



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

Rainer Holzer

VALORIZANDO RIOS URBANOS: ESTUDO DE CASO DA REGIÃO DAS PRAIAS
DA BAÍA EM NITERÓI, RJ

Rio de Janeiro

2022



UFRJ

Rainer Holzer

VALORIZANDO RIOS URBANOS: ESTUDO DE CASO DA REGIÃO DAS PRAIAS
DA BAÍA EM NITERÓI, RJ

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.

Orientadora: Profa. DSc. Gisele Silva Barbosa

Rio de Janeiro

2022

Holzer, Rainer.

Valorizando Rios Urbanos: Estudo de Caso da Região das Praias da Baía em Niterói, RJ. / Rainer Holzer. – 2022
34 f., 2 : il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica,
Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2022

Orientadora: Gisele Silva Barbosa

1. Planejamento Urbano. 2. Rios Urbanos . 3. Bacia
Hidrográfica. 4. Ecologia da Paisagem. I. Barbosa, Gisele Silva. II.
Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III.
Valorização de rios urbanos.



UFRJ

VALORIZANDO RIOS URBANOS: ESTUDO DE CASO DA REGIÃO DAS PRAIAS
DA BAÍA EM NITERÓI, RJ

Rainer Holzer

Orientadora: DSc. Gisele Silva Barbosa

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:

Assinatura manuscrita de Gisele Silva Barbosa em azul.

Profa. Gisele Silva Barbosa, DSc., PEU/POLI/UFRJ

Assinatura manuscrita de Eloisa Carvalho de Araújo em azul.

Profa. Eloisa Carvalho de Araújo, DSc., PPGAU/UFF

Assinatura manuscrita de Roberto Machado Corrêa em azul.

Prof. Roberto Machado Corrêa, DSc., PEU/POLI/UFRJ

Rio de Janeiro

2022

AGRADECIMENTOS

Um rio

Tal qual a vida, acontece

Gota a gota, filete a filete

Flui pelos caminhos que lhe são dados

Corredeiras, curvas e meandros.

Ora tranquilo ora turbulento

Segue seu curso, toma seu espaço

Por mais que se represe, canalize e retifique.

A cada afluente, cada filete d'água e a cada gota

Que fazem ou fizeram parte desse rio,

Em especial aos que o deram força

Ao percorrer mais esse meandro em seu curso

Muito obrigado.

R.Holzer

RESUMO

HOLZER, Rainer. Valorizando Rios Urbanos: Estudo de Caso da Região das Praias da Baía em Niterói. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento urbano não é usual, principalmente quando se trata de pequenas bacias hidrográficas de rios secundários. Essa dissertação tem como objetivo principal discorrer sobre a adoção dessa unidade de planejamento na escala urbana, visando a preservação e recuperação dos rios enquanto paisagem. A metodologia abordou uma discussão crítica teórica e um estudo de caso na Região de Planejamento das Praias da Baía no Município de Niterói – RJ, onde foi realizado um diagnóstico das condições das bacias hidrográficas e dos cursos d'água. O aporte teórico é baseado em conceitos da hidrologia, da geografia, do urbanismo e do paisagismo, além de temas como a renaturalização e infraestrutura verde. Ainda, buscou-se embasar a discussão em conceitos da filosofia e da Ecologia da Paisagem. No intuito de ilustrar e embasar o estudo de caso, foi apresentada uma breve contextualização da temática dos rios urbanos no Brasil e algumas experiências de recuperação de rios ao redor do mundo. Como resultado da pesquisa foi apresentado um conjunto de propostas visando a integração do planejamento urbano e controle de inundações com a preservação e recuperação ambiental das bacias e dos rios urbanos da área de estudo.

Palavras-chave: Rios Urbanos; Planejamento Urbano; Bacias Hidrográficas; Ecologia da Paisagem

ABSTRACT

HOLZER, Rainer. Valorizando Rios Urbanos: Estudo de Caso da Região das Praias da Baía em Niterói. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019

Using small watersheds as a unit of urban planning is not usual, especially when dealing with watersheds of secondary rivers. This dissertation has as main objective the discrepancy on the adoption of the planning unit in the urban scale while preservation and recovery of the landscape rivers. The methodology addressed a critical discussion and a theoretical case study in the Planning Region of Praias da Baía in the Municipality of Niterói - RJ, where a diagnosis of the conditions of the hydrographic basins and water courses was carried out. The theoretical contribution is based on concepts of hydrology, geography, urbanism and landscaping, in addition to topics such as renaturalization and green geography. Still, we sought to base the discussion on concepts of philosophy and landscape ecology. In order to illustrate and support the case study, a brief contextualization of the theme of some urban rivers in Brazil and experiences of river recovery around the world was presented. As a result of the research, a set of proposals was presented for the integration of urban planning and flood control with environmental preservation and preservation of urban basins and rivers in the study area.

Key-words: Urban Rivers; Urban planning; Watersheds; Landscape Ecology

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1	<i>sigla 1</i>
APP	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
IBGE	INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PV	POÇO DE VISITA
RPB	REGIÃO DAS PRAIAS DA BAIA (UNIDADE ADMINISTRATIVA)
SIG	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Hietograma e Hidrograma.....	23
Figura 2: Hidrograma Unitário Adimensional Curvilíneo e Hidrograma Unitário Triangular	28
Figura 3: Hidrograma Antes e Depois da Urbanização.....	32
Figura 4: Ocupações Ribeirinhas.....	33
Figura 5: Estrutura do Plano Diretor de Drenagem.....	36
Figura 6: Esquema do Processo Perceptivo Cognitivo.....	42
Figura 7: Trecho Urbano do Isar Antes da Renaturalização.....	51
Figura 8: Trecho Urbano do Isar Depois da Renaturalização.....	51
Figura 9: Distribuição das Intervenções em "Quebradas" Na Região Metropolitana da Medellín.....	52
Figura 10: Primeiro Trecho Entregue do "Parques del Rio Aburrá".....	53
Figura 11: Modelo do Projeto Original "Parques del Rio Aburrá".....	53
Figura 12: Ribeiras do Porto.....	54
Figura 13: Obras de Destamponamento em Ramalde do Meio.....	56
Figura 14: Trecho Renaturalizado da Ribeira da Granja em Ramalde do Meio.....	56
Figura 15: Mapa da Área da Estudos.....	57
Figura 16: Projeto de Edificação da Vila Real da Praia Grande 1819.....	63
Figura 17: Detalhe Rio dos Passarinhos, Planta da Cidade de Nictheroy de 1841.....	64
Figura 18: Curso D'água Canto da Praia Grande, Plano da Cidade do Rio de Janeiro, Leão (1780).....	65
Figura 19: Arroio do Ingá, Detalhe do Plan de la baie de Rio de Janeiro d'après un manuscrit portugais de Manoel Vieira Leão de 1810.....	66
Figura 20: Detalhe, Largo de São Domingos, Mapa do engenheiro Carlos Rivierre 1838....	67
Figura 21: Detalhe, Planta Topográfica da Cidade de Niterói levantada por oficiais engenheiros, de 1833, São João de Carahy, Seus Caminhos e Rio.....	68
Figura 22: Planta da Cidade de Nitheroy 1844.....	69
Figura 23: Detalhe Confluência dos Rios Icaraí e Calimba, Planta da Cidade de Nitheroy 1844.....	70
Figura 24: Confluência dos Rios Icaraí e Calimba (atual).....	70
Figura 25: Recorte, Mapa de Niterói 1933, Rio Icaraí e Afluentes.....	71
Figura 26: Detalhe: córrego no canto da Praia da Icaraí na Planta da Cidade do Rio de Janeiro, Rangel (1796).....	72
Figura 27: Detalhe, Mapa de Niterói 1933, São Francisco, Alagado Costeiro e Seus Rios...	73
Figura 28: Detalhe, Mapa de Niterói 1933, Córrego Praia de Charitas.....	74
Figura 29: Mapa da Reconstituição dos Cursos D'Água da Bacia do Rio Icaraí.....	74
Figura 30: Mapa Bacia do Centro de Niterói.....	77
Figura 31: Bacia do Rio Icaraí, com Hidrografia Atual.....	78
Figura 32: Mapa das Áreas que Drenam para a Baía de Guanabara.....	80
Figura 33: R. Sto. Antônio ao Lado do Posto shell.....	82
Figura 34: R. Sto. Antônio Paralelo a R. Fernandes couto.....	82
Figura 35: Confluência R. Sto. Antônio (Direita) com Rio Sem Nome (Esquerda).....	83
Figura 36: Rio Sem Nome, R. Dr. Albino Pereira.....	83
Figura 37: Curva Canal de São Francisco na Av. Pres. Rosevelt.....	84
Figura 38: Canal de São Francisco, em Meio a Av. Pres. Rosevelt.....	84

Figura 39: Foz Rio Santo Antônio, ao Lado do Praia Clube.....	85
Figura 40: Saída de Drenagem Vinda da R. Tabajaras.....	85
Figura 41: Captação de Tempo Seco, Canal de São Francisco Proximo a R. Tupinambás... ..	85
Figura 42: Acumulo de Lodo nas Margens Próximo a Foz do Rio de Santo Antônio.....	85
Figura 43: Canal dos Passarinhos Próximo a Av. Feliciano Sodré.....	87
Figura 44: Canal dos Passarinhos nos Fundos do 12º BPM.....	87
Figura 45: Canal dos Passarinhos Próximo a Av. Janssem de Melo.....	87
Figura 46: Canal dos Passarinhos ao lado do Mercado Municipal.....	87
Figura 47: Saída de Drenagem na Praia das Flechas.....	88
Figura 48: Galeria de Drenagem no Canto Sul da Praia de Icarai.....	88
Figura 49: PV de Drenagem com Fluxo de Água, Tampão Perfurado, R. Miguel de Frias com Av. Jor. Alberto Torres.....	89
Figura 50: Detalhe do Fluxo de Água no PV.....	89
Figura 51: Rio Cubango Canalizado nos Fundos do Posto de Combustível R. Noronha Torrezão Nº 402.....	92
Figura 52: Rio Cubango, no Centro do Terreno Onde Está Previsto a Implantação do Empreendimento Exclusive Noronha.....	92
Figura 53: Rio Cubango em Leito Natural, Fundo Do Terreno, R. Noronha Torrezão Nº 229.	93
Figura 54: Rio Cubango Vito da Rua. Dr. Paulo César, Antes de Cruzá-la.....	93
Figura 55: Rio Icarai Paralelo à Travessa Entre as Ruas Tenente Mesquita e João Pessoa... ..	94
Figura 56: Laje Sobre o Rio Icarai na Base da Arquibancada do Estádio Caio Martins.....	94
Figura 57: PV de acesso ao Canal do Rio Icarai, na Área Externa do Condomínio Green Park.....	94
Figura 58: Garagem do Nº 209 da Rua Lopes Trovão Sobre o Canal do Rio Icarai.....	94
Figura 59: Rio Icarai No Parque Prefeito Ferraz, Campo de São Bento.....	95
Figura 60: Rio Icarai e Passagem de Pedestre Entre as Ruas 5 de Julho e Mariz e Barros... ..	95
Figura 61: Rio Icarai Entre as Pistas da Alameda . Fonte: Foto do Autor (2021).....	96
Figura 62: Ultimo Trecho do Rio Icarai Destamponado Antes da Foz, Entre as Duas Pistas da Av. Ary Parreiras.....	96
Figura 63: Foz do Rio Icarai Poucas Horas Após Precipitação Moderada (17/07/2021).....	96
Figura 64: Foz do Rio Icarai Durante Precipitação Intensa (05/11/2016).....	96
Figura 65: Córrego do Calimbá Paralelo a Tv. Martins Torres.....	97
Figura 66: Córrego do Calimbá a Jusante da Rua Professor Otacilio.....	97
Figura 67: Córrego do Calimbá na Rua Santa Rosa Entre o Nº 67 e as Lojas Americanas... ..	97
Figura 68: Córrego do Calimbá Visto da Rua Lopez Trovão.....	97
Figura 69: Córrego do Viradouro, Montante da Tv. Santa Maria.....	98
Figura 70: Córrego do Viradouro à Montante da R. Dr. Mário Viana, Terreno Baldio ao Lado do Nº 557.....	98
Figura 71: Córrego do Viradouro em Leito Natural, No Bairro Vital Brasil.....	99
Figura 72: Manilhamento Do Córrego do Viradouro, Para Cruzar a Av. Almirante Ary Parreiras.....	99
Figura 73: Início do Canal da Ary Parreiras.....	99
Figura 74: Canal com Seção em U entre as Duas Pistas da Av. Almirante Ary Parreiras.....	99
Figura 75: Confluência do Canal da Av. Padre Francisco Lana (Esquerda) Com o Canal da Ary Parreiras (Direita).....	100
Figura 76: Confluência do Rio Icarai (Esquerda) Com o Canal da Ary Parreiras (Direita). ..	100
Figura 77: Canal da Ary Parreiras a Jusante da Av. Roberto Silveira.....	100

