.483	51.696	52.353	53.132	53.529	53.560	53.304	52.795	52.029
Magé	227.322	228.127	231.013	234.361	236.040	235.943	234.312	231.540	227.529
Maricá	127.461	197.277	208.341	226.269	243.248	259.281	274.091	287.815	300.560
Mesquita	168.376	167.127	169.286	171.717	173.021	173.196	172.152	170.070	167.102
Nilópolis	157.425	146.774	148.287	149.932	150.359	149.672	148.048	145.619	142.340
Niterói	487.562	481.749	491.246	504.600	514.295	520.406	522.604	521.108	516.160
Nova Iguaçu	796.257	785.867	794.527	803.627	807.563	806.021	799.163	787.957	772.514
Rio de Janeiro	6.320.446	6.211.223	6.304.747	6.424.559	6.496.586	6.521.433	6.502.014	6.440.743	6.342.553
São Gonçalo	999.728	896.744	902.119	905.699	902.854	894.044	879.650	860.805	837.595
São João de Meriti	458.673	440.962	445.042	448.775	449.367	446.979	441.981	434.461	424.424
Total	11.119.113	10.898.794	11.050.040	11.236.429	11.342.175	11.368.557	11.319.953	11.203.498	11.025.616

Figura 35: Taxa de crescimento anual para os municípios da Área de Estudo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Censo IBGE 2022

3 Apêndice IV – Aspectos Ambiental e Climático

Neste capítulo, são analisados os aspectos ambientais e climáticos relevantes para os municípios da Área de Estudo no Rio de Janeiro. Inicialmente, são discutidos os planos de mitigação às mudanças climáticas adotados, tanto na cidade do Rio de Janeiro, quanto nos demais municípios estudados. Em seguida, são apresentadas as áreas de proteção do meio físico e biótico, com destaque para os principais condicionantes observados no entorno dos projetos de desenvolvimento. O capítulo também trata dos desastres naturais e projeções de temperaturas e precipitações futuras. Por fim, são examinadas as emissões atmosféricas e seu impacto na qualidade do ar.

3.1 Planos de mitigação às mudanças climáticas

Uma das principais preocupações da sociedade contemporânea em relação às projeções climáticas futuras refere-se às possíveis alterações na frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos. Ao longo das décadas, as cidades têm exercido pressões significativas no contexto das alterações climáticas, sendo o transporte um dos principais contribuintes para o aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa.

Os impactos causados pelas alterações climáticas já se fazem sentir nos centros urbanos e aumentam a cada ano, com destaque para o aumento das temperaturas, o aumento do nível do mar, as ilhas de calor, as inundações, a escassez de água e alimentos, a acidificação dos oceanos e os eventos extremos (PMBC, 2016). Esses eventos causam impactos cada vez mais significativos no ambiente urbano e seus riscos são aumentados pela forma como as cidades foram configuradas.

Com base no aumento da percepção da sociedade sobre a necessidade de esforços conjuntos nas questões climáticas, os acordos internacionais e a definição de metas de mitigação de GEE representam um passo relevante na trajetória de combate às mudanças climáticas. As cidades possuem um papel relevante no alcance dos objetivos das alterações climáticas, dado que são muitas vezes responsáveis por pressionar outros ecossistemas, principalmente na procura de insumos para produção e recursos para o consumo. Além disso, as áreas urbanas correspondem a centros com infraestruturas e conhecimentos necessários para implementar políticas, ações e programas de resposta às alterações climáticas.

Em 2009, o Brasil instituiu a Política Nacional sobre a Mudança no Clima - PNMC, por meio da Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, estabelecendo seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, em consonância com os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, e demais documentos aos quais vier ser signatário. A PNMC constitui o amparo legal para a elaboração do Plano Nacional de Adaptação à

Mudança do Clima - PNA, e estabelece a necessidade de implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima das três esferas da Federação.

O município e o estado do Rio de Janeiro têm adotado diversas políticas e estratégias para o combate às mudanças climáticas, com ações focadas na mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e na adaptação aos impactos dessas mudanças.

No âmbito da Cidade do Rio de Janeiro, o Plano de Desenvolvimento Sustentável e o Comitê Integrado de Desenvolvimento Sustentável tiveram como marco legal o **Decreto Rio nº 42.941, de 15 de março de 2017**, revisto, posteriormente, pelo **Decreto Rio nº 46.078 de 11 de junho de 2019**. Tais decretos definem os instrumentos base que dão suporte para a política de desenvolvimento sustentável: I) o Sistema Integrado de Planejamento, Sustentabilidade e Resiliência, segundo disposto no Plano Estratégico 2017-2020; II) O Plano de Desenvolvimento Sustentável (PDS) e demais instrumentos de planejamento previstos na legislação municipal; e III) os programas e projetos de desenvolvimento sustentável.

Destaca-se também o **Decreto Rio nº 46.079, de 11 de junho de 2019**, que instituiu o **Programa Cidade pelo Clima**, com o objetivo de propor, planejar e integrar a execução de ações e projetos que visem o baixo índice de carbono, o monitoramento das emissões de gases e a redução dos impactos da mudança de clima sobre o território municipal. Fazem parte do Programa: o Plano de Ação Climática, o Sistema de Monitoramento Climático e o Comitê Executivo de Mudanças Climáticas.

O Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro foi lançado em 2021, com ações orientadas para a Visão de 2050 de “construção de uma cidade neutra em emissões de GEE, resiliente e adaptada às mudanças climáticas”. O Plano considera três ciclos de planejamento:

- **Ciclo 2020 - 2030:** A Agenda Rio 2030 traz 134 metas, desdobradas em 978 ações, que estabelecem os compromissos necessários para se alcançar os contornos da cidade almejada.
- **Ciclo 2030 - 2040:** Com início previsto para 2028 e metas com prazo de conclusão em 2040, revisadas em função do desempenho dos indicadores e da atualização das demandas, mantida a orientação para a Visão de 2050.
- **Ciclo 2040 - 2050:** Última etapa do Plano, seu início está previsto para 2038, para metas alinhadas à Visão 2050 e com prazo de conclusão em 2050.

De acordo com o Plano, o planejamento da cidade está orientado nos seguintes componentes:

- (1) Mitigação, que busca reduzir a quantidade de GEE emitida;
- (2) Adaptação, que mostra a capacidade de ajuste da cidade para reduzir a vulnerabilidade dos espaços e das pessoas à realidade dos efeitos climáticos;

(3) Inclusão, que implica englobar todos e todas nas ações climáticas, reduzindo desigualdades;
e

(4) Governança, engloba as estruturas administrativas e institucionais necessárias ao direcionamento do planejamento, implementação e monitoramento da ação climática;

Conforme destaca o PDS, em 2019, foi publicado o Monitoramento das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro entre 2012 e 2017, utilizando a metodologia GPC – Global Protocol for Community Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories (Protocolo Global para Inventários de GEE na Escala de Comunidade), desenvolvida pela C40, WRI e ICLEI. Os inventários compilados apresentam todas as fontes de emissão relevantes, dividida por cinco principais setores de emissões: (1) Energia Estacionária, (2) Transporte, (3) Resíduos, (4) Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) e (5) Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU).

A partir do ano-base modelado, o estudo apresentou três cenários de emissão, sendo um tendencial (business as usual – BAU), um ambicioso, considerando as estratégias de mitigação planejadas pela cidade, e um de máxima ambição, considerando estratégias necessárias para alcançar a neutralização de emissões na cidade em 2050, mas que enfrentam barreiras políticas, econômicas, técnicas e sociais para implementação. A partir desses cenários, foram traçadas estratégias de mitigação.

Já no que tange à adaptação, foi realizada uma Avaliação de Impactos da Mudança Climática com o objetivo de identificar as regiões da cidade mais sujeitas a impactos climáticos com consequências mais graves no contexto presente. Tal avaliação tomou como base o estudo desenvolvido para a Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas de 2016, que introduziu quatro perigos climáticos para a Cidade do Rio de Janeiro: (1) Elevação do nível médio do mar e das ondas; (2) Deslizamentos de terra; (3) Ondas de calor e ilhas de calor; e (4) Inundações. Para a elaboração das estratégias de adaptação, o plano considera dois cenários de expansão urbana:

- Tendencial: registra o crescimento urbano considerando os atuais modelos de expansão e tendências das últimas décadas sendo um tendencial e um planejado;
- Planejado: considera que o crescimento da mancha urbana e a distribuição da população são influenciados pelas políticas urbanas de restrição ao avanço da cidade para áreas ambientalmente sensíveis ou com elevado risco climático - ou ainda por políticas, que incentivem dinâmicas urbanas diferenciadas para áreas estagnadas, influenciando o interesse da população em se instalar conforme orientação estratégica.

A partir dos cenários de mitigação e adaptação modelados, foram então estabelecidas as metas e ações do PDS, dentro da Visão 2050, destacando-se as seguintes, no âmbito das Mudanças Climáticas e Resiliência:

- MCR1.1 - Aumentar para 35% a reciclagem de resíduos secos, tais como vidro, papel, plástico e metal;
- MCR1.2 - Alcançar 80% do encaminhamento de resíduos orgânicos de alimentos, produzidos por atividades de grandes geradores (supermercados, restaurantes etc.) para centrais de valorização (compostagem e/ou biodigestão);
- MCR1.4 - Aproveitar 70% do potencial de biogás disponível do aterro sanitário.
- MCR2.1 - Nenhuma pessoa em áreas de alto risco de inundações e nenhuma moradia em áreas de alto risco de movimentos de massa nas áreas mapeadas e identificadas pela Prefeitura do Rio;
- MCR2.2 - Realizar anualmente o mínimo de 20 simulados de resposta às emergências aos impactos dos extremos climáticos, com pilar fundamental de proteção da vida e bem-estar de todos cidadãos e cidadãs cariocas.
- MCR3.1 - Alcançar em 2030 a redução de 20% das emissões de GEE do município em relação às emissões do ano-base 2017, não contemplando as emissões da siderurgia, e em 2050 a neutralização das emissões, por meio da implementação de estratégias de mitigação e compensação;
- **MCR3.3 - Substituir 20% da frota do Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus (SPPO) por veículos não emissores, com impactos na redução da poluição do ar e em ruídos urbanos;**
- MCR3.5 - Garantir que ao menos uma área da cidade tenha emissão zero de carbono.
- MCR4.1 - Instituir Unidades de Conservação da Natureza em 100% das áreas definidas como prioritárias, aquelas apontadas como de relevante interesse ambiental (ARIA) pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente;
- MCR4.3 - Realizar o manejo de 3400 hectares reflorestados e consolidar 1206 hectares de floresta no município.

Conforme destaca o documento, a materialização do PDS se traduz na implantação de projetos, sendo apresentados 63 projetos vinculados às aspirações, metas e ações estruturantes assumidas no planejamento sustentável da cidade. Dentre os projetos propostos destacam-se:

- O Distrito Neutro, cujas ações têm foco em caminhabilidade, cidades inteligentes, educação ambiental, cidades saudáveis, participação, adoção de tecnologias limpas, incentivo ao transporte limpo, mobilidade ativa, requalificação urbana sustentável dos espaços públicos, melhoria da qualidade do ar, bem como foco em projetos educativos para sensibilização e engajamento da população sobre a relevância dos benefícios diretos e indiretos na saúde e qualidade de vida.

- Os Corredores de Sustentabilidade, divididos em Corredores Verdes, relacionados ao fortalecimento e incremento de áreas verdes; os Azuis, à valorização de corpos d'água como rios, baías e lagoas; os Marrons, direcionados às áreas de ocupação mais densa e sua reorganização urbanística; e os Laranjas, ligados à requalificação urbana, com atenção especial às populações vulneráveis, melhoria de indicadores sociais e redução das desigualdades.

Outra normativa baixada pela Prefeitura, instrumentalizada por intermédio do **Decreto Rio nº 46.081, de 11 de junho de 2019**, versa sobre o compromisso assumido pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro em promover ruas verdes e saudáveis, que se tornem ambientes “livres de carbono”, tendo como uma das metas a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) da frota de transporte público em circulação no município, com a substituição gradual dos veículos movidos a combustíveis fósseis por outros com zero emissão de poluentes.

A partir dos preceitos legais definidos no Decreto, o texto da norma estabelece “que qualquer contrato de concessão/permissão para a delegação de serviço de transporte público coletivo de passageiros realizado por ônibus, a partir de 1º de janeiro de 2025, somente poderá ser celebrado sob a previsão contratual de utilização de ônibus de emissão zero” (art.3º). Ainda de acordo com o texto, o governo municipal deve garantir que uma área da cidade tenha emissão zero até o ano de 2030, a partir da implementação de programas de espaço urbano completo, da política municipal de mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável, em observância à Lei nº 5.248/2011 e ao planejamento do município. Outra determinação do decreto é a adoção de políticas públicas que incentivem os deslocamentos a pé e o compartilhamento de bicicletas.

Em termos de perigos climáticos para o município do Rio de Janeiro, tanto a Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO; SMAC; CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ, 2016), quanto o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2021), consideram como principais os seguintes: i) Inundações; ii) Deslizamentos de terra; iii) Ilhas e Ondas de calor; e, iv) Elevação do nível médio do mar e Ondas. Para o projeto são considerados esses mesmos perigos climáticos para a verificação da sensibilidade e exposição do projeto.

Já em âmbito estadual, destaca-se a **Lei nº 5.960 de 14 de abril de 2010**, alterada pela **Lei nº 9.072 de 27 de outubro de 2020**, que estabelece a Política Estadual Sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável, tendo como principais objetivos prevenir, mitigar os efeitos e adaptar o Estado às mudanças climáticas e facilitar a implantação de uma economia de baixo carbono no Estado do RJ. A Política Estadual tem como principais instrumentos:

- **Plano Estadual sobre Mudança do Clima (PEMC)** - O Rio de Janeiro elaborou seu plano estadual em 2012, levando em consideração resultados dos inventários de emissões e as orientações do Plano Nacional de Mudança do Clima⁴. Em 2018 foi divulgada a base técnica do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas do Estado do Rio de Janeiro, Nque analisa as projeções climáticas para o Rio de Janeiro e seus impactos sobre os recursos hídricos, a saúde humana, deslizamentos e na Agenda Verde, entre outros tópicos, com sugestões de medidas de adaptação para cada uma dessas ameaças.
- **Fórum Rio de Mudanças Climáticas (FRJMC)** - Institucionalizado pelo Decreto N° 46.912 de 24 de janeiro de 2020, o Fórum tem entre seus objetivos mobilizar a sociedade, o governo estadual e os governos municipais para discussão e apoio às ações relacionadas às mudanças climáticas. Deve contar com reuniões periódicas, com a participação de secretarias do governo, bem como de membros da academia e da sociedade civil.
- **Cadastro Estadual de Emissões** - Instrumento para o acompanhamento dos resultados de medidas de redução e remoção de gases de efeito estufa, realizadas por agentes públicos e privados. Tais resultados deverão ser medidos, registrados e verificados por instâncias certificadoras independentes.
- **Cadastro Estadual de Sumidouros** - Instrumento para o acompanhamento da proteção e da ampliação de sumidouros efetivados voluntariamente por agentes públicos e privados. Tais resultados deverão ser medidos, registrados e verificados por instâncias certificadoras independentes.
- **Estimativas Anuais de Emissões de GEE e o Inventário Estadual de Emissões de GEE** - De acordo com a Política, devem ser elaborados a cada cinco anos, com base em metodologia a ser especificada e detalhada em regulamentação específica. Contudo, o Estado do Rio de Janeiro passou a entregar estimativas anuais, em parceria com o Laboratório do Observatório do Clima e sua iniciativa do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), disponíveis tanto no site do Observatório do Clima como no Portal de Mudanças Climáticas.

⁴ ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Portal de Mudanças Climáticas do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/sites/#!/portal-de-mudancas-climaticas-do-estado-do-rio-de-janeiro>

- **Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima** - A Política Estadual Sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável aponta a necessidade da criação de um sistema para comunicação sobre o tema no estado. Este sistema deve incorporar o monitoramento climático estadual, entre outras atividades relativas ao controle de alterações associadas ao meio físico ou à biota. O instrumento encontra-se em desenvolvimento, sendo o Portal de Mudanças Climáticas parte integrante da solução.
- **Zoneamento Econômico Ecológico do Estado do Rio de Janeiro - ZEE** - Estabelecido pela Lei nº 5067 de 09 de julho de 2007, considera entre seus critérios de avaliação as necessidades de proteção municipal na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas destinadas à adaptação às mudanças climáticas.
- **Inventário Florestal Estadual** - Instrumento para produzir informações quinquenais sobre o grau de conservação da biodiversidade, fragmentação florestal, dinâmica da cobertura florestal e monitoramento dos estoques de carbono por atividades de restauração florestal e desmatamento evitado.
- **Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM)** - É instrumento da Política Estadual o Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM), criado pela Lei 1060, de 10 de novembro de 1986, e mais recentemente alterado pela Lei nº 4143, de 28 de agosto de 2003. O Fundo financia projetos ambientais e para o desenvolvimento urbano em todo o Estado do Rio de Janeiro, englobando diversas áreas.
- **Licenciamento Ambiental** - O licenciamento de empreendimentos com significativa emissão de gases de efeito estufa é também um instrumento desta política. Neste contexto, o licenciamento observará o seguinte:
 - I - a emissão ou a renovação de licenças de instalação ou de operação serão condicionadas à apresentação de inventário de emissão de gases de efeito estufa do empreendimento, com base em metodologia a ser detalhada em regulamentação específica e de plano de mitigação de emissões e medidas de compensação, devendo, para tanto, os órgãos competentes estabelecerem os respectivos padrões.
 - II - a emissão de licenças para a instalação, após a entrada em vigor da presente Lei, de empreendimentos de que trata este parágrafo, poderá ser condicionada à assunção da obrigação de neutralizar total ou parcialmente as respectivas emissões de gases de efeito estufa.

Tanto o estado como o município do Rio de Janeiro têm avançado em várias frentes para mitigar e adaptar-se às mudanças climáticas. As políticas estão focadas na redução de emissões de gases de efeito estufa, no uso de energia renovável, na gestão de resíduos, na mobilidade sustentável, e

na proteção e adaptação das áreas urbanas. Contudo, como em muitas outras regiões, os desafios permanecem, especialmente em relação à execução dessas políticas em larga escala e à adaptação de comunidades vulneráveis aos efeitos mais intensos das mudanças climáticas.

3.2 Áreas de Proteção do meio físico e biótico

A análise das áreas de proteção do meio físico e biótico tem como objetivo identificar possíveis interferências e condicionantes ambientais à implantação dos projetos previstos no TPC-MAC da RMRJ, sinalizando, sempre que possível, possíveis fatores impeditivos e/ou que demandem processos de licenciamento de maior complexidade, que possam impactar de forma significativa no cronograma de futura implantação. A análise considera as interferências dos eixos de transporte com cursos d'água, nascentes e respectivas Áreas de Proteção Permanente, interferências em áreas verdes e áreas protegidas, como unidades de conservação e outras previstas nos instrumentos de planejamento.

