



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

MARIA GIULIA ARCANJO DA SILVA

ANÁLISE PRELIMINAR E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA COM O USO DE
GEOPROCESSAMENTO PARA FUTUROS PROJETOS DE
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL

Rio de Janeiro

2025



UFRJ

MARIA GIULIA ARCANJO DA SILVA

ANÁLISE PRELIMINAR E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA COM O USO DE
GEOPROCESSAMENTO PARA FUTUROS PROJETOS DE
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador(a): Fernando Rodrigues Lima

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

A332a Arcanjo da Silva, Maria Giulia
ANÁLISE PRELIMINAR E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA COM O USO DE
GEOPROCESSAMENTO PARA FUTUROS PROJETOS DE
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL / Maria Giulia Arcanjo da
Silva. -- Rio de Janeiro, 2025.
185 f.

Orientador: Fernando Rodrigues Lima.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Urbana, 2025.

1. Rio Carioca. 2. Geoprocessamento. 3. SIG. 4.
Requalificação Fluvial. 5. Mapeamento. I. Rodrigues
Lima, Fernando, orient. II. Título.



UFRJ

ANÁLISE PRELIMINAR E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA COM O USO DE
GEOPROCESSAMENTO PARA FUTUROS PROJETOS DE
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL

Maria Giulia Arcanjo da Silva
Orientador: Fernando Rodrigues Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof Fernando Rodrigues Lima, D.Sc.

Prof. Mauro Henrique Alves de Lima Junior, D.Sc.

Mônica Infante de Oliveira de Souza, D.Sc.

Prof. Romay Conde Garcia, D.Sc.

RIO DE JANEIRO

2025

RESUMO

ARCANJO DA SILVA, Maria Giulia. Análise Preliminar e Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca com Uso de Geoprocessamento para Futuros Projetos de Requalificação Fluvial. Rio de Janeiro, 2025. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

Localizado na Zona Sul do Rio de Janeiro, o Rio Carioca é um exemplo de rio urbano que atravessa áreas de preservação e urbanização, com grande parte de seu percurso canalizado e subterrâneo. A caracterização da bacia, utilizando geoprocessamento, permitiu identificar as diferentes áreas do território, incluindo zonas residenciais densas, áreas de lazer e o Parque Nacional da Tijuca, que é fundamental para a preservação das nascentes. No entanto, a caracterização também revela os problemas enfrentados pelas favelas e comunidades urbanas, como a falta de saneamento básico, o que contribui para o descarte inadequado de esgoto e resíduos sólidos diretamente no rio. Isso resulta na baixa qualidade da água, especialmente na foz, na Praia do Flamengo. Além da má qualidade da água do Rio Carioca, foi identificado o distanciamento da relação da população com o rio como outro principal problema. Desta forma, foi escolhida a requalificação fluvial como forma de solucionar esses problemas. A caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca realizada com o uso do geoprocessamento forneceu as informações base para se realizar as três primeiras etapas da requalificação fluvial: identificação dos problemas, definição dos objetivos e indicação de diretrizes de soluções. Com os resultados obtidos, é possível visualizar futuros projetos de requalificação fluvial para o Rio Carioca, utilizando como base este estudo e outros projetos já existentes para a revitalização da região.

Palavras-chave: Rio Carioca, geoprocessamento, SIG, requalificação fluvial, mapeamento.

ABSTRACT

ARCANJO DA SILVA, Maria Giulia. Preliminary Analysis and Characterization of the Carioca River Basin Using Geoprocessing for Future River Requalification Projects. Rio de Janeiro, 2025. Dissertation (Master's Degree application) – Urban Engineering Program, Polytechnic School, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

Located in the South Zone of Rio de Janeiro, the Rio Carioca is an example of an urban river that crosses preservation and urbanization areas, with a large part of its route channelized and underground. The characterization of the basin, using geoprocessing, made it possible to identify the different areas of the territory, including dense residential areas, leisure areas and the Tijuca National Park, which is essential for the preservation of the rivers' springs. However, the characterization also reveals the problems faced by favelas and urban communities, such as the lack of basic sanitation, which contributes to the inadequate disposal of sewage and solid waste directly into the river. This results in poor water quality, especially at the Rio Carioca's mouth, at Praia do Flamengo. In addition to the poor water quality of the Rio Carioca, the distance between the population and the river was identified as another main problem. Therefore, river rehabilitation was chosen as a way to solve these problems. The characterization of the Rio Carioca Basin carried out using geoprocessing provided the base information to carry out the first three stages of river requalification: identification of problems, definition of objectives and indication of solution guidelines. With the results obtained, it is possible to visualize future river requalification projects for the Carioca River, using this study and other existing projects for the revitalization of the region as a basis.

Keywords: Rio Carioca, geoprocessing, GIS, river requalification, mapping.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.2. OBJETIVOS	18
1.3. METODOLOGIA	20
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	22
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1. GEOPROCESSAMENTO	23
2.1.1. Sistema de Informação Geográfica	24
2.1.2. Modelo Digital de Elevação	26
2.1.3. Software ArcGIS Pro	27
2.2. MAPEAMENTO NO APOIO À TOMADA DE DECISÃO	28
2.3. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL	31
2.3.1. Definição do Conceito de Requalificação Fluvial	33
2.3.2. Exemplos de Requalificação Fluvial Executados	35
2.3.3. Fatores Relevantes na Requalificação Fluvial	41
3. ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	42
3.1. BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA	42
3.2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	44
3.3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA E MAPA DE FLUXO DO TERRENO	46
4. FATORES URBANOS	53
4.1. USO DO SOLO E ZONEAMENTO URBANO	53
4.2. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ZONEAMENTO URBANO E USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	56
4.3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO E DA DENSIDADE DEMOGRÁFICA	59
4.4. FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS	61
4.5. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	62
4.6. PONTOS COM GRANDES QUANTIDADES DE USUÁRIOS (ESTABELECIMENTOS)	63
4.7. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	63
5. FATORES AMBIENTAIS	66
5.1. MATA ATLÂNTICA E PARQUE NACIONAL DA TIJUCA	66

5.2.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA MATA ATLÂNTICA E DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA.....	71
5.3.	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	72
5.4.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	74
5.5.	ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)	78
5.6.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA.....	81
5.7.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA PLUVIOMETRIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	85
5.8.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA BALNEABILIDADE NA PRAIA DO FLAMENGO.....	88
6.	FATORES URBANO-AMBIENTAIS.....	94
6.1.	ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	95
6.2.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA.....	98
6.3.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA	100
6.4.	COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	102
6.5.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA.....	104
6.6.	REDE DE DRENAGEM URBANA	109
6.7.	IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA REDE DE DRENAGEM URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA.....	111
7.	EMBASAMENTO PARA FUTUROS PROJÉTOS DE REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DO RIO CARIOCA	113
7.1.	IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS.....	113
7.2.	IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA REQUALIFICAÇÃO.....	115
7.3.	IDENTIFICAÇÃO DAS DIRETRIZES PARA FUTURAS SOLUÇÕES	119
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	138
	ANEXOS	145
	APÊNDICES.....	167

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Etapas da Requalificação Fluvial	19
Figura 2	Esquema da metodologia da dissertação	21
Figura 3	Exemplo de Mapeamento para Tomada de Decisão: Revisão do Plano Diretor de Maricá	29
Figura 4	Exemplo de Mapeamento para Tomada de Decisão: Projeto AIM	30
Figura 5	Projeto da Requalificação das Docas de Londres	36
Figura 6	Antes e Depois do Projeto da Requalificação das Docas de Londres em <i>Nelson Dry Dock</i>	36
Figura 7	Antes e Depois Projeto da Requalificação das Docas de Londres em <i>West India Dock</i>	37
Figura 8	Zonas de Intervenção do Programa Polis Leiria	38
Figura 9	Intervenção do Programa Polis Leiria	38
Figura 10	Ciclovia, via de pedestres, mobiliário urbano e áreas de lazer do Programa Polis Leiria	39
Figura 11	Arte urbana e iluminação noturna do Programa Polis Leiria	40
Figura 12	Figura 12: Extensão do Programa Polis Leiria	40
Figura 13	Unidades Hidrológicas de Planejamento da Região Hidrográfica V com a Bacia	43
Figura 14	Mapa do Interceptor Oceânico e Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	46
Figura 15	Mapa de Quadrículas do Projeto TOPODATA	47
Figura 16	Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	48
Figura 17	Mapa dos Bairros da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	49
Figura 18	Mapa Digital de Elevação na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	50
Figura 19	Mapa de Direção de Fluxo do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	51
Figura 20	Mapa de Acúmulo de Fluxo do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	52
Figura 21	Mapa de Direção de Drenagem do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	53
Figura 22	Usos do solo da bacia hidrográfica do rio Carioca em 2019	56
Figura 23	Histórico de usos do solo da bacia hidrográfica do rio Carioca (2004, 2010, 2015, 2019)	57
Figura 24	Zoneamento urbano da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	58
Figura 25	Mapa da Densidade Demográfica na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	60
Figura 26	Favelas e comunidades urbanas na bacia do Rio Carioca	62
Figura 27	Estabelecimentos na bacia hidrográfica do Rio Carioca	64
Figura 28	Mapa de calor dos estabelecimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca ..	65
Figura 29	Estabelecimentos de saúde na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	66
Figura 30	Fotos das espécies vegetais angico (<i>Anadenanthera colubrina</i>), embaúba (<i>Cecropia glaziovii</i>) e cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	68
Figura 31	Fotos das espécies vegetais ipê-amarelo (<i>Handroanthus chrysotrichus</i>), copaíba (<i>Copaifera langsdorffii</i>) e juçara (<i>Euterpe edulis</i>)	69
Figura 32	Unidades de Conservação do Bioma Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	71

Figura 33	Áreas de preservação permanente de nascente e de faixa marginal de corpos d'água na bacia do Rio Carioca	75
Figura 34	Áreas de preservação permanente de topo de morro e de declividade na bacia do Rio Carioca	76
Figura 35	Áreas de interesse de proteção e recuperação de mananciais na bacia do Rio Carioca	77
Figura 36	Gráficos de variação dos parâmetros de qualidade de água para cálculo do IQA	80
Figura 37	Pontos de coleta e sub-bacias de cada ponto	82
Figura 38	Mapa de Localização das Estações Pluviométricas mais Próximas da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	86
Figura 39	Gráfico com Registros Pluviométricos Anuais das Estações Tijuca, Santa Teresa e Laranjeiras (2005-2023)	87
Figura 40	Gráfico com Porcentagens de Balneabilidade Praia do Flamengo (2007-2013)	88
Figura 41	Localização dos Pontos de Amostragem de Balneabilidade INEA	89
Figura 42	Localização dos Pontos de Amostragem de Balneabilidade INEA na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	90
Figura 43	Gráfico com Porcentagens de Balneabilidade Praia do Flamengo (2014-2024)	90
Figura 44	Gráfico com Porcentagens de Balneabilidade Praia do Flamengo (2007-2024)	91
Figura 45	Gráfico com Porcentagens “Recomendado ao banho de mar” por Ano (2007-2024)	92
Figura 46	Gráfico com Porcentagens “Não recomendado ao banho de mar” por Ano (2007-2024)	92
Figura 47	Gráfico com Série Histórica Mensal de Balneabilidade da Praia do Flamengo	94
Figura 48	Rede de Abastecimento de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	99
Figura 49	Rede de Abastecimento de Água e Favelas e Comunidades Urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	100
Figura 50	Rede de Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	101
Figura 51	Rede de Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e Favelas e Comunidades Urbanas	102
Figura 52	Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	105
Figura 53	Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca – Parte 1 .	106
Figura 54	Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca – Parte 2 .	106
Figura 55	Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca – Parte 3 .	107
Figura 56	Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca com Destaque para as Favelas	108
Figura 57	Rede de Drenagem Urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca	112
Figura 58	Identificação dos Objetivos da Requalificação Fluvial do Rio Carioca	116
Figura 59	Identificação dos Objetivos da Requalificação Fluvial do Rio Carioca Detalhado	117
Figura 60	Caracterização da Área A da Requalificação Fluvial do Rio Carioca	120
Figura 61	Foto da Caixa da Mãe D'Água	121
Figura 62	Projeto Arquitetônico da Restauração da Caixa da Mãe D'Água	121
Figura 63	Projeto de Abastecimento de Água pela Caixa da Mãe D'Água	122

Figura 64	Caracterização da Área B da Requalificação Fluvial do Rio Carioca	123
Figura 65	Acúmulo de Fluxo na Área B da Requalificação Fluvial do Rio Carioca	125
Figura 66	Caracterização da Área C da Requalificação Fluvial do Rio Carioca	126
Figura 67	Caracterização das Áreas E, G e H da Requalificação Fluvial do Rio Carioca	127
Figura 68	Foto do <i>StreetView</i> do Google Maps da Área E	128
Figura 69	Projeto de Restauração da Praça Professor Silva Mello e do Largo do Boticário	129
Figura 70	Largo do Boticário antes da reforma	130
Figura 71	Largo do Boticário após a reforma	130
Figura 72	Planta do Projeto de Restauração do terminal de ônibus	131
Figura 73	Visualização do Projeto de Restauração do terminal de ônibus	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Categorias e condições das áreas de preservação permanente	70
Tabela 2	Parâmetros do cálculo de IQA	74
Tabela 3	Categorias de IQA	76
Tabela 4	Comparação dos valores de IQA nas datas coincidentes dos pontos “Rio do Rio 1” e “Rio do Rio 2”	79
Tabela 5	Comparação dos valores de IQA nas datas coincidentes dos pontos “Rio do Rio 2” e “Rio do Rio 3”	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Procedimentos e ferramentas utilizados para cada dado	19
Quadro 2	Fatores Relevantes para a Requalificação Fluvial	40
Quadro 3	Definições das zonas relevantes para o estudo	51
Quadro 4	Definições dos usos	51
Quadro 5	Usos permitidos por zona	52
Quadro 6	Outros Problemas Identificados no Estudo	136

LISTA DE SIGLAS

AIM	<i>Ateliers de L'Innovation Pour Les Métropoles</i>
AIPM	Área de Interesse de Proteção e Recuperação de Mananciais
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
CARDA	<i>Canandian Agricultural Rehabilitation and Developent Administration</i>
CNEFE	Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos
CGIS	<i>Canadian Geographical Information System</i>
Comlurb	Companhia Municipal de Limpeza Urbana
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DOD	Departamento de Defesa dos Estados Unidos
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNBIO	Fundo Brasileiro pela Biodiversidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro
INEPAC	Instituto Estadual do Patrimônio Cultural
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPP	Instituto Pereira Passos
LDDC	<i>London Docklands Development Corporation</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NIMA	<i>National Imagery and Mapping Agency</i>
OD	Oxigênio Dissolvido
ONG	Organização Não Governamental
PARNA	Parque Nacional
pH	Potencial Hidrogeiônico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNT	Parque Nacional da Tijuca
PRHRHBG	Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara
RH	Região Hidrográfica
SEAS	Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SYMAP	<i>Synagraphic Mapping System</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UC	Unidade de Conservação
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UHP	Unidade Hidrográfica de Planejamento
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTR	Unidade de Tratamento de Rio
ZCA	Zona de Conservação Ambiental
ZCS	Zona Comercial e de Serviços
ZEIS	Zona de Especial Interesse Social
ZRM	Zona Residencial Multifamiliar
ZRU	Zona Residencial Unifamiliar

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Rio Carioca é um dos rios mais importantes na história do Rio de Janeiro. Localizado na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, ele dá nome ao gentílico dos habitantes da capital fluminense. Foi fonte de água potável para os habitantes nativos da região e serviu como fonte de abastecimento para os assentamentos coloniais franceses e portugueses na Baía de Guanabara a partir do século XVI. Além disso, forneceu água para cidade desde seus primeiros momentos até o século XIX (SCHLEE; CAVALCANTI; TAMMINGA, 2007).

O Rio Carioca foi fator importante para o surgimento e desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro e acompanhou as transformações que a urbanização provocou no meio ambiente local. No início da colonização, grandes chácaras beiravam o rio e produziam frutas e verduras, essenciais para a subsistência dos cariocas na época. Na segunda metade do século XVIII (quando a cidade passou a ser capital da colônia), ocorreu um grande crescimento populacional e as chácaras passaram a ser residências de famílias ricas e fidalgas (PIMENTEL, 2019). No século XIX, o Rio Carioca começou a ser canalizado, inicialmente, à céu aberto. Depois, com as obras do prefeito Pereira Passos no século XX, passou a ter uma parte do seu curso enterrado em galerias subterrâneas (SCHLEE; CAVALCANTI; TAMMINGA, 2007).

A situação atual do Rio Carioca é uma boa representação dos rios urbanos e apresenta cenários diversos no seu percurso. Sua nascente está localizada no Parque Nacional da Floresta da Tijuca, uma floresta tropical de Mata Atlântica, e seu percurso segue por uma área urbana formal e informal até chegar na Baía de Guanabara, estando grande parte do percurso canalizado e subterrâneo.

Desta forma, os elementos urbanos têm grande influência nas características atuais do Rio Carioca, que, mesmo estando boa parte subterrâneo, possui uma qualidade da água ruim na sua foz. A caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca possibilita o melhor entendimento dos problemas e facilita na escolha de melhor alternativa para solucionar esses problemas.

Uma tentativa de solução foi a Unidade de Tratamento de Rio, que está na Praia do Flamengo, próxima a sua foz. Além disso, em 2023, outra solução implantada foi o desvio

contingencial do Rio Carioca para o Emissário Submarino de Ipanema. Ambas as alternativas são consideradas soluções pontuais, que, na prática, não resolvem os problemas do Rio Carioca, elas somente mascaram e tentam amenizar a qualidade ruim da água no despejo final do rio.

Desta forma, é necessária a busca por mais alternativas de soluções dos problemas de qualidade ruim da água do Rio Carioca. A requalificação fluvial tem se mostrado uma metodologia interessante e eficiente nesse processo. Ela proporciona melhorias nas margens dos rios, trazendo opções de lazer para a população e aproximando-a do rio. O uso de ferramentas de geoprocessamento acrescenta informações importantes no apoio à tomada de decisão na metodologia de requalificação fluvial.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo é fazer o levantamento de dados e informações geoespaciais e alfanuméricas que possibilitem a execução de um futuro projeto de requalificação fluvial do Rio Carioca. Com esse levantamento de dados e informações já será possível executar as três primeiras etapas da requalificação fluvial, que foram baseadas nas etapas descritas por Teiga (2003).

Ele destaca a importância da padronização da metodologia geral utilizada, através de uma escolha sequencial de etapas. No entanto, é preciso levar em conta também as particularidades de cada ecossistema. Desta forma, é aconselhado seguir um conjunto de etapas básicas de reabilitação, que devem ser adaptadas para cada caso prático. Por esses motivos apresentados e por descrever e nomear as etapas de forma clara e sucinta, a metodologia de requalificação fluvial descrita em etapas por Teiga (2003), foi escolhida para ser utilizada nesse estudo (TEIGA, 2003).

As oito etapas sequenciais descritas por ele são: identificação do problema; identificação dos objetivos da reabilitação; identificação das soluções; elaboração do projeto; implementação e gestão; monitoramento; programas de verificação e avaliação; implementação de medidas mitigadoras e corretoras (TEIGA, 2003).

No esquema da figura 1, estão as etapas sequenciais da requalificação fluvial definidas por Teiga (2003) e estão destacadas em amarelo estão as etapas que serão abordadas neste estudo.

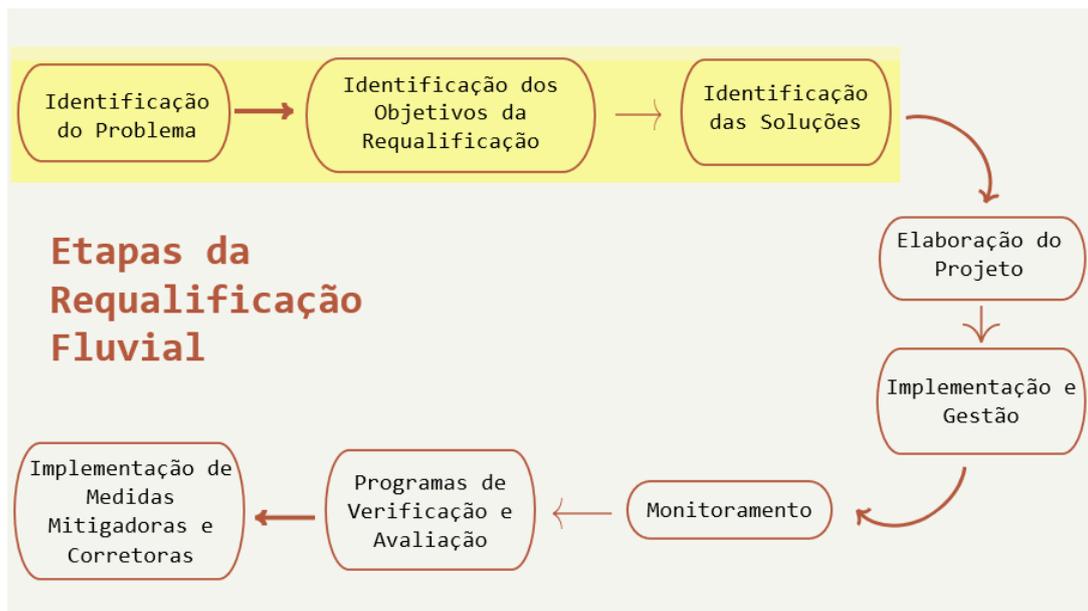


Figura 1: Etapas da Requalificação Fluvial
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (TEIGA, 2003).

Neste trabalho, serão realizadas as três primeiras etapas ilustradas no esquema da figura 1 e os seus nomes foram modificados para melhor adequação ao estudo. Sendo assim, as etapas abordadas no estudo serão: identificação do problema; definição dos objetivos da reabilitação; e indicação de diretrizes de soluções para os problemas.

Para alcançar o objetivo principal, foi realizado o objetivo preliminar de caracterização ambiental, urbana e urbano-ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca utilizando dados e informações obtidos de diversas fontes. Além disso, o geoprocessamento foi a principal ferramenta do estudo, possibilitando a obtenção, manuseio, tratamento e criação de informações georreferenciadas específicas para a área de interesse, a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.

Na caracterização, os fatores foram chamados de ambientais, urbanos e urbano-ambientais por serem comumente conhecidos por essa categorização. Essa nomenclatura de fatores geralmente ocorre em diagnósticos de planos diretores como é o caso de Rio de Janeiro (2015) e em pesquisas de regiões que apresentam uma maior urbanização juntamente com elementos naturais, como em Nichetti et al (2024). Apesar de estarem todos interrelacionados e muitas vezes ser difícil essa distinção, a divisão foi feita pensando em qual categoria melhor enquadrava o fator. Na ambiental, foram abordados temas de Área de Preservação Permanente (APP), Unidades de Conservação (UC), biomas etc. Em urbanos, foram destacadas as questões de zoneamento, uso do solo,

informações populacionais etc. Na categoria urbano-ambiental, foram abordados os fatores relacionados ao saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais) (NICHETTI *et al.*, 2024) (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2015a).

1.3. METODOLOGIA

O estudo pode ser dividido em duas principais etapas após todo o referencial teórico. A primeira etapa engloba a caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, sendo assim, é referente ao objetivo preliminar. A segunda etapa é relacionada à realização das primeiras etapas da requalificação fluvial, já que se tem em mãos o levantamento de dados e informações geoespaciais e alfanuméricas que possibilitam a execução de um futuro projeto de requalificação fluvial do Rio Carioca. Sendo assim, a segunda etapa é referente ao cumprimento do objetivo principal.

A primeira etapa (caracterização da bacia) ainda pode ser subdividida em duas partes: a obtenção do limite da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e das características do escoamento no território (chamados de procedimentos complexos); e a obtenção e tratamento de dados e informações ambientais, urbanas e urbano-ambientais (chamados de procedimentos simples). Eles foram chamados de procedimentos complexos e procedimentos simples em referência aos procedimentos realizados no software ArcGIS Pro. Os procedimentos complexos envolviam mais etapas e partiam de informações mais básicas para informações mais detalhadas, como, por exemplo, as informações de elevação do terreno resultarem em informações de direção de fluxo no terreno. Já os procedimentos simples, foram informações já georreferenciadas e prontas em que foram realizados somente passos de seleção de área de interesse, por exemplo. Todos esses procedimentos serão melhor detalhados no decorrer do estudo.

A segunda etapa pode ser subdividida nas etapas da requalificação fluvial abordadas neste estudo: a identificação do problema; a definição dos objetivos; e a indicação de diretrizes de soluções para os problemas.

A figura 2 ilustra um esquema da metodologia explicada.

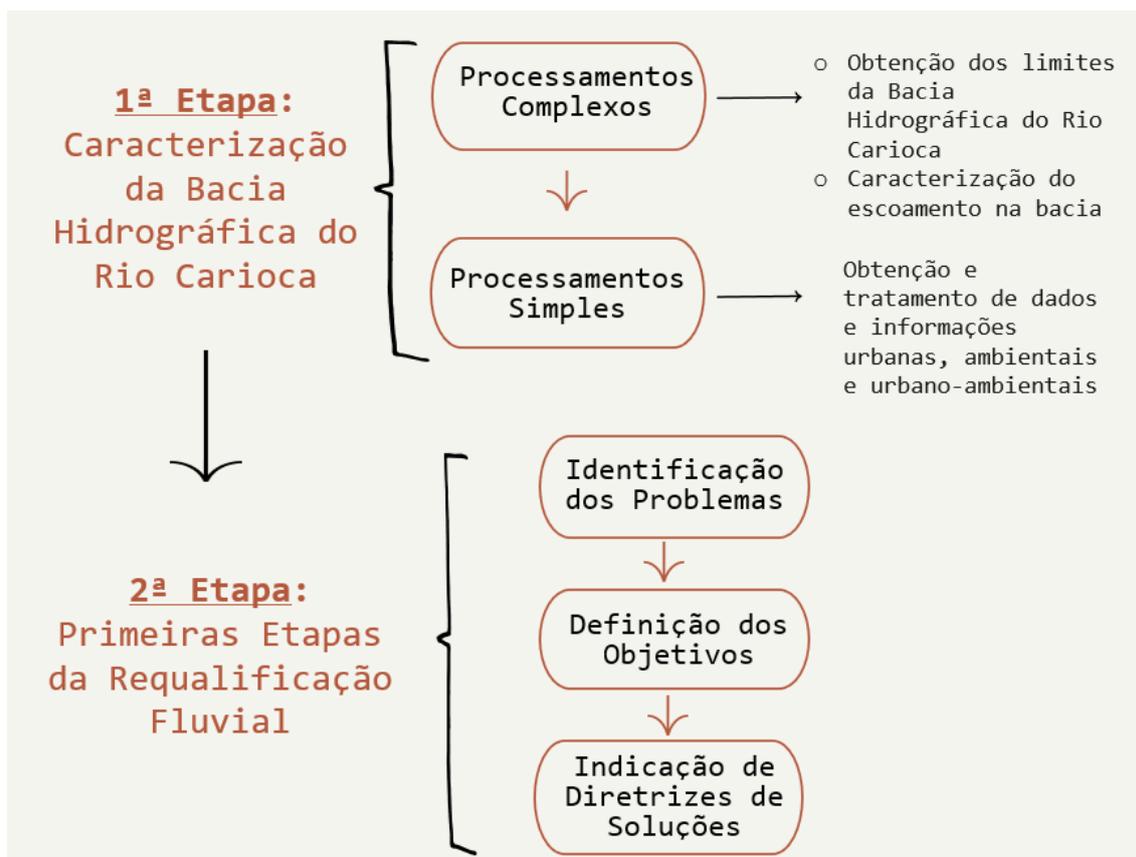


Figura 2: Esquema da metodologia da dissertação
Fonte: Elaboração própria

Além disso, para a obtenção e tratamento de dados e informações ambientais, urbanas e urbano-ambientais (que faz parte da primeira etapa nos processamentos simples) foi elaborado um quadro para melhor visualização (quadro 1). A explicação detalhada de cada procedimento está nos itens ao longo do estudo.

Quadro 1. Procedimentos e ferramentas utilizados para cada dado

FATOR	DADO	FONTE (ANO)	PROCEDIMENTOS	FERRAMENTAS
Urbano	Uso do Solo	DATA.Rio (2019)	Recortar dados do interior da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: CLIP
	Zoneamento Urbano	DATA.Rio (2024)	Recortar dados do interior da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: CLIP
	Favelas e Comunidades Urbanas	DATA.Rio (2019)	Selecionar as favelas e comunidades urbanas que estão completamente ou parcialmente dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: Select by Location
	Estabelecimentos	CNEFE/IBGE (2022)	Selecionar os estabelecimentos que estão e dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e os tipos de estabelecimento desejados.	ArcGIS Pro: Select by Location; Select by Attributes
Ambiental	Mata Atlântica e Unidades de Conservação (UC)	TerraBrasilis/INPE (2022)	Selecionar as UCs dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: Select by Location

	Áreas de Preservação Permanente (APP)	Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares Maricá e Jacarepaguá (2022)	Selecionar as APPs que estão dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: Select by Location
	Índice de Qualidade de Água (IQA)	SOS Mata Atlântica	Obtenção de valores de parâmetros e do IQA e seleção das informações mais importantes	Excel:Tabelas e Gráficos
	Balneabilidade	INEA	Obtenção de informação de balneabilidade da Praia do Flamengo e seleção dos mais importantes	Excel:Tabelas e Gráficos
Urbano-Ambiental	Abastecimento de Água	Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares Maricá e Jacarepaguá (2022)	Recortar as partes da rede de abastecimento de água que estão dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: CLIP
	Esgotamento Sanitário	Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares Maricá e Jacarepaguá (2022)	Recortar as partes da rede de esgotamento sanitário que estão dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: CLIP
	Coleta de Lixo	Comlurb	Traçar trechos das ruas com coleta de lixo, a partir de informações do site.	ArcGIS Pro: Create Feature
	Drenagem Urbana	Rio-Águas Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares Maricá e Jacarepaguá (2022)	Georreferenciar arquivos raster e traçar a rede de drenagem urbana. Recortar as partes da rede de drenagem urbana que estão dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.	ArcGIS Pro: Georeference; Create Feature ArcGIS Pro: CLIP

Fonte: Elaboração própria

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Como estrutura da dissertação, no capítulo 2 tem-se a revisão bibliográfica sobre geoprocessamento, abordando conceitos de sistema de informação geográfica, modelo digital de elevação e mapeamento para tomada de decisão, incluindo exemplos de projetos que utilizaram o mapeamento como auxílio no seu desenvolvimento.

Em seguida (ainda no capítulo 2) é feita a revisão bibliográfica sobre requalificação fluvial, abordando a definição de conceitos, exemplos de projetos e os fatores mais relevantes na requalificação fluvial.

Então, é possível começar descrição da área de estudo no capítulo 3, a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. Em um primeiro momento, é feita a localização da bacia e depois é explicado como foi feito o traçado o limite da bacia, a partir do modelo digital

de elevação (MDE). Então, também é realizada a caracterização do escoamento no interior da bacia.

No capítulo 4, são apresentados os fatores urbanos: zoneamento urbano, uso solo, favelas e comunidades urbanas e pontos com grande quantidade de usuários. No capítulo 5, os fatores ambientais: Mata Atlântica e Floresta da Tijuca, Áreas de Preservação Permanente, Índice de Qualidade de Água e Balneabilidade. No capítulo 6, são apresentados os fatores urbano-ambientais: abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana. Esses fatores são importantes para a caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.

Por fim, no capítulo 7, são feitas as primeiras três etapas da requalificação fluvial, identificando os principais problemas da bacia a partir da caracterização realizada anteriormente, definindo os objetivos da requalificação e indicando diretrizes para futuros projetos de requalificação fluvial do Rio Carioca.

Então, são feitas as considerações finais sobre o estudo no capítulo 8 para finalizar as conclusões e os direcionamentos para futuros estudos. Em seguida, tem-se a lista de referências bibliográficas.

Nos anexos, estão tabelas completas que não couberam no decorrer do texto, porque traziam muitos dados.

Nos apêndices, estão as figuras de mapas elaborados em folhas de tamanho A0 para que fosse possível visualizar melhor os detalhes. Foram selecionados mapas que possuíam informações em formatos de linhas, pontos e/ou pixels, para ser possível uma melhor visualização dos dados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento é um ramo de atividades que utiliza o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais para realizar a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados com o objetivo de gerar novos dados e informações espaciais ou georreferenciadas (ZAIDAN, 2017).

Se for analisada a etimologia da palavra geoprocessamento, é possível a entender como um processo que traz um progresso na representação da Terra, associando um novo olhar sobre o espaço, um ganho de conhecimento, que é a informação (MOURA, 2014).

De forma genérica e resumida, pode-se dizer que o geoprocessamento é o armazenamento e análise de dados. O seu objetivo principal é a análise de dados espaciais, resultando em ganho de conhecimento a respeito da realidade. Além disso, o geoprocessamento facilita a montagem, testagem e ajuste de modelos através de processos de calibrações. A utilização do geoprocessamento engloba, além dos sistemas de informação geográfica (que serão detalhados em seguida), o processamento digital de imagens e a cartografia digital. Esse último é a automação de projetos, captação, organização e desenho de mapas. Já o sistema de informação geográfica (SIG) inclui a associação do sentido espacial às informações (MOURA, 2014).

2.1.1. Sistema de Informação Geográfica

Os sistemas de informação geográfica (SIGs) são considerados como uma das geotecnologias que se encontram dentro do ramo de atividades do geoprocessamento. O SIG é definido por Burrough, MacDonnell e Lloyd (1998) como um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados do mundo real para determinado propósito. O sistema processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase nas análises espaciais e modelagens de superfícies (BURROUGH; MCDONNELL, 1998).

O primeiro SIG surgiu em 1964 através de uma parceria entre Roger Tomlinson (considerado o criador do SIG), a empresa IBM e o Departamento de Agricultura do Governo Canadense. Tomlinson era o diretor do projeto chamado *Canadian Agricultural Rehabilitation and Development Administration* (CARDA), que tinha como objetivo minimizar impactos ambientais e auxiliar no planejamento territorial rural do Canadá. O sistema desenvolvido se chamava *Canadian Geographical Information System* (CGIS) e fazia parte de um programa governamental que visava criar um inventário de recursos naturais e cruzar mapas com diferentes temas. O CGIS utilizava um computador principal e equipamentos periféricos (como, por exemplo, um scanner de rápida digitalização de mapas), e realizava o processamento dos dados para avaliar as áreas e usos existentes (BOLFE; MATIAS; FERREIRA, 2008).

Em paralelo, também vinha sendo desenvolvido o *Synagraphic Mapping System* (SYMAP) no *Harvard's Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* em 1965. O SYMAP foi comercializado e utilizado por instituições de pesquisa, governos e empresas em suas rotinas, pois permitia apresentar os resultados gráficos de diversas formas, uma vez que utilizava a impressão sobreposta de caracteres alfanuméricos e a possibilidade de inserir legendas (BOLFE; MATIAS; FERREIRA, 2008).

Na década de 1970, ocorreu um maior desenvolvimento tecnológico, que possibilitou a produção de novos e mais acessíveis recursos de hardware e, conseqüentemente, o desenvolvimento de sistemas de informação comercial. Tomlinson participou de dois eventos em 1970 e 1972, que reuniram diversos grupos independentes para trabalhar no desenvolvimento de SIG, onde foram compartilhadas experiências através de fóruns (BOLFE; MATIAS; FERREIRA, 2008).

No Brasil, as primeiras aplicações de SIG começaram através do esforço do Professor Jorge Xavier da Silva da Universidade Federal do Rio de Janeiro no início dos anos de 1980. A vinda de Tomlinson para o Brasil, em 1982, fortaleceu o crescimento de grupos já existentes e incentivou o aparecimento de novos grupos interessados em SIG. Nos anos seguintes, foram observadas criações de projetos relacionados a SIG em instituições (como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Instituto Militar de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Estadual Paulista, Universidade Federal de São Carlos etc.) (BOLFE; MATIAS; FERREIRA, 2008).

Em relação a sua composição, um SIG é formado por três importantes elementos: o hardware de computador; programas e módulos de aplicativos de software; e usuários conectados por meio de banco de dados e infraestrutura de rede (BURROUGH; MCDONNELL, 1998).

O hardware de computador serve como fornecedor de energia e de acesso de dados, que são necessários em todas as ações do sistema do software. Com o desenvolvimento da computação em nuvem, os SIGs passaram a integrar hardwares que usam dados e softwares mantidos em banco de dados distantes.

Existem diversos software de SIG e todos eles possuem pelo menos quatro tipos de ações comuns: entrada e verificação de dados; armazenamento de dados e gerenciamento

de banco de dados; saída e apresentação de dados; transformação, análise e modelagem de dados.

O último componente são os usuários que formam a comunidade de SIG e englobam tanto os profissionais especializados no assunto, como também os usuários e praticantes amadores. Atualmente, a comunidade de SIG é muito grande e o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) possibilita a conexão de usuários pelo mundo todo. É importante ressaltar que os usuários exercem o papel não só de análises de dados, como também de alimentar o banco de dados.

2.1.2. Modelo Digital de Elevação

Modelo digital de elevação (MDE) é uma representação numérica das características altimétricas da superfície. Ele é obtido através de processamento fotogramétrico analítico a partir de fotografias aéreas. São utilizados algoritmos de extração altimétrica por correlação de imagens (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, [s.d.]

Há um MDE fruto do projeto TOPODATA (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil), que faz parte do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O MDE foi elaborado a partir dos dados da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS) (VALERIANO, 2004).

A SRTM foi um projeto realizado em cooperação pela *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), ambas do Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos, e das Agências Espaciais da Alemanha e da Itália. A missão SRTM teve como propósito produzir banco de dados digitais para todo o planeta, com isso, seria possível a produção de MDE das terras continentais. Os dados produzidos abrangem a regiões entre os paralelos 56°S e 60°N (VALERIANO, 2004).

No projeto TOPODATA, tem-se o MDE em diversos formatos de acordo com a necessidade do usuário. Através do MDE, é possível obter elevação de elementos com altura significativa, como cobertura florestal ou conjunto de edifícios. Sendo assim, ele é um importante instrumento de SIG, pois é possível a partir dele conhecer aspectos como

altura, declividade, perfis transversais, volumes, desníveis, áreas sujeitas a inundação e bacias hidrográficas.

2.1.3. Software ArcGIS Pro

Atualmente, há uma grande variedade de softwares de SIG. Cada um possui características particulares que agradam mais um usuário ou outro de acordo com a necessidade e objetivo. De modo geral, esses softwares disponibilizam recursos para a elaboração de mapas através de dados georreferenciados. Podem ser destacados dois principais softwares de SIG que são mais amplamente utilizados, o QGIS (um software livre de código aberto) e o ArcGIS Pro (software da empresa *Environmental Systems Research Institute* - ESRI).

A plataforma ArcGIS reúne softwares e um conjunto de ferramentas integradas voltadas à área de informação geográfica. Dentro dessa plataforma está o software ArcGIS Pro (BARBOSA *et al.*, 2023).

Neste estudo, foi escolhido o ArcGIS Pro por ser um software completo, com variadas funcionalidades, de fácil manuseio e por ter um contrato de parceria, com direito a *logins* de utilização por alunos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O ArcGIS Pro integra e conecta dados por meio do contexto geográfico. Ele fornece recursos para criar, gerenciar, analisar, mapear e compartilhar todos os tipos de dados. Além disso, ele é acessível por meio de tipos de usuários que alinham recursos às funções da equipe, permitindo simplificar, conectar e dimensionar em toda a sua organização (ESRI, [s. d.]).

A principal desvantagem do ArcGIS Pro a ser destacada é o fato dele ser um software pago. Por ser propriedade da empresa ESRI, a sua utilização está limitada a usuários que pagam pelo software. Se o usuário não for uma grande empresa ou uma organização, os custos individuais são altos. O que facilita nos estudos são as parcerias e contratos que são realizados com universidades, como o mencionado com a UFRJ.

Neste ponto, o QGIS tem destaque por ser um software gratuito desenvolvido por uma comunidade de usuário, tendo o ArcGIS como base. Apesar de não ter tantas funções

como o ArcGIS Pro, o QGIS tem a opção de criação de complementos, o que supre a ausência de determinadas funções.

2.2. MAPEAMENTO NO APOIO À TOMADA DE DECISÃO

Como foi visto, os SIGs são considerados como uma das principais ferramentas do geoprocessamento. Entre suas principais funções estão a obtenção de dados qualitativos e quantitativos, que possibilitam a gestão de recursos e a aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnóstico georreferenciado (CAVALLARI; TAMAE; ROSA, 2007).

O grande desenvolvimento dos computadores nas últimas décadas fez os SIGs uma ferramenta adequada para acompanhar processos dinâmicos como as mudanças espaço-temporal do uso da terra, por exemplo. A possibilidade de ajustes e cruzamentos de uma grande quantidade de informações permite o acompanhamento das variações de temas. Isso proporciona a produção de mapas com mais rapidez e precisão. Análises que antes eram feitas de forma mais subjetiva, ganharam uma maior precisão e objetividade com o desenvolvimento de tecnologias de mapeamento (CAVALLARI; TAMAE; ROSA, 2007).

Além disso, em países com complexidades como grandes dimensões e carência de informações adequadas, o uso do geoprocessamento apresenta vantagens por ter conhecimento adquirido localmente. Os SIGs ainda permitem a integração de dados de diversas fontes e a criação de banco de dados georreferenciados através da automatização da produção de documentos cartográficos, o que ajuda na solução das complexidades (CAVALLARI; TAMAE; ROSA, 2007).

Um exemplo importante do mapeamento no apoio à tomada de decisões é a utilização do geoprocessamento na elaboração de Planos Diretores Municipais (PDM). Os SIGs podem ser utilizados em análises de taxa de ocupação, verticalização, traçado de vias, zoneamento etc. Entre as vantagens do uso de SIG no apoio da elaboração do PDM destacam-se: eficiência, precisão e qualidade da informação espacializada; base de dados espaciais que permite armazenar, consultar, exibir, alterar e excluir informações georreferenciadas; permitir a criação de cadastros; calcular áreas; realizar estudos temporais e simulações (CAVALLARI; TAMAE; ROSA, 2007).

A revisão do Plano Diretor de Maricá, por exemplo, foi realizada pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) e foi utilizado o mapeamento como apoio à tomada de decisões. Além do mapa principal do macrozoneamento, que está na figura 3, também foram produzidos mapas de: perímetro urbano; áreas especiais de interesse social; sistemas dos mananciais e recursos hídricos; sistemas de áreas verdes e espaços públicos; patrimônio histórico, cultural e paisagístico; e sistema viário do município. Esses mapas ilustram os fatores urbanos e ambientais de Maricá, facilitando as decisões a serem direcionadas no plano diretor.

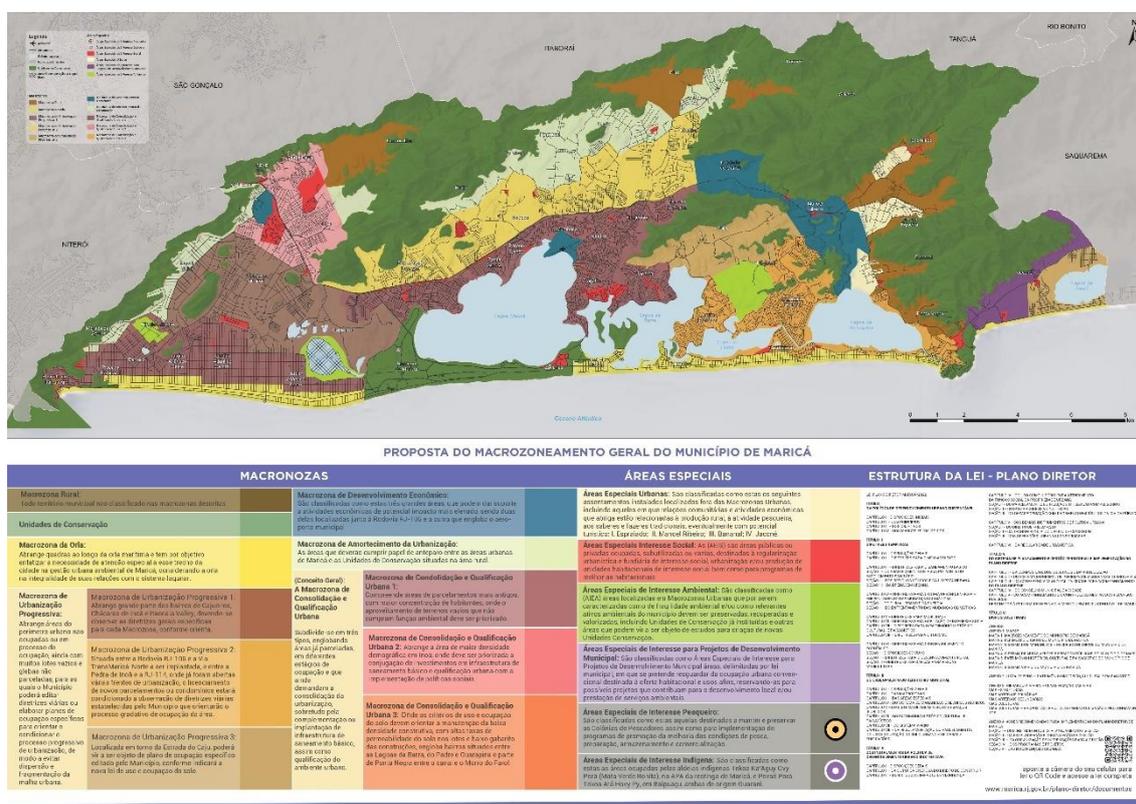


Figura 3: Exemplo de Mapeamento para Tomada de Decisão: Revisão do Plano Diretor de Maricá
 Fonte: (MARICÁ, 2022)

Um outro exemplo é o uso de mapeamento por geoprocessamento no apoio à gestão de instituições de ensino. Informações simples como o local de residência dos alunos de uma instituição podem auxiliar em muitas decisões da gestão. Ainda há a possibilidade de integração com outras informações fornecidas pelos alunos e que não tenham caráter sigiloso. Com a utilização de SIGs, as tomadas de decisões das gestões podem ser tornar mais rápidas e eficazes, resultando em melhorias, como uma menor taxa de evasão escolar, por exemplo. Além disso, o mapeamento também ajudaria na elaboração de

estratégias de divulgação da instituição e em outras ações como pleitear por mais transportes públicos no local (SANTOS; BRITO; MAGALHÃES, 2022).

Nesse contexto, tem-se como exemplo prático o Projeto AIM (*Ateliers de L’Innovation Pour Les Métropoles*), feito com a parceria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com a *Sorbonne Universités* e a *Université de Technologie Compiègne*. O projeto teve como objetivo o envolvimento de estudantes de diversos contextos trabalhando em conjunto para solucionar os problemas urbanos. Um dos usos do mapeamento para tomada de decisão nesse projeto foi em relação a mobilidade urbana no campus da Cidade Universitária da UFRJ. Alguns mapas do projeto estão na imagem da figura 4. A partir desses mapas, é possível obter informações sobre demandas de deslocamento e de transporte público, por exemplo.

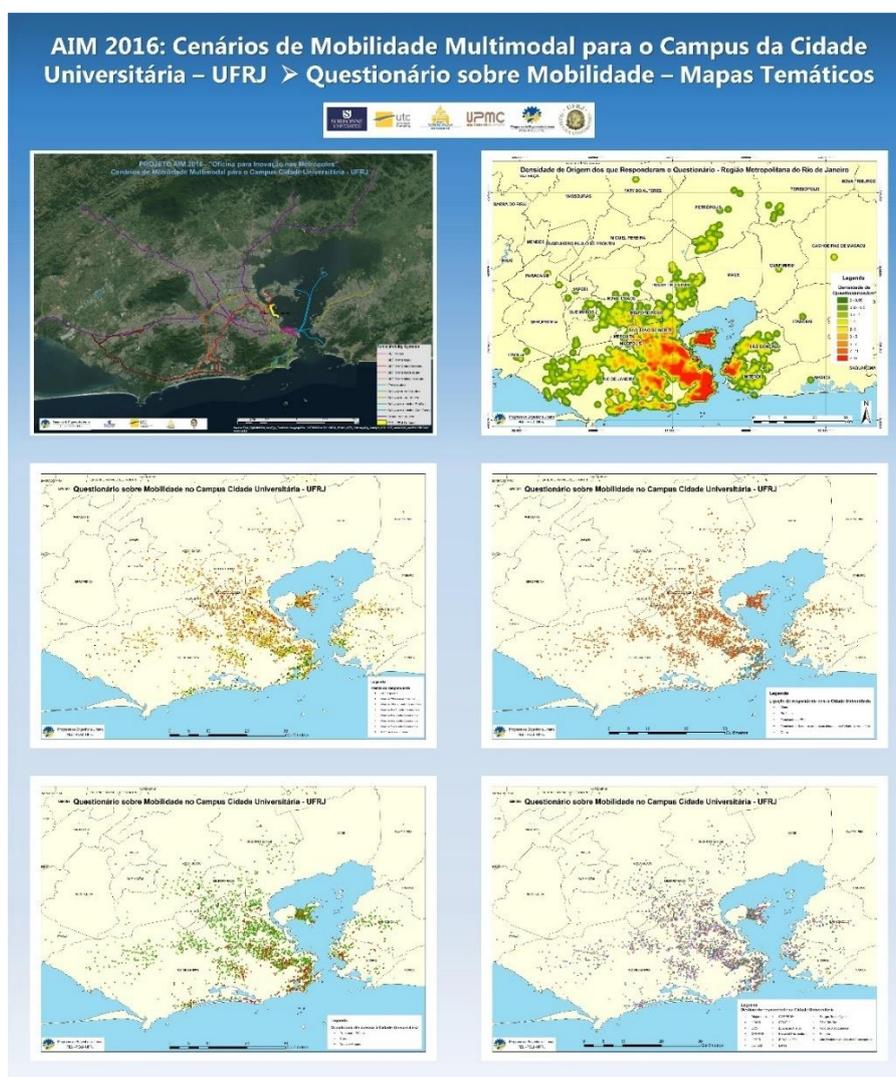


Figura 4: Exemplo de Mapeamento para Tomada de Decisão: Projeto AIM

Fonte: (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO; SORBONNE UNIVERSITÉS, 2016)

Há também exemplos da utilização de SIGs no apoio à tomada de decisão combinados com outros programas, é o caso de outorga do uso da água. Nesse caso, são utilizadas metodologias de cálculo de balanço hídrico e ferramentas de suporte de tomada de decisão dentro do SIG, necessitando de ferramentas complementares que fazem os balanços hídricos através do MDE e de variáveis hidrológicas. Os resultados proporcionam uma fácil identificação da relação entre as demandas e disponibilidades hídricas em cada trecho de curso d'água, por avaliar espacialmente o fator de comprometimento de cada trecho. Essas informações são muito úteis no apoio à tomada de decisão do agente outorgante em relação às solicitações de outorga da bacia hidrográfica (PEREIRA; KAYSER; COLLISCHONN, 2012).

Com os exemplos dados, é possível perceber que a utilização de SIG como ferramenta de suporte para análises e decisões tem se mostrado muito satisfatória, principalmente em gestões urbanas e ambientais. Estes dois setores envolvem a interação de múltiplos fatores nas suas gestões, logo, o SIG funciona como um meio onde é possível selecionar os fatores necessários para a cada situação e, então, trabalhar cada fator da forma que se deseja e na localidade em que se deseja. Outra característica do SIG que faz dele uma boa ferramenta para análises urbanas e ambientais é a utilização da localização associada às outras informações, utilizando sistema e projeções de coordenadas. Desta forma, um dado fica interligado a um ponto, linha ou polígono georreferenciado em algum local do mundo.

2.3. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL

Os sistemas fluviais possuem um papel fundamental na dinâmica do sistema urbano. Eles constituem um ecossistema ribeirinho muito importante, com capacidade de suporte de populações vegetais, animais e humanos. Porém, a interação dos rios com a cidade pode se tornar bastante complexa. A exploração das potencialidades dos sistemas fluviais pelo homem pode resultar no deterioramento das funções dos cursos d'água, ocasionando desequilíbrios no sistema, principalmente se essa exploração for feita através da ocupação desordenada do território e da má gestão dos recursos hídricos (AMORIM, [s. d.]; PATRÍCIO, 2009).

Ao longo dos tempos a relação do homem com os rios foi se modificando, sendo possível identificar cinco diferentes fases: a fase do temor e sacralização, quando as águas

e os rios eram associados a rituais de purificação, perdão, castigo, vida ou morte; a fase da harmonia e ajustamento, tendo a civilização egípcia como exemplo, que utilizava os solos inundados pelas cheias cíclicas do Rio Nilo para plantação; a fase de controle e domínio, que se refere desde as civilizações hidráulicas mais antigas até as grandes obras mais recentes de regularização fluvial e de barragens; a fase de degradação e sujeição, quando ocorre a artificialização dos rios, com a modificação do seu regime e dinâmica e alteração e destruição de comunidades biológicas, os rios eram usados como sistema de recolhimento de resíduos; e a fase de recuperação e sustentabilidade, quando se verifica uma mudança em relação às atitudes referentes às questões ambientais, contestando grandes obras de infraestrutura hidráulica (SARAIVA, 1999).

Sendo assim, o entendimento da sustentabilidade e recuperação foi sendo construído sobretudo nas últimas cinco décadas, com o surgimento das preocupações ambientais e de conceitos como o desenvolvimento sustentável, por exemplo. A ideia de compatibilização dos desenvolvimentos econômico, social e ambiental é recente se comparada com o processo de formação das cidades brasileiras. Com isso, as necessidades das gerações futuras não eram pensadas quando a cidade do Rio de Janeiro começou a crescer e se desenvolver e os recursos naturais foram sendo explorados sem a preocupação da preservação.

Além disso, os processos de modernização das cidades que ocorreram ao longo do tempo, dando destaque para as mudanças que Pereira Passos fez na cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 1902 e 1906, também não levavam em consideração o equilíbrio dos fatores econômico, social e ambiental, estando relacionado à fase de degradação e sujeição da relação do homem com os sistemas fluviais.

Desta forma, as cidades tornaram-se fonte de alguns dos principais problemas ambientais, tanto a nível de saúde pública, como também em relação a disfunções e incomodidades, sendo possível destacar os cursos d'água como um dos recursos naturais mais prejudicados nos processos de formação e desenvolvimento do ambiente urbano.

Por outro lado, atualmente, as cidades são polos de atração e lazer, busca-se morar nelas para se ter uma melhor qualidade de vida. Isso ocorre, principalmente, porque elas são capazes de concentrar em uma mesma localidade ofertas de emprego, lazer, saúde, educação etc. Com isso, os planejamentos urbanos atuais almejam a recuperação dos

recursos naturais antes degradados como forma de melhorar a qualidade de vida nas cidades (MORENO, 2011).

Em relação aos sistemas fluviais, fica claro que no Brasil ainda há uma baixa qualidade urbana nas frentes de água, o que ocorre por diversos fatores, porém destaca-se a fragilidade dos órgãos gestores e fiscalizadores na tomada de decisão sobre como atuar nessas áreas que deveriam ser de uso público e acessível para todos (BENEDET, 2019).

Intervenções de reabilitação, regeneração e/ou renovação urbana são cada vez mais frequentes ao nível de frentes ribeirinhas por serem consideradas como uma oportunidade para requalificação urbana e valorização ambiental das cidades. O potencial dessas zonas em termos ambientais e paisagísticos atribui um valor identitário único ao espaço público (PATRÍCIO, 2009).

Um novo modelo de urbanização surge com essa redescoberta do valor paisagístico e ambiental das frentes de água e com a aproximação da população à água. Assim, há uma nova forma de olhar para o espaço existente, mais atenta à paisagem e aos processos de sustentabilidade do território.

Em cidades como o Rio de Janeiro, que possui uma orla extensa e muito atrativa, é dado muito destaque as frentes marítimas, enquanto os sistemas fluviais são deixados de lado. Ainda mais com crescimento desordenado e falta de planejamento, os rios passaram a ser meramente transportadores dos efluentes líquidos e, até mesmo, resíduos sólidos. No entanto, existe um potencial enorme a ser explorado nos sistemas fluviais da cidade.

2.3.1. Definição do Conceito de Requalificação Fluvial

Neste ponto, é importante a distinção entre os conceitos de restauração fluvial e de requalificação fluvial, que muitas vezes são usados como sinônimos e se confundem, porém possuem diferenças.

O termo restauração traz a ideia do processo de transformação que faz como que se retorne ao padrão original, ou seja, que o ambiente seja recuperado totalmente após alguma perturbação. Em relação a restauração fluvial, entende-se como um projeto com

o objetivo de recuperação da estrutura nativa e de todas as funções originais do curso d'água (MORENO, 2011).