Figura 78: Captação de Tempo Seco no Canal da Ary Parreiras, Próximo a R. Lemos Cunha.	100
Figura 79: Rio da Talbaté Canalizado Entre as duas Pistas da Av. Taubaté.....	102
Figura 80: Água com Aspecto Limpo e Cascalho no Fundo do Canal.....	102
Figura 81: Desembocadura Canal da Taubaté, Cavidade na Mureta de Concreto.....	102
Figura 82: Rio Taubaté Manilhado, Av. Taubaté Próximo a R. Murilo Portugal.....	102
Figura 83: Canal Paralelo a Alameda Marechal Pessoa Leal.....	103
Figura 84: Canal Manilhado Próximo ao 12º GAC com Água Poluída.....	103
Figura 85: Canal que Deságua na Praia de Jurujuba, ao Lado da Imagem de São Pedro.....	104
Figura 86: Tampões na Tv. São Jerônimo Proximo a esquina com a Tv. Prefeito Alberto Torres.....	104
Figura 87: Talvegue Provável Rio Sem Nome Charitas.....	104
Figura 88: Elemento de Drenagem na R. Leonel Magalhães em Frente ao Nº 90.....	104
Figura 89: Ponto Final dos Ônibus Intermunicipais de Charitas.....	105
Figura 90: Caminho do Imbuí.....	105
Figura 91: Linha de Drenagem Paralela ao Caminho do Imbuí.....	105
Figura 92: Vala de Drenagem no Terreno do Clube Naval.....	105
Figura 93: Área Para Implantação de Reservatório.....	112
Figura 94: Campo de Futebol Complexo Desportivo Caio Martins.....	112
Figura 95: Área Para Reservatório Av. Ári Parreiras. Fonte Google Earth.....	113
Figura 96: Área Para Reservatório Martins Torres. Fonte Google Earth.....	113
Figura 97: Área Para Reservatório Av. Rui Barbosa.....	114
Figura 98: Área Para Reservatório Grota do Surucucu.....	114
Figura 99: Quadro Propostas de Intervenções nos Rios e Bacias Hidrográficas da Área de Estudos.....	118

Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivo Principal.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 Metodologia.....	16
1.4 Estrutura da Dissertação.....	18
2 APORTE TEÓRICO CONCEITUAL.....	20
2.1 Hidrologia.....	20
2.1.1 Ciclo Hidrológico.....	20
2.1.2 Bacia Hidrográfica.....	21
2.1.3 Hidrograma.....	22
2.1.4 Vazões de Projeto.....	23
2.2 Hidrologia e Cidade.....	31
2.2.1 Medidas de Controle de Inundação.....	33
2.2.2 Plano Diretor de Drenagem Urbana.....	35
2.3 Da Fenomenologia à Ecologia da Paisagem.....	37
2.3.1 A Ecologia da Paisagem.....	39
2.4 Percepção Ambiental e da Passagem do Tempo.....	41
2.5 Do Higienismo à Cidades Para Pessoas.....	43
2.6 Natureza e Cidade: Ecogênese, Renaturalização e Infraestrutura Verde.....	44
2.6.1 Ecogênese.....	44
2.6.2 Renaturalização.....	45
2.6.3 Infraestrutura Verde.....	46
3 RIOS.....	48
3.1 Rios Urbanos.....	49
3.2 Rios Urbanos no Brasil.....	49
3.3 Exemplos de Boas Práticas.....	50
3.3.1 Rio Isar – Munique, Alemanha.....	50
3.3.2 Rio Aburrá – Medellín, Colômbia.....	52
3.3.3 Ribeira da Granja – Porto, Portugal.....	54
4 ESTUDO DE CASO.....	57
4.1 Metodologia.....	58
4.2 Levantamento Histórico dos Cursos D'Água da Área de Estudos.....	63
4.2.1 Centro.....	63
4.2.2 Ingá, Boa Viagem e São Domingos.....	65
4.2.3 Icaraí, Santa Rosa e Vital Brasil.....	67
4.2.4 São Francisco e Charitas.....	72
4.2.5 Mapa da Reconstituição dos Rios da Área de Estudo.....	74
4.3 Levantamento do Quadro Legal.....	75
4.4 Delimitação das Bacias Hidrográficas da RPB.....	76
4.4.1 Bacia do Canal de São Francisco.....	76
4.4.2 Bacia do Centro de Niterói.....	77
4.4.3 Bacia do Rio Icaraí.....	78
4.4.4 Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara.....	79
4.5 Diagnóstico das Bacias Hidrográficas da RPB.....	80
4.5.1 Bacia do Canal de São Francisco.....	80

4.5.1.1 Caracterização do Território.....	80
4.5.1.3 Pontos de Alagamento.....	86
4.5.2 Bacia do Centro de Niterói.....	86
4.5.2.1 Caracterização do Território.....	86
4.5.2.3 Pontos de Alagamento.....	89
4.5.3 Bacia do Rio Icaraí.....	90
4.5.3.1 Caracterização do Território.....	90
4.5.3.3 Pontos de Alagamento.....	100
4.5.4 Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara.....	101
4.5.4.1 Caracterização do Território.....	101
4.5.4.3 Pontos de Alagamento.....	106
4.6 Propostas de Planejamento Para Intervenções nos Rios e Bacias	
Hidrográficas da Região das Praias da Baía.....	107
4.6.1 Delimitação dos Limites Físicos da RPB.....	107
4.6.2 Medidas de Controle de Inundações.....	107
4.6.2.1 Medidas Estruturais Extensivas.....	107
4.6.2.1.1 Criação e Requalificação de Unidades de Conservação e Praças.....	108
4.6.2.1.2 Adoção de Pavimentos Permeáveis.....	108
4.6.2.1.3 Arborização Urbana.....	109
4.6.2.1.4 Canteiros Pluviais, Jardins de Chuva e Bio Valetas.....	110
4.6.2.2 Medidas Estruturais Intensivas.....	111
4.6.2.2.1 Reservatórios de Detenção.....	111
4.6.2.2.1 Remoção de Obstáculos e Edificações Sobre os Cursos D'Água..	114
4.6.3 Medidas de Recuperação dos Cursos D'Água.....	115
4.6.3.1 Resgate da Memória dos Rios da Região.....	115
4.6.3.2 Os Rios Como Corredores.....	115
4.6.3.3 Despoluição dos Cursos D'Água.....	116
4.6.1.1 Renaturalização de Cursos D'Água.....	117
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
GLOSSÁRIO.....	126

1. INTRODUÇÃO

Há muito o ser humano tenta domar a natureza, sobretudo após a revolução industrial este ímpeto ganhou força graças a uma nova relação com a técnica que promoveu um incremento de novas tecnologias. Com o passar dos anos, os cavalos dão lugar à máquina à vapor, que por sua vez dá lugar a motores movidos por derivados de petróleo. O arado arrastado pelo gado dá lugar ao trator, aliado a adubos químicos e agrotóxicos. As cidades crescem exponencialmente impulsionadas pelas inovações no campo e na indústria, alimentadas pela energia extraída das profundezas da terra ou da força das águas. Não existem mais barreiras naturais, morros são arrancados, o mar sobrepujado, brejos drenados e rios canalizados. O mapa se torna papel em branco, pronto para receber linhas feitas no rigor da régua e do esquadro. A razão fria sobrepuja a natureza e seus mistérios, mas ela é implacável e mostra sua força na grandiosidade de eventos geológicos, meteorológicos ou na miudeza de um vírus.

Nessa dissertação, parte-se da premissa, de que a razão, a ciência, a tecnologia e a técnica devem trabalhar no sentido de aliar-se a natureza ao invés de superá-la, tendo em vista que o ser humano e a natureza fazem parte de um mesmo todo.

Uma parcela considerável de publicações e de pesquisas sobre planejamento territorial, a partir do conceito de bacia hidrográfica, se dedica a grandes porções do território, principalmente voltadas para áreas de preservação ambiental, que vem sofrendo pressões advindas do avanço das fronteiras agrícolas, da expansão urbana, da implantação de complexos industriais ou de produção de energia hidroelétrica. Por outro lado, são raros os estudos e os planejamentos urbanos, que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, sobretudo em áreas consolidadas e densamente povoadas.

Nessa dissertação, a partir de um caso real na Região das Praias da Baía, em Niterói, foram propostas diretrizes para o planejamento urbano usando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a fim de preservar e recuperar os rios urbanos. Buscou-se apresentar possibilidades para sua plena utilização enquanto “rio”, paisagem que deve ser valorizada e que deve ter seu uso público privilegiado por medidas de recuperação ambiental, como as de infraestrutura verde e renaturalização. Enfatizando a valorização da relação dos moradores e usuários da área com os rios, contrapondo a concepção de que sua única finalidade, nas áreas urbanas é a da drenagem e de receber efluentes.

Para isso, recorreu-se a um referencial teórico voltado para o Planejamento Ambiental a partir da Ecologia da Paisagem e da identificação de Unidades de Paisagem.

1.1 Objetivo Principal

Essa dissertação tem como objetivo principal, propor uma alternativa de planejamento urbano usando a bacia hidrográfica como sua unidade, a partir da Ecologia da Paisagem, valorizando os rios enquanto paisagem urbana qualificada. Este aporte contrapõe-se à adoção de uma região administrativa como área de planejamento, que ignora a importância da bacia hidrográfica como unidade privilegiada de planejamento urbano e ambiental, a partir de um estudo de caso na Região das Praias da Baía do Município de Niterói-RJ.

1.2 Objetivos Específicos

Apresenta-se como os principais objetivos específicos da dissertação:

- a) Descrever a Ecologia da Paisagem como aporte conceitual para a discussão do tema;
- b) Aplicar no diagnóstico e na caracterização da área de estudo as categorias de “unidade de paisagem”;
- c) Identificar e delimitar as bacias hidrográficas existentes na área de estudo;
- d) Analisar o impacto da expansão urbana e das infraestruturas urbanas e elas associadas sobre os rios e suas bacias da área de estudo.
- e) Propor medidas de recuperação ambiental orientadas pelo conceito de infraestrutura verde e de renaturalização dos rios.

1.3 Metodologia

A presente pesquisa é exploratória e, para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em publicações que são referência nacional na área da hidrologia, a fim de fornecer suporte técnico sobre o assunto, que é a base dessa dissertação. Foram pesquisados em livros os conceitos de ciclo hidrológico, de bacia hidrográfica e hidrograma. Usando a mesma bibliografia buscou-se apresentar os métodos de cálculo mais básico empregados na quantificação de vazões de projeto em cursos d'água devido à precipitação. Sendo assim, foram apresentados os métodos racionais e do hidrograma unitário sintético, além dos cálculos de precipitação de projeto necessários para aferir a vazão.

Posteriormente, foram estudadas referências sobre hidrologia urbana e o planejamento de medidas de controle hidrológico urbano. Foram apresentadas as influências da macrodrenagem no meio urbano e posteriormente foram elencados quais os tipos de medidas de controle podem ser empregadas no ambiente urbano.

Buscou-se contrapor as duas primeiras partes do referencial teórico, apresentando uma perspectiva a partir do filósofo Martin Heidegger no que tangencia a questão da técnica e sua visão sobre a essência das coisas e a separação do homem e a natureza. Desta forma, foi abordado o conceito da ecologia da paisagem, colocando o mesmo em dialogo com Heidegger (1953). Foi usando como base a publicação de Etter (1991), que é referencia nessa matéria e foram apresentados os conceitos das unidades de paisagem e dos elementos estruturais-funcionais. Ainda, foram apresentados e colocados em diálogo o conceito de percepção ambiental através da publicação de Oliveira (2009) e da passagem do tempo no meio urbano apresentada por Lynch (1975).

Para o embasamento metodológico conceitual, também foi realizada uma pesquisa em artigos sobre a corrente urbana do Higienismo, apresentando suas bases e fazendo uma crítica a mesma através de um olhar atual. Também foi apresentado como contraponto, o conceito de 'cidade para pessoas' fornecido por Gehl (2010). Ainda, três temas foram importante para as análises posteriores: ecogênese, renaturalização e infraestrutura verde, os quais se relacionam por serem metodologias de recuperação ambiental.

Como embasamento conceitual e verificação de boas práticas, o estudo também abordou a definição de Rio (Mychaelis, 2022; Oliveira, 1983; Gerra, 1980) e Rio Urbano (Almeida,2010; Bartalini, 2006). Ainda, são apresentados dados do IBGE e do SNIS para contextualizar a situação dos rios urbanos no Brasil.

Também são apresentados exemplos de renaturalização de três rios ao redor do mundo. O Isar, em Munique na Alemanha, escolhido por ser uma das obras mais vultosas de renaturalização já realizadas e um exemplo de êxito reconhecido mundialmente. O Rio Aburrá em Medellín na Colômbia, escolhido por ser um exemplo latino americano de gestão bem sucedida de bacia hidrográfica e de recuperação de parte do rio. E por fim a Ribeira da Granja, no Porto em Portugal, escolhido pelos laços culturais entre Portugal e Brasil e por ser um exemplo de renaturalização em região de grande densidade populacional.

A pesquisa também é expositiva e tem como metodologia o estudo de caso de uma referência real, a Bacia hidrográfica das praias de Guanabara com foco para a região do bairro Icaraí em Niterói, RJ.

O autor desenvolveu uma metodologia de análise baseada em estudos georreferenciados e análises in loco. Foram desenvolvidos mapeamentos e realizadas análises ilustradas por fotografias e imagens de satélite.