Destaca-se que, para efeito da presente análise serão consideradas as interferências no entorno dos eixos propostos, não se estendendo à totalidade dos territórios municipais da área de estudo.

O primeiro tópico considerado para a avaliação das condicionantes refere-se à existência de corpos d'água interceptados ou localizados no entorno direto de cada traçado proposto. Além da interceptação direta, devem ser consideradas as Áreas de Preservação Permanente, definidas como “*área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas*” (Art. 3º, inciso II da Lei Federal Nº 12.651/2012 - Novo Código Florestal).

A delimitação das APP adotou o disposto do Art. 4º do mesmo código, que considera:

APP de Cursos d'água:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

APP de lagos e lagoas naturais:

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

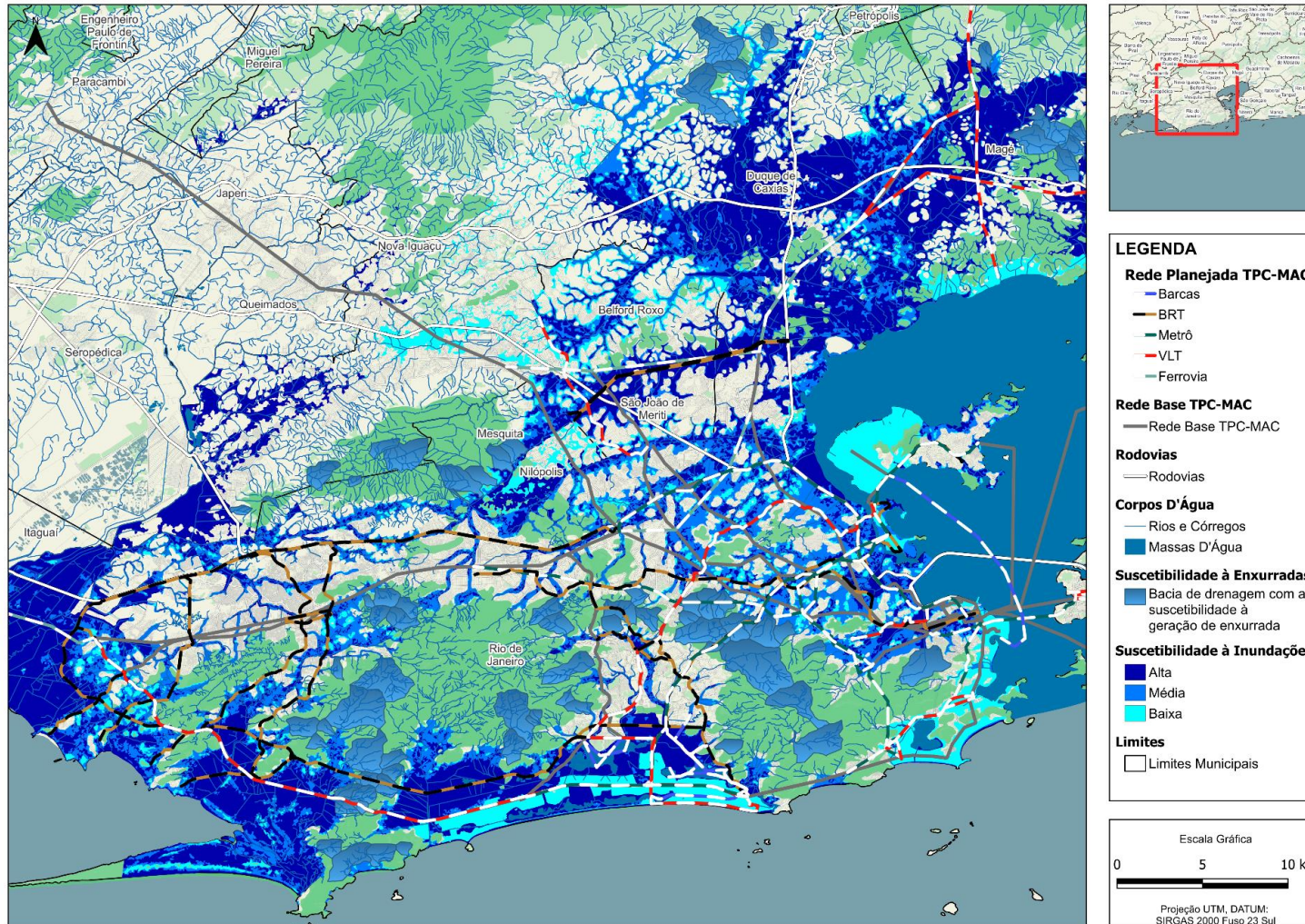
APP de Nascentes:

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

Outro aspecto relevante a ser considerado, e que está estreitamente relacionado à rede hídrica, refere-se às áreas sujeitas a enxurradas e alagamentos, que consistem em locais com registro de riscos geológicos, mapeados pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB), que apresenta dados para diversos municípios do território nacional, entre eles os municípios da RMRJ.

A figura a seguir apresenta a rede hídrica nos municípios interceptados pela rede proposta e as áreas suscetíveis a enxurradas e alagamentos.

Figura 36: Recursos hídricos e suscetibilidade a enxurradas e inundações



Fonte: ANA e SGB 2024

Na sequência, foram identificados também às áreas de restrição sujeitas aos riscos de deslizamento, que constituem os locais com registro de riscos geológicos, também mapeados pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB). A figura a seguir apresentam as áreas suscetíveis a deslizamentos, conforme o SGB.

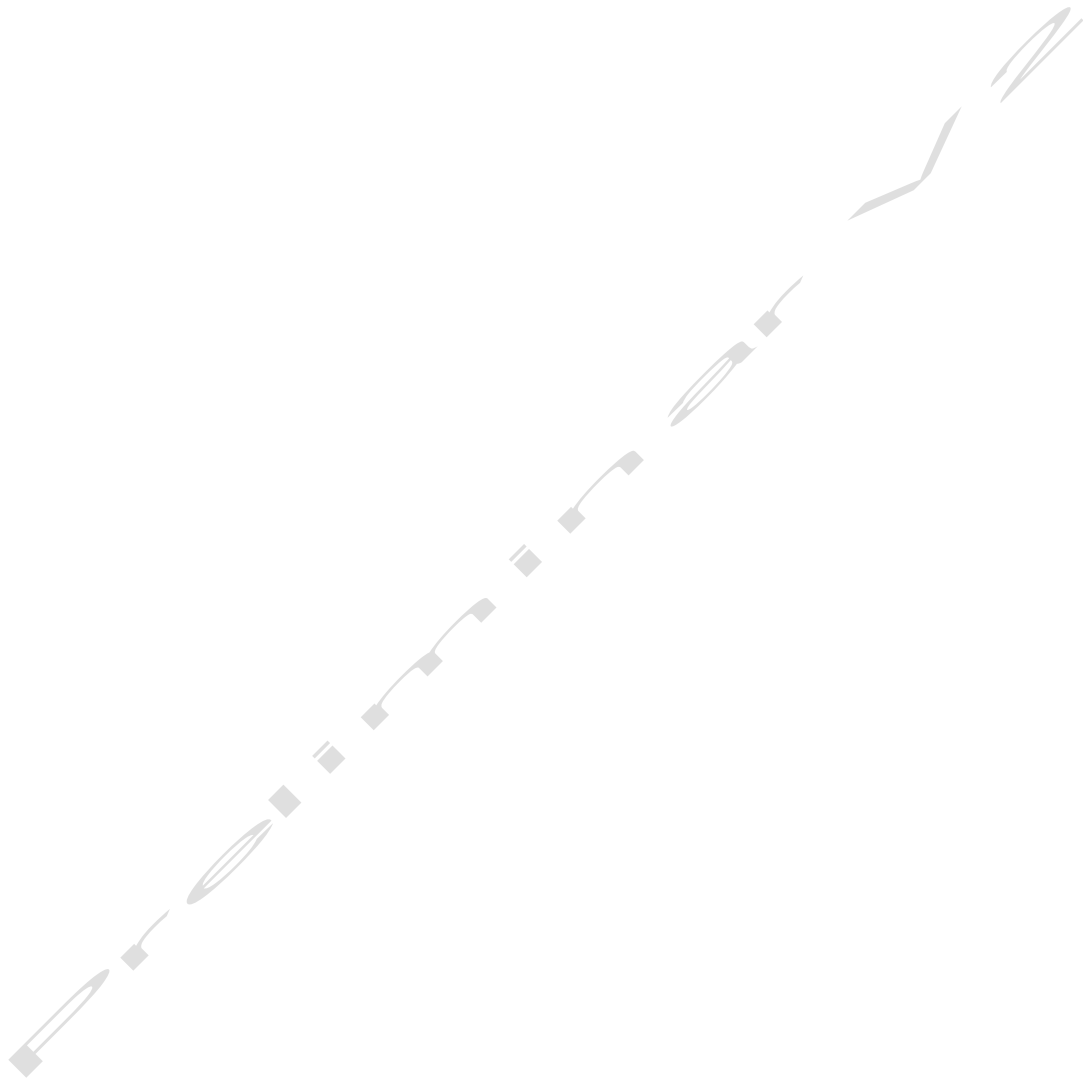
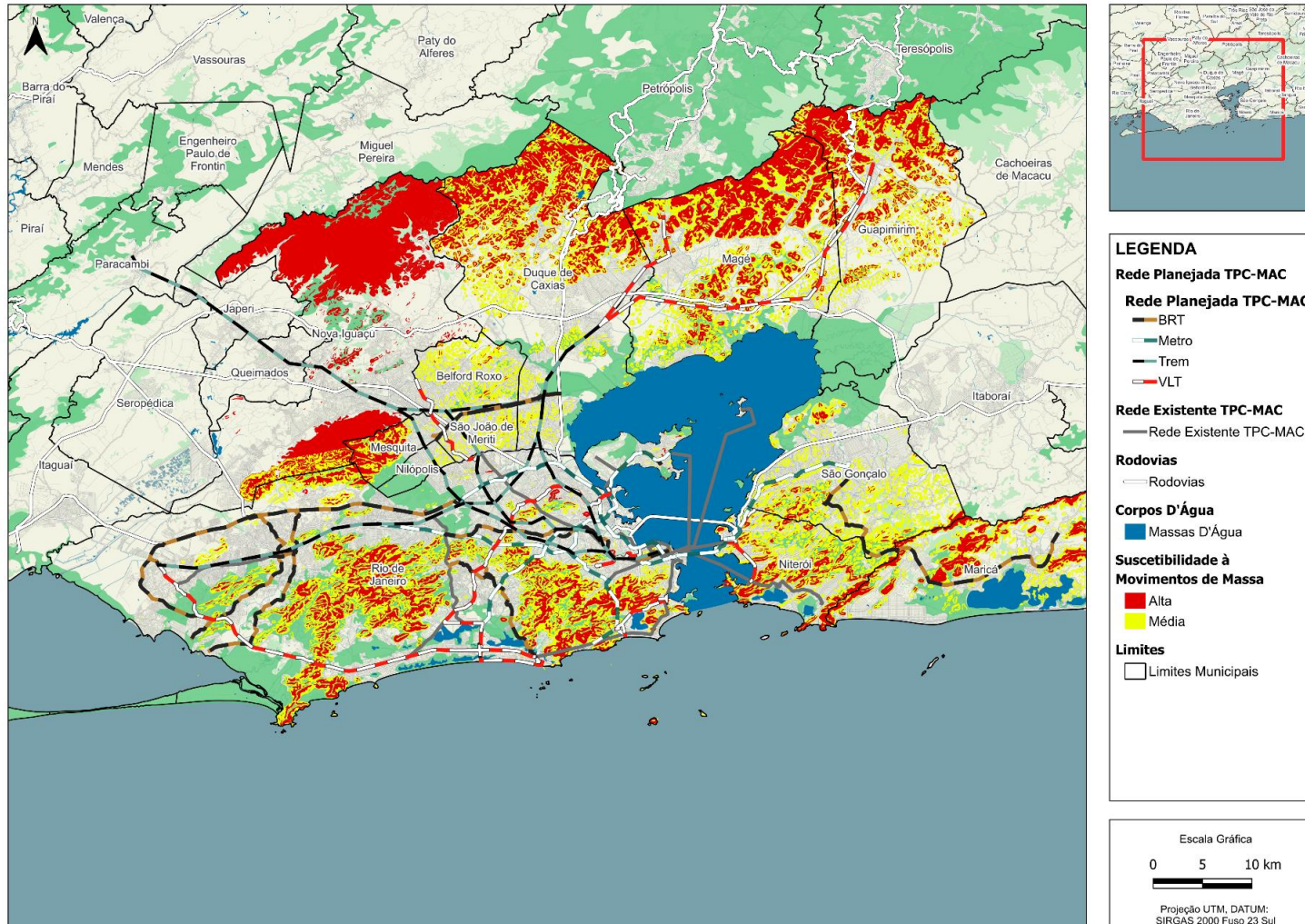


Figura 37: Suscetibilidade a deslizamentos



Fonte: SGB, 2024

Os municípios da RMRJ estão totalmente inseridos no **Bioma Mata Atlântica**, o mais ameaçado entre os biomas que ocorrem no Brasil, sendo identificado como a quinta área mais ameaçada e rica em espécies endêmicas do Mundo (IBGE, 2024). A maioria dos eixos de intervenção passam por áreas já antropizadas e de urbanização consolidada, sendo, no entanto, importante destacar o relevo montanhoso e as áreas de morro, fortes condicionantes da ocupação na Área de Estudo.

A Cobertura Vegetal e Uso do Solo são apresentados a partir de mapeamento realizado pelo MapBiomas, plataforma que apresenta mapeamento anual de cobertura e uso da terra, apresentado na figura a seguir.

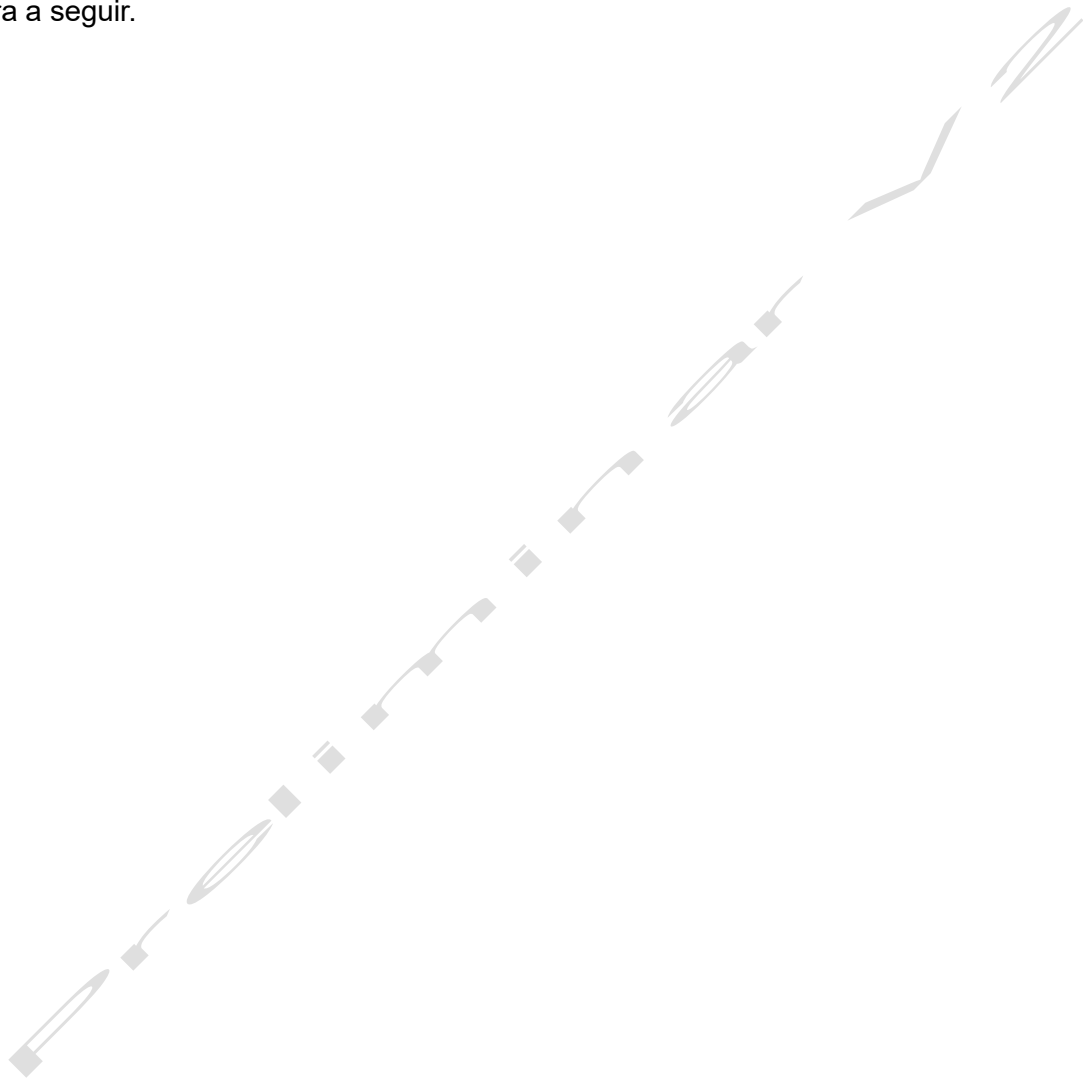
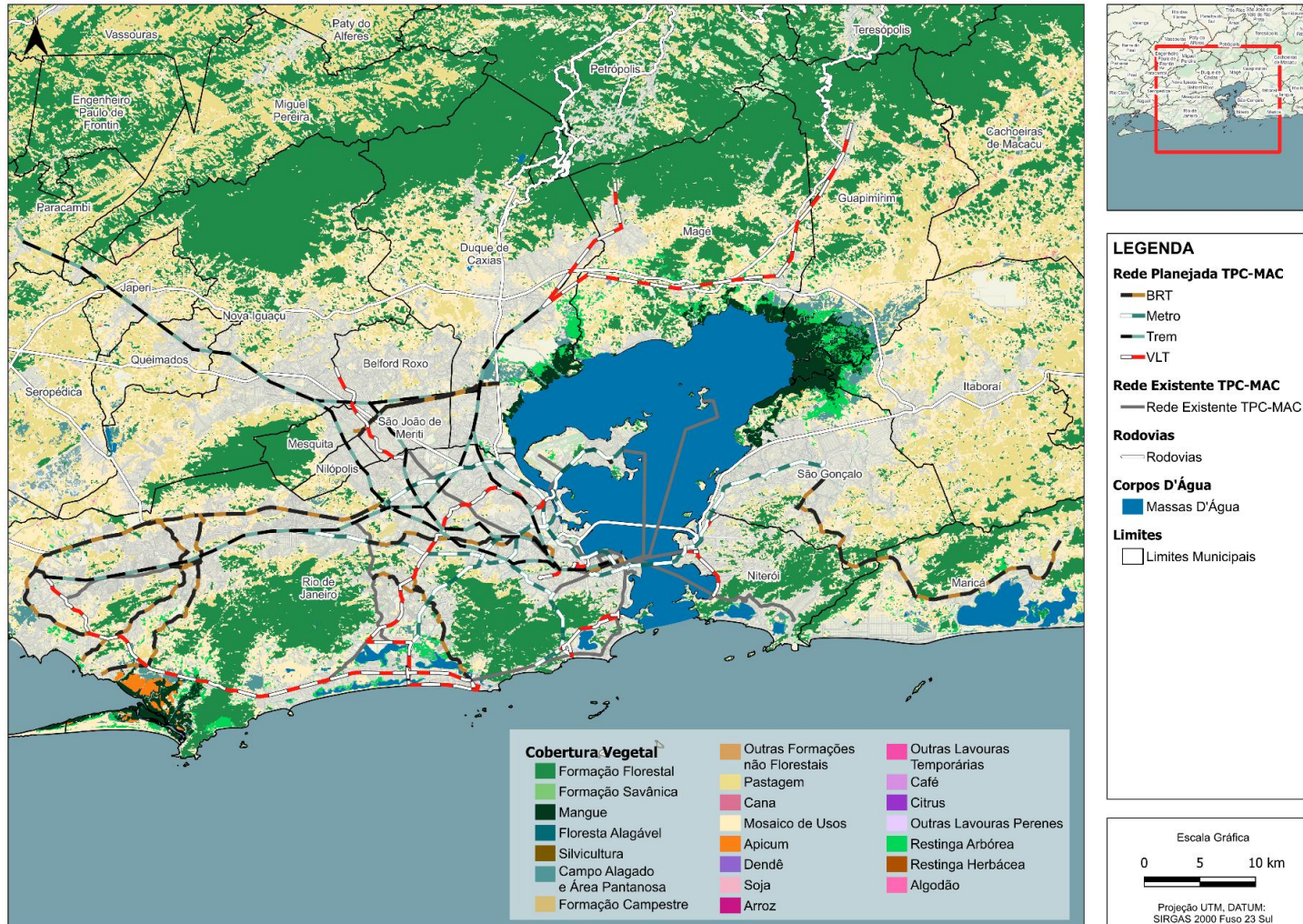


Figura 38: Cobertura Vegetal



Fonte: MapBiomias, 2024

Já no que tange às áreas protegidas, destacam-se as **Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade** (APCB),

As Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são um instrumento de política pública que visa à tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, sobre planejamento e implementação de medidas adequadas à conservação, à recuperação e ao uso sustentável de ecossistemas.