Já o termo requalificação não considera essa recuperação total retornando ao sistema original, ela considera uma recuperação parcial das estruturas e funções do curso d'água. Em intervenções em cursos d'água urbana, o termo requalificação fluvial é o mais utilizado por trazer essa ideia de uma melhoria, mesmo que não se alcance o estado original do curso d'água. Além disso, a requalificação indica a atribuição de novos valores ambientais ao local e pode ser repetida ao longo do tempo (SARAIVA, 1999)

Na literatura, existem ainda outros termos como o de reabilitação utilizado por Teiga (2003). Ele destaca que reabilitação é um termo mais abrangente e sustentado, refletindo os sentidos e propostas das intervenções em recursos hídricos. Sua definição para reabilitação é retomar as condições do ecossistema características da situação preexistente a uma perturbação determinada, trazendo uma ideia semelhante à ideia de restauração e agregando os valores culturais presentes ao termo (TEIGA, 2003).

Neste trabalho, será adotado o termo de requalificação fluvial, por se acreditar que a retomada para a situação inicial é algo muito distante da realidade. Com isso, busca-se uma melhora na qualidade dos sistemas fluviais, que proporcione uma melhora na qualidade de vida da população local.

Mesmo assim, é possível aproveitar a divisão feita por Teiga (2003) entre reabilitações não-estruturais e estruturais e trazê-las para a requalificação fluvial. As medidas tomadas nesse processo também podem ser divididas em não-estruturais e estruturais. A primeira forma seria através de ferramentas de gestão ambiental como Planos Diretores Municipais e Planejamentos de Bacias Hidrográficas, por exemplo. Essas medidas não-estruturais são em sua maioria preventivas e buscam minimizar os impactos negativos de projetos de intervenções estruturais. As medidas estruturais são intervenções preventivas ou corretivas que buscam a melhoria do usufruto dos sistemas ribeirinhos. Elas podem ser extraordinárias ou de intervenção contínua. Alguns exemplos são: proteção, limpeza, proteção, meandrização, estreitamento/alargamento, repovoamento de espécie de flora ou fauna (TEIGA, 2003).

Anteriormente, no tópico 1.2, foi ressaltada a importância da padronização de etapas e os nomes de cada uma delas definidas por Teiga (2003). Para enfatizar, as oito etapas sequenciais são: identificação do problema; identificação dos objetivos da reabilitação; identificação das soluções; elaboração do projeto; implementação e gestão; monitoramento; programas de verificação e avaliação; implementação de medidas mitigadoras e corretoras (TEIGA, 2003).

2.3.2. Exemplos de Requalificação Fluvial Executados

A requalificação de frentes de água começou pelas antigas áreas industriais e comerciais ribeirinhas e as transformou em novos espaços de habitação, serviço, lazer e equipamentos (PATRÍCIO, 2009). Desta forma, os primeiros projetos de requalificação de frentes de água foram executados em áreas que antes eram portos e, que com desenvolvimento de novas tecnologias e modos de transporte de carga, passaram por transformações que esvaziaram os locais próximos aos portos. Com o tempo, essas regiões foram ficando abandonadas e cada vez mais degradadas.

Na Europa, o interesse pela requalificação de áreas abandonadas foi crescendo no momento pós Segunda Guerra Mundial, principalmente algumas décadas depois, em 1970, 1980 e 1990. Nesta época, os países já tinham conseguido se recuperar da guerra e as populações foram crescendo, gerando a expansão urbana. Com isso, grandes projetos de requalificação de frentes de água, foram executados em cidades europeias, servindo como exemplo desse tipo de recuperação de áreas degradadas. Nesse contexto, podem ser destacados o projeto das Docas de Londres (PATRÍCIO, 2009).

O governo do Reino Unido criou em 1981 uma agência chamada *London Docklands Development Corporation* (LDDC) com o objetivo de recuperar a área das docas que fica localizada na parte leste de Londres. Durante dezesseis anos, a LDDC foi responsável por recuperar cerca de vinte e dois quilômetros quadrados e ajudou na criação de locais importante de Londres como o *Canary Wharf* (um dos principais centros financeiros de Londres e do mundo), *Surrey Quays Shopping Center*, *London City Airport* etc (PATRÍCIO, 2009).

Na figura 5, estão as quatro fases do projeto de requalificação da região das docas de Londres. É possível perceber que foram criadas muitas áreas de habitação e de espaços abertos, além da expansão de área industriais.

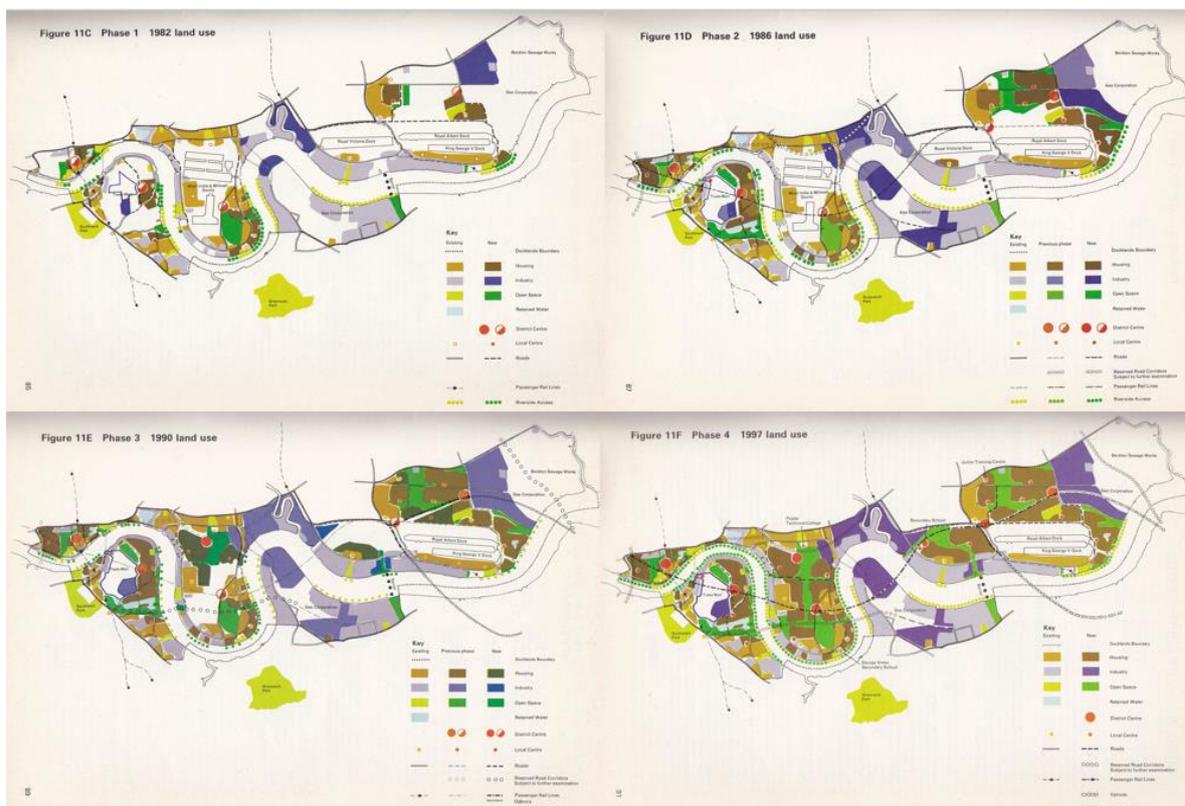


Figura 5: Projeto da Requalificação das Docas de Londres
 Fonte: (LONDON DOCKLANDS – A 1976 STRATEGIC PLAN, [s. d.]

As figuras 6 e 7 são o antes e depois de dois locais que fizeram parte do projeto de requalificação das docas de Londres. A figura 6 é da *Nelson Dry Dock*. A figura 7 é da *West India Dock* em 1982 e 1993.



Figura 6: Antes e Depois do Projeto da Requalificação das Docas de Londres em *Nelson Dry Dock*
 Fonte: (LONDON DOCKLANDS – A 1976 STRATEGIC PLAN, [s. d.]



Figura 7: Antes e Depois Projeto da Requalificação das Docas de Londres em *West India Dock*
Fonte: (LONDON DOCKLANDS – A 1976 STRATEGIC PLAN, [s. d.]

Outro exemplo de requalificação fluvial também realizado na Europa foi dentro do Programa Polis, em Portugal. Esse programa foi criado em 2000 com o objetivo de melhorar a qualidade de vida nas cidades através de intervenções urbanísticas e ambientais. Foram selecionadas cidades médias com algumas particularidades: que tiveram um crescimento urbano desordenado nos últimos vinte anos; que tivessem um elemento natural que fosse um elemento estruturante no crescimento da cidade; e que já tivessem trabalhos recentes de requalificação urbana. Com isso, foram selecionadas 28 (vinte e oito) cidades, sendo que em 19 (dezenove) delas foram realizados projetos de requalificação fluvial (PATRÍCIO, 2009).

A cidade de Leiria, localizada na região central de Portugal entre Lisboa e Coimbra, foi uma das escolhidas. O Rio Lis passa pelo meio da cidade e foi um dos principais focos do projeto, juntamente com o centro histórico. As intervenções foram planejadas pensando na criação de uma estrutura verde contínua com percursos de pedestres e

ciclovias nas margens do rio, proporcionando uma integração paisagística do rio e implementando espaços e equipamentos de lazer (PATRÍCIO, 2009).

A figura 8 mostra a divisão das zonas de intervenção do Programa Polis Leiria. Na figura 9, estão as intervenções em cada zona, foram colocadas setas marrons para identificar os pontos de conexão entre cada mapa.

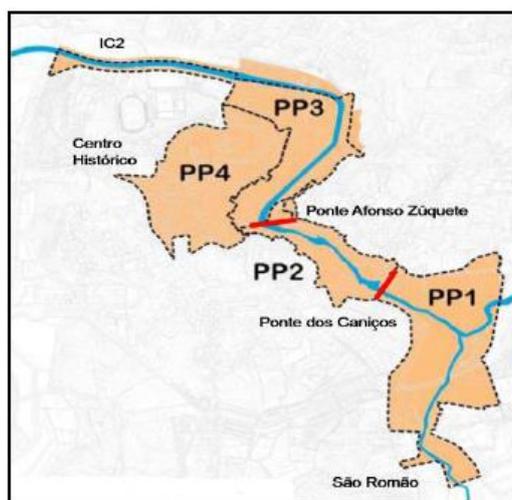


Figura 8: Zonas de Intervenção do Programa Polis Leiria
Fonte: (PATRÍCIO, 2009)

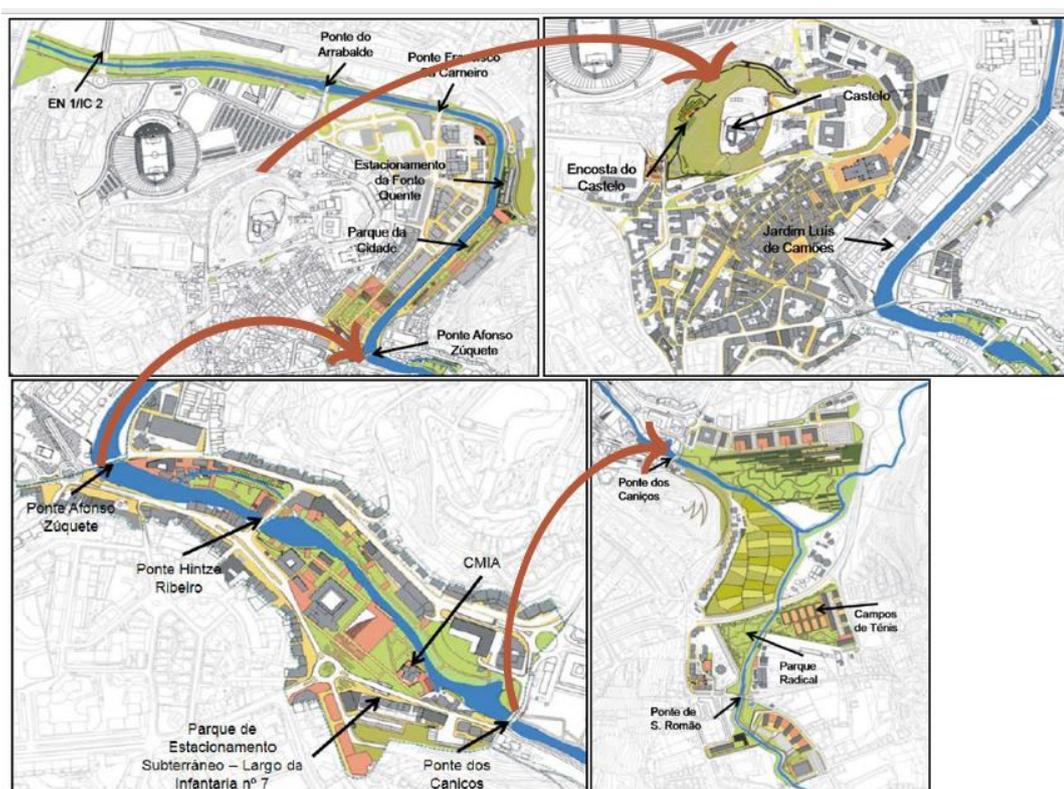


Figura 9: Intervenção do Programa Polis Leiria
Fonte: Adaptado de (PATRÍCIO, 2009)

Nesse projeto de requalificação urbana do Programa Polis Leiria, é possível observar a requalificação fluvial do Rio Lis como protagonista da intervenção. Buscou-se uma melhora na qualidade de vida da população de Leiria através da valorização do rio, criando áreas de lazer ao seu redor.

A figura 10 mostra alguns resultados do Programa Polis Leiria, como criação de ciclovia e vias de pedestres com piso permeável, instalação de mobiliário urbano para áreas de repouso e áreas de lazer com pista de skate e parque para crianças.



Figura 10: Ciclovia, via de pedestres, mobiliário urbano e áreas de lazer do Programa Polis Leiria
Fonte: (MUNICÍPIO DE LEIRIA, [s. d.]

Outros dois fatores importantes do projeto estão exemplificados na figura 11, com a arte urbana e a iluminação noturna do percurso. Dois fatores que trazem a revitalização visual do local e que aumentam a sensação de limpeza e segurança.

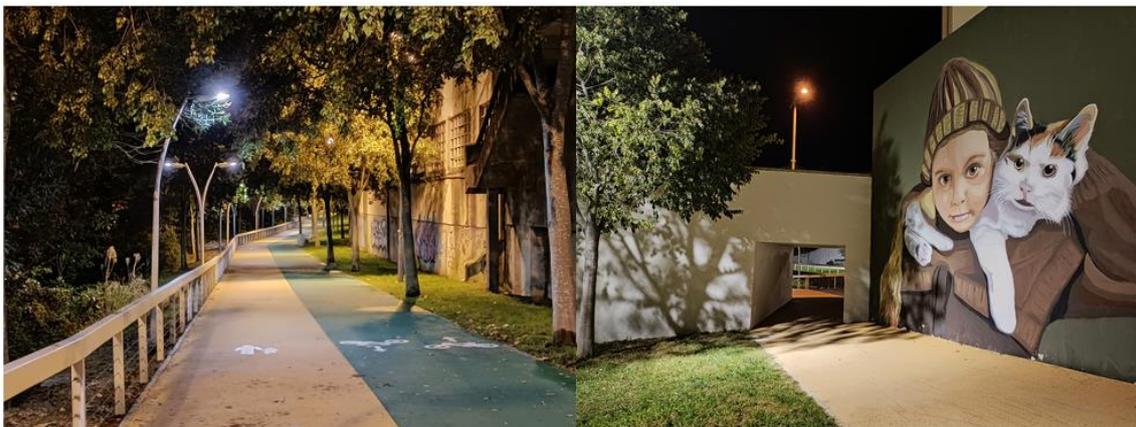


Figura 11: Arte urbana e iluminação noturna do Programa Polis Leiria
Fonte: (MUNICÍPIO DE LEIRIA, [s. d.]

Recentemente, surgiu a iniciativa por parte do Município de Leiria de ampliar o programa com a criação do Parque Aquapolis Leiria, numa área de 8 hectares junto ao Horto Municipal. O parque terá horto municipal pedagógico, piscina comunitária ao ar livre e parque infantil. A ideia é que ele seja uma continuação do projeto já realizado, fazendo um corredor por toda a cidade. Uma imagem do planeamento desse novo projeto está na figura 12.



Figura 12: Extensão do Programa Polis Leiria
Fonte: (MUNICÍPIO DE LEIRIA, [s. d.]

Pela figura 12, é possível perceber que o objetivo é transformar uma área degradada e subutilizada em uma grande área de lazer do Município de Leiria, proporcionando benefícios para a população.

2.3.3. Fatores Relevantes na Requalificação Fluvial

Com a teoria e os exemplos de requalificação fluvial apresentados através das referências Amorim (2005), Patrício (2009), Moreno (2011), Benedet (2019), Saraiva (1999) e Teiga (2003), fica claro que cada projeto tem suas características específicas e deve ser analisado individualmente para que sejam escolhidos os fatores mais relevantes a partir das características locais e do objetivo do projeto (AMORIM, [s. d.]; BENEDET, 2019; MORENO, 2011; PATRÍCIO, 2009; SARAIVA, 1999; TEIGA, 2003).

Sendo assim, a caracterização urbano-ambiental de uma bacia hidrográfica permite a identificação de fatores importantes e que podem ser relevantes na requalificação de um corpo hídrico.

Como fatores que estarão presentes na maioria dos projetos, podem ser destacados a localização, as características topográficas do local, o uso do solo e informações sobre a população. Esses fatores vão trazer informações importantes sobre o meio em que o rio está inserido: se é uma área mais rural ou mais urbanizada; se o rio mantém suas características originais; o escoamento do rio; se existe natureza preservada ao seu redor; os tipos de fauna e flora ao seu redor; se é uma área com grande densidade populacional; se tem atividades de grande impacto próximas ao rio; as características climáticas da região etc.

Além disso, neste estudo, se mostrou interessante a caracterização de fatores aqui chamados de urbano-ambientais, que são o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a drenagem urbana e a coleta de resíduos sólidos. Esses fatores se tornaram interessantes para o estudo devido à má qualidade da água do Rio Carioca. Desta forma, por ser uma região muito urbanizada, essas informações podem mostrar pontos em que esses serviços de saneamento básico não são suficientes.

O quadro 2 foi feito para resumir os fatores que foram considerados relevantes nos primeiros processos da requalificação fluvial (a identificação dos problemas, a definição de objetivos e o direcionamento de soluções), que são os abordados neste estudo.

Quadro 2: Fatores Relevantes para a Requalificação Fluvial

Tipo de Fator	Fator	Relevância para a Requalificação Fluvial
Caracterização da Bacia	Localização	A localização da bacia hidrográfica traz informações sobre o meio em que ela está inserida (urbano ou rural; tipo de ocupação territorial; clima local etc). Essas informações são importantes principalmente na identificação dos problemas. Elas também contribuem na definição dos objetivos e no direcionamento de soluções na requalificação fluvial.
	Topografia e Escoamento	O escoamento é uma consequência da informação da topografia. Ambos trazem a caracterização física da bacia hidrográfica, o que contribuiu principalmente na identificação dos problemas.
Urbano	Zoneamento Urbano e Uso do Solo	O zoneamento e uso do solo trazem o detalhamento das atividades exercidas no local de estudo. Essa informação é importante na identificação dos problemas, definição dos objetivos e direcionamento de soluções da requalificação fluvial.
	População e Densidade Demográfica	A população e a densidade demográfica complementam as informações do meio em que a bacia está inserida ao trazer as quantidades e concentrações dos moradores. Assim, contribuem principalmente na definição dos objetivos e direcionamento de soluções na requalificação fluvial. Elas também são importantes na identificação de problemas.
	Favelas e Comunidades Urbanas	O detalhamento de favelas e comunidades urbanas traz informações sobre esses locais que possuem particularidades e influenciam na identificação dos problemas e no direcionamento de soluções na requalificação fluvial, principalmente.
	Pontos com Grandes Quantidades de Usuários	Os pontos com grandes quantidades de usuários informam sobre estabelecimentos que podem causar maiores impactos, por isso são importantes, principalmente na identificação dos problemas.
Ambiental	Mata Atlântica e Parque Nacional da Tijuca	A Mata Atlântica e o Parque Nacional Tijuca informam sobre a vegetação e preservação da natureza no local. São importantes principalmente na definição de objetivos e direcionamento de soluções.
	Área de Preservação Permanente	As áreas de preservação permanente também ajudam a obter informações sobre a preservação local e ajudam no direcionamento de soluções.
	Índice de Qualidade de Água	O índice de qualidade de água traz informações sobre a qualidade da água dos corpos hídricos, importante na identificação dos problemas.
	Pluviometria	A pluviometria é um item importante na caracterização de quantidade de água que escoar na bacia, desta forma, influencia na identificação de problemas e direcionamento de soluções.
	Balneabilidade	A informação da balneabilidade na foz do Rio Carioca fornece informações da qualidade da água do rio, sendo importante na identificação dos problemas, principalmente.
Urbano-ambiental	Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário	As informações de abastecimento de água e esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana são importantes para saber a situação da infraestrutura urbana na bacia, pois a ausência desses serviços pode causar impactos negativos na bacia. Assim, são importantes principalmente na identificação de problemas e direcionamento de soluções.
	Coleta de Resíduos Sólidos	
	Drenagem Urbana	

Fonte: Elaboração própria.

3. ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

3.1. BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA

A bacia hidrográfica do Rio Carioca é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. Por esse motivo, será feita uma introdução resumida sobre esta última.

A Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara faz parte da Região Hidrográfica V (RH-V) do Plano de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, juntamente com os sistemas lagunares de Jacarepaguá, Rodrigo de Freitas, Itaipu-Piratininga, Maricá-

Guarapina. Devido a sua grande extensão e complexidade, a RH-V foi dividida em Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP), levando em consideração os cursos d'água principais, as características hidrológicas e interferências. Desta forma, foram criadas oito UHPs: V-a; V-b; V-c1; V-c2; V-d1; V-d2; V-e1; V-e2 (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b). Essa divisão está na figura 13, juntamente como a localização da bacia do Rio Carioca. O mesmo mapa foi elaborado em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução e está no Apêndice 1.

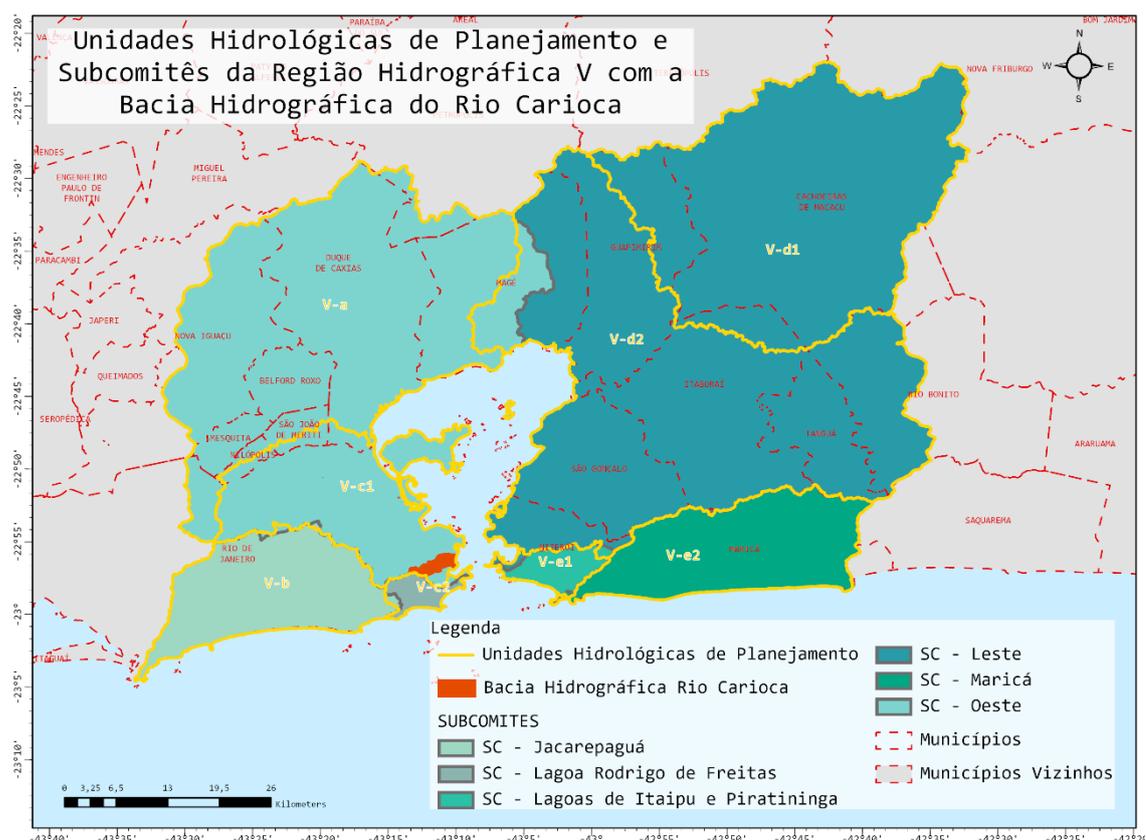


Figura 13: Unidades Hidrológicas de Planejamento da Região Hidrográfica V com a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

É possível perceber que a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca está inserida na V-c1. Essa UHP é nomeada Rios Pavuna-Meriti, Faria-Timbó e Maracanã, Ilha do Governador e Ilha do Fundão. Ela pertence ao subcomitê Oeste juntamente com a UHP V-a e abrange os municípios do Rio de Janeiro, Nilópolis, Duque de Caxias e São João de Meriti (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b).

O subcomitê Oeste tem uma das populações mais expressivas dentro da RH-V, sendo em sua maioria urbana, e tem uma densidade demográfica muito alta também.

Além disso, há diversas favelas e comunidades urbanas nessa região. O clima nessa área é tropical quente e úmido, com uma maior frequência e intensidade de precipitações no verão (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022a).

No município do Rio de Janeiro, o consumo médio de água é de 328,22 l/hab.dia, além do alto consumo, as perdas de cerca de 40% no abastecimento são responsáveis pela média alta. O abastecimento de água no subcomitê Oeste é muito dependente do Sistema Integrado Guandu/Lajes/Acari, através da transposição da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Isso ocorre, principalmente, porque na região não existem mananciais superficiais de abastecimento expressivo, devido a contaminação da água por esgotos domésticos (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022a).

Em relação ao esgotamento sanitário, as informações dos municípios declaram um atendimento de 38 a 93% da população. No entanto, muitas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) operam acima da capacidade e possuem sistemas simples de tratamento (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022a).

Segundo a Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Rio de Janeiro, o esgotamento sanitário da região que fica a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca é direcionado para o emissário submarino de Ipanema, onde antes de ser descartado no oceano recebe apenas o tratamento primário (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2015a).

3.2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

Como foi dito, a bacia do Rio Carioca é uma sub-bacia da Baía de Guanabara, seu rio principal é o Rio Carioca e seus afluentes são o Rio Paineiras, o Rio Chororo, o Rio das Velhas e o Rio Silvestre. A bacia possui área de aproximadamente 7 km² e passa pelos bairros do Alta da Boa Vista, de Santa Teresa, do Cosme Velho, das Laranjeiras, do Catete, do Flamengo e uma pequena parte do bairro de Botafogo. Atualmente, o Rio Carioca possui partes cobertas e descobertas.

O Rio Carioca foi canalizado e redirecionado entre os séculos XVII e XVIII para a construção do Aqueduto Carioca e, desde 1905, após as obras do prefeito Pereira Passos, o rio corre subterraneamente pela maior parte do curso com o intuito de prevenir inundações (SCHLEE *et al.*, 2005).

A região ao redor do Rio Carioca passou por variadas transformações, desde exploração da Floresta da Tijuca para se extrair lenha e plantar café entre os séculos XVIII e XIX, até a intensificação do adensamento urbano no século XX, devido a construção de vias e túneis interligando a região a diferentes partes da cidade (SCHLEE *et al.*, 2005).

Em relação às tentativas de resolução dos problemas da baixa qualidade da água do Rio Carioca, destaca-se a Unidade de Tratamento de Rio (UTR) que começou a funcionar em 2003 na foz do Rio Carioca que deságua na Praia do Flamengo, devido ao grande lançamento de esgoto clandestino ao longo do seu curso, mesmo estando majoritariamente subterrâneo. A UTR foi construída pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro com recursos da Petrobras, obtidos através de uma indenização devido ao acidente em que um duto da empresa que ligava a Refinaria de Duque de Caxias ao terminal Ilha d'água rompeu-se e provocou um vazamento de óleo de grandes proporções, cerca de 1,3 milhões de litros de óleo combustível.

A qualidade da água na Praia do Flamengo após a instalação da UTR apresentou melhoras, porém ligações clandestinas feitas depois da UTR e outros fatores (como marés e correntes marítimas, por exemplo) também interferem na qualidade da água no local. Também é preciso considerar que a Praia do Flamengo está inserida na Baía de Guanabara, que possui vários problemas de poluição por estar cercada pela Região Metropolitana do Rio de Janeiro e receber despejo de esgoto sem tratamento por ligações clandestinas.

Em 2023, a Águas do Rio, empresa responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário em 27 (vinte e sete) municípios do estado do Rio de Janeiro, incluindo 124 (cento e vinte e quatro) bairros da capital, realizou a desobstrução do túnel que leva o esgoto de bairros da Zona Sul até o emissário submarino. Com isso, foi possível realizar o desvio contingencial do Rio Carioca para o Emissário Submarino de Ipanema. Como consequência imediata, constatou-se uma melhora na qualidade da água da Praia do Flamengo (ÁGUAS DO RIO, 2023).

Na figura 14, está o mapa com a representação do interceptor oceânico que foi desobstruído, juntamente com a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e a hidrografia.

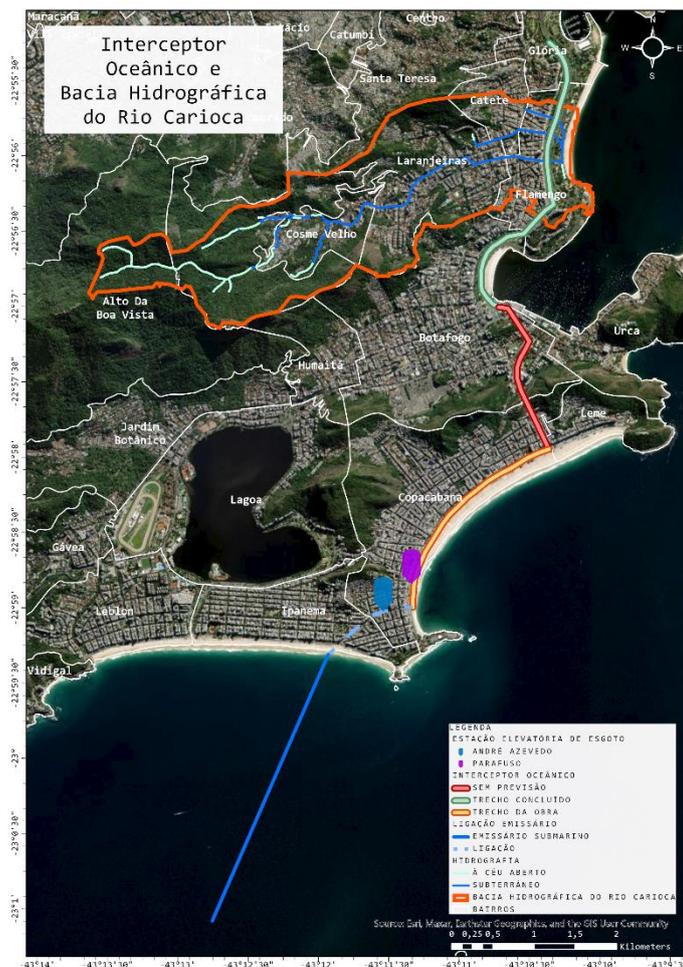


Figura 14: Mapa do Interceptor Oceânico e Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: (MOURÃO; LOPES, 2022)

A estrutura do túnel funciona como um cinturão que começa no bairro da Glória (na altura da Rua do Russel) e vai até a Estação Elevatória do Parafuso (na altura do posto 5 da praia de Copacabana). Em seguida, a água é direcionada para uma segunda elevatória, a André Azevedo, na Rua Francisco Sá (via que liga Copacabana e Ipanema). Por fim, os efluentes são despejados no emissário submarino de Ipanema, na altura da Rua Teixeira de Melo, a uma distância de quatro quilômetros da orla. Antes de serem lançados no interceptor oceânico, os efluentes passam por um sistema de gradeamento mecanizado, com caixas de areia e grades que recolhem resíduos na elevatória André Azevedo (MOURÃO; LOPES, 2022).

3.3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA E MAPA DE FLUXO DO TERRENO

O traçado da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca foi obtido através de diversos procedimentos de geoprocessamento feitos no ArcGIS Pro. Como dado de entrada, foi

utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA (Bando de Dados Geomorfométricos do Brasil).

No projeto TOPODATA, é possível obter o MDE em diversos formatos de acordo com a necessidade do usuário. Para este estudo, foi escolhido o formato GeoTiff (.tiff), que foi obtido no *site* do projeto. Foi selecionada somente a quadrícula que tinha a área do estudo inserida (22s435). Na figura 15, está o mapa de quadrículas obtido no *site* Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e foi circulado em vermelho a quadrícula utilizada neste trabalho.

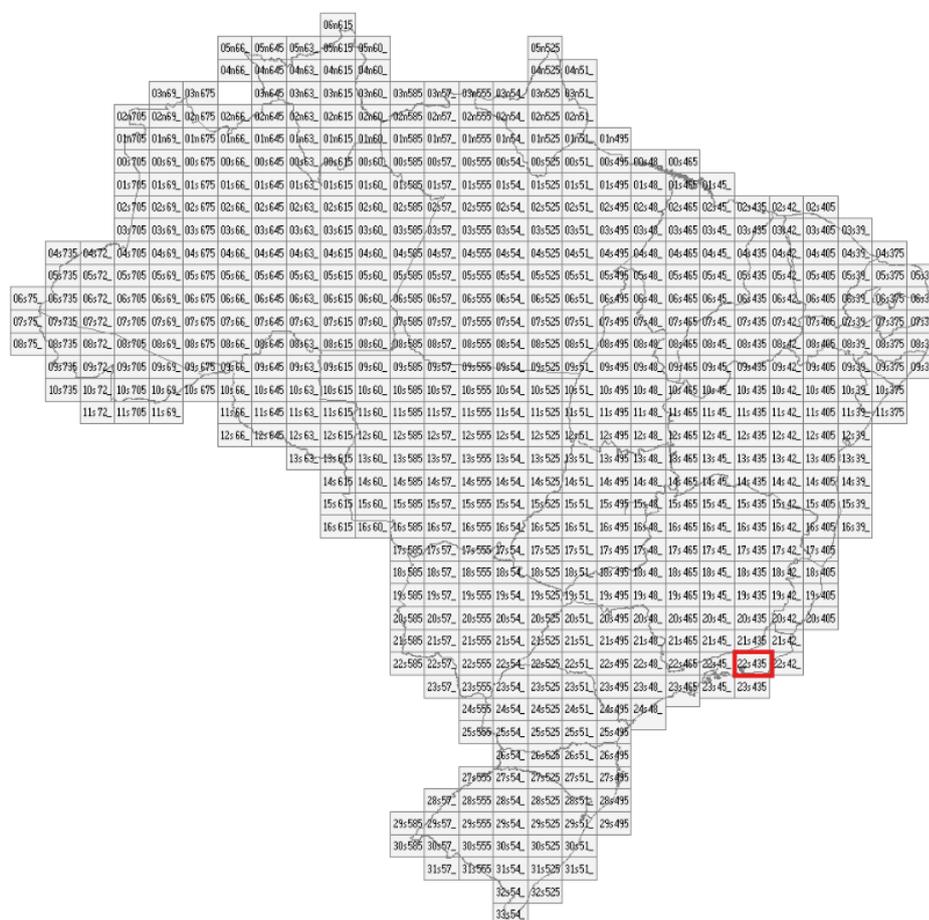


Figura 15: Mapa de Quadrículas do Projeto TOPODATA

Fonte: (INPE, [s. d.]

Em seguida, o arquivo do MDE foi aberto no ArcGIS Pro no formato *raster*, porém sem projeção geográfica definida. Desta forma, foi necessário primeiro definir a projeção através da ferramenta *Define Projection* do *Geoprocessing Tools*. Neste processo, escolhe-se a coordenada geográfica utilizada no projeto, que no caso era a SIRGAS 2000. Depois é possível projetar o *raster* com a ferramenta *Project Raster*,

escolhendo a projeção utilizada no projeto, caso houver. Neste estudo, foi utilizada a projeção SIRGAS 2000 23S, que abrange a área de estudo e projeta os dados no plano, aumentando a precisão.

O próximo procedimento é corrigir as imperfeições que o MDE possa ter, utilizando a ferramenta *Fill* do *Geoprocessing Tools*, que preenche as partes de imperfeições. Em seguida, é necessário definir o valor altimétrico para que ele não tenha valores negativos. Isso é feito copiando o *raster* pelo *Copy Raster*, durante essa ação o *NoData Value* é estabelecido como zero e o tamanho do pixel (*Pixel Type*) é definido com *16_BIT_UNSIGNED*. Para ter acesso a tabela de atributos, é necessário realizar novamente a ferramenta *Fill*.

Com o MDE pronto para ser utilizado, o próximo passo é realizado para descobrir a direção de fluxo no terreno, para isso é utilizada a ferramenta *Flow Direction* do *Geoprocessing Tools*. Agora com a direção de fluxo, é possível obter os formatos das bacias hidrográficas utilizando a ferramenta *Basin*. Com isso, são geradas as grandes bacias, como a Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, por exemplo. Para definir uma bacia mais específica, é necessário criar um *shapefile* de ponto com o exultório da bacia que se deseja criar. Então utiliza-se a ferramenta *Watershed* e seleciona o resultado de direção de fluxo obtido anteriormente e o ponto do exultório criado. Com isso, tem-se o contorno da bacia hidrográfica do Rio Carioca, apresentada na figura 16.

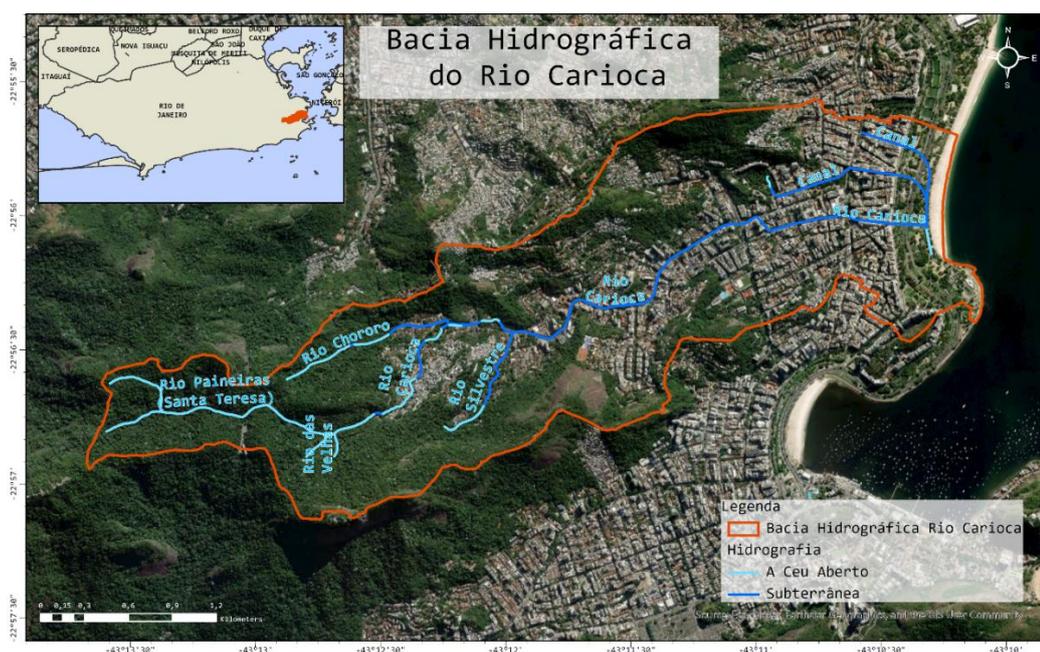


Figura 16: Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (RIO ÁGUAS, 2015, 2018) e (INPE, [s. d.]

A figura 16 mostra as partes do Rio Carioca e de seus afluentes que estão cobertas (em azul-escuro) ou não (em azul-claro), as partes cobertas foram canalizadas e passam por dutos subterrâneos por grande parte do percurso.

É possível perceber pela figura 16 que grande parte do Rio Carioca se encontra subterrâneo. As partes abertas dos rios da bacia estão localizados na parte superior da bacia, próximas à nascente e onde existe uma maior cobertura vegetal.

Como foi visto, a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca passa pelos bairros do Alto da Boa Vista, de Santa Tereza, do Cosme Velho, das Laranjeiras, do Catete, do Flamengo e uma pequena parte do bairro de Botafogo. É possível ver a bacia hidrográfica e os bairros na figura 17.

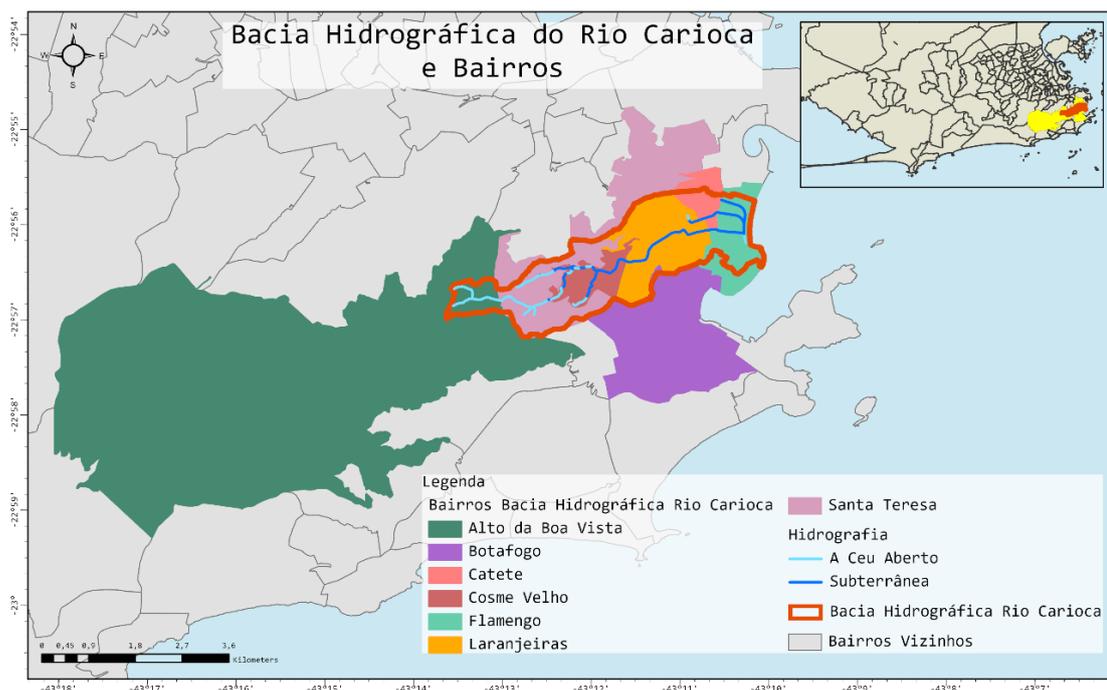


Figura 17: Mapa dos Bairros da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (RIO ÁGUAS, 2015, 2018) e IBGE

Após obter o formato da bacia hidrográfica e o MDE do local, é interessante a seleção da área de interesse para que os dados trabalhados sejam reduzidos. Para isso, é utilizada a ferramenta *Extract by Mask*. No caso deste estudo, o MDE é recortado no formato da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e está representado na figura 18.

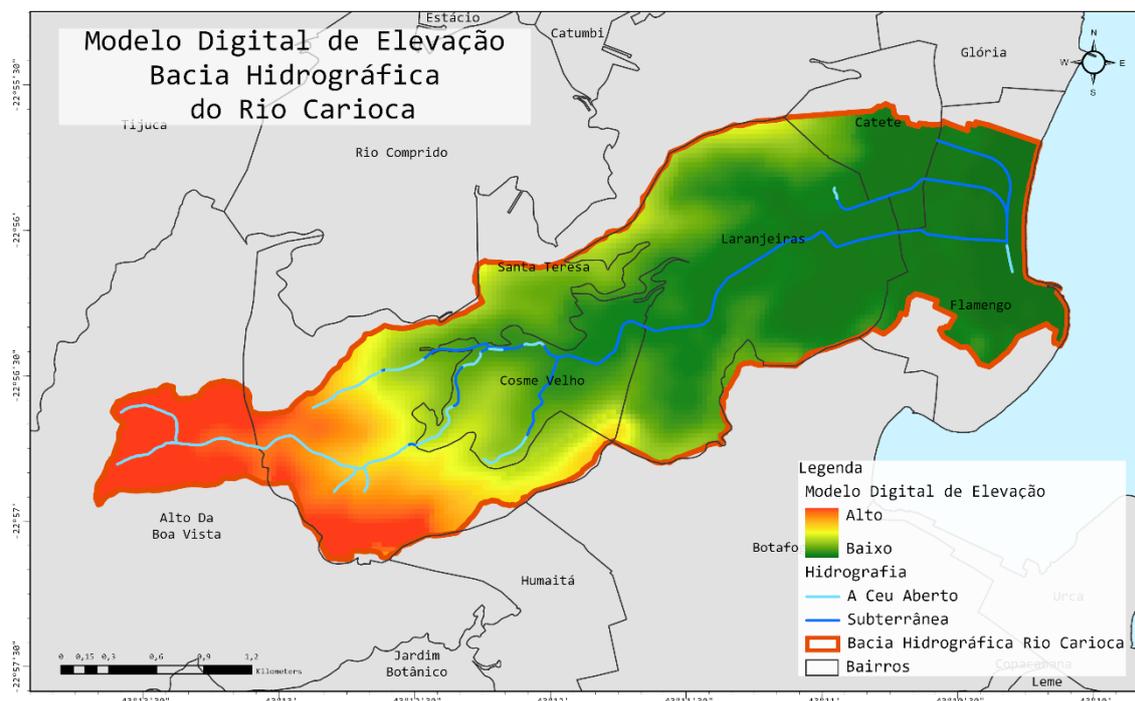


Figura 18: Mapa Digital de Elevação na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do (INPE, [s. d.])

Para se obter o mapa de direção do fluxo do terreno, é gerada a informação de acúmulo de fluxo através da ferramenta *Flow Accumulation* para a área selecionada da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca a partir do MDE. Na figura 19, está a ilustração do resultado obtido para o mapa de fluxo de direção do terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. O mesmo mapa foi elaborado em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução e está no Apêndice 2.

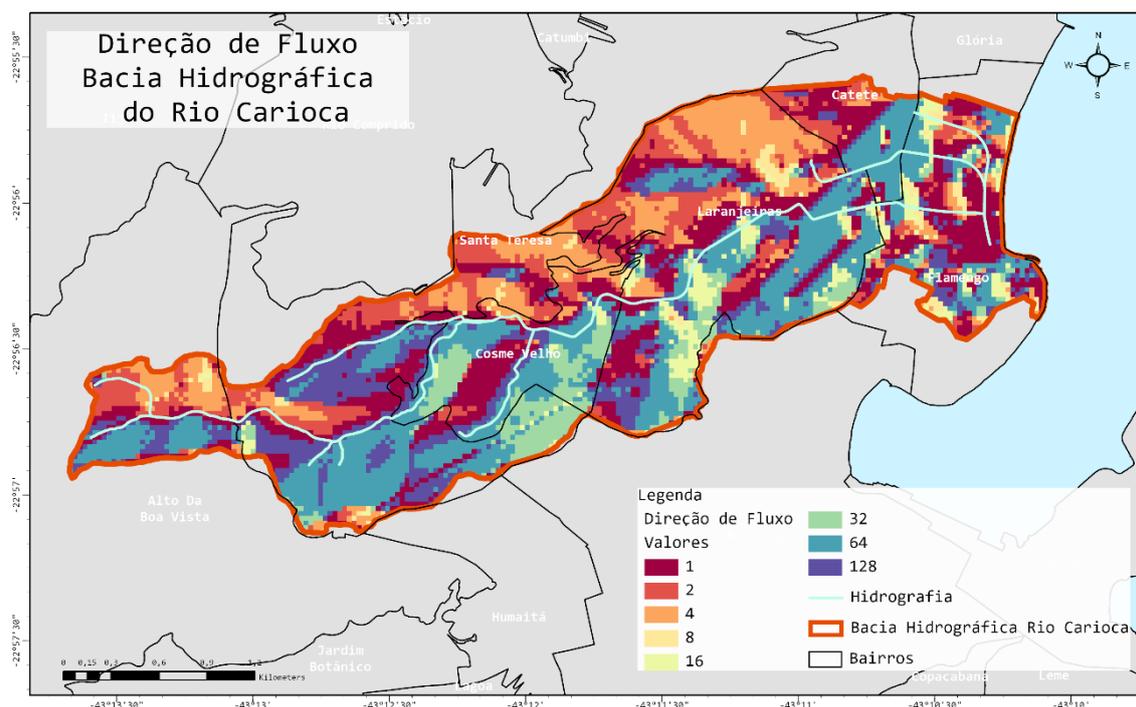


Figura 19: Mapa de Direção de Fluxo do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do (INPE, [s. d.]

As cores do mapa da figura 19 estão atreladas aos valores dos *pixels* no *raster* obtido nos geoprocessamentos descritos. Os valores de direção de fluxo no mapa são explicados da seguinte maneira: os valores próximos de zero (nas cores vermelho e laranja) são para os locais onde a tendência é não ocorrer o acúmulo de fluxo, ou seja, ocorre o escoamento e água não fica naquele local; os valores mais altos (nas cores mais azuladas) são onde o fluxo fica mais concentrado, ou seja, ocorre um acúmulo no local, formando os rios, por exemplo.

O mapa de direção fluxo da figura 19 indica a tendência de fluxo do terreno, considerando somente as elevações naturais do terreno, obtido do MDE. Sendo assim, não são levados em conta alterações antrópicas como canalização, impermeabilização dos solos, desvios etc.

É possível perceber que o traçado da hidrografia segue a tendência descrita. Apesar de ter grande parte canalizada, o Rio Carioca segue o seu percurso natural por boa parte. Somente na parte mais a leste da bacia (próximo a foz), onde o rio foi desviado do seu percurso natural, que ocorre uma maior diferença. A tendência era a continuação do rio na direção do Catete, porém ele foi desviado para a direção do Flamengo.

A partir da direção de fluxo e do formato da bacia, foi possível obter também o recorte da acumulação de fluxo para o local ao delimitar o fluxo de drenagem no terreno usando o *raster calculator* e fazendo uma função condicional com o resultado do *Flow Accumulation*, neste estudo, foi utilizado o parâmetro de *Flow Accumulation* maior do que dez (>10) na função condicional. A figura 20 é o resultado do acúmulo de fluxo da bacia. O mesmo mapa foi elaborado em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução e está no Apêndice 3.

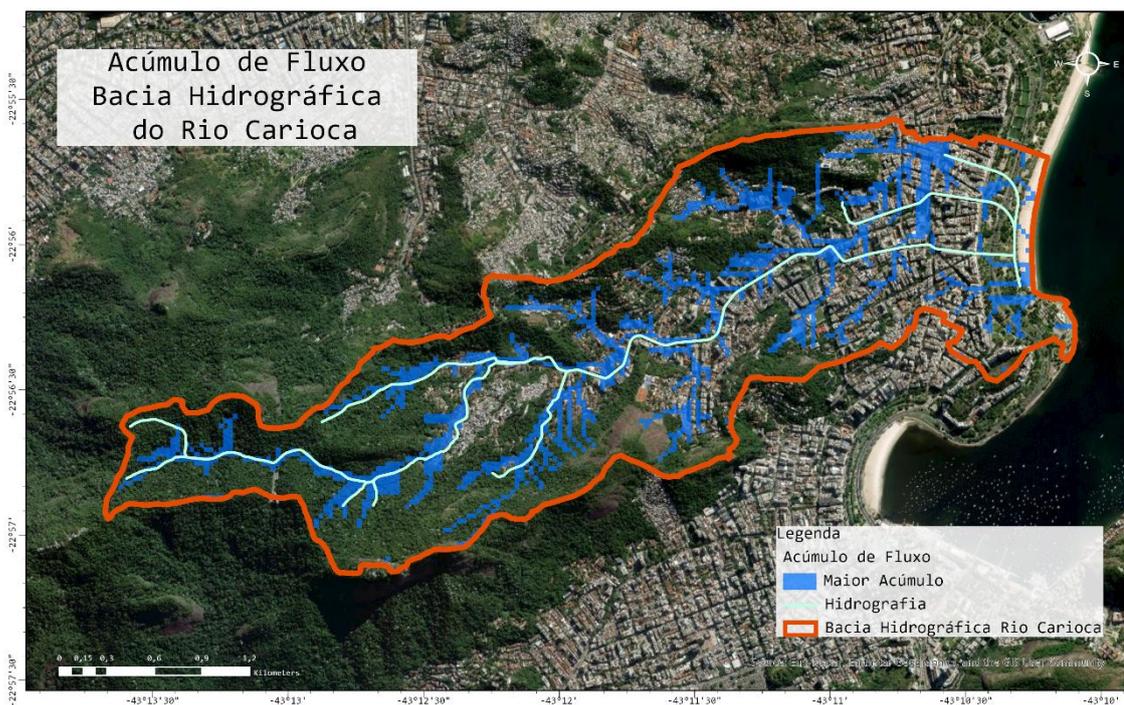


Figura 20: Mapa de Acúmulo de Fluxo do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do (INPE, [s. d.]

Assim como aconteceu no mapa da figura 19, na figura 20 é possível perceber que os locais de maiores acúmulos seguem o percurso dos rios, até o ponto que o Rio Carioca é desviado para o bairro do Flamengo. Além disso, na parte do bairro do Catete, há uma área de acúmulo de fluxo para onde o rio deveria seguir. Atualmente, onde há o acúmulo de fluxo no Catete, ocorrem inundações em épocas de chuvas mais intensas.

Por fim, para transformar o resultado no *shapefile* de fluxo de drenagem, é utilizada a ferramenta *Stream to Feature*, selecionando o arquivo resultante da função condicional do *raster calculator* e o arquivo resultante do *Flow Direction*. Assim, é obtido uma camada *shapefile* de linhas que tem a informação da direção que o fluxo de drenagem tem no local de interesse. Na figura 21, está o mapa com a ilustração da direção de fluxo

representada por setas que indicam para onde iria o escoamento superficial do terreno se fossem considerados apenas as características de elevação do terreno. O mesmo mapa foi elaborado em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução e está no Apêndice 4.

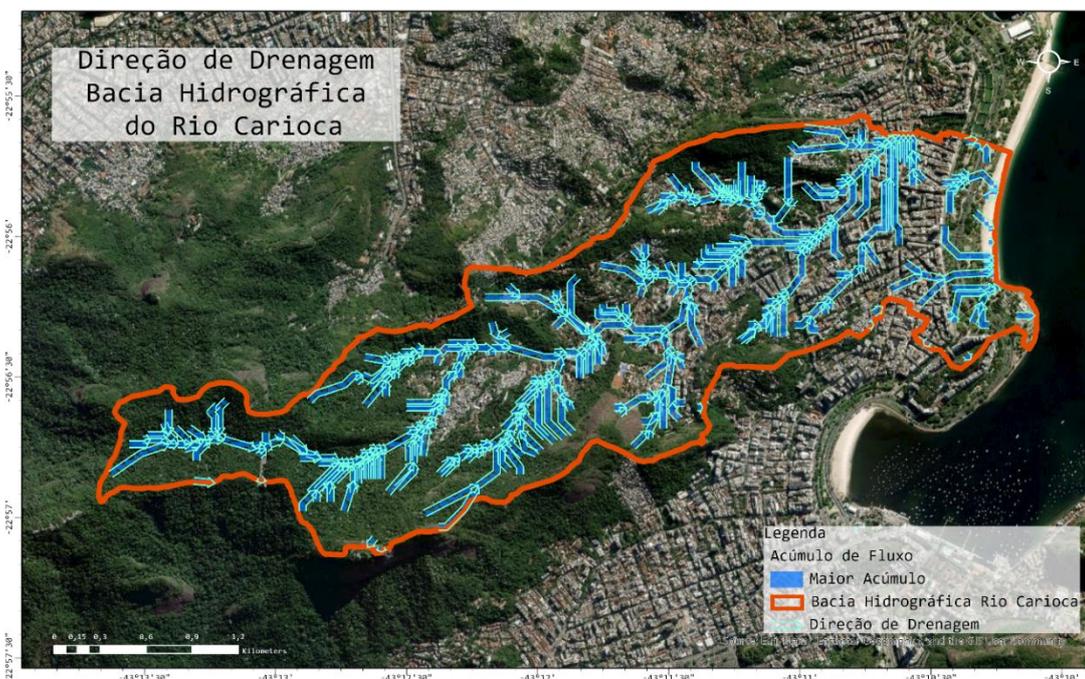


Figura 21: Mapa de Direção de Drenagem do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do (INPE, [s. d.]