Ainda, os conceitos estudados nos primeiros capítulos da dissertação foram abordados para o estudo de caso e discutido quais foram as possíveis aplicabilidades desses temas para o caso estudado.

Por fim, os resultados foram analisados e expostos por meio de mapeamentos e dados relevantes para o embasamento dos mesmos.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação foi dividida em cinco capítulos de desenvolvimento, sendo o primeiro uma introdução com as informações iniciais sobre o tema, os principais objetivos, a estrutura da dissertação e a metodologia. Os dois seguintes capítulos compõe a revisão bibliográfica. Já o quarto refere-se ao estudo de caso e por fim, foram feitas as considerações finais sobre o tema.

No capítulo 2 foi apresentado o aporte teórico, onde buscou-se inicialmente suporte na filosofia a fim de situar o tema da pesquisa num contexto mais geral. Também buscou-se dialogar e apresentar a Ecologia da Paisagem, a qual irá fornecer conceitos norteadores desse trabalho. Ainda nesse capítulo, são apresentados conceitos do urbanismo, da geografia e até mesmo do paisagismo que fornecem fundamentação para os capítulos seguintes, sobretudo o estudo de caso.

No terceiro capítulo buscou-se contextualizar o tema dos rios urbanos, inicialmente apresentando um breve panorama das condições dos rios de algumas cidades do país e discorrendo sobre causas e consequências da degradação das suas bacias hidrográficas e seus cursos d'água. Num segundo momento são apresentados casos bem sucedidos de preservação e recuperação de rios em cidades de outros países.

No quarto capítulo de desenvolvimento é apresentado um estudo de caso na região administrativa das Praias da Baía do município de Niterói-Rj, o qual foi dividido em duas etapas, Uma exploratória e outra propositiva. Na primeira etapa foi realizado um

diagnóstico dos rios e bacias hidrográficas da região. Na segunda, foram feitas proposições para a melhora da qualidade ambiental e urbanística da área de estudo, tendo como base o planejamento urbano privilegiando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. No início do referente capítulo é apresentada a metodologia detalhada de todas as etapas do estudo de caso.

Ainda, foi desenvolvido um último capítulo com as considerações finais apresentando as impressões do autor sobre o trabalho apresentado e sobre o tema em questão.

2 APORTE TEÓRICO CONCEITUAL

Os problemas referentes ao meio ambiente e cidade, envolvem múltiplas variáveis e não possuem soluções prontas que possam ser aplicadas e replicadas de forma genérica. É importante buscar uma boa fundamentação teórica e técnica para sua análise e resolução. Porém não deve-se ater apenas as ciências exatas, pois se está diante de questões que envolvem o homem e a natureza. Nesse trabalho buscou-se aporte técnico e teórico conceitual nas ciências da natureza e na engenharia, mas também na filosofia, geografia e urbanismo.

2.1 Hidrologia

A ciência que trata dos fenômenos da água em todos os seus estados; da distribuição e ocorrência da água na atmosfera, na superfície terrestre e nos estratos de solo e rocha; e da relação desses fenômenos com a vida e as atividades do homem. (Meyer, 1917, Tradução nossa) ¹

A definição de hidrologia, apresentada na epígrafe deste item, foi escolhida por explicitar a relação dessa ciência da natureza com as atividades humanas. Complementa-se a definição com contribuição do autor contemporâneo Tucci (2003), que considera a hidrologia sendo uma disciplina ampla, que abrange diversas áreas do conhecimento, sendo uma ciência interdisciplinar. Serão abordados alguns conceitos fundamentais da hidrologia para a compreensão dos fenômenos relacionados a drenagem urbana, além das bases para cálculos de vazões para projetos de micro e macro drenagem.

2.1.1 Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre. (Silveira, 2003, p. 35)

Toda a hidrologia e suas subdivisões abordam fenômenos relacionados ao ciclo hidrológico, definido na citação de Silveira (2003). Será apresentada uma breve descrição do ciclo e suas etapas a fim de delimitar a área de interesse dessa pesquisa, frente ao mesmo. A água na superfície terrestre evapora, seja na camada superficial do solo ou nas massas de água como lagos, rios e oceanos, principalmente devido a energia solar.

¹ "The science which treats of the phenomena of water in all its states; of the distribution and occurrence of water in the earth's atmosphere, on the earth's surface, and in the soil and rock strata; and of the relation of these phenomena to the life and activities of man." (Meyer, 1917)

Também pode ser absorvida pelas plantas e posteriormente liberada pela transpiração². Em ambos os casos, torna-se componente do ar, na forma de vapor.

A circulação atmosférica, distribui a umidade que em algum momento se condensa, quando em altitude formando as nuvens, que dão origem a precipitação, seja na forma de chuva, granizo ou neve. O vapor também pode se condensar em superfície, formando a deposição, como o orvalho e a geada. Este fenômeno tem menor influência no ciclo hidrológico e não deve ser confundido com a precipitação. Em ambos os casos, a água retorna para a superfície. Quando sobre o solo, pode infiltrar recarregando o lençol freático, que em geral flui lentamente e alimenta corpos d'água. Quando o solo não tem capacidade de absorção, a água escoar superficialmente, fluindo rapidamente para as partes mais baixas do relevo, talvezes, alimentando rios que deságuam em lagos ou no mar. Assim, o ciclo se fecha.

A título desse trabalho, são pertinentes as etapas da precipitação e sua interação imediata com a superfície, sua infiltração no solo e principalmente o escoamento superficial. A escala de interesse destes fenômenos é a da bacia hidrográfica cujo o conceito é apresentado no próximo item.

2.1.2 Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exultório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar num leito único no exultório. (Silveira, 2003)

Pela definição, vinda da hidrologia, qualquer porção de terra, que drene as águas para um único exultório³, é uma bacia hidrográfica. Portanto suas dimensões podem variar da ordem de grandeza de uma centena de metros quadrados e possuir um único córrego. Até milhares de quilômetros quadrados, que escoam por centenas de rios até confluir numa única foz, como no caso da Bacia Amazônica. Uma bacia hidrográfica com mais de um canal de drenagem pode ser dividida em sub-bacias hidrográficas. Cada qual drenando para uma única seção, que deságuam no leito principal. Outro conceito

2 Transpiração (Bot.): Nas plantas, eliminação de água, em forma de vapor, através dos poros de trocas gasosas e, em menor extensão, por evaporação do tecido celular. (Michaelis, 2020)

3 É um ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerando no interior uma bacia hidrográfica banhada por este curso.

complementar ao apresentado é a bacia de drenagem urbana definida por Lima e Lima (2010).

Uma bacia de drenagem urbana é constituída por um sistema de linhas de água naturais e drenos artificiais que se interligam entre si, formando uma rede de drenagem mais ou menos hierarquizada (curso de água principal e seus afluentes e subafluentes). Uma bacia define-se para uma dada secção de uma linha de água ou de um canal e corresponde à área geográfica que capta a água da chuva que escoar pela superfície do solo e atinge essa secção considerada. Esta secção designa-se por secção de referência da bacia e é, portanto, a única saída dos volumes de água efluentes assumindo que se podem desprezar as águas subterrâneas (o que acontece por norma). (Lima e Lima, 2010)

Como numa bacia hidrográfica natural, as bacias urbanas são uma porção de terra que tem sua drenagem convergindo para uma única cessação de escoamento. Entretanto, a segunda difere por ter uma presença relevante de elementos artificiais tais quais, segundo Lima e Lima (2010), valetas, valas, canais, tubos de drenagem, galerias, emissários e coletores pluviais, além da drenagem natural. Esse conceito é importante sobretudo para hidrologia urbana abordada no item 2.2.

Para estudar o comportamento hidráulico, pode-se considerar a bacia hidrográfica como um sistema físico. Seus desdobramentos são abordados no próximo item.

2.1.3 Hidrograma

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exultório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente. Em um evento isolado pode-se desconsiderar essas perdas e analisar a transformação de chuva em vazão (Silveira, 2003, p. 41)

Essa consideração permite que se construam modelos que estabelecem uma relação entre a precipitação que incide sobre a superfície e a vazão no exultório da bacia hidrográfica em função do tempo. Essa relação pode ser representada graficamente através do hietograma, que representa as entradas, e do hidrograma que representa as saídas.

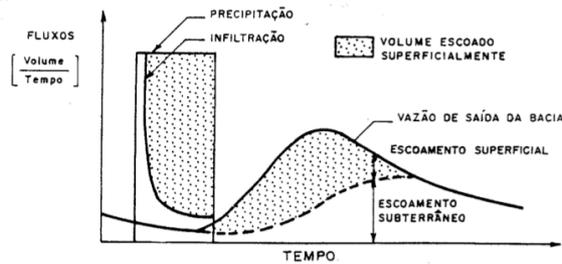


Figura 2.4. Resposta hidrológica da bacia hidrográfica

Figura 1: Hietograma e Hidrograma
Silveira 2003, modificado

Segundo Silveira (2003), a maneira como ocorre o formato do hidrograma de uma bacia, não é uma questão científica resolvida. Entretanto, tem sido tratado com métodos práticos, com base nas análises dos dados históricos, de precipitação e vazão e as características físicas da bacia.

2.1.4 Vazões de Projeto

A construção teórica da bacia hidrográfica como sistema físico, estudos empíricos e também as séries históricas de dados, levam a possibilidade da construção de modelos de cálculo de vazão. Em geral, os dados referentes à precipitação são mais comuns e contam com séries históricas mais longas, em comparação com os dados hidrológicos. Portanto, são amplamente utilizados modelos que relacionam precipitação e vazão superficial num dado ponto da drenagem. Dois destes, o método racional e o hidrograma unitário, já bem consolidados na literatura e frequentemente aplicados no Brasil, são apresentados nesse item. Porém, inicialmente serão apresentados alguns conceitos importantes para os cálculos de vazão como (a) Precipitação Máxima, (b) Tempo de Recorrência ou Tempo de Retorno e (c) Tempo de Concentração.

a) Precipitação Máxima

Antes de abordar os cálculos de vazão em si, deve-se apresentar o conceito de Precipitação Máxima. Para Bertoni e Tucci (2001), é uma ocorrência extrema, com duração, distribuição temporal e espacial críticas para uma área ou bacia. A título desse trabalho as curvas de intensidade, duração e frequência (curvas i-d-f) são a base para os cálculos de precipitação, onde é relacionada a duração, a intensidade e o risco da precipitação de ser igualada ou superada. Estas curvas são elaboradas relacionando as três variáveis, com base nos dados das observações de chuvas intensas de um período

longo de tempo. As curvas prontas e usualmente empregadas estão disponíveis na literatura para diversas localidades do Brasil.

As curvas i-d-f também podem ser expressas na forma de equações genéricas como:

$$i = \frac{a * Tr^b}{(t+c)^d} \text{ Equação 1 (Bertoni; Tucci, 2000, p. 203)}$$

Onde:

i = intensidade (mm/h)

Tr = Tempo de Retorno (anos)

t = Duração da Chuva (minutos)

a, b, c e d são parâmetros determinados de forma empírica para cada local.

Cidade	a	b	c	d
Rio de Janeiro	1239	0,74	20	0,15

Tabela 1: Valores de a,b, c e d, para a cidade do Rio de Janeiro

Fonte: Bertoni; Tucci, 2000

A equação apresentada nem sempre se ajusta perfeitamente às curvas i-d-f, podendo apresentar erros. Porém, linearizando a equação com uso de logaritmos e regressão múltipla, é possível um melhor ajuste. Existem várias equações desse tipo disponíveis na literatura, ajustadas para diferentes cidades do Brasil (Bertoni; Tucci, 2000, 203). Neste trabalho, será adotada a equação de Pfafstetter (1957), por ter dados ajustados para a cidade de Niterói.

$$P = R * [a * t + b * \log(1 + c * t)]$$

Onde:

P= Precipitação Máxima [mm]

t= Duração da precipitação [h]

a,b e c = constantes dadas para cada local

R = Fator de probabilidade definido pela equação:

$$R = Tr^{(\alpha + \beta / Tr^\gamma)}$$

Onde:

Tr= Tempo de Retorno

α e β = Valores dependentes a duração da chuva

Y = Constante = 0,25

Duração	α	Duração	α	Duração	α
5 min	0,108	15 min	0,122	30 min	0,138
1 h	0,156	2 h	0,166	4 h	0,174
8 h	0,176	14 h	0,174	24 h	0,170
48 h	0,166	3 d	0,160	4 d	0,156
6 d	0,152				

Tabela 2: Valores de α Pfastetter (1957)

Fonte: Bertoni; Tucci, 2000

Posto	Valores de β em relação a duração				a	b	c
	5 min	15 min	30 min	1h-6d			
Niterói	0,08	0,12	0,12	0,12	0,2	27	20

Tabela 3: Valores de β , a,b e c para Niterói. (Pfastetter; 1957)

Fonte: Bertoni; Tucci, 2000

b) Tempo de Recorrência ou Tempo de Retorno

Segundo a publicação do DNIT (2005), é o tempo, em anos, que decorre para a ocorrência de uma fenômeno de grande magnitude. Esse parâmetro diz respeito, nesse caso, à precipitação de projeto, onde a enchente decorrente deve ser suportada pela estrutura a ser dimensionada. Quanto maior o tempo de recorrência, mais intensa será a chuva de projeto. A escolha do seu valor depende da importância da estrutura a ser projetada. Segundo o DNIT (2005), o tempo de recorrência adotado para o dimensionamento de bueiros é de 10 a 20 anos, enquanto o de pontes é de 50 a 100 anos.

c) Tempo de Concentração

O intervalo de tempo para uma gota de água percorrer o caminho, do ponto mais distante de uma bacia hidrográfica até seu exultório, é chamado de Tempo de Concentração. Essa grandeza é fundamental, para os modelos que relacionam chuva e vazão empregados nesse trabalho. Existem diversas formas disponíveis na literatura de calcular esta variável,

porém, a título dessa dissertação, são empregadas a Fórmula de Kirpich Modificada e a Fórmula de George Ribeiro. Segundo o DNIT (2005), estas fórmulas são aplicáveis em bacias de diversos tamanhos.