As regras para a identificação de tais Áreas e Ações Prioritárias foram instituídas formalmente pelo Decreto nº 5092 de 21/05/2004 no âmbito das atribuições do MMA.

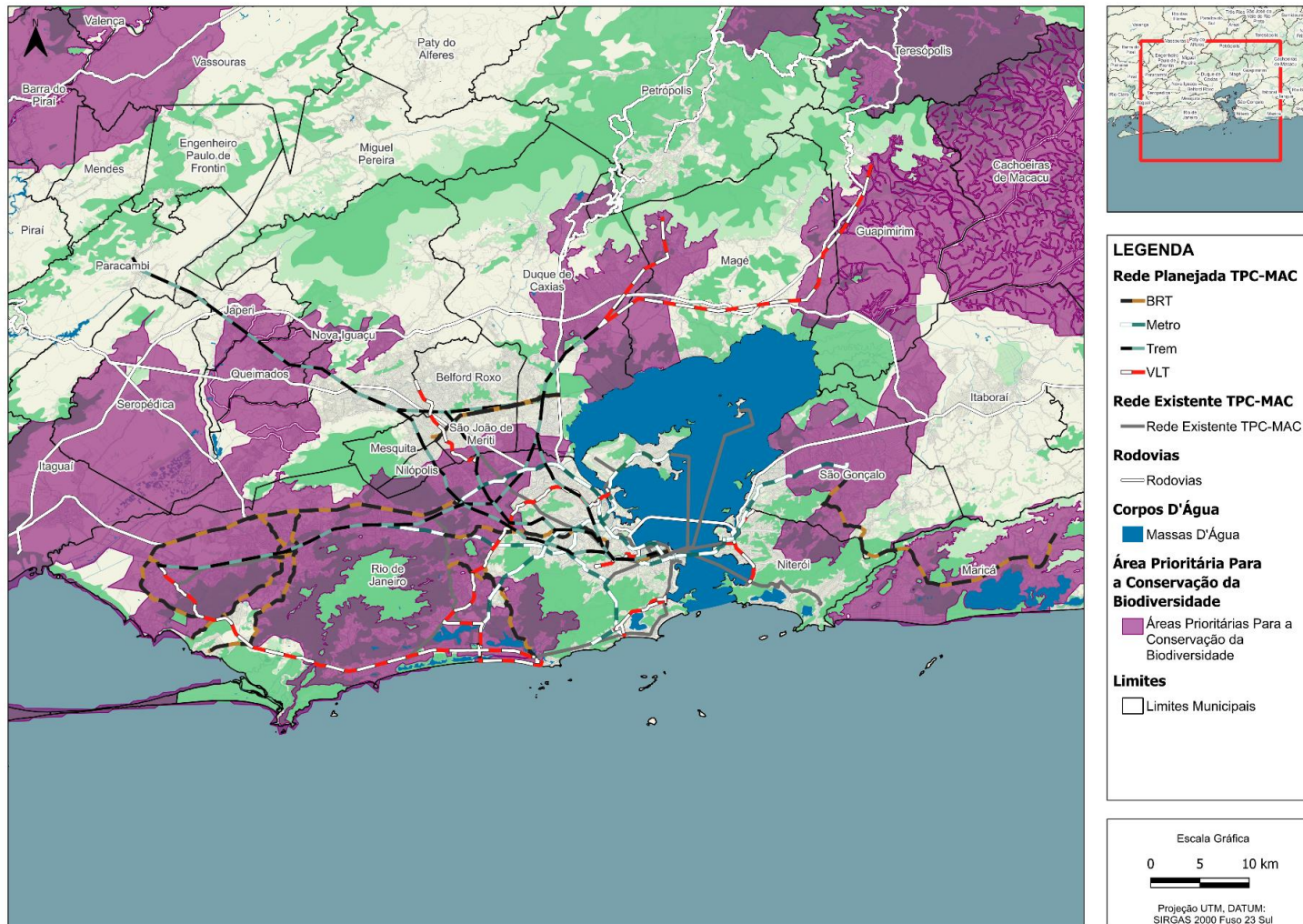
A definição de áreas prioritárias se baseia na metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação (PSC). Nesse processo, é feita, de forma simultânea, a coleta e o processamento de informações espaciais sobre a ocorrência de espécies e ecossistemas, custos e oportunidades para a conservação. É um processo contínuo de busca de subsídios e validação de resultados, que resulta na construção do mapa das áreas e definição de ações prioritárias para conservação da biodiversidade em todos os grandes biomas e na Zona Costeira e Marinha, além de um banco de dados com informações sobre as áreas.

Fonte: Áreas prioritárias para Biodiversidade — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

As áreas identificadas são classificadas como tendo prioridade: extremamente alta (1); muito alta (2); alta (3); insuficientemente conhecida; e novas áreas identificadas pelos grupos regionais, para todo o Brasil. Seu objetivo é avaliar a situação da biodiversidade dos vários Biomas, analisando-a de maneira a identificar seus condicionantes ambientais, sociais e econômicos, e estabelecer propostas para a sua conservação, utilização sustentável e a repartição dos benefícios decorrentes de seu uso.

A figura a seguir apresenta os limites definidos para a Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade – Bioma Mata Atlântica, e sua interface com os eixos estudados.

Figura 39: Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade



Fonte: MMA, 2024

A área destaca na figura corresponde às áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira do Bioma Mata Atlântica, que assinala a presença de diversas espécies ameaçadas. A principal ação recomendada para a área consiste na recuperação de ecossistemas, recuperação e manejo de espécies ameaçadas e regularização da extração de recursos minerais, supressão da vegetação nativa, queimadas e pesca.

As **Unidades de Conservação** também são importantes condicionantes ambientais, uma vez que possuem normativa própria para uso dos recursos, e podem implicar em impedimentos ou necessidade de consulta prévia aos respectivos órgãos gestores na etapa de licenciamento ambiental.

Conforme definição do SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, Unidades de Conservação (UC) são “o espaço territorial e seus recursos ambientais (...) legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”. Têm como principais objetivos a conservação da biodiversidade e da paisagem, bem como a manutenção do conjunto dos seres vivos em seu ambiente.

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 dividiu as unidades de conservação em dois grupos, cada um com objetivos específicos legalmente definidos. Assim, as unidades de conservação podem ser:

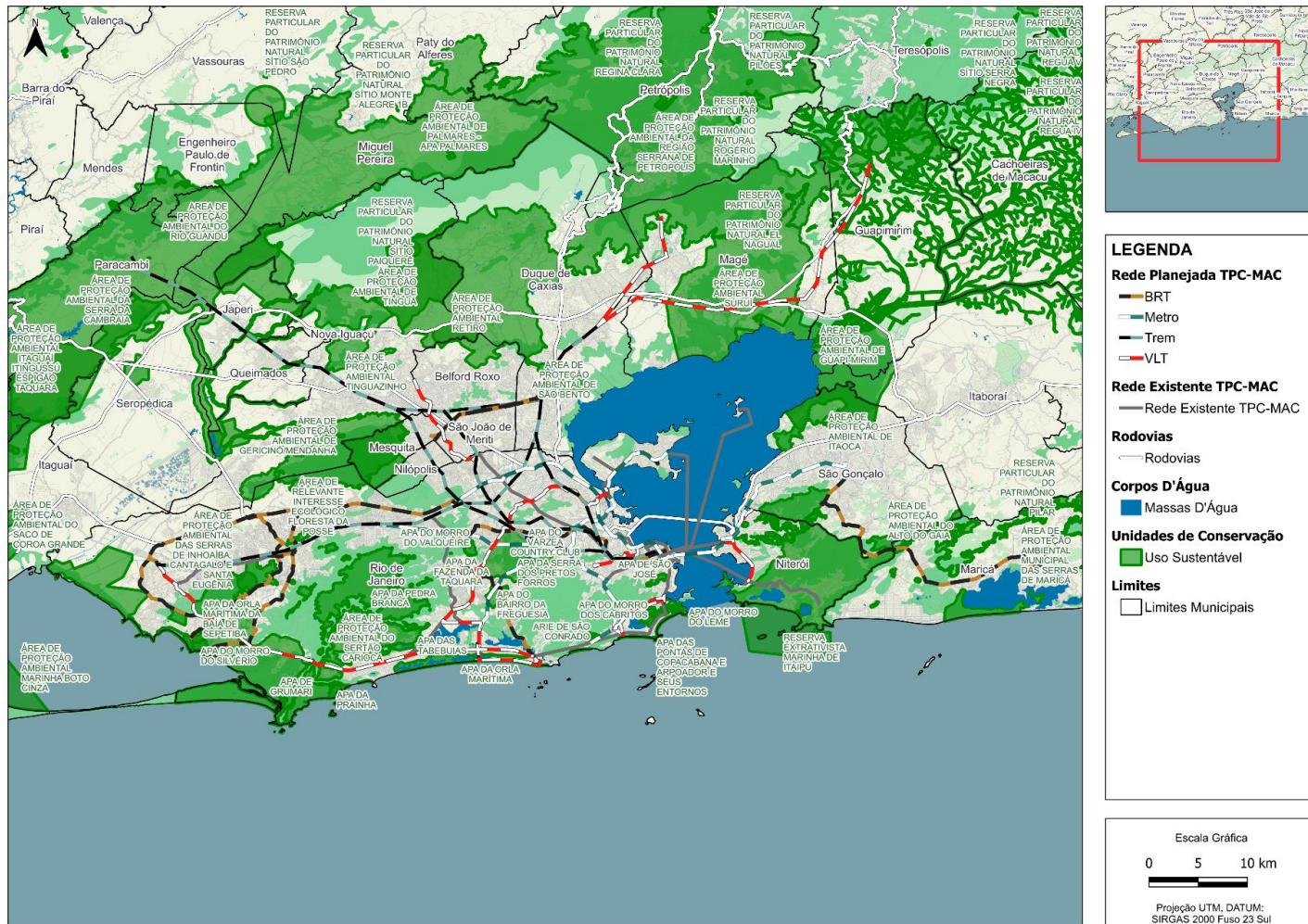
- **Unidades de Proteção Integral**, que têm como finalidade preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, com regras e normas restritivas, constituído pelas seguintes categorias:
 - **Estações Ecológicas**, que consistem em áreas de grande importância para a preservação dos ecossistemas naturais, protegendo integralmente aos menos 90% de suas áreas;
 - **Reservas Biológicas**, que têm como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais e, embora de posse e domínio públicos, é proibida à visitação pública, exceto em casos devidamente regulamentados;
 - **Parques Nacionais**, que têm como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.
 - **Refúgios de Vida Silvestre**, que têm por objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória, podendo ser constituídos por áreas particulares, desde que compatibilizados os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.
 - **Monumentos Naturais**, que têm como objetivo preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, podendo ser constituídos por áreas particulares, desde que

seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários

- Unidades de Uso Sustentável, que conciliam a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais, sendo que a esse grupo pertencem as seguintes categorias:
 - **Áreas de Proteção Ambiental**, constituídas por áreas em geral extensas, com um certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais
 - **Áreas de Relevante Interesse Ecológico**, constituídas de áreas de pequena extensão em geral, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abrigam exemplares raros da biota regional, que têm como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza;
 - **Florestas Nacionais**, constituídas por áreas com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, tendo como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas;
 - **Reservas Extrativistas**, que consistem em áreas utilizadas por populações extrativistas tradicionais, com objetivos básicos proteger seus meios de vida e sua cultura, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade;
 - **Reservas de Fauna**, constituídas por áreas naturais com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos;
 - **Reservas de Desenvolvimento Sustentável**, que consistem em áreas que abrigam populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica;
 - **Reservas Particulares do Patrimônio Natural**, que consistem em áreas privadas, gravadas com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

As Unidades de Conservação podem ser terrestres ou marinhas, federais, estaduais ou municipais, e são criadas e regulamentadas por meio de leis ou decretos. As figuras a seguir ilustram as unidades de conservação de uso sustentável e de proteção integral interceptadas pelos eixos estudados.

Figura 41: Unidades de Conservação de Uso Sustentável



Fonte: MMA, 2024

É importante destacar que não somente os tópicos aqui tratados devem ser considerados como restrições, uma vez que os instrumentos de planejamento urbano trazem sua definição própria de áreas de restrição à ocupação, que também consideram a presença de fragilidades ambientais e outras restrições legais, já tratadas no âmbito do presente diagnóstico.

3.2.1 Principais condicionantes observadas no entorno dos eixos

Com base no mapeamento realizado, foi possível verificar a existência de algumas condicionantes sobre os eixos estudados, que, potencialmente, podem resultar em restrições à implantação dos futuros projetos, ou demandar procedimentos mais complexos e demorados ao longo do processo de licenciamento ambiental futuro.

A tabela a seguir destaca as principais condicionantes para cada eixos de intervenção.

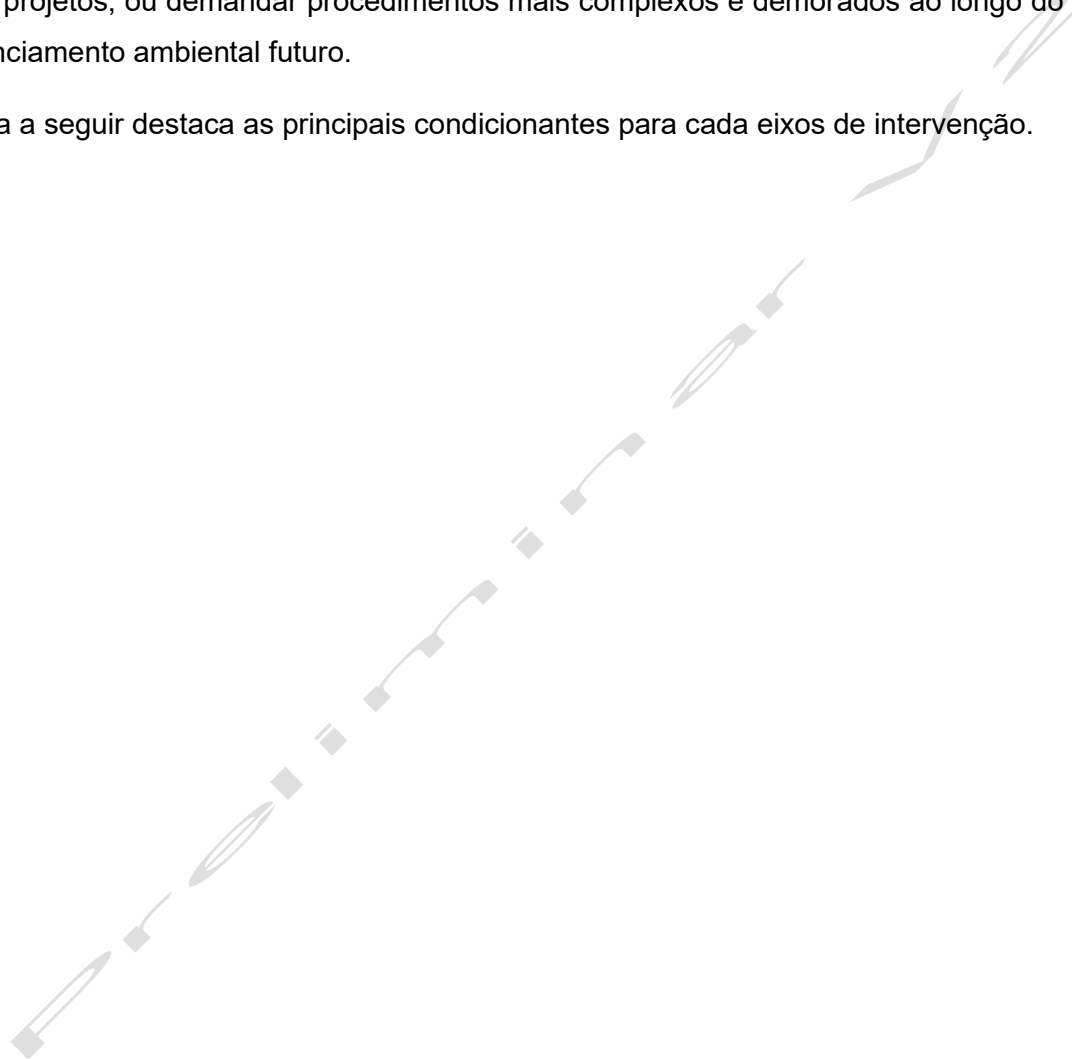


Tabela 4: Resumo dos principais condicionantes para a implantação

Cód	Tecnologia	Eixo	Condicionantes ambientais para a implantação												
			Unidades de Conservação						Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade	Áreas de Proteção Permanentes – APP			Supressão vegetal	Risco de deslizamento	Áreas de alagamento / enxurrada
			Federal		Estadual		Municipal			Nascente	Curso d'água	Lago/Lagoa			
			Proteção Integral	Uso Sustentável	Proteção Integral	Uso Sustentável	Proteção Integral	Uso Sustentável							
2	Trem	Conexão Alvorada Cocotá	■				■			■	■		■	■	
3	Trem	Linha conectando Uruguai a Del Castilho								■	■		■	■	
4	Trem	Expansão da Linha 02 até Praça XV								■			■	■	
5	Trem	Conexão Estação Gávea - Uruguai	■					■				■	■		
6	Trem	Linha conectando centro do Rio de Janeiro a Deodoro					■	■		■				■	
8	Trem	Linha 03 conectando Araribóia a São Gonçalo					■	■		■		■	■	■	
9	Trem	Extensão da Linha 02 até Araribóia									■	■	■		
11	Trem	Linha conectando Pavuna a Nova Iguaçu						■		■		■	■	■	
12	Corredor	Corredor conectando os municípios da Baixada Fluminense						■		■		■	■	■	
13	VLT	Conversão do corredor BRT TransOeste em VLT			■			■		■			■	■	
14	VLT	Conversão do corredor BRT TransCarioca em VLT					■	■	■	■	■		■	■	
16	Trem	Linha conectando Gávea e Leblon até Botafogo	■				■	■		■		■	■	■	