Na figura 21, tem-se a direção da drenagem, lembrando que para a elaboração deste mapa foram considerados exclusivamente os critérios de elevação natural do terreno obtidos do MDE. O natural seria o escoamento do rio na parte final da bacia para o norte, em direção ao Catete. No entanto, essa parte final foi desviada e canalizada para a direção leste, no sentido do bairro do Flamengo, onde existe a UTR.

4. FATORES URBANOS

4.1. USO DO SOLO E ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento, uso e ocupação do solo são condicionados de acordo com restrições de natureza ambiental e cultural e são definidos a partir do Plano Diretor do Município. Desta forma, cabe ao governo municipal ordenar o território da cidade conforme macrozonas, áreas de restrição à ocupação, sistema de centros e subcentros e os vetores de desenvolvimento orientados ao transporte (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2018).

A atualização mais recente sobre zoneamento urbano e uso do solo na cidade do Rio de Janeiro segue a Lei Complementar nº 270 de 2024, que institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro. Nessa lei, as zonas se dividem em: zona de conservação ambiental (1 e 2); zona agrícola; zona residencial unifamiliar (1 e 2); zona residencial multifamiliar (1, 2 e 3); zona comercial e de serviços; zona central da cidade; zona de uso misto; zona industrial (zona de uso predominantemente industrial e zona de uso estritamente industrial); zona de desenvolvimento econômico metropolitano; zona de especial interesse social (1 e 2); zona do plano piloto da baixada de Jacarepaguá; zona de operações especiais; zona franca urbanística; e zona de especial interesse territorial estratégico. Para os fins deste estudo se faz necessário o entendimento das definições apresentadas no quadro 3.

Quadro 3: Definições das zonas relevantes para o estudo

ZONEAMENTO	
ZONA	DEFINIÇÃO
Zona de Conservação Ambiental 1 - ZCA 1	Zona que corresponde às áreas de proteção integral onde a ocupação é restrita a atividades de apoio, proteção, controle e gestão ambiental estabelecido em Plano de Manejo ou em Ato Legal que regulamente o seu Zoneamento.
Zona de Conservação Ambiental 2 - ZCA 2	Zona de proteção onde é permitida ocupação de baixa densidade, desde que compatível com a preservação ambiental e, quando se tratar de Unidade de Conservação da Natureza, obedecerá também ao zoneamento estabelecido no Plano de Manejo ou ato legal de regulamentação.
Zona Comercial e de Serviços - ZCS	Zona onde predominam as atividades comerciais e de prestação de serviços de alcance regional e municipal, localizadas preferencialmente junto aos eixos de transportes.
Zona de Especial Interesse Social 2 - ZEIS 2	Áreas classificadas como favelas e áreas contíguas com ocupação semelhante, que estão situadas em áreas sujeitas a regime de proteção ambiental de uso sustentável.
Zona Residencial Multifamiliar 1 - ZRM 1	Permite atividades de serviços compatíveis com as características da zona.
Zona Residencial Multifamiliar 2 - ZRM 2	Permite algumas atividades de comércio e serviços de apoio e complementariedade ao uso residencial e serviço de apoio social.
Zona Residencial Multifamiliar 3 - ZRM 3	Permite convivência com usos não residenciais diversificados.
Zona Residencial Unifamiliar 1 - ZRU 1	Permite atividades de serviços compatíveis com as características da zona.
Zona Residencial Unifamiliar 2 - ZRU 2	Permite atividades não residenciais, compatíveis com as características da zona.

Fonte: (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2024a)

Em relação ao uso do solo, a lei nº 57/2018 estabelece: uso residencial (1, 2 e 3); uso comercial (1, 2 e 3); uso de serviços (1, 2 e 3); uso industrial (1, 2, 3, 4 e 5); uso agrícola; uso institucional de interesse público; serviços públicos. As definições de cada uso estão no quadro 4.

Quadro 4: Definições dos usos

USO	DEFINIÇÃO
Uso Residencial I	Edificações uni e bi familiares.
Uso Residencial II	Grupamentos de edificações unifamiliares e bi familiares e grupamento tipo vila.
Uso Residencial III	Edificações multifamiliares e grupamentos de edificações residenciais multifamiliares.
Uso Comercial I	Comércio varejista, de atendimento cotidiano ou vicinal, que não gere impactos ao seu entorno.
Uso Comercial II	Comércio varejista, de atendimento à população em geral, cuja implantação poderá estar sujeita a avaliação de impactos.
Uso Comercial III	Comércio varejista ou atacadista, de atendimento à população em geral, que gere impactos no entorno, exigindo planejamento ou intervenções específicas para sua implantação.
Uso de Serviços I	Serviços de atendimento cotidiano ou vicinal que não gerem impactos no entorno.
Uso de Serviços II	Serviços de atendimento à população em geral cuja implantação poderá estar sujeita a avaliação de impactos.
Uso de Serviços III	Serviços de atendimento à população em geral que gerem impactos no entorno, exigindo planejamento ou intervenções específicas para sua implantação.
Uso Industrial I	Atividades industriais de impacto insignificante, incluindo indústria caseira, de pequenas dimensões e escala reduzida de produção, que tenham processo produtivo compatível com os demais usos urbanos, inclusive o residencial, sem causar incômodo de qualquer espécie.
Uso Industrial II	Atividades industriais de impacto insignificante que tenham processo produtivo compatível com os demais usos urbanos, inclusive o residencial, sem causar incômodo de qualquer espécie.
Uso Industrial III	Atividades industriais causadoras de impactos no meio ambiente ou no sistema viário, mas que possuem operação compatível com os demais usos urbanos se submetidas a métodos adequados de controle de impactos e tratamento de emissões e efluentes.
Uso Industrial IV	Atividades industriais potencialmente poluidoras ou de grande porte cuja operação demande controle de impactos ambientais e de carga, exigindo intervenções específicas para a sua implantação.
Uso Industrial V	Atividades industriais potencialmente poluidoras, de natureza incômoda, nociva ou perigosa, que exijam localização e restrições específicas para a proteção dos demais usos urbanos, condicionadas a adoção de medidas mitigadoras e compensatórias.
Uso Agrícola	Atividades destinadas ao cultivo da terra e à criação animal.
Uso Institucional de Interesse Público	Atividades exercidas por instituições do governo municipal, estadual ou federal em equipamentos públicos ou por instituições de cunho assistencial e religioso.
Serviços Públicos	Atividades exercidas por instituições públicas ou concedidas por estas que demandem planejamento específico, como cemitérios e atividades ligadas ao saneamento ambiental.
Uso Pesqueiro	Atividades destinadas à pesca.

Fonte: (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2024a)

A Lei de Uso e Ocupação do Solo apresenta uma tabela em anexo relacionando cada uso com as zonas e a adequação ou não. Desta forma, fica ordenado o que pode ser feito em cada localidade. Para este estudo é interessante o entendimento das zonas e usos apresentados no quadro 5.

Quadro 5: Usos permitidos por zona

ZONA	USOS PERMITIDOS POR ZONA														
	Residencial			Comercial			Serviços			Industrial					Agrícola
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	IV	V	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2019b)

Dentre os usos apresentados, destacam-se a cobertura arbórea e arbustiva e áreas residenciais. A área de vegetação é referente em sua maioria ao Parque Nacional da Tijuca, principalmente nas nascentes dos rios. O uso residencial é o principal da região e os comércios e serviços locais existem para atender aos moradores locais. As áreas de lazer também representam uma grande parcela do território da bacia hidrográfica, sobretudo no Aterro do Flamengo.

A partir dos dados disponíveis no DATA.RIO, optou-se por seleccionar uma série histórica de quatro anos (2004, 2010, 2015 e 2019) para analisar se ocorreram muitas mudanças nos usos do solo nas últimas décadas. O primeiro (2004) e o último (2019) anos foram seleccionados porque eram os disponíveis. Os anos de 2010 e 2015 foram seleccionados para que se tivesse um intervalo parecido entre os anos. Os dados também foram obtidos no *site* do DATA.RIO, referentes a todo o município do Rio de Janeiro, e foi seleccionada somente a área da bacia hidrográfica através da ferramenta *clip*. Os mapas estão apresentados em conjunto na figura 23 e em folha de formato A0 no Apêndice 6 para que fosse possível ter melhor resolução.

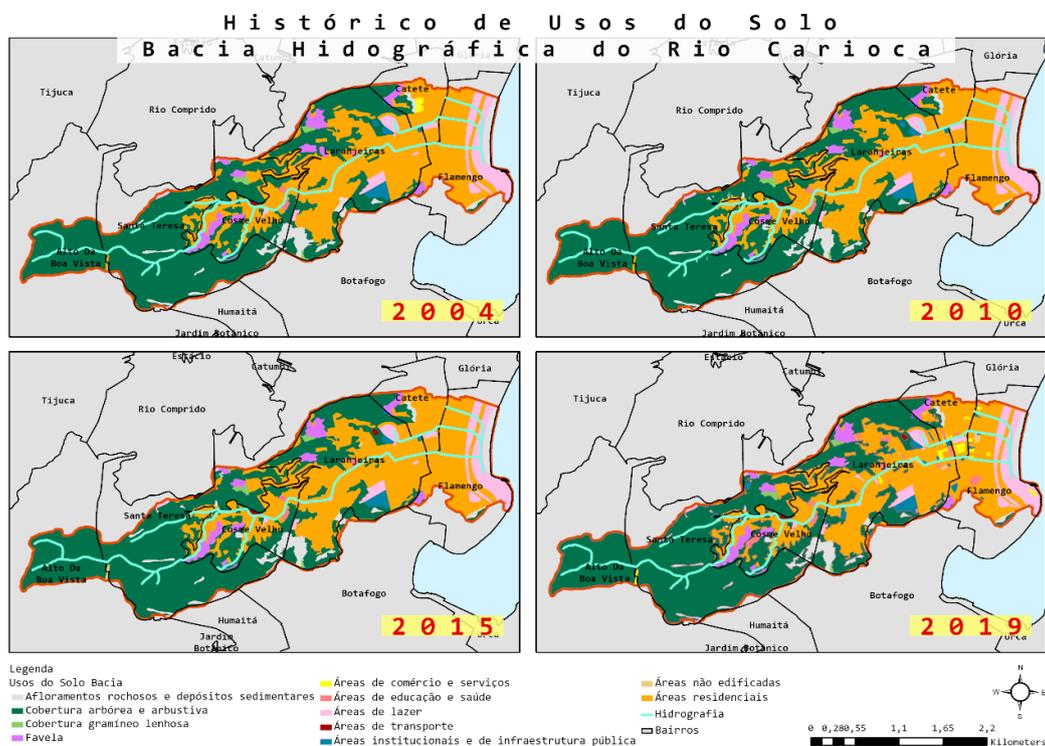


Figura 23: Histórico de usos do solo da bacia hidrográfica do rio Carioca (2004, 2010, 2015, 2019)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2004, 2010, 2015b, 2019b)

De modo geral os usos do solo permaneceram os mesmos ao longo dos quinze anos dessa série histórica. As principais diferenças observadas foram que nos anos 2010 e 2015 não há o registro da categoria “Áreas de comércio e serviços”, ocorre em 2004 (em apenas um local, no bairro do Catete) e em 2019 (de forma mais detalha e dispersa em Laranjeiras, Catete e Flamengo). O maior detalhamento no mapa do ano de 2019 na área correspondente ao Largo do Machado e redondezas (entre os bairros Laranjeiras, Catete e Flamengo) foi a maior diferença encontrada de modo geral. No entanto, é importante ressaltar que essa modificação ocorreu devido a mudanças metodológicas e não pelo surgimento desses usos no local.

Os dados de zoneamento mais recentes são baseados na Lei Complementar n° 270 de 2024, que institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e estão ilustrados na figura 24.

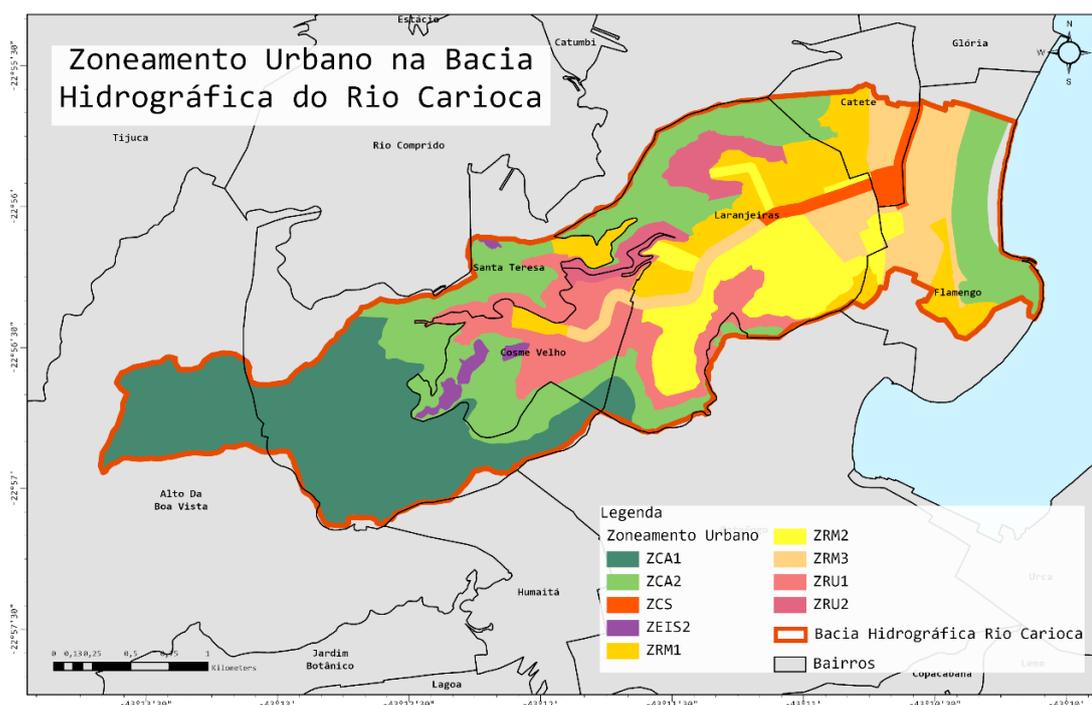


Figura 24: Zoneamento urbano da bacia hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2024b)

Com o que foi visto, pode-se considerar o zoneamento urbano como um planejamento para a ocupação e uso do território. Já o uso do solo é a ocupação e uso do território na prática, na realidade. Com isso, ao se comparar o mapa de zoneamento da figura 24 com o mapa de uso do solo da figura 22, é possível concluir que, na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, a maioria dos usos estabelecidos no zoneamento para os

próximos anos já ocorrem na prática. Na maior parte dos locais definidos como Zona de Conservação Ambiental, há cobertura arbórea e arbustiva, cobertura gramíneo lenhosa, afloramento rochosos e área de lazer (Aterro do Flamengo). A Zona Residenciais e Zona de Comércio e Serviço também são compatíveis com as áreas residenciais e áreas de comércios e serviços.

As maiores diferenças entre o zoneamento urbano e o uso do solo foram nos locais das favelas e comunidades urbanas, que serão detalhadas mais à frente. Somente as favelas do Guararapes, Cerro-Corá, Vila Cândido e Morro dos Prazeres estão sinalizadas no zoneamento como Zona de Especial Interesse Social. Das outras seis favelas presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, cinco (Vila da Imaculada Conceição, Coroadó, Júlio Otoni, Vila Pereira da Silva e Tavares Bastos) possuem grandes áreas na Zona de Conservação Ambiental 2, que é definida como uma zona que permite ocupação de baixa de densidade, desde que compatível com a conservação ambiental. Apenas a favela Morro Azul encontra-se na Zona Residencial Multifamiliar 1.

4.3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO E DA DENSIDADE DEMOGRÁFICA

O Censo Demográfico é realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a cada dez anos e realiza a contagem da população de todo o Brasil. O Censo disponibiliza as informações da população através de setores censitários, que são a unidade territorial de coleta e divulgação dos dados censitários. Com isso, é possível selecionar os dados para locais mais específicos, de acordo com o objetivo do estudo ou trabalho.

Neste estudo, como a área de interesse é Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, foram selecionados os setores que estavam dentro da área da bacia. Como os formatos dos setores censitários nem sempre eram iguais ao formato da bacia hidrográfica, foram consideradas pequenas aproximações.

Em relação à população, a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca possui aproximadamente 88.500 (oitenta e oito mil e quinhentos) habitantes segundo dados do Censo 2022. Para os fins deste estudo, também foram retirados dos dados do censo, as populações das favelas e comunidades urbanas que estão inseridas na Bacia Hidrográfica

do Rio Carioca, totalizando 8.719 (oito mil setecentos e dezenove) habitantes, cerca de 9,85% da população total da bacia.

Também foi possível calcular a densidade demográfica em cada setor utilizando os dados da população de cada setor e da área de cada setor em quilômetros quadrados. Para isso, foi utilizado *Field Calculator* na tabela de atributos, utilizando os dados de população e área que já vieram no *shapefile* de setores censitários obtido do IBGE. Os resultados estão no mapa da figura 25.

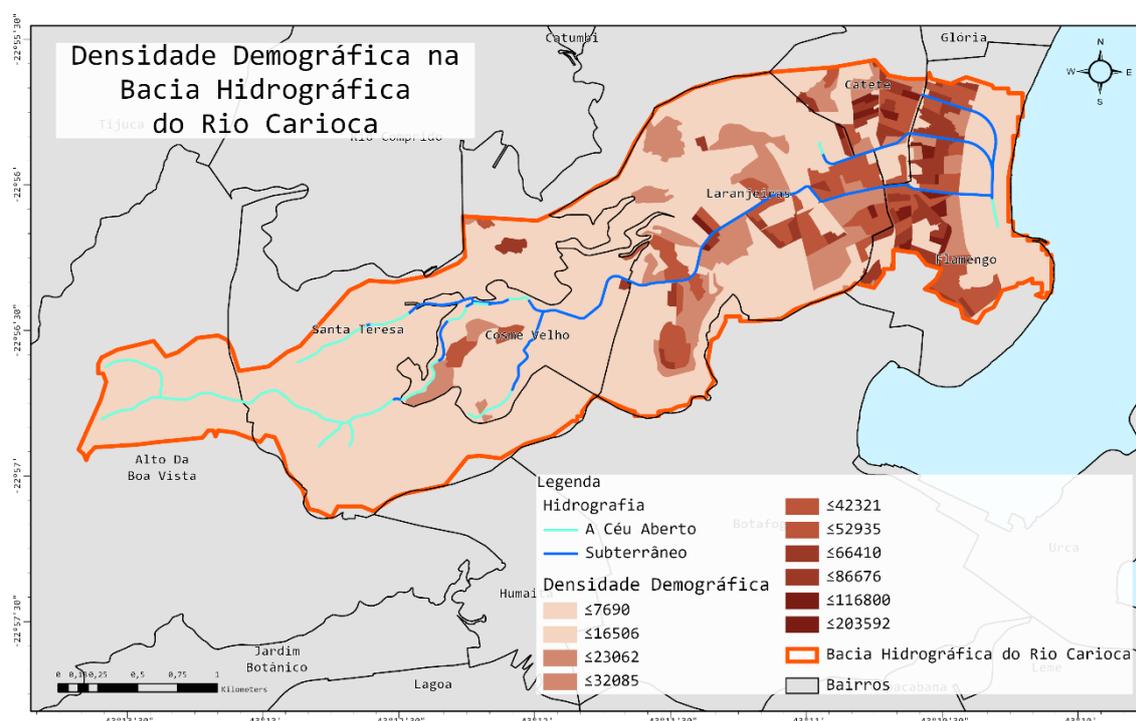


Figura 25: Mapa da Densidade Demográfica na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (IBGE, 2022b)

As maiores densidades demográficas foram observadas nas regiões dos bairros do Catete e Flamengo, próximos ao Largo do Machado. Conforme vai em direção as nascentes dos rios da bacia, as densidades demográficas vão diminuindo. São observadas algumas concentrações maiores na altura da Rua General Glicério e nos locais de Favelas e Comunidades Urbanas, que serão destacados a seguir.

A maior densidade demográfica em favelas e comunidades urbanas é esperada devido às características das construções e residências nesses locais. Como exemplo, segundo o DATA.Rio, e baseado nos dados atualizados do Censo 2022, a densidade demográfica da cidade do Rio de Janeiro é de 5.174,6 hab./Km² (DATA.RIO, [s. d.]). Já

as favelas e comunidades urbanas no mesmo município têm a densidade demográfica de 14.670 hab./Km² segundo dados do resultado universo dos dados das Favelas e Comunidades Urbanas coletados no Censo 2022 (IBGE, 2022c).

4.4. FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS

Favelas e Comunidades Urbanas é o nome que foi dado para ocupações ilegais de terreno de propriedade pública ou privada para fins de habitação em áreas urbanas. Esse nome foi adotado pelo IBGE em 2024, após mais de trinta anos sendo utilizado o termo antigo “Aglomerados Subnormais”, que causava estranheza por parte da população. Após amplas discussões com movimentos sociais, comunidade acadêmica e órgão governamentais, foi escolhido o termo Favelas e Comunidades Urbanas como o mais adequado (IBGE, 2022d).

Geralmente, as favelas e comunidades urbanas são caracterizadas por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas restritas a ocupação. Elas são territórios populares originados das estratégias utilizadas pela população para atender, geralmente de forma autônoma e coletiva, às suas necessidades de moradia e usos associados (como comércio, serviços, lazer, cultura, entre outros), diante da insuficiência e inadequação das políticas públicas e investimentos privados dirigidos à garantia do direito à cidade. Usa-se como critério de classificação a ausência do título de propriedade e, cumulativamente, ao menos uma das seguintes características: inadequação de um ou mais serviços entre abastecimento de água, fornecimento de energia, coleta de lixo, esgoto; e/ou padrão urbanístico irregular; e/ou restrição de ocupação do solo (IBGE, 2022d).

Esse tipo de ocupação territorial deve ser estudado para que os problemas das habitações sejam reconhecidos e as políticas públicas sejam direcionadas para essas regiões que carecem dos serviços de saneamento básico. As favelas e comunidades urbanas retratam a incompletude das políticas governamentais e investimentos privados de dotação de infraestrutura urbana, serviços públicos, equipamentos coletivos e proteção ambiental aos sítios onde se localizam, reproduzindo condições de vulnerabilidade. Em muitos casos as favelas e comunidades urbanas ocupam áreas consideradas de risco de deslizamento e inundação, o que faz com que seus habitantes estejam sempre vulneráveis a sofrer consequências desses riscos. Em cidades como o Rio de Janeiro, é muito comum

ver essa situação, devido a topografia local. É importante ressaltar que as favelas e comunidades urbanas são ocupadas majoritariamente pela população de baixa renda, o que aumenta a sua vulnerabilidade.

4.5. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

Como foi visto, as favelas e comunidades urbanas são áreas ocupadas ilegalmente para fins de habitação. Em uma região com uso residencial predominante, existe também essa forma de ocupação do espaço. Dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca há total ou parcialmente as favelas e comunidades urbanas: Tavares Bastos, Vila Pereira da Silva, Júlio Otoni, Coroadó (Amapolo), Morro dos Prazeres, Cerro-Cora, Vila Cândido, Guararapes, Vila da Imaculada Conceição e Morro Azul.

Foram obtidos do site do DATA.RIO os limites das favelas do município do Rio de Janeiro e foram selecionadas somente as que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. As localizações das favelas e comunidades urbanas estão indicadas na figura 26 e em folha de formato A0 no Apêndice 7 para que fosse possível ter melhor resolução.

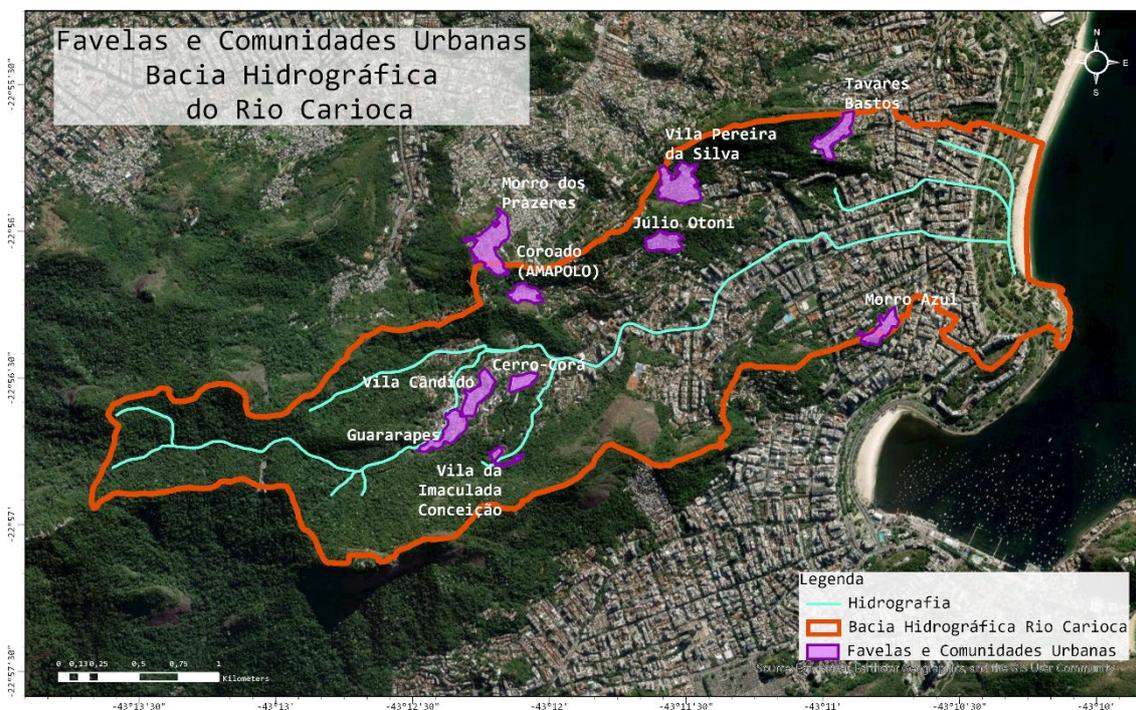


Figura 26: Favelas e comunidades urbanas na bacia do rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2019a)

As áreas onde estão as favelas e comunidades urbanas ou parte delas, que estão dentro da Bacia do Rio Carioca, contribuem no escoamento superficial que resulta no Rio

Carioca, seja pela drenagem natural, nas áreas em que o rio ainda está aberto ou pelo sistema de drenagem urbana do local. Sendo locais que carecem de infraestrutura de saneamento básico, as favelas e comunidades urbanas, tem o potencial de causar impacto no rio através do descarte inadequado de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos. Destacam-se Guararapes, Cerro-cora, Vila Cândido e Vila da Imaculada Conceição que ficam muito próximos aos rios e em áreas em que o rio está aberto.

4.6. PONTOS COM GRANDES QUANTIDADES DE USUÁRIOS (ESTABELECEMENTOS)

Estabelecimentos e locais que atraem uma grande circulação de pessoas, seja de forma pontual ou constante, têm o potencial de impactar mais no meio em que estão inseridos. Um ponto turístico que atraia centenas de visitantes por dia acaba sendo um gerador de uma grande quantidade de resíduos sólidos, por exemplo. Com isso, é interessante a identificação desses locais para que se possa analisar os possíveis impactos que eles podem gerar na área de estudo.

Considerando uma bacia hidrográfica como a área de interesse e a poluição dos corpos hídricos como o principal impacto a ser analisado, estabelecimentos que tenham uma grande geração de efluentes líquidos e de resíduos sólidos merecem destaque. Principalmente se o descarte desses poluentes não for realizado de forma correta.

4.7. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DOS ESTABELECEMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

Foram utilizados dados do IBGE, que foram coletados no Censo Demográfico 2022 pelo Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE). Foi utilizada a informação de espécie de endereços para filtrar os tipos de estabelecimentos que eram de interesse deste trabalho. Desta forma, foram selecionadas as seguintes espécies de endereços: Estabelecimento de ensino; Estabelecimento de saúde; Estabelecimento de outras finalidades; e Estabelecimento religioso. O mapa da figura 27 mostra as localizações desses estabelecimentos.

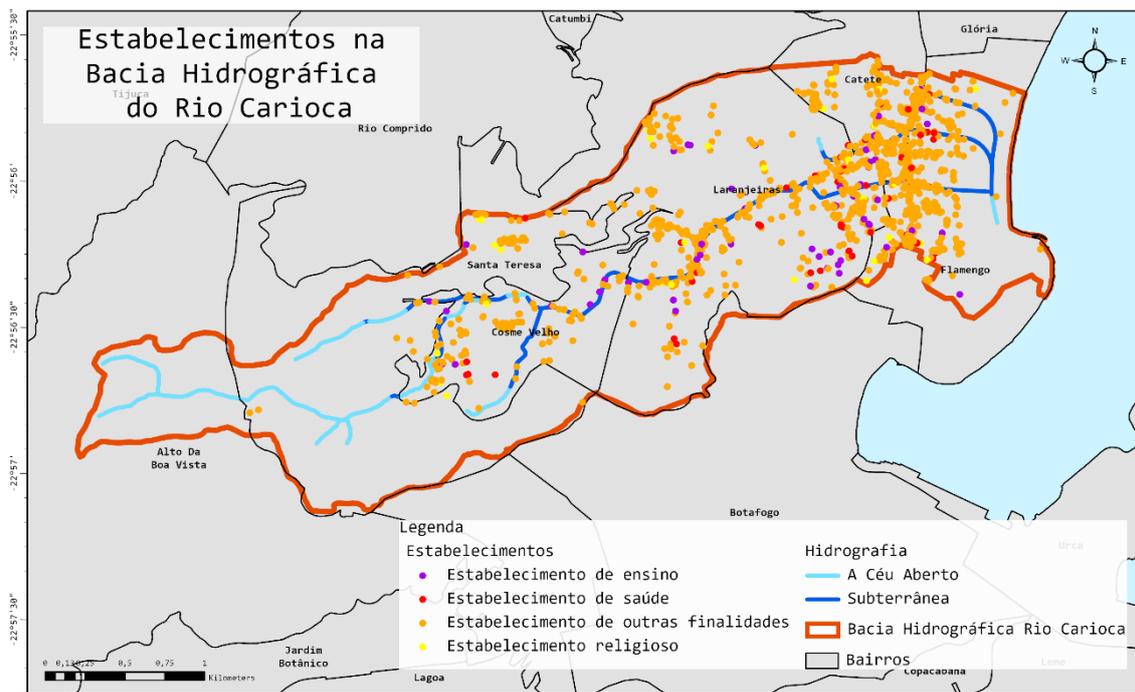


Figura 27: Estabelecimentos na bacia hidrográfica do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados (IBGE, 2022a)

Na figura 27, é possível perceber que os “Estabelecimentos de outras finalidades” são o tipo mais comum e que há uma maior concentração de estabelecimentos de modo geral na região dos bairros do Catete e Flamengo, onde ocorre uma maior circulação de pessoas, devido aos centros comerciais locais e ao metrô. Na categoria de “Estabelecimentos de outras finalidades” estão registrados muitos locais de comércio e serviços como lojas, mercados, padarias, salões de beleza, bares, academias, restaurantes, escritórios, hotéis, farmácias etc.

Como a região é predominantemente residencial, os estabelecimentos no local, em sua maioria, são para atender às necessidades dos moradores, com os comércios e serviços citados, e instituições de ensino, clínicas e consultórios médicos e igrejas e templos.

Foi feito um mapa de calor para ver a diferença de concentração dos estabelecimentos e ele está apresentado na figura 28.

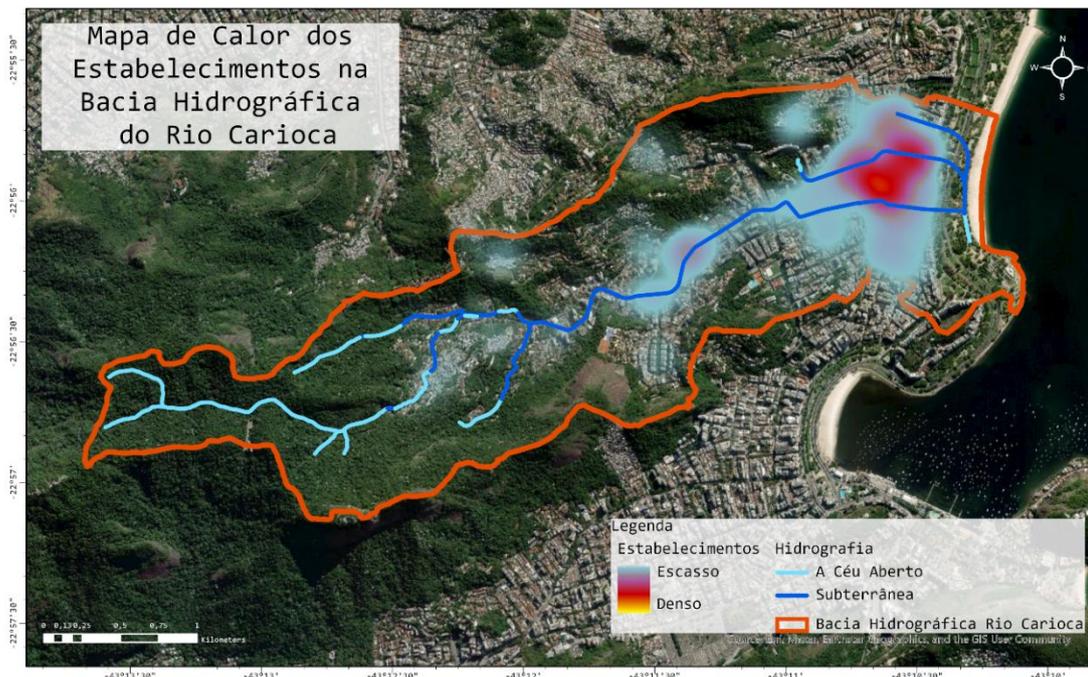


Figura 28: Mapa de calor dos estabelecimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados (IBGE, 2022a)

Através do mapa de calor da figura 28 fica mais clara a grande concentração de estabelecimentos na parte final da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca (mais a Leste), sobretudo na região onde fica o Largo do Machado, um importante centro comercial local. Além desse núcleo com mais concentração e o seu entorno, há um outro ponto com uma maior concentração, que fica próximo à Rua Alice, e outros locais uma leve coloração azul ao longo da bacia.

Uma das categorias de estabelecimento que merece destaque são os “Estabelecimentos de saúde”, sobretudo os hospitais, pois seus efluentes líquidos e sólidos têm descarte e tratamento especiais. Logo, se forem feitos de forma errônea, podem resultar em impactos de contaminação mais graves do que os efluentes comuns. Na categoria “Estabelecimentos de saúde”, estão registrados variados tipos de estabelecimentos: hospitais, ambulatórios, clínicas médicas, clínicas de psicologia, clínicas de dentistas, consultórios variados, acupuntura, pilates, fisioterapia etc. Por este motivo, optou-se por selecionar os hospitais e ambulatórios e dar destaque a eles, por serem locais com tratamento diferenciado de resíduos. Na figura 29, está o mapa dos estabelecimentos de saúde na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.

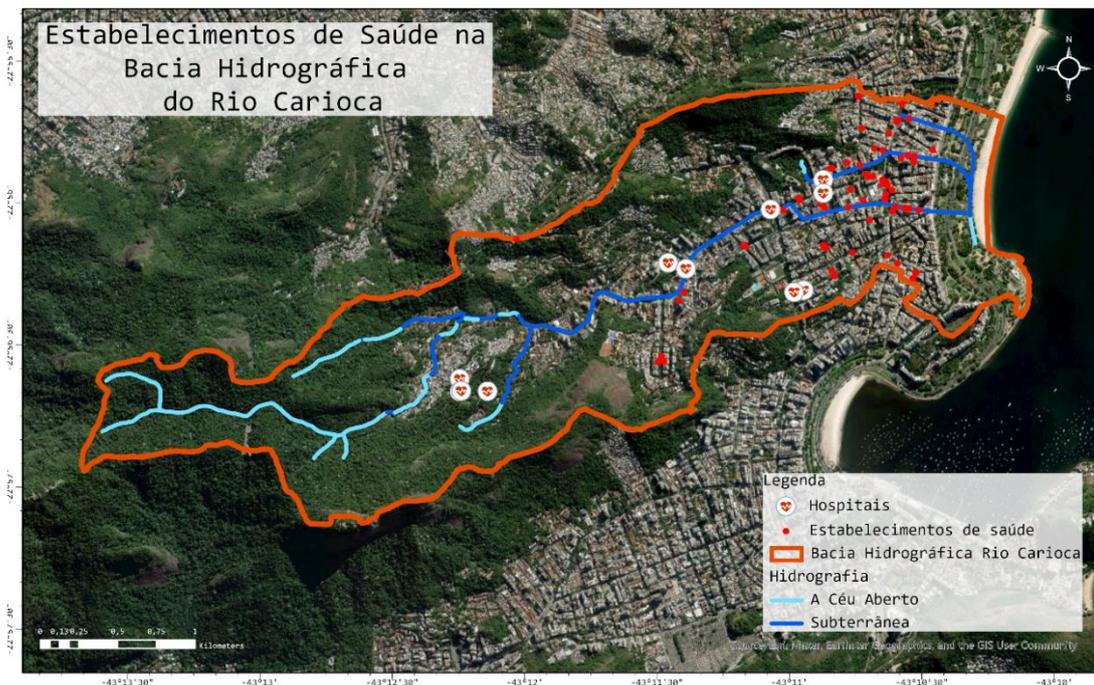


Figura 29: Estabelecimentos de saúde na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados (IBGE, 2022a)

De modo geral, os estabelecimentos de saúde seguem a tendência de localização dos estabelecimentos, com uma maior concentração na região dos bairros Catete e Flamengo, principalmente próximo ao Largo do Machado. No entanto, merecem destaque os hospitais e ambulatórios, sobretudo o Hospital Adventista Silvestre que fica mais a Oeste na bacia, numa região onde ainda há hidrografia a céu aberto, logo, qualquer impacto afetaria diretamente os corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.

5. FATORES AMBIENTAIS

5.1. MATA ATLÂNTICA E PARQUE NACIONAL DA TIJUCA

A Mata Atlântica é um bioma presente em dezessete estados brasileiros com uma das maiores diversidades de flora e fauna do mundo. Segundo Almeida (2016), os remanescentes de vegetação nativa correspondem a somente 27% da sua área original, considerando todos os estágios de regeneração. Enquanto as áreas bem conservadas são apenas 8%.

Desde o início da colonização portuguesa, a ocupação do território brasileiro ocorre em sua maioria na faixa litorânea. Até os dias atuais, as grandes metrópoles e grande parte da população brasileira se encontram próximas ao litoral. Essa localização coincide com as florestas atlânticas, desta forma, sua degradação vem ocorrendo há

séculos. A proximidade e intensa interação da mata atlântica com os meios urbanos faz ela ser extremamente ameaçada. Por esse motivo, o bioma da Mata Atlântica é considerado como um dos 25 (vinte e cinco) *hotspots*, sendo uma das prioridades de conservação da biodiversidade em todo planeta (ALMEIDA, 2016).

Como estratégia para conservação do meio ambiente, principalmente em situações como a da mata atlântica, são necessárias políticas públicas, que sirvam como instrumento para diminuir e evitar o desmatamento e a degradação dos recursos ambientais. A Lei da Mata Atlântica (lei nº 11.428 de 2006) que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, um dos seus principais pontos é a autorização ou vedação de supressão de vegetação de acordo com o estágio de regeneração da floresta (BRASIL, 2006).

Outra importante legislação de preservação ambiental é a Lei nº 9.985 de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Esta lei estabelece Unidades de Conservação (UCs) que são instrumentos muito importantes na conservação do meio ambiente (BRASIL, 2000).

O Parque Nacional da Tijuca (PNT) foi criado em 1961 e é uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral, ou seja, tem como objetivo preservar a natureza evitando a interferência humana o quanto for possível. Para isso, só é admitido o uso indireto dos recursos naturais, que não envolva consumo, coleta, dano ou destruição, com exceções previstas em lei (BRASIL, 2000).

O PNT é uma porção da Mata Atlântica composta por floresta ombrófila densa secundária em avançado estágio de regeneração. Sua fauna e flora são bastante diversificadas e há grutas e cachoeiras no seu interior. Além disso, é possível encontrar obras arquitetônicas de grande valor histórico e artístico, tendo como principal exemplo o Cristo Redentor, uma das sete maravilhas do mundo moderno. O parque possui área total de 3.953 hectares, o equivalente a cerca de 3,5% da área do município do Rio de Janeiro, e é dividido em quatro setores: Floresta da Tijuca, Serra da Carioca, Pedra Bonita/Pedra da Gávea e Pretos Forros/Covanca (ICMBIO, 2024).

O PNT possui uma biodiversidade significativa com 1.619 (mil seiscentas e dezenove) espécies vegetais, sendo que 433 (quatrocentas e trinta e três) dessas espécies estão ameaçadas de extinção. Alguns exemplos de espécies vegetais são angico

(*Anadenanthera colubrina*), a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), a embaúba (*Cecropia glaziovii*), a paineira (*Ceiba speciosa*), o ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), o jequitibá (*Cariniana legalis*), o cedro (*Cedrela odorata*), a copaíba (*Copaifera langsdorffii*), o pau-ferro (*Libidibia ferrea*), a brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*), a juçara (*Euterpe edulis*), os sonhos d'ouro (*Psychotria nuda*), a orquídea (*Brasilelia crispa*), a bromélia (*Aechmea fasciata*) e a begônia (*Begonia tomentosa*) (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]).

Na figura 30, estão fotos das espécies (da esquerda para direita) angico (*Anadenanthera colubrina*), embaúba (*Cecropia glaziovii*) e cedro (*Cedrela odorata*).



Figura 30: Fotos das espécies vegetais angico (*Anadenanthera colubrina*), embaúba (*Cecropia glaziovii*) e cedro (*Cedrela odorata*)

Fonte: (CARVALHO, 2010, [s. d.]; PAREYN; ARAÚJO; DRUMMOND, 2018)

Na figura 31, estão fotos de mais exemplos de espécies vegetais encontradas no PNT, de cima para baixo são o ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), a copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e a juçara (*Euterpe edulis*).

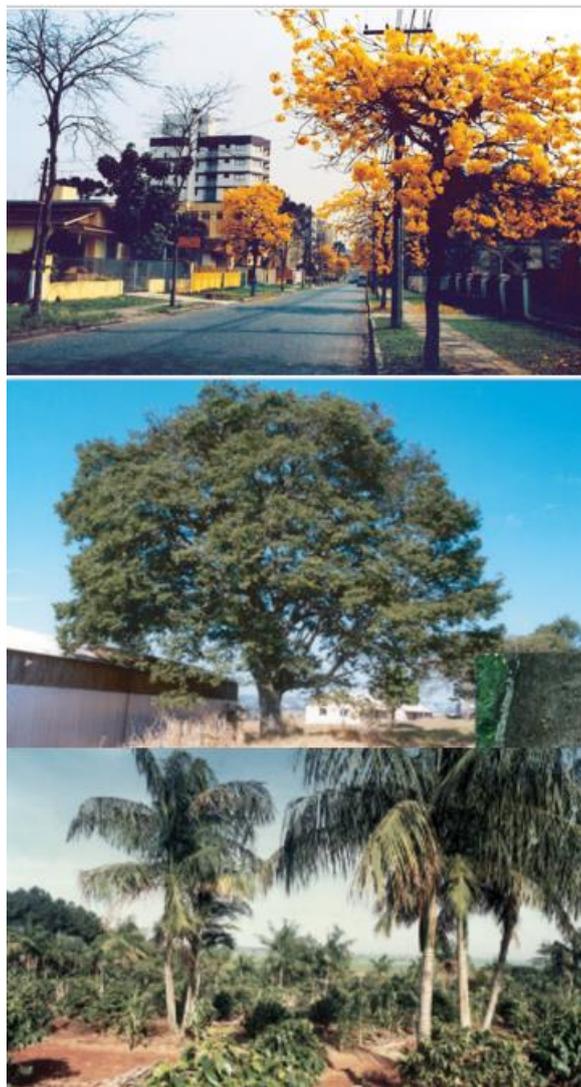


Figura 31: Fotos das espécies vegetais ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e juçara (*Euterpe edulis*)
 Fonte:(CARVALHO, 2003a, [s. d.], 2003b)

Em relação à fauna, o PNT possui uma boa variedade de invertebrados (platelmintos, moluscos, anelídeos e artrópodes) e de vertebrados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]).

Os invertebrados realizam importantes papéis no ecossistema, como a contribuição na decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, a polinização das plantas etc. Alguns exemplos de animais invertebrados encontrados no PNT são escorpiões (*Tityus Costatus* e *Thestylus Glazioui*), o camarão-de-água-doce (*Macrocrchium Potiuna*), as libélulas (*Castoraeschna castor* e *Libellula Herculea*), os besouros (*Austrolimnius Laevigtus* e *Phanocerus Clavicornis*) e as borboletas (*Melinaea ludovica*, *Parides tros* e *Morpho achilles*)(PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]).

Dentre os vertebrados, os anfíbios têm sensibilidade aos poluentes, sendo assim, eles são considerados bons bioindicadores de poluição. No PNT, são encontradas 39 (trinta e nove) espécies de anfíbios, como por exemplo a rãzinha (*Adenomera marmorata*), o sapo (*Aplastodiscus albofrenatus*), rã de Goeldi (*Flectonotus goeldii*), sapo cururuzinho (*Bufo ornatos*) (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]).

Os répteis são importantes como controladores de insetos e roedores. São encontradas 31 (trinta e uma) espécies no PNT, entre elas os lagartos (*Ameiva ameiva*, *Tropidurus torquatus* e *Tupinambis merianae*) e as serpentes (*Bothrops jararaca*, *Siphlophis compressus* e *Liophis miliaris*) (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]).

Mesmo com toda degradação que o PNT sofreu, ele ainda possui 226 (duzentas e vinte e seis) espécies de aves. São exemplos o tucano-do-bico-preto (*Ramphastos vitellinus*), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), o tangará-dançarino (*Chiroxiphia caudata*), o cuspidor-de-máscara-preta (*Conopophaga melanops*), o pica-pau-anão-barrado (*Picumnus cirratus*), saíra-sete-cores (*Tangara seledon*), o gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violácea*), tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*), tangarazinho (*Ilicura militaris*), maíra-da-mata (*Hemithraupis ruficapilla*), maitaca-verde (*Pionus maximiliani*), periquito-rico (*rotogeris tirica*), tiriba-de-testa-vermelha (*Pyrrhura frontalis*) (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]fau).

Os mamíferos encontrados dentro do PNT são de porte pequeno ou médio e ocorrem 63 (sessenta e três) espécies. Tem-se como exemplos o macaco-prego (*Cebus apella*), o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o tamanduá-mirim (*amandua tetradactyla*), a paca (*Agouti paca*), a preguiça (*Bradypus variegatus*), a cutia (*Dasyprocta leporina*), o ouriço-cacheiro (*Coendu insidiosus*), o gambá (*Didelphis marsupialis*), o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), o caxinguelê (*Sciureus aestauans*), o morcego-beija-flor (*Glossophaga soricina*) e o quati (*Nasua nasua*) (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, [s. d.]).

Um fator importante é que o PNT está situado no meio de uma área urbana com alta densidade demográfica, sendo ele responsável por oferecer importantes serviços ambientais à cidade do Rio de Janeiro, como por exemplo: regulação do equilíbrio hídrico, controle de erosão de encosta, prevenção contra assoreamento dos cursos d'água,

conservação da qualidade do solo e regulação do clima. Sendo assim, a preservação do PNT é primordial para a manutenção e melhora da qualidade de vida da população carioca e fluminense.

5.2. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA MATA ATLÂNTICA E DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

Assim como grande parte do litoral brasileiro, o município todo do Rio de Janeiro está incluído no bioma da Mata Atlântica. Com isso, a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca também está totalmente incluída no bioma Mata Atlântica.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveu uma plataforma *web* chamada *TerraBrasilis*, que possibilita o acesso, consulta, análise e disseminação de dados geográficos gerados pelos projetos de monitoramento da vegetação nativa do instituto. Através do projeto *TerraBrasilis*, foi possível obter dados georreferenciados no formato *shapefile* das unidades de conservação (UC) que fazem parte do bioma Mata Atlântica. Na figura 32, estão essas UCs que estão dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.



Figura 32: Unidades de Conservação do Bioma Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INPE, 2022)

Pela figura 32, é possível perceber que as UCs com bioma Mata Atlântica são grande parte da área da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. Inclusive, as nascentes e a maior parte da hidrografia a céu aberto estão localizadas no interior do Parque Nacional da Tijuca. Sendo assim, a preservação dessa floresta tem impacto muito grande na qualidade das águas do Rio Carioca. Sobre a Área de Preservação Ambiental (APA) de São José, é possível perceber que há ocupação urbana no seu interior, incluindo favelas e comunidades urbanas. Por ser uma UC de uso sustentável, a APA permite sua ocupação em consonância com a preservação das características e qualidade ambientais do local.

5.3. ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Área de preservação permanente (APP) é definida no Código Florestal (lei nº12.651/2012) como

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

As APPs podem estar situadas em áreas rurais ou urbanas e ocorrem nas seguintes situações: faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente; áreas no entorno dos lagos ou lagoas naturais; áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais; áreas no entorno de nascente e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica; encostas ou parte destas com declividade superior a 45°; restingas; manguezais; bordas dos tabuleiros ou chapadas; topo de morros, montes, montanhas e serras; áreas de altitude superior a 1.800 metros; e faixa marginal em veredas (BRASIL, 2012).

Para este estudo é necessário somente o detalhamento de quatro tipos de APP: faixas marginais de curso d'água natural perene ou intermitente; áreas no entorno de nascente e dos olhos d'água perenes; e encostas ou parte destas com declividade superior a 45°; e o topo de morro.

As faixas marginais de APP para cursos d'água são desde a borda da calha do leito regular em largura mínima de:

- (a) Trinta metros para cursos d'água de menos de dez metros de largura;
- (b) Cinquenta metros para cursos d'água que tenham de dez a cinquenta metros de largura;
- (c) Cem metros para cursos d'água que tenham de cinquenta a duzentos metros de largura;
- (d) Duzentos metros para cursos d'água que tenham de duzentos a seiscentos metros de largura.

Para áreas no entorno de nascente e dos olhos d'água perenes e intermitentes, é considerada qualquer situação topográfica e o raio mínimo é de cinquenta metros.

São consideradas APPs as encostas ou partes destas que apresentem declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de declive.

As APPs de topo de morro ocorrem em morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°. As áreas da APP são delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação em relação à base.

A tabela 1 apresenta as áreas de APPs correspondente a cada condição apresentada acima.

Tabela 1: Categorias e condições das áreas de preservação permanente

CATEGORIA		ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
	CONDIÇÃO	
Cursos d'água	largura do curso d'água < 10 m	Faixa marginal de 30 metros
	10 m < largura do curso d'água < 50 m	Faixa marginal de 50 metros
	50 m < largura do curso d'água < 200 m	Faixa marginal de 100 metros
	200 m < largura do curso d'água < 600 m	Faixa marginal de 200 metros
Topo de Morro	altura > 100 m	2/3 da altura mínima de elevação em relação à base
	inclinação média > 25°	
Encostas	declividade > 45°	Encosta ou a parte dela com declividade > 45°
Nascente e olhos d'água perenes e intermitentes		Raio mínimo de 50 metros

Fonte: (BRASIL, 2012)

5.4. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

Para identificar as áreas de preservação permanente (APPs), foram utilizados os dados obtidos do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares Maricá e Jacarepaguá. O plano foi realizado pelo Comitê de Bacia da Baía de Guanabara, pela Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Esse plano já fornecia as informações georreferenciadas da APPs para toda a área de abrangência dele, através de informações do INEA e de elaboração do próprio plano. Desta forma, foram selecionadas as APPs apenas da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, que é a área de interesse deste estudo.

As APPs da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca são as faixas marginais dos corpos d'água, os raios ao redor das nascentes de corpos d'águas, as encostas com declividade superior a 45° e os topos de morros. Além disso, no plano também consta a Área de Interesse de Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPMs), que são áreas definidas e especializadas pela Lei Estadual nº 1.130/87. As AIPMs são áreas situadas acima dos pontos de captação dos mananciais, cujo interesse especial é de assegurar o abastecimento de água atual e futuro da população do Estado.

Optou-se por dividir as APPs e a AIPM em vários mapas para uma melhor visualização. Na figura 33, estão as APP de nascente e de faixa marginal de corpos d'água e, no Apêndice 8, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.



Figura 33: Áreas de preservação permanente de nascente e de faixa marginal de corpos d'água na bacia do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

Apesar de grande parte do percurso do Rio Carioca ser subterrâneo, as APPs para faixas marginais de corpo d'água são consideradas para todo o percurso do rio. É importante comentar também uma APP de nascente, onde não há rio na figura 33. Nesse local ocorre um fluxo de escoamento, que pode ser visto nos mapas da figura 20 e 21, porém não foi caracterizado como rio no desenho da hidrografia.

O próximo mapa é das APPs de topo de morro e APPs de declividade na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e está representado na figura 34 e, no Apêndice 9, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

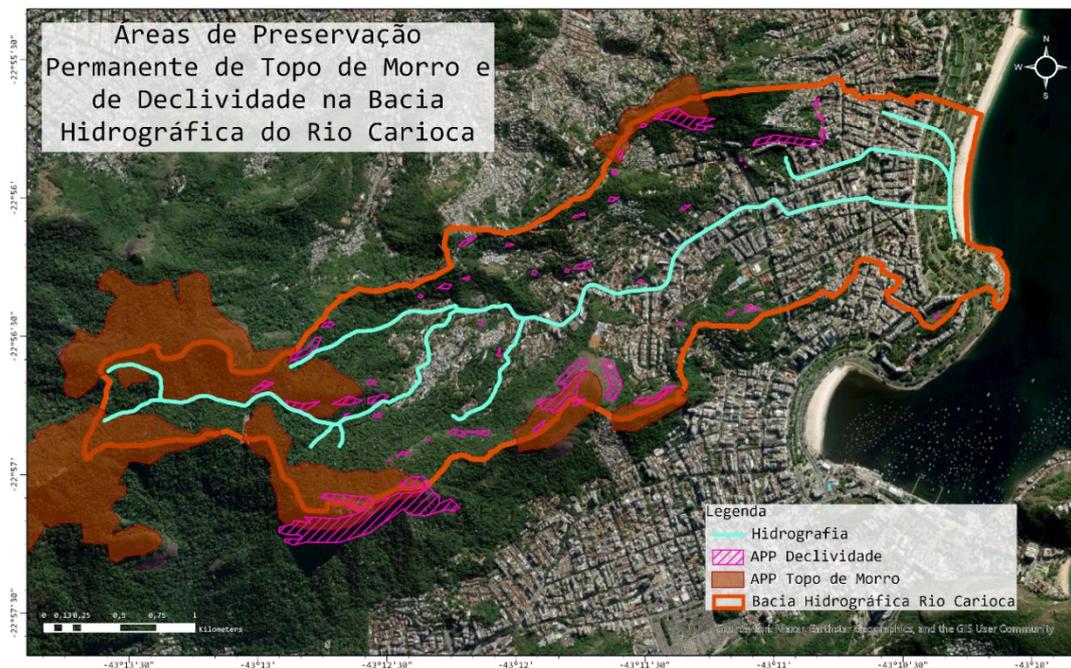


Figura 34: Áreas de preservação permanente de topo de morro e de declividade na bacia do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

Os tipos de APPs da figura 34 estão localizados em sua maioria na parte da bacia hidrográfica que está dentro do Parque Nacional da Tijuca, assim como as APPs de nascente apresentadas anteriormente na figura 33. Desta forma, esses locais estão mais preservados. Por outro lado, as APPs de faixa marginal de corpo d'água, vistas na figura 33 passam por áreas muito edificadas, principalmente nas partes em que o rio é canalizado e subterrâneo. Somente os trechos da hidrografia que estão no Parque Nacional da Tijuca conseguiram manter as APPs de faixa marginal preservadas.

Por fim, tem-se as AIPM, que, como foi explicado, são áreas estabelecidas por lei estadual e que visam a proteção de mananciais que desempenhem a função de abastecimento. A AIPM presente na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca está representada na figura 35.