A Fórmula de KIRPICH Modificada mostrou bons resultados em bacias médias em estudos, comparando com as observações de vazão quando aplicado o método do Hidrograma Unitário Triangular (DNIT, 2005).

$$T_c = 1,42 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

T_c = Tempo de Concentração [h]

L= Comprimento do Curso D'água [km]

H= Desnível Máximo [m]

A Fórmula de George Ribeiro, segundo o DNIT (2005), pode ser aplicada em bacias de todos os tamanhos.

$$T_c = \frac{16 L}{(1,05 - 0,2 p_r)(100 I)^{0,04}}$$

Onde:

T_c = Tempo de Concentração [h]

L= Comprimento do Curso D'água [km]

I = Declividade [m/m]

p_r = Porção da Bacia Coberta com Vegetação

Os valores do Tempo de Concentração obtidos por diferentes métodos apresentam grande variação de resultado. Por este motivo, para o dimensionamento de obras, a fórmula a ser empregada deve ser escolhida cuidadosamente. Nesta dissertação, não será necessária uma grande acurácia nos valores de vazão calculados, pois os mesmos serão usados apenas à título de comparação. Portanto, irá se ater apenas às duas fórmulas apresentadas, que fornecem resultados satisfatórios.

d) Método Racional

O método racional é largamente empregado para cálculo de vazões máximas em bacias pequenas, de até 2 km². Como princípios básicos dessa metodologia, tem-se que, a duração da chuva de projeto deve ser considerada a mesma do tempo de concentração; há um coeficiente único de perdas C, estimado frente às características da bacia; o volume da cheia e as variações de vazão não são avaliados. (Tucci, 2000, p. 539)

$$Q_{Max} = 0,278 * C * I * A$$

Onde:

Q_{Max} = Vazão Máxima [m³/s]

C = Coeficiente de perdas

I = Intensidade da Precipitação [mm/h]

A = Área da Bacia [km²]

O coeficiente de perdas C tem valores estipulados por diversos autores e apresentados em tabelas que fornecem seus valores estimados para cada tipo de cobertura. O valor adotado de C será uma média ponderada do valor do coeficiente pela área ocupada pela superfície e a área total da bacia. Uma boa referência para os valores é a tabela adotada pela Rio Águas, órgão da Prefeitura do Rio de Janeiro.

$$C = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2 + C_3 * A_3 \dots}{A}$$

Onde:

C = Coeficiente de perdas

C_1 = Coeficiente de perdas da área 1

A_1 = Área 1

A = Área total

e) Hidrograma Unitário Sintético “U.S. Soil Conservation Service”

O U.S. Soil Conservation Service⁴ propõe a utilização do Hidrograma Unitário Adimensional Curvilíneo, desenvolvido com base na observação de um grande número de hidrogramas unitários de bacias hidrográficas com características diversas. O órgão também recomenda que o mesmo deve ser substituído por um hidrograma triangular, que se adapta razoavelmente bem a forma do curvilíneo (DNIT 2005), como mostra a figura 2. Esse método pode ser aplicado em bacias com mais de 100 hectares, 1Km² (Rio Águas, 2010).

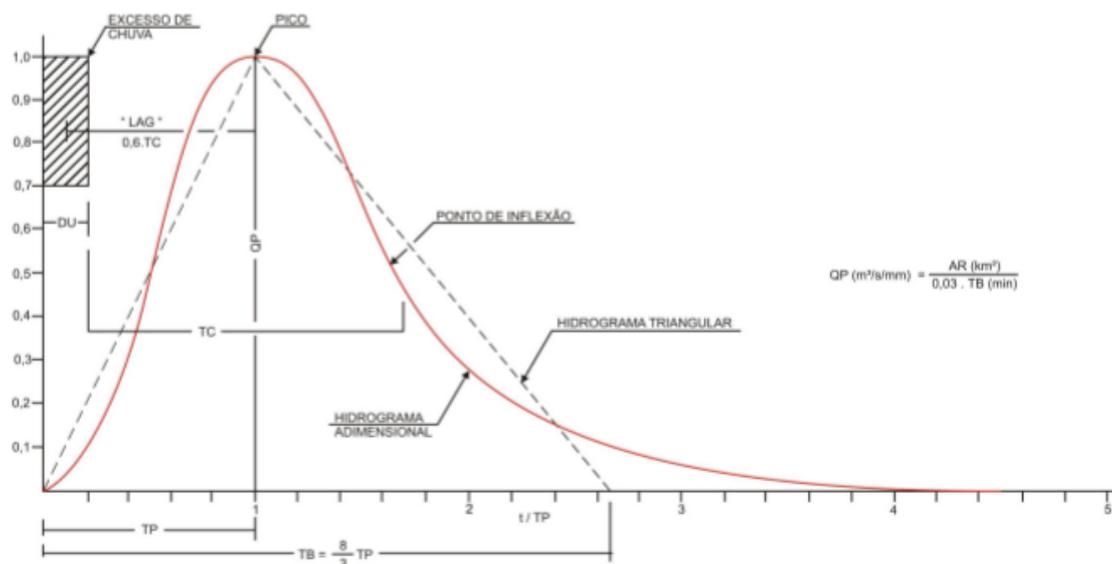


Figura 2: Hidrograma Unitário Adimensional Curvilíneo e Hidrograma Unitário Triangular

Fonte: DNIT 2005

Nesse método, a primeira etapa consiste em calcular a Precipitação Efetiva, que estabelece uma relação entre a chuva e o deflúvio. Ou seja, fornece o quanto da chuva efetivamente escoou superficialmente sem infiltrar. Para isso, é empregada a Equação de Mockus:

4 U.S. Soil Conservation Service, “Serviço de Conservação dos Solos dos Estados Unidos” (Tradução nossa), é um órgão vinculado ao “United States Department of Agriculture”, “Departamento de Agricultura dos Estados Unidos”. Foi criado na década de 1930, com o intuito de auxiliar fazendeiros no cuidado das suas terras, na ocasião do fenômeno do “Dust Bowl” (ver página 38). Em 1994, foi rebatizado como “Natural Resources Conservation Service”, “Serviço de Conservação de Recursos Naturais” (tradução nossa), nome mais adequado aos serviços já prestados pelo órgão. Que ao longo de sua história, expediu diversas publicações sobre a conservação dos solos e das águas, muitas delas disponíveis publicamente. (USDA, 2020)

$$Pe = \frac{(P - 0,2 S_d)}{(P + 0,8 S_d)}$$

Onde:

Pe = Precipitação Efetiva [mm]

P= Precipitação Acumulada [mm]

S_d = Armazenamento no Solo [mm]

A precipitação acumulada é igual a Precipitação Máxima, considerando que sua duração é minimamente igual ao tempo de concentração e no máximo igual duas vezes esse valor. Já o armazenamento no solo é calculado em função da curva de deflúvio (CN), como estabelecido pela equação:

$$S_d = 254 \left[\left(\frac{100}{CN} \right) - 1 \right]$$

Onde:

S_d = Armazenamento no Solo [mm]

CN= Curva de Deflúvio

As Curvas de Deflúvio são definidas de acordo com os dados da tabela no Anexo 1, para diferentes tipos de solo e cobertura.

A segunda etapa desse processo é calcular a base do hidrograma, ou seja, o tempo decorrido entre o início e o final da cheia. Sendo dividido em duas etapas, o Tempo de Ascensão, que é o intervalo entre o início da precipitação e a chegada ao pico do deflúvio, e o Tempo de Recessão, que é o intervalo decorrido entre o pico do deflúvio e o final da onda de cheia. O Tempo de Ascensão é calculado através da equação:

$$t_p = \frac{D}{2} + 0,6 t_c$$

Onde:

t_p = Tempo de Ascensão

t_c = Tempo de Concentração

D = Intervalo de discretização da chuva [h]

D deve ser menor que $0,20 t_c$, sendo recomendada a relação $D = \frac{t_c}{7,5}$ (DNIT 2005).

Já o Tempo de Recessão é calculado através da equação:

$$t_r = H * t_p$$

Onde:

t_r = Tempo de Recessão [h]

H = Coeficiente Padrão

H= 1,25 Para áreas urbanizadas

H= 1,67 Para demais áreas

O tempo total da onda de cheia, ou seja, o Tempo de Base do Hidrograma Unitário, é calculado de acordo com a relação:

$$T_b = 2,25 t_p \quad \text{Para } H = 1,25$$

$$T_b = 2,67 t_p \quad \text{Para } H = 1,67$$

A ultima etapa é calcular a altura do hidrograma, ou seja, a vazão máxima que ocorre durante a cheia que é obtida através da equação:

$$Q_p = \frac{0,247 (Pe * A)}{t_p} \quad \text{Para } H = 1,25$$

$$Q_p = \frac{0,208 (Pe * A)}{t_p} \quad \text{Para } H = 1,67$$

Onde:

Q_p = Vazão do Pico do Hidrograma

Pe = Precipitação Efetiva [mm]

t_p = Tempo de Ascensão [h]

A = Área da Bacia Hidrográfica [km²]

Observando os métodos de cálculo de vazão expostos, chega-se a uma primeira conclusão intuitiva de que a vazão é proporcional a intensidade da precipitação, ou seja, mantendo os outros parâmetros iguais, quão maior a intensidade da chuva maior a vazão. Outra conclusão é que a vazão é inversamente proporcional a capacidade de infiltração

do solo, ou seja, mantendo os outros parâmetros iguais, quanto menor a infiltração no solo maior a vazão e quanto maior a infiltração, menor a vazão.

Analisando apenas o método do Hidrograma Unitário Sintético, observa-se que a vazão é inversamente proporcional ao Tempo de Ascensão, que é o tempo para alcançar o pico do hidrograma. Já esta variável é diretamente proporcional ao Tempo de Concentração, que por sua vez é diretamente proporcional ao comprimento do curso d'água e inversamente proporcional a declividade. Ou seja bacias hidrográficas com maior declividade e/ou cursos d'água mais curtos, mantendo outros parâmetros iguais, terão um menor Tempo de Ascensão e conseqüentemente uma maior vazão no pico do hidrograma.

Os modelos usados têm bases empíricas, porém se ajustam razoavelmente bem a realidade, fornecendo valores próximos aos observados. Portanto, as conclusões apresentadas anteriormente são aplicáveis na prática. No caso de uma bacia hidrográfica que tem sua cobertura modificada, diminuindo sua capacidade de infiltração e seus cursos d'água encurtados por retificações, conseqüentemente haverá um tempo de ascensão menor e uma maior vazão máxima, quando em comparação com a mesma em seu estado natural diante de uma precipitação de mesma intensidade. Essa é uma situação comum nas bacias hidrográficas que sofrem com a urbanização, tema abordado no próximo item.

2.2 Hidrologia e Cidade

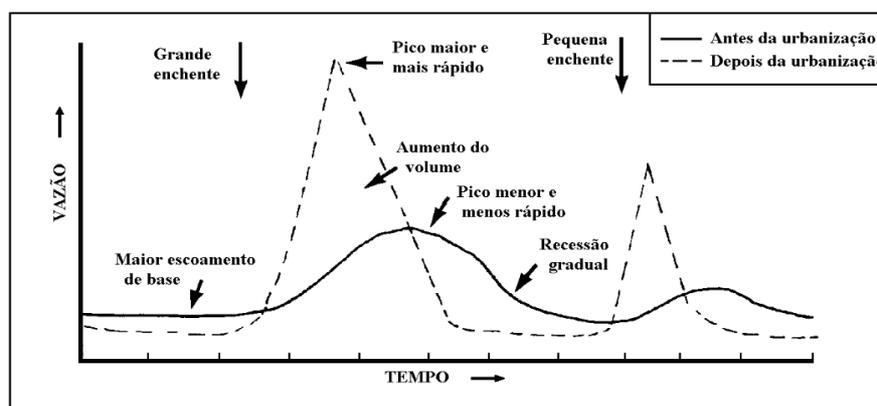
A hidrologia urbana é o ramo da hidrologia que estuda as zonas urbanas e metropolitanas onde predominam as superfícies quase impermeáveis e um relevo artificial do terreno, analisando em particular o impacto do desenvolvimento urbano no ciclo da água e as formas de minimizar os seus efeitos negativos. (Lima e Lima, 2010, p. 143)

A citação de Lima e Lima (2010) define a hidrologia urbana enquanto um ramo específico dessa ciência, evidenciando a relevância das alterações provocadas pela urbanização no ciclo hidrológico na escala local e a necessidade de compreender seus impactos sobre a cidade e as atividades humanas. Tucci (2003) corrobora com Lima e Lima (2010) ao descrever tais processos.

O ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas devido, principalmente, à alteração da superfície e a canalização do escoamento, aumento de poluição devido à contaminação do ar, das superfícies urbanas e do material sólido disposto pela população. Esse processo apresenta grave impacto nos países em desenvolvimento, onde a urbanização e as obras de drenagem são realizadas de forma totalmente

insustentável, abandonada pelos países desenvolvidos já há trinta anos. (Tucci, 2003, p. 36)

A urbanização altera o ciclo hidrológico à medida que as superfícies naturais são substituídas por edifícios, ruas, calçadas e demais estruturas impermeáveis. Segundo Tucci (2005), um volume maior de água proveniente da precipitação, passa a escoar superficialmente e não é infiltrado. Além disso, o escoamento sobre essas superfícies e pelos condutos de drenagem artificiais são mais rápidos. Esses efeitos podem fazer com que a vazão média de inundação aumente de 6 a 7 vezes e também podem antecipar esses picos no tempo. Isso se reflete no formato do hidrograma de saída, como na Figura 3. Além desses efeitos notórios, ocorre a redução da infiltração para o aquífero e a conseqüente redução do nível do lençol freático. Também ocorre a diminuição da evapotranspiração, devido à redução da cobertura vegetal e de áreas livres.



c. Resposta da geometria do escoamento

Figura 3: Hidrograma Antes e Depois da Urbanização

Fonte: Tucci 2005

Essas alterações do ciclo hidrológico, por si só, geram desafios na gestão da drenagem urbana. Ademais no Brasil, são enfrentados outros imbróglis nessa matéria. Segundo Tucci (2005), o controle da drenagem urbana no país, tem sido feito de maneira equivocada, principalmente em decorrência de dois erros. O primeiro refere-se ao fato dos projetos se basearem no princípio equivocado, de que a drenagem deve retirar a água pluvial o mais rápido possível. O segundo é a pretensão de fazer a avaliação e controle por trechos, sem observar os impactos como um todo. Isso por vezes, apenas transfere o problema de inundação para outro ponto na bacia. Tucci (2005) também aponta a questão das obstruções no escoamento dos canais devido a presença de pontes, aterros e drenagens inadequadas, além do assoreamento e retenção dos resíduos sólidos.

Outro problema enfrentado no Brasil é a ocupação das áreas de várzea, que são naturalmente o leito maior de inundação dos rios. Não somente por assentamentos irregulares, que são o caso mais notório nas cidades brasileiras, mas também por ocupações regulares, devido à inobservância, por parte do poder público, da legislação urbanística e ambiental. Sobretudo a Lei 10.932/2004 que estabelece no seu artigo 4º que, ao longo das águas dormentes e correntes, será obrigatória faixa não edificável de 15 metros de cada lado. E do código florestal, Lei 12.651/2012, que determina como Áreas de Preservação Permanentes (APP's)⁵ as margens dos rios. Araújo, Leite e Holzer (2019) observam que segundo o código florestal as APP's devem ser preservadas de acordo com os parâmetros estabelecidos nesta lei independentemente de estarem em áreas urbanas ou rurais.

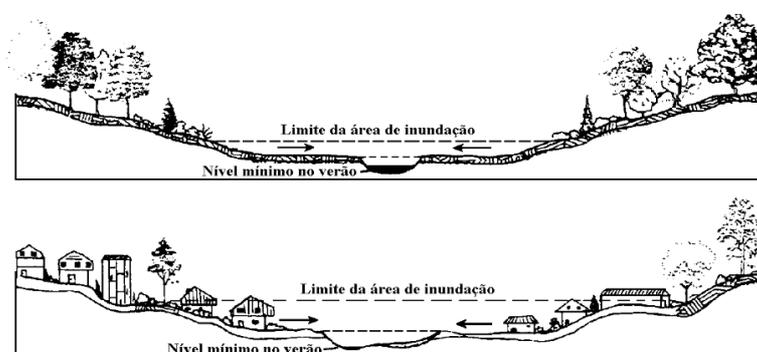


Figura 4: Ocupações Ribeirinhas

Fonte: Tucci 2005

Para o enfrentamento desses desafios do gerenciamento das águas urbanas, é necessário que seja feito um planejamento de forma sistêmica.

2.2.1 Medidas de Controle de Inundação

As medidas de controle de inundação têm como objetivo proteger as áreas ribeirinhas, entretanto devesse ressaltar que não é possível controlar totalmente as cheias. Por este motivo, a implementação das medidas deve visar a minimização das consequências. As medidas são divididas em dois tipos: estruturais e não estruturais.

2.2.1.1 Medidas Estruturais

As medidas estruturais são intervenções afim de reduzir o risco de enchentes. Estas podem ser extensivas, que agem sobre a bacia, buscando modificar a relação

⁵ Área de Preservação Permanente - APP: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;” (Brasil, Lei 12.651/2012, Art 3º)

precipitação e vazão. Ou intensivas que atuam diretamente nos cursos d'água, modificando seu regime de escoamento.

2.2.1.1.1 Medidas Extensivas

Esse tipo de medida de controle age sobre a cobertura do solo visando aumentar a infiltração e diminuir a velocidade do escoamento ou para proteger os cursos d'água. A implantação ou manutenção de áreas com vegetação é umas das alternativas, pois a cobertura vegetal intercepta parte da água precipitada e diminui a velocidade do escoamento superficial, sendo mais eficaz em bacias pequenas, com menos de 10 km². Já o controle de erosão do solo, é importante para evitar o assoreamento dos corpos hídrico e a consequente redução de sua seção e capacidade de escoar a água. (Tucci 2005)

2.2.1.1.2 Medidas Intensivas

As medidas intensivas são obras de engenharia que intervêm diretamente sobre os rios, podendo ter como princípio, acelerar, retardar ou facilitar o desvio do escoamento. É importante observar que nesse tipo de medida, quanto maior o grau de proteção, maior o custo de implantação, não sendo viável prevenir contra a maior enchente possível.

Dentre as intervenções que aceleram o escoamento, estão as obras de modificação da morfologia dos cursos d'água, como a canalização, alargamento da seção, aprofundamento do leito e remoção de obstáculos. Essas intervenções aumentam a vazão e a velocidade das águas no canal, protegendo suas margens de inundações. Entretanto, podem agravar os efeitos das cheias em pontos a jusante. Além disso a desnaturalização⁶ dos rios, gera consequências ambientais. Também são obras desse tipo, diques e polders, compostos de muros laterais a certa distância das margens, que protegem as áreas ribeirinhas do extravasamento. Além do elevado custo de implantação, caso seja superada a precipitação de projeto, essas estruturas podem se romper, gerando mais danos do que sem a estrutura.

6 Desnaturalização: "Conjunto de alterações das características do rio e de sua bacia hidrográfica ocasionada pela ação antrópica. Tais modificações podem ser diretamente sobre o curso do rio e de rápida e fácil reversibilidade como a degradação da qualidade da água; ou diretamente sobre o rio, mas de difícil reversibilidade como o caso das obras de canalização do canal fluvial; ou ainda sobre a área de drenagem da bacia hidrográfica, essas em geral de difícil recuperação como nos casos da mudança do uso e cobertura do solo." (Holzer, 2016, 7)

As medidas que retardam o escoamento, como Reservatórios e Bacias de Amortecimento, visam proteger áreas a jusante da intervenção, retendo parte do volume d'água drenado, assim reduzindo o pico do hidrograma.

É importante destacar que não é economicamente viável implementar medidas estruturais que forneçam proteção completa, pois, para tal, estas deveriam ser dimensionadas levando em consideração a maior enchente possível. Além disso, este tipo de medida, gera uma falsa sensação de segurança na população, incentivando a ocupação de áreas de risco de inundação (Tucci, 2005).

2.2.1.2 Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais, ao invés de intervir nas cheias, visam minimizar a capacidade destas gerarem danos e/ou prejuízos às populações, sendo úteis frente aos custos e limitações das medidas estruturais. Dentre este tipo de medidas estão os sistemas de previsão e alerta de inundações, o seguro e proteção individual contra inundações e o zoneamento das áreas de risco de inundações. O último mecanismo citado é o de maior interesse desse trabalho. Segundo Tucci (2005), o zoneamento estabelece regras para ocupação das áreas de risco tendo em vista minimizar perdas materiais e humanas com as cheias, promovendo o desenvolvimento racional dessas áreas.

2.2.2 Plano Diretor de Drenagem Urbana

O Plano de Águas Pluviais é o mecanismo de gerenciamento das inundações ribeirinhas e da drenagem urbana nas cidades. Esse plano deve estar integrado aos diferentes planos de infraestrutura da cidade, principalmente aos relacionados ao Saneamento Ambiental – águas, esgoto, resíduo sólido e meio ambiente – e subordinado ao Plano Diretor Urbano, que integra o conjunto de planejamento da cidade. (Tucci, 2005, p. 182)

O Plano Diretor de Drenagem Urbana, também chamado de Plano de Drenagem ou Plano de Águas Pluviais, é um plano setorial que tem como função orientar as ações do poder público, no sentido de mitigar e evitar problemas de drenagem, como as inundações ribeirinhas. Deve ser articulado junto a outros planos do município, em especial o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano Diretor. A Figura 5 mostra resumidamente a estrutura para a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem.

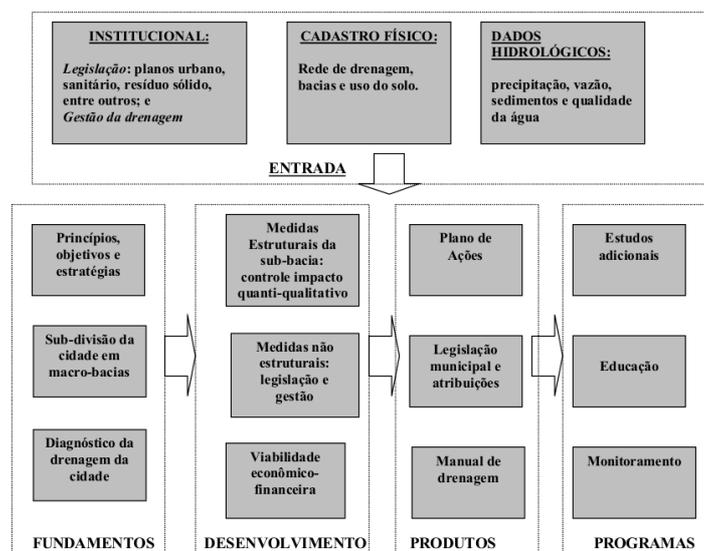


Figura 5: Estrutura do Plano Diretor de Drenagem

Fonte: Tucci, 2002, 19

Segundo Tucci (2002), as informações de entrada necessárias para a elaboração de um plano de drenagem são: os dados físicos da área, como uso do solo, delimitação das bacias e a rede pluvial; os dados hidrológicos da área; outros planos existentes no município, que possam ter interação com a drenagem, como plano de saneamento e plano viário; e os aspectos institucionais do município em questão, ou seja a legislação municipal, estadual e federal que interfere no plano em questão. É ideal que estas informações sejam espacializadas com uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Segundo o mesmo autor, são fundamentos do plano de drenagem, os princípios, os objetivos, as estratégias, a divisão da área em sub-bacias e o diagnóstico da drenagem. Os princípios a serem seguidos são: o Plano de Drenagem, deve ser feito em conjunto com outros planos do município; a ocupação das bacias, não deve aumentar o escoamento nas mesmas; os impactos na drenagem de uma área não devem ser transferidos para outra; deve ser prevista a minimização dos impactos ambientais, sobretudo devido a poluição das águas; devem ser contempladas as áreas desenvolvidas e as de expansão urbana, já loteadas; as medias de controle, estruturais e não estruturais devem ser pensadas como complementares e a bacia de ser considerada como um todo; o escoamento e os canais naturais devem ser valorizados; o planejamento da drenagem, deve ser integrado ao de esgotamento sanitário e resíduos sólidos; na implantação do controle de cheias, o plano diretor estabelece linhas gerais, a legislação controla e o manual de drenagem orienta; o controle deve ser permanente, frente a expansão irregular

em áreas de risco, sendo aconselhável que as áreas desapropriadas imediatamente ganhem uma função e que a comunidade tenha participação no planejamento; os custos das medidas estruturais e da drenagem, devem ser transferidos para os proprietários proporcionalmente a área impermeabilizada dos lotes; por fim, o controle do escoamento urbano, deve ser feito prioritariamente na fonte (Tucci,2002). Os objetivos do plano devem ser de evitar perdas econômicas e melhorar as condições de saúde e do meio ambiente do município, tendo como meta: planejar a drenagem frente a tendência de ocupação, compatibilizando infraestrutura e desenvolvimento, evitando prejuízos econômicos e ambientais; restringir a ocupação das áreas de alto risco; e buscar a convivência com as enchentes em áreas de baixo risco. Já as estratégias deverão ser traçadas junto a outros planos ou a infraestrutura existente. (Tucci,2002)

Ainda segundo Tucci (2002), no desenvolvimento do plano, deverá ser realizado o planejamento das medidas não estruturais e estruturais. Além da avaliação econômica da implantação das mesmas, levando em conta os custos das obras de controle e também da operação e manutenção do sistema, levando em consideração que atores geradores de maior deflúvio devem arcar com uma maior parcela dos gastos. Com base no que foi desenvolvido, o plano deverá gerar produtos dentre eles: base legal para medidas não estruturais; proposta de gestão municipal da drenagem; mecanismos para viabilizar as medidas; planos de controle para as sub-bacias; plano de ações com implementação das medidas no tempo; e o Manual de Drenagem, que deve embasar os projetos para o município. Por fim, devem ser estruturados programas que visam melhorar deficiências identificadas no desenvolvimento, como por exemplo, programas de educação a população e profissionais, monitoramento de cheias e áreas impermeabilizadas e revisões no cadastro do sistema de drenagem. (Tucci, 2002)

Foram apresentadas as bases teóricas para a realização de um plano de drenagem, com ênfase na mitigação dos prejuízos gerados pelas inundações e redução de danos ambientais. Entretanto, nesta dissertação se pretende ir além dessas questões e por esse motivo será apresentado um aporte teórico para além das questões puramente práticas e técnicas da engenharia a fim de se propor novas abordagens para um Plano Diretor de Drenagem.