Cód	Tecnologia	Eixo	Condicionantes ambientais para a implantação												
			Unidades de Conservação						Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade	Áreas de Proteção Permanentes – APP			Supressão vegetal	Risco de deslizamento	Áreas de alagamento / enxurrada
			Federal		Estadual		Municipal			Nascente	Curso d'água	Lago/Lagoa			
			Proteção Integral	Uso Sustentável	Proteção Integral	Uso Sustentável	Proteção Integral	Uso Sustentável							
17	Trem	Ligação Bangu - Méier						■	■		■		■	■	■
20	Corredor	Ligação entre Maricá e São Gonçalo			■		■	■	■		■		■	■	■
23	Trem	Duplicação e Segregação do Ramal Gramacho/ Saracuruna						■	■		■		■	■	■
24	Trem	Recapitação Energética Ramal Gramacho						■	■		■		■	■	■
25	Trem	Requalificação dos Ramais Vila Inhomirim e Guapimirim		■	■			■	■		■		■	■	■
26	Trem	Recuperação do Sistema Ferroviário				■	■	■	■		■		■	■	■
27	BRT	Eixo 1: Extensão TransBrasil - Deodoro Santa Cruz							■		■				■
28	BRT	Eixo 2: BRT Anel Viário				■		■	■		■				■
32	BRT	Eixo 6: BRT 2ª Ligação Transversal Oeste - Piaí-Magarça-Campo Grande			■		■	■	■	■	■			■	■
33	BRT	Eixo 7: BRT Matriz - Cachamorra - Av. Brasil			■			■	■	■	■		■	■	■
34	BRT	Eixo 8: BRT Jd. Oceânico - Freguesia-Taquara					■	■	■	■	■	■	■	■	■
36	BRT	Eixo 10: BRT Sulacap-Av. Dom Helder Camara - Leopoldina						■	■		■				■

Cód	Tecnologia	Eixo	Condicionantes ambientais para a implantação												
			Unidades de Conservação						Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade	Áreas de Proteção Permanentes – APP			Supressão vegetal	Risco de deslizamento	Áreas de alagamento / enurrada
			Federal		Estadual		Municipal			Nascente	Curso d'água	Lago/Lagoa			
			Proteção Integral	Uso Sustentável	Proteção Integral	Uso Sustentável	Proteção Integral	Uso Sustentável							
37	VLT	Eixo 13: VLT Jd. Oceânico - Av. Lúcio Costa - Alvorada					■	■	■		■			■	
38	VLT	Eixo 14: VLT Rodoviária - Vila Isabel									■			■	
39	Trem	Eixo 16: Extensão BRT Transcarioca até Ilha do Governador								■	■			■	
40	VLT	VLT Barretos - Centro - Charitas									■		■	■	
44	Trem	Ramal ferroviário Duque de Caxias – Honório Gurgel - Deodoro							■		■			■	
45	Trem	Ramal ferroviário Nova Iguaçu – Belford Roxo – Gramacho – São Bento									■	■	■	■	

Fonte: Elaboração própria

Conexão Alvorada Cocotá

O traçado previsto para a Conexão Alvorada Cocotá intercepta uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Federal, o Parque Nacional da Tijuca (em túnel existente) e é lindeiro a uma UC de Proteção Integral Municipal, o Parque Natural Municipal Bosque da Barra. Está inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122), tratando-se, portanto, de área reconhecida como de prioridade máxima dentro de estratégias de conservação. O traçado intercepta e é lindeiro a diversos cursos d'água canalizados, em viário já existente, além de ponte existente sobre braço da Lagoa da Tijuca.

O trado também é lindeiro a áreas de média suscetibilidade a deslizamento na Freguesia de Jacarepaguá, junto aos Morros do Pau Ferro e Nossa Senhora da Penha e intercepta trecho de alta suscetibilidade a deslizamento junto ao Parque da Tijuca (trecho em túnel). Intercepta também diversos pontos de alta e média suscetibilidade a alagamentos, além de trecho suscetível a enxurradas no Parque da Tijuca (trecho em túnel).

Linha conectando Uruguai a Del Castilho

A linha férrea conectando Uruguai a Del Castilho não intercepta Unidades de Conservação tampouco Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade. Os cursos d'água interceptados já se encontram canalizados, sendo necessário verificar a necessidade de criação/adequação de ponte de acesso à Ilha do Governador. O traçado passa próximo a área de média e alta suscetibilidade a deslizamentos (Serra do Engenho Novo e está inserido integralmente em área de média e alta suscetibilidade a alagamentos).

Expansão da Linha 02 até Praça XV

O eixo de expansão da Linha 02 até Praça XV não intercepta Unidades de Conservação tampouco Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade. O traçado previsto intercepta somente um curso d'água canalizado / tamponado. Intercepta também pontos de média suscetibilidade a deslizamentos no centro e na região da Sapucaí (trecho em túnel) e diversos pontos de média e alta suscetibilidade a alagamentos.

Conexão Estação Gávea – Uruguai

O traçado previsto para a Conexão Estação Gávea – Uruguai intercepta uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Federal, o Parque Nacional da Tijuca, e está inserido em Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122), interceptando também trechos de alta suscetibilidade a deslizamento. Observa-se que a maior parte de seu traçado se desenvolve em túnel a ser aberto em área de prioridade máxima

dentro de estratégias de conservação, sendo necessário considerar as dificuldades inerentes ao licenciamento ambiental, além dos custos associados às medidas de gestão ambiental.

Linha conectando centro do Rio de Janeiro a Deodoro

A linha férrea conectando o centro do Rio de Janeiro a Deodoro tem seu traçado inserido em área urbanizada, sendo lindeiro, de forma bastante pontual, ao Refúgio de Vida Silvestre da Floresta do Camboatá e inserido em Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado intercepta diversos cursos d'água já canalizados em trecho de viário existente e é lindeiro a curso d'água canalizado em extensão de 1,8km; além disso, é interceptado por diversas áreas de média e alta suscetibilidade a alagamentos.

Linha 03 conectando Araribóia a São Gonçalo

A Linha 03, que conecta Araribóia a São Gonçalo, está próxima a uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Municipal, o Parque Natural Municipal da Água Escondida, e está inserida em Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Muito Alta (MA 126). O traçado intercepta nove cursos d'água, com necessidade de reestruturação de ponte existente, com possível supressão vegetal em Área de Proteção permanente – APP. O trecho é lindeiro a diversas áreas de alta e média suscetibilidade a deslizamentos e a diversas áreas de alta e média suscetibilidade a alagamentos.

Extensão da Linha 02 até Araribóia

O trecho de extensão da Linha 02 até Araribóia não intercepta Unidades de Conservação tampouco Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade. Observa-se que o traçado requer a criação de ponte de cerca de 2,7 km sobre a Baía da Guanabara, sendo necessário considerar as dificuldades inerentes ao licenciamento ambiental, além dos custos associados às medidas de gestão ambiental. O trecho em Niterói intercepta áreas de média suscetibilidade a deslizamentos.

Conexão Pavuna a Nova Iguaçu

A linha férrea de conexão da Pavuna a Nova Iguaçu não intercepta Unidades de Conservação, no entanto está inserida em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado intercepta seis cursos d'água, em trechos já urbanizados, e diversos trechos de média a alta suscetibilidade a alagamentos; e de média suscetibilidade a deslizamentos.

Corredor conectando os municípios da Baixada Fluminense

O corredor de conexão dos municípios da Baixada Fluminense se desenvolve em binário e consiste na criação de via marginal ao Rio Sarapuí, em viário a implantar. Dessa forma, implicará em

supressão vegetal em APP, sendo necessário também considerar as dificuldades inerentes ao licenciamento ambiental, além dos custos associados às medidas de gestão ambiental. O traçado é lindeiro à APA de São Bento, Unidade de Conservação de Uso Sustentável Municipal de Duque de Caxias, sendo próximo a diversas áreas de média suscetibilidade a deslizamentos e estando integralmente inserido em área de alta suscetibilidade a alagamento.

Conversão do corredor BRT TransOeste em VLT

O traçado intercepta uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Estadual, a Reserva Biológica de Guaratiba e cinco unidades de Uso Sustentável Municipais, em viário já existente, visto que consiste na conversão de eixo de BRT em VLT. Está inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). Intercepta diversos cursos d'água e é lindeiro a canal e respectiva APP ao longo de cerca de 6,5km, estando inserido em trechos de média e alta suscetibilidade a alagamentos no trecho em Santa Cruz e Guaratiba (pontual) e de alta suscetibilidade no Recreio dos Bandeirantes e Barra da Tijuca. Intercepta também área sujeita a enxurradas e de alta suscetibilidade a deslizamentos na Barra de Guaratiba (altura do Morro da Ilha) e área de média suscetibilidade a deslizamentos na região da Serra da Capoeira Grande, Morro de Santa Clara e Serra do Cantagalo.

Conversão do corredor BRT TransCarioca em VLT

O traçado é lindeiro a uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Municipal, o Parque Natural Municipal Bosque da Barra, e uma unidade de Uso Sustentável, também municipal, a APA da Serra dos Pretos Forros, estando inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). É lindeiro a diversos cursos d'água canalizados, em trechos de viário já existente, interceptando também, em ponte, um braço da Lagoa da Tijuca. O traçado é lindeiro a área de média e alta suscetibilidade a deslizamentos em Praça Seca, correspondente à Serra do Valqueire e Morros do Planalto, Chacrinha e Mato Alto, e em Madureira, nas áreas dos morros do Sapê, Serrinha e Dendê. Está inserido em área de alta suscetibilidade a alagamentos na região da Barra da Tijuca, e intercepta de diversos pontos de alta e média suscetibilidade ao longo do traçado; além disso, intercepta pontualmente área suscetível a enxurradas, em Praça Seca.

Linha conectando Gávea e Leblon até Botafogo

A linha férrea conectando Gávea e Leblon até Botafogo é lindeira a duas Unidades de Conservação de Proteção Integral, o Parque Nacional da Tijuca (federal) e o Parque Natural Municipal da Catacumba (municipal), e duas de Uso Sustentável, a APA do Sacopã e a APA do Morro da Saudade (municipais). O eixo intercepta seis cursos d'água canalizados, sendo estimada também supressão vegetal ao longo de toda a Avenida Jardim Botânico, para adequação do traçado. É lindeira a área

de média suscetibilidade a deslizamentos, próximo ao Morro da Saudade, e intercepta trecho pontual de alta suscetibilidade a alagamentos, na região do Jardim Botânico (próximo à Lagoa Rodrigo de Freitas) e na região próxima ao Shopping da Gávea.

Ligação Bangu – Méier

O eixo de ligação Bangu-Méier intercepta uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, a APA da Serra dos Pretos Forros, e está inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado intercepta também cursos d'água em trechos já urbanizados. O atual estágio do projeto não possui detalhamento suficiente que permita verificar a necessidade de supressão vegetal significativa, dado que parte do trecho, a princípio, será feita em túnel. O trecho também é limítrofe a áreas de média suscetibilidade a deslizamento e cruza áreas de média a alta suscetibilidade a alagamentos.

Ligação entre Maricá e São Gonçalo

O eixo de ligação entre Maricá e São Gonçalo é limítrofe a várias Unidades de Conservação, sendo três de Proteção Integral - Parque Estadual da Serra da Tiririca (estadual), Refúgio de Vida Silvestre Municipal das Serras de Maricá e ao Monumento Natural Municipal da Pedra de Inoã – e quatro unidades de Uso Sustentável (municipais) – APA do Engenho Pequeno, APA das Estâncias de Pendotiba, APA das Serras de Maricá, e APA do Alto do Gaia. O traçado está inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 123), e intercepta diversos cursos d'água, em viário já existente. Considerando possível necessidade de alargamento da via, estima-se supressão vegetal ao longo de todo o trecho limítrofe à rodovia RJ-106 (rodovia Amaral Peixoto).

O eixo também se encontra inserido integralmente em área de média suscetibilidade a deslizamentos, no trecho de São Gonçalo até a divisa com Maricá. Em Maricá, verificam-se diversos pontos de alta suscetibilidade a deslizamentos, com destaque para os trechos próximos ao Morro do Catumbi e Serra da Calaboca, Pedra de Inoã e Serra do Caju. Também está inserido quase integralmente em área de média suscetibilidade a alagamento.

Duplicação e Segregação do Ramal Gramacho/Saracuruna e Recapitação Energética Ramal Gramacho

O eixo de recapitação energética e de duplicação e segregação do Ramal Gramacho/Saracuruna intercepta somente uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável Municipal, a APA de São Bento, e encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Muito Alta (MA 128). O traçado intercepta diversos cursos d'água em

trechos já urbanizados e está inserido integralmente em área de alta suscetibilidade a alagamentos, interceptando também área de média suscetibilidade a deslizamentos.

Requalificação dos Ramais Vila Inhomirim e Guapimirim

Os eixos de requalificação dos Ramais Vila Inhomirim e Guapimirim são lindeiros a uma Unidade de Conservação de Proteção Integral Estadual, o Refúgio de Vida Silvestre da Serra da Estrela, e a uma unidade de Uso Sustentável, a APA de Petrópolis. O trecho do Ramal Guapimirim intercepta uma unidade de Usos Sustentável, a APA do Suruí. Os ramais encontram-se inseridos em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Muito Alta (MA 128 e MAP 126). O nível de detalhamento do projeto não permite estimar a necessidade de supressão vegetal nos trechos ainda não urbanizados, nem determinar se haverá trechos em túnel. Verifica-se que os traçados interceptam diversos cursos d'água em trechos ainda não urbanizados, estando integralmente inseridos em área de alta suscetibilidade a alagamentos. Verificam-se também diversos pontos de média e alta suscetibilidade a deslizamentos ao longo de todo o traçado.

Recuperação do Sistema Ferroviário

O conjunto de eixos do Sistema Ferroviário destinados à recuperação não apresenta restrições significativas, destacando-se a interceptação de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável Estadual, a APA do Rio Guandu e uma unidade de Uso Sustentável Municipal, a APA do Suruí. Os eixos estão inseridos em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122) e interceptam diversos cursos d'água, que deverão receber tratamento para a requalificação da malha ferroviária.

Os eixos também interceptam diversos pontos de média e alta suscetibilidade a deslizamentos, com destaque para os trechos na Baixada Fluminense, que também estão inseridos integralmente em área de alta suscetibilidade a alagamentos. Observa-se também interceptação pontual de pontos de alta e média suscetibilidade a alagamentos também nos trechos situados na cidade do Rio de Janeiro.

Eixo 1: Extensão TransBrasil - Deodoro Santa Cruz

A Extensão TransBrasil - Deodoro Santa Cruz não intercepta Unidades de Conservação tampouco Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, estando, no entanto, inserida em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado intercepta o Rio Cação Vermelho e o Canal da Ponte Branca e margeia o Canal do Itá, em Santa Cruz em área de baixa densidade de urbanização. Intercepta também diversos pontos suscetíveis a alagamentos ao longo de quase toda a sua extensão.

Eixo 2: BRT Anel Viário

O eixo do BRT Anel Viário é lindeiro a três Unidades de Conservação de Uso Sustentável, sendo uma estadual – a APA de Sepetiba II – e duas municipais- a APA da Orla Marítima da Baía de Sepetiba e a APA das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia. Encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado margeia o antigo Canal do Itá, em área de ocupação irregular; margeia também o Canal do Goiaba e intercepta a Vala do Bairro Caxias; a Vala do Curtume e está na área de influência do Canal do Engenho Piai, sendo importante atentar para a preservação de sua APP, quando da definição do traçado (visto que se trata de via a ser aberta). Destaca-se que cerca de 4,5 km de sua extensão estão inseridos em área de alta suscetibilidade e alagamentos (entre Av. das Américas e cruzamento com Estrada de Sepetiba).

Eixo 6: BRT 2ª Ligação Transversal Oeste - Piai-Magarça-Campo Grande

O eixo intercepta, em seu trecho inicial (Estrada da Matriz) a Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, Unidade Conservação de Proteção Integral Estadual, estando também a menos de 500m do Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande, unidade de Proteção Integral Municipal; é também lindeiro à APA da Serra da Capoeira Grande; à APA da Orla Marítima da Baía de Sepetiba e à APA das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa, unidades de Uso Sustentável municipais. O traçado encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122).

O eixo intercepta uma nascente em viário já consolidado (estrada Rio-SP) e cerca de quinze cursos d'água, também em trechos de viário existente. O traçado também se encontra próximo a áreas de média suscetibilidade a deslizamentos entre Serra da Capoeira Grande e Morro de Santa Clara, e próximo à Serra de Inhoaíba.

Eixo 7: BRT Matriz – Cachamorra – Av. Brasil

O eixo tem seu trecho inicial inserido na área de influência da Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, Unidade Conservação de Proteção Integral Estadual, e intercepta a Área de Relevante Interesse Ecológico Floresta da Posse, unidade de Usos Sustentável Municipal. Além disso, é lindeiro à APA a Orla Marítima da Baía de Sepetiba, unidade de Uso Sustentável, também municipal. O traçado encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122).

O eixo está no entorno de três nascentes, sendo uma Guaratiba e duas em Campo Grande e intercepta cerca de dez cursos d'água, sendo todos em área já urbanizada e em viário já existente. É também lindeiro a dois cursos d'água canalizados, em viário já existente, sendo um em Campo Grande (extensão aproximada de 1,5km) e um em Guaratiba (cerca de 800m). O traçado é próximo

a área de média suscetibilidade a deslizamento junto à Serra do Carapiá e intercepta diversos trechos de média e alta suscetibilidade a alagamentos.