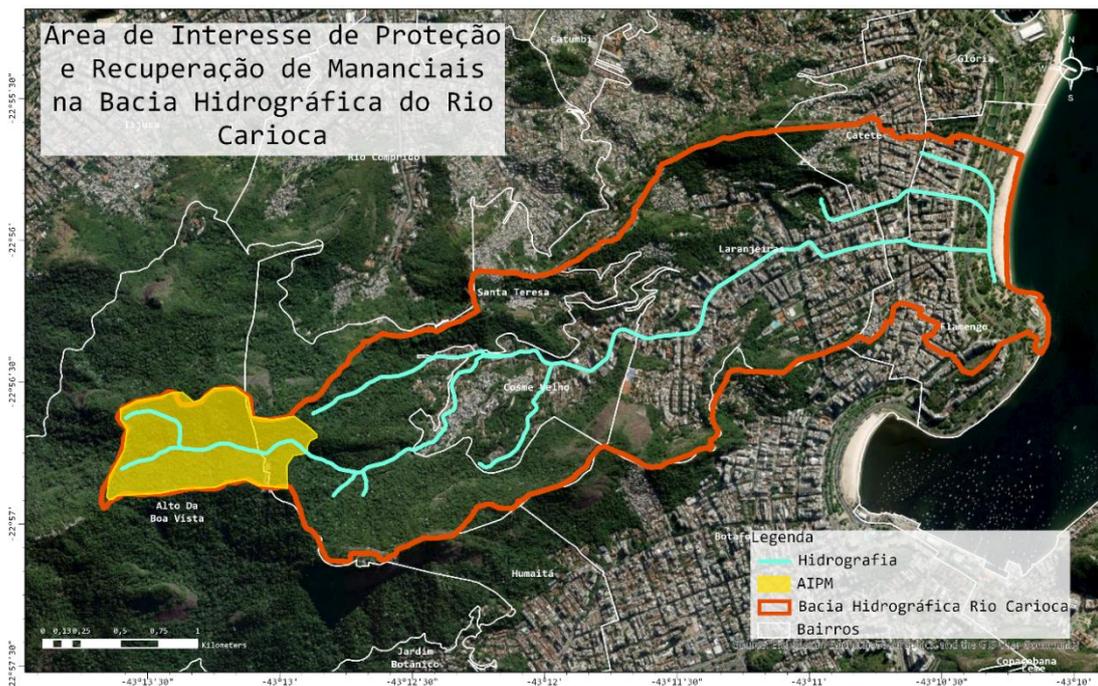


Figura 35: Áreas de interesse de proteção e recuperação de mananciais na bacia do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

Pela figura 35, é possível perceber que a AIPM segue o contorno da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e fica localizada na parte mais alta da bacia, onde estão o bairro do Alto da Boa Vista e de Santa Teresa. Nessa região, está o Parque Nacional da Tijuca, como já mencionado. Desta forma, essa área é composta somente por vegetação da Mata Atlântica, estando bem preservada e abrangendo a nascente do Rio Paineiras.

É importante ressaltar que a ocupação das APPs, além de expor o meio ambiente a uma maior possibilidade de degradação, também expõe a população que a ocupa, pois são regiões propensas a inundações e deslizamentos em casos de eventos extremos de chuva.

No caso da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, a AIPM e a maioria das APPs estão bem preservadas, sobretudo graças a existência do Parque Nacional da Tijuca. A única APP que não cumpre o seu papel de preservação é da APP de faixa marginal de corpos d'água, principalmente nos trechos em que o Rio Carioca está canalizado e subterrâneo. Por se tratar de uma região muito urbanizada e consolidada, essa preservação é quase impossível de ser alcançada.

5.5. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

O Índice de Qualidade de Água (IQA) foi criado com o objetivo de avaliar a qualidade da água bruta, utilizando parâmetros indicadores de contaminação causada por esgotos domésticos. Criado pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, hoje em dia, é um dos principais índices de qualidade de água utilizados no Brasil. No entanto, ele apresenta algumas limitações por não analisar alguns parâmetros importantes para o abastecimento público, como substâncias tóxicas (metais, pesados, pesticidas, compostos orgânicos etc.) e protozoários patogênicos. Desta forma, o IQA serve como um bom índice para se saber a situação da qualidade da água bruta, porém devem ser feitas análises mais detalhadas para que possa ser escolhido o tratamento adequado, objetivando o abastecimento público (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, [s.d.]).

O IQA é calculado seguindo a fórmula

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro

w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro

São utilizados nove parâmetros no cálculo do IQA: oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5,20), temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total. Estes parâmetros, suas definições e seus pesos, estão na tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros do cálculo de IQA

PARÂMETRO	EXPLICAÇÃO	PESO
Oxigênio Dissolvido (OD)	O OD é essencial para a manutenção da vida aquática, pois vários organismos dependem dele para respirar. Em águas poluídas, o OD é consumido durante o processo de decomposição da matéria orgânica, por isso, é um bom indicador. O OD é introduzido nas águas através da fotossíntese e de processos físicos.	0,17
Coliformes Termotolerantes	As bactérias termotolerantes estão presentes no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadores de poluição por esgoto doméstico.	0,15
Potencial Hidrogênio (pH)	A preservação de vidas aquáticas depende da manutenção do ph entre 6 e 9.	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A DBO5, 20, indica a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias a uma temperatura de 20°C.	0,10

Temperatura da Água	A temperatura exerce influência no crescimento e reprodução de organismos aquáticos e em parâmetros físico-químicos.	0,10
Nitrogênio Total	O nitrogênio é um nutriente importante e está presente nos corpos d'água nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Sua fonte pode ser de esgoto sanitário, efluentes industriais, fertilizantes etc. E o nitrogênio em excesso pode causar eutrofização dos corpos d'água.	0,10
Fósforo Total	O fósforo também é um importante nutriente que em excesso pode causar eutrofização. Suas fontes são esgoto doméstico, drenagem pluvial em áreas agrícolas e urbanas e efluentes industriais.	0,10
Turbidez	A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água.	0,08
Resíduo Total	Resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura.	0,08

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (ANA, [s. d.]

Cada parâmetro tem um peso (w_i) atribuído a ele, que foi estabelecido de acordo com a importância na caracterização da qualidade da água e varia de 0 a 1. E tem-se que

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo n o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

O valor de q_i é de 0 a 100 e é obtido através do gráfico de qualidade do parâmetro em função da sua concentração ou medida. Esses gráficos estão na figura 36.

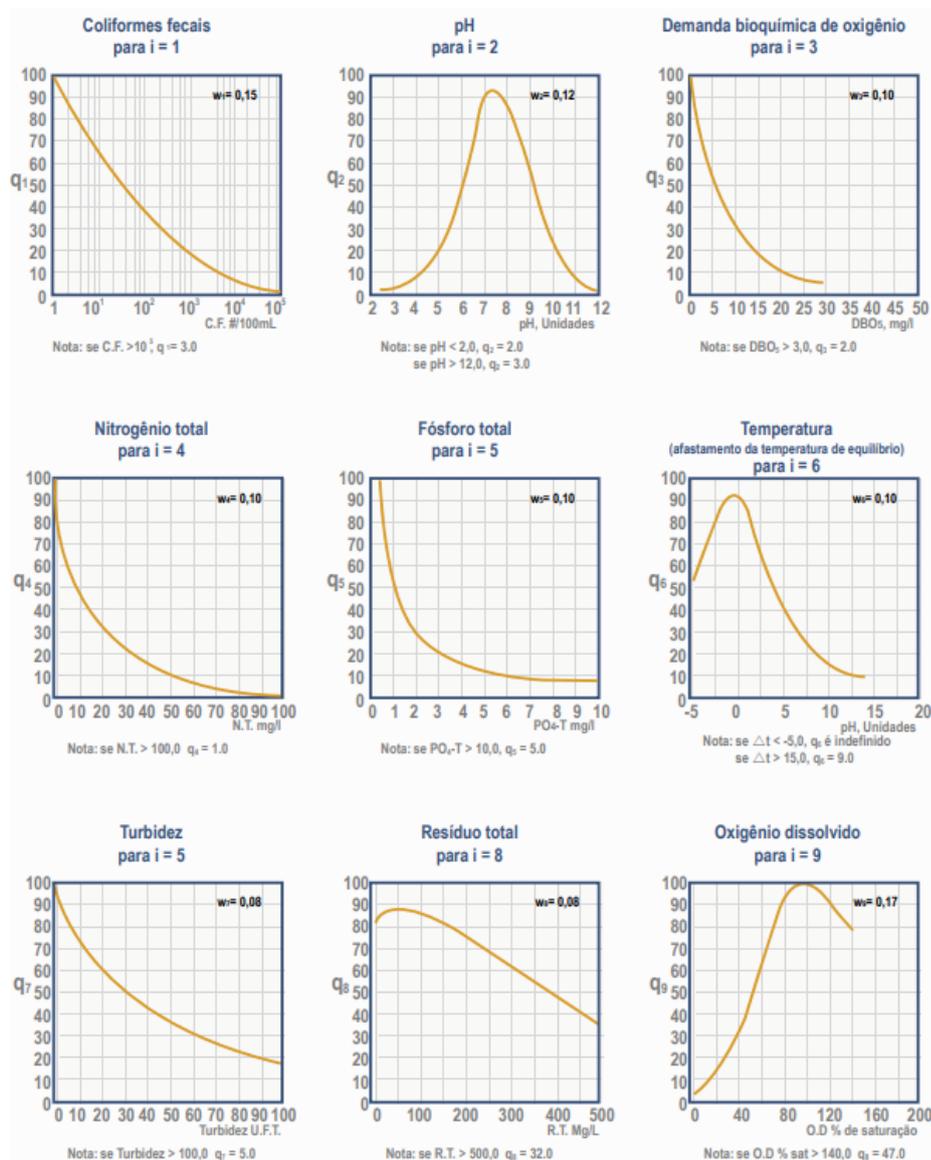


Figura 36: Gráficos de variação dos parâmetros de qualidade de água para cálculo do IQA

Fonte: (ANA, [s. d.])

As definições das faixas de IQA que correspondem a cada característica de qualidade de água são definidas pelo órgão ambiental estadual. No caso do Rio de Janeiro, foi estabelecido o que está na tabela 3.

Tabela 3: Categorias de IQA

CATEGORIA DE RESULTADOS	IQA
Excelente	$100 \geq IQA \geq 90$
Boa	$90 \geq IQA \geq 70$
Média	$70 \geq IQA \geq 50$
Ruim	$50 \geq IQA \geq 25$
Muito ruim	$25 \geq IQA \geq 0$

Fonte: (INEA, [s. d.])

5.6. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

A Fundação SOS Mata Atlântica é uma organização não governamental (ONG) ligada a temática ambiental no Brasil. Seu principal objetivo é inspirar a sociedade na defesa da Mata Atlântica, bioma considerado como *hotspot* mundial devido à sua alta diversidade de espécies, à sua alta taxa de endemismo e à grande ameaça de destruição e degradação que seus ecossistemas sofrem (ALMEIDA, 2016).

A ONG atua promovendo o monitoramento do bioma, a produção de estudos, projetos demonstrativos, o diálogo com setores públicos e privados, o aprimoramento da legislação ambiental, a comunicação e o engajamento da sociedade. Uma de suas causas é a “água limpa”, que busca despoluir os rios da Mata Atlântica. Para isso, são feitos o monitoramento e a análise da qualidade da água dos rios do bioma através do apoio de voluntários. Este projeto se chama “observando os rios” e contempla o Rio Carioca como um dos rios em que exerce o monitoramento e análise da qualidade das águas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

Os dados coletados e disponibilizados no *site* da Fundação SOS Mata Atlântica são: data de coleta; temperatura ambiente (em °C); temperatura da água (em °C); transparência da água/turbidez; espumas; lixo flutuante; cheiro; material sedimentável; peixes; larvas e vermes vermelhos; larvas/vermes transparentes ou escuros; coliformes totais; oxigênio dissolvido; DBO; pH; nitrato; fosfatos; Índice de Qualidade de Água (IQA).

São coletadas amostras para análise das águas em três pontos em que o Rio Carioca não está coberto. Os pontos são chamados de “Rio do Rio 1”, “Rio do Rio 2” e “Rio do Rio 3” e suas localizações estão representadas no mapa da figura 37 e, no Apêndice 10, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução. Além disso, foram traçadas as sub-bacias de contribuição de cada ponto de coleta, levado em consideração a topografia do local.

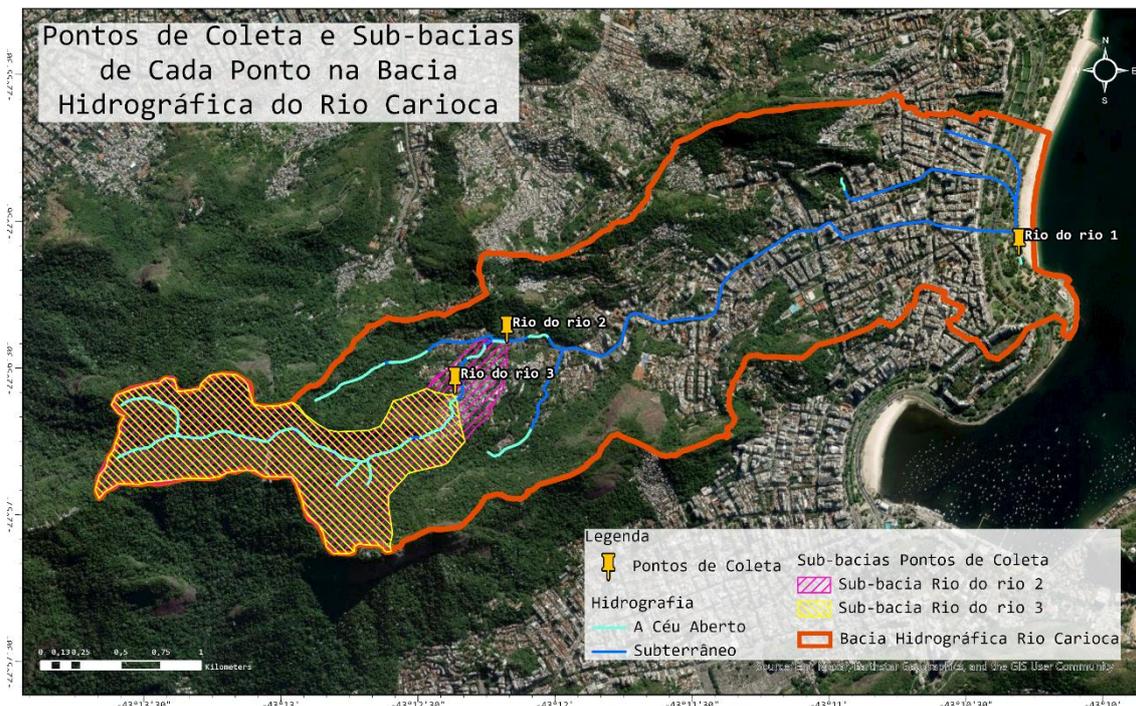


Figura 37: Pontos de coleta e sub-bacias de cada ponto

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021)

É importante destacar que o ponto “Rio do Rio 1” está localizado na foz do Rio Carioca, assim, a sub-bacia deste ponto é a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca como um todo. As sub-bacias dos pontos “Rio do Rio 2” e “Rio do Rio 3” são bastante semelhantes, sendo a do “Rio do Rio 2” um pouco maior.

O ponto de coleta da foz do Rio Carioca foi o primeiro ponto a ser monitorado. Sua localização está após a UTR e antes do encontro com a Baía de Guanabara. Desta forma, espera-se que a água apresente condições boas. Os dados completos das notas dadas para cada parâmetro do IQA estão no Anexo 1.

O ponto “Rio do Rio 2” fica localizado num ponto mais acima da bacia do Rio Carioca, próximo a entrada do Túnel Rebouças, local de grande circulação de veículos. A sub-bacia desse ponto, engloba uma área residencial (incluindo uma favela) e uma área de floresta. Os valores de IQA para o ponto de coleta “Rio do Rio 2”, suas respectivas datas de coleta e os dados completos estão no Anexo 2.

O ponto de coleta “Rio do Rio 3” fica próximo ao ponto “Rio do Rio 2”, estando localizado um pouco mais acima, excluindo uma parte da área residencial (inclusive a favela). Os valores de IQA para o ponto de coleta “Rio do Rio 3”, suas respectivas datas de coleta e os dados completos estão no Anexo 3.

Segundo a ONG SOS Mata Atlântica, o IQA entre 26 e 35, onde está a maioria das medições, representa uma qualidade regular da água. No entanto, a faixa entre 25 e 50 é considerada pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) como uma qualidade ruim. Assim, considerando o parâmetro estadual do INEA todas as coletas apresentam qualidade ruim, com exceção do ponto “Rio do Rio 1” em 22 de dezembro de 2018, quando o IQA calculado foi de 24,5, sendo considerado com qualidade muito ruim.

Os pontos de coleta “Rio do Rio 1” e “Rio do Rio 3” não tiveram dias de coleta iguais em nenhum momento. Logo, foram realizadas comparações entre: os pontos de coleta “Rio do Rio 1” e “Rio do Rio 2” (tabela 4); e os pontos de coleta “Rio do Rio 2” e “Rio do Rio 3” (tabela 5). Foram destacados com contorno verde e com a letra em negrito os pontos em que o IQA calculado foi maior, ou seja, em que a qualidade da água era superior.

Tabela 4: Comparação dos valores de IQA nas datas coincidentes dos pontos “Rio do Rio 1” e “Rio do Rio 2”

DATA	RIO DO RIO 1	RIO DO RIO 2
27/10/2018	29,1	28
25/11/2018	32,3	32,7
22/12/2018	24,5	30,3
26/01/2019	29	31
09/02/2019	30,2	32
24/03/2019	30,5	35,6
20/04/2019	28	29,2
25/05/2019	26,8	28
22/06/2019	34,4	28
20/07/2019	28	27
17/08/2019	28	31,5
14/09/2019	30	26
12/10/2019	28	30,1
23/11/2019	29,1	31
22/12/2019	27	30
12/01/2020	28	32
08/02/2020	32,3	31
03/10/2020	28	32
16/11/2020	29	31
13/02/2021	28	29

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021)

Das 20 (vinte) datas que tiveram coleta nos pontos “Rio do Rio 1” e “Rio do Rio 2”, em 15 (quinze), o IQA no ponto “Rio do Rio 2” foi maior, o que indica que a qualidade da água nesse ponto estava melhor. Nas outras 5 (cinco) datas coincidentes, a qualidade no ponto “Rio do Rio 1” foi superior. Pode-se concluir desse resultado comparativo que o ponto “Rio do Rio 1” pega toda a Bacia do Rio Carioca, com isso, o rio vai recebendo a poluição do escoamento superficial durante todo o seu trajeto. Já o ponto de coleta “Rio do Rio 2”, pega somente a parte mais superior da bacia, onde há mais floresta e uma menor parcela de área residencial. Por outro lado, o ponto “Rio do Rio 1” está logo após a UTR, o que, na teoria, poderia proporcionar uma qualidade da água melhor neste local, porém isso ocorreu em poucas datas da comparação. Com isso, o tratamento que era realizado nas águas do Rio Carioca pela UTR, não era suficiente para deixá-lo com uma boa qualidade.

Na tabela 5, estão os valores calculados de IQA de quando ocorreram coletas nos pontos “Rio do Rio 2” e “Rio do Rio 3” na mesma data.

Tabela 5: Comparação dos valores de IQA nas datas coincidentes dos pontos “Rio do Rio 2” e “Rio do Rio 3”

DATA	RIO DO RIO 2	RIO DO RIO 3
19/08/2021	30	30
20/01/2022	30	33,8
26/02/2022	30,1	28
26/03/2022	29	28
30/07/2022	32	30,3
03/09/2022	30	29,2
11/02/2023	30	32,3
24/06/2023	28	30
30/07/2023	30,3	29
19/08/2023	31	30
30/09/2023	30,5	25,5
28/10/2023	30,5	29,2
25/11/2023	33,1	31,5
27/01/2024	30,3	28
24/02/2024	31,5	32,7
20/03/2024	35,6	31,5
13/04/2024	33,8	30,1
28/05/2024	31,5	32,3
22/06/2024	29,2	29,2
31/07/2024	29,2	29,2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021)

Novamente, foram obtidas 20 (vinte) datas coincidentes e em 12 (doze) delas o IQA no ponto “Rio do Rio 2” foi maior, ou seja, a qualidade da água do rio estava melhor do que no ponto “Rio do Rio 3”. Em 5 (cinco) datas, o IQA no ponto “Rio do Rio 3” apresentou uma qualidade da água melhor. Nas 3 (três) datas restantes, o IQA calculado foi igual para os dois pontos.

Do resultado dessa segunda comparação, é possível pensar em duas hipóteses: a primeira é que o ponto de coleta “Rio do Rio 3” fica mais próxima do Morro dos Guararapes, que é um favela, onde os serviços de saneamento básico não devem atender a todos, logo, parte do esgotamento sanitário e dos resíduos sólidos descartados acabam sendo descartada no Rio Carioca; e a segunda é que o ponto “Rio do Rio 2” fica próximo ao encontro do Rio Carioca com um de seus afluentes, o Rio Chororo, desta forma, as águas do afluente acabam melhorando a qualidade das águas do Rio Carioca. As duas hipóteses apresentadas não são excludentes, assim, a combinação desses dois fatores resulta numa melhor qualidade da água no ponto de coleta “Rio do Rio 2” em comparação com o ponto “Rio do Rio 3”.

5.7. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA PLUVIOMETRIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

A Prefeitura do Rio de Janeiro conta com um sistema de alerta de chuvas intensas e de deslizamento em encosta chamado Alerta Rio. Ele é administrado pela Fundação GEO-RIO e possui 33 (trinta e três) estações telemétricas espalhadas pelo município. Estas estações enviam dados em tempo real (a cada 15 minutos) para a central do Alerta Rio. Das 33 (trinta e três) estações, 25 (vinte e cinco) são pluviométricas, ou seja, enviam apenas leituras de chuva. A estação Vidigal, além dos dados pluviométricos, envia leituras de direção e velocidade do vento. Cinco estações são meteorológicas que enviam leituras de chuva, temperatura e umidade do ar (Irajá, Jardim Botânico, Barra/Riocentro, Santa Cruz e Alto da Boa Vista), e duas são estações meteorológicas completas, que transmitem dados de chuva, vento, temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica (Guaratiba e São Cristóvão) (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, [s. d.]).

Próximas à Bacia Hidrográfica do Rio Carioca podem ser destacadas três estações pluviométricas: a estação número 31 (trinta e um), chamada Laranjeiras, que está localizada no limite da bacia; a estação número 5 (cinco), chamada Santa Teresa, que está

muito próxima ao limite da bacia; e a estação número 4 (quatro), chamada Tijuca, que está a cerca de um quilômetro do limite da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e está dentro da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue.

As outras estações mais próximas são a Urca (número 4), Tijuca/Muda (número 33) e Jardim Botânico (número 16). As três estão a aproximadamente dois quilômetros do limite da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.

Por questão de proximidade, serão destacadas e comentadas somente as estações de Laranjeiras, Santa Teresa e Tijuca, que têm as suas localizações ilustradas na figura 38.



Figura 38: Mapa de Localização das Estações Pluviométricas mais Próximas da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, [s. d.]

Como foi dito, essas três estações enviam somente as informações de leituras de chuva. No site do Alerta Rio, é possível obter os dados de registros pluviométricos com acumulados mensais e anuais em milímetros. Esses dados foram obtidos para as três estações de interesse do estudo desde o ano de 2005 até o no de 2023 (com exceção do ano de 2020), totalizando dezoito registros de acumulados anuais. Os resultados mensais e anuais (em milímetros) de 2005 a 2023 estão no anexo 4. Os resultados de registros pluviométricos totais anuais em milímetros estão ilustrados no gráfico da figura 39.

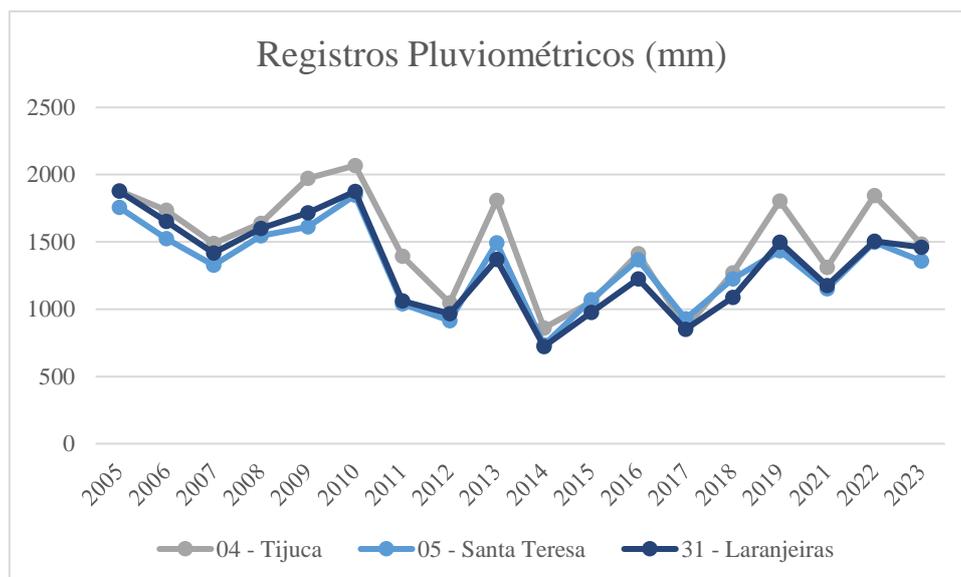


Figura 39: Gráfico com Registros Pluviométricos Anuais das Estações Tijuca, Santa Teresa e Laranjeiras (2005-2023)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, [s. d.])

Os resultados expostos no gráfico da figura 39 mostram que as estações pluviométricas de Laranjeiras e Santa Teresa tem registros muito parecidos, os registros da estação da Tijuca diferem um pouco, mas também seguem a mesma tendência. Como foi visto no mapa da figura 38, as estações de Laranjeiras e de Santa Teresa são muito próximas (cerca de um quilômetro e meio de distância), já a estação da Tijuca fica a mais de dois quilômetros da estação de Santa Teresa e fica em um local onde o relevo pode causar alterações nas chuvas.

A região Sudeste do Brasil possui um clima muito diversificado por estar localizada entre regiões com diferentes comportamentos climáticos. Dessa forma, o clima no Sudeste funciona como uma transição entre o clima tropical quente e seco do Nordeste, o clima tropical úmido/semiúmido do Centro-Oeste e o clima mesotérmico temperado da região Sul. Dentro do próprio Sudeste, existe variações climáticas devido a topografia e aspectos dinâmicos da atmosfera (SOBRAL *et al.*, 2018).

Já a cidade do Rio de Janeiro especificamente está localizada numa faixa que pode ser considerada com o Clima Tropical Atlântico, pois recebe forte influência do Oceano Atlântico em suas características climáticas. O índice pluviométrico desse clima varia de 1.000 a 2.000mm/ano. Essa faixa coincide com os valores apresentados no gráfico da figura 39 e com os valores do anexo 4.

5.8. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA BALNEABILIDADE NA PRAIA DO FLAMENGO

O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Estado do Rio de Janeiro faz o monitoramento constante da balneabilidade das praias do estado. Os dados disponíveis do *site* do INEA começam no ano de 2007 e segue até atualmente. Os últimos dados coletados (considerando o momento da elaboração deste trabalho) são de outubro de 2024.

A classificação de balneabilidade do INEA segue os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA n°274/2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

Durante os anos de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013, havia somente um ponto de amostragem em que era feito o teste de balneabilidade na Praia do Flamengo, no site não há a informação da localização exata desse ponto. Os resultados obtidos estão no Anexo 1. Desses resultados, foi possível obter porcentagens das quatro opções de balneabilidade encontrados nos boletins do INEA, que eram “Recomendado ao banho de mar”, “Recomendado com restrições”, “Não recomendado ao banho de mar” e “Sem resultado”. O gráfico obtido a partir desses dados de balneabilidade da Praia do Flamengo entre os anos de 2007 e 2013 estão no gráfico da figura 40.

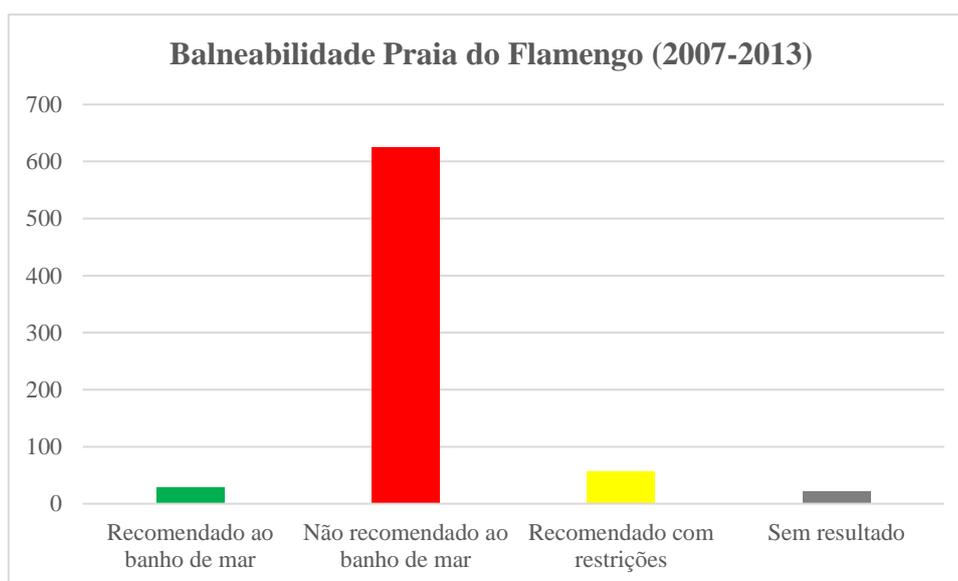


Figura 40: Gráfico com Resultados de Balneabilidade Praia do Flamengo (2007-2013)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INEA, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)

Das amostragens na Praia do Flamengo entre os anos de 2007 e 2013, 85% estavam como “Não recomendado ao banho de mar”, 8% estavam como “Recomendado com restrições”, 4% como “Recomendado ao banho de mar” e 3% como “Sem resultados”. Com isso, a maioria dos resultados indicaram que a qualidade da água na Praia do Flamengo não era boa o suficiente para que se pudesse ser utilizada em atividades de lazer.

A partir de 2014, ocorreu uma mudança na avaliação de balneabilidade relacionada à Praia do Flamengo, de um ponto de coleta de amostra, passaram a ser dois pontos de coleta. Na Zona Sul do município do Rio de Janeiro, os locais de coleta estão ilustrados na figura 41, que foi retirada do próprio *site* do INEA, com os dois pontos que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca circulos em vermelho.



Figura 41: Localização dos Pontos de Amostragem de Balneabilidade INEA

Fonte: Adaptado de (INEA, [s. d.]

Na figura 42, está o mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca com os pontos de amostragem utilizados pelo INEA, que estavam circulos na figura anterior.

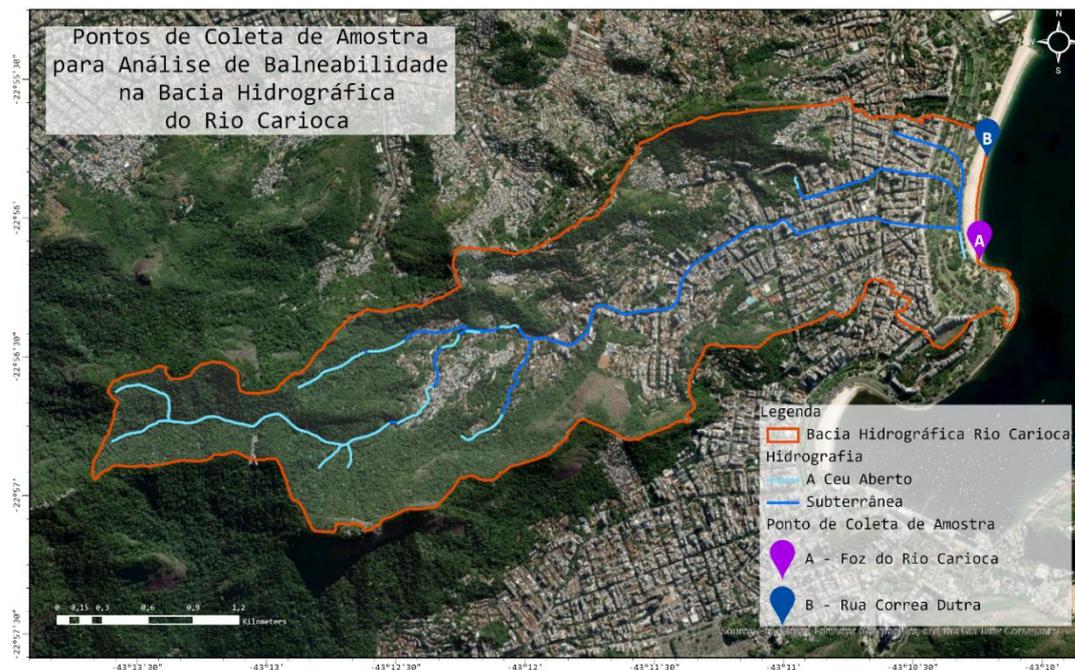


Figura 42: Localização dos Pontos de Amostragem de Balneabilidade INEA na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria.

Outra mudança identificada foi a ausência da opção “Recomendado com restrições” nos resultados de balneabilidade. Logo, nos resultados de 2014 até 2024 as opções são “Recomendado ao banho de mar”, “Não recomendado ao banho de mar” e “Sem resultado”. Os resultados encontrados no site do INEA estão no Anexo 2. A partir desses dados, foi possível obter porcentagens de cada resultado de balneabilidade. A figura 43 ilustra o gráfico com essas porcentagens.

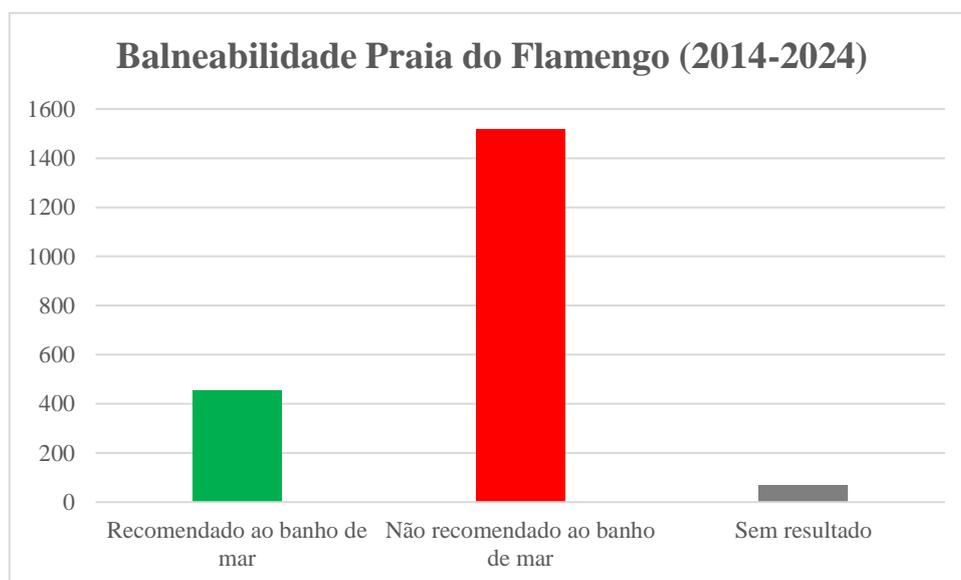


Figura 43: Gráfico com Resultados de Balneabilidade Praia do Flamengo (2014-2024)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INEA, 2014, 2015, 2024, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023)

De 2014 a 2024, foram identificados 74% de resultados “Não recomendado ao banho de mar”, 22% de “Recomendado ao banho de mar” e 4% de “Sem resultado”.

Juntando todos os dados disponíveis, foi possível obter o gráfico da figura 44 com as porcentagens de cada resultado encontrado.

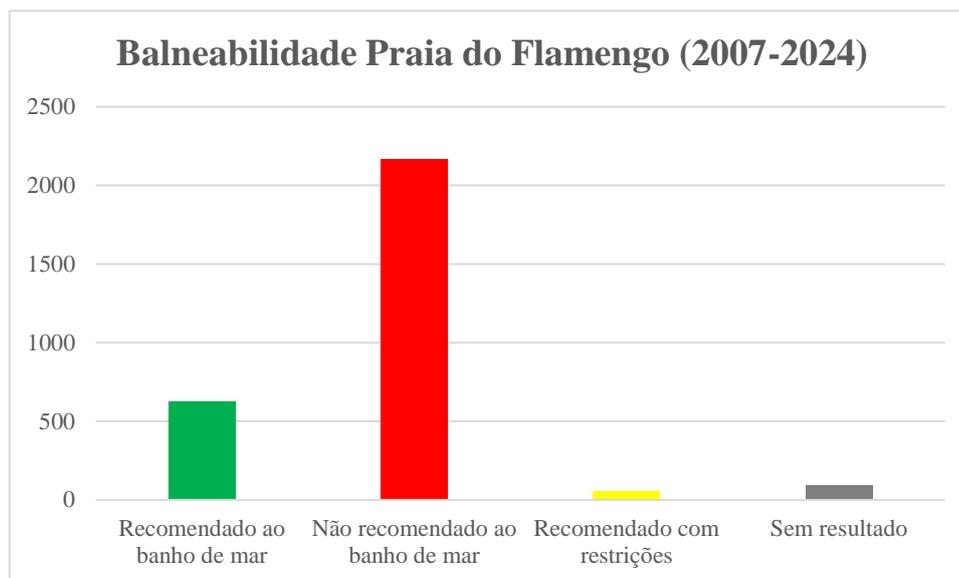


Figura 44: Gráfico com Resultados de Balneabilidade Praia do Flamengo (2007-2024)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INEA, 2007, 2008, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

De modo geral os resultados obtidos foram parecidos com os resultados do gráfico da figura 40. Ao considerar todos os dados disponíveis, foram identificados 74% de resultados “Não recomendado ao banho de mar”, 21% de “Recomendado ao banho de mar”, 2% de “Recomendado com restrições” e 3% de “Sem resultado”.

Para analisar a evolução da condição da balneabilidade no tempo, optou-se por fazer mais dois gráficos, desta vez com linhas. Novamente foi considerada a série histórica de 2007 a 2024, levando em conta todos os dados disponíveis. Foram separados em dois gráficos, um com as porcentagens de “Recomendado para banho de mar” por ano (figura 45) e outro com as porcentagens de “Não recomendado para banho de mar” por ano (figura 46).

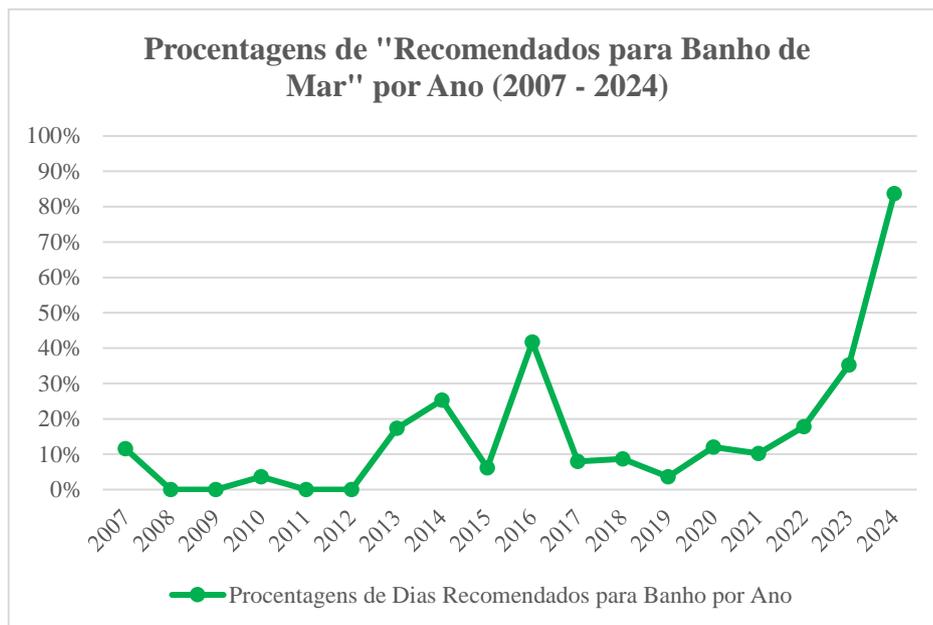


Figura 45: Gráfico com Porcentagens “Recomendado ao banho de mar” por Ano (2007-2024)
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INEA, 2007, 2008, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

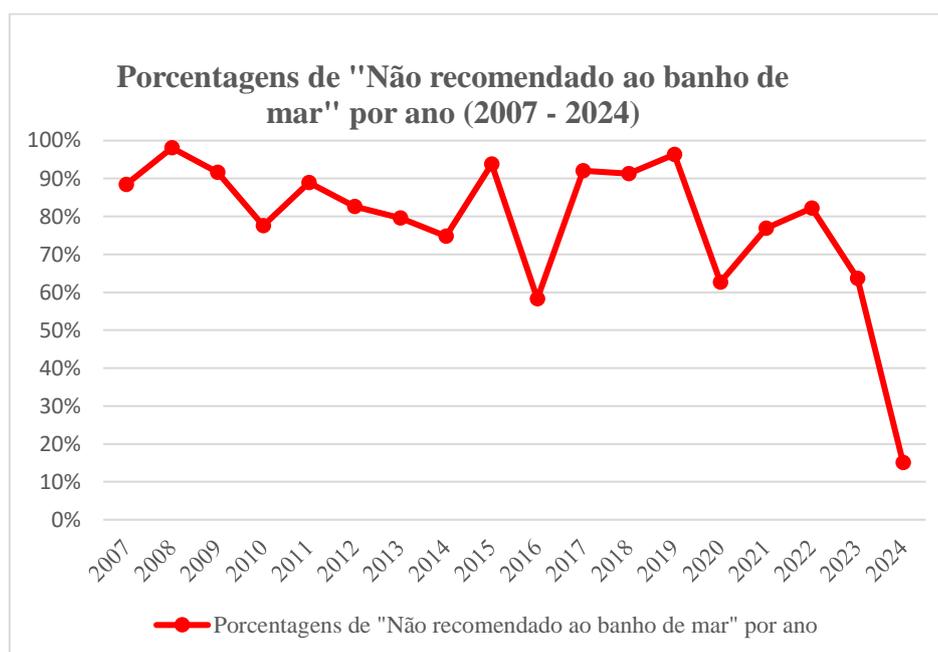


Figura 46: Gráfico com Porcentagens “Não recomendado ao banho de mar” por Ano (2007-2024)
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INEA, 2007, 2008, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A partir desses dois gráficos das figuras 45 e 46, é possível tirar algumas conclusões. A primeira é que eles são quase complementares, já que os outros percentuais tem pouco expressão. Também é nítido que vem ocorrendo uma melhora nos percentuais de “Recomendados ao banho de mar” ao longo do tempo, indicando uma melhora significativa na qualidade da água. Nos anos de 2014 e 2016, ocorreram melhoras

pontuais. Essas melhoras podem ter ocorrido por variações climáticas de chuva e marés, por exemplo. Outra hipótese é de que nesses anos ocorreram dois grandes eventos esportivos (Copa do Mundo de Futebol em 2014 e Jogos Olímpicos em 2016) na cidade do Rio de Janeiro. Com isso, talvez tenham sido feitos mais investimentos nessa questão da qualidade da água, principalmente em 2016, quando ocorreram provas esportivas de vela na Baía de Guanabara.

Outro ponto importante a ser destacado nos gráficos das figuras 45 e 46 é uma melhora significativa nos percentuais de “Recomendado ao banho de mar” a partir do ano de 2022 e, conseqüentemente, a queda dos percentuais de “Não recomendado ao banho de mar” a partir do mesmo ano. Essas alterações têm relação direta com o desvio contingencial do Rio Carioca para o Emissário Submarino de Ipanema, que foi mencionado anteriormente. O desvio ocorreu no ano de 2022, coincidindo com o ano do início da melhora na balneabilidade da Praia do Flamengo.

Para se ter uma visualização dessa melhora, foram selecionados os dados dos resultados de balneabilidade feitos pelo INEA do ano de 2019 até outubro de 2024. Esses dados estão no gráfico da figura 47. Os locais A e B estão indicados no mapa da figura 42 e são referentes respectivamente à foz do rio Carioca e a altura da Rua Correa Dutra. Os quadrados vermelhos são resultados de “Não recomendado ao banho de mar”, os quadrados verdes são “Recomendado ao banho de mar” e os quadrados cinza são “Sem resultado”. Desses últimos, a maioria ocorreu em momentos em que a pandemia da COVID-19 inviabilizou a coleta e obtenção de resultados (nos anos de 2020 e 2021).

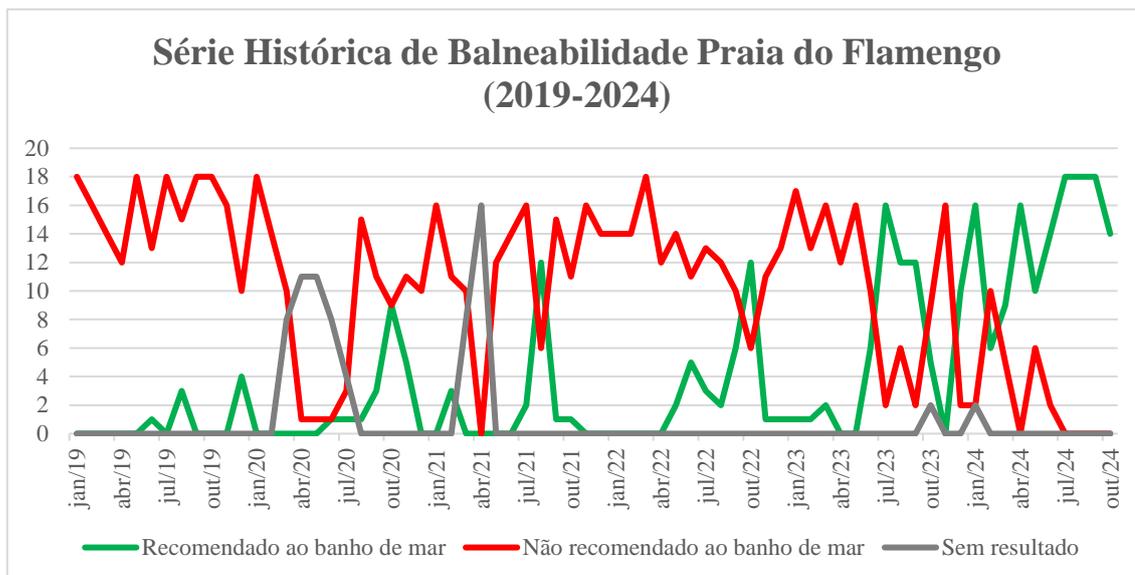


Figura 47: Gráfico com Série Histórica Mensal de Balneabilidade da Praia do Flamengo (2019-2024)
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INEA, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024)

6. FATORES URBANO-AMBIENTAIS

No presente estudo, optou-se por chamar de fatores urbano-ambientais os fatores relacionados ao saneamento básico. Esses fatores são importantes infraestruturas urbanas que garantem o bom funcionamento da cidade e diminuem os impactos ambientais das atividades antrópicas, caso sejam bem executados.

O setor de saneamento básico no Brasil teve mudanças recentes muito importantes com o Novo Marco Legal, que foi estabelecido na Lei nº 14.026 de 2020. Neste ponto, é importante trazer a definição de saneamento básico, que a própria lei descreve como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

As principais mudanças do Novo Marco Legal do Saneamento Básico são relacionadas ao incentivo à abertura do mercado para a iniciativa privada, rompendo com o predomínio das companhias estaduais de saneamento existente até então. A nova lei alterou o modelo de contratualização e de concessões administrativa, com o objetivo de regionalizar a oferta de serviços de saneamento básico, principalmente de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (LEITE; MOITA NETO; BEZERRA, 2022).

Quando se trata de saneamento básico, é importante ressaltar as desigualdades regionais no atendimento à população. Os níveis de atendimento em saneamento podem variar em mais 60% entre os estados, o que destaca a necessidade de mais investimentos nas áreas com menos atendimento. Nesse ponto, aumenta o questionamento sobre o aumento da privatização dos serviços: se nem os governantes deram prioridade para as áreas menos atendidas e para as áreas mais carentes, fica difícil imaginar o interesse da iniciativa privada nesses locais (PAGANINI; BOCCHIGLIERI, 2021).

As desigualdades socioeconômicas também têm impacto na oferta de serviços de saneamento básico. Segundo Da Paz et al (2021), os piores índices de atendimento são os mesmo que apresentam alta vulnerabilidade socioeconômica. Além disso, a falta de acesso a serviços de saneamento afeta de forma mais intensa a saúde das crianças (DA PAZ *et al.*, 2021).

Nesse ponto, o Novo Marco Legal faz menção à gratuidade dos serviços para família de baixa renda. Assim, o serviço de conexão de edificação ocupada por família de baixa renda à rede de esgotamento sanitário poderá ser gratuito, mesmo se os serviços públicos de saneamento básico forem prestados mediante concessão, por exemplo (PAGANINI; BOCCHIGLIERI, 2021).

6.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O abastecimento público de água é uma estrutura essencialmente linear, em que predominam as tubulações para condução de água, começando pela captação em um manancial e indo até a entrega da água potável ao consumidor final. Entre essas tubulações, há as instalações de tratamento, reservação e elevação ou redução de pressão. A maior parte das tubulações de abastecimento de água está disposta na rede urbana (pelas ruas) e associada ao trecho final da ligação ao cliente (ramal predial), formando o sistema de distribuição (TARDELLI, 2015).

O abastecimento de água é uma ação que visa prioritariamente a proteção à saúde humana. Deve-se buscar o abastecimento de água universal e com equidade. As instalações de abastecimento devem fornecer água com qualidade, regularidade e de forma acessível para as populações. Além disso, devem ser respeitados os interesses de

outros usuários dos mananciais, pensando na presente e futuras gerações (HELLER; PÁDUA, 2006).

Sobre o abastecimento de água, é importante mencionar o alto índice de perdas no processo de distribuição. As perdas representam a diferença entre o que se disponibilizou de água tratada à distribuição (macromedição) e o que se mediu nos hidrômetros dos clientes finais (micromedição). Além dos vazamentos nas tubulações por falta de manutenção, há também os erros ou submedições nos hidrômetros e as fraudes (água consumida, mas não contabilizada). As perdas por vazamentos são chamadas de perdas reais e correspondem a maioria no Brasil. Já as perdas por erros ou fraudes são chamadas de perdas aparentes (TARDELLI, 2015).

O esgotamento sanitário é definido no Novo Marco Legal do Saneamento Básico como os serviços de distribuição e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte e à disposição final adequados dos esgotos sanitários. É considerado o caminho inverso ao do abastecimento, começando nas ligações prediais e terminando na disposição final adequada, com produção de água de reuso ou lançamento de forma adequada no meio ambiente (BRASIL, 2020).

Além dessa definição, é possível definir o esgotamento sanitário como a composição de: esgoto doméstico (despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas); esgoto industrial (despejo líquido resultante de processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos); água de infiltração (toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações); e contribuição pluvial parasitária (parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário) (VIEIRA *et al.*, 2024).

O principal objetivo dos serviços de esgotamento sanitário é evitar que os dejetos entrem em contato com a população, as fontes de água potável e os sistemas de irrigação de alimentos. Esse isolamento é importante para impedir a proliferação de vetores patogênicos. Sendo assim, a gestão eficiente do esgotamento sanitário é essencial para o controle da poluição e da manutenção de um ambiente saudável, promovendo a saúde pública e o bem-estar da população (VIEIRA *et al.*, 2024).

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico aborda a questão da universalização dos serviços, com metas para garantir o atendimento de 99% da população brasileira com o abastecimento de água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033 (BRASIL, 2020).

Essas metas são importantes devido ao grande déficit dos serviços de saneamento básico no país. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), com informações do ano base de 2020, o abastecimento de água chegava a 84,1% da população e a rede de esgoto a 55%. Além disso, do total de esgoto gerado, ou seja, da água que se torna esgoto após o uso doméstico, apenas 50,8% são tratados, e do esgoto efetivamente coletado, 79,8% são tratados (BRASIL, 2021).

O lançamento de esgotos sem tratamento em corpos hídricos afeta a dinâmica e o ecossistema deles. Se considerar que esses corpos d'água em alguns casos funcionam como mananciais para abastecimento público além de serem receptores de efluentes, a questão é ainda mais grave. Nesse caso, a qualidade da água fica comprometida e todo o sistema de abastecimento pode ser afetado, pois as tecnologias de tratamento convencional usualmente empregadas podem ser tornar insuficientes para garantir a qualidade da água necessária para o abastecimento público locais (PAGANINI; BOCCHIGLIERI, 2021).

O sistema de esgotamento sanitário também pode ser classificado em quatro formas: sistema de esgotamento combinado ou unitário; sistema de esgotamento separador absoluto; sistema de esgotamento separador parcial; e sistema de esgotamento misto (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2020).

Na cidade do Rio de Janeiro, o recomendável é a utilização do sistema separador absoluto, devido ao grande volume de chuvas. As estações de tratamento de esgoto existentes não possuem capacidade para suportar a vazão de esgoto e chuvas misturados, o que deveria ocorrer nesse tipo de sistema (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2020).

No entanto, em locais onde não há o atendimento de serviços de esgotamento sanitário no Rio de Janeiro, as águas residuais são, muitas vezes, direcionadas para a drenagem pluvial e não ocorre o tratamento dessa água antes do despejo final. Sendo assim, nessas regiões o sistema de esgotamento funciona como unitário, porém não ocorre

o tratamento adequado. Essa medida é considerada como a única viável em algumas regiões e pode ser temporária até que a rede de esgotamento adequada chegue ao local. Além disso, há ligações clandestinas que fazem com que o esgoto siga pela rede de drenagem e acabe despejado em corpos hídricos sem tratamento (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2020).

A utilização do sistema de esgotamento unitário pode ser considerada uma alternativa condicionada à existência de pré-tratamento das águas residuais, o que reduziria os impactos se comparado ao descarte in natura. Há previsão legal na decisão do Superior Tribunal de Justiça, em decisão proferida no Recurso Especial nº 1339313/RJ94, admite a utilização do sistema unitário de esgotamento, validando, portanto, a utilização das galerias de águas pluviais para a prestação dos serviços de esgotamento sanitário (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2020).

Entretanto, com o Novo Marco Legal do Saneamento, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) deverá criar diretrizes para substituição do sistema unitário pelo sistema tipo separador absoluto de tratamento de efluentes sanitários, de forma a buscar a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no país (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2020).

No Rio de Janeiro, a concessionária Águas do Rio assumiu os serviços de distribuição de água potável e esgotamento sanitário em 26 (vinte e seis) municípios e 124 (cento e vinte e quatro) bairros cariocas no ano de 2021. Dentre os bairros estão Alto da Boa Vista, Botafogo, Catete, Cosme Velho, Flamengo, Laranjeiras e Santa Teresa, que são os bairros que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, como visto anteriormente. Antes disso, a responsável pelos serviços de abastecimento e saneamento por 47 (quarenta e sete) anos era a Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE).

6.2. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

As informações da rede abastecimento de água foram obtidas do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistema Lagunares de Maricá e Jacarepaguá já georreferenciadas em formato *shapefile*. O mapa da rede de

abastecimento na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca está na figura 48 e, no Apêndice 11, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

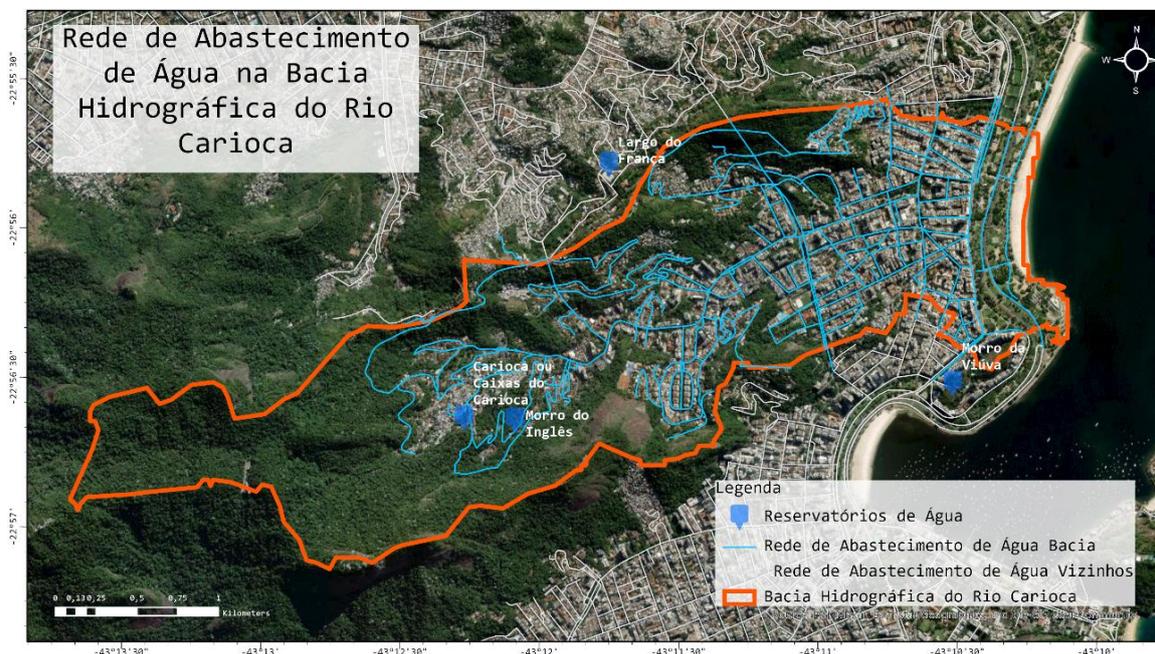


Figura 48: Rede de Abastecimento de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

O mapa da figura 48 mostra que a rede de abastecimento de água está presente em quase toda as ruas da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, tendo uma boa cobertura no local.