2.3 Da Fenomenologia à Ecologia da Paisagem

De há muito, nosso pensamento habituou-se a fixar a essência das coisas de forma extremamente indigente. No decurso do pensamento ocidental, a

conseqüência desse hábito foi se representar a coisa como um X, dotado de propriedades sensíveis. Desse ponto de vista, tudo aquilo que já pertence à essência reunidora e integradora dessa coisa aparece, para nós, como algo acrescentado posteriormente mediante uma interpretação. Contudo, se a ponte não fosse apenas ponte, ela não seria uma coisa. (Heidegger, 1951)

Para discorrer sobre o trecho citado, recorre-se ao principal objeto de estudo desse trabalho, o rio, que é muito mais que somente suas propriedades sensíveis, como vazão, energia potencial, leito, margens, navegabilidade e capacidade pesqueira. O rio é em sua essência rio, é um todo indivisível. Quando representado por suas propriedades sensíveis, um todo pode ser tido apenas como suas partes, por exemplo, um rio pode ser dito como um recurso hídrico, sendo assim reduzido à suas propriedades utilitárias, ou seja, à sua capacidade de fornecer água para o abastecimento, diluir efluentes, gerar energia ou receber a drenagem urbana. Fica de lado seu valor intrínseco, natural e cultural e é negada sua essência.

Outra contribuição de Heidegger, pertinente a este trabalho, encontra-se em “A Questão da Técnica” (1953). Para o autor, a técnica não é um mero fazer manual, é também “desabrigar”, ou seja uma forma de desvelar⁷ a realidade. Também se diferencia a técnica moderna da clássica:

O desabrigar imperante na técnica moderna é um desafiar <Herausfordern> que estabelece, para a natureza, a exigência de fornecer energia suscetível de ser extraída e armazenada enquanto tal. Mas o mesmo não vale para os antigos moinhos de vento? Não. Suas hélices giram, na verdade, pelo vento, permanecem imediatamente familiarizadas ao seu soprar. O moinho de vento, entretanto, não retira a energia da corrente de ar para armazená-la. (Heidegger, 1953)

Interpretando de maneira simplória o texto, diz-se que a técnica é em essência uma forma de ver o mundo, sendo que no caso da técnica moderna é uma forma desafiante de enxergar as coisas⁸ como recurso. Sobre esse ponto Heidegger (1953) discorre sobre a central hidroelétrica que coloca o rio a sua disposição mudando seu regime e fluxo natural para gerar energia, enquanto o moinho de vento usa a energia das correntes de ar

7 Na metafísica de Heidegger, o desvelamento significa a idéia segundo a qual o ser da coisa se desvela, manifesta-se nas condições mesmas de seu aparecer, de seu "fenômeno", a verdade nada mais sendo que a manifestação do ente. enquanto ele deixa de ser ocultado pelas preocupações da vida cotidiana e do caráter aberto do ser. (JAPIASSÚ e MARCONDES, 2008)

8 *Coisa* pode ser o termo de um ato de pensamento ou de conhecimento, de imaginação ou de vontade, de construção etc. Pode-se falar de uma *coisa* que existe na realidade como também de uma *coisa* que está na imaginação, no coração, nos sentidos etc. Assim, pode-se dizer que, nesta acepção, *coisa* significa um termo qualquer de um ato humano qualquer ou, mais exatamente, qualquer objeto com que, de qualquer modo, se deva tratar. É o significado contido na palavra grega *pragma*. (ABBAGNANO, 1970)

,segundo a vontade da natureza, sem alterá-la. Um exemplo que corrobora com a ideia do texto é o da modernização do campo, enquanto o agricultor tradicional cuida da terra para colher os frutos fornecidos pela natureza, a agricultura moderna desafia a terra. Esta última vê o campo como recurso, empregando maquinário pesado, adubos químicos, pesticidas, sementes modificadas e irrigação, com a finalidade de vencer os ciclos naturais, para expandir território e otimizar as colheitas, em quantidade e tempo. Porém, como consequência são recorrentes os impactos ambientais que extrapolam os limites da propriedade rural. Um exemplo é o chamado “Dust Bowl”, tempestades de areia que assolaram as Grandes Planícies (Great Plains) dos Estados Unidos, na década de 1930. Ocasionado pela remoção da vegetação natural, para o incremento da agricultura, o evento gerou perda dos solos e alterações do clima na região, além das perdas econômicas e sociais. Um caso atual é o do rio Mississippi, também nos Estados Unidos, que sofre com poluição por nutrientes, principalmente advindos da agricultura. As consequências se estendem ao Golfo do México, formando uma grande zona hipóxica (de baixo oxigênio), que afeta a vida marinha.

O “desafiar” que requer da técnica moderna também tem consequências sobre os rios urbanos. Tanto o movimento higienista quanto o modernista reduziram os cursos d’água que cortam as cidades meramente a sua capacidade de escoamento, seja para drenagem, seja para carrear efluentes o mais rápido possível para longe dos assentamentos. Como consequência, boa parte dos rios que cortam as cidades brasileiras perderam sua essência, sendo reduzidos a meros canais de drenagem. Nesse sentido, a fenomenologia de Heidegger pode trazer novas perspectivas para o estudo de questões ambientais, como a dos rios, pois propõe um retorno as coisas em sua essência. Como desdobramentos desse pensamento, tem-se o entendimento que os fenômenos e objetos devem ser estudados em sua totalidade, tornando indispensável a visão interdisciplinar, sendo este um ponto de convergência entre este o autor e a ecologia da paisagem, abordada a seguir.

2.3.1 A Ecologia da Paisagem

A ecologia da paisagem é um aporte essencialmente interdisciplinar, que se baseia em uma visão integral, onde o homem e os outros seres vivos estão em um mesmo patamar, tendo a pretensão de ser um referencial integrador de diferentes ciências e especialidades. Etter (1991) fala da necessidade atual de entender os ecossistemas e processos ecológicos de forma integrada, afim de orientar o planejamento territorial e o

manejo dos ecossistemas, frente à transformação ambiental promovida pelo homem que afeta os ecossistemas em escala local, regional e até mesmo global, o que motiva a urgência do planejamento das atividades humanas e o monitoramento dos seus efeitos espaciais e temporais. A partir dessas considerações o autor enuncia a finalidade da Ecologia da Paisagem:

La Ecología del Paisaje (EP) busca aportar para este fin, un marco de integración a través de la aplicación de conceptos unificadores e interdisciplinarios, y de la incorporación de los avances tecnológicos disponibles para el estudio de los ecosistemas, como los Sensores Remotos y los Sistemas de Información Geográficos. La EP se ha venido consolidando durante los últimos 40 años en un marco científico interdisciplinario, que busca abordar la compleja relación de las sociedades humanas y sus espacios de vida, de manera que permita estudiar y entender los ecosistemas naturales y sus diversos grados de transformación antropogénica, cada día más extendidos. (Etter, 1991, p. 3)

O principal fundamento da ecologia da paisagem é de realizar levantamentos ecológicos integrados. Dentre os conceitos de unidade geográfica utilizados para se realizar esta análise está o de Bacia Hidrográfica, definida por Etter (1991) como, uma porção da superfície terrestre drenada por uma corrente de água e seus tributários, que formam uma unidade do ponto de vista hidrológico funcional. A bacia faz parte da paisagem ou contém múltiplas paisagens segundo sua superfície e localização, podendo os divisores de água coincidirem ou não com os da paisagem (Etter, 1991). É importante ressaltar que essa definição de bacia hidrográfica difere da apresentada anteriormente, junto aos conceitos de hidrologia, porém não contradiz a anterior, sendo um complemento através da visão de outra linha científica.

A unidade da paisagem é avaliada a partir de sua estrutura, funcionamento e temporalidade. Estes elementos condicionam a análise das estruturas das paisagens e seus padrões espaciais agrupados segundo três grandes elementos estruturais-funcionais: a matriz, o fragmento e o corredor, descritos a seguir.

A matriz é por definição o elemento que ocupa maior área relativa, sendo o mais extenso e mais interconectado tendo um papel dominante no funcionamento da paisagem (ETTER, 1991, p. 30). Numa área densamente habitada, como no caso do município de Niterói, a cidade será a matriz, sendo a dinâmica urbana preponderante.

O fragmento é um elemento não linear de dimensões variadas, que possui certo grau de homogeneidade interna e que se diferencia do entorno (ETTER, 1991). Um exemplo, são

as áreas verdes urbanas, como parques e praças, que estão isoladas em meio a cidade e possuem características distintas do entorno edificado.

O corredor é o elemento estrutural-funcional de uma paisagem, definido como uma franja estreita e alongada, de forma e direção variável que atravessa uma matriz e difere desta. Como propriedade geral dos corredores em uma paisagem, está a de unir ou separar elementos dentro de uma matriz geográfica. Em geral, tem condição fisionômica e de composição bem diferente da matriz circundante. Podem ser de origem natural ou cultural, porém tendem a ser mais evidentes em paisagens culturais⁹ (ETTER, 1991). Os rios, principal objeto de estudos dessa dissertação, são elementos deste tipo.

Nem sempre é possível estudar os rios urbanos através de imagens de satélites, aerofotogramétricas e cartas, pois a urbanização muitas vezes, como no caso da área de estudo, ocultou os rios tornando-os invisíveis numa vista aérea ou até mesmo para observadores que transitam pela cidade. Portanto, para tornar os rios visíveis frente ao acúmulo de artefatos em áreas urbanizadas é preciso buscar outros aportes além da ecologia da paisagem.

2.4 Percepção Ambiental e da Passagem do Tempo

Aí que entra a percepção ambiental urbana. Como os indivíduos ou grupos percebem o meio ambiente? De que maneira esse meio ambiente era e é visto pela sociedade? Lembrar à própria sociedade que a implantação de uma cidade está sobre um relevo, sobre um solo, constituído de rochas e sedimentos; que antes havia uma cobertura vegetal natural, que abrigava pássaros e animais, insetos e répteis; que as águas drenadas eram limpas e potáveis. Especialmente em cidades grandes, de proporções metropolitanas, essas lembranças são esquecidas. Só são lembradas quando, após as chuvas torrenciais de verão, os córregos estouram as tubulações e os rios provocam enchentes, cobrando seus espaços para espriarem suas águas atingindo as várzeas, que sempre foram seus domínios. (Oliveira, 2009, p. 132)

Nessa dissertação, não se pretende definir o que é percepção ambiental, nem mesmo aprofundar nesse tema que é amplo e debatido por diversos autores. Porém, a citação de OLIVEIRA (2009) fornece uma boa noção do que é o conceito e dá uma introdução de como pode ser útil ao tema desse trabalho. É importante compreender que a conduta de um indivíduo ou de um grupo é resultado de como estes percebem a realidade. Um esquema desse processo é apresentado na Figura 6.