Destaca-se que a insuficiência de detalhamento nesta fase do estudo não permite estimar a necessidade de supressão vegetal para abertura do viário em área interna à ARIE Floresta da Posse, inferindo-se que, em função das características locais, o trecho será desenvolvido em túnel.

Eixo 8: BRT Jd. Oceânico - Freguesia- Taquara

O eixo é lindeiro ao Parque Natural Municipal da Freguesia, Unidade de Conservação de Proteção Integral Municipal, e intercepta a APA do Parque Municipal Ecológico de Marapendi (pontualmente), sendo também lindeiro à APA da Serra dos Pretos Forros, unidades de Usos Sustentável municipais. O traçado encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122).

Está no entorno de cerca de quatro nascentes e intercepta cerca de oito cursos d'água, sendo também lindeiro a cerca de 6,5 km de cursos d'água, parte destes não canalizados, sendo necessário portanto considerar a possível afetação de APP. O traçado prevê também a implantação de ponte sobre braço da Lagoa da Tijuca e interceptação da respectiva APP.

Para a abertura de trecho de via, verifica-se a necessidade de supressão vegetal em APP e em área de proteção ambiental, no bairro Anil, no trecho que liga Estrada do Engenho D'água a Avenida Geremário Dantas, sendo necessário considerar as dificuldades inerentes aos processos de licenciamento ambiental, além dos custos associados às medidas de gestão ambiental.

O eixo também é lindeiro a áreas de média e alta suscetibilidade a deslizamentos junto ao Morro do Pinheiro e próximo ao Morro do Pau-Ferro (Freguesia de Jacarepaguá) e intercepta diversos trechos de média e alta suscetibilidade a alagamentos.

Eixo 10: BRT Sulacap- Av. Dom Helder Câmara – Leopoldina

O eixo é lindeiro à APA da Serra dos Pretos Forros, unidade de Uso Sustentável, e está inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado intercepta diversos cursos d'água e margeia vários cursos d'água canalizados, sobretudo no bairro de São Cristóvão, estando inserido em diversos trechos de média e alta suscetibilidade a alagamentos. Está também inserido e em área sujeita a enxurradas na região de Vila Valqueire.

Eixo 13: VLT Jd. Oceânico - Av. Lúcio Costa – Alvorada

O eixo é lindeiro ao Parque Natural Municipal De Marapendi, Unidade de Conservação de Proteção Integral municipal e intercepta a APA do Parque Municipal Ecológico de Marapendi, unidade de Uso

Sustentável, estando inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122).

O traçado intercepta Canal de Marapendi e é lindeiro a cerca de 900m de curso d'água canalizado e está inserido quase integralmente em área de alta suscetibilidade a alagamentos.

Eixo 14: VLT Rodoviária – Vila Isabel

O eixo não intercepta unidades de conservação tampouco encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade. O traçado intercepta cursos d'água canalizados sob viário existente e encontra-se inserido integralmente em área de média e alta suscetibilidade a alagamentos.

Eixo 16: Extensão BRT Transcarioca até Ilha do Governador

O eixo não intercepta unidades de conservação tampouco encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade. O traçado encontra-se próximo à nascente do Rio Jequiá e a seu traçado, na Ilha do Governador, interceptando pontualmente trechos de alta suscetibilidade a alagamentos.

VLT Barretos – Centro – Charitas

O eixo não intercepta unidades de conservação tampouco encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade. O traçado intercepta quatro cursos d'água, em trecho de viário existente, e possui diversos trechos inseridos em área de alta suscetibilidade a alagamentos, em Centro/ Icaraí, Centro/São Lourenço e Barreto (Zona Norte). É lindeiro a diversos trechos suscetíveis a deslizamentos, com destaque para a Zona Norte (Santa e Barretos); trecho próximo ao Morro do Céu, Morro do Estado e Fátima (bairro), Morro do Cavalão (que divide Icaraí da região de São Francisco e Charitas) e trecho do Parque da Cidade, em Charitas.

Ramal Duque de Caxias – Honório Gurgel - Deodoro

O eixo de implantação de ramal ferroviário ligando Duque de Caxias – Honório Gurgel – Deodoro não intercepta unidades de conservação, estando, no entanto, inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade de importância considerada Extremamente Alta (MA 122). O traçado intercepta diversos cursos d'água, em áreas já urbanizada, sendo prevista a criação de ponte sobre o Rio Pavuna, no limite entre a cidade do Rio de Janeiro e Duque de Caxias. Intercepta diversos pontos de alta e média suscetibilidade a alagamentos, com destaque para o entorno do Rio Pavuna.

Ramal Nova Iguaçu – Belford Roxo – Gramacho – São Bento

O eixo de implantação de ramal ferroviário ligando Nova Iguaçu – Belford Roxo – Gramacho – São Bento não intercepta unidades de conservação tampouco encontra-se inserido em Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade. O traçado intercepta e é limdeiro ao Rio Sarapuí, não havendo, nesta etapa, detalhamento que permita verificar a necessidade de supressão vegetal em APP. O eixo intercepta diversos pontos de média suscetibilidade a deslizamentos em Belford Roxo e está inserido quase integralmente em área de alta suscetibilidade a alagamento (Duque de Caxias e Belford Roxo).

3.3 Desastres naturais

As avaliações dos riscos das alterações climáticas podem ser qualitativas, semiquantitativas ou totalmente quantitativas, com cada nível baseado no anterior e exigindo um nível crescente de dados, informações e complexidade de desenvolvimento. As diversas unidades territoriais já produzem um conjunto de informações que dão subsídios básicos ao planejamento de transporte, de modo a orientar soluções que busquem lidar com as possibilidades de desastres naturais, resultantes das mudanças climáticas.

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (atlasdigital.mdr.gov.br) é uma plataforma digital que reúne informações sistematizadas relativas às ocorrências de desastres e aos danos e prejuízos decorrentes. De acordo com as informações disponíveis, no período de 2013 a 2023 foram registradas 188 ocorrências de desastres hidrológicos para os municípios da RMRJ, sendo 114 nos municípios da Área de Estudo.

A Tabela 5 apresenta a distribuição das ocorrências para cada unidade territorial da AE.

Tabela 5 - Número de ocorrências nos municípios de interesse no período 2013-2023

Unidade Territorial	Alagamentos	Chuvas Intensas	Enxurradas	Inundações	Movimento de Massa	Total
Rio de Janeiro	1	15	-	-	2	18
São Gonçalo	-	7	-	-	-	7
Niterói	-	1	-	-	3	4
Maricá	1	2	-	1	1	5
Duque de Caxias	4	9	1	2	1	17
São João de Meriti	-	2	-	1	-	3
Belford Roxo	-	2	1	-	-	3
Nova Iguaçu	-	7	1	2	-	10
Mesquita	1	2	1	1	1	6
Nilópolis	-	-	-	1	-	1
Magé	6	5	-	1	10	22
Guapimirim	3	5	1	7	2	18

Total	16	57	5	16	20	114
-------	----	----	---	----	----	-----

Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2024

O maior número de registros no período se refere a chuvas intensas, situação comum para toda a RMRJ, destacando-se, na Área de Estudo, o número de ocorrências no Rio de Janeiro.

Com base nas informações disponíveis nas plataformas digitais do Serviço Geológico Brasileiro – SGB e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, através da Plataforma Adapta Brasil, é possível identificar os potenciais riscos de desastres naturais associados aos projetos. Conforme mapeado na seção anterior, o território da RMRJ apresenta diversas fragilidades ambientais, sobretudo no que tange aos recursos hídricos e à suscetibilidade a alagamentos e movimentos de massa. Mesmo que os eixos estudados para a implantação de novos sistemas de transporte estejam inseridos em área urbana consolidada, há de se considerar os impactos resultantes em sua área direta de implantação e o potencial de alteração no entorno, o que, somado às fragilidades existentes, podem potencializar riscos em áreas de maior suscetibilidade.

Já o Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas - Adapta Brasil MCTI traz informações sobre o risco e ameaça de desastres geo-hidrológicos em nível municipal.

De acordo com a plataforma Adapta Brasil, o Índice de Risco refere-se ao “risco de impacto das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos, considerando a ameaça de desastre geo-hidrológico de inundações, enxurradas e alagamentos, considerando características geomorfológicas, uso do solo, geológicas e índices climáticos de chuvas intensas (precipitação total em 1 dia e em 5 dias)”. Já o Índice de Ameaça é modelado a partir da interação entre os eventos climáticos, considerando-se características topográficas (altitude, declividade, aspecto, curvatura vertical, curvatura horizontal, acúmulo de fluxo), geológicas (tipo de solo, distância dos rios), fatores humanos (cobertura e uso do solo) e as características meteorológicas.

No que se refere aos riscos de desastres hidrogeológicos, tem-se que Niterói apresenta índice muito baixo de risco para inundações, enxurradas e alagamento, e baixo para deslizamentos de terra. Já para São João de Meriti, Mesquita e Nilópolis o índice de risco para inundações, enxurradas e alagamento é muito alto, assim como o índice de risco de deslizamento de terras, que também é muito alto para Belford Roxo e Nova Iguaçu. Já o índice de ameaça é muito alto para todos os municípios da Área de Estudo, tanto para inundações, enxurradas e alagamentos como para deslizamentos de terra.

A tabela a seguir sumariza os índices de risco e ameaça associados às mudanças climáticas, por unidade territorial da Área de Estudo.

Tabela 6: Índice de Risco e de Ameaça de desastres geo-hidrológicos na AE

Unidades territoriais	Inundações, enxurradas e alagamentos		Deslizamentos de Terra	
	Índice de Risco	Índice de Ameaça	Índice de Risco	Índice de Ameaça
Rio de Janeiro	0,67	0,82	0,62	0,86
São Gonçalo	0,57	0,82	0,80	0,86
Niterói	0,17	0,82	0,28	0,86
Maricá	0,48	0,82	0,46	0,86
Duque de Caxias	0,65	0,82	0,70	0,86
São João de Meriti	0,83	0,82	0,84	0,86
Belford Roxo	0,77	0,82	0,88	0,86
Nova Iguaçu	0,72	0,82	0,88	0,86
Mesquita	0,81	0,82	0,91	0,86
Nilópolis	0,89	0,82	0,94	0,86
Magé	0,64	0,82	0,75	0,86
Guapimirim	0,68	0,82	0,78	0,84

Legenda: 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 e Muito alto 0,80 a 1,00.

Fonte: Adapta Brasil - MCTI

Os mapas apresentados na seção anterior, elaborados a partir das informações disponíveis na plataforma do serviço geológico Brasileiro, espacializam as áreas mais susceptíveis a desastres hidrogeológicos, indicando os pontos críticos a serem observados durante a concepção de cada projeto no que tange à suscetibilidade a alagamentos e enxurradas e aos deslizamentos de terra.

A identificação de tais impactos e riscos relacionados é ferramenta fundamental como caminho para a ação e aplicação de medidas e ajustes necessários à promoção da resiliência dos projetos. Cita-se como exemplo, numa fase de desenvolvimento de projeto, alterar a fonte de energia, ou ainda alterar uma tipologia construtiva de uma edificação, para que seja menos dependente de aparelhos de refrigeração, ou prever materiais mais resistentes ao calor, dentre inúmeras possibilidades.

É importante destacar que a repetição e detalhamentos de avaliações de risco auxiliam o rastreamento das possíveis alterações de projeto e seu monitoramento quanto à adaptação, principalmente em função de mudanças ao longo do tempo, seja devido à própria evolução das mudanças climáticas, seja devido à evolução da disponibilidade de dados.

3.4 Projeções de temperaturas e precipitações

O Rio de Janeiro apresenta vários contrastes, seja pela existência de áreas densamente ocupadas, seja pela presença de maciços com encostas íngremes, florestadas e com exposições rochosas, além da sua zona costeira com trechos de restingas e manguezais. A sua diversidade topográfica e

de ocupação, associada à influência marinha, também determinam uma grande variabilidade dos fatores meteorológicos, seja espacial, quanto temporal.

Segundo o sistema de classificação climática de Köppen, ao longo do município predomina o clima tropical Af e Aw, caracterizados por temperaturas médias anuais superiores a 18°C. Os fenômenos atmosféricos que atuam no município e aproximam-se daqueles que atingem todo o estado do Rio de Janeiro envolvem, de maneira geral, a atuação da Massa Tropical Atlântica (MTA) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

No Rio de Janeiro, a temperatura média é de 23,5 °C, com variação em torno de 6.8 °C ao longo do ano. A média de precipitação anual é de 1123 mm, sendo que o mês mais seco tem uma diferença de precipitação 127 mm em relação ao mês mais chuvoso. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para a cidade do Rio de Janeiro, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 7: Dados climatológicos, Rio de Janeiro, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.7	27	25.9	24.3	21.8	20.8	20.1	20.9	22.2	23.7	24.2	25.8
Temperatura mínima (°C)	23.3	23.3	22.7	21.1	18.2	16.8	16	16.5	18.1	20	21	22.4
Temperatura máxima (°C)	31.2	31.7	30.2	28.5	26.2	25.8	25.4	26.5	27.5	28.6	28.5	30.1
Chuva (mm)	172	117	153	99	81	52	55	45	81	98	143	156
Umidade(%)	79%	78%	81%	81%	81%	80%	79%	76%	75%	76%	80%	80%
Dias chuvosos (d)	12	10	12	10	9	6	6	6	8	9	12	12
Horas de sol (h)	9.8	10.0	8.8	7.9	7.2	7.0	6.9	7.3	7.2	7.4	7.7	8.8

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em São Gonçalo a temperatura média é de 23,0 °C e a média de precipitação anual é de 1634 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 8: Dados climatológicos, São Gonçalo, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26	26.2	25.2	23.6	21.1	20.3	19.7	20.4	21.6	23	23.5	25
Temperatura mínima (°C)	22.9	22.9	22.4	20.8	18.2	17.1	16.4	16.7	18	19.6	20.5	22
Temperatura máxima (°C)	30	30.4	29	27.3	24.9	24.5	24.2	25.2	26.3	27.4	27.3	28.9
Chuva (mm)	243	181	213	111	81	52	53	48	90	121	209	232
Umidade(%)	78%	77%	80%	81%	80%	80%	78%	76%	74%	76%	79%	79%
Dias chuvosos (d)	14	12	14	10	8	6	6	6	8	10	14	15
Horas de sol (h)	9.4	9.5	8.3	7.5	7.0	6.9	6.9	7.2	7.0	7.1	7.2	8.2

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Niterói a temperatura média é de 23,3 °C e a média de precipitação anual é de 1103 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 9: Dados climatológicos, Niterói, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.4	26.6	25.6	24	21.5	20.7	20.1	20.8	21.9	23.2	23.8	25.3
Temperatura mínima (°C)	23.2	23.2	22.8	21.2	18.7	17.6	16.9	17.2	18.3	19.8	20.7	22.3
Temperatura máxima (°C)	30.4	30.9	29.5	27.7	25.3	24.8	24.5	25.7	26.7	27.8	27.7	29.3
Chuva (mm)	147	96	135	87	76	46	50	41	73	86	127	139
Umidade(%)	77%	76%	79%	79%	79%	79%	77%	75%	73%	75%	78%	78%
Dias chuvosos (d)	11	9	11	9	9	6	6	6	8	9	11	11
Horas de sol (h)	9.9	10.0	8.8	8.0	7.3	7.1	7.0	7.4	7.4	7.7	8.0	8.9

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Maricá a temperatura média é de 23,4 °C e a média de precipitação anual é de 1034 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 10: Dados climatológicos, Maricá, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.2	26.5	25.7	24.1	21.8	20.9	20.4	20.8	21.8	23	23.7	25.2
Temperatura mínima (°C)	23.6	23.8	23.2	21.7	19.4	18.3	17.5	17.8	18.9	20.3	21.3	22.7
Temperatura máxima (°C)	29.7	30.1	28.8	27.2	24.8	24.4	24	24.9	25.8	26.8	27	28.5
Chuva (mm)	127	83	130	85	83	46	50	41	67	77	118	127
Umidade(%)	78%	78%	80%	81%	80%	81%	79%	77%	75%	77%	79%	80%
Dias chuvosos (d)	9	7	11	10	9	6	6	6	8	8	11	10
Horas de sol (h)	10.0	10.1	8.9	8.2	7.4	7.3	7.2	7.6	7.6	7.9	8.2	9.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Duque de Caxias a temperatura média é de 23,4 °C e a média de precipitação anual é de 1704 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 11: Dados climatológicos, Duque de Caxias, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.5	26.8	25.7	24.1	21.5	20.6	20	20.8	22	23.4	23.9	25.5
Temperatura mínima (°C)	23.2	23.2	22.6	21	18.2	16.9	16.1	16.6	18.1	19.9	20.8	22.3
Temperatura máxima (°C)	30.9	31.4	29.8	28.1	25.7	25.3	25	26.2	27.2	28.3	28.1	29.7
Chuva (mm)	263	197	222	119	79	51	51	47	92	127	216	240
Umidade(%)	77%	76%	79%	80%	79%	79%	77%	74%	73%	75%	79%	79%
Dias chuvosos (d)	15	13	15	10	9	5	5	6	9	11	14	15
Horas de sol (h)	9.2	9.4	8.0	7.2	6.7	6.7	6.8	7.0	6.8	6.9	6.9	8.0

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em São João de Meriti a temperatura média é de 23,1 °C e a média de precipitação anual é de 1704 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 12: Dados climatológicos, São João de Meriti, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26.4	25.3	23.7	21.1	20.2	19.6	20.4	21.7	23.1	23.6	25.2
Temperatura mínima (°C)	22.8	22.8	22.3	20.6	17.8	16.6	15.7	16.2	17.8	19.6	20.5	21.9
Temperatura máxima (°C)	30.5	31	29.5	27.8	25.4	25	24.7	25.9	27	28	27.8	29.4
Chuva (mm)	263	197	222	119	79	51	51	47	92	127	216	240
Umidade(%)	77%	76%	79%	80%	79%	79%	77%	74%	73%	74%	78%	78%
Dias chuvosos (d)	15	13	15	10	9	5	5	6	9	11	14	15
Horas de sol (h)	9.2	9.4	8.0	7.2	6.7	6.7	6.8	7.0	6.8	6.9	6.9	8.0

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Belford Roxo a temperatura média é de 23,1 °C e a média de precipitação anual é de 1394 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 13: Dados climatológicos Belford Roxo, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26.4	25.3	23.7	21.1	20.2	19.6	20.4	21.7	23.1	23.6	25.2
Temperatura mínima (°C)	22.8	22.8	22.3	20.6	17.8	16.6	15.7	16.2	17.8	19.6	20.5	21.9
Temperatura máxima (°C)	30.5	31	29.5	27.8	25.4	25	24.7	25.9	27	28	27.8	29.4
Chuva (mm)	234	168	179	98	63	38	39	36	72	103	169	195
Umidade(%)	77%	76%	79%	80%	79%	79%	77%	74%	73%	74%	78%	78%
Dias chuvosos (d)	14	12	14	9	8	5	5	5	8	10	13	14
Horas de sol (h)	9.3	9.5	8.1	7.2	6.5	6.5	6.6	6.9	6.7	6.8	6.8	8.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Nova Iguaçu a temperatura média é de 22,8 °C e a média de precipitação anual é de 1394 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 14: Dados climatológicos Nova Iguaçu, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.9	26.1	25.1	23.4	20.8	19.9	19.3	20.2	21.5	23	23.4	24.9
Temperatura mínima (°C)	22.4	22.4	21.8	20.2	17.4	16.1	15.2	15.7	17.4	19.2	20.2	21.6
Temperatura máxima (°C)	30.3	30.8	29.3	27.7	25.2	24.9	24.6	25.9	26.9	28	27.8	29.3
Chuva (mm)	234	168	179	98	63	38	39	36	72	103	169	195
Umidade(%)	77%	76%	79%	79%	78%	78%	76%	72%	71%	73%	77%	77%
Dias chuvosos (d)	14	12	14	9	8	5	5	5	8	10	13	14
Horas de sol (h)	9.3	9.5	8.1	7.2	6.5	6.5	6.6	6.9	6.7	6.8	6.8	8.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: Climate Data (<https://pt.climate-data.org>).