Há também dois reservatórios de água tratada dentro da bacia, chamados de Carioca ou Caixas do Carioca e Morro do Inglês. Próximos ao limite da bacia há mais dois reservatórios de água tratada, o Largo do França (no bairro de Santa Teresa) e o Morro da Viúva (no bairro do Flamengo). Os quatro reservatórios citados pertencem ao subsistema do Guandu.

Como foi dito, essa região depende do abastecimento fornecido pelo Sistema Integrado Guandu/Lajes/Acari, através da transposição da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Essa constatação traz a contradição de altos investimentos para pegar água para abastecimento em sistemas longe do consumidor final, enquanto os corpos hídricos próximos ao consumidor são inapropriados para consumo. É importante mencionar que existe também a questão da proporção entre vazões dos corpos hídricos e consumo total,

no entanto, a possibilidade de consumo de água de corpos hídricos mesmo que parcialmente já traria benefícios para a população.

As áreas com menor cobertura do abastecimento de água são no interior das favelas e comunidades urbanas. Na figura 49, é possível ver isso com mais clareza e, no Apêndice 12, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

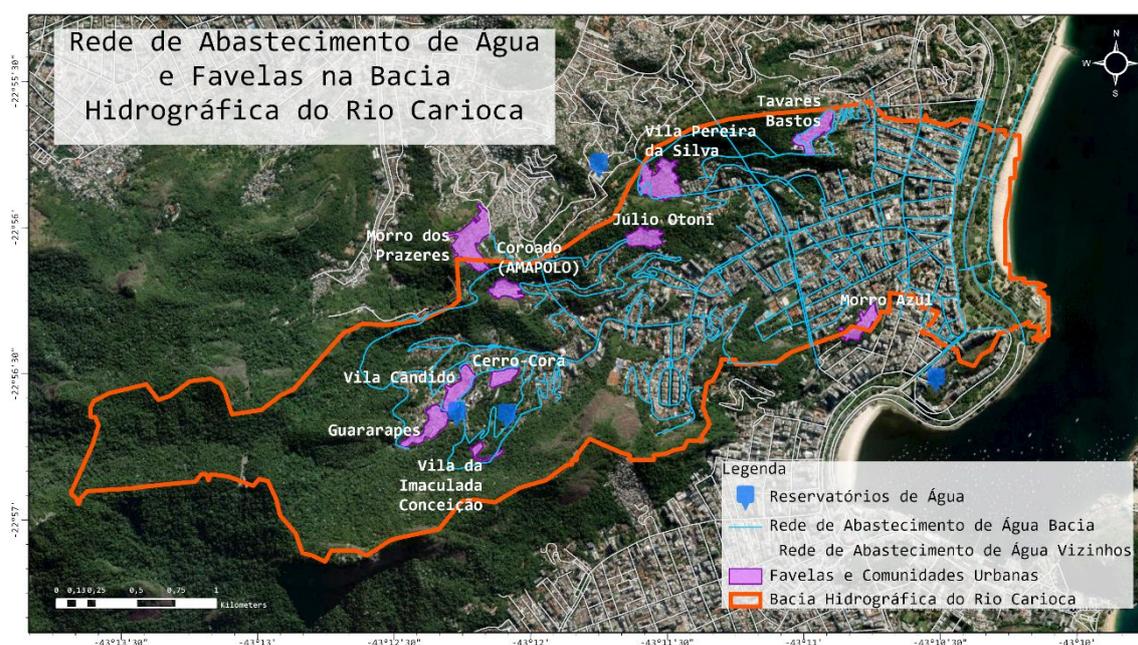


Figura 49: Rede de Abastecimento de Água e Favelas e Comunidades Urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

Apesar da rede de abastecimento chegar ao redor das favelas e comunidades urbanas, no interior delas não há o acesso à água proveniente da rede de abastecimento público. Sendo o acesso a água potável um direito e uma necessidade do cidadão, era de se esperar que ela chegasse a todos. No entanto, a dificuldade de acesso a alguns locais no interior das favelas e comunidades, impossibilita a instalação de algumas infraestruturas urbanas.

6.3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

As informações da rede de esgotamento sanitário também foram obtidas do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistema

Lagunares de Maricá e Jacarepaguá já georreferenciadas em formato *shapefile*. O mapa da rede de esgoto na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca está na figura 50 e, no Apêndice 13, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

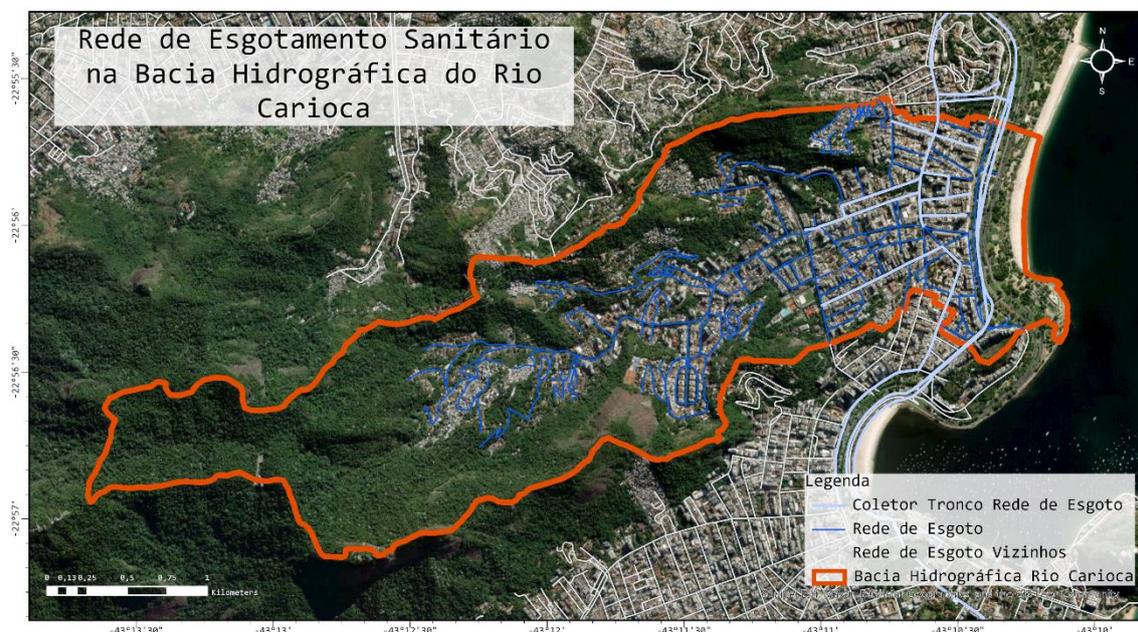


Figura 50: Rede de Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

A parte do coletor tronco da rede de esgoto está destacada em cor mais clara e maior espessura. O coletor tronco está localizado na parte da bacia mais próxima a foz, nos bairros do Flamengo, Catete e uma pequena parte em Laranjeiras.

Além disso, é possível perceber pela figura 48 que quase toda a Bacia Hidrográfica do Rio Carioca é atendida por rede de esgotamento sanitário, com exceção dos interiores das favelas e comunidades urbanas e da Rua Doutor Júlio Otoni, que fica entre os bairros de Santa Teresa e Laranjeiras.

A figura 51 ilustra a rede de esgotamento sanitário com as favelas e comunidades urbanas e, no Apêndice 14, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

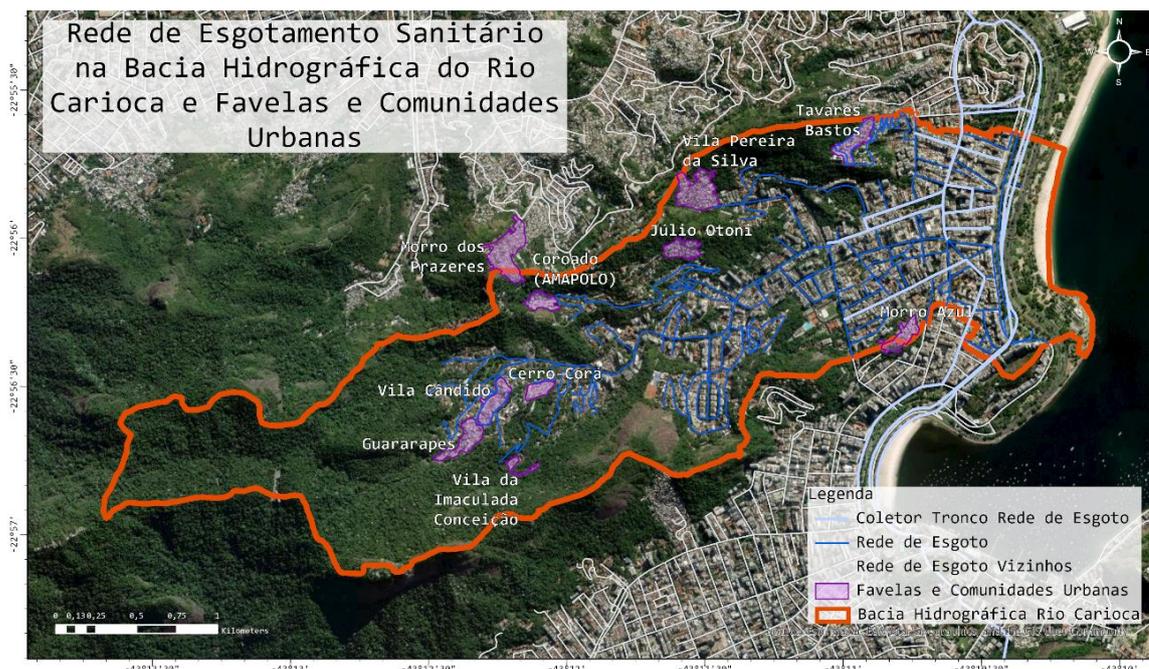


Figura 51: Rede de Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e Favelas e Comunidades Urbanas

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

Na figura 51, vê-se que próximo e/ou ao redor de algumas favelas e comunidades urbanas têm rede de esgoto ao seu redor, no entanto, no interior delas não há rede.

Como foi dito, o esgoto coletado nos bairros que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca é direcionado para o emissário submarino de Ipanema e passa por tratamento primário antes do descarte no oceano.

6.4. COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo sobre princípios, objetivos e instrumentos. Ela também traz definições importantes sobre o tema. A primeira a ser destacada é a definição de resíduos sólidos como

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.” (BRASIL, 2010)

Outra definição importante é a de rejeito, que é o resíduo sólido que tem todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis esgotadas e, por isso, deve ter uma disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Já a coleta seletiva é “a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010).

Dentre os objetivos da PNRS destaca-se o item que fala da não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos. Sendo que deve ser dada essa ordem de prioridade na gestão dos resíduos sólidos, através de uma ação conjunta de governo de sociedade (SANTOS; ROVARIS, [s. d.]).

Com todos os esforços recentes e, principalmente, com os advenços que vieram com a PNRS, a problemática dos resíduos sólidos, tem sido encarada com mais seriedade. Ações importantes, como a proibição dos lixões e o incentivo à coleta seletiva, por exemplo, têm sido implementadas. Esse maior interesse no assunto ocorreu sobretudo por três motivos, segundo Cunha e Caixeta Filho (2002): a grande quantidade de lixo gerada (no Brasil, atualmente o índice per capita é de 1,04 kg/hab/dia¹); altos gastos financeiros com o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (de 7% a 15% do orçamento dos municípios); impactos ao meio ambiente e saúde humana, pois a destinação final inadequada de resíduos pode levar à contaminação do ar, da água, do solo e à proliferação de vetores nocivos à saúde humana.

Além da obrigação do Poder Público de fornecer os serviços de coleta, tratamento, destinação e disposição ambientalmente adequada, é importante também uma maior conscientização da população. Ainda é comum encontrar vazadouros à beira de cursos d'água, o que tem grande potencial de provocar impactos ambientais e desequilibrar os ecossistemas. Como consequência, tem-se, por exemplo, a obstrução de canais, rios e redes de drenagem urbanas e o aumento de inundações e proliferação de doenças, aumentando epidemias de leptospirose, dengue etc (FONSECA *et al.*, 2013).

¹ Dado do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023 (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA)

O Poder Público tem o dever de fornecer os serviços de coleta, transporte, destinação final dos resíduos sólidos, além de limpeza de espaços e muitas outras funções. Tudo isso deve ser realizado para toda a população sem qualquer distinção.

Em cidades de grandes dimensões e populações, como o Rio de Janeiro, o desafio de cumprir esse papel é ainda maior. Para isso, a cidade carioca conta com os serviços da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb), que é a maior organização de limpeza pública na América Latina. Seu principal objetivo é a limpeza urbana no município do Rio de Janeiro. As principais atribuições são: os serviços de coleta domiciliar; limpeza dos logradouros públicos, das areias das praias, de parques públicos, do mobiliário urbano, dos túneis, viadutos, e, em especial, a limpeza e higienização de hospitais municipais; coleta e destinação adequada de todos os resíduos produzidos em unidades de saúde localizadas no município do Rio de Janeiro; transferência, tratamento e disposição final do lixo (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2021).

6.5. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

As informações sobre coleta de lixo na área da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca foram obtidas através do sítio eletrônico da Comlurb. O *site* disponibiliza a consulta por nome do logradouro e os resultados encontrados na área de estudo indicaram quatro diferentes serviços: Coleta de Lixo Domiciliar, Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar, Coleta de Lixo Domiciliar em Comunidades, Remoção de Lixo Público e de Varredura e Varredura Mecanizada. A Coleta de Lixo Domiciliar em Comunidades foi encontrada somente em duas ruas que ficam majoritariamente fora da bacia hidrográfica em questão, mas prestam serviço em uma favela que está parcialmente dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. Já a Varredura Mecanizada foi encontrada somente em um logradouro (Rua do Catete).

Como a procura retorna os nomes dos logradouros, optou-se por traçar através de linhas as ruas que possuem os serviços mencionados. Para diferenciar cada serviço, foram utilizadas cores diferentes para cada um: Coleta de Lixo Domiciliar está em vermelho; Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar está em laranja; Coleta de Lixo Domiciliar em Comunidades está em verde; Remoção de Lixo Público e de Varredura está em roxo; e

Varredura Mecanizada está em rosa. Na figura 52, está o resultado e, no Apêndice 15, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

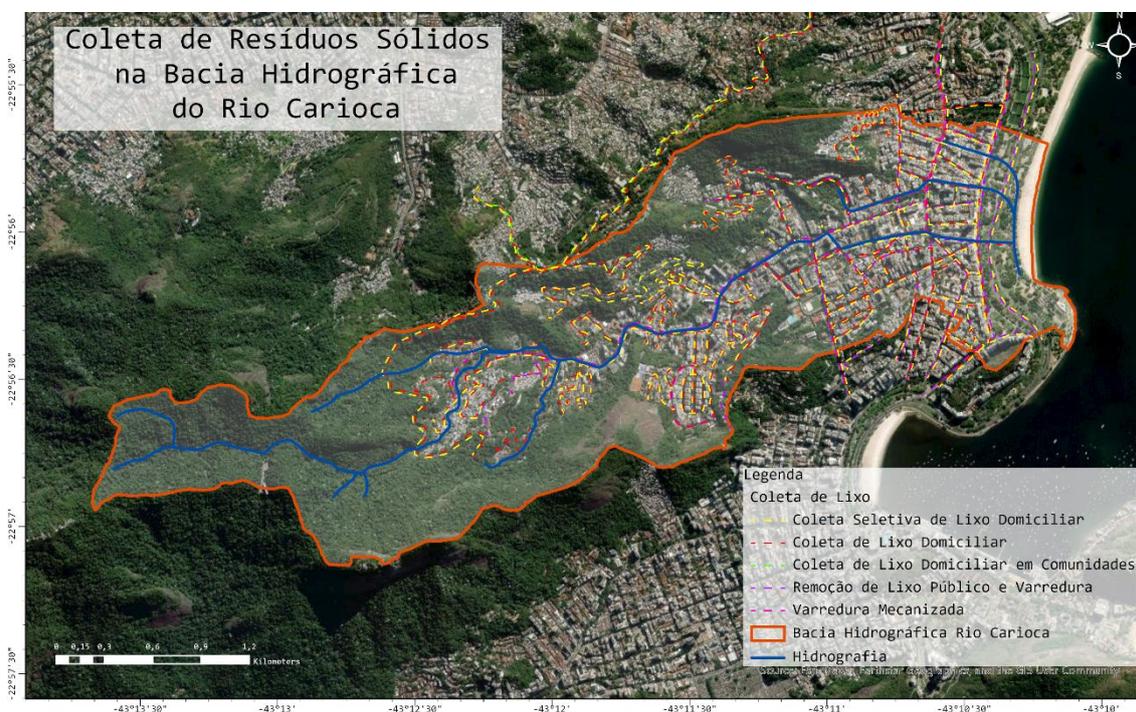


Figura 52: Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (COMLURB, [s. d.]

É importante destacar alguns pontos sobre os dados disponibilizados pela Comlurb. As informações de Coleta de Lixo Domiciliar e Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar especificavam a extensão percorrida pela coleta, por exemplo, na Rua do Catete no bairro do Catete a informação era que percorria toda extensão (do Largo do Machado até a Rua Barão de Guaratiba). Já os dados de Remoção de Lixo Público e de Varredura e Varredura Mecanizada informavam somente a rua, sem especificar a extensão, por exemplo, somente informavam Rua do Catete. Nesses casos, optou-se por traçar a linha correspondente a esses serviços por toda a extensão rua. Com isso, os dados de Coleta de Lixo Domiciliar e Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar podem ser considerados mais precisos, devido às especificações informadas.

Para uma melhor visualização, foi definida uma divisão da Bacia do Rio Carioca em três partes. Cada parte foi destacada utilizando uma escala maior para que as ruas sejam mais facilmente identificadas. É importante destacar que algumas ruas estarão presentes em mais uma parte pois o desenho das ruas no interior da Bacia do Rio Carioca

não é uniforme. A primeira parte foi da área mais alta da bacia até a altura da Rua General Glicério (figura 53).

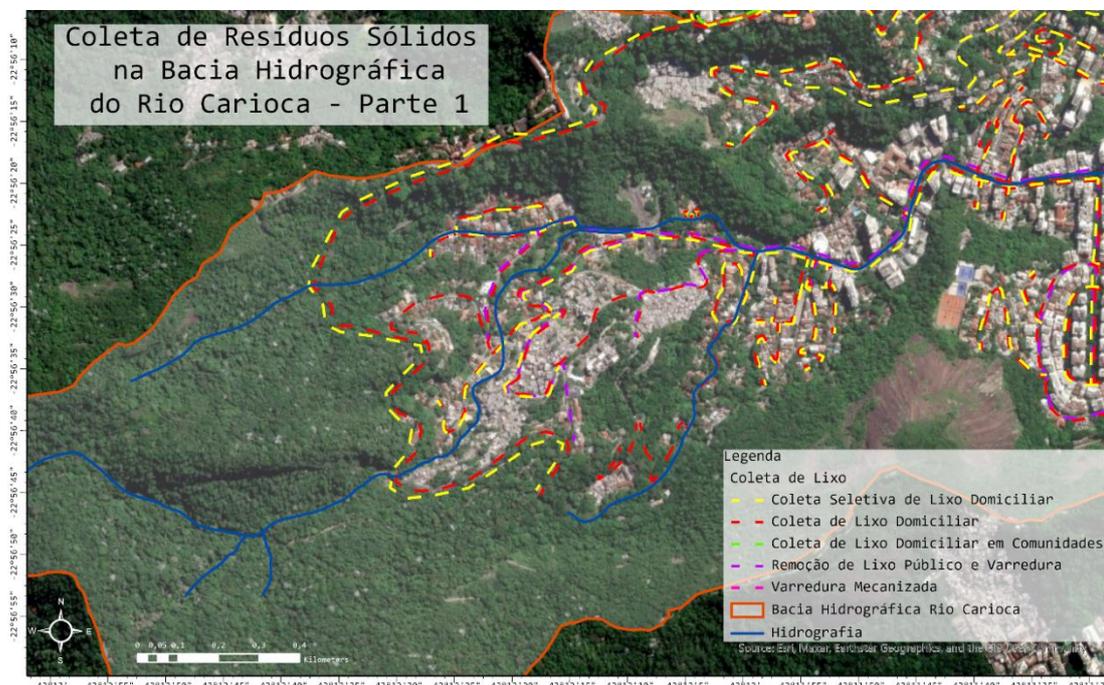


Figura 53: Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca – Parte 1

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (COMLURB, [s. d.])

A segunda parte é a região mais central da Bacia do Rio Carioca, ela vai da altura da Rua General Glicério até a Rua Pinheiro Machado (figura 54).

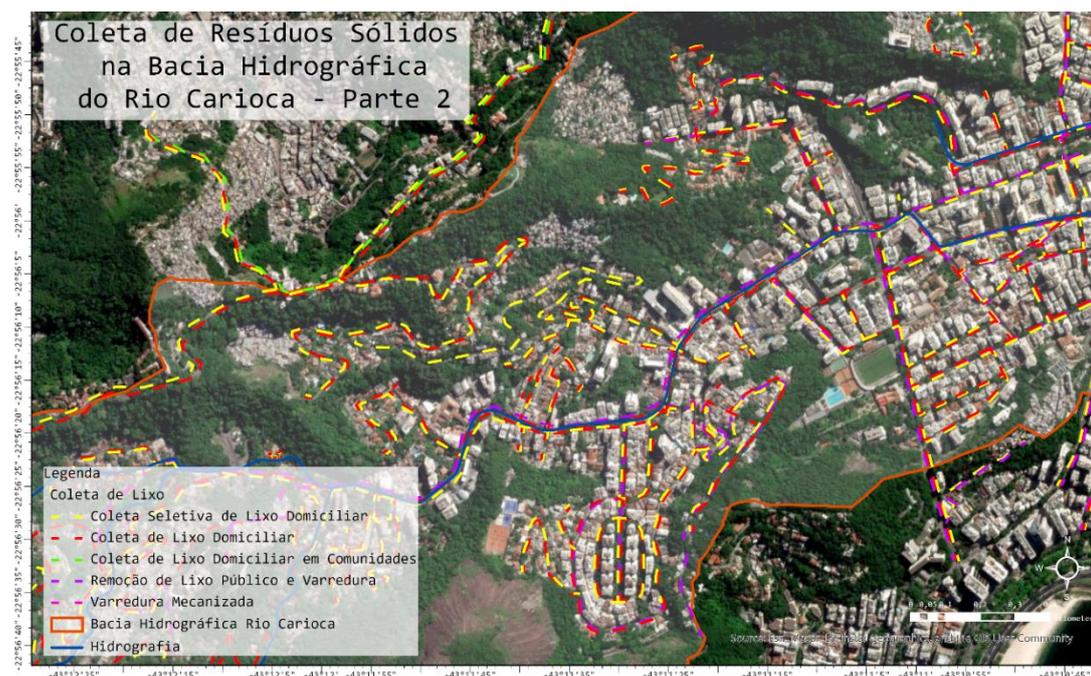


Figura 54: Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca – Parte 2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (COMLURB, [s. d.]

A terceira parte é a área mais próxima a foz do rio Carioca, começando na Rua Pinheiro Machado e indo até a Praia do Flamengo (figura 55).

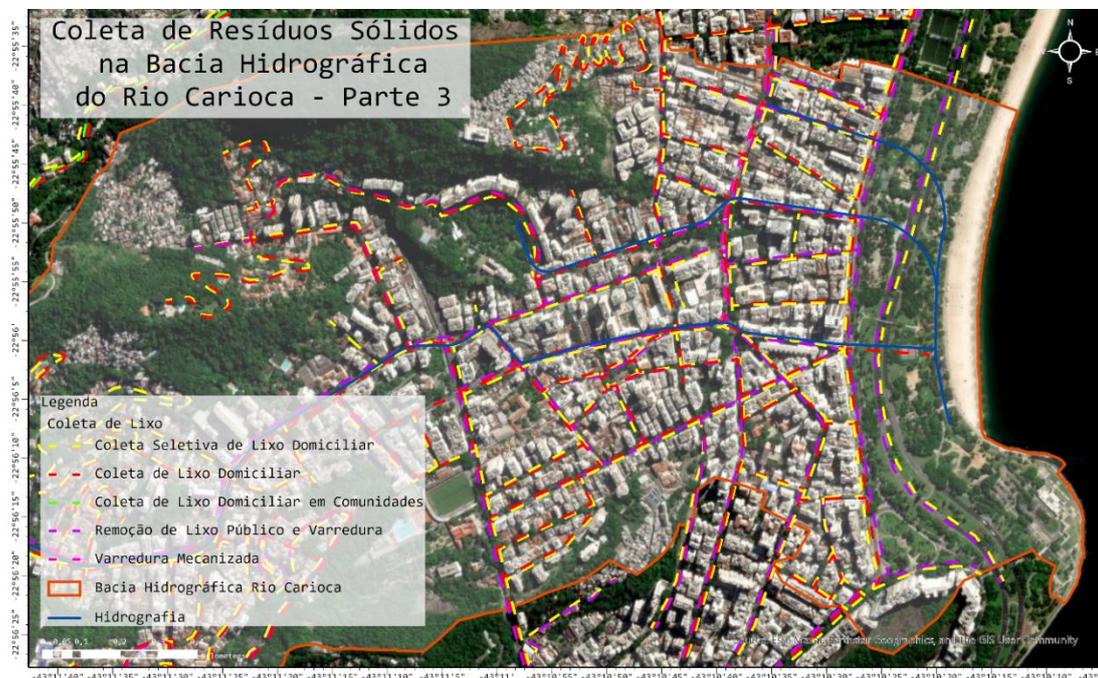


Figura 55: Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca – Parte 3

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (COMLURB, [s. d.]

Como pode ser observado, a maior parte dos logradouros apresenta os serviços de Coleta de Lixo Domiciliar, Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar, Remoção de Lixo Público e de Varredura. Algumas ruas menores possuem somente de Coleta de Lixo Domiciliar e Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar. Apenas a Rua do Catete tem a Varredura Mecanizada registrada no sistema da Comlurb. A Coleta de Lixo Domiciliar em Comunidades, segundo os registros, ocorre somente na Rua Almirante Alexandrino e na Rua Gomes Lopes, ambas localizadas no bairro de Santa Teresa e que ficam grande parte de sua extensão fora da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, mas foram representadas por prestarem serviço de coleta no Morro dos Prazeres, que tem uma parte dentro dessa bacia.

Em relação às Favelas e Comunidades Urbanas, foi observado que, nos registros da Comlurb, somente as ruas principais (que ficam na entrada ou que passam pela favela) possuem algum serviço de coleta de resíduos sólidos. Como muitas vezes as ruas e becos no interior da favela são muito estreitos, esse tipo de serviço é dificultado. Sendo assim, muitas vezes, há um ponto nessas ruas principais em que todos os moradores das proximidades depositam seus resíduos sólidos para o descarte e posterior coleta. Através

dos dados disponibilizados pela Comlurb e pela utilização do *StreetView* da *Google*, foi possível identificar os pontos onde são feitos os descartes de resíduos sólidos nas proximidades das favelas, a figura 56 mostra isso e, no Apêndice 16, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

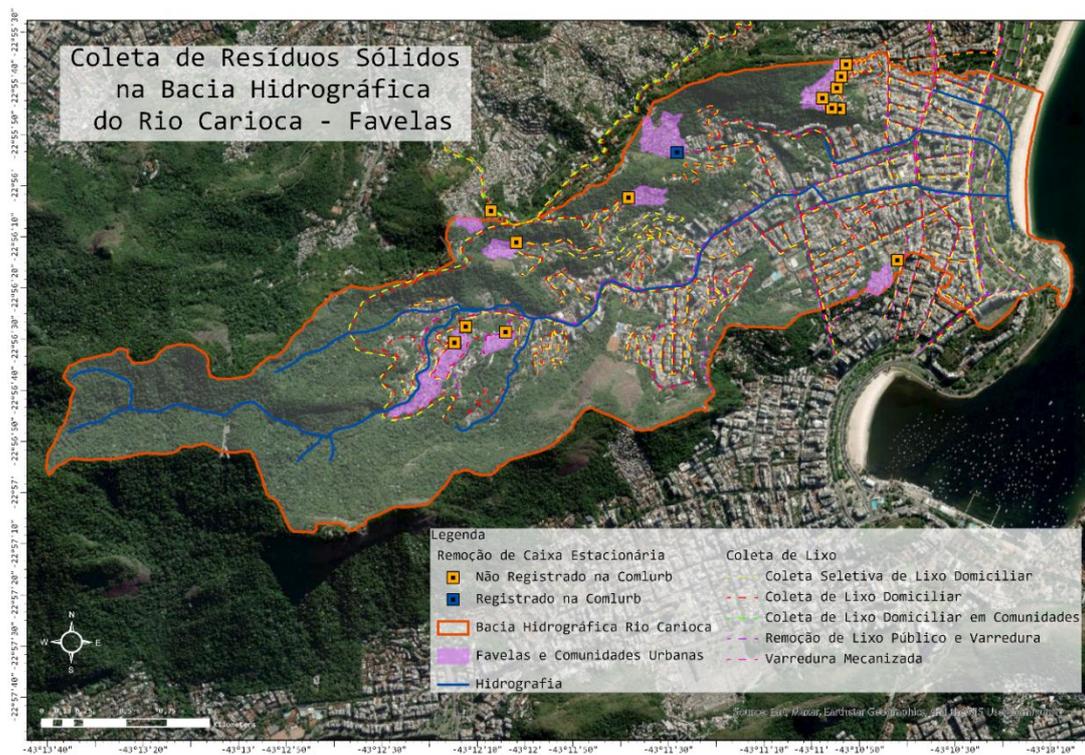


Figura 56: Coleta de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca com Destaque para as Favelas

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (COMLURB, [s. d.])

O único ponto em azul foi o único registro encontrado no *site* da Comlurb, em que consta na Rua Pereira da Silva o serviço de “Remoção de Caixa Estacionária”, a localização foi identificada através do Google Maps, com auxílio do *StreetView*. Os demais pontos, que estão em laranja, foram unicamente identificados *pelo Google Maps/StreetView*, sem nenhum registro no *site* da Comlurb. Foram marcados os locais próximos às favelas e comunidades urbanas em que tinha um grande acúmulo de resíduos sólidos, caracterizando um descarte coletivo no local. Em alguns casos, havia caçambas, coletores de lixo e/ou indicação da associação de moradores como sendo o local de descarte.

Foi dado destaque à coleta de resíduos sólidos nas favelas devido aos desafios encontrados nesse serviço prestado pela Comlurb nessas localidades. Isso ocorre sobretudo pelas características do local e das ruas. A definição de um local para descarte,

onde seja possível o posterior recolhimento pela Comlurb é uma forma de diminuir o problema dos resíduos sólidos nas favelas, no entanto, não soluciona totalmente. Em muitos locais de descarte as caçambas e coletores não são suficientes para armazenar a quantidade de rejeito descartados no intervalo de tempo de coleta. Além disso, não é possível afirmar que todo o resíduo está sendo descartado nesses locais. Desta forma, quando chove, o resíduo descartado de forma irregular e os sobressalentes são arrastados para as galerias pluviais resultando no Rio Carioca.

6.6. REDE DE DRENAGEM URBANA

O conceito de drenagem urbana adotado no Brasil a define como o conjunto de elementos destinados a recolher as águas pluviais precipitadas sobre uma determinada região e que escorrem sobre sua superfície, conduzindo-as a um destino. Há uma visão simplista de coletar e se livrar das águas pluviais, levando em conta apenas o cálculo de vazões, dimensionamento de condutos e transporte por galerias (CARAMORI BORGES DE SOUZA, 2013).

Na infraestrutura urbana brasileira, é utilizada a visão tradicional, que busca a gestão da oferta de sistemas. Em relação a drenagem urbana pluvial, a solução utilizada na maioria das vezes é a ampliação dos condutos e aumento da eficiência hidráulica, com objetivo de acelerar o escoamento. No entanto, nas últimas décadas, tem se buscado mudar essa visão para a gestão da demanda do sistema, objetivando a sustentabilidade. Nesse tipo de gestão, há a compensação dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico (CARAMORI BORGES DE SOUZA, 2013).

A perspectiva da sustentabilidade atrelada à drenagem urbana leva em consideração a complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. O planejamento da gestão da água no meio urbano deve estar integrado ao planejamento urbano (POMPÊO, 2000).

Atualmente, existem instrumentos legais que buscam o desenvolvimento da drenagem urbana sustentável, como o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), os Planos Diretores Municipais e os Planos Municipais de Saneamento Básico. Entretanto, é observado que

esses instrumentos muitas vezes são desconexos entre si (CARAMORI BORGES DE SOUZA, 2013).

Em muitas situações, há a percepção errada de que as cidades são espaços de negação a natureza e que o Código Florestal, por exemplo, não se aplica a ela. As ações de melhoria da drenagem urbana, em sua maioria, são lembradas em três momentos: na pavimentação de vias públicas; quando ocorrem eventos de enchentes; e no breve momento de especulação de causas e soluções para os eventos de enchentes. Após isso, os problemas de drenagem urbana são esquecidos e muitas vezes não são considerados no planejamento urbano como um todo (POMPÊO, 2000).

Nas cidades, fica evidente a relação entre o sistema de drenagem de águas pluviais e os outros componentes do saneamento básico, sobretudo os resíduos sólidos e o esgotamento sanitário. Os resíduos sólidos muitas vezes são responsáveis pelo mal funcionamento da rede de drenagem, principalmente se descartados da forma incorreta. Já o esgotamento sanitário é responsável pela degradação da qualidade dos corpos d'água, se não for tratado e despejado corretamente. Assim, ocorre esse distanciamento do rio (como ambiente natural) e da cidade, e os corpos d'água passam a ser vistos como canais de esgoto. Com isso, a canalização e recobrimento dos rios passa a ser a solução mais utilizada (CARAMORI BORGES DE SOUZA, 2013).

Esse processo descrito, foi o que ocorreu com o Rio Carioca. Atualmente sua função é de apenas drenar o escoamento e ele acaba recebendo resíduos sólidos e esgotamento sanitário por todo o seu percurso. O resultado é um rio degradado e desumanizado, que, apesar do grande valor histórico e cultural para cidade do Rio de Janeiro, hoje em dia, apresenta um valor ambiental muito aquém do seu potencial.

Como foi explicado na parte de esgotamento sanitário, o sistema de esgotamento ideal para a cidade do Rio de Janeiro é o separador absoluto, devido ao grande volume de chuvas. No entanto, em locais onde não há o atendimento desse serviço utiliza-se o sistema unitário, que faz as águas residuais e pluviais se misturarem. O certo seria o tratamento dessas águas, no entanto, isso não ocorre na prática (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, 2020).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, foi observado um bom atendimento do serviço de esgotamento, então espera-se que a utilização do sistema unitário ocorra somente onde não há o esgotamento, que foi identificado como os locais de favelas e comunidades urbanas. Porém, devem ser considerados também os lançamentos clandestinos além dessas áreas que não possuem atendimento de esgotamento sanitário.

Atualmente a Águas do Rio busca a recuperação ambiental da Baía de Guanabara, como uma de suas ações nesse sentido, destaca-se a construção de cinturões de coleta de esgoto em tempo seco. Essa medida considera que grande parte do esgoto produzido nas cidades é jogado indevidamente na rede de drenagem pluvial, feita para receber apenas água de chuva. Neste modelo o fluxo da galeria pluvial é desviado para os coletores de esgoto e, através de bombeamento, é levado para as estações de tratamento. Dessa forma, o resíduo é tratado e retorna à natureza dentro dos padrões ambientais (ÁGUAS DO RIO, [s. d.]).

6.7. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DA REDE DE DRENAGEM URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

Os dados de rede de drenagem urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca foram obtidos por dois caminhos. O primeiro foi pela Rio-Águas, em que os dados vieram em formato *tiff*, ou seja, são imagens das redes de drenagem na área de estudo. O segundo caminho foi através do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistema Lagunares de Maricá e Jacarepaguá, em que os dados estavam em formato *shapefile* georreferenciados.

Com isso, os dados vindos da Rio-Águas precisaram passar pelo georreferenciamento das imagens, utilizando a ferramenta *georeference* e utilizando pontos de controle. Estes pontos foram escolhidos de forma que fosse facilitada a identificação deles na imagem e no mapa. Geralmente, utilizam-se três ou mais pontos de controle, quanto mais pontos, mais precisa será a localização, desde que indiquem os locais corretos. Em seguida, é criada uma camada em *create features*, que fica dentro do *Data Management Tools*. Nessa nova camada é escolhida a geometria de *polyline*, para que se possa traçar a rede drenagem por cima da imagem georreferenciada. Após terminar o traçado, é possível fazer alterações na tabela de atributos para associar características

diferentes para cada parte da rede de drenagem, como, por exemplo, o diâmetro de cada tubulação.

Já os dados vindos do Plano de Recursos Hídricos, estavam georreferenciados, no entanto, tinham uma área de abrangência muito maior do que a necessária para este estudo. Desta forma, foram selecionados somente as informações que estavam dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca através da ferramenta *clip*.

Com as duas fontes de dados, foi feita uma verificação se as informações eram semelhantes e foi constatado que a maior parte delas era similar. Alguns poucos trechos de rede de drenagem estavam nos arquivos da Rio-Águas e não estavam no arquivo do Plano de Recursos Hídricos e vice-versa.

No mapa da figura 57, está a rede de drenagem urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, foram destacadas através de cores as fontes de cada informação e, no Apêndice 17, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.



Figura 57: Rede de Drenagem Urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da (RIO-ÁGUAS, [s. d.]) e do (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2022b)

O mapa da figura 57 divide a rede de drenagem entre tipos (rede de drenagem, canal, céu aberto: canaleta, céu aberto, Rio Carioca e Rio Chororo) e entre as fontes dos dados (Rio-Águas e Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistema Lagunares de Maricá e Jacarepaguá). Desta forma, mesclando essas duas informações os resultados obtidos foram as doze opções que aparecem na legenda do mapa. Lembrando que a fonte pode ser somente uma delas ou ambas.

Essas doze opções foram: Rede de Drenagem (PRHRHBG); Rede de Drenagem (Rio-Águas); Rede de Drenagem (Rio-Águas; PRHRHBG); Canal (Rio-Águas); Canal (Rio-Águas; PRHRHBG); Céu Aberto: canaleta (Rio-Águas); Céu Aberto: canaleta (Rio-Águas; PRHRHBG); Céu Aberto (Rio-Águas); Céu Aberto (Rio-Águas; PRHRHBG); Rio Carioca (Rio-Águas); Rio Carioca (Rio-Águas; PRHRHBG); Rio Chororo (Rio-Águas).

Pela figura 57, é possível perceber que a rede de drenagem urbana está presente em grande parte da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, com exceção nas áreas dentro das favelas e comunidades urbanas, numa parte central da bacia (onde há poucas ramificações) e em áreas nos bairros do Catete e do Flamengo.

As favelas e comunidades urbanas, de modo geral, são menos atendidas pelos serviços de infraestrutura urbana, sobretudo de saneamento básico. Principalmente em seus interiores, pois são compostas por ruas pequenas e becos de difícil acesso. A combinação de uma coleta de resíduos sólidos inadequada e de uma rede de drenagem deficiente, por exemplo, é um fator que tem grande potencial de impactar os corpos hídricos das proximidades.

7. EMBASAMENTO PARA FUTUROS PROJÉTOS DE REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DO RIO CARIOCA

7.1. IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

Após todos os dados, informações, evidências e da caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca realizada, fica claro que o principal problema da bacia é a qualidade ruim da água do seu rio principal, o Rio Carioca. Os principais indicadores dessa situação apresentados neste estudo foram o Índice de Qualidade de Água (IQA) medidos pela SOS Mata Atlântica, e os boletins de Balneabilidade da Praia do Flamengo, realizados pelo INEA.

Ter praticamente todos os resultados de qualidade da água ruim em um longo histórico de medições e em três locais diferentes (inclusive após a Unidade de Tratamento de Rio) indica uma qualidade ruim da água para a bacia como um todo. A alteração de forma positiva da balneabilidade da Praia do Flamengo após o desvio das águas do Rio Carioca para o Emissário Submarino de Ipanema, é outra comprovação da qualidade ruim das águas do Rio Carioca.

A principal questão, a partir dessa constatação da qualidade ruim dos corpos hídricos, é saber as causas desse problema para que possa ser proposta uma solução. Como os pontos de medições do IQA e da balneabilidade são poucos ao longo da bacia, não é possível definir fontes muito específicas de poluição. Até mesmo porque em meios urbanos o mais comum são fontes de poluição difusas, o que torna a proposta de soluções ainda mais difícil.

Mesmo sendo difícil a identificação da poluição difusa, as informações apresentadas sobre uso do solo e saneamento básico ajudam a reconhecer pontos importantes. Através dos fatores urbano-ambientais apresentados, foi possível concluir que boa parte da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca é atendida pelos serviços de saneamento básico de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana. Somente as áreas no interior das favelas e comunidades urbanas que não possuem o acesso total a esses serviços, devido sobretudo às dificuldades de instalação e acesso das infraestruturas urbanas em alguns locais. Em alguns casos, ocorre também a falta de interesse de investimento por parte do Poder Público.

Além disso, ter o Rio Carioca canalizado e subterrâneo desde 1905, fez com que o rio fosse distanciado e esquecido pela população. As modificações que ocorreram nos corpos hídricos da bacia nos séculos XIX e XX provocaram descaracterizações no Rio Carioca. Hoje em dia, essas mudanças são muito complexas para serem revertidas, já que se formou um meio urbano consolidado ao longo do seu caminho. Isso demandaria esforços operacionais e financeiros muito altos e que resultariam em transtornos em vários setores como o de mobilidade urbana, por exemplo.

Desta forma, o principal problema identificado é a qualidade ruim da água do Rio Carioca e como causas existem muitas possibilidades. No entanto, foram identificados

neste estudo dois fatores importantes que merecem destaque através da análise preliminar e caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca:

- a) o distanciamento da relação da população com o rio;
- b) a falta de serviços de saneamento básico no interior das favelas e comunidades urbanas.

7.2. IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA REQUALIFICAÇÃO

Tanto o distanciamento da relação da população com o rio, quanto a falta de serviços de saneamento básico no interior das favelas e comunidades urbanas são problemas resultantes de um longo processo histórico de uso e ocupação dos espaços urbanos. Desta forma, esses cenários foram se desenvolvendo em várias etapas ao longo de muitos anos. Para reverter totalmente esses problemas, seriam necessários esforços e investimentos muito grandes e inimagináveis atualmente. Ainda mais porque isso envolveria questões de habitação, assistência social, mobilidade urbana e outros setores, alterando muito a dinâmica dos bairros e da cidade.

Com isso, este estudo buscou identificar objetivos da requalificação fluvial que sejam mais viáveis. Para isso, foi selecionado um trecho do Rio Carioca que ainda está à céu aberto e que tem a possibilidade de futuros estudos e projetos de requalificação. Esse trecho foi subdividido em partes de acordo com as características e objetivos. Na figura 58, está sinalizado o trecho e as partes estão em diferentes cores e, no Apêndice 18, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

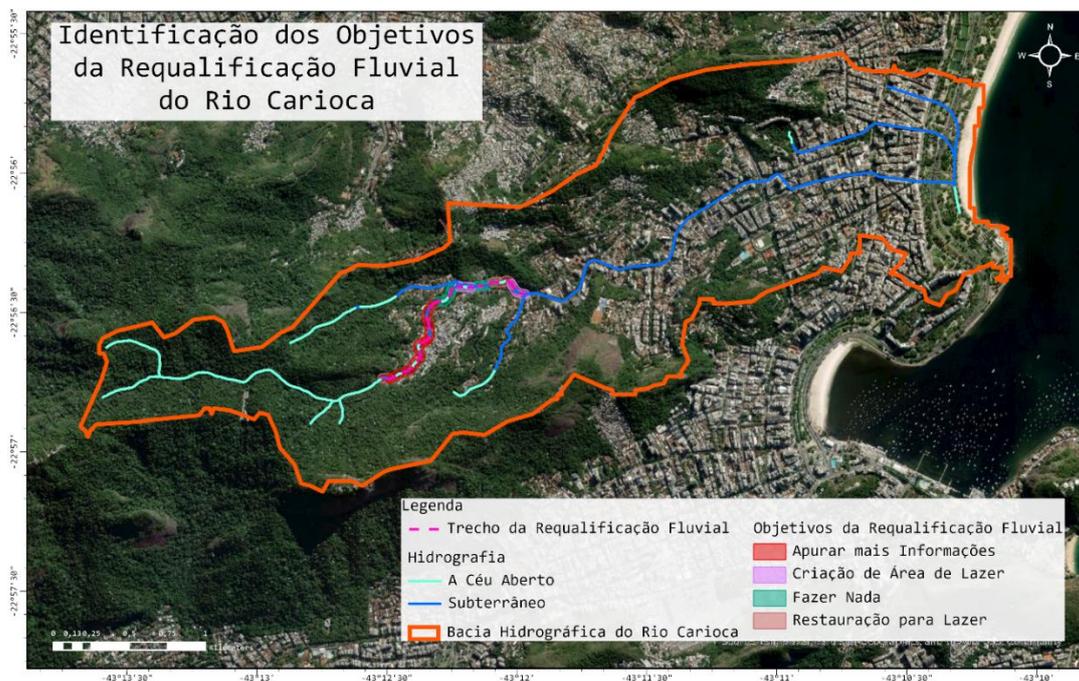


Figura 58: Identificação dos Objetivos da Requalificação Fluvial do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria

O mapa da figura 58 mostra o trecho que faz parte dos objetivos da requalificação fluvial identificados neste estudo e os objetivos em cada pedaço do trecho. Esses objetivos definidos neste estudo foram divididos em quatro grupos e suas explicações estão a seguir:

- 1) Apurar mais informações: áreas com construções residenciais e que não é possível ter muitas informações por imagem de satélite, por isso, recomenda-se uma análise mais aprofundada *in loco* para obter informações mais precisas;
- 2) Criação de áreas de lazer: áreas em que hoje em dia são apenas áreas de passagem, mas que tem o potencial de serem áreas de lazer com informações sobre o Rio Carioca, devido à proximidade do rio;
- 3) Fazer nada: áreas em que já existe alguma intervenção, que não seria possível fazer outras intervenções ou que estão inseridas em Unidades de Conservação e já são atendidas pelo Plano de Manejo;
- 4) Restauração para lazer: áreas em que já existe algum tipo de lazer, mas que precisam de um restauro, principalmente, botando Rio Carioca em evidência.

Para uma melhor visualização do trecho e dos objetivos definidos neste estudo, foi elaborado o mapa da figura 59 com uma escala maior no local de interesse e, no Apêndice

19, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

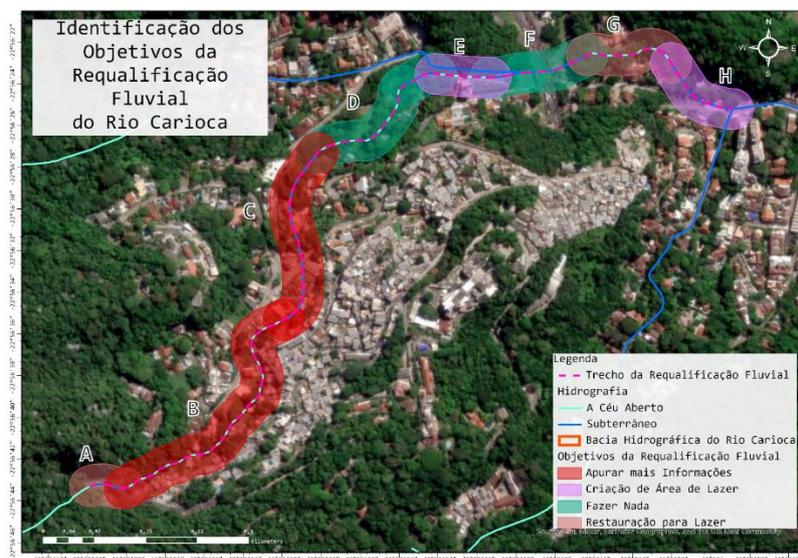


Figura 59: Identificação dos Objetivos da Requalificação Fluvial do Rio Carioca Detalhado
Fonte: Elaboração própria

Além da divisão nos grupos dos objetivos, foi feita, pelo estudo, uma identificação para cada área com as letras A, B, C, D, E, F, G e H, como pode ser visto no mapa da figura 59. Essa identificação é para uma explicação mais detalhada de cada local, o que ajudará na identificação de diretrizes para futuras soluções também.

Na área A, que foi escolhido o objetivo “Restauração para lazer”, é onde está localizada a Caixa da Mãe D’Água, uma das primeiras estruturas de captação e abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro e que hoje é um bem tombado pelo Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC). Desde os anos 1980, ela não é mais utilizada como parte do sistema de abastecimento da cidade e encontra-se em condições precárias e fechada à visitação (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2016). O local tem grande potencial de se tornar uma área de lazer, por estar inserida na Floresta da Tijuca e cercada de natureza, além de possui um valor histórico e cultural muito grande. Próximo a Caixa da Mãe D’Água, inclusive, existe um ponto conhecido como “Cachoeira Piscininha do Silvestre” onde a população local já utiliza como área de lazer. Este objetivo é relacionado ao problema do distanciamento da relação da população com o rio e busca diminuir esse distanciamento.

Na área B, o Rio Carioca corre à céu aberto passando por uma área residencial com alta densidade. No leito direito do rio, estão as casas da Favela dos Guararapes e, no leito esquerdo, estão os fundos das casas da Rua Conselheiro Lampreia. Como foi dito, nessa área recomenda-se uma análise mais aprofundada para saber a situação local, por isso, foi escolhido o objetivo “Apurar mais informações”. Esse objetivo tem relação com o problema de falta de saneamento básico no interior das favelas e comunidades urbanas, além disso, pode ser avaliado se mesmo em áreas fora da favela existem lançamento clandestino de esgoto diretamente no rio e descarte inadequado de resíduos sólidos. Então, ele também se relaciona com o problema de distanciamento da relação da população com o rio.

Na área C, o Rio Carioca corre coberto, de forma subterrânea, passando também por uma área residencial. Ele vai da Rua Conselheiro Lampreia até a Rua Cosme Velho. Para essa área também foi indicado “Apurar mais informações”. Esse objetivo é referente ao problema do distanciamento da relação da população com o rio, pois em alguns casos pode ocorrer de mesmo com a oferta de saneamento básico no local, o cidadão opte por descartar os seus dejetos no Rio Carioca.

Na área D, o Rio Carioca volta a estar à céu aberto e passa por dentro das propriedades do Instituto Casa Roberto Marinho, que atualmente funciona como um espaço de exposições de artes, palestras e projetos de educação. O Rio Carioca passa pelos jardins da casa. Como o rio está protegido e conservado neste local, foi escolhido o objetivo de “Fazer nada”.

A área E é um pequeno trecho da Rua Cosme Velho em que o Rio Carioca aparece à céu aberto. O local funciona basicamente como passagem, possui alguns restaurantes e uns prédios residenciais. Por possuir espaço nas calçadas, os restaurantes e ter o rio a céu aberto, foi escolhido o objetivo “Criação de Área de Lazer”. Esse objetivo busca aproximar a população do rio, dessa forma, diminuiria o problema do distanciamento da relação da população com o rio.

Na área F, o Rio Carioca volta a ser subterrâneo e passa por baixo das vias que conectam a Rua Cosme Velho ao Túnel Rebouças, importante via de circulação da cidade. Por esse motivo, foi escolhido o objetivo de “Fazer nada” no local.

Na área G, está localizado o Largo do Boticário e o Rio Carioca está novamente a céu aberto. As construções do largo são tombadas e recentemente foram restauradas por uma empresa de hotéis que hoje em dia funciona no local. Então, já existe uma área turística de lazer, no entanto, é possível dar mais atenção e destaque ao Rio Carioca em si. Por isso, foi escolhido o objetivo “Restauração para lazer”. Esse objetivo busca diminuir o problema do distanciamento da relação da população com o rio.

Por fim, na área H, está localizado o terminal de ônibus. Neste local, apesar do Rio Carioca está sinalizado como subterrâneo, é possível visualizá-lo. Há, inclusive, placas informativas. No entanto, o local encontra-se subutilizado e possui um enorme potencial para ser uma área de lazer. Além de estar entre a entrada do bondinho do Corcovado e do Largo do Boticário. Por esses motivos apresentados, a área H foi sinalizada como “Criação de Áreas de Lazer”. Esse objetivo aproxima a população do rio e busca diminuir o problema do distanciamento da relação da população com o rio.

7.3. IDENTIFICAÇÃO DAS DIRETRIZES PARA FUTURAS SOLUÇÕES

Para começar as diretrizes para futuras soluções, é importante destacar que as áreas apresentadas no tópico anterior foram todas traçadas com a ferramenta de geoprocessamento *buffer* com a distância de 30 (trinta) metros para o Rio Carioca. Logo, as áreas seguem o que é determinado no Código Florestal para Áreas de Preservação Permanente (APP) para faixas marginais de corpos d’água. A partir dessa informação este estudo destacou as especificidades de cada área de intervenção e as diretrizes para futuras soluções.

Na área A, onde o objetivo é a restauração da Caixa da Mãe D’Água para se tornar uma área de lazer com informações históricas, foram identificados alguns fatores que estão representados no mapa da figura 60.

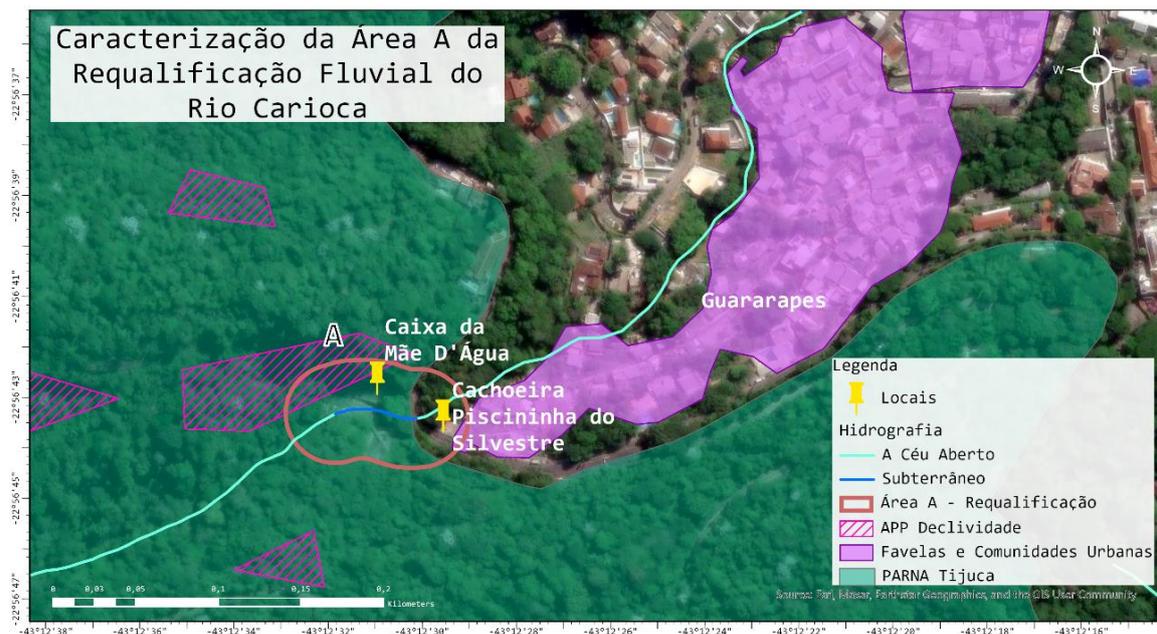


Figura 60: Caracterização da Área A da Requalificação Fluvial do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria

O local da Área A da requalificação fluvial está inserido no Parque Nacional (PARNA) da Tijuca. Além disso, também pega uma parte de um Área de Preservação Permanente (APP) de Declividade e está bem próximo à Favela dos Guararapes. Foram marcados no mapa da figura 60 os pontos onde ficam a Caixa da Mãe D'Água e a Cachoeira Piscininha do Silvestre também.