⁹ A paisagem cultural é entendida, assim, sempre como conjunto espacial composto de elementos materiais construídos associados a determinadas morfologias e dinâmicas naturais, formas estas que se vinculam a conteúdos e significados dados socialmente. (SCIFONI, 2016)

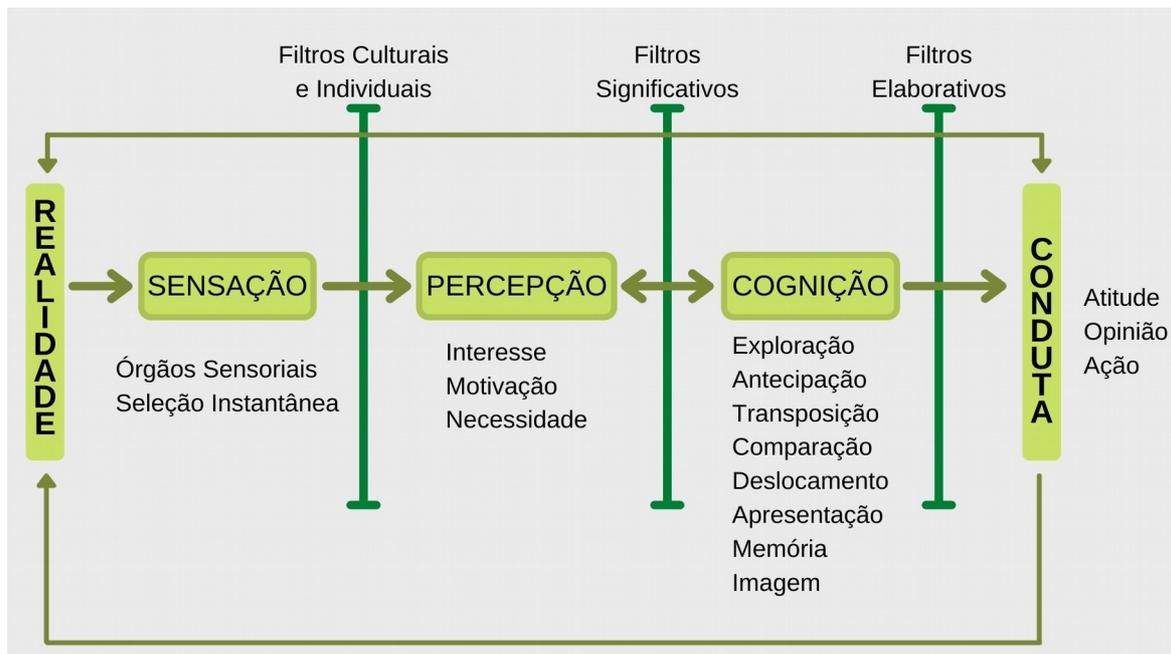


Figura 6: Esquema do Processo Perceptivo Cognitivo

Fonte: OLIVEIRA, 2009, Modificado Pelo Autor.

A cultura e as vivências irão determinar a maneira como as pessoas interagem com o mundo a sua volta e com o meio ambiente. Logo, um ambiente urbano que tem seus cursos d'água degradados é consequência, dentre outros fatores, da forma com que os mesmos são percebidos pela população e a degradação altera a forma com a qual são percebidos, criando um ciclo de destruição e invisibilidade dos rios.

A fim de buscar ferramentas para romper com este ciclo recorreu-se à obra *“De Que Tiempo es Este Lugar”*, LYNCH (1975), onde o autor aborda questões referentes ao patrimônio, em especial o histórico. Pode-se considerar que o meio ambiente também é patrimônio, que por vezes está mais ou menos presente e preservado na cidade. Rios e córregos, mesmo que canalizados e muito modificados, são remanescentes naturais no meio urbano, tal qual o relevo, que são difíceis de eliminar e esconder completamente, podendo ser elementos que estabelecem uma comunicação com um passado anterior à ocupação humana.

Para Lynch (1975),

É preciso eleger e mudar o passado, fazê-lo presente. A seleção do passado nos ajuda a construir o futuro. (LYNCH, 1975, Pg. 74, tradução nossa)¹⁰

¹⁰ “Es preciso elegir y cambiar el pasado, hacerlo presente. La selección del pasado nos ayuda a construir el futuro.” (Lynch 1975, Pg. 74)

Ou seja, o ambiente urbano é dinâmico e a eliminação de estruturas antigas para a construção de novas é natural e necessária, antes que essas se tornem obsoletas e sejam abandonadas, o que pode levar a cidade ou parte dela ao declínio. Entretanto, elementos do passado persistem, o que torna a cidade um vasto “índice¹¹”, mesmo que confuso. Nesse sentido, deve se escolher o que preservar e valorizar os elementos que foram mantidos. É necessário buscar o valor presente dessas estruturas, o qual nem sempre é tão óbvio, mas que pode ser desvelado com uma análise mais cuidadosa. Esse é o caso dos rios urbanos, pois muitas vezes seu valor presente está oculto, mas sua função na malha urbana pode ser de grande benefício para a população.

Nesse item, tratou-se da percepção das pessoas em geral a respeito do ambiente urbano e da passagem do tempo nas cidades, mas para compreender a evolução urbana, sobretudo nos dois séculos passados, também é importante abordar os movimentos do urbanismo.

2.5 Do Higienismo às Cidades Para Pessoas

O Higienismo remonta ao século XIX e refere-se, em síntese, a adoção de medidas para sanear a cidade que apoiaram o ocultamento e o afastamento rápido de esgotos e de águas pluviais.

Segundo Muller (2002), toda a sociedade do século XIX foi atingida pelas ações higienistas com repercussões, seja pela mudança de hábitos dos cidadãos, seja na estrutura das cidades. Assim:

Um dos grandes legados dessa fase foi a importância dada à qualidade da água, mediante a distinção entre águas limpas e servidas, e o incentivo com relação aos cuidados com o corpo, através da valorização da prática do banho. (Muller, 2002, p. 21)

Para a autora, “a palavra de ordem dos higienistas era a circulação das águas e do ar, rejeitando tudo que contribuísse para sua estagnação” (MULLER, 2002, p. 30). A partir do legado do engenheiro sanitário Saturnino de Brito, o urbanismo sanitário no Brasil começa a se revelar através de novas práticas sociais. Ainda segundo a autora, Saturnino de Brito, privilegiava obras de saneamento de uma cidade que compreendessem, entre outros aspectos, o tratamento das águas superficiais estagnadas, a retificação dos cursos de água, o suprimento de água potável, esgotos pluviais e sanitários. Os princípios para este propósito eram motivados por razões morais e orientados pelo viés do conhecimento

11 Índice para Lynch (1972)

e da educação como forma transformadora e capaz de trazer benefícios sanitários à população.

O discurso higienista, segundo Andrade (1992) marcou os projetos de Saturnino de Brito a partir de um estudo detalhado da área de intervenção, por um saneamento urbano, com impactos na vida da população e nas estruturas das cidades.

As retificações fluviais, ainda segundo Andrade (1992) foram tratadas como estruturadoras do espaço urbano, onde os canais representavam funções de embelezamento e de saneamento. Essas intervenções mantiveram a mesma filosofia do final do século XIX até o final do século XX. Portanto, no que tange os rios urbanos tanto o higienismo quanto o modernismo adotaram práticas similares.

É importante ressaltar a importância dada ao transporte urbano rodoviário, sobretudo ao automóvel, no movimento modernista, o qual modificou sobremaneira os espaços públicos das cidades, tornando-os pouco atraentes para o uso cotidiano. Esse fato vem gerando um movimento no urbanismo de valorização dos espaços públicos. Uma referência desse movimento é o livro *Cidades Para Pessoas* (GEHL, 2010). O autor propõe a valorização dos espaços públicos, resgatando a dimensão humana nas cidades. Nesse ponto, pode-se dialogar com a preservação e recuperação dos rios e bacias urbanas. As margens dos rios podem ser usadas tanto como zonas de amenidade climática para o deslocamento de pedestres e ciclistas, como também serem espaços convidativos para permanecer e brincar. Além disso, áreas verdes e permeáveis ou alagáveis podem ter uma função, tanto hidráulica como de embelezamento da cidade ou serem espaços de encontros e recreação (GEHL, 2010).

2.6 Natureza e Cidade: Ecogênese, Renaturalização e Infraestrutura Verde

Nesse tópico são apresentadas, metodologias que visam recuperar a natureza e/ou serviços ambientais, em consonância com as atividades humanas. Estas podem ser empregadas para melhorar a qualidade ambiental e urbana, além de trazer benefícios a população. Porém, também apresentam funções na drenagem, tendo potencial para compor soluções para inundações urbanas.

2.6.1 Ecogênese

Denomina-se por ecogênese a reconstituição de ecossistemas parcialmente ou totalmente degradados, valendo-se de uma re-

interpretação do ecossistema através do plantio de espécies vegetais autóctones¹², em um trabalho de equipe multidisciplinar que envolve profissionais da botânica, da biologia, da zoologia, da geografia, entre outros, além do arquiteto paisagista. A ecogênese procura reconstruir as paisagens que já sofreram profundas modificações em sua estrutura, valendo-se de elementos vegetais provenientes de todos os estratos, e recompondo suas associações originais, num processo de recuperação ambiental. (CURADO, 2007, p. 58)

A ecogênese é um conceito de restauração paisagística e sua origem está associada à cidade do Rio de Janeiro e remonta os anos de 1940. Surgido da botânica, o termo é muito associado ao nome de Fernando Chacel, que sempre o defendeu, mas também foi usado por nomes como Roberto Burle Marx. O conceito foi empregado na implantação de parques, como o Parque da Gleba e o Parque Natural Municipal de Educação Ambiental Professor Mello, ambos na Barra da Tijuca, além do Parque sobre o penhasco Dois Irmãos, entre os bairros do Leblon e Vidigal, todos no município do Rio de Janeiro (CURADO, 2007).

O conceito de ecogênese, propriamente dito, não está relacionado diretamente à restauração fluvial ou recomposição de bacias hidrográficas. Entretanto, foi empregado por profissionais brasileiros, na vanguarda da restauração de áreas degradadas, usando espécies locais, criando assim consonância entre natureza e cidade. Demonstrando uma preocupação, com o meio ambiente e com o uso público das áreas, além da função estética e urbanística. Portanto, pode ser usada como uma referência para futuros projetos, de requalificação de áreas ribeirinhas. Também na implantação de áreas verdes, que além dos seus benefícios urbanos, ambientais e seu valor intrínseco, podem ser usadas como medidas de controle de inundações estruturais não intensivas, recuperando a permeabilidade do solo em áreas degradadas.

2.6.2 Renaturalização

A renaturalização tem como objetivos: Recuperar os rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através de manejo regular ou de programas de renaturalização; Preservar as áreas naturais de inundações e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função. (BINDER, 2001, p. 11)

Segundo Binder (2001), as propostas de renaturalização devem gerar planos específicos para a manutenção dos rios, levando em consideração as peculiaridades locais, sendo estes, articulados com outros planos territoriais. Isso exemplifica a importância de se

12 Autóctone (Substantivo Masculino): Pessoa, animal ou planta originários do lugar em que habitam. (Michaelis, 2020, <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/Aut%C3%B3ctone/>)

agregar a renaturalização no planejamento nos níveis municipal, estadual e federal. No caso de rios inteiramente dentro de um município, essa medida poderá ser prevista no Plano Diretor e/ou nos Planos Setoriais, sobretudo no Plano Diretor de Drenagem. Tendo em vista que a renaturalização do leito pode ser considerada uma medida de controle estrutural intensiva que altera o regime de escoamento diretamente no curso d'água.

Um rio próximo do natural tende a ter velocidade de escoamento menor e, conseqüentemente, um menor pico do hidrograma a jusante quando comparado a um canal retificado com leito artificial. Seus impactos positivos podem ser maximizados e os negativos minimizados, quando a intervenção for articulada a outras medidas estruturais intensivas ou extensivas. Outro aspecto é que para se cumprir com o princípio da renaturalização de não dar usos incompatíveis para as margens de inundação. É preciso usar a medida não estrutural do zoneamento para evitar a ocupação.

Ainda segundo Binder (2001), as possibilidades de renaturalização em áreas urbanas são limitadas, entretanto com a cooperação de planejadores urbanos e outros profissionais, é possível implementar melhorias ambientais no rios que também favorecem a população ribeirinha. Para tal alguns aspectos devem ser observados como: acesso a água; ampliação da calha e manutenção da continuidade do curso d'água; recuperação das faixas marginais de proteção e de sua vegetação; reconstituição das características naturais do leito e das margens; além da implantação de elementos favoráveis ao lazer (BINDER, 2001).

2.6.3 Infraestrutura Verde

A infraestrutura verde abrange soluções diversas em diferentes escalas de aplicação e tem capacidade de promover espaços verdes multifuncionais e se integrar com a infraestrutura cinza, que são intervenções com base na engenharia convencional. Dessa forma, tem a capacidade de agregar múltiplos serviços ambientais à infraestrutura cinza. (Solera, 2020, p. 9)

Segundo Solera (2020), as intervenções de infraestrutura verde podem ser divididas em três escalas: da paisagem, local e particular. Na escala da paisagem, estão: as áreas naturais protegidas, como os parques e outras unidades de conservação contempladas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC); as áreas verdes urbanas; os cinturões verdes agrícolas; e os corredores verdes urbanos. Já na escala local, estão: as ruas verdes, arborizadas; a agricultura urbana; lagoas pluviais e bacias de retenção; alagados construídos; lagoas secas; pavimentos permeáveis; canteiros pluviais; jardins de

chuva; e bio valetas. Já na escala Particular estão: jardins verticais; telhados verdes; e jardins particulares.

Outra forma possível de se classificar essas intervenções é com base nos conceitos de medidas de controle de enchentes. Intervenções que apenas favorecem a infiltração da água da chuva, independente da escala, como áreas verdes, pavimentos permeáveis e jardins de chuva, podem ser consideradas medidas estruturais extensivas. Essas podem ser adotadas no plano de drenagem, afim de compensar a impermeabilização de determinada área. Já medidas que são capazes de reter o deflúvio, como bacias de retenção, alagados construídos e lagoas secas, podem ser consideradas medidas estruturais intensivas, podendo alterar o pico do hidrograma de bacias pequenas.

3 RIOS

Em cada ínfima gota de chuva,
Que segue um mesmo caminho,
Faz-se tímido filete d'água.
Junto a outros, ganham corpo,
Eis que um rio se desvela
Em toda sua força.
Coletivo de gotas rumo ao mar.
(R.Holzer)

Rios são elementos naturais presentes no cotidiano, em sua essência reside o fluir das águas, seja quando se fala de um rio de forma literal ou figurada. Entretanto, nem toda água corrente é um rio e nem todo rio sempre tem águas fluindo. Portanto, definições mais específicas serão apresentadas nessa dissertação.