Em Mesquita a temperatura média é de 23,1 °C e a média de precipitação anual é de 1394 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 15: Dados climatológicos Mesquita, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26.4	25.3	23.7	21.1	20.2	19.6	20.4	21.7	23.1	23.6	25.2
Temperatura mínima (°C)	22.8	22.8	22.3	20.6	17.8	16.6	15.7	16.2	17.8	19.6	20.5	21.9
Temperatura máxima (°C)	30.5	31	29.5	27.8	25.4	25	24.7	25.9	27	28	27.8	29.4
Chuva (mm)	234	168	179	98	63	38	39	36	72	103	169	195
Umidade(%)	77%	76%	79%	80%	79%	79%	77%	74%	73%	74%	78%	78%
Dias chuvosos (d)	14	12	14	9	8	5	5	5	8	10	13	14
Horas de sol (h)	9.3	9.5	8.1	7.2	6.5	6.5	6.6	6.9	6.7	6.8	6.8	8.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: Climate Data (<https://pt.climate-data.org>).

Em Nilópolis a temperatura média é de 23,1 °C e a média de precipitação anual é de 1394 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 16: Dados climatológicos Nilópolis, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26.4	25.3	23.7	21.1	20.2	19.6	20.4	21.7	23.1	23.6	25.2
Temperatura mínima (°C)	22.8	22.8	22.3	20.6	17.8	16.6	15.7	16.2	17.8	19.6	20.5	21.9
Temperatura máxima (°C)	30.5	31	29.5	27.8	25.4	25	24.7	25.9	27	28	27.8	29.4
Chuva (mm)	234	168	179	98	63	38	39	36	72	103	169	195
Umidade(%)	77%	76%	79%	80%	79%	79%	77%	74%	73%	74%	78%	78%
Dias chuvosos (d)	14	12	14	9	8	5	5	5	8	10	13	14
Horas de sol (h)	9.3	9.5	8.1	7.2	6.5	6.5	6.6	6.9	6.7	6.8	6.8	8.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Magé a temperatura média é de 23,1 °C e a média de precipitação anual é de 1634 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 17: Dados climatológicos Magé, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.4	26	26.6	26.7	26.5	26.1	25.9	25.8	25.7	25.6	25.5	25.4
Temperatura mínima (°C)	22.6	22.9	23.8	24.5	24.8	24.5	24.3	24.2	24	23.8	23.5	23
Temperatura máxima (°C)	28.8	29.7	30.1	29.6	28.8	28.3	28	27.9	28	28.2	28.4	28.5
Chuva (mm)	111	87	111	193	237	202	170	170	203	268	305	204
Umidade(%)	83%	81%	81%	86%	88%	88%	87%	88%	88%	88%	88%	86%
Dias chuvosos (d)	12	10	15	19	21	20	20	20	19	20	18	16
Horas de sol (h)	7.9	8.4	8.4	7.8	7.1	7.4	7.7	7.4	7.1	7.3	7.7	8.0

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

Em Guapimirim a temperatura média é de 20,6 °C e a média de precipitação anual é de 2081 mm. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos para o município, considerando a média mensal entre os anos de 1991 e 2021.

Tabela 18: Dados climatológicos Guapimirim, 1991-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.4	26	26.6	26.7	26.5	26.1	25.9	25.8	25.7	25.6	25.5	25.4
Temperatura mínima (°C)	22.6	22.9	23.8	24.5	24.8	24.5	24.3	24.2	24	23.8	23.5	23
Temperatura máxima (°C)	28.8	29.7	30.1	29.6	28.8	28.3	28	27.9	28	28.2	28.4	28.5
Chuva (mm)	111	87	111	193	237	202	170	170	203	268	305	204
Umidade(%)	83%	81%	81%	86%	88%	88%	87%	88%	88%	88%	88%	86%
Dias chuvosos (d)	12	10	15	19	21	20	20	20	19	20	18	16
Horas de sol (h)	7.9	8.4	8.4	7.8	7.1	7.4	7.7	7.4	7.1	7.3	7.7	8.0

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: *Climate Data* (<https://pt.climate-data.org>).

As informações relacionadas ao histórico e projeções de temperaturas e precipitações foram reunidas a partir dos dados disponíveis no portal Projeções Climáticas do Brasil (INPE/MCTI), que apresenta projeções regionalizadas a partir de quatro modelos climáticos globais (MIROC5, HadGEM2-ES, CanESM2 e BESM). Os dados são apresentados os períodos de 2011 a 2040, 2041 a 2070 e 2071 a 2099, com base na série histórica de 1960 a 2010, considerando dois cenários de emissão de GEE: RCP 4.5, ou cenário de estabilização das emissões, e RCP8.5. ou cenário 'business as usual', considerado o pior cenário.

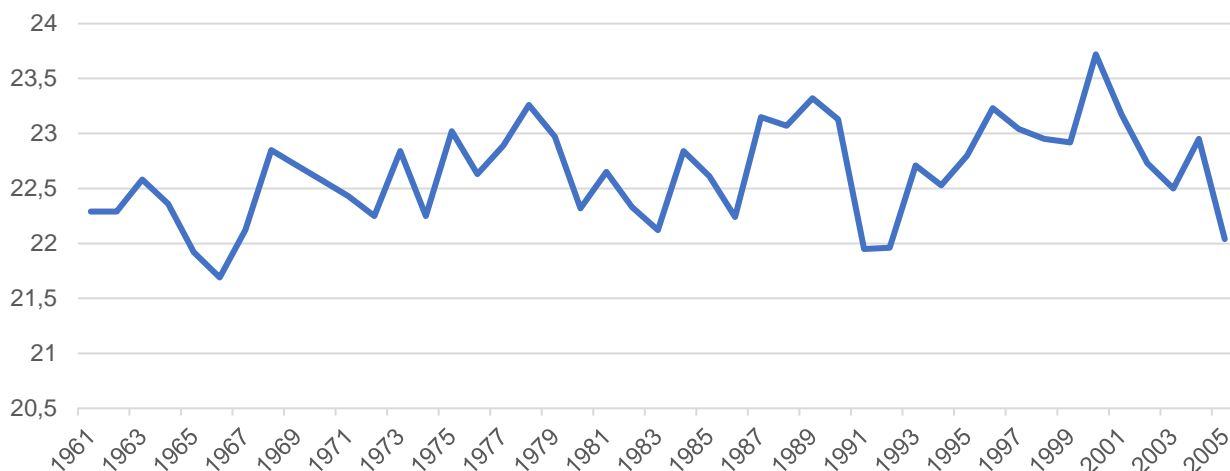
Para efeito da presente análise, serão apresentados os conjuntos de dados do Modelo Regional ETA, para o experimento HadGEM2-ES, reunindo as projeções para os municípios de (1) Rio de Janeiro, (2) São Gonçalo, cujo perfil climático é similar ao dos municípios do leste metropolitano (Maricá e Niterói), (3) Magé, que possui perfil climático similar a Guapimirim, e (4) Duque de Caxias, que possui perfil climático similar aos municípios de São João de Meriti, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Mesquita e Nilópolis, na Baixada Fluminense.

3.4.1 Histórico e projeção de temperatura

Analisando-se o histórico de temperaturas médias no período entre 1961 e 2005⁵ para o município do Rio de Janeiro, observam-se médias que variam entre 21,7°C e 23,72°C, sendo que as maiores médias ocorrem a partir de 1989, atingindo o pico mais alto em 2000.

⁵ Data de referência 16/06 de cada ano.

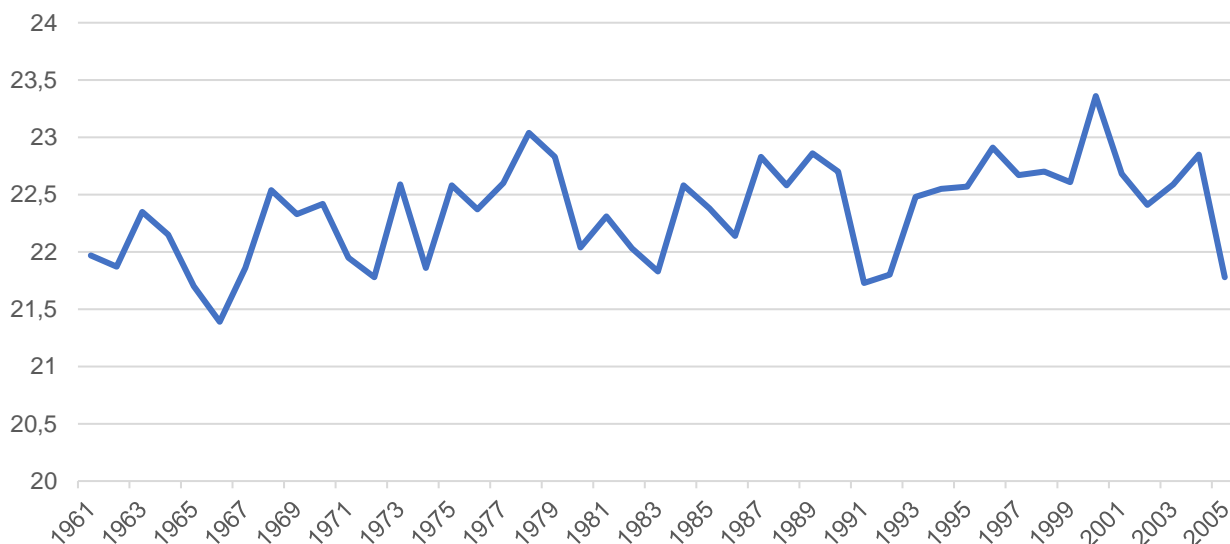
Figura 42: Histórico da Temperatura média no Rio de Janeiro, 1961-2005



Fonte: INPE, 2024

Já para São Gonçalo, no mesmo período, observam-se médias que variam entre 21,4°C e 23,4°C, sendo que as maiores médias ocorrem a partir da década de 1980, atingindo o pico mais alto também em 2000.

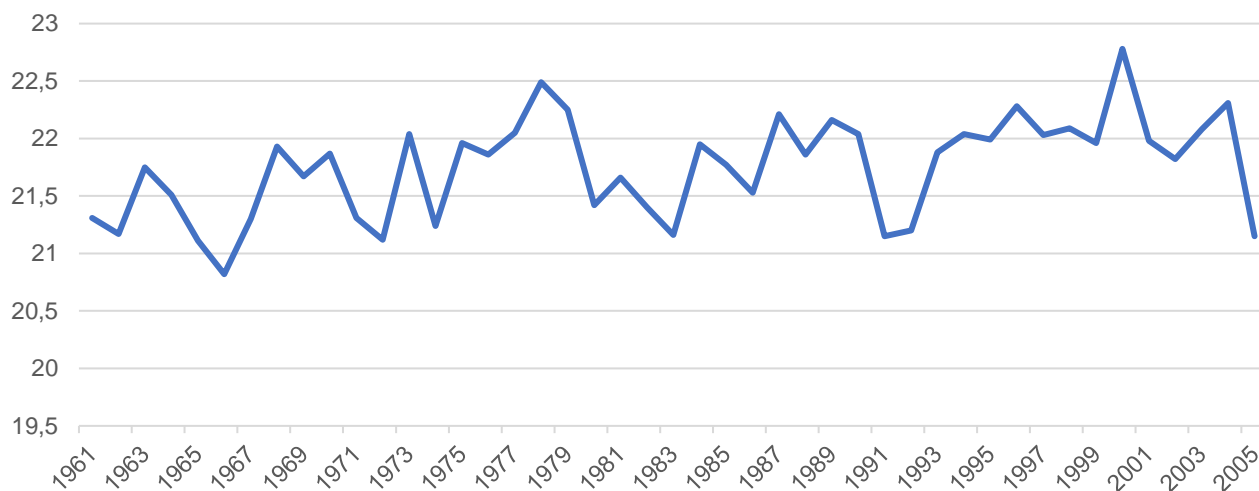
Figura 43: Histórico da Temperatura média em São Gonçalo, 1961-2005



Fonte: INPE, 2024

Em Magé, observam-se médias que variam entre 20,8°C e 22,8°C, sendo que as maiores médias ocorrem a partir da década de 1980, atingindo o pico mais alto em 2000.

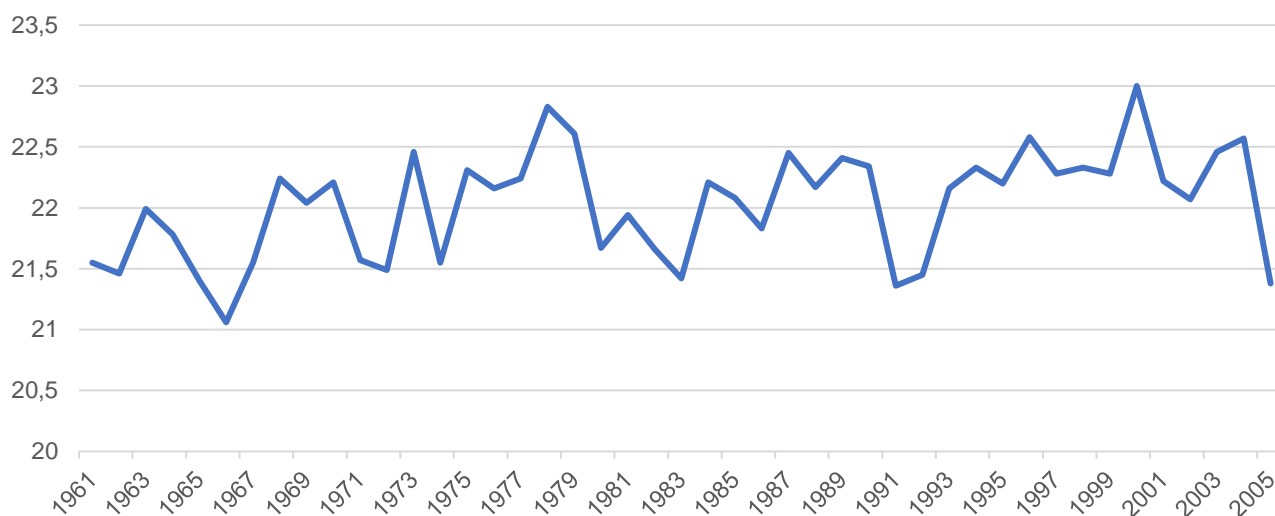
Figura 44: Histórico da Temperatura média em Magé, 1961-2005



Fonte: INPE, 2024

Em Duque de Caxias, observam-se médias que variam entre 21,1°C e 23,0°C, sendo que as maiores médias ocorrem a partir da década de 1980, atingindo o pico mais alto também em 2000.

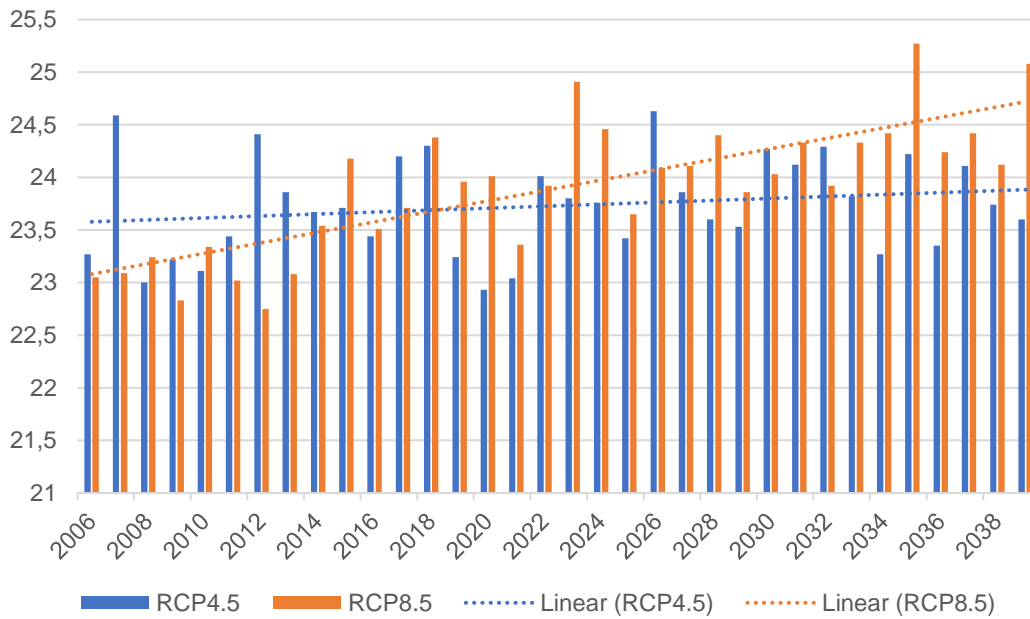
Figura 45: Histórico da Temperatura média em Duque de Caxias, 1961-2005



Fonte: INPE, 2024

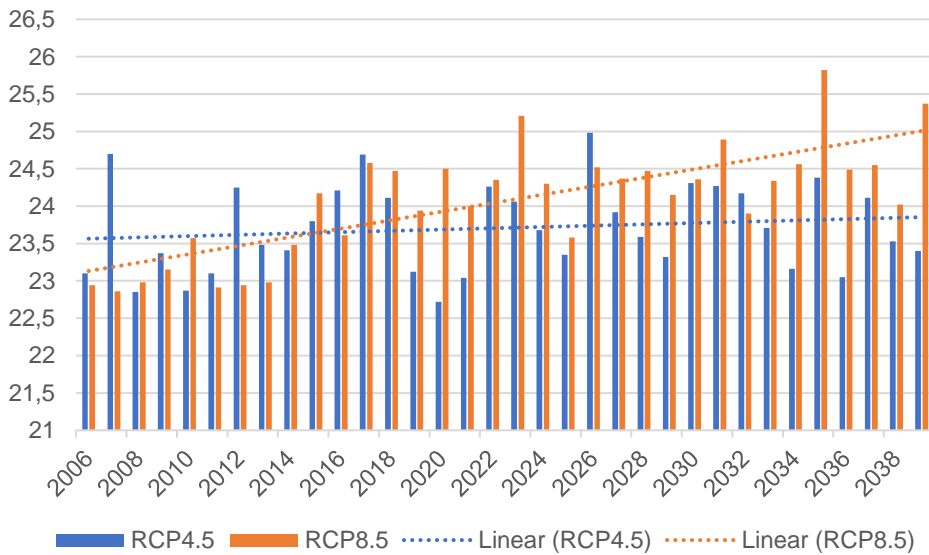
As figuras a seguir apresentam as projeções de temperatura média disponíveis para o período de 2006 a 2040, trazendo um comparativo dos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os municípios listados.