Por conta do PARNA e da APP, é necessário estudar a viabilidade de intervenções no local. Já existem alguns estudos e projetos para a restauração da Caixa da Mãe D'Água, um deles foi realizado pelo Fundo Brasileiro pela Biodiversidade (FUNBIO) em convênio com o Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA). O projeto foi realizado através da contratação de serviço de consultoria de uma empresa de arquitetura. Além da restauração arquitetônica, o projeto buscou a reativação do sistema de abastecimento de água para atender as comunidades carentes do entorno imediato do Parque Nacional da Tijuca. Há também a recuperação de uma trilha que segue as margens do Rio Carioca na área dentro do parque. A foto da Caixa da Mãe D'água atualmente está na figura 61 e a imagem do projeto arquitetônico está na figura 62.



Figura 61: Foto da Caixa da Mãe D'Água
Fonte: *Google Street View*

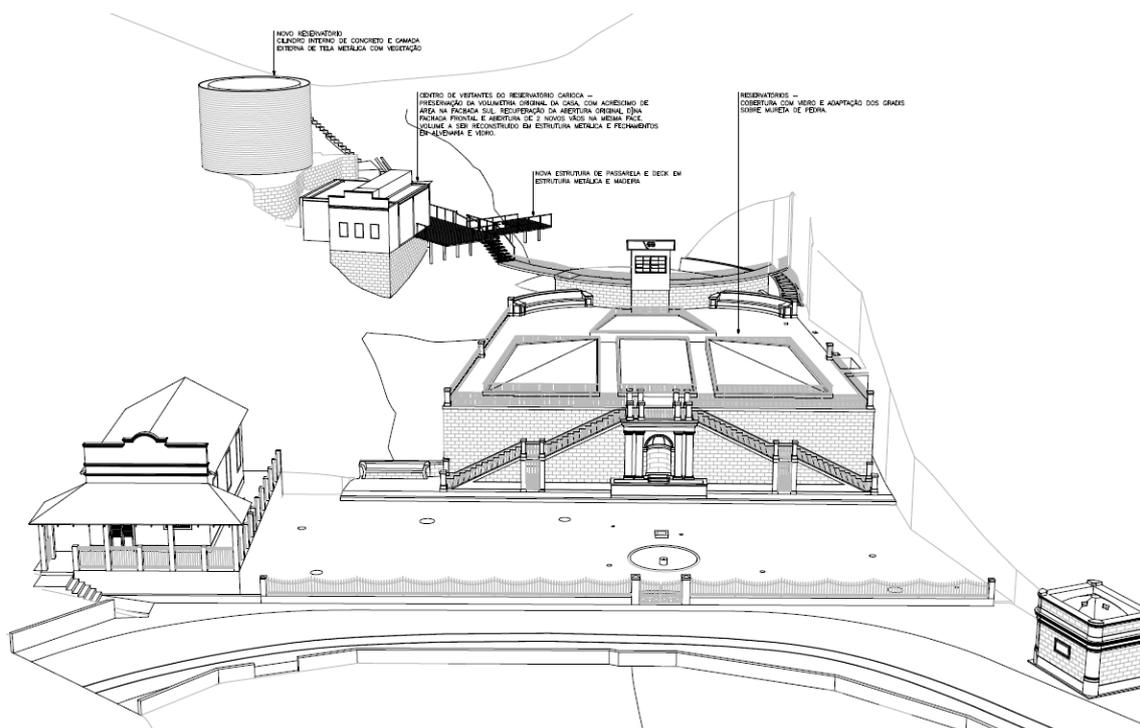


Figura 62: Projeto Arquitetônico da Restauração da Caixa da Mãe D'Água
Fonte: (FÁBRICA ARQUITETURA, 2016b)

A imagem completa do projeto de abastecimento das comunidades próximas ao Parque Nacional da Tijuca está no Anexo 7. Foi destacada uma parte da imagem na figura 63.

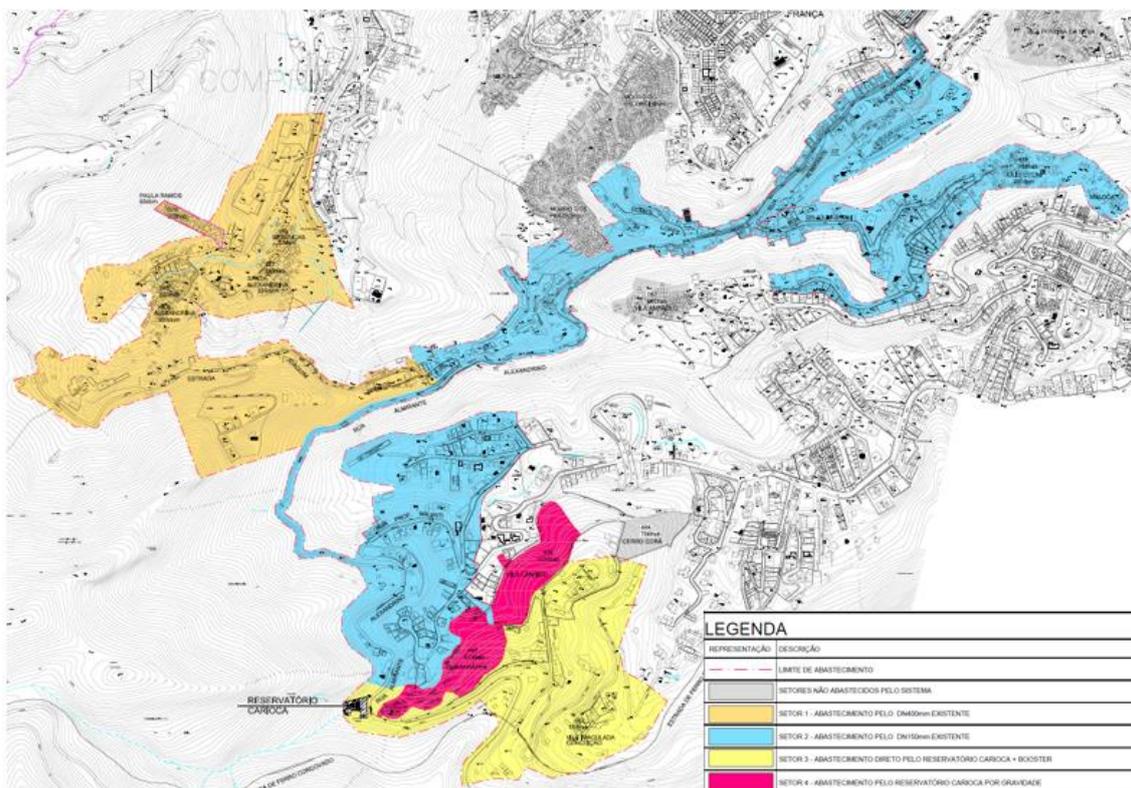


Figura 63: Projeto de Abastecimento de Água pela Caixa da Mãe D'Água
 Fonte: (FÁBRICA ARQUITETURA, 2016a) Adaptado

A figura 63 mostra que com o projeto em questão seria possível fornecer o abastecimento de água para as áreas coloridas em rosa e em amarelo mais claro. Em rosa, estão a Favela dos Guararapes e a Favela Vila Cândido. Já a parte em amarelo claro pega uma área residencial que inclui a Favela Vila da Imaculada Conceição.

O projeto se mostra muito interessante e complementa o foco deste estudo, por solucionar problemas indicados para a requalificação fluvial. O abastecimento de água nas favelas e comunidades urbanas é uma parte da solução da falta de serviços de saneamento básico no interior das favelas. O restauro da trilha e da Caixa da Mãe D'Água são parte das soluções do distanciamento da relação entre a população e o rio.

Para área B, se mostrou necessário a apuração de mais informações, principalmente de pesquisas *in loco*. As informações obtidas por imagem de satélite e os dados colocados nos mapas trazem conclusões importantes, porém ainda não são suficientes para indicar objetivos mais concretos. Nos mapas da figura 64, foram colocados juntos os dados de saneamento básico no local, com abastecimento de água, esgotamento sanitário,

drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos e no Apêndice 20, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

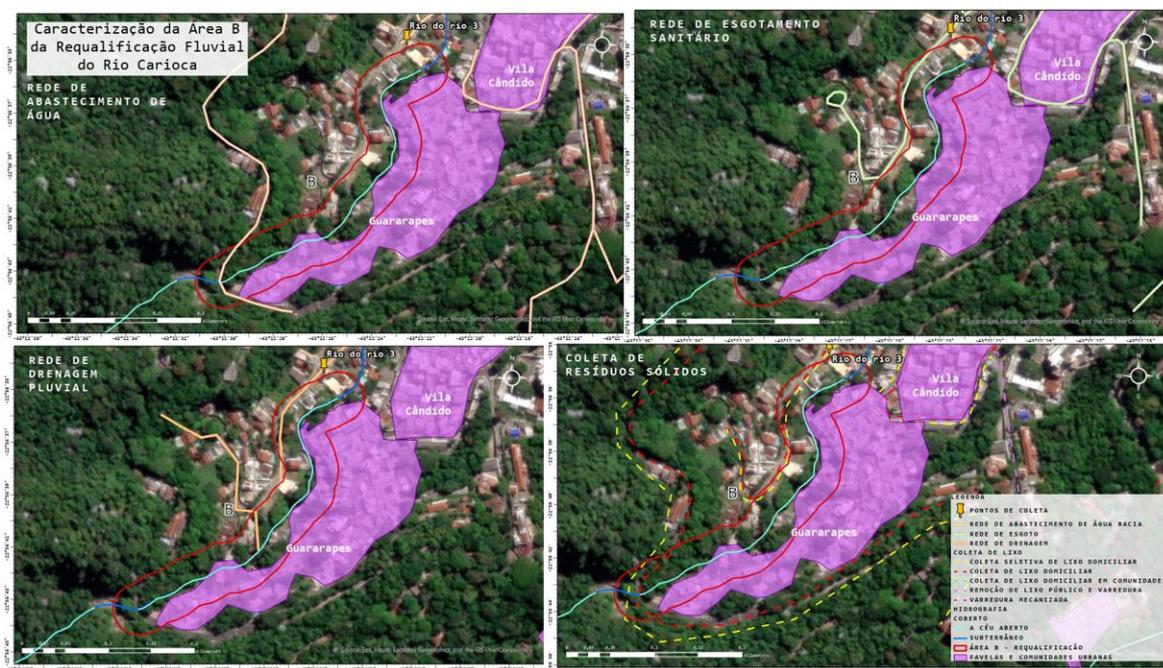


Figura 64: Caracterização da Área B da Requalificação Fluvial do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria

Na área B, o Rio Carioca corre à céu aberto e muito próximo a residências. Há, inclusive, uma parte do rio à céu aberto que passa dentro da Favela dos Guararapes e que pela imagem de satélite existem construções no local, logo, não dá para saber como o rio passa pelo local. Somente com uma apuração no local ou de pessoas que conhecem a região que seria possível ter conclusões mais assertivas.

Um ponto a ser destacado é o ponto de coleta Rio do Rio 3, que no mapa da figura 64 está um pouco afastado do Rio Carioca. As coordenadas foram obtidas da ONG SOS Mata Atlântica, porém pode ter ocorrido um erro ou elas podem ter sido coletas na entrada do terreno e a coleta ter sido feita nos fundos.

Em relação ao abastecimento de água, é possível perceber que na Rua Almirante Alexandrino e na Ladeira dos Guararapes há rede de abastecimento. Na Rua Conselheiro Lampreia, há somente até o encontro com a Rua Professor Muriti Santos, talvez pelo fato de ter uma guarita na rua e a partir do ponto da guarita não ser considerado rede de abastecimento público.

A rede de esgotamento sanitário segue por toda a Rua Conselheiro Lampreia e por toda Ladeira dos Guararapes. Não há rede de esgotamento sanitário nessa parte da Rua Almirante Alexandrino.

A rede de drenagem urbana está presente somente na Rua Conselheiro Lampreia, fazendo conexão com o Rio Carioca como parte da rede de drenagem.

A coleta de resíduos sólidos está presente na Rua Conselheiro Lampreia, Ladeira dos Guararapes e na Rua Almirante Alexandrino com os serviços de Coleta de Lixo Domiciliar e Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar.

Como já havia sido destacado, no interior da Favela dos Guararapes e da Favela Vila Cândido não aparece a oferta de serviços de saneamento básico.

A grande disponibilidade do Rio Carioca (muito próximo as residências da Rua Conselheiro Lampreia e da Favela dos Guararapes e correndo à céu aberto) aliada à falta de oferta dos serviços de saneamento, leva a possível conclusão do uso do rio como destino de descarte de resíduos sólidos e esgoto sanitário. Porém, é necessário averiguar localmente essa situação.

Além disso, todo território da área B é considerada APP de faixa marginal de corpo hídrico e não deveria estar ocupado. A ocupação desses locais expõe a população a riscos de desastres. A população de favelas e comunidade urbanas é ainda mais vulnerável a essas situações e sofre muito mais com as consequências. As construções que, pela imagem de satélite, estão em cima do rio correm ainda mais esses riscos. Por isso, é reforçado que a situação da área B deve ser mais bem apurada para melhores definições de diretrizes de soluções.

Os dados de acúmulo de fluxo obtidos nesse estudo mostram que a área B coincide com áreas com maiores acúmulos, como pode ser visto na figura 65.

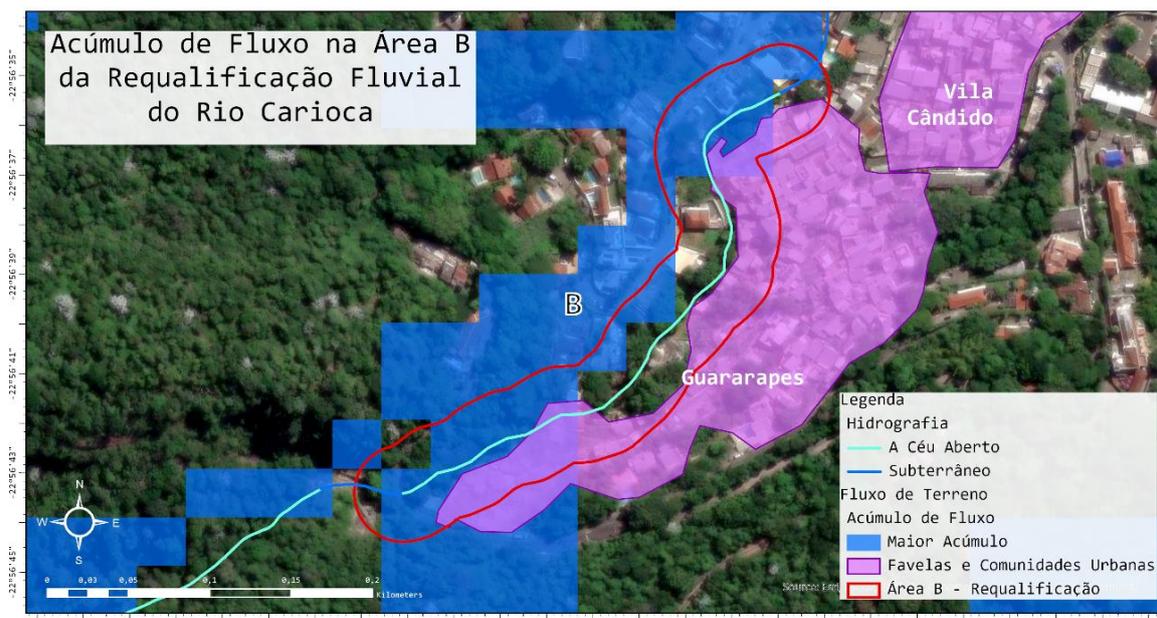


Figura 65: Acúmulo de Fluxo na Área B da Requalificação Fluvial do Rio Carioca
Fonte: Elaboração própria

Além das casas na Rua Conselheiro Lampreia, a região com grande acúmulo na Favela dos Guararapes é preocupante por expor a população local aos riscos de inundação e deslizamento.

A área C também precisa ser analisada com mais informações. Apesar dessa área ter um bom atendimento dos serviços de saneamento básico e de ter o Rio Carioca correndo de forma subterrânea (como pode ser visto na figura 66), é importante verificar se há lançamentos clandestinos nas redes de drenagem urbana e, no Apêndice 21, está o mesmo mapa em folha de formato A0 para que fosse possível ter melhor resolução.

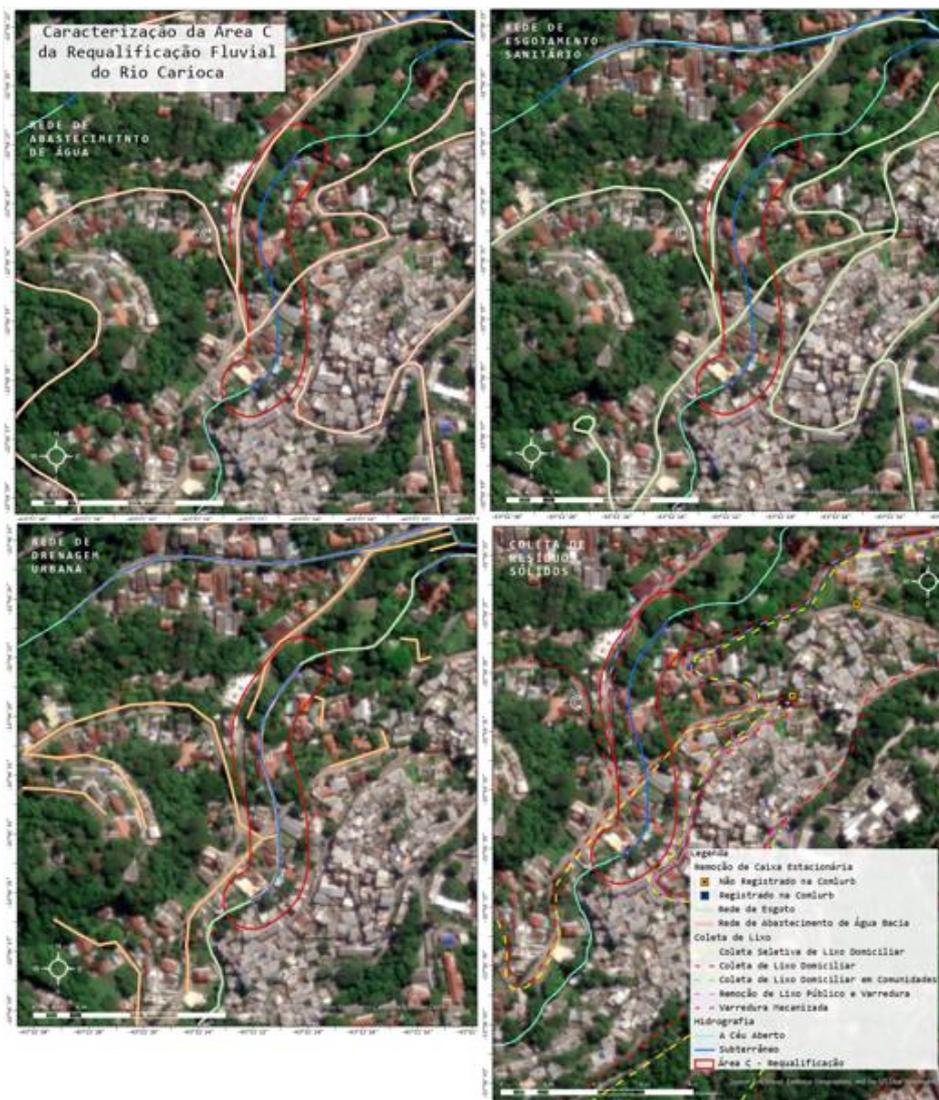


Figura 66: Caracterização da Área C da Requalificação Fluvial do Rio Carioca
 Fonte: Elaboração própria

Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário estão presentes em todas as ruas próximas (Rua Cosme Velho, Rua Conselheiro Lampreia, Ladeira dos Guararapes e Rua Muriti Santos). O serviço de drenagem urbana não está presente em alguns pedaços na Rua Cosme Velho e na Ladeira dos Guararapes. O serviço de coleta de resíduos sólidos passa nas ruas mencionadas como Coleta de Lixo Domiciliar. Na Rua Cosme Velho, há também a Remoção de Lixo Público e Varredura. Na Rua Conselheiro Lampreia, há também a Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar. Na Ladeira dos Guararapes, além da Coleta de Lixo Domiciliar, há Remoção de Lixo Público e Varredura e Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar.

Foram observados (através do *StreetView* do *Google Maps*) dois pontos onde são depositados os resíduos sólidos para posterior coleta, que foram sinalizados como “Remoção de Caixa Estacionária”. Esses locais têm grande potencial de impactar o Rio Carioca, pois o lixo é depositado em caçambas e latões, muitas vezes, sem organização e sem espaço suficiente e espera-se que a coleta seja realizada na frequência correta. Por esse motivo também, é interessante uma apuração mais próxima com associação de moradores locais para entender as necessidades mais urgentes.

As diretrizes de soluções das áreas E, G e H serão desenvolvidas juntas por serem áreas muito próximas e com objetivos congruentes. Lembrando que as áreas E e H têm o objetivo de “Criação de área de lazer” e a área G tem o objetivo de “Restauração pra lazer”.

As áreas E, G e H estão em locais urbanizados na Rua Cosme Velho, tendo o atendimento de todos os serviços de saneamento básico. Elas ficam próximas a atrações turísticas da região, estando a área G no local do Largo do Boticário. Na figura 67, é possível ver as áreas E, G e H.

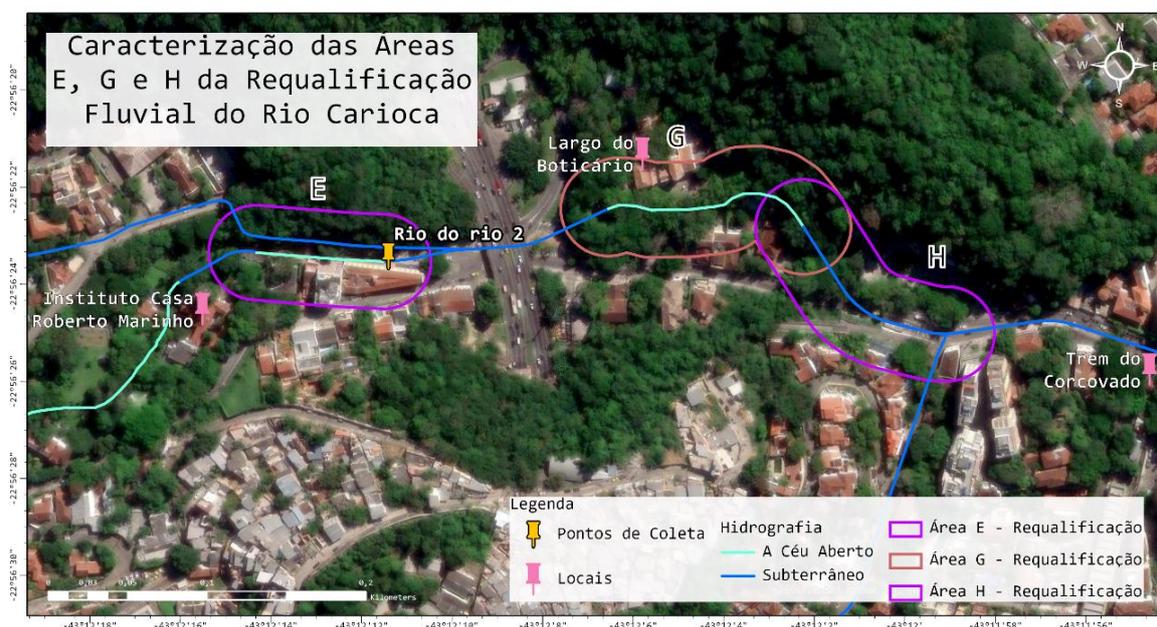


Figura 67: Caracterização das Áreas E, G e H da Requalificação Fluvial do Rio Carioca

Fonte: Elaboração própria

Na figura 67, pode ser destacado o ponto de coleta Rio do rio 2 que fica dentro da área E. Esse ponto, inclusive, foi o ponto com melhores Índices de Qualidade de Água (IQA), mesmo tendo a qualidade ruim na maioria das medições.

Como pode ser visto na figura 67, as áreas E, G e H estão próximas a entrada do Trem do Corcovado, do Largo do Boticário (dentro da área G) e do Instituto Casa Roberto Marinho (dentro da área F, cujo objetivo é “Fazer nada”). Esses locais são atrações turísticas que atraem visitantes, principalmente o Corcovado, um dos pontos turísticos mais famosos do mundo.

No entanto, a região ao seu redor não possui muitas atrações. Seria interessante a criação de um corredor cultural e turístico no local. A figura 68 mostra como é a visão da rua no local da área E, onde o Rio Carioca está um pequeno trecho à céu aberto.

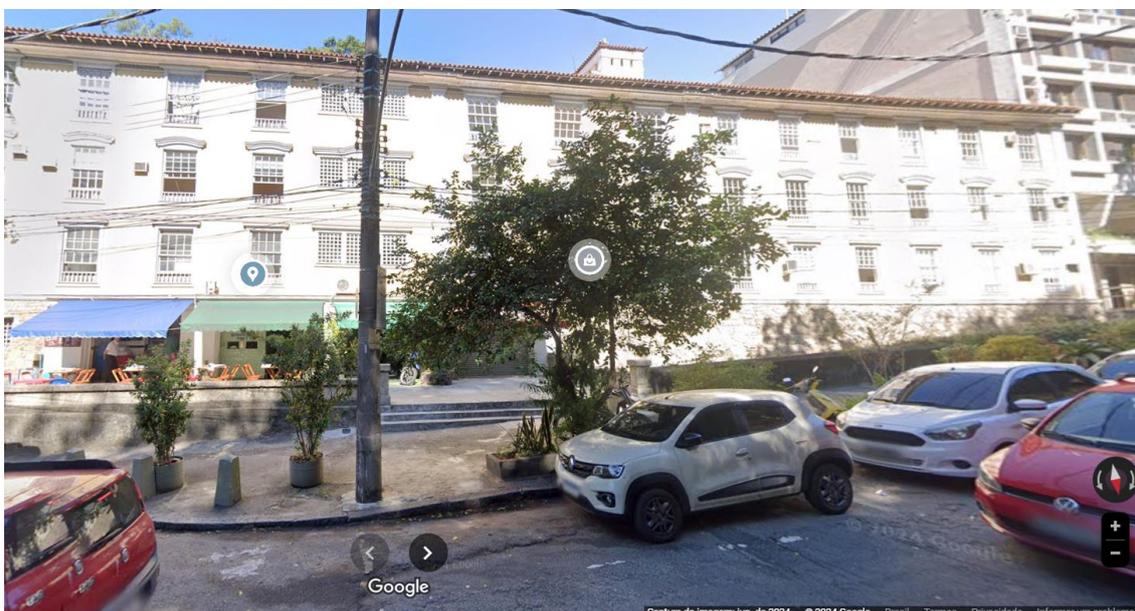


Figura 68: Foto do *StreetView* do *Google Maps* da Área E
Fonte: Google Maps

É possível ver que existem restaurantes no local e um espaço na calçada, onde poderiam ser construídos ciclovia, pista de caminhada, informativos sobre o rio, ambientes agradáveis para os restaurantes, por exemplo, sendo sempre observadas as leis de tombamentos e regras do bairro.

Na área G, o Rio Carioca volta a ser aberto e passa pela Praça Professor Silva Mello e pelo Largo do Boticário, como pode ser visto no mapa da figura 67. A praça é um local cercado por vegetação e próximo ao Rio Carioca, que tem um grande potencial de ser uma praça de lazer, no entanto, por estar num lugar de passagem e não ter muitos atrativos, ela não é frequentada. A figura 69 mostra o antes e depois elaborado no projeto

de Drummond (2017), em que o Rio Carioca fica mais exposto, com vegetação ao seu redor e há uma ponte de acesso ao Largo do Boticário (DRUMMOND, 2017).



Figura 69: Projeto de Restauração da Praça Professor Silva Mello e do Largo do Boticário
Fonte: (DRUMMOND, 2017)

O Largo do Boticário foi reformado e restaurado por uma rede de hotéis francesa em 2022. Antes disso, as construções do local, que são tombadas, estavam deterioradas e abandonadas. Atualmente o local abriga o hotel e bares que são abertos ao público e são realizados eventos no espaço aberto do largo também. A figura 70 mostra o Largo do Boticário antes da reforma.



Figura 70: Largo do Boticário antes da reforma
Foto: Google Imagens/Carlos Werneck

A figura 71 mostra os mesmos casarios após a reforma realizada pela rede de hotéis.



Figura 71: Largo do Boticário após a reforma
Fonte: (REDAÇÃO DIÁRIO DO RIO, 2022)

Apesar da reforma das construções e da maior oferta de atividades no local, ainda é necessário um maior protagonismo do Rio Carioca. Atualmente ele está escondido e há pouca informação sobre ele. Seria interessante se futuros projetos englobassem o rio como parte principal dos projetos de revitalização local.

A área H é uma continuação da área G, no mapa da figura 67 o rio está como subterrâneo. Apesar disso, em alguns pontos do terminal de ônibus é possível visualizar o Rio Carioca. Para essa região, é interessante a criação de uma área de lazer juntamente com o terminal de ônibus, o que iria proporcionar uma maior circulação de pessoas no local, que hoje em dia, é pouco movimentado.

Como foi visto, a proximidade de pontos turísticos e de lazer juntamente com o Rio Carioca, são fatores atrativos para a criação de um corredor turístico e cultural. O projeto de Drummond (2017) ilustra isso e fornece uma alternativa arquitetônica para os arredores do terminal. As figuras 72 e 73 são do projeto de Drummond (2017) e mostram como ficaria o terminal.



Figura 72: Planta do Projeto de Restauração do terminal de ônibus
Fonte: (DRUMMOND, 2017)



Figura 73: Visualização do Projeto de Restauração do terminal de ônibus
Fonte: (DRUMMOND, 2017)

O projeto traz alternativas muito interessantes da criação de uma área mais agradável no terminal de ônibus. Atualmente o local não é atrativo e passa uma sensação de insegurança. Por ser muito próximo ao acesso ao Trem do Corcovado, muitos turistas passam pelo terminal, o que deve causar uma impressão ruim sobre o local. Além disso, a restauração do local, iria fazer a conexão do Trem do Corcovado com o Largo do Boticário.

O projeto de Drummond (2017) apresenta ainda a restauração de outras áreas nas redondezas que não fazem parte do escopo deste estudo, mas que são relevantes para uma continuidade da revitalização da região e do enaltecimento do Rio Carioca (DRUMMOND, 2017).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Rio Carioca possui um valor histórico e cultural muito grande para cidade do Rio de Janeiro. No entanto, os processos provocados pela intensa urbanização no local sem planejamentos que protegessem o rio e o integrassem a cidade resultaram no seu deterioramento.

Um fator positivo a ser destacado é que as nascentes dos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca estão todas localizadas no interior do Parque Nacional da Tijuca, logo, estão preservadas e cercada pela vegetação e fauna da Mata Atlântica. No entanto, assim

que entra no meio urbano, os corpos d'água já começam a ser degradados, mesmo em locais em que ainda correm à céu aberto.

De forma geral, atualmente, a qualidade da água do Rio Carioca é considerada ruim. Dois fatores apresentados na caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca comprovaram essa má qualidade da água: o Índice de Qualidade de Água (IQA), medido em três pontos da bacia, pela ONG SOS Mata Atlântica; e as informações de balneabilidade fornecidas pela Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA).

Como foi visto, os IQA indicaram qualidade da água ruim para praticamente todas as medições. Os três pontos de medição do IQA podem induzir a conclusão de que a qualidade da água do Rio Carioca é ruim ao longo de praticamente toda a bacia, pois os valores foram parecidos em locais próximos ou não, e mesmo com a existência da Unidade de Tratamento de Rio os pontos. A maior dúvida que fica é em relação a qualidade da água na parte onde há área preservada da Mata Atlântica, no Parque Nacional da Tijuca, espera-se que nesses locais a qualidade da água seja boa e que fique ruim somente quando entra no meio mais urbanizado.

A mudança positiva na balneabilidade da Praia do Flamengo após o desvio do Rio Carioca para o Emissário Submarino de Ipanema serviu como mais um fator para comprovar a qualidade ruim da água do rio. O grande histórico da balneabilidade comprova que essa mudança não foi mera coincidência. Porém, o desvio para o despejo do rio em outro local não soluciona o problema da deterioração do Rio Carioca, apenas transfere a poluição final para outro local onde os impactos são amenizados. Enquanto isso, o rio continua com água com qualidade ruim por grande parte do seu percurso.

O fato de a bacia estar localizada em um meio muito urbanizado é um indicador de que essa qualidade ruim da água dos corpos hídricos venha das atividades antrópicas do dia a dia. Esse tipo de poluição ocorre de forma difusa, com isso, é difícil de identificar fontes pontuais. No entanto, através da ferramenta de geoprocessamento, foi possível realizar a caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, levantando importantes informações de uso do solo, população, densidade demográfica, característica do escoamento, Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Permanente, áreas com

grande circulação de pessoas, fauna e flora, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana.

Esses fatores citados foram divididos em fatores urbanos, ambientais e urbano-ambientais. A partir deles foi possível destacar duas causas da má qualidade da água dos corpos hídricos: o distanciamento da relação da população com o rio; e a falta de serviços de saneamento básico no interior das favelas e comunidades urbanas.

Essas duas causas destacadas são bem complexas de serem resolvidas, principalmente, ao se considerar o meio em que o rio está inserido. O Rio Carioca nasce em uma área de Mata Atlântica ainda muito preservada, graças à unidade de conservação do Parque Nacional da Tijuca. Entretanto, ele segue por bairros com urbanização muito consolidada, em uma extensa área predominantemente residencial. Além disso, há vias de circulação de automóveis muito importantes para cidade, que ligam os túneis Rebouças e Santa Bárbara, por exemplo.

Como foi dito, os processos de urbanização da cidade do Rio de Janeiro que ocorreram sobretudo nos séculos XIX e XX, foram os maiores responsáveis por essas causas apontadas. Os resultados provenientes dos planejamentos realizados para o crescimento da cidade, atrelada a outras questões históricas e socioeconômicas da época, resultou no surgimento das favelas e comunidades urbanas. Esses locais até hoje não possuem o atendimento de todos os serviços de saneamento básico necessários para uma boa condição de vida.

As decisões de canalização e de tornar o Rio Carioca subterrâneo por partes dos governantes da época provocaram o distanciamento da relação entre a população e o Rio Carioca. Tanto na época, quanto a decisão de reverter essa situação atualmente, são decisões que envolvem questões muito mais políticas do que de fato ações por parte da população. No entanto, conscientizar a população e explicar todos os fatores históricos e ambientais que envolvem o Rio Carioca podem levar a população a cobrar por essas decisões e ações políticas.

Como alternativa de solução para os problemas indicados, foi escolhida a requalificação fluvial. Neste estudo, foram realizadas as três primeiras etapas (identificação do problema, definição de objetivos e indicação de diretrizes de solução)

de requalificação definindo os objetivos de: apurar mais informações, criação de área de lazer, fazer nada e restauração para lazer.

Essas primeiras etapas da requalificação fluvial do Rio Carioca foram realizadas com o geoprocessamento como ferramenta de apoio à decisão. Para isso, foi escolhido um trecho do rio em que seria mais viável realizar intervenções. Esse trecho fica na parte superior da bacia, onde o rio ainda tem partes à céu aberto e onde há importantes pontos turísticos e culturais que podem ser interligados por corredores culturais.

A caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, realizada como o primeiro objetivo deste estudo, serviu como importante base de informação na escolha do trecho a ser feita a requalificação. Além disso, a caracterização foi muito importante para fornecer as informações para ser feita a divisão de áreas da intervenção e escolha de objetivo para cada área.

Com os objetivos e áreas definidos, foi identificado que já existem projetos de restauração e revitalização para algumas áreas do projeto, como a criação de trilhas e restauração de espaços tombados que envolvem o Rio Carioca e o colocam em evidência. O que falta é a iniciativa e investimentos para pôr esses projetos em prática.

Já para solucionar as questões da falta de saneamento básico em favelas e comunidades urbanas existe o obstáculo das condições locais, com pouco espaço físico disponível para passagem de redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e para a circulação de veículos de coleta de resíduos sólidos. No entanto, essas questões devem ser equacionadas para que sejam atingidos os objetivos de atendimento dos serviços de abastecimento e esgotamento estabelecidos no Novo Marco Legal do Saneamento Básico. Assim, os moradores desses locais terão os serviços básicos que necessitam para ter condições dignas de vida e, como consequência, os descartes inadequados em rios e em rede pluviais serão reduzidos.

Uma solução mais assertiva para a falta de saneamento básico em favelas e comunidades urbanas envolveria questões de habitação que vão além do escopo deste estudo. No entanto, é necessária a análise dessa possibilidade, principalmente em locais onde há também o risco de inundação e/ou deslizamento.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca, não há locais para a realocação das famílias que moram em área de risco e muito menos para realocar toda a população das favelas. Como foi visto, grande parte da bacia já está ocupada com áreas residenciais e as áreas de preservação não permitem uma expansão. Nessas situações, é comum que muitos moradores não aceitem ser realocados para locais distantes, por terem suas rotinas já estabelecidas próximas as suas moradias.

Com isso, soluções relacionadas a habitação para resolver o problema de falta de saneamento básico em favelas e comunidades urbanas seriam idealizações distantes do escopo deste estudo. Porém, devem ser discutidas em outros estudos para que se analise a viabilidade, principalmente, se for trazer benefícios para a população das próprias favelas e do entorno.

Durante o estudo, foram identificados outros problemas que foram mencionados ao longo do texto, porém merecem um maior destaque e maiores estudos e análises no futuro. O quadro 6 resume esses problemas e indica onde no texto é possível encontrá-los com mais detalhes.

Quadro 6. Outros Problemas Identificados no Estudo

Outros Problemas Identificados	Explicação	Tópico e Página
Acúmulo de água pluvial no bairro do Catete	A partir da elaboração do mapa de acúmulo de fluxo, foi possível identificar uma maior tendência de acúmulo no terreno no bairro do Catete, no local onde seguiria o Rio Carioca.	Tópico 3.3 Página 51
Ocupação de áreas de APP	Ocupações residenciais nas APPs de faixa marginal de corpos hídricos, expondo a população a risco de inundação e o meio ambiente à poluição.	Tópico 7.3 Página 126
Ocupação de áreas de APA	Ocupação da APA de São José nos bairros do Catete, Laranjeiras e Santa Teresa. Apesar de ser permitida a ocupação em UC de uso sustentável, isso deve ocorrer de forma compatível com a preservação ambiental.	Tópico 5.2 Página 71

Destacam-se como pontos positivos do estudo o uso do geoprocessamento como ferramenta de apoio à decisão e os benefícios que a requalificação fluvial pode trazer para o rio e para a população.

Como dificuldades do estudo podem ser destacados a dificuldade de intervenção em rios urbanos que estão em meios muito consolidados, as modificações feitas nos séculos passados para se esconder o Rio Carioca e a falta de interesse de realização dos

projetos. Além disso, para dar continuidade ao estudo de requalificação fluvial, seria necessária a apuração de informações que só são obtidas no local, como foi sinalizado em um dos objetivos como “Apurar mais informações”.

As etapas seguintes da requalificação fluvial (elaboração de projeto; implementação e gestão; monitoramento programas de verificação e avaliação; e implementação de medidas mitigadoras e corretoras) também podem ser realizadas em estudos futuros, por envolverem áreas além desse estudo como a arquitetura e a gestão de projetos.

Assim, com todas as informações e dados apresentados até aqui, é possível dar procedimento a um projeto de requalificação fluvial do Rio Carioca em projetos futuros. Além disso, a existência de diversos projetos para várias regiões da bacia hidrográfica, facilitam a continuidade desse projeto e apresentam diferentes pontos de vista sobre essa região que possui um grande potencial a ser explorado.

Mesmo com os desafios encontrados, é possível evoluir e aplicar o mesmo estudo e metodologia para outros rios e bacias que apresentam características semelhantes ao Rio Carioca na cidade do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUAS DO RIO. Águas do Rio finaliza ‘faxina’ inédita do túnel que coleta esgoto da Zona Sul da capital. 2023. Available at: <https://aguasdorio.com.br/limpeza-inedita-do-interceptor-oceanico-na-zona-sul-da-capital-e-concluida-pela-aguas-do-rio/>.

ÁGUAS DO RIO. Esgotamento Sanitário. [s. d.]. Available at: <https://aguasdorio.com.br/esgotamento-sanitario/>.

ALMEIDA, D. S. Recuperação ambiental da Mata Atlântica [livro eletrônico]. , p. 198, 2016. .

AMORIM, L. Intervenções em Linhas de Água. Porto, , p. 66, [s. d.]. .

ANA. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). [s. d.]. Available at: https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx#_ftn1.

BARBOSA, I. M. B. R.; CARVALHO, V. S. de; SANTOS, L. P. A.; FERREIRA, A. A. GUIA BÁSICO DE UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE ARCGIS PRO Versão 2.4.19948. 2023. .

BENEDET, M. S. Urbanidade em frentes de água. 2019. .

BOLFE, É. L.; MATIAS, L. F.; FERREIRA, M. C. Sistemas de Informação Geográfica: uma abordagem contextualizada na história. **Geografia**, vol. 33, no. 1, p. 69–88, 2008. Available at: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1775>.

BRASIL. **Código Florestal**. [S. l.: s. n.], 2012. Available at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.

BRASIL. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto - Visão Geral Ano de Referência 2020. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS**, , p. 1–91, 2021. Available at: www.snis.gov.br.

BRASIL. **Lei da Mata Atlântica**. [S. l.: s. n.], 2006. Available at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm.

BRASIL. **Novo Marco Legal do Saneamento**. Brasil: [s. n.], 2020.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasil: [s. n.], 2010.

BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. [S. l.: s. n.], 2000. Available at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. Principle of Geographic Information Systems. Oxford, , p. 1–20, 1998. .

CARAMORI BORGES DE SOUZA, V. Gestão Da Drenagem Urbana No Brasil: Desafios Para a Sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, vol. 1, no. 1, p. 58, 2013. <https://doi.org/10.17565/gesta.v1i1.7105>.

CARVALHO, P. E. R. Copaiba: Copaifera langsdorffii. **Espécies arbóreas brasileiras**, vol. 1, p. 395–404, 2003a. Available at: <https://ainfo.ncptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231686/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Copaiba.pdf%0Ahttps://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139732/copaiba-copaifera-langsdorffii>.

CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras : Cedro Vermelho. vol. 4, 2010. Available at: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139862/cedro-vermelho>

cedrela-odorata.

CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras : Ipê Amarelo Miúdo. , p. 10, [s. d.] .

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras: Embaúba-Vermelha.** [S. l.: s. n.], [s. d.].

CARVALHO, P. E. R. Palmitreiro - Euterpe edulis. **Espécies Arbóreas Brasileiras**, vol. 1, p. 698–709, 2003b. Available at: <http://jbb.ibict.br/handle/1/1476>.

CAVALLARI, R. L.; TAMAE, R. Y.; ROSA, A. J. A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NO ESTUDO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS. **REVISTA CIENTÍFICA ELETÔNICA DE AGRONOMIA**, vol. 6, no. 11, p. 1–7, 2007. .

COMLURB. Consulta por Logradouros. [s. d.]. Available at: <https://comlurbnet.rio.rj.gov.br/Extranet/ConsultaColetaLograd/index.asp>.

DA PAZ, M. G. A.; FRACALANZA, A. P.; ALVES, E. M.; DA SILVA, F. J. R. Os conflitos das políticas da água e do esgotamento sanitário: que universalização buscamos? **Estudos Avancados**, vol. 35, no. 102, p. 193–208, 2021. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.012>.

DATA.RIO. Rio em Síntese. [s. d.]. Available at: <https://www.data.rio/pages/rio-em-sntese>. Accessed on: 19 Feb. 2025.

DRUMMOND, G. **COSME VELHO : CONSTRUÇÃO, PATRIMÔNIO HISTÓRICO E PAISAGEM.** 2017. PUC-Rio, 2017.

ESRI. ArcGIS Plataforma Geoespacial Empresarial da ESRI. [s. d.]. Available at: <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/geospatial-platform/overview>.

FÁBRICA ARQUITETURA. **Revalorização do Trecho Inicial do Rio Carioca e Restauração dos Reservatórios da Mãe D'Água.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2016a.

FÁBRICA ARQUITETURA. **RIO CARIOCA E RESERVATÓRIOS MÃE D'ÁGUA.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2016b.

FONSECA, M. D.; CARVALHO, G. C.; CORRÊA, M. M.; HOLANDA, R. M. de. Os riscos relacionados ao ambiente e à atividade de coleta de resíduos sólidos urbanos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, vol. 8, no. 5, p. 96–100, 2013. .

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Caderno de Ação do Subcomitê Oeste.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2022a.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e Sistemas Lagunares de Jacarepaguá e Maricá.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2022b.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **REVALORIZAÇÃO DO TRECHO INICIAL DO RIO CARIOCA E RESTAURAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DA MÃE D'ÁGUA.** [S. l.: s. n.], 2016.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de Água para Consumo Humano.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. Available at: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=XFnnhzqetCoC&oi=fnd&pg=PA29&dq=abastecimento+de+água+conceitos&ots=Hz3sub80kp&sig=L6yDuOcgrnRA1VkxZZsqI22ZWNk#v=onepage&q&f=false>.

IBGE. Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos. 2022a. Available at: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/38734-cadastro-nacional-de-enderecos-para-fins-estatisticos.html?=&t=sobre>.

IBGE. Censo 2022. 2022b. Available at: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=downloads>.

IBGE. Censo Demográfico 2022 Favelas e Comunidades Urbanas Resultados do universo. 2022c. .

IBGE. Favelas e Comunidades Urbanas. 2022d. Available at: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-favelas-e-comunidades-urbanas.html?=&t=sobre>.

ICMBIO. Dados geoespaciais de referência da Cartografia Nacional e dados temáticos produzidos no ICMBio. 2024. Available at: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2007.** [S. l.: s. n.], 2007. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2008.** [S. l.: s. n.], 2008. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2009.** [S. l.: s. n.], 2009. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2010.** [S. l.: s. n.], 2010. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2011.** [S. l.: s. n.], 2011. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2012.** [S. l.: s. n.], 2012. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2013.** [S. l.: s. n.], 2013. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/ilha_do_governador_historico_2018.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2014. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria do Meio Ambiente,** , p. 1–2, 2014. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2015.** [S. l.: s. n.], 2015. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2016.** [S. l.:

s. n.], 2016. Available at: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm>.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2017**. [S. l.: s. n.], 2017. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2018**. [S. l.: s. n.], 2018. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2019**. [S. l.: s. n.], 2019.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2020**. [S. l.: s. n.], 2020. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2021**. [S. l.: s. n.], 2021. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2022**. [S. l.: s. n.], 2022. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2023**. [S. l.: s. n.], 2023. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. **Histórico dos Boletins de Balneabilidade das Praias Barra e Zona Sul - 2024**. [S. l.: s. n.], 2024. Available at: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/niteroi_historico_2019-6.pdf.

INEA. Índice de Qualidade de Água. [s. d.]. Available at: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Methodologia-Qualidade-de-Água.pdf>.

INEA. Qualidade e Monitoramento das Águas. [s. d.]. Available at: <https://www.inea.rj.gov.br/rio-de-janeiro/>. Accessed on: 30 Oct. 2024b.

INPE. TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. [s. d.]. Available at: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>.

INPE. Unidades de Conservação no Bioma Mata Atlântica - Shapefile. 2022. Available at: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/62c97440-507d-4002-868d-3379050bce03>.

LEITE, C. H. P.; MOITA NETO, J. M.; BEZERRA, A. K. L. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, vol. 27, no. 5, p. 1041–1047, Oct. 2022. DOI 10.1590/s1413-415220210311. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm%0Ahttp://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm.

LONDON DOCKLANDS – A 1976 STRATEGIC PLAN. [s. d.]. Available at: <https://alondoninheritance.com/london-history/london-docklands-a-1976-strategic-plan/#comments>.

MARICÁ. **PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL DE MARICÁ**. [S. l.: s. n.], 2022.

MORENO, P. A. **Requalificação de sistemas fluviais em ambiente urbano como instrumento de revitalização territorial**. 2011. 141 f. UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA, 2011.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 3rd ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2014.

MOURÃO, G.; LOPES, L. Após mais de 50 anos, túnel que leva esgoto da Zona Sul para o oceano vai passar pela primeira limpeza. 2022. **Extra Online**. Available at: <https://extra.globo.com/noticias/rio/apos-mais-de-50-anos-tunel-que-leva-esgoto-da-zona-sul-para-oceano-vai-passar-pela-primeira-limpeza-25523413.html>. Accessed on: 22 Nov. 2024.

MUNICÍPIO DE LEIRIA. Município lança Parque Aquapolis em área de oito hectares com ampliação do percurso Polis. [s. d.]. Available at: <https://www.cm-leiria.pt/municipio/gabinete-de-comunicacao/noticias/noticia-3/municipio-lanca-parque-aquapolis-em-area-de-oito-hectares-com-ampliacao-do-percurso-polis>.

MUNICÍPIO DE LEIRIA. Percurso Polis. [s. d.]. Available at: <https://www.cm-leiria.pt/areas-de-atividade/desporto-e-juventude/desporto/percurso-polis>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Conheça a Comlurb. 2021. .

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Diagnóstico Urbano-Ambiental da Cidade do Rio de Janeiro (2014-2015). , p. 234, 2015a. .

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Informações sobre o Sistema de Alerta de Chuvas da Prefeitura do Rio de Janeiro. [s. d.]. Available at: <https://alertario.rio.rj.gov.br/institucional/quem-somos/>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. [S. l.: s. n.], 2018. Available at: <https://aplicnt.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/scpro1720.nsf/1ce2ce7b3cdf59b90325775900523a3f/3724a3c95d41b1348325822c00635c91?OpenDocument>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Limites e Favelas e Urbanização. 2019a. Available at: https://www.data.rio/datasets/df97c5f3e9334fb98349e05d9a002862_0/explore.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Plano Diretor, Política Urbana e Políticas Setoriais**. [S. l.: s. n.], 2024a.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Um manual dos rios, canais e corpos hídricos da cidade do Rio de Janeiro. 2020. .

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Uso do Solo 2004. 2004. Available at: <https://www.data.rio/datasets/uso-do-solo-2004/about>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Uso do Solo 2010. 2010. Available at: <https://www.data.rio/datasets/uso-do-solo-2010/explore>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Uso do Solo 2015. 2015b. Available at: <https://www.data.rio/datasets/uso-do-solo-2015/explore>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Uso do Solo 2019. 2019b. Available at: <https://www.data.rio/datasets/PCRJ::uso-do-solo-2019/about>.

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Zoneamento Urbano. 2024b. Available at: <https://www.data.rio/datasets/zoneamento-urbano/explore>.

NICHETTI, M. E. H.; CÂMPARA, A. S.; CONSOLI, I. O.; EIDT, E. J. de C.; LANNOY, L. C. de; BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J. Caracterização urbana e ambiental da faixa de preservação permanente de um córrego urbano. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, vol. 22, no. 5, p. e4941, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n5-215>.

PAGANINI, W. da S.; BOCCHIGLIERI, M. M. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. São Paulo, , p. 45–60, 2021. .

PAREYN, F. G. C.; ARAÚJO, E. de L.; DRUMMOND, M. A. Anadenanthera Colubrina - Angico. **Plantas para o Futuro - Região Nordeste**, , p. 740–745, 2018. Available at: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190120/1/Livro-Nordeste-766-77212-2018.pdf>.

PARQUE NACIONAL DA TIJUCA. Fauna. [s. d.]. Available at: <https://parquenacionaldatijuca.rio/fauna/>.

PARQUE NACIONAL DA TIJUCA. Flora. [s. d.]. Available at: <https://parquenacionaldatijuca.rio/flora/>.

PATRÍCIO, M. de J. Avaliação do Programa Polis em Leiria através da Satisfação dos Agentes Locais. Lisboa, , p. 176, 2009. .

PEREIRA, M.; KAYSER, R. B.; COLLISCHONN, W. Integração do Modelo Hidrológico para Grandes Bacias MGB-IPH e Sistemas de Informação Geográfica para suporte à decisão de outorga de direito de uso da água. **REGA**, vol. 9, no. 2, p. 21–33, 2012. .

POMPÊO, C. A. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 5, no. 1, p. 15–23, 2000. .

REDAÇÃO DIÁRIO DO RIO. O novo Largo do Boticário: como ficou o casario após a revitalização. 2022. Available at: <https://diariodorio.com/o-novo-largo-do-boticario-como-ficou-o-casario-apos-a-revitalizacao/>.

RIO-ÁGUAS. **Mapa Subacias Rio Carioca**. [S. l.: s. n.], [s. d.].

SANTOS, D. N. dos; BRITO, S. A. C.; MAGALHÃES, F. L. F. de. Apoio à tomada de decisão por meio de Sistema de Informação Geográfica: estudo de caso em instituição pública de ensino superior. **Revista Fatec Zona Sul**, vol. 8, no. 3, p. 1–17, 2022. https://doi.org/10.26853/refas_issn-2359-182x_v08n03_01.

SANTOS, T.; ROVARIS, N. R. S. Cenário brasileiro da gestão dos resíduos sólidos urbanos e coleta. [s. d.]. **IV Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade [...]**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. p. 1–17.

SARAIVA, M. da G. A. N. **O Rio como Paisagem - Gestão de Corredores Fluviais no Quadro do Ordenamento do Território**. [S. l.]: Fundação Calouste Gulbekian, 1999.

SCHLEE, M. B.; CAVALCANTI, N. O.; TAMMINGA, K. As transformações da paisagem na bacia do rio Carioca. **Paisagem e Ambiente**, no. 24, p. 267, 2007. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i24p267-284>.

SCHLEE, M. B.; LUIZA, A.; NETTO, C.; TAMMINGA, K. Mapeamento Sócio-Ambiental De Bacias Hidrográficas Urbanas: Estudo De Caso Do Rio Carioca. **XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**,

2005. .

SOBRAL, B. S.; OLVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; TERASSI, P. M. de B.; MUNIZ-JÚNIOR, J. G. R. VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL E INTERANUAL DA CHUVA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 14, no. 22, p. 1–28, 2018. .

SOS MATA ATLÂNTICA. Observando os Rios 2021. **Www.Sosma.Org.B**, , p. 33, 2021. Available at: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/03/observando-rios-2021digital_FINAL.pdf.

TARDELLI, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE**, vol. 64, no. 201, p. 6–20, 2015. DOI 10.4322/dae.2015.012. Available at: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2015.012>.

TEIGA, P. **Reabilitação de Ribeiras em Zonas Edificadas**. 2003. 1–68 f. Universidade do Porto, 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO; SORBONNE UNIVERSITÉS. **Ateliê de Inovação para Metrôpoles**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2016.

VALERIANO, M. Modelo digital de elevação com dados srtm disponíveis para a América do Sul. **15016334249**, , p. 72, 2004. Available at: <http://150.163.34.249/col/sid.inpe.br/sergio/2004/06.30.10.57/doc/publicacao.pdf>.

VIEIRA, J. M. de S.; GOMES, C.; FILHO, M. V.; MENDES, R. M. ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL: ANÁLISE CONCEITUAL E DESAFIOS ESTRUTURAIS. 2024. **XXVIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XXIV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e XIV Encontro de Iniciação à Docência [...]**. [S. l.: s. n.], 2024. p. 1–6.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento Conceitos e Definições Geoprocessing Concepts and Definitions. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, vol. 7, no. 2, p. 195–201, 2017. .