Consultando o dicionário da língua portuguesa, um rio é: “Corrente contínua de água natural, mais ou menos caudalosa, que deságua em outra, no mar ou em um lago” (Michaelis, 2022). Essa definição corrobora com o exposto anteriormente e se aproxima da definição usada pela cartografia fornecida por Oliveira 1983. Já do ponto de vista geológico, um rio é “corrente líquida resultante da concentração do lençol de água num vale” (Guerra, 1980). Porém, tratando de um rio urbano que passou por processos de intervenção antrópicos que o descaracterizou, essas definições podem não contemplá-lo. Em campo, pode ser observado que por vezes o lençol freático foi rebaixado ou o leito impermeabilizado, impedindo o fluxo basal que a corrente de água já não é mais contínua e que esse elemento, o rio, já não se parece natural. Portanto, cabe outro olhar frente aos mesmos.

Um rio urbano diz respeito àquele que foi alvo de modificações significativas em sua forma, em sua dinâmica e em seus componentes geoambientais ao longo do processo de urbanização, com aproveitamento ou não de suas potencialidades socioeconômicas, paisagísticas e socioambientais. (Almeida, 2010).

Almeida (2010) suscita que um rio urbano é um elemento natural que teve alterações significativas. Como dito anteriormente, essas podem ser tão profundas a ponto de dificultar a identificação dos mesmos como um elemento natural, mesclando-os a infraestrutura urbana, haja visto que além das alterações em seu leito estão profundas alterações na bacia hidrográfica como um todo. Entretanto, um rio segue sendo um rio e, frente a eventos de precipitação intensa, as águas vão tender a escoar pelo trajeto que já

havia sido definido anteriormente por longos processos de erosão que seguem a parte baixa da topografia de um terreno. Portanto, um rio urbano é aquele que outrem foi um rio por essência e definição e, independente do grau de modificação, permanece como corrente contínua de água seja superficial ou enterrada mesmo que eventual.

3.1 Rios Urbanos

Entre os elementos naturais que há mais tempo participam do espaço humanizado estão os rios. Vinculam-se à própria formação dos territórios e à fundação da maior parte das cidades em todo o mundo, fato que o caso brasileiro vem confirmar. (BARTALINI, 2006)

Entre rios, surgiram as primeiras cidades que se tem registro, mais especificamente entre o Tigres e o Eufrates, na região conhecida como Mesopotâmia, que significa justamente entre rios. Ao longo dos séculos, foi recorrente a urbanização as margens dos rios, que forneciam alimento, água doce para consumo e irrigação, além de servirem de via de transporte e para carrear para longe o que não era desejável (resíduos e efluentes). Não é surpreendente que muitas das grandes cidades atualmente estejam situadas nas bacias de grandes rios, bem em suas margens, como Paris no Sena, Londres no Tâmsa ou São Paulo no Tietê. Porém, essa dissertação não irá se ater aos grandes rios e grandes bacias hidrográficas, que por mais que degradadas, seus cursos d'água são impossíveis de serem ignorados, mas irá lançar olhar para as pequenas bacias hidrográficas e rios que por vezes não são notados ou se perdem em meio a cidade.

3.2 Rios Urbanos no Brasil

Antes de tratar especificamente sobre os rios, é importante levantar algumas questões a respeito das cidades brasileiras. A urbanização no país é recente e muito veloz, tendo seu auge nos anos de 1970 e 1980, devido a um intenso êxodo rural, sobretudo para as metrópoles. Atualmente cerca de 84% da população brasileira é urbana, sendo que no Sudeste esse percentual passa dos 93% (IBGE, 2010). Nesse panorama, as cidades brasileiras cresceram de forma desordenada, com alto índice de ocupações irregulares e com graves problemas de infraestrutura, sobretudo no que diz respeito as questões de saneamento. Atualmente, apenas 52% do esgoto doméstico é coletado, sendo que desse apenas 46% é tratado, segundo dados no Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2017). Os efluentes não tratados são lançados na natureza contaminando sobretudo os corpos hídricos.

3.3 Exemplos de Boas Práticas

3.3.1 Rio Isar – Munique, Alemanha

O Isar é um rio alpino que nasce no Tirol na Áustria e deságua em território alemão, no Rio Danúbio. Quase a totalidade do seu curso de 295 km e de sua bacia hidrográfica de aproximadamente 9.000 km² está dentro das fronteiras da Baviera. A capital do estado Munique cresceu e se desenvolveu às margens do Isar. É este trecho de intercessão entre a cidade e rio que esta dissertação aborda, mais especificamente nos 8 km que receberam intervenções de renaturalização.

Segundo Arzet e Joven (2012) a ideia de renaturalização do Rio Isar no trecho de Munique remonta do início dos anos 1990. Nesse período, a questão era melhorar a qualidade das águas. Atualmente, o Plano Isar foca na proteção contra inundações, na recuperação da paisagem fluvial próxima à natural e nos usos recreativos e de lazer (Arzet e Joven, 2012). Ainda segundo os autores, o projeto de renaturalização foi lançado em 1995 pela Agência Bávara de Gerenciamento de Águas em parceria com a Cidade de Munique, com o slogan “Vida nova para o Rio Isar”. Os trabalhos se iniciaram no ano 2000 e, até então 2012, a cidade e o estado haviam investido aproximadamente 28 milhões de euros no projeto, que se estende por 8 km, da fronteira sul até o centro da cidade, no Deutsche Museum, na Ilha do Museu. (Arzet e Joven, 2012).

Segundo Porta (2013), o trecho que recebeu as intervenções foi dividido em cinco partes. As quatro primeiras foram projetados dentro do departamento técnico da Agência de Águas, a WWA e na última, um trecho mais urbano no centro da cidade, os planejadores convocaram um concurso público realizado em 2003, a fim de obter o apoio popular e equilibrar as medidas de renaturalização com o uso lúdico do Rio. Isso se deu pelas peculiaridades desse trecho, com aproximadamente 2000 m de extensão, que tinha na sua área de inundação pontes, memoriais e equipamentos de infraestrutura urbana, além de um braço de rio conhecido como “kleine Isar” (O pequeno Isar) muito usado pela população para a recreação. A proposta ganhadora, da equipe da Paisagista Irene Burkhardt, foi atacada duramente pela opinião pública, sobretudo, por usar concreto aparente e ter um aspecto pouco natural. Então, foi decidido que um novo projeto seria elaborado pela equipe ganhadora em conjunto com a equipe que ficou em segundo lugar, em estreita comunicação com o poder público e a sociedade civil (Porta, 2013).

Segundo Porta (2013), ao todo foram gastos aproximadamente 35 milhões de euros em todo o projeto de renaturalização do Isar, sendo 45% dos recursos advindos da municipalidade e 55% provenientes do estado da Baviera. Devido às técnicas empregadas que preconizaram o uso de pedras naturais, também há um custo de manutenção, pois algumas estruturas são danificadas pelas cheias do rio. Entretanto, a população de Munique se diz satisfeita com os resultados obtidos.



Figura 7: Trecho Urbano do Isar Antes da Renaturalização.

Fonte: Arzet e Joven, 2012



Figura 8: Trecho Urbano do Isar Depois da Renaturalização.

Fonte: Arzet e Joven, 2012

Segundo Porta (2013), as intervenções no Isar foram possíveis porque foi respeitado um espaço livre de edificações de ao menos 150 metros ao longo do trecho urbano do rio, apesar das obras de canalização realizadas no século XIX. Este fato criou uma situação ideal para a renaturalização, diferente do que ocorre em outras cidades europeias. Nunes (2020) corrobora com a afirmação de Porta (2013) ao se referir as palavras de Walter Binder, onde este afirma que foram reservados espaços ao longo do rio por um antigo governante da cidade.

O exemplo da renaturalização do Isar em Munique, tanto em proporções do rio, quanto no volume de investimentos e organização das instituições responsáveis pelo projeto, é distante da realidade da área de estudos dessa dissertação. Entretanto, a experiência bávara é uma referência no envolvimento da população no projeto, no compromisso com a recuperação dos ecossistemas e sobretudo na valorização do rio como paisagem e espaço público privilegiado. Também ressalta a importância de se manter as margens dos rios livres de edificações, fato que viabilizou o projeto em Munique.

3.3.2 Rio Aburrá – Medellín, Colômbia

O Rio Aburrá é um exemplo latino americano de valorização dos rios na Cidade e Região Metropolitana de Medellín na Colômbia, onde sua bacia hidrográfica foi adotada como unidade de planejamento urbano. O que corrobora para a preservação da bacia hidrográfica de seus corpos hídricos, tendo em vista que matérias como esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, proteção do meio ambiente e uso e ocupação do solo são planejados de forma integrada para toda a bacia.

Atualmente, estão em curso projetos de recuperação de “quebradas”, que são cursos d’água afluentes do rio principal e de suas bacias hidrográficas. Existem projetos em andamento em 19 microbacias, distribuídas por todos os 10 municípios que compõem a região metropolitana de Medellín. As quebradas, que estão recebendo a primeira experiência de recuperação, foram eleitas como prioritárias pela gestão da região metropolitana com ajuda da população. Os projetos de recuperação são voltados para as sub-bacias como um todo, além dos cursos d’água em questão (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).



Figura 9: Distribuição das Intervenções em "Quebradas" Na Região Metropolitana da Medellín.

Fonte: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019

Outro projeto importante na cidade é o “Parques del Río Medellín”, parque linear que valoriza o rio enquanto paisagem e espaço público e promove uma reordenação viária da parte central da cidade, onde é priorizado o transporte público e a mobilidade ativa,

ganhador de prêmios nacionais e internacionais. Além disso, recupera a função de corredor ambiental do rio. Foi planejada a implantação de seis trechos, totalizando 150.000m² de parques (STACHOWSKI, 2020). Até o momento, apenas um dos trechos foi executado, sendo que não há previsão da execução dos demais. O projeto não prevê a renaturalização do rio, que segue retificado, entretanto valoriza-o ao integrá-lo a cidade e recuperar o verde de suas margens usando o mesmo como corredor.

Não foram encontradas mais informações sobre o prosseguimento da implantação do projeto do “Parques del Rio Medellín”, mas em pesquisa em matérias na imprensa local, foram encontrados dois artigos do jornal El Colombiano de 2019 e 2021. Na matéria de 2019, é dito que a segunda do primeiro trecho do projeto está prestes a ser entregue, entretanto não a previsão da execução dos outros 6 trechos, apesar do apoio popular e da opinião de especialistas que recomendam que a implantação do parque deva se tornar uma bandeira da cidade (JIMÉNEZ, 2019). Já a matéria de 2021, pontua que os equipamentos urbanos da área em uso do parque estão em mal estado de conservação, apesar do uso intenso pela população, fato que poderia vir a inibir o uso das pessoas (Se Quejan, 2021). Essas matérias demonstram os desafios da implantação e manutenção de um projeto desse porte num país latino americano, como a Colômbia e o Brasil, permeados por questões políticas e de governança complexas, além de um menor aporte de recursos em comparação a um país desenvolvido economicamente.



Figura 10: Primeiro Trecho Entregue do "Parques del Río Aburrá".

Fonte: JIMÉNEZ, 2019



Figura 11: Modelo do Projeto Original "Parques del Río Aburrá".

Fonte: CABEZAS, 2014

Diferente do caso do Rio Isar, os processos de recuperação fluvial e de valorização do Rio Aburrá ainda estão em processo de desenvolvimento e implantação. Se destaca como

exemplo de boa prática, a gestão da região Metropolitana de Medellín, tendo como unidade de planejamento a bacia hidrográfica, o que permite uma melhor gestão fluvial. A recuperação dos afluentes e o projeto inovador “Parques del Rio” também são uma referência importante a ser analisada futuramente para a implantação desse tipo de projeto no Brasil, não somente pelas suas propostas, mas também para avaliação dos desafios que foram encontrados, já que existem paralelos econômicos e culturais entre os dois países.

3.3.3 Ribeira da Granja – Porto, Portugal

A Ribeira da Granja é um curso d’água localizado na Cidade do Porto em Portugal. Segundo Ferreira (2018), a Ribeira é o maior curso d’água da cidade, com 14,4 km de extensão, dos quais aproximadamente 80% estão tamponados. É afluente do Rio D’ouro e sua bacia hidrográfica ocupa 26% da superfície da cidade, aproximadamente 10,8 km². Pereira (2015) complementa ao afirmar que a Ribeira está inserida completamente em área urbana de alta densidade populacional, recebendo descargas pluviais e resíduos sólidos.

RIBEIRAS DO PORTO



Figura 12: Ribeiras do Porto.

Fonte: GONÇALVES E MALHEIROS, 2018

Em 2006, a Empresa Municipal de Águas e Energia do Porto assumiu a gestão dos rios e ribeiras do município, com a perspectiva de sua proteção e valorização. Considerando importante o destamponamento dos cursos d'água, sempre que possível, convertendo zonas cinzas em zonas verdes, com benefícios hidráulicos, ambientais e para a qualidade de vida na cidade. Tendo-se em vista que os rios e ribeiras