Figura 46: Projeções de temperatura média anual, Rio de Janeiro, 2006 a 2040



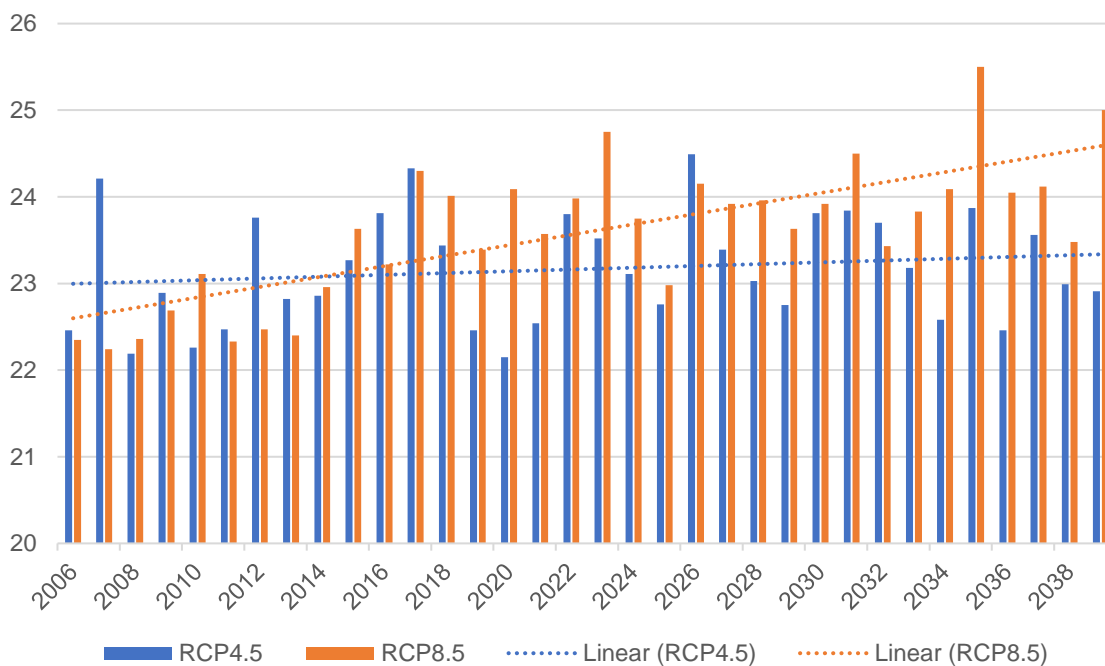
Fonte: INPE, 2024

Figura 47: Projeções de temperatura média anual, São Gonçalo, 2006 a 2040



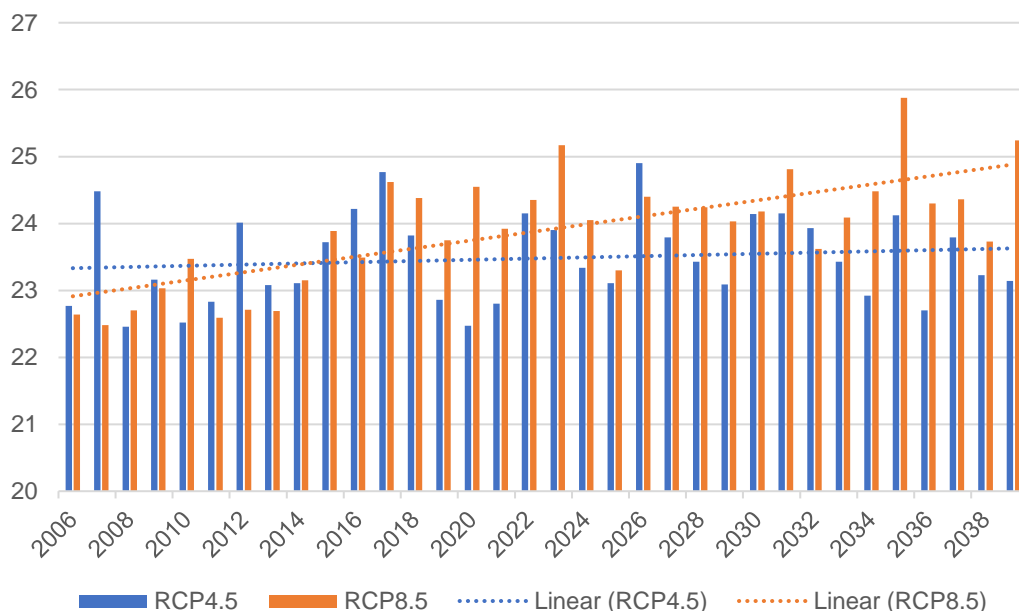
Fonte: INPE, 2024

Figura 48: Projeções de temperatura média anual, Magé, 2006 a 2040



Fonte: INPE, 2024

Figura 49: Projeções de temperatura média anual, Duque de Caxias, 2006 a 2040



Fonte: INPE, 2024

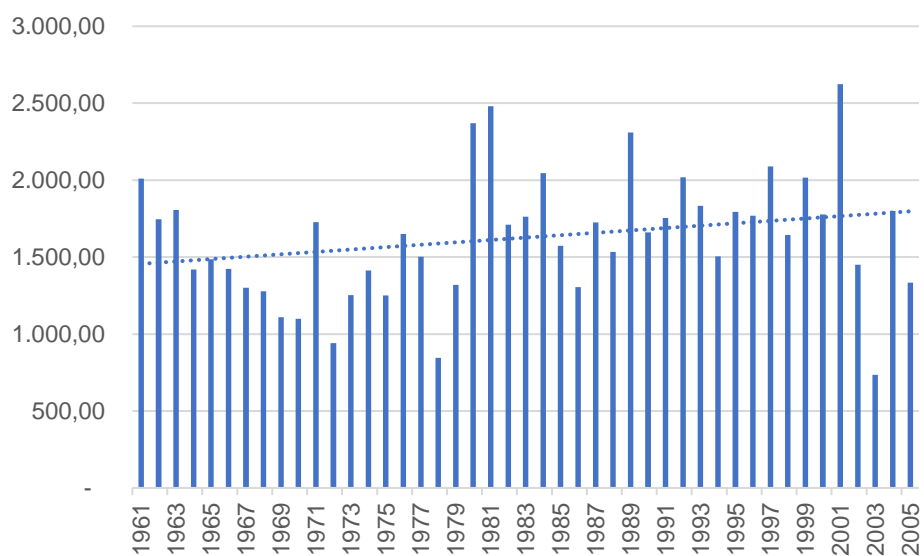
Conforme é possível verificar, para todos os municípios da área de Estudo há uma tendência geral de aumento de temperatura já para o período próximo (até 2040), tendencia bastante acentuada no

cenário RCP8.5 (*business as usual*) e menos acentuada para o cenário RCP4.5 (estabilização), com diferenças entre os cenários que podem chegar a mais de 1,7°C de temperatura média anual.

3.4.2 Histórico e projeções das precipitações

Analisando-se o histórico da média de precipitação total no período entre 1961 e 2005, para o município do Rio de Janeiro, observam-se médias que variam entre 735,5 mm e 2623,2 mm, com picos observados em 1981 e 2001.

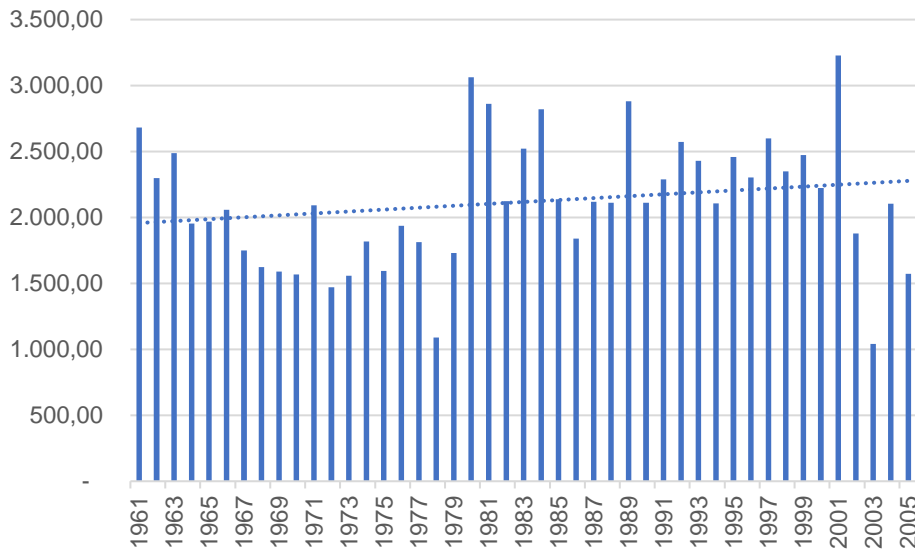
Figura 50: Histórico Média Precipitação Total Anual, Rio de Janeiro, 1961 a 2005



Fonte: INPE, 2024

Já para São Gonçalo, no mesmo período, observam-se médias que variam entre 1041,4mm e 3227,1mm, com picos observados em 1980 e 2001.

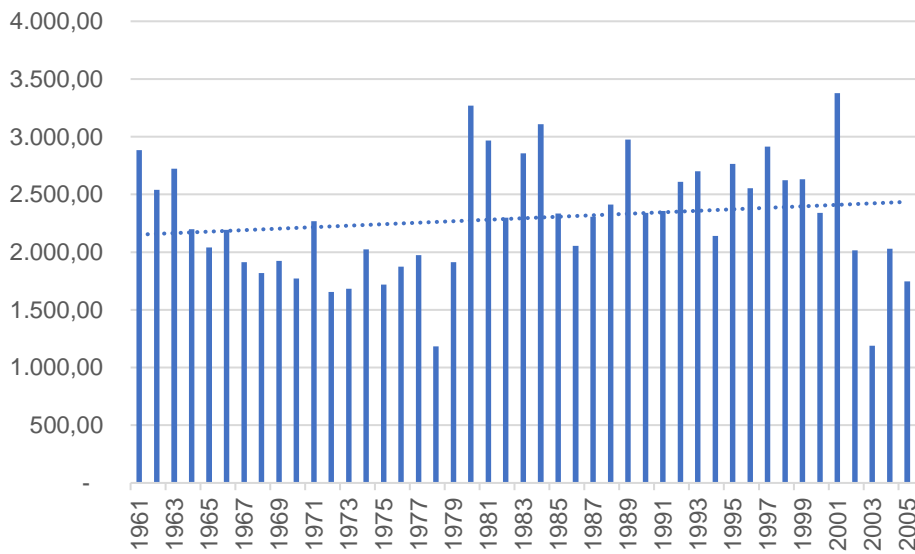
Figura 51: Histórico Média Precipitação Total Anual, São Gonçalo, 1961 a 2005



Fonte: INPE, 2024

Em Magé, observam-se médias que variam entre 1182,5 mm e 3376,7 mm, com picos observados em 1980 e 2001.

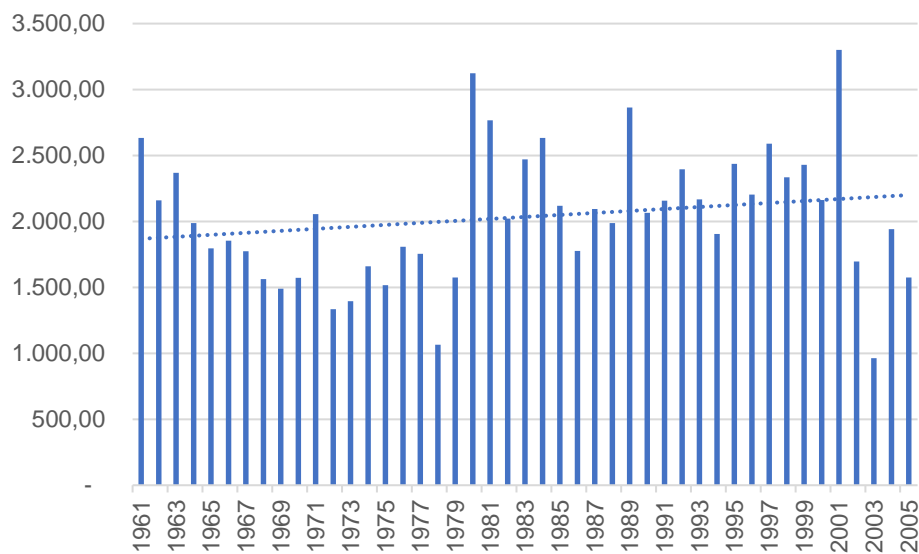
Figura 52: Histórico Média Precipitação Total Anual, Magé, 1961 a 2005



Fonte: INPE, 2024

Em Duque de Caxias, observam-se médias que variam entre 963,5mm e 3301,3 mm, com picos observados em 1980 e 2001.

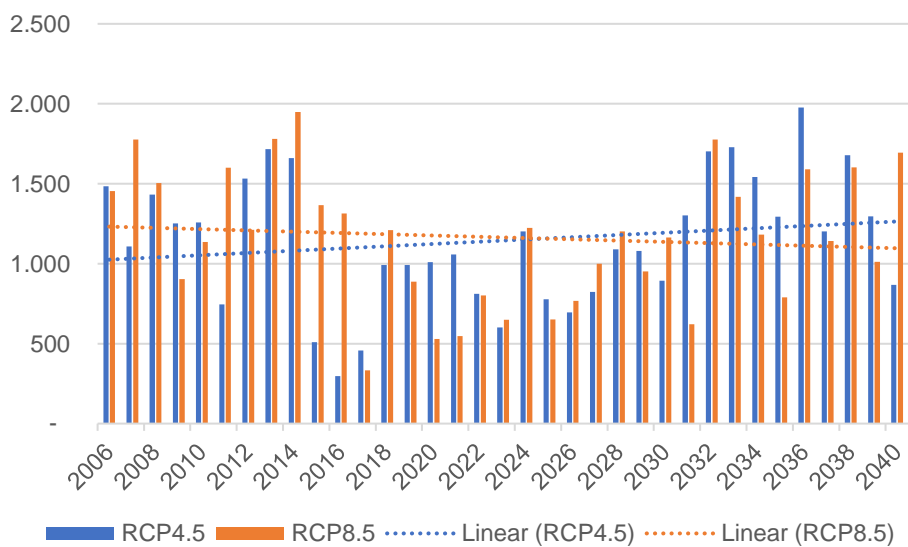
Figura 53: Histórico Média Precipitação Total Anual, Duque de Caxias, 1961 a 2005



Fonte: INPE, 2024

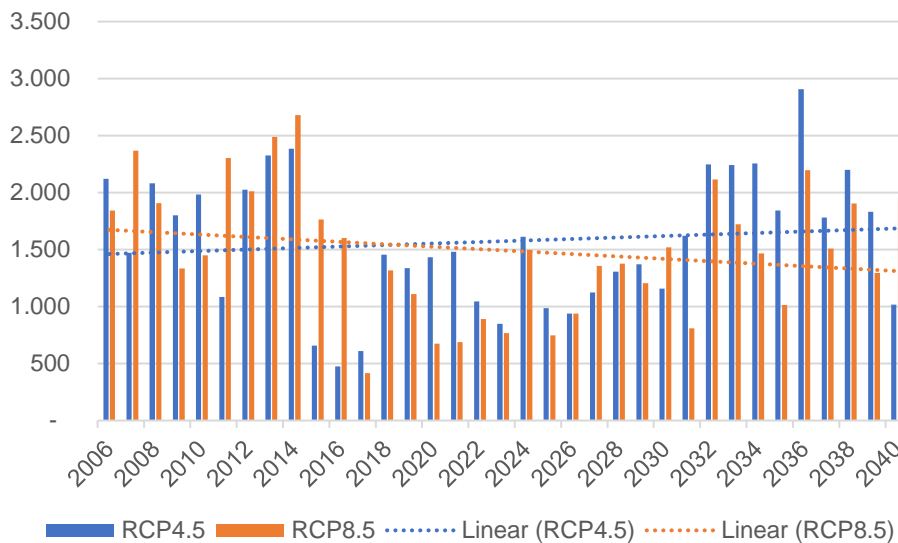
As figuras a seguir ilustram os resultados apresentados para as mudanças de precipitação nos municípios listados no período 2006-2040, para os dois cenários de emissão considerados.