ANEXOS

ANEXO 1 – PONTOS DE COLETA RIO DO RIO 1

RIO DO RIO 1																		
DATA	CONDIÇÃO CLIMÁTICA	Temperatura Ambiente (°C)	Temperatura da Água (°C)	Transparência da água/ Turbidez	Espumas	Lixo Flutuante	Cheiro	Material Sedimentável	Peixes	Larvas e Vermes Vermelhos	Larvas/Vermes Transp. Ou Escuros	Coliformes Totais	Oxigênio Dissolvido	DBO	pH	Nitrato	Fosfatos	IQ A
16/04/2016	Ensolarado	29	28	30	30	20	10	20	10	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	30 (0 ppm)	30,3
21/05/2016	Nublado	28	25	20	30	20	20	30	10	30	20	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	10 (0 ppm)	30
25/05/2016	Ensolarado com poucas nuvens	22	21	30	20	20	20	20	10	30	10	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	10 (0 ppm)	29
25/07/2016	Sol com nuvens	25	22	20	20	20	10	20	10	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (2 ppm)	Não Verificado	30 (6.5)	30	20 (2 ppm)	25,5
28/08/2016	Sol	28	23	20	20	20	20	20	10	30	10	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	10 (0 ppm)	27

29/08/2018	Chuva na véspera	27	25	20	30	30	30	30	10	Não Verificado	Não Verificado	30	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	10 (4 ppm)	33,8
27/10/2018	Nublado-chuva na véspera	27	26	30	30	30	30	30	10	Não Verificado	10	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	20 (0)	20	10 (4 ppm)	29,1
25/11/2018	Nublado-sem chuva na véspera	30	26	30	30	20	30	30	Não verificado	30	10	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (6)	20	20 (2 ppm)	32,3
22/12/2018	Sol	33	29	20	30	20	10	10	10	Não Verificado	Não Verificado	10	20 (4 ppm)	30 (0 ppm)	20 (6)	20	10 (4 ppm)	24,5
26/01/2019	Forte chuva na véspera	26	26	20	30	20	20	30	10	30	10	10	10 (0 ppm)	30 (2 ppm)	30 (0)	30	10 (0 ppm)	29
02/09/2019	Sol	26	28	30	30	30	10	30	10	Não Verificado	10	10	20 (0)	30 (1 ppm)	30 (0)	30	10 (0 ppm)	30,2
24/03/2019	Chuva na véspera	26	27	20	30	30	10	30	Não verificado	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (1 ppm)	30 (0 ppm)	30 (6.5)	30	10 (4 ppm)	30,5
20/04/2019	Sol	27	27	20	30	30	10	30	10	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (3 ppm)	30 (1 ppm)	20 (6)	30	10 (4 ppm)	28

25/05/2019	Boa	27	25	20	30	20	10	30	10	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (1 ppm)	30 (1 ppm)	30 (6)	20	10 (4)	26,8
22/06/2019	Sol	28	24	30	30	30	20	30	Não verificado	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (1 ppm)	30 (1 ppm)	30 (6)	30	20 (0 ppm)	34,4
20/07/2019	Sol	28	25	20 (40 UTJ)	30	30	20	10	Não verificado	Não Verificado	Não Verificado	10	10 (3 ppm)	30 (3 ppm)	30 (6)	20 (5 ppm)	10 (3 ppm)	28
17/08/2019	Sol	25	24	20 (60 UTJ)	30	20	10	30	10	Não Verificado	10	10	10 (3 ppm)	30 (1 ppm)	20 (6)	30 (4 ppm)	30 (0 ppm)	28
14/09/2019	Chuvoso	26	25	20 (60 UTJ)	30	30	20	20	10	30	30	10	10 (1 ppm)	30 (1 ppm)	20 (6)	30 (3 ppm)	10 (4 ppm)	30
10/12/2019	Bom	26	23	20 (60 UTJ)	30	20	20	30	10	30	10	10	10 (1 ppm)	Não Verificado	30 (6.5)	30 (4 ppm)	10 (3 ppm)	28
23/11/2019	Nublado e sol	31	25	20 (50 UTJ)	30	30	10	20	10	30	Não Verificado	10	10 (2 ppm)	30	30 (6.5)	30 (3 ppm)	10 (4 ppm)	29,1
22/12/2019	Sol	33	29	20 (70 UTJ)	30	20	20	30	10	30	10	10	10 (1 ppm)	30 (2 ppm)	20 (6)	20 (5 ppm)	10 (4 ppm)	27

01/12/2020	Nublado e quente	35	30	20 (50 UTJ)	30	20	10	30	10	30	10	10	10 (2 ppm)	30 (2 ppm)	30 (6)	30 (3 ppm)	10 (6 ppm)	28
02/08/2020	Sol	29	26	20 (50 UTJ)	30	30	30	30	10	30	Não Verificado	10	10 (2 ppm)	30 (2 ppm)	30 (6)	30 (2 ppm)	10 (4 ppm)	32,3
19/08/2020	Céu limpo	26	24	2 (UTJ)	2	2	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	30 (0 ppm)	3 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	29
10/03/2020	Parcialmente nublado	28	26	2 (60 UTJ)	3	2	1	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	3 (2 ppm)	1 (4 ppm)	28
16/11/2020	Céu limpo	29	26	2 (80 UTJ)	2	2	1	3	1	3	1	1	3 (1 ppm)	3	3 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	29
13/02/2021	Céu limpo	33	29	3 (40 UTJ)	3	2	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	2 (6.5)	1 (44 ppm)	1 (5 ppm)	28
08/07/2021	Céu limpo	22	20	2 (70 UTJ)	3	2	2	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	29
07/11/2021	Nublado	23	23	3 (40 UTJ)	3	3	3	1	1	3	1	1	2 (4 ppm)	3 (4 ppm)	3 (6)	2 (5 ppm)	1 (6 ppm)	30

11/06/2021	Céu limpo	24	23	1 (90 UTJ)	3	2	1	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (6.5)	3 (5 ppm)	1 (5 ppm)	27
12/04/2021	Céu limpo	31	25	2 (80 UTJ)	3	2	1	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	2 (5 ppm)	1 (4 ppm)	27
22/01/2022	Céu limpo	32	27	2 (40 UTJ)	2	2	2	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (6)	3 (4 ppm)	1 (5 ppm)	28
21/02/2022	Céu limpo	28	26	2 (70 UTJ)	2	2	2	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	3 (6)	3 (4 ppm)	1 (3 ppm)	28
20/03/2022	Parcialmente nublado	34	27	2 (70 UTJ)	3	2	2	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (3 ppm)	3 (2 ppm)	3 (7)	2 (5 ppm)	1 (4 ppm)	28
07/05/2022	Nublado	27	23	2 (60 UTJ)	3	2	2	3	1	3	1	1	1	3	Não verificado	2 (20 ppm)	1 (4 ppm)	26,9

ANEXO 2 – PONTO DE COLETA RIO DO RIO 2

RIO DO RIO 2																		
DAT A	CONDIÇÃO CLIMÁTICA	Temperatura	Temperatura da	Transparência da	Espumas	Lixo Flutuante	Cheiro	Material	Peixes	Larvas e Vermes	Larvas/ Vermes Transp.	Coliformes Totais	Oxigênio	DBO	pH	Nitrato	Fosfatos	IQA

		Ambiente (°C)	Água (°C)	água/ Turbidez				Sedimentável		Vermelhos	Ou Escuros		Dissolvido					
27/10/2018	Sol	37	25	30	30	30	10	30	10	Não verificado	Não verificado	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	Não verificado	20	10 (4 ppm)	28
25/11/2018	Sol	30	25	30	30	20	30	30	Não verificado	20	30	10	20 (4 ppm)	Não verificado	30 (6)	20	10 (4 ppm)	32,7
22/12/2018	Sol	35	26	30	30	10	30	30	10	Não verificado	Não verificado	10	20 (4 ppm)	30 (0 ppm)	30 (7)	20	10 (0 ppm)	30,3
26/01/2019	Forte chuva na véspera	26	25	30	30	30	20	30	10	30	10	10	10 (0 ppm)	30 (3 ppm)	30 (0)	30	10 (0 ppm)	31
09/02/2019	Sol	28	25	30	30	30	30	30	10	30	10	10	10 (0 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	10 (4 ppm)	32
24/03/2019	Chuva na véspera	31	24	30	20	30	30	30	Não verificado	Não verificado	Não verificado	10	10 (1 ppm)	30 (0 ppm)	30 (0)	30	30 (0 ppm)	35,6
20/04/2019	Sol	25	24	30	20	20	20	30	10	Não verificado	Não verificado	10	10 (2 ppm)	30 (2 ppm)	20 (6)	30	20 (0 ppm)	29,2
25/05/2019	Sol	26	22	30	20	10	20	30	10	Não verificado	Não verificado	10	10 (2 ppm)	30 (2 ppm)	30 (6)	30	10 (4 ppm)	28
22/06/2019	Sol	27	21	30	30	10	10	30	10	Não verificado	Não verificado	10	10 (2 ppm)	30 (3 ppm)	30 (7)	20	20 (0 ppm)	28

20/07/2019	Sol	23	18	20 (60 UTJ)	20	20	20	30	10	30	10	10	10 (2 ppm)	30 (1 ppm)	30 (7)	20 (6 ppm)	10 (4 ppm)	27
17/08/2019	Sol	26	21	30 (20 UTJ)	30	30	30	30	10	Não verificado	Não verificado	10	10 (3 ppm)	30 (1 ppm)	30 (6.5)	20 (5 ppm)	10 (4 ppm)	31,5
14/09/2019	Nublado, sem chuva	25	24	30 (30 UTJ)	20	20	10	30	10	30	10	10	10 (1 ppm)	30 (1 ppm)	20 (9)	20 (5 ppm)	10 (3 ppm)	26
12/10/2019	Bom	27	24	30 (40 UTJ)	30	20	30	30	10	30	10	10	10 (1 ppm)	Não verificado	30 (6.5)	30 (4 ppm)	10 (4 ppm)	30,1
23/11/2019	Nublado, sem chuva	28	25	30 (10 UTJ)	30	30	20	30	10	30	20	10	10 (2 ppm)	30 (1 ppm)	30 (6.5)	20 (5 ppm)	10 (3 ppm)	31
22/12/2019	Sol	35	26	30 (20 UTJ)	30	10	30	30	10	30	10	10	20 (4 ppm)	30 (4 ppm)	30 (7)	20 (5 ppm)	10 (2 ppm)	30
12/01/2020	Nublado e quente	29	26	30 (10 UTJ)	20	30	20	30	30	30	10	10	10 (1 ppm)	30 (2 ppm)	30 (6)	30 (4 ppm)	10 (5 ppm)	32
08/02/2020	Sol	33	25	30 (40 UTJ)	30	30	30	30	10	30	10	10	10 (1,5 ppm)	20 (6 ppm)	30 (6,5)	30 (2 ppm)	10 (3 ppm)	31
03/10/2020	Céu limpo	28	25	3 (15 UTJ)	3	3	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	3 (6)	3 (3 ppm)	1 (3 ppm)	32
16/11/2020	Céu limpo	30	25	3 (20 UTJ)	3	2	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (3 ppm)	3 (6)	3 (2 ppm)	1 (3 ppm)	31
13/02/2021	Céu limpo	26	23	3 (20 UTJ)	3	2	1	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (2 ppm)	3 (7)	3 (2 ppm)	1 (4 ppm)	29
19/08/2021	Céu limpo	25	20	2 (60 UTJ)	3	3	2	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (3 ppm)	30

23/10/2021	Céu limpo	30	21	2 (60 UTJ)	3	3	3	3	1	Não verificado	Não verificado	1	1 (3 ppm)	3 (2 ppm)	3 (7)	3 (1 ppm)	1 (4 ppm)	3 1, 5
24/11/2021	Parcialmente nublado	25	22	3 (20 UTJ)	3	3	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	3 2
18/12/2021	Nublado	26	22	2 (60 UTJ)	3	3	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (1 ppm)	2 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	3 0
20/01/2022	Céu limpo	32	24	3 (40 UTJ)	3	2	2	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (5 ppm)	3 0
26/02/2022	Céu limpo	32	24	3 (20 UTJ)	3	2	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	Não verificado	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	3 0, 1
26/03/2022	Céu limpo	38	26	3 (30 UTJ)	3	3	1	3	1	3	1	1	1 (5 ppm)	3 (5 ppm)	3 (7)	2 (5 ppm)	1 (4 ppm)	2 9
30/07/2022	Céu limpo	21	20	3 (40 UTJ)	3	3	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	3 2
03/09/2022	Céu limpo	25	19	3 (30 UTJ)	3	3	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	3 (7)	1 (40 ppm)	1 (5 ppm)	3 0
21/01/2023	Nublado	25	23	3 (40 UTJ)	3	2	3	3	1	3	1	1	1 (4 ppm)	3 (3 ppm)	3 (7)	3 (3ppm)	1 (4ppm)	3 1
11/02/2023	Nublado	28	27	2 (50 UTJ)	3	2	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	3 (5 ppm)	1 (4 ppm)	3 0
10/06/2023	Céu limpo	22	2	3 (20 UTJ)	3	3	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	3 (5 ppm)	2 (2 ppm)	3 3
24/06/2023	Nublado	20	19	2 (60 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	Não verificado	Não verificado	Não verificado	3 (5 ppm)	1 (5 ppm)	2 8

30/07/2023	Nublado	24	24	3 (40 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	Não verificado	Não verificado	3 (7)	3 (5 ppm)	1 (6 ppm)	30,3
19/08/2023	Céu limpo	23	21	3 (10 UTJ)	3	2	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	2 (6 ppm)	2 (2 ppm)	31
30/09/2023	Céu limpo	23	21,5	3 (30 UTJ)	3	2	3	3	1	Não verificado	Não verificado	1	1 (2 ppm)	Não verificado	3 (7)	3 (3 ppm)	1 (6 ppm)	30,5
28/10/2023	Nublado	25	23	3 (30 UTJ)	3	3	2	3	1	Não verificado	Não verificado	1	1 (2 ppm)	Não verificado	3 (7)	3 (5 ppm)	1 (3 ppm)	30,5
25/11/2023	Pouca chuva	18	20	3 (30 UTJ)	3	3	3	3	1	Não verificado	Não verificado	1	1 (1 ppm)	Não verificado	3 (7)	3 (5 ppm)	2 (2 ppm)	33,1
27/01/2024	Pouca chuva	24	23	3 (40 UTJ)	3	2	2	3	1	Não verificado	Não verificado	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	3 (5 ppm)	1 (4 ppm)	30,3
24/02/2024	Céu limpo	29	25	3 (30 UTJ)	3	2	3	3	1	Não verificado	Não verificado	1	1 (1 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	3 (2 ppm)	1 (6 ppm)	31,5
20/03/2024	Céu limpo	31	27	3 (10 UTJ)	3	3	3	3	3	Não verificado	2	1	Não verificado	Não verificado	3 (6,5)	3 (5 ppm)	1 (4 ppm)	35,6
13/04/2024	Céu limpo	25	23	3 (20 UTJ)	3	2	3	3	3	Não verificado	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	3 (5 ppm)	Não verificado	33,8
28/05/2024	Céu limpo	23	21	3 (40 UTJ)	3	2	3	3	2	Não verificado	1	2	1 (3 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	Não verificado	1 (4 ppm)	31,5

22/06/2024	Céu limpo	22	21,5	2 (70 UTJ)	3	1	2	3	3	Não verificado	2	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	Não verificado	1 (4 ppm)	29,2
31/07/2024	Nublado	24	21	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	2	Não verificado	1	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	Não verificado	1 (4 ppm)	29,2
24/08/2024	Céu limpo	21	21	3 (20 UTJ)	3	3	3	3	3	Não verificado	1	Não verificado	1 (1 ppm)	Não verificado	3 (7)	Não verificado	1 (3 ppm)	-

ANEXO 3 – PONTO DE COLETA RIO DO RIO 3

RIO DO RIO 3																		
DAT A	CONDIÇÃO CLIMÁTICA	Temperatura Ambiente (°C)	Temperatura da Água (°C)	Transparência da água/ Turbidez	Espumas	Lixo Flutuante	Cheiro	Materia l Sedimentável	Peixes	Larvas e Vermes Vermelhos	Larvas/Vermes Transp. Ou Escuros	Coliformes Totais	Oxigênio Dissolvido	DBO	pH	Nitrato	Fosfatos	I Q A
19/08/2021	Céu limpo	29	26	3 (20 UTJ)	3	1	3	3	2	2	1	1	1 (3 ppm)	3 (5 ppm)	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	30
20/01/2022	Céu limpo	39	25	3 (40 UTJ)	3	2	3	3	1	Não Verificado	Não Verificado	3	1 (3 ppm)	3 (2 ppm)	3 (6)	3 (3 ppm)	1 (6 ppm)	33,8
26/02/2022	Céu limpo	26	24	3 (20 UTJ)	3	1	1	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (2 ppm)	3	3 (6)	3 (2 ppm)	1 (4 ppm)	28
26/03/2022	Céu limpo	25	23	3 (40 UTJ)	3	1	1	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (1 ppm)	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	28

24/06/2022	Céu limpo	20	20	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	2	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (1 ppm)	2 (6)	3 (5 ppm)	1 (6 ppm)	30
30/07/2022	Nublado	17	17	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (5 ppm)	30,3
03/09/2022	Céu limpo	22	19	3 (10 UTJ)	3	1	1	3	2	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (2 ppm)	3	3 (7)	3 (4 ppm)	1 (6 ppm)	29,2
23/01/2023	Nublado	28	23	2 (60 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	2 (6)	3 (4 ppm)	1 (6 ppm)	28
11/02/2023	Céu limpo	28	26	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	Não verificado	3 (2 ppm)	2 (6)	3 (3 ppm)	3 (1 ppm)	32,3
25/03/2023	Parcialmente nublado	26	23	3 (40 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	1 (1 ppm)	3 (2 ppm)	3 (7)	3 (5 ppm)	3 (1 ppm)	32
29/04/2023	Nublado	21,5	20,5	3 (40 UTJ)	3	3	1	3	1	3	1	1	2 (5 ppm)	3 (3 ppm)	2 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	30
27/05/2023	Céu limpo	21	19	2 (90 UTJ)	3	1	2	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	2 (6)	3 (5 ppm)	1 (4 ppm)	27
24/06/2023	Céu limpo	19	19	3 (25 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	2 (5 ppm)	3 (2 ppm)	2 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	30
30/07/2023	Parcialmente nublado	24	22,5	3 (40 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	2 (6)	3 (3 ppm)	1 (6 ppm)	29
19/08/2023	Céu limpo	23	21	3 (5 UTJ)	3	1	3	3	1	3	1	1	1 (2 ppm)	3	3 (6,5)	3 (5 ppm)	1 (4 ppm)	30
30/09/2023	Céu limpo	25	21	2 (80 UTJ)	3	2	1	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (1 ppm)	Não verificado	2 (6)	3 (4 ppm)	1 (4 ppm)	25,5

28/10/2023	Nublado	24	22	3 (20 UTJ)	3	1	3	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	2 (6)	3 (4 ppm)	1 (6 ppm)	29,2
25/11/2023	Nublado	18	19	3 (30 UTJ)	3	2	3	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (3 ppm)	3 (2 ppm)	3 (7)	3 (5 ppm)	1 (3 ppm)	31,5
16/12/2023	Céu limpo	27,5	23	Não verificado	3	2	3	3	1	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (2 ppm)	3	3 (7)	3 (5 ppm)	3 (1 ppm)	33,1
27/01/2024	Pouca chuva	23	24	Não verificado	3	1	1	3	1	Não Verificado	Não Verificado	2	1 (1 ppm)	3	3 (7)	3 (5 ppm)	1 (4 ppm)	28
24/02/2024	Céu limpo	26	24,5	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	3	Não Verificado	1	1	Não verificado	3 (1 ppm)	3 (6,5)	3 (3 ppm)	1 (4 ppm)	32,7
20/03/2024	Céu limpo	30	26	3 (20 UTJ)	3	2	3	3	2	Não Verificado	Não Verificado	1	1 (2 ppm)	3 (1 ppm)	2 (5,5)	3 (5 ppm)	1 (3 ppm)	31,5
13/04/2024	Céu limpo	24	22	3 (20 UTJ)	3	1	3	3	3	Não Verificado	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (6,1)	2 (5,1 ppm)	1 (4 ppm)	30,1
28/05/2024	Céu limpo	21	21	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	2	3	1	2	2 (4,1 ppm)	3 (2 ppm)	3 (7)	Não verificado	1 (4 ppm)	32,3
22/06/2024	Céu limpo	22	20,5	3 (30 UTJ)	3	1	3	3	2	Não Verificado	1	1	1 (1 ppm)	3	3 (7)	Não verificado	1 (4 ppm)	29,2
31/07/2024	Nublado	23,5	21	3 (40 UTJ)	3	1	3	3	2	Não Verificado	1	1	1 (2 ppm)	3	3 (7)	Não verificado	1 (4 ppm)	29,2

24/08/ 2024	Céu limpo	23	21	3 (10 UTJ)	3	2	3	3	2	Não Verificad o	1	Não verificad o	Não verificad o	Não verificad o	3 (7)	Não verificad o	1 (4 ppm)	-
----------------	-----------	----	----	------------	---	---	---	---	---	-----------------------	---	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------	-----------------------	--------------	---

ANEXO 4 – REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS E ANUAIS DE 2005 A 2023

ANO	2005												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	193	106,2	193,2	260	86		138,6	14,6	238,6	182,8	179,6	286,4	1879
05 - Santa Teresa	170,6	88,6	192	200,8	76,6	57,8	124	22	240,8	160,2	200,4	224	1757,8
31 - Laranjeiras	186,2	92,8	191,8	207,6	99,4	47,8	151,8	34,4	294,6	166,8	182,4	221,4	1877
ANO	2006												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	225,4	125,6	104,6	255,6	168,8	173,6	37,4	54	171,6	121,8	213	84	1735,4
05 - Santa Teresa	197,4	105,8	103,8	137,4	162	127,8	50,2	68,2	166,4	139,4	195,8	68,8	1523
31 - Laranjeiras	213	136,8	147,6	124,8	199,8	102,4	56,2	82,6	166,4	150	195,6	77,2	1652,4
ANO	2007												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	127	117,6	14,2	116,2	202	67	108	17,8	39,4	207,6	220,2	250,6	1487,6
05 - Santa Teresa	106	84,2	64	84,2	195,4	59,6	104,4	26,4	27,8	102,4	212,2	259,6	1326,2
31 - Laranjeiras	111,6	95,2	7	54,6	201,1	57,2	130	41,8	21,8	181,6	245,8	270,6	1418,3
ANO	2008												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	185,6	124,8	246,6	218,6	73,6	62	44,8	145,8	111,8	92	204,8	128,4	1638,8
05 - Santa Teresa	167,8	113,2	245,4	198,2	84,8	57,2	39,2	106,2	117,4	78,2	222,2	116,2	1546
31 - Laranjeiras	191,6	109,6	235,2	212,6	80,4	77,8	37,8	94,2	150,2	84,6	198,8	127,6	1600,4
ANO	2009												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL

04 - Tijuca	272,4	122,2	94,4	237,2	55,2	73,2	109,8	58,2	132,2	225,6	129,2	462,2	1971,8
05 - Santa Teresa	206	101,6	83,8	149	61	55,6	112,2	36,4	129	193,2	114	370,8	1612,6
31 - Laranjeiras	218,8	109	90	180	71,6	84	137,8	49	119,6	178	110,8	367,8	1716,4
ANO	2010												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	220,2	62,4	338,6	496,2	89,8	71,2	127	32,8	58,2	175,6	108,2	287,6	2067,8
05 - Santa Teresa	159,4	90,6	335	435	56,2	48,4	116,2	41,4	58	152	88,2	266,2	1846,6
31 - Laranjeiras	178,2	84,4	349,8	403,6	69	51,4	109,6	43,4	54,6	191,2	76,2	264,8	1876,2
ANO	2011												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	103,6	87,4	149,6	357,4	171,4	39,8	46,6	36,2	57,2	138,2	33	172,6	1393
05 - Santa Teresa	93,4	34,8	124	184,6	115,8	30,2	37,4	36,8	52	114	78,4	137,8	1039,2
31 - Laranjeiras	94,8	26,8	115,8	143,2	125,6	36,2	54,8	39	67	124,6	87	145,6	1060,4
ANO	2012												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	180	14,4	91	100,8	99,6	147,8	46,6	20,6	124,6	74,4	119,8	28,2	1047,8
05 - Santa Teresa	171	14,4	87,8	72	91,8	115,2	37,4	11,8	110,2	76	104,2	23,6	915,4
31 - Laranjeiras	162,4	7	89,8	89,8	120,8	109	40,8	18,4	138,4	75,8	91,6	23,8	967,6
ANO	2013												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	353,8	83,4	358	85	169,2	42,6	171,8	22,2	75	88,8	138,4	221	1809,2
05 - Santa Teresa	304,2	83,4	210,6	73,2	149	37	133	18,8	62,6	78	133	210,1	1492,9
31 - Laranjeiras	243,6	76,6	196,8	61,2	143,4	36,8	109,6	21,8	66	92,8	129	191,6	1369,2
ANO	2014												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	28,8	30,4	98,6	177	45,8	106	100,6	48,4	47,4	54,2	82,2	40,4	859,8
05 - Santa Teresa	25,6	16,2	96	152,4	44	98,2	99,2	52	21,4	27	70	32,4	734,4
31 - Laranjeiras	33,4	13,4	87,8	139	48,6	85,6	115,4	62,4	20,6	20,4	68,6	27,6	722,8
ANO	2015												

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	78,8	84,8	136,8	118,4	40	131,2	13,4	10,4	130	32	197,4	80,4	1053,6
05 - Santa Teresa	48,6	66,8	133	119,8	62,2	112,2	14,2	12,4	121,6	50,8	207,8	121,4	1070,8
31 - Laranjeiras	47,8	58,2	132,4	124,4	64,4	86	19,6	7,4	112,8	36,6	181,6	105,6	976,8
ANO 2016													
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	212,6	239	240,6	17,2	69,6	90	3,2	74,4	72	86,4	174,8	131,8	1411,6
05 - Santa Teresa	210,2	285,8	212,4	14	69,4	75,8	1,8	63,6	82,4	63,8	184,4	103,6	1367,2
31 - Laranjeiras	208,4	225,4	185,4	14,6	69,2	95,6	4,4	62,6	75,6	44,8	167,2	71,4	1224,6
ANO 2017													
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	122,4	33,2	66,6	73,8	11,2	163	41	64,8	10,8	61,6	105,8	109	863,2
05 - Santa Teresa	80	11	144	160,6	31,2	193	23,2	57,6	9,8	55,8	89	73	928,2
31 - Laranjeiras	27,8	9,8	148,2	155	32	187,2	22,4	52,4	9	60,8	82,2	63,2	850
ANO 2018													
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	119,6	258,4	97,8	78,6	26	46,4	14,4	115,8	40,4	142,8	246	85	1271,2
05 - Santa Teresa	129,2	237	125,6	71,6	19	67,4	24,2	99	27,8	122,8	217,8	82,8	1224,2
31 - Laranjeiras	114,8	173,2	106,2	41	21,2	69,8	25,2	94,6	29,4	108,4	223,4	79,8	1087
ANO 2019													
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	44	260	331,2	293,4	163,6	96,2	21,4	105,6	147	61	189	92	1804,4
05 - Santa Teresa	48	248,8	220	216,2	153	23	7	113	129,6	53	145,2	77	1433,8
31 - Laranjeiras	50,4	211,2	204,8	236,2	138,2	75,8	53,4	119,4	133,2	58	136,2	82,2	1499
ANO 2021													
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	67	123,8	63,2	138,4	123,6	38,4	23,4	91,8	45,2	155,8	117,6	322,8	1311
05 - Santa Teresa	61,8	126,8	47,6	115	144,8	41,6	21	67,4	44,8	171,2	108	202,6	1152,6
31 - Laranjeiras	33,6	124,4	51,6	134,2	166,2	51,6	33,6	64,6	35,8	173,6	107,6	198,2	1175

ANO	2022												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	228,4	76,2	162,2	272,6	76,2	94,2	87,2	106,8	158,2	33,8	236,2	311,8	1843,8
05 - Santa Teresa	159,4	74	76,6	230,6	74,6	66,8	84,2	89,4	187,8	36,2	186,8	231,4	1497,8
31 - Laranjeiras	156	80,8	79	187,6	78,4	77	104	99,4	201,6	37,4	191,4	213	1505,6
ANO	2023												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
04 - Tijuca	185,4	254,6	82	168	91,4	13,6	101,8	183,6	45,4	194,2	96	67,2	1483,2
05 - Santa Teresa	143,2	225,2	50,6	182,8	77,4	11,4	37,4	176,8	26,8	248,4	109	70,2	1359,2
31 - Laranjeiras	154	235,6	52,8	173,4	90,2	13,8	49	240,8	35,4	268,4	100,2	47,2	1460,8

ANEXO 5 – HISTÓRICO DOS BOLETINS DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DO FLAMENGO (2007-2013)

HISTÓRICO DOS BOLETINS SEMANAIS DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DO FLAMENGO 2007-2013

2007																																				
jan/07				fev/07				mar/07					abr/07				mai/07				jun/07															
5	12	19	26	2	9	16	26	2	9	16	26	30	4	13	20	27	4	11	18	25	1	6	15	22	29											
jul/07				ago/07				set/07					out/07				nov/07				dez/07															
6	12	20	27	3	10	17	24	31	6	14	21	28	5	11	19	26	1	9	14	23	30	7	14	21	28											
2008																																				
jan/08				fev/08				mar/08					abr/08				mai/08				jun/08															
4	11	18	25	1	8	15	22	29	7	14	19	28	4	11	18	25	30	9	16	23	30	6	13	20	27											
jul/08				ago/08				set/08					out/08				nov/08				dez/08															
4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	19	28	5	12	19	31											
2009																																				
jan/09					fev/09										mar/09										abr/09											
9	16	23	26	29	30	2	5	6	9	12	13	16	19	20	27	2	5	6	9	12	13	20	23	26	27	30	2	3	6	8	13	16	17	24	27	30
mai/09					jun/09										jul/09																					
4	7	8	11	14	15	18	21	22	25	28	29	1	4	5	8	10	15	18	19	22	25	26	29	2	3	6	9	10	13	16	17	20	24	27	30	31

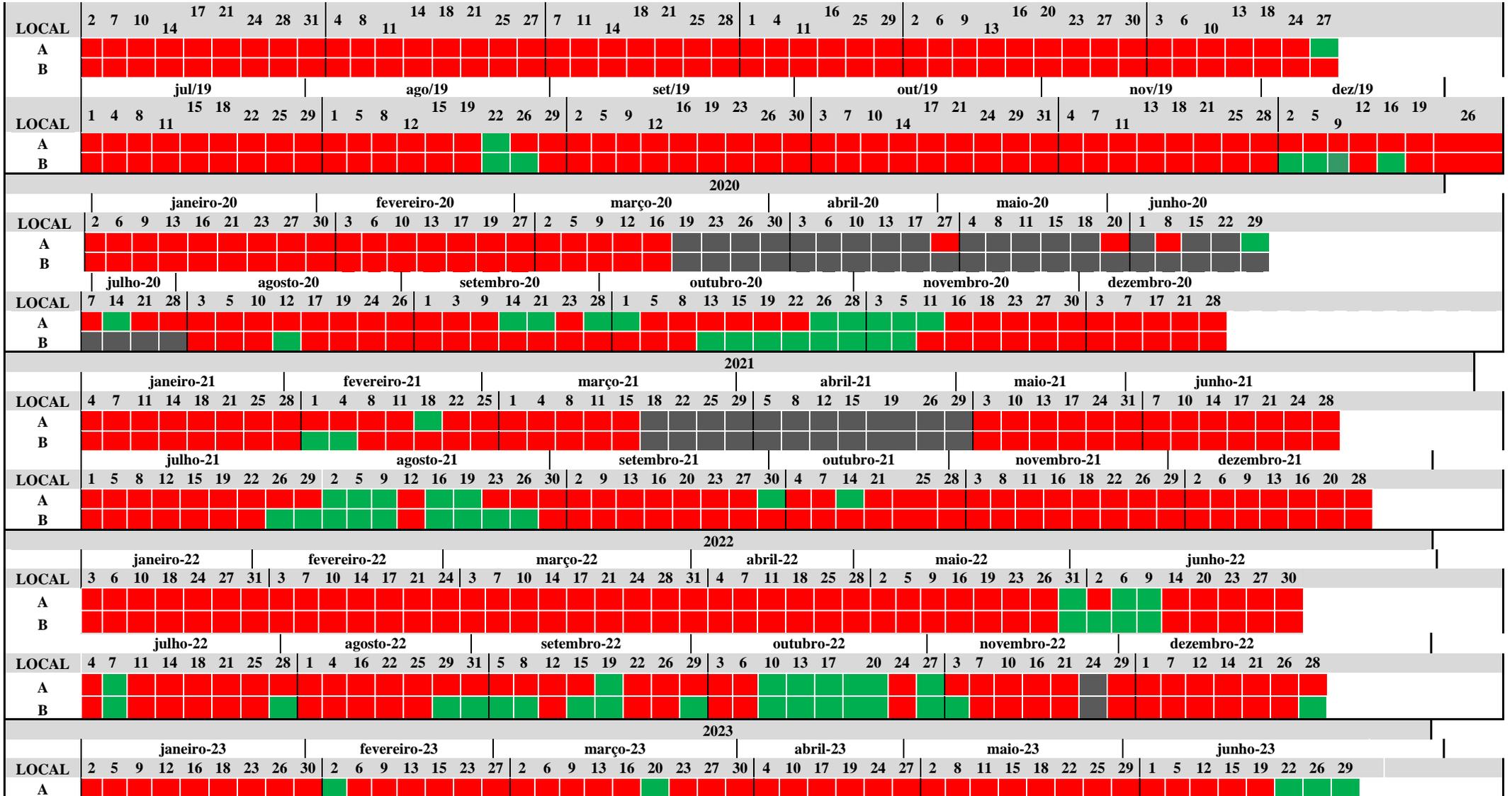
ago/09										set/09										out/09																													
3	6	7	10	13	14	17	20	21	24	27	28	31	3	4	10	11	14	17	18	21	24	25	28	1	5	6	8	9	15	16	19	22	23	29	30														
nov/09										dez/09																																							
5	6	9	13	16	19	23	26	27	30	3	4	7	10	11	14	17	18	23	28	30																													
2010																																																	
jan/10										fev/10										mar/10																													
4	7	8	11	14	15	18	21	22	26	28	29	1	4	5	8	11	12	18	19	22	25	26	1	4	5	8	11	12	15	19	22	25	26	29	31														
abr/10										mai/10										jun/10																													
5	8	9	12	15	16	19	26	29	30	3	6	7	10	13	14	17	20	21	24	27	28	31	2	8	10	11	14	17	18	21	24	28																	
jul/10										ago/10										set/10																													
1	5	8	9	12	15	16	19	22	23	26	29	30	2	5	6	9	10	12	13	16	19	20	23	26	27	30	2	3	10	13	16	17	20	23	24	27	30												
out/10										nov/10										dez/10																													
1	4	7	8	15	18	21	22	25	28	29	5	8	11	12	18	19	22	25	26	29	2	3	6	9	10	13	16	17	23	30																			
2011																																																	
jan/11										fev/11										mar/11																													
3	6	7	10	13	14	19	21	24	27	28	31	3	4	7	10	11	14	17	18	21	24	25	28	3	4	11	14	17	18	21	24	25	28	31															
abr/11										mai/11										jun/11																													
1	4	7	8	11	14	15	20	25	28	29	2	5	6	9	12	13	16	19	20	23	26	27	30	2	3	6	9	10	13	16	17	22	27	30															
jul/11										ago/11										set/11																													
1	4	7	8	11	14	15	18	21	22	25	28	29	1	4	5	8	11	12	15	18	19	22	25	26	29	1	2	5	8	9	12	15	16	19	21	23	28	30											
out/11										nov/11										dez/11																													
3	6	7	10	13	14	17	20	21	24	27	31	3	4	7	11	18	21	24	25	28	1	2	5	8	9	12	15	16	19	21	23	26	29	30															
2012																																																	
jan/12										fev/12										mar/12																													
2	5	6	9	12	13	16	18	23	26	27	30	2	3	6	9	10	13	16	17	23	24	27	1	2	5	8	9	12	15	16	19	22	23	26	29	30													
abr/12										mai/12										jun/12										jul/12																			
4	9	12	13	16	19	20	24	26	27	4	7	10	11	14	17	18	21	24	25	28	31	1	6	11	14	15	18	22	25	28	29	2	5	12	16	19	23	26	30										
ago/12										set/12										out/12										nov/12										dez/12									
2	6	9	13	16	20	23	27	30	3	5	10	13	17	20	24	27	1	4	10	15	18	22	25	31	5	8	12	22	26	29	3	6	10	13	17	20	27												

2013																																
jan/13							fev/13							mar/13							abr/13											
3	7	10	14	17	21	24	28	31	4	6	14	18	20	21	22	25	26	28	4	8	11	14	18	21	25	1	4	8	11	15	18	25
mai/13							jun/13							jul/13							ago/13											
2	6	9	13	16	20	23	27	3	6	10	13	17	20	24	27	1	4	8	11	15	18	22	1	5	8	12	15	19	22	26	29	
set/13							out/13							nov/13							dez/13											
2	5	9	12	16	19	23	26	30	3	7	10	14	17	21	24	29	31	4	7	11	13	18	21	25	28	2	4	9	12	16	19	26

ANEXO 6 – HISTÓRICO DOS BOLETINS DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DO FLAMENGO (2014-2024)

HISTÓRICO DOS BOLETINS SEMANAIS DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DO FLAMENGO 2014-2024

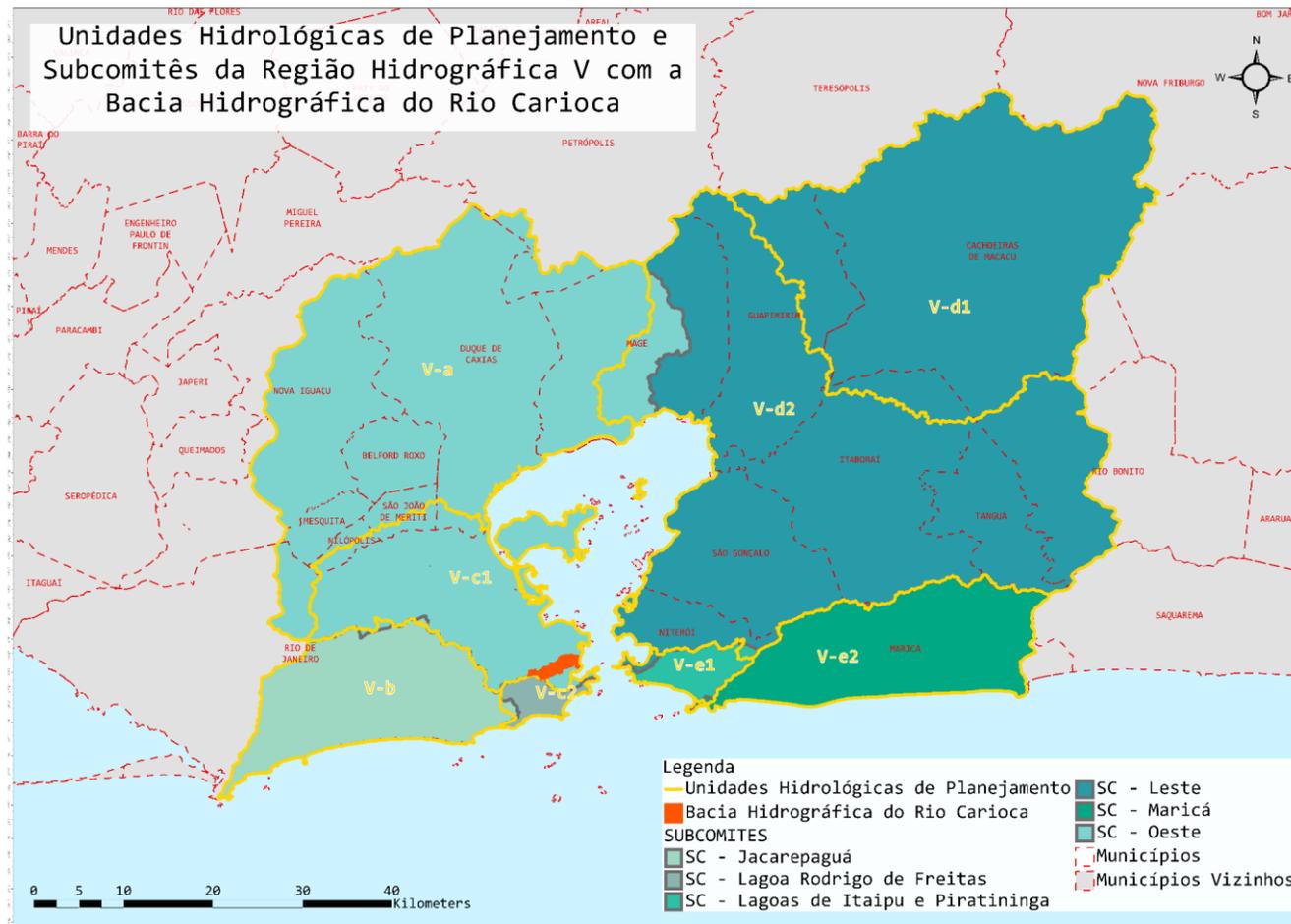
		2014																																																					
		jan/14									fev/14									mar/14									abr/14									mai/14									jun/14								
LOCAL		2	6	9	13	16	21	23	27	30	3	6	10	13	17	20	24	26	6	10	13	17	20	25	27	31	3	7	10	14	24	28	5	8	12	15	19	22	26	29	2	9	12	16	23	26	30	20	24	27					
A	B																																																						
		jul/14									ago/14									set/14									out/14									nov/14									dez/14								
LOCAL		2	7	10	14	17	21	24	28	31	4	7	11	14	18	21	25	28	1	4	8	11	15	18	22	29	2	6	9	13	16	20	23	27	29	3	6	10	13	17	24	27	1	4	8	11	15	22	29						
A	B																																																						
		2015																																																					
		janeiro-15									fevereiro-15									março-15									abril-15									maio-15									junho-15								
LOCAL		5	8	12	15	21	26	29	2	5	9	11	19	23	26	2	5	9	12	16	19	23	26	31	6	9	13	16	22	27	29	4	7	11	14	18	21	25	28	1	8	11	15	18	22	25	29								
A	B																																																						
		julho-15									agosto-15									setembro-15									outubro-15									novembro-15									dezembro-15								
LOCAL		2	6	9	13	16	20	23	27	30	3	6	10	13	17	19	24	27	31	3	8	10	14	16	21	23	28	1	5	8	13	15	19	22	26	28	3	5	9	12	16	18	23	26	30	3	7	9	14	17	22	29			
A	B																																																						
		2016																																																					
		janeiro-16									fevereiro-16									março-16									abril-16									maio-16									junho-16								
LOCAL		4	7	11	14	18	21	25	28	1	3	11	15	18	22	25	29	3	7	10	14	16	22	28	30	4	7	11	13	19	25	27	2	5	10	12	16	19	23	31	2	6	9	13	16	20	23	27	30						
A	B																																																						
		julho-16									agosto-16									setembro-16									outubro-16									novembro-16									dezembro-16								
LOCAL		4	7	11	14	18	21	25	27	1	10	11	16	24	29	31	5	8	12	15	19	22	26	29	3	6	10	13	17	20	24	27	31	3	7	10	17	22	24	28	1	5	8	12	15	20	26	28							
A	B																																																						
		2017																																																					
		janeiro-17									fevereiro-17									março-17									abril-17									maio-17									junho-17								
LOCAL		2	5	9	12	16	18	23	26	30	2	6	9	13	16	20	22	2	6	9	13	16	20	23	27	30	6	11	19	24	27	4	8	11	15	18	22	25	29	1	5	8	13	19	22	26	29								
A	B																																																						
		julho-17									agosto-17									setembro-17									outubro-17									novembro-17									dezembro-17								
LOCAL		3	6	10	13	17	20	24	27	31	3	7	10	14	17	21	24	29	31	4	11	14	20	25	28	2	5	10	16	19	23	26	31	6	9	16	21	23	27	30	4	7	11	14	18	20	27								
A	B																																																						
		2018																																																					
		janeiro-18									fevereiro-18									março-18									abril-18									maio-18									junho-18								
LOCAL		2	4	8	11	15	18	22	25	29	1	5	7	15	19	22	26	1	5	8	12	15	19	22	27	2	5	9	12	16	19	24	26	3	7	10	14	17	21	24	30	4	7	11	14	18	20	25	28						
A	B																																																						
		julho-18									agosto-18									setembro-18									outubro-18									novembro-18									dezembro-18								
LOCAL		3	5	9	12	16	19	23	26	30	2	6	9	13	16	20	23	27	30	3	5	10	13	17	20	24	27	1	4	8	10	15	18	22	25	29	31	5	8	13	22	26	29	3	6	10	13	17	20	26					
A	B																																																						
		2019																																																					
		jan/19									fev/19									mar/19									abr/19									mar/19									jun/19								



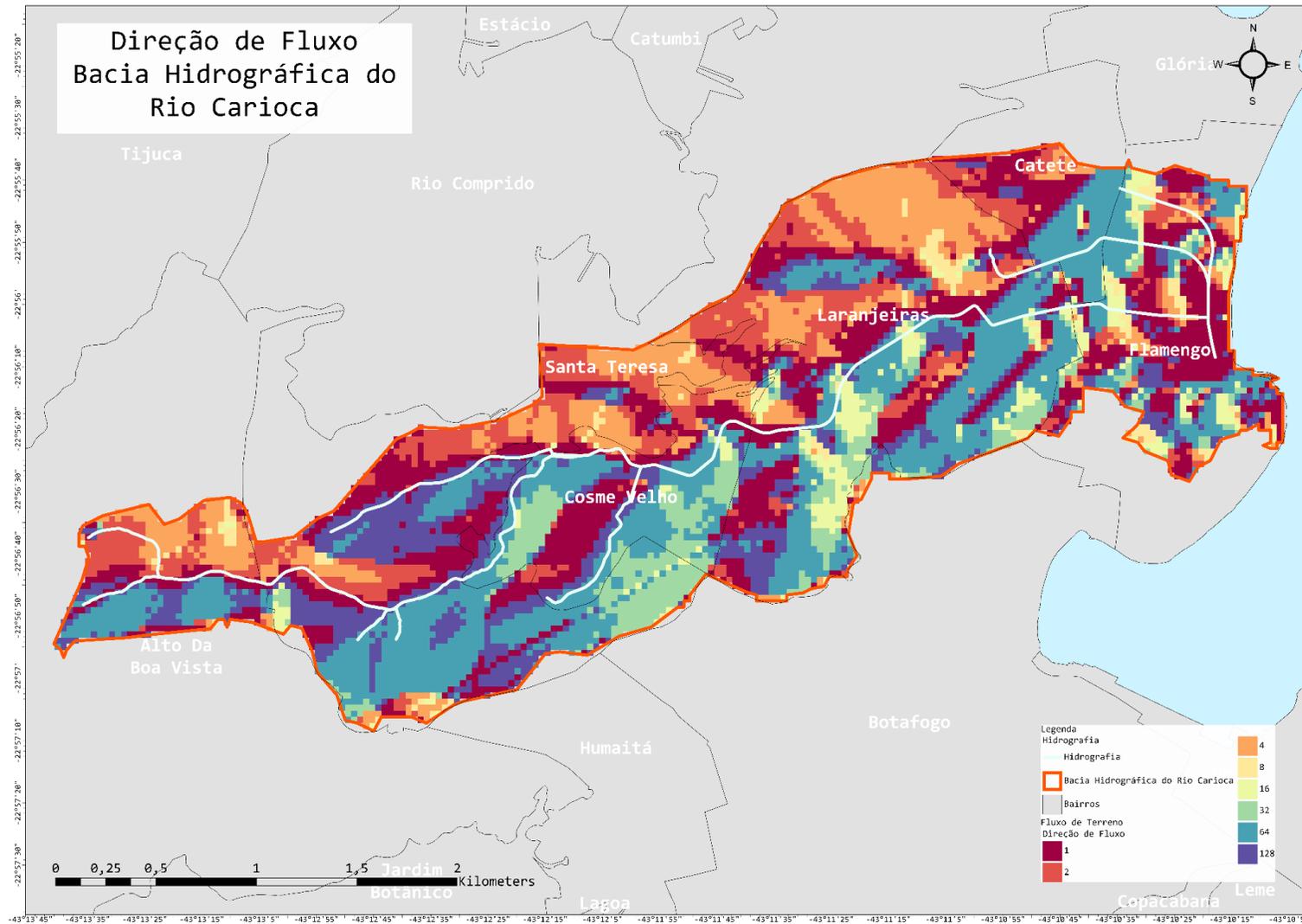
B	[Red cells]																																															
	julho-23							agosto-23							setembro-23							outubro-23							novembro-23							dezembro-23												
LOCAL	3	6	10	13	17	20	25	27	31	3	7	10	14	17	21	24	28	31	4	11	14	18	21	25	28	2	5	10	16	19	23	26	30	6	9	13	16	21	23	27	30	7	11	14	18	21	27	
A	[Green cells]																																															
B	[Green cells]																																															
2024																																																
	janeiro-24							fevereiro-24							março-24							abril-24							maio-24							junho-24												
LOCAL	2	4	8	11	15	18	22	25	29	30	1	5	7	15	19	22	26	29	4	7	13	15	18	21	26	1	5	8	10	15	17	25	29	2	6	9	13	16	20	23	27	3	6	10	13	20	24	27
A	[Green cells]																																															
B	[Green cells]																																															
	julho-24							agosto-24							setembro-24							outubro-24																										
LOCAL	1	4	8	11	15	18	22	25	29	1	5	8	12	15	19	22	26	29	2	5	9	12	16	18	23	26	30	3	7	10	14	17	21	24														
A	[Green cells]																																															
B	[Green cells]																																															

APÊNDICES

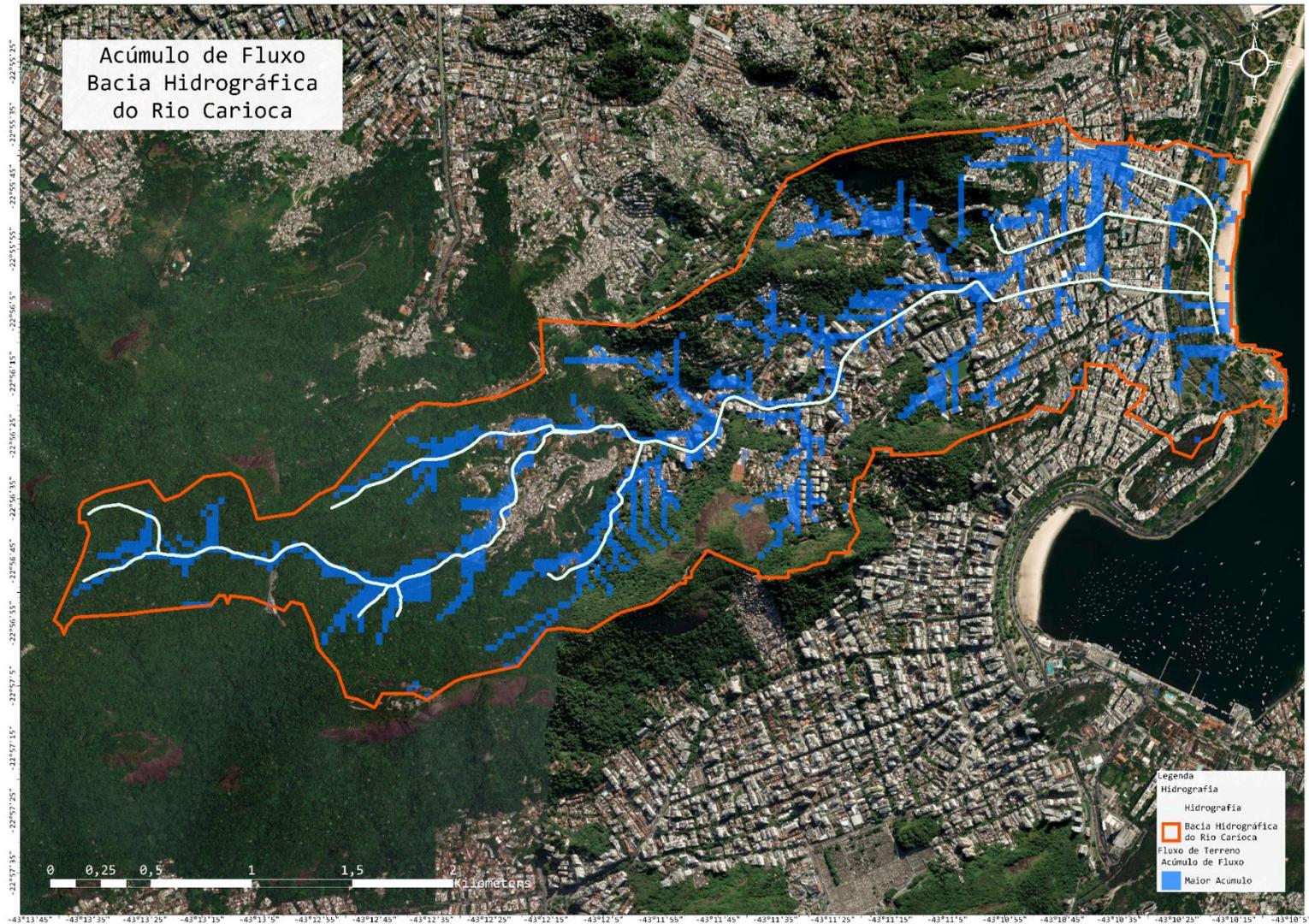
APÊNDICE 1 – MAPA DE UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO E SUBCOMITÊS DE BACIA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA V COM A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



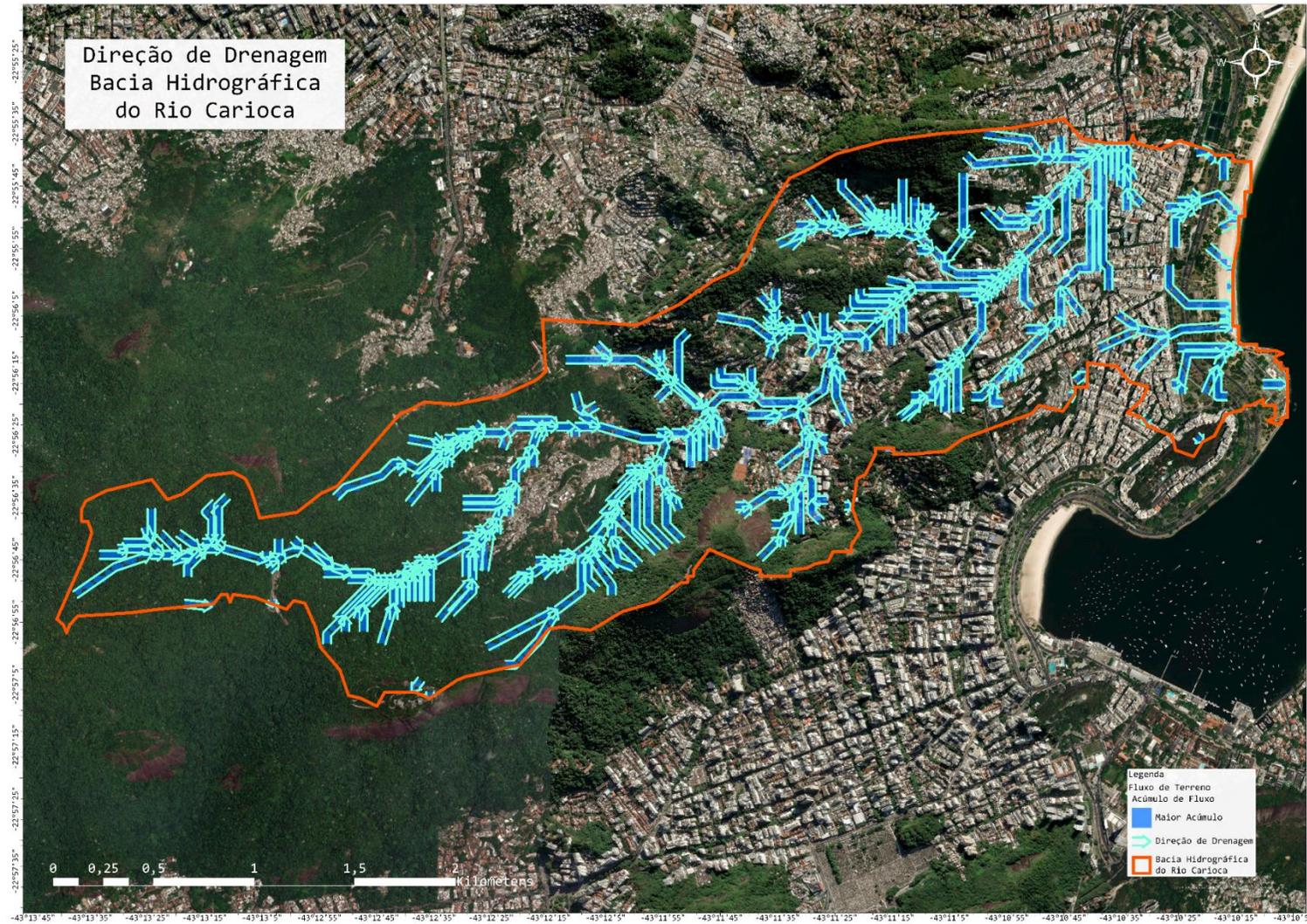
APÊNDICE 2 – MAPA DE DIREÇÃO DE FLUXO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



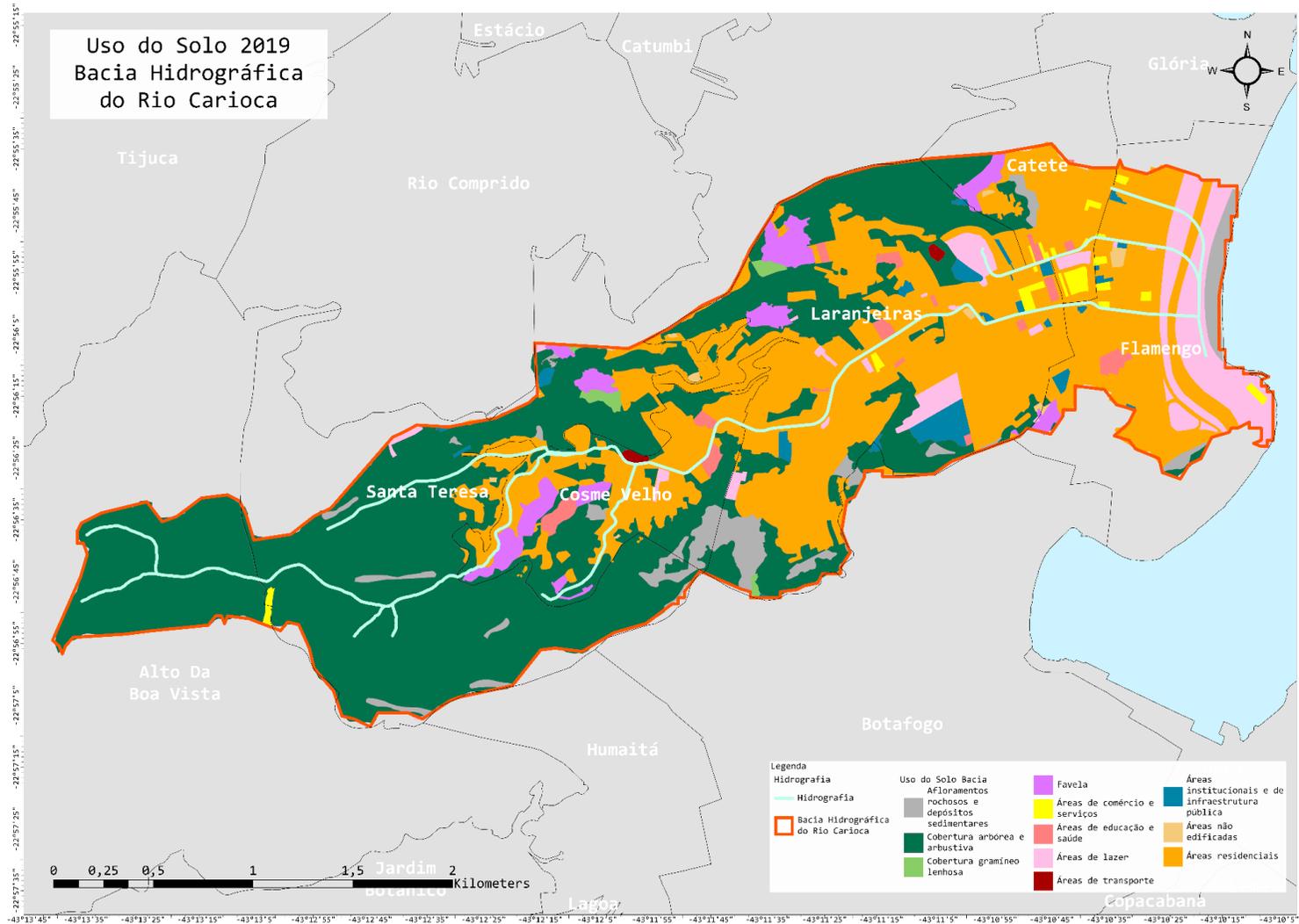
APÊNDICE 3 – MAPA DE ACÚMULO DE FLUXO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



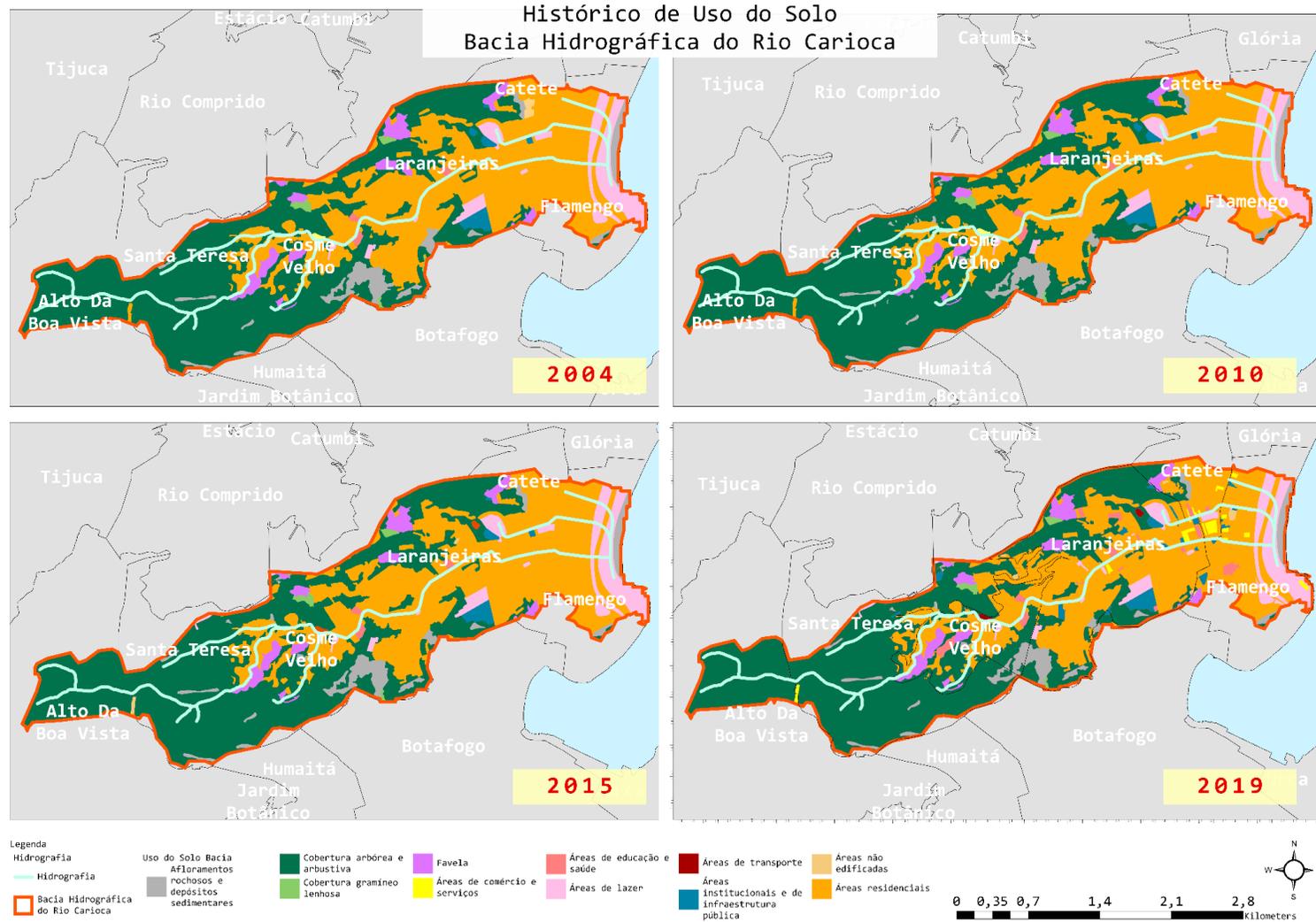
APÊNDICE 4 – MAPA DE DIREÇÃO DE DRENAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIÓCA



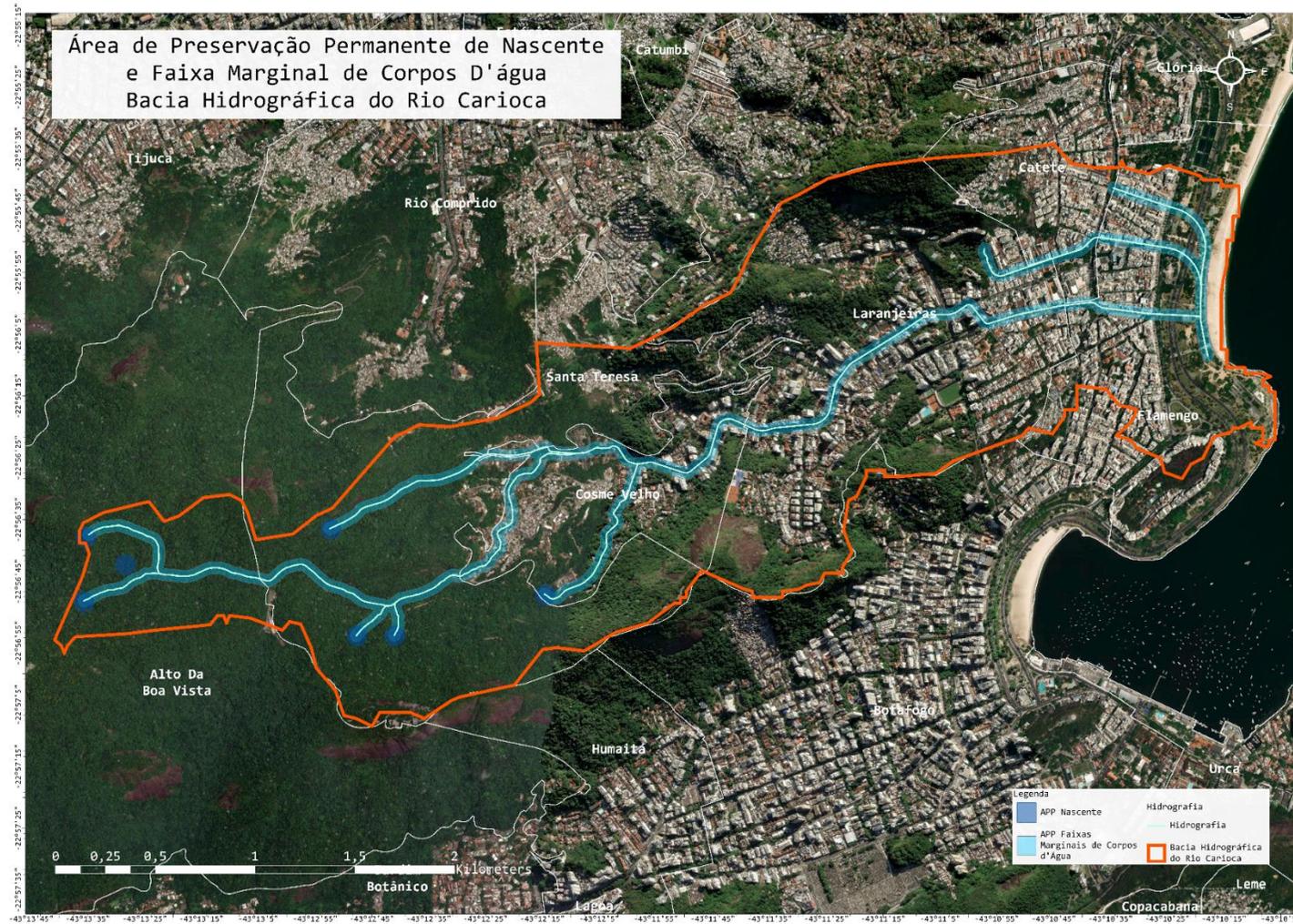
APÊNDICE 5 – MAPA DE USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



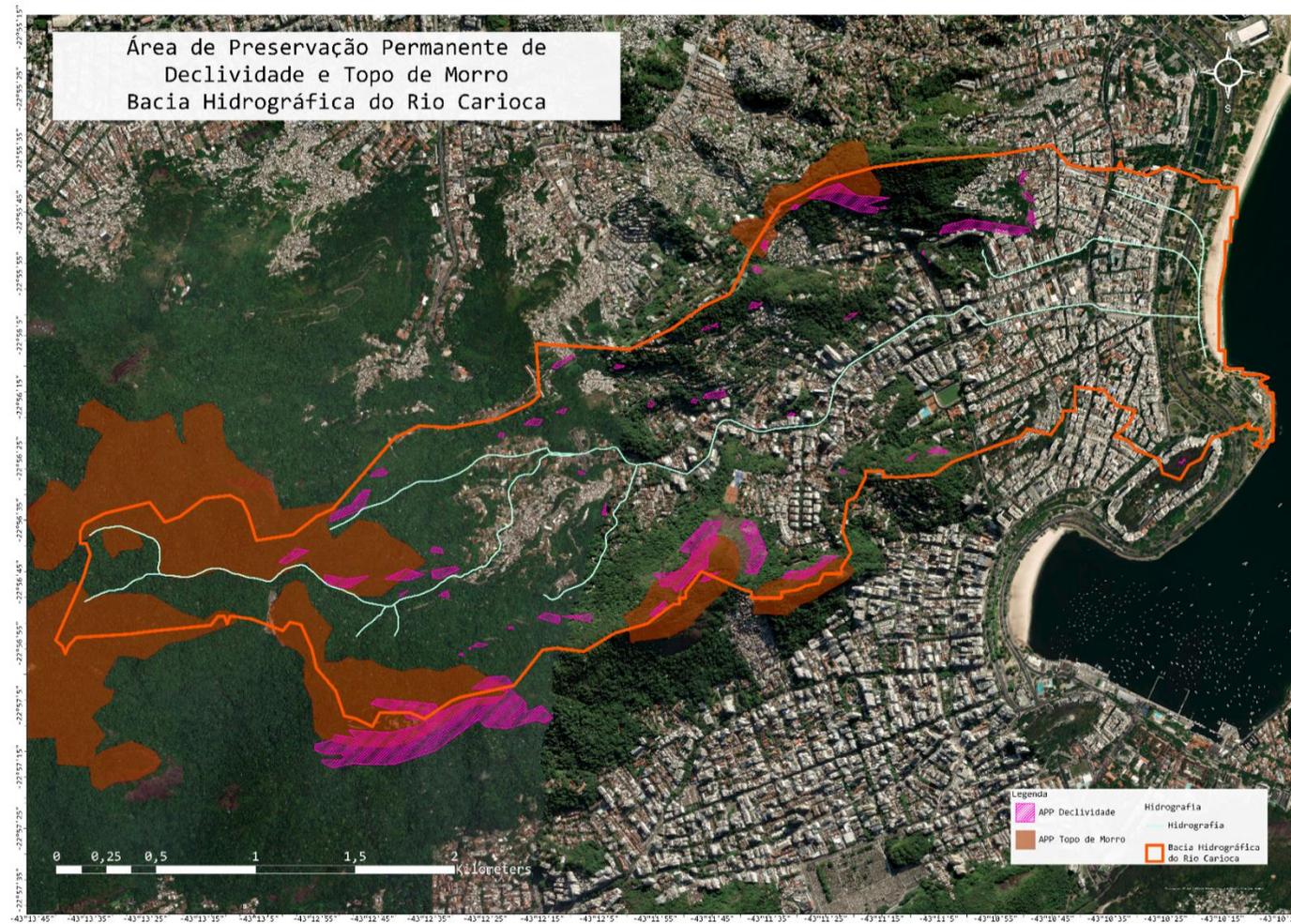
APÊNDICE 6 – MAPA DE HISTÓRICO DE USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



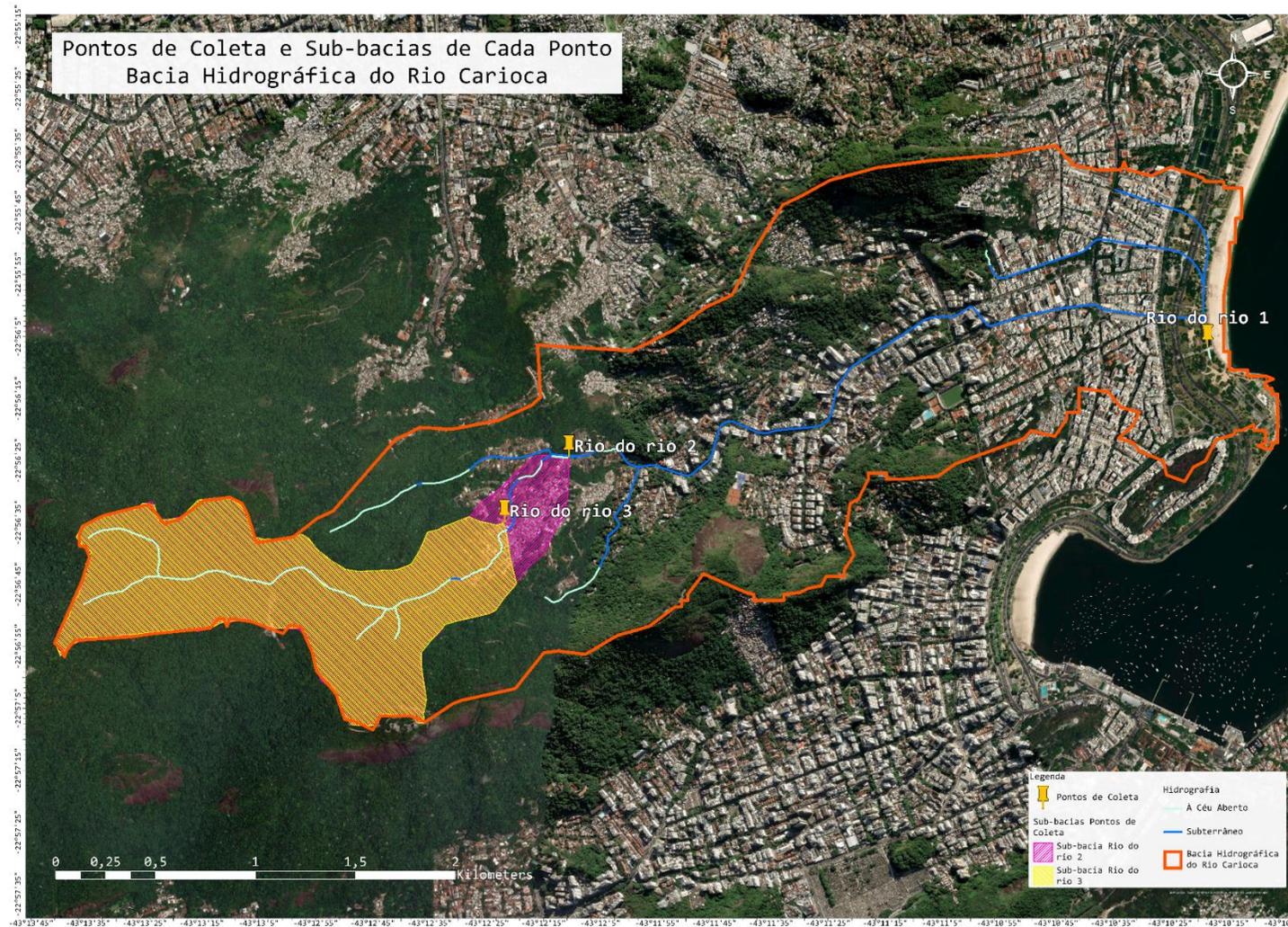
APÊNDICE 8 – MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTE E FAIXA MARGINAL DE CORPOS D'ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



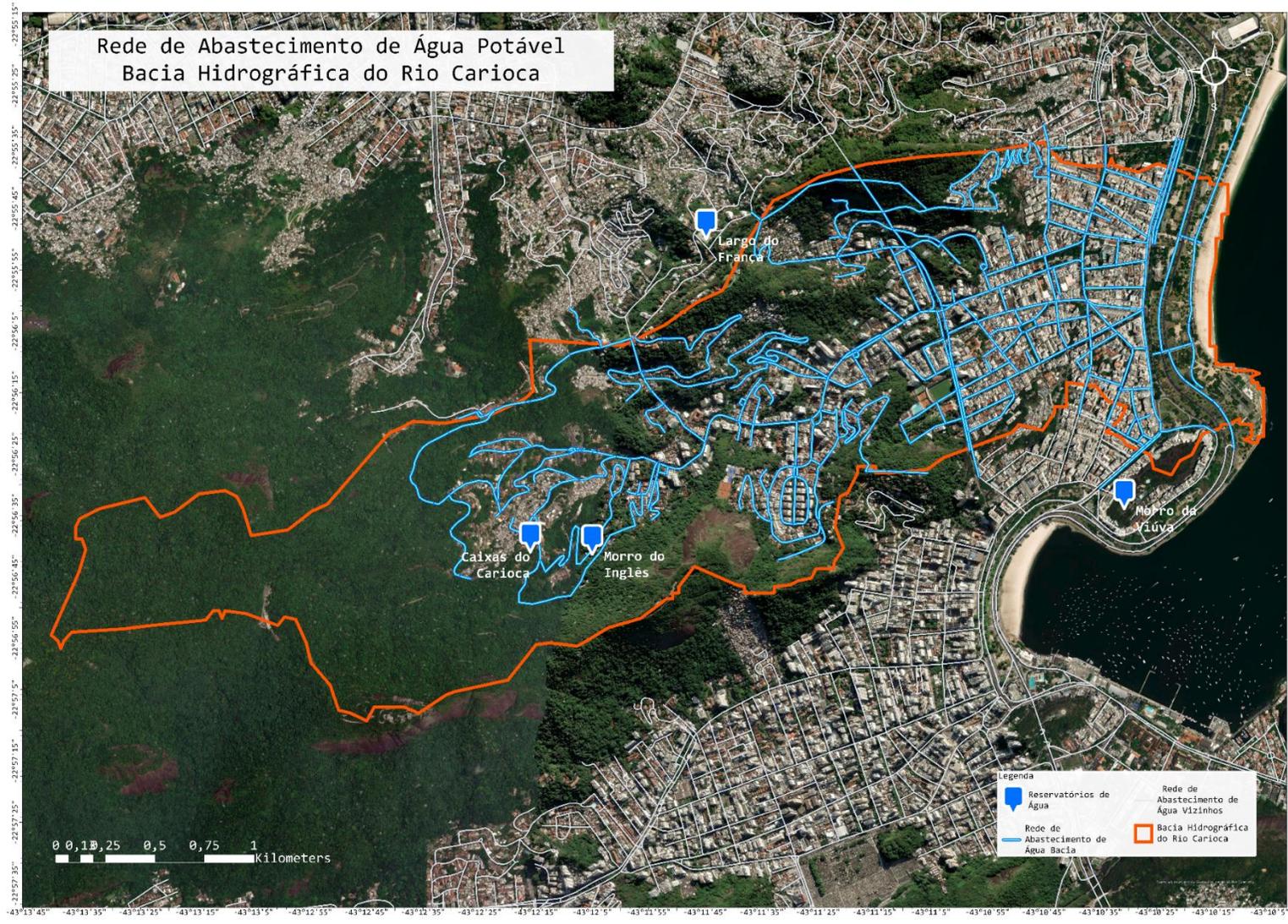
APÊNDICE 9 – MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE DECLIVIDADE E DE TOPO DE MORRO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



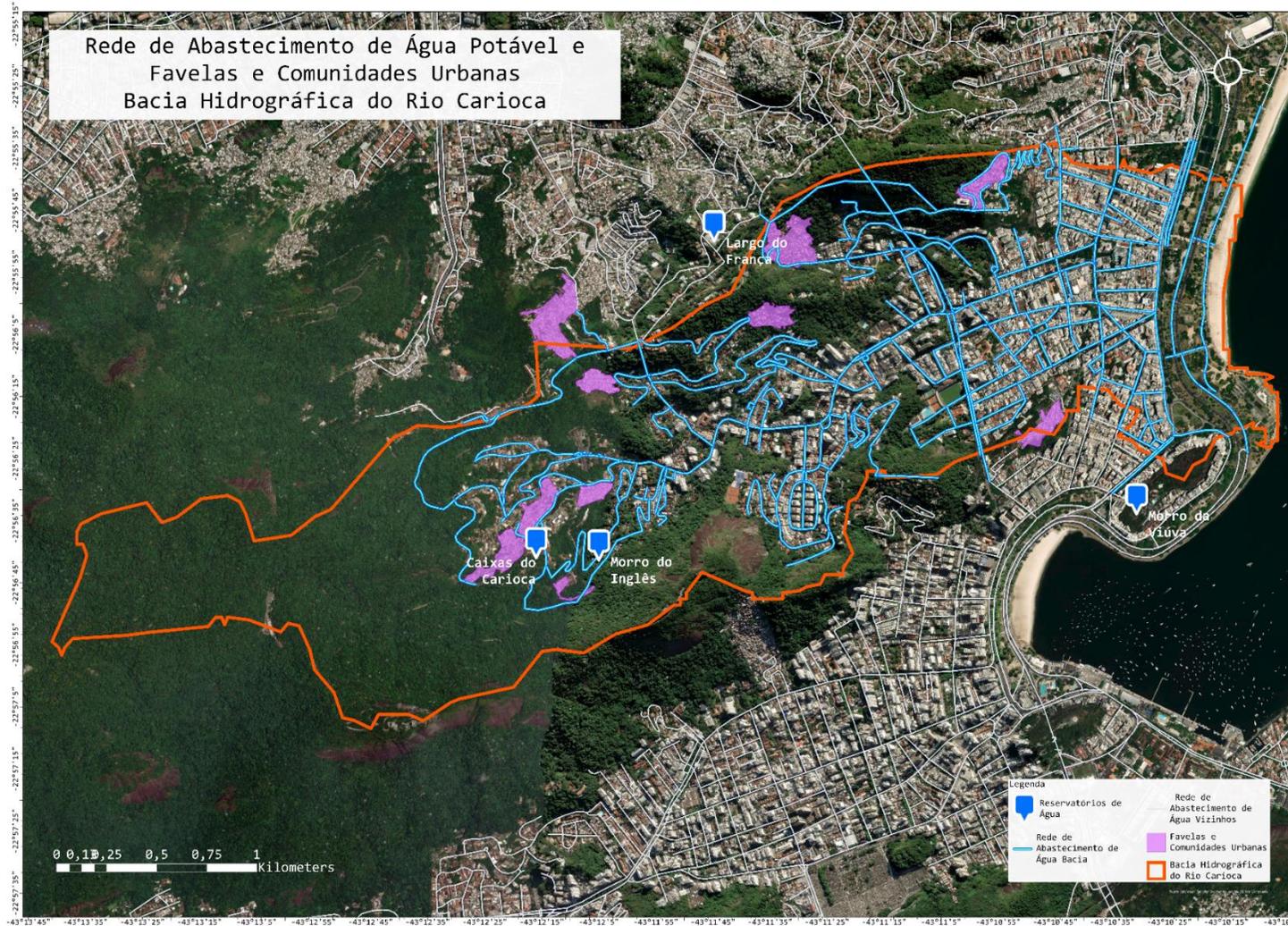
APÊNDICE 10 – MAPA DE PONTOS DE COLETA E SUB-BACIAS DOS PONTOS DE COLETA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



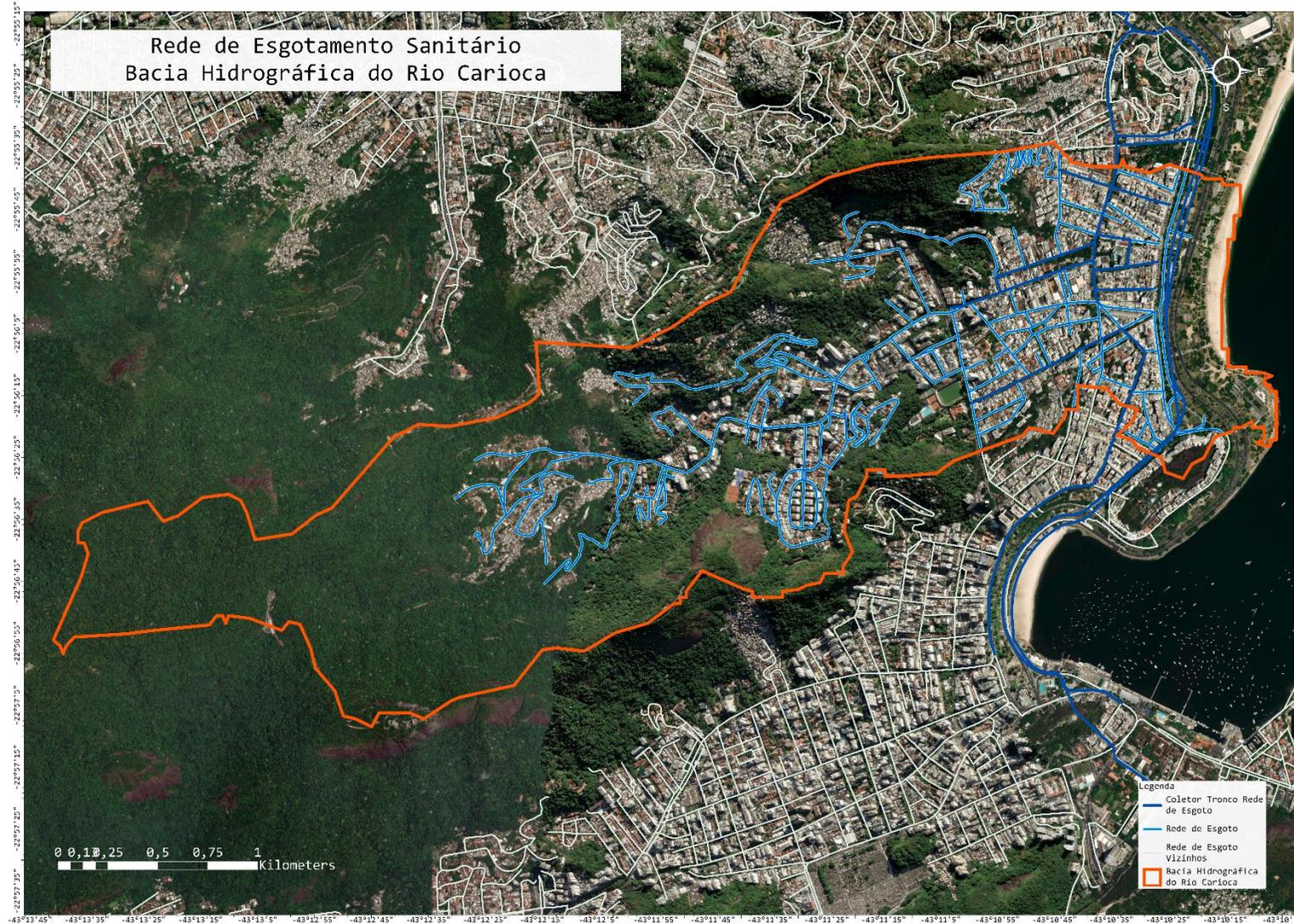
APÊNDICE 11 – MAPA DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



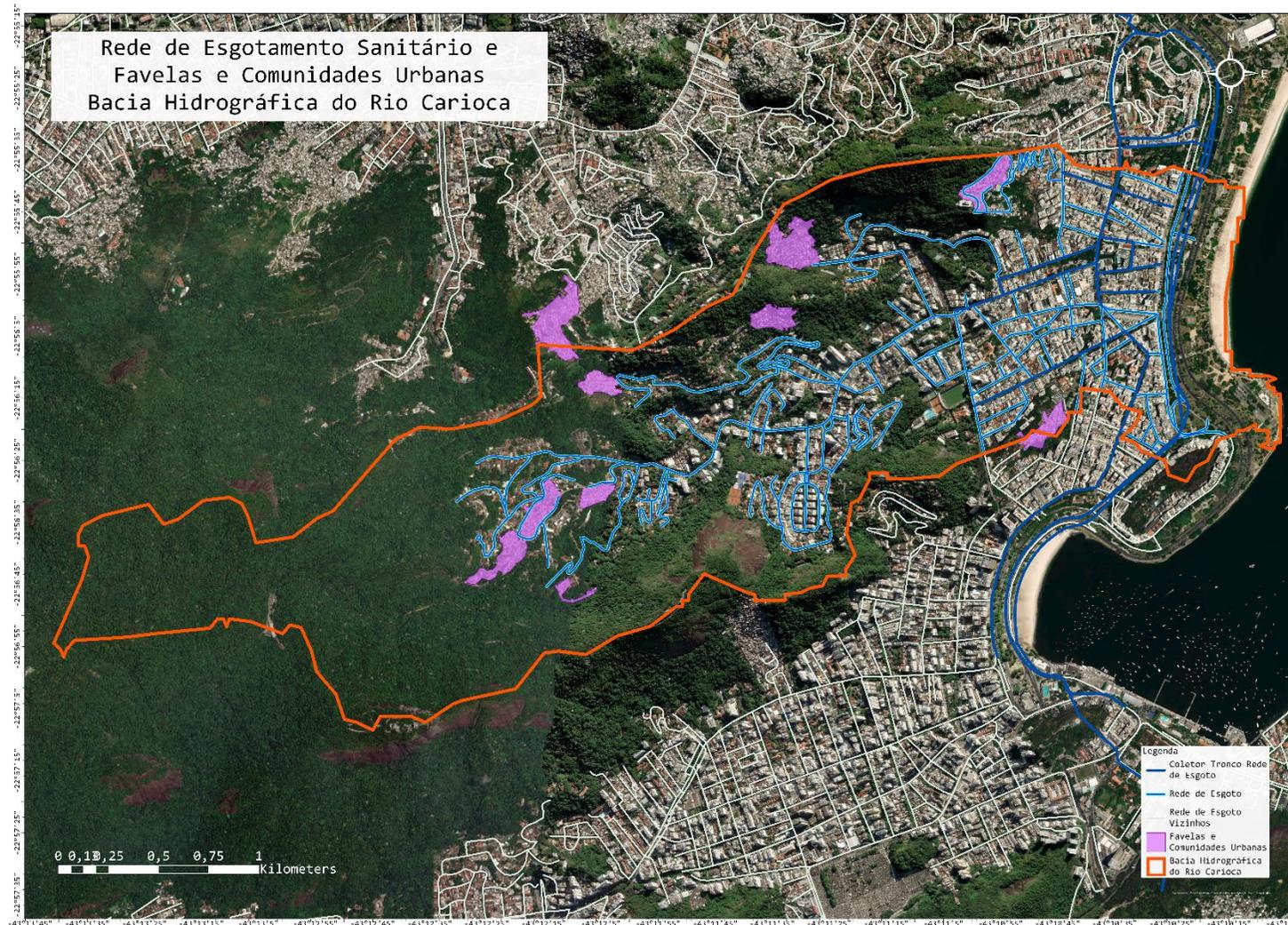
APÊNDICE 12 – MAPA DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



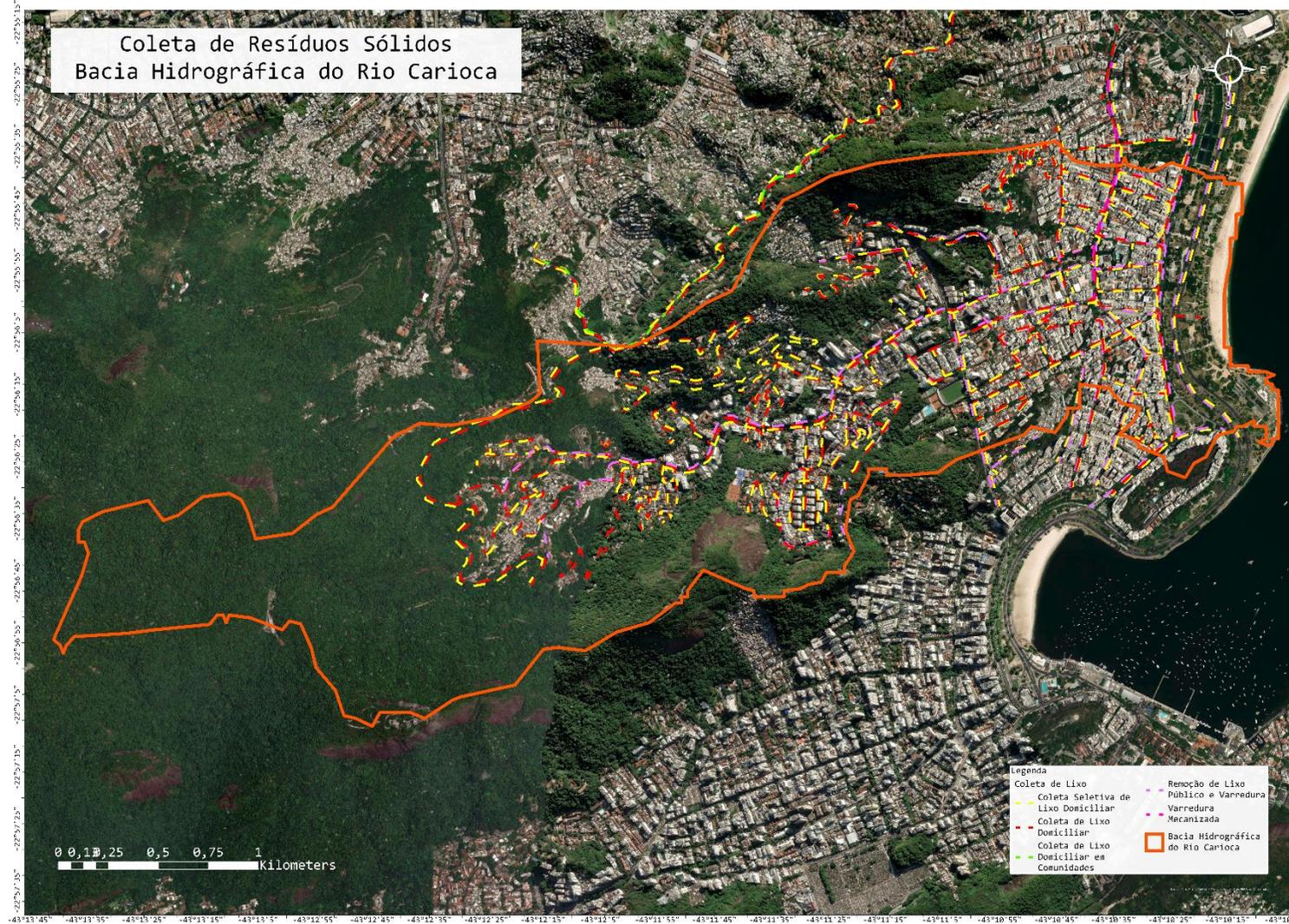
APÊNDICE 13 – MAPA DA REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



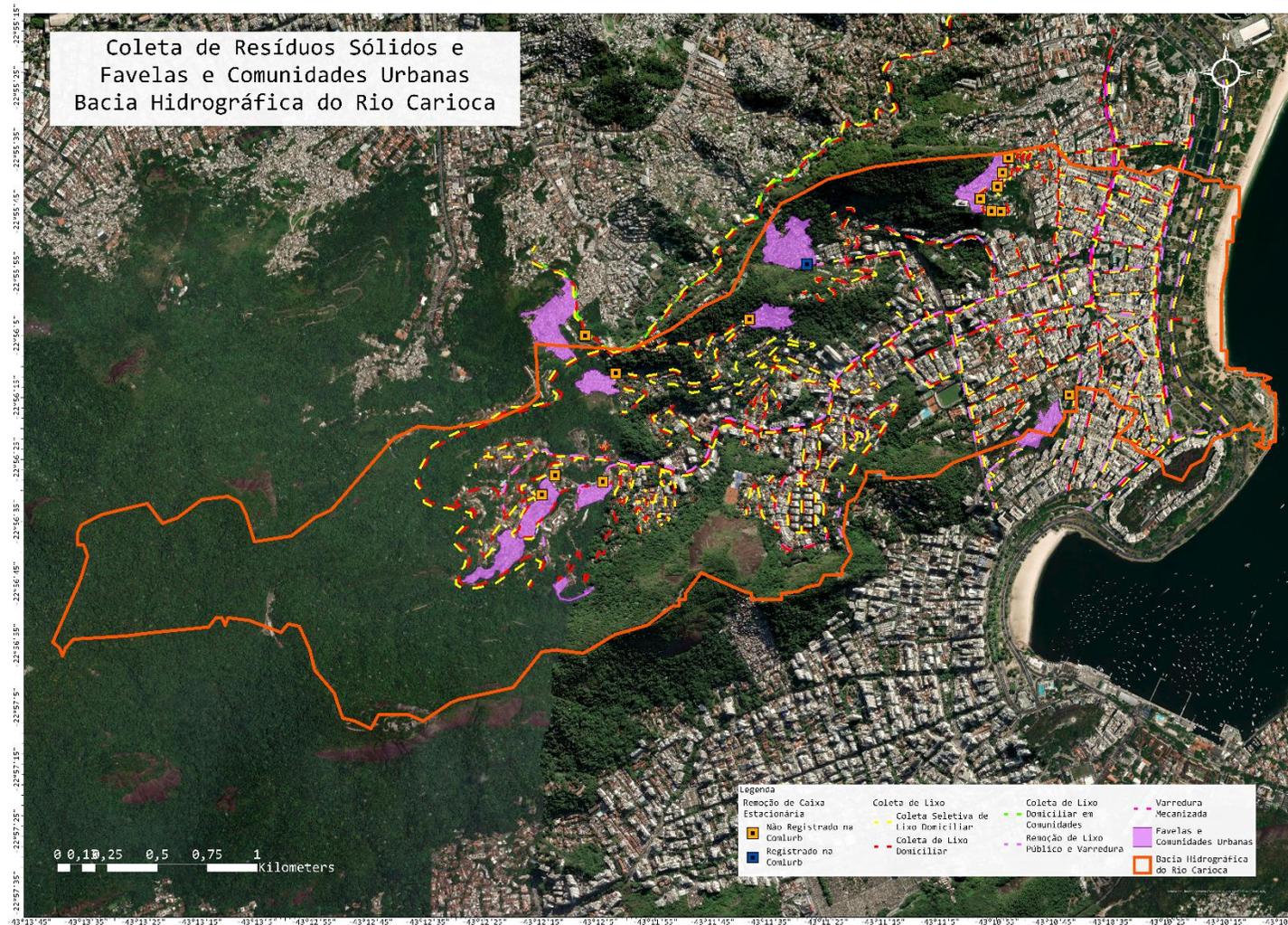
APÊNDICE 14 – MAPA DA REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIÓCA



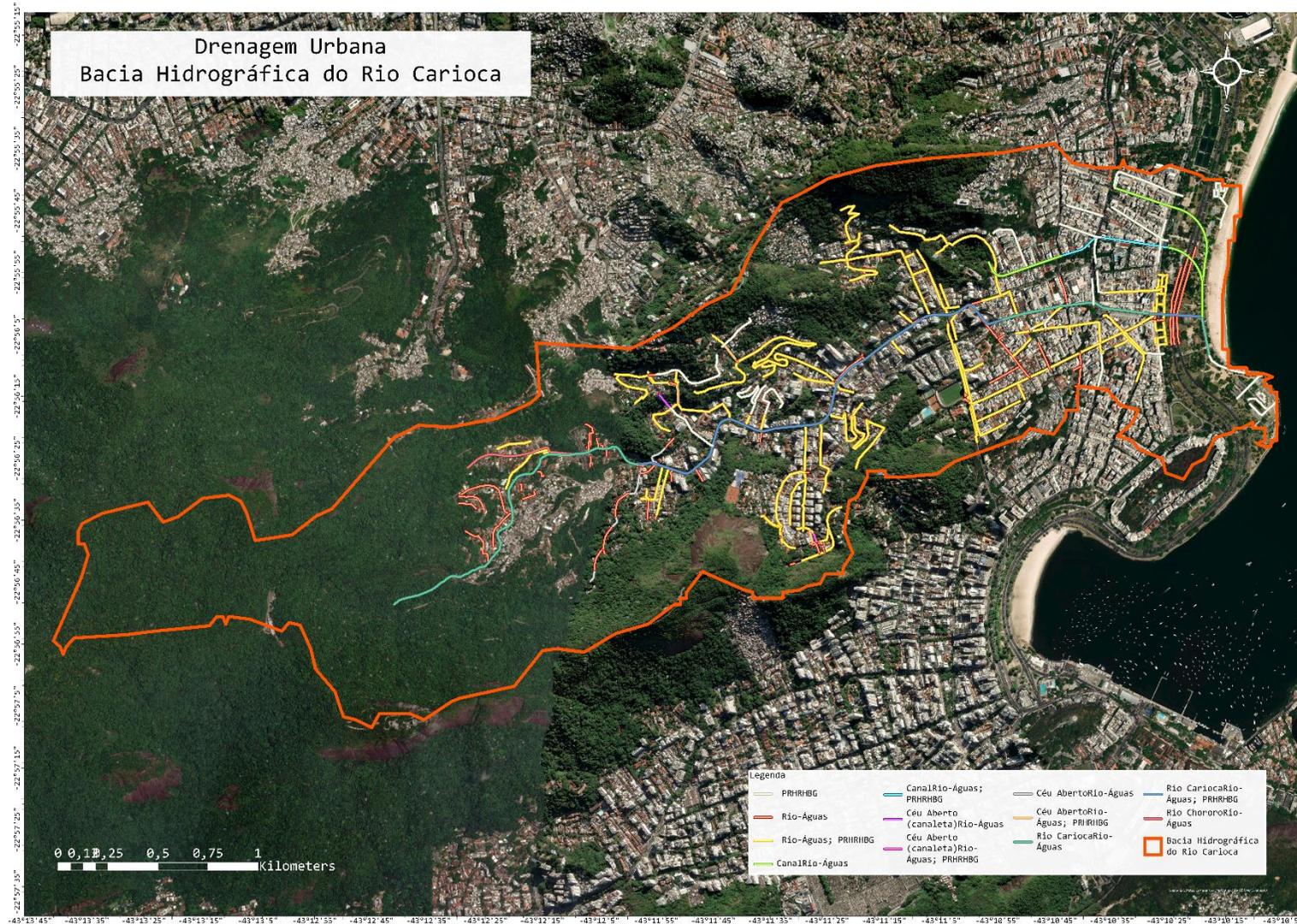
APÊNDICE 15 – MAPA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



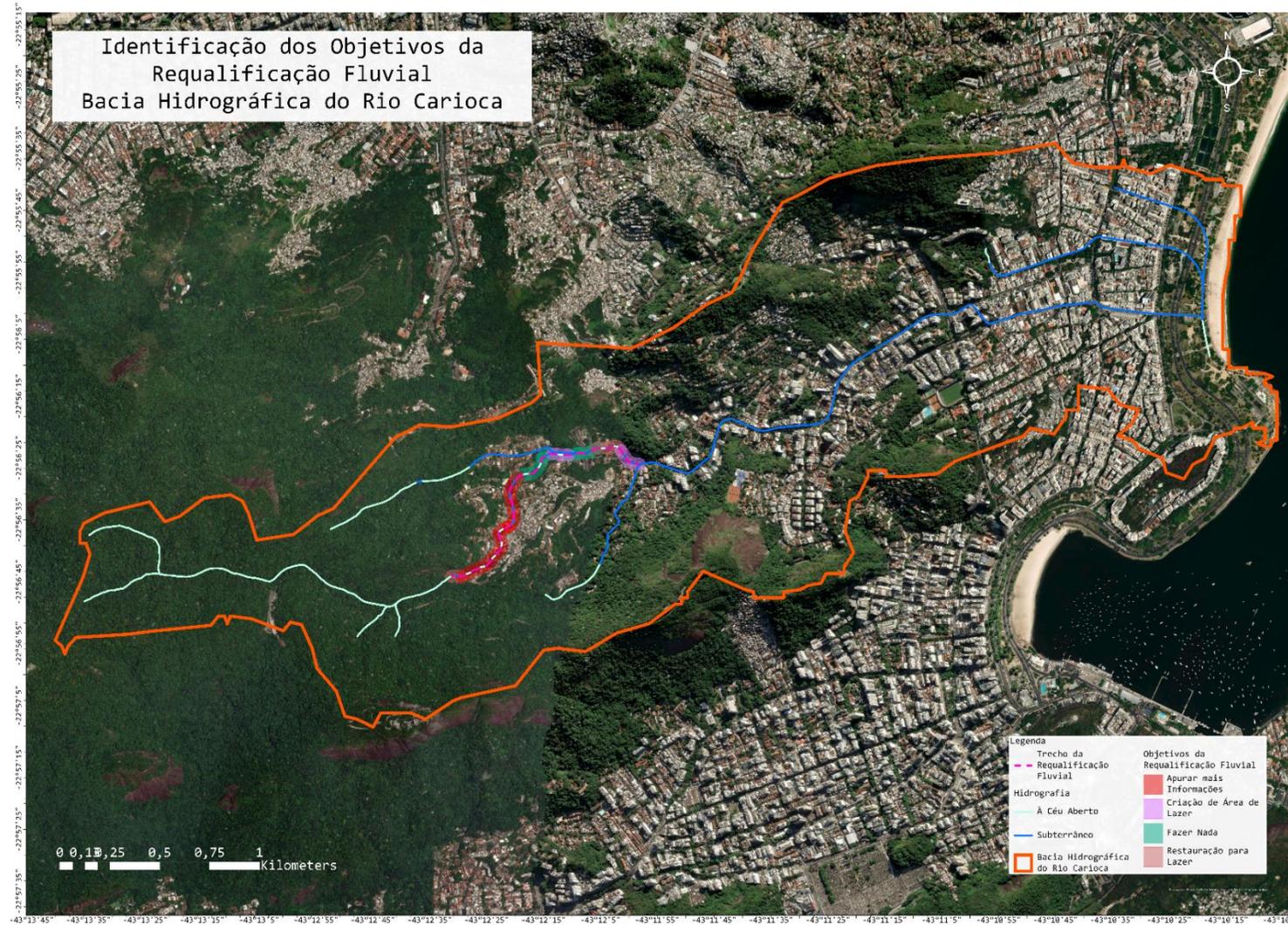
APÊNDICE 16 – MAPA DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



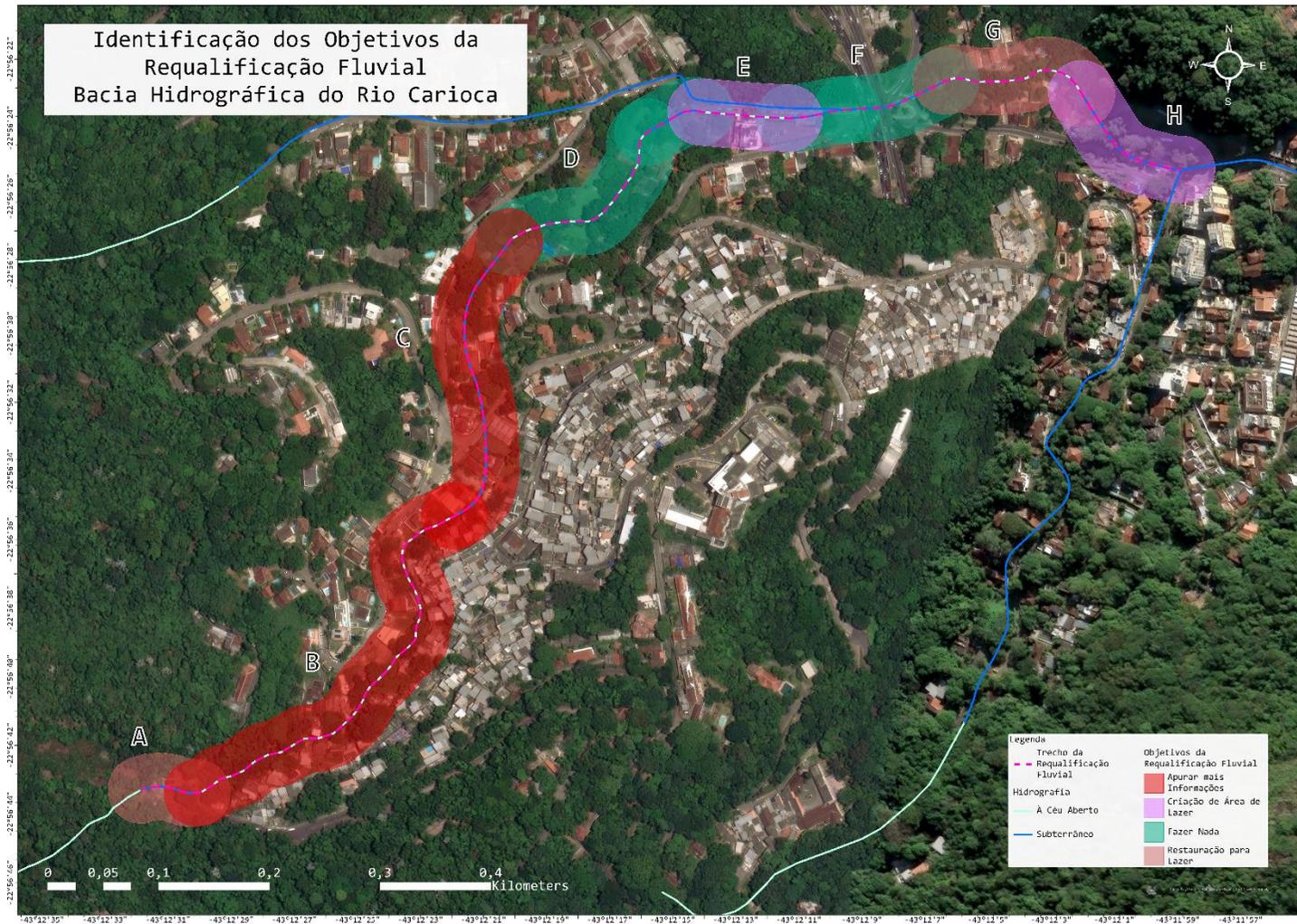
APÊNDICE 17 – MAPA DE DRENAGEM URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA



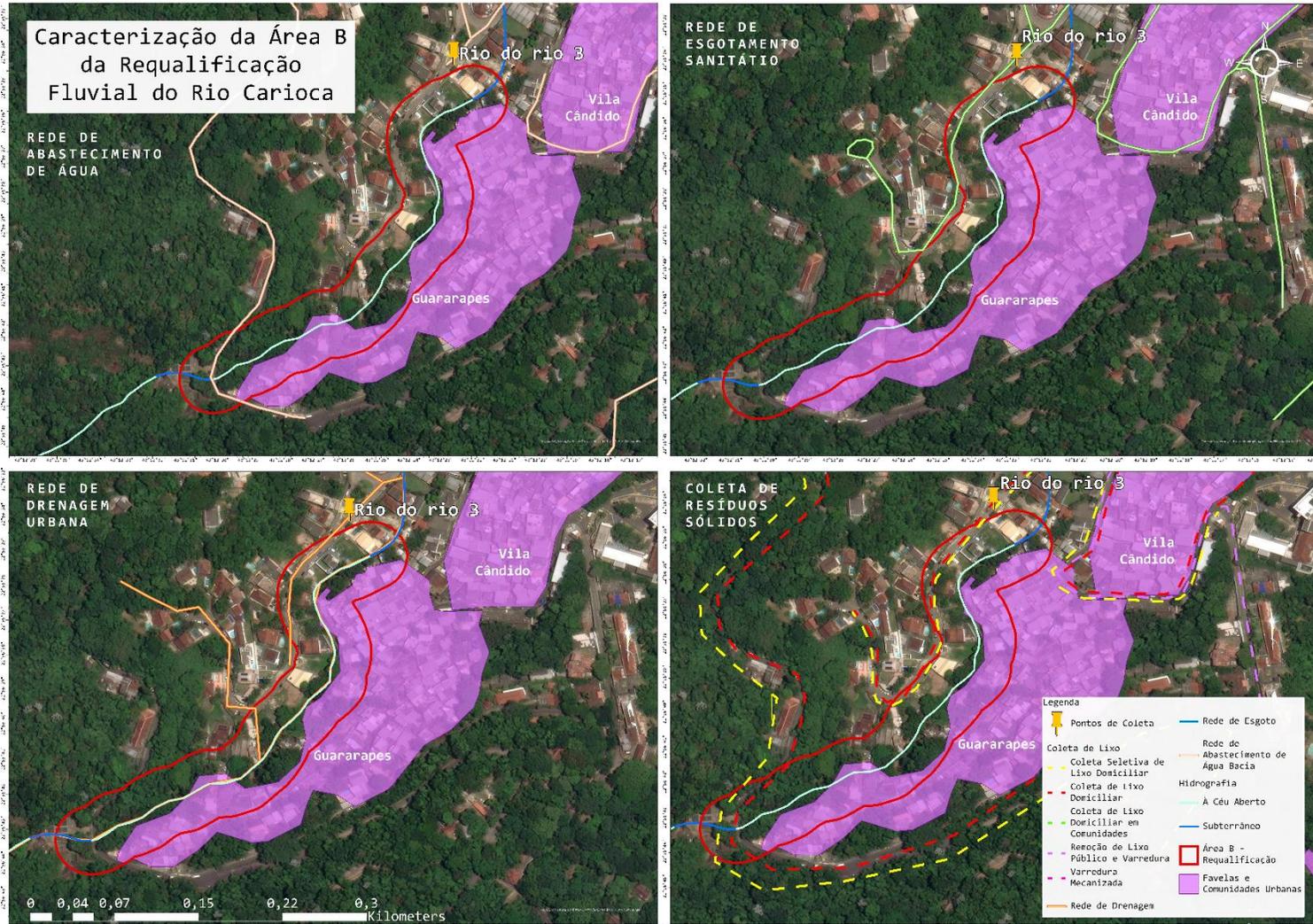
APÊNDICE 18 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DO RIO CARIOCA



APÊNDICE 19 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DO RIO CARIOCA DETALHADO



APÊNDICE 20 – MAPA DE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA B DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DO RIO CARIÓCA



APÊNDICE 21 – MAPA DE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA C DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DO RIO CARIOCA