Figura 54: Mudança na precipitação anual, Rio de Janeiro, 2011-2040



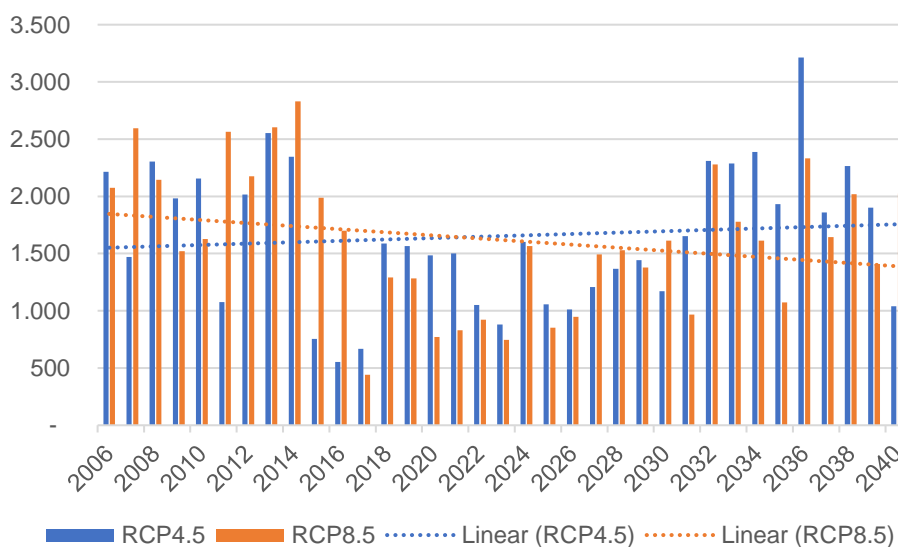
Fonte: INPE, 2024

Figura 55: Mudança na precipitação anual, São Gonçalo, 2011-2040



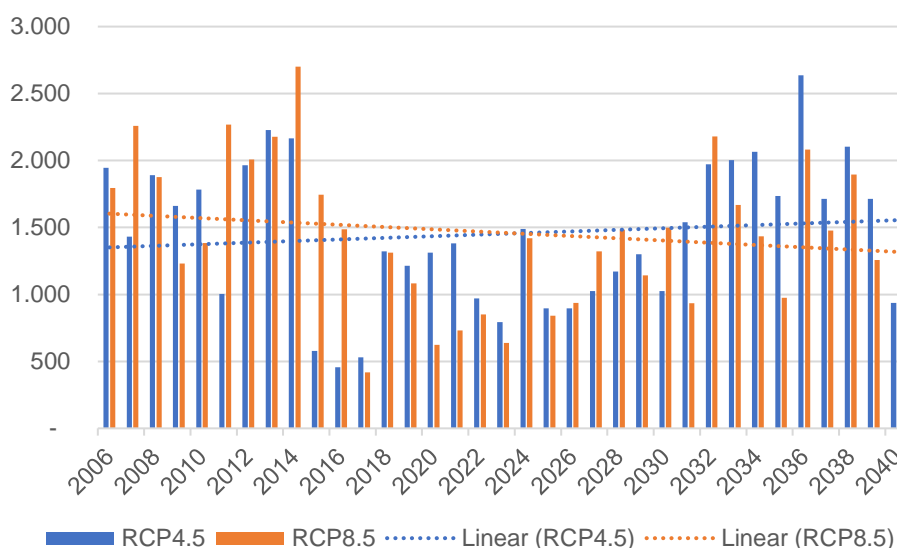
Fonte: INPE, 2024

Figura 56: Mudança na precipitação anual, Magé, 2011-2040



Fonte: INPE, 2024

Figura 57: Mudança na precipitação anual, Duque de Caxias, 2011-2040



Fonte: INPE, 2024

Conforme se observa a partir das figuras anteriores, a projeção de precipitação varia significativamente ao longo dos anos, havendo uma tendência de redução da precipitação nos períodos futuros com relação ao período histórico, especialmente no cenário RCP8.5 (business as usual).

3.4.3 Considerações

Os resultados apresentados dão indicativo de uma série de implicações em longo prazo para os diferentes setores da economia. Especificamente para os setores de energia, a redução gradativa das precipitações e o aumento da temperatura resulta na tendência à menor disponibilidade de energia hidrelétrica, em função a diminuição da vazão dos cursos d'água, maior disponibilidade de radiação para energia solar e ao aumento de consumo de energia de equipamentos de refrigeração, nos dias mais quentes.

Entre as medidas a serem adotadas pelos projetos para adaptação às mudanças climáticas, destacam-se soluções tais como o emprego de técnicas e materiais construtivos resistentes aos superaquecimentos, o emprego de pinturas reflexivas/térmicas, a previsão de pontos de carregamento em áreas estratégicas do território (para diminuição de quilometragem morta, no caso de ônibus elétricos), sistemas robustos de refrigeração para os veículos, implantação de soluções de contenção e drenagem, revegetação, permeabilização e manutenção de áreas verde ao longo das áreas de influência do projeto, inclusive com emprego de soluções baseadas na natureza entre outros.

3.5 Emissões Atmosféricas

O inventário de emissões é um instrumento fundamental para orientar a gestão das políticas climáticas e configura-se como um dos passos necessários à elaboração da estratégia de enfrentamento às Mudanças do Clima, contida nos planos de adaptação e mitigação. Para efeito da presente análise serão considerados os dados disponíveis no Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) iniciativa do Observatório do Clima que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, documentos analíticos sobre a evolução das emissões e uma plataforma digital que abriga os dados do sistema e sua metodologia.

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 (<https://seeg.eco.br/>). 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 gás carbônico equivalente (CO₂e).

O SEEG apresenta as estimativas de emissões dos gases de efeito estufa diretos – dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases fluorados (HFCs, CFs e SF₆) – e indiretos – monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Também são apresentadas as emissões em dióxido de carbono equivalente (CO₂e) em termos de GWP (Global Warming Potential) e GTP (Global Temperature Change Potential).

O sistema SEEG apresenta as emissões segundo cinco setores: Processos Industriais, Resíduos, Agropecuária, Mudança de Uso da Terra e Floresta e Energia, sendo o Transporte uma categoria dentro do setor de Energia.

Segundo a plataforma do SEEG, em 2022, o estado do Rio de Janeiro encontrava-se na 15ª posição no ranking brasileiro em totais de emissões. Considerando-se isoladamente os municípios da RMRJ que compõem a área de estudo, tem-se as seguintes posições no ranking de emissões totais:

- Rio de Janeiro - 16º posição no ranking, com maior participação do setor de Energia;
- São Gonçalo - 379º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Niterói - 546º posição no ranking, com maior participação do setor de Energia;
- Maricá - 1301º posição no ranking, com maior participação do setor de Energia;
- Duque de Caxias - 59º posição no ranking, com maior participação do setor de Energia;

- São João de Meriti - 826º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Belford Roxo - 1182º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Nova Iguaçu - 585º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Mesquita - 1974º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Nilópolis - 2259º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Magé - 1298º posição no ranking, com maior participação do setor de Resíduos;
- Guapimirim - 2328º posição no ranking, com maior participação do setor de Energia.

De acordo com o SEEG, as emissões de 2022 para cada setor e unidade territorial são as indicadas na tabela a seguir.

Tabela 19: Emissões de GEE por unidade territorial e setor em tCO₂e no ano 2022

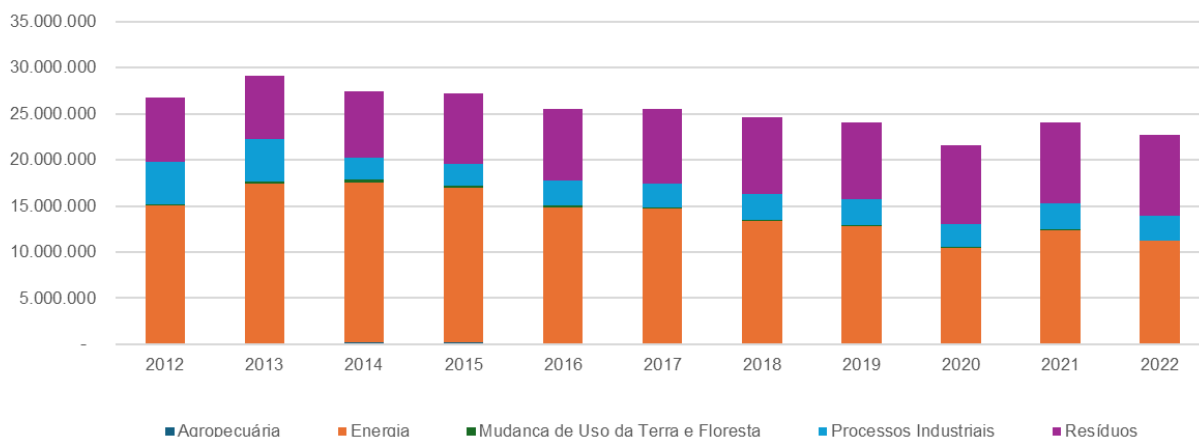
Município	Agropecuária	Energia	Mudança de Uso da Terra e Floresta	Processos Industriais	Resíduos	Total
Rio de Janeiro	19.844	4.682.336	27.844	2.695.131	5.648.676	13.073.830
São Gonçalo	8.402	392.095	1.155	-	721.205	1.122.856
Niterói	1.898	413.320	1.378	-	379.153	795.750
Maricá	17.223	127.269	15.486	-	136.767	296.745
Duque de Caxias	18.386	4.618.229	11.273	-	525.230	5.173.117
São João de Meriti	225	152.217	2	-	332.857	485.301
Belford Roxo	1.474	112.104	9	-	202.086	315.673
Nova Iguaçu	11.976	325.360	6.923	-	369.480	713.740
Mesquita	312	53.189	355	-	110.081	163.937
Nilópolis	136	29.938	6	-	109.456	139.536
Magé	19.934	102.387	9.930	-	156.002	288.253
Guapimirim	53.478	39.044	11.687	-	33.526	137.735
Total AE	153.286	11.047.490	86.048	2.695.131	8.724.519	22.706.474

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Conforme é possível observar, as emissões do setor de energia predominam no Rio de Janeiro e em Niterói, Maricá, Duque de Caxias e Guapimirim; já nos demais municípios as emissões advindas do setor de resíduos são predominantes, conforme destacado anteriormente.

A figura a seguir apresenta o histórico de emissões na Área de Estudo para o período de 2012 a 2022, de acordo com os dados disponíveis na plataforma SEEG, sendo possível observar a participação relevante dos setores de energia e de resíduos.

Figura 58: Série histórica de emissões por setor em tCO₂e – Área de Estudo, 2012 a 2022



Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Analisando-se exclusivamente as emissões do setor de transporte, dividindo-se em passageiros e cargas, verificam-se padrões distintos nas unidades territoriais analisadas, predominando, à exceção dos municípios de São Gonçalo, Niterói, Duque de Caxias, São João de Meriti, Mesquita e Magé, as emissões geradas pelo transporte de passageiros, conforme apresenta a tabela a seguir.

Tabela 20: Emissões do setor de transporte em tCO₂e, por categoria, 2022

Municípios	Transporte de carga	Transporte de Passageiros ^[1]	Total - Transportes ^[1]	% das emissões do setor de transportes no total das emissões	% das emissões do setor de transportes de passageiros no total das emissões
Rio de Janeiro	1.244.731	1.414.365	2.659.095	20,3%	10,8%
São Gonçalo	167.819	143.132	310.952	27,7%	12,7%
Niterói	168.492	168.990	337.483	42,4%	21,2%
Maricá	35.387	62.026	97.414	32,8%	20,9%
Duque de Caxias	550.354	250.165	800.520	15,5%	4,8%
São João de Meriti	71.934	58.413	130.347	26,9%	12,0%
Belford Roxo	26.191	39.742	65.933	20,9%	12,6%
Nova Iguaçu	99.101	126.623	225.724	31,6%	17,7%
Mesquita	26.521	15.414	41.935	25,6%	9,4%
Nilópolis	9.929	14.124	24.053	17,2%	10,1%
Magé	42.511	34.001	76.512	26,5%	11,8%
Guapimirim	16.485	16.581	33.066	24,0%	12,0%

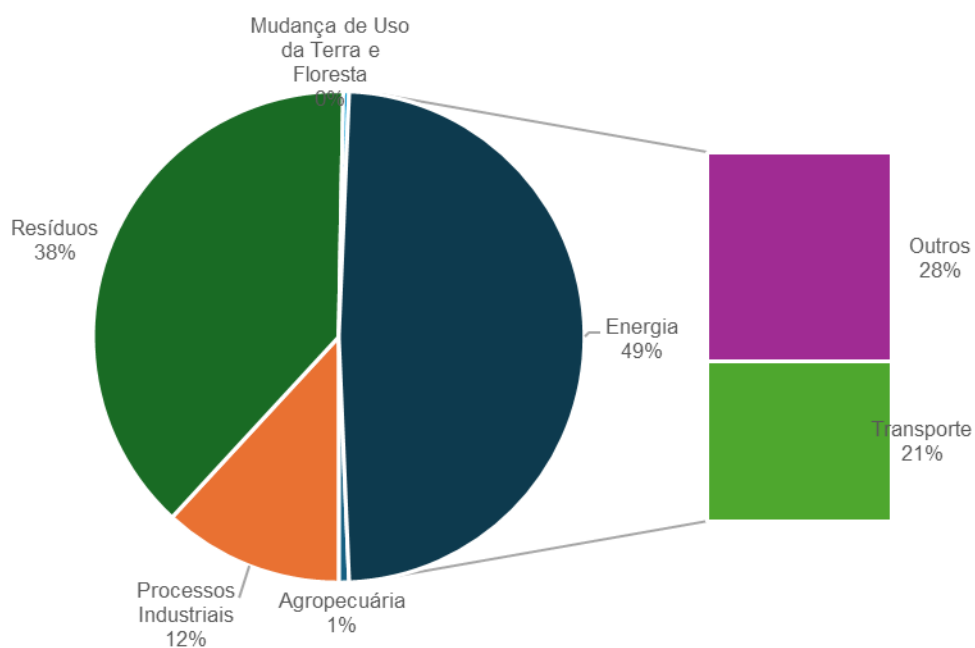
Total AE	2.459.456	2.343.577	4.803.033	21,2%	10,3%
-----------------	------------------	------------------	------------------	--------------	--------------

[1] exceto transporte aéreo

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

A figura a seguir resume a participação do setor de transportes no total de emissões da Área de Estudo.

Figura 59: Participação do setor de transportes no total de emissões da Área de Estudo, em tCO₂, 2022



Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Já no que tange ao tipo de veículo emissor, observa-se a predominância das emissões por automóveis e caminhões. No município do Rio de Janeiro, destaca-se também a participação relevante das emissões do transporte aéreo (26%, considerando-se aeronaves e helicópteros). Já as emissões geradas pelos ônibus correspondem a cerca de 7% das emissões dos transportes no território analisado.

Tabela 21: Emissões do setor de transporte em tCO₂e, por tipo de veículo, 2022

Município	Aeronaves	Aeronaves de aviação civil	Automóveis	Caminhões	Comerciais leves	Embarcações	Helicópteros e outras aeronaves de menor porte e aviação militar	Locomotivas	Motocicletas	Ônibus	Total
Rio de Janeiro	1.902	888.066	1.122.298	968.943	239.705	33.006	44.737	3.077	86.369	205.697	3.593.800
São Gonçalo	-	-	106.481	134.389	26.808	6.622	-	-	8.122	28.530	310.952
Niterói	9	-	135.580	108.123	28.106	32.264	-	-	10.457	22.953	337.492
Maricá	-	3	52.435	26.032	9.356	-	-	-	4.065	5.526	97.417
Duque de Caxias	11	-	137.100	485.886	64.469	-	-	-	9.916	103.149	800.531
São João de Meriti	-	-	42.339	60.593	11.342	-	-	-	3.211	12.863	130.348
Belford Roxo	-	-	32.958	19.967	6.224	-	-	-	2.546	4.239	65.934
Nova Iguaçu	-	-	102.156	78.245	20.856	-	-	-	7.856	16.611	225.724
Mesquita	-	-	9.798	23.034	3.487	-	-	-	726	4.890	41.935
Nilópolis	-	-	11.598	7.676	2.253	-	-	-	896	1.629	24.052
Magé	-	-	24.525	35.867	6.645	-	-	-	1.862	7.614	76.513
Guapimirim	-	-	12.733	13.523	2.962	-	-	-	977	2.871	33.066
Total AE	1.922	888.069	1.790.001	1.962.278	422.213	71.892	44.737	3.077	137.003	416.572	5.737.764

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Considerando-se a participação relevante do setor de transporte nos totais de emissões, diversas devem ser as estratégias voltadas à redução das emissões no âmbito da implantação dos projetos previstos no TPC-MAC, com destaque para a promoção do uso de energias renováveis e substituição gradual dos combustíveis fósseis por outros com menor potencial de emissão de gases de efeito estufa, além do incentivo ao uso do transporte coletivo e do não motorizado.

Assim, é importante destacar que a contribuição dos projetos para a redução das emissões não passa somente pela proposição de substituição de tecnologia veicular ou utilização de combustíveis menos poluentes, devendo ser consideradas também ações de melhoria da oferta de transporte público e de infraestrutura para o transporte não-motorizado, para estímulo à mudança da matriz modal, além da promoção da eficiência operacional do sistema de transporte e da rede de tráfego geral. A eletrificação da frota é uma parte importante da solução para o desafio de reduzir as emissões do setor de transporte, pois elimina as emissões e contribui para a oportunidade de descarbonizar a matriz elétrica, porém não deve ser a única solução nesse sentido, devendo ser associada a medidas de planejamento e ações de incentivo a modos diversificados de deslocamento.

3.6 Conclusões sobre os aspectos ambiental e climático

Da análise ambiental e climática dos municípios da Área de Estudo, pode-se destacar:

- O Rio de Janeiro tem participado de eventos internacionais sobre mudanças climáticas, como a Conferência das Partes (COP), e tem buscado integrar as políticas públicas locais aos compromissos nacionais e internacionais. O estado e o município do Rio de Janeiro têm avançado em várias frentes para mitigar e adaptar-se às mudanças climáticas, com políticas focadas na redução de emissões de gases de efeito estufa, no uso de energia renovável, na gestão de resíduos, na mobilidade sustentável, e na proteção e adaptação das áreas urbanas.
- Os Eixos propostos incidem somente sobre diversas unidades de conservação, tanto de proteção integral como de usos sustentável, sendo necessária especial atenção para os casos de abertura de novo viário, implantação e pontes ou alargamento de vias, situações que requerem licenciamento específico e implantação de medidas de gestão ambiental.
- Os municípios da área de estudo encontram-se em área bastante suscetível à ocorrência de alagamentos e deslizamentos, associados a uma série de fatores naturais, urbanos e ambientais.

- O Mapa Interativo do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2024) no período de 2013 a 2023 totaliza 114 ocorrências de desastres hidrogeológicos nos municípios da área de estudo, com destaque para as chuvas intensas;
- O clima na área de estudo é tropical, Af e Aw, segundo o sistema de classificação climática de Köppen, com médias mensais superiores a 18°C e concentração de precipitações no verão;
- Segundo o Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG), em 2022 foram emitidos 22.440.812 tCO₂e na Área de Estudo sendo 50% das emissões derivadas do setor de energia e 39% do setor e resíduos.
- As emissões do setor de transportes correspondem a 26% do total das emissões na área de estudo.

Considerando os aspectos climáticos e sua relação com os projetos, é importante destacar que, ainda que os planos de adaptação e mitigação existentes ainda estejam muitas vezes restritos à esfera estratégica, o tema já pode ser considerado como parte consolidada na agenda do planejamento, cabendo aos projetos em desenvolvimento adotar soluções de resiliência climática, sobretudo no que tange aos eventos extremos, como ondas de calor e mudanças no padrão de pluviosidade, que já vêm se impondo à realidade.

As soluções incluem tecnologias de menor emissão, materiais mais resistentes e projetos adequados ao combate e proteção frente aos eventos extremos, tais como contenção e drenagem, revegetação, permeabilização e manutenção de áreas verdes ao longo das áreas de influência dos projetos, inclusive com emprego de soluções baseadas na natureza, entre outros.

Assim, conforme já destacado, a contribuição dos projetos para a redução das emissões não passa somente pela proposição de substituição de tecnologia veicular ou utilização de combustíveis menos poluentes, devendo-se ser consideradas também ações que promovam a eficiência operacional do sistema de transporte.

Além dos pontos destacados acima, é de fundamental importância que se observem as condicionantes ambientais de cada área, buscando uma implantação que promova a menor interferência possível sobre o ambiente natural e construído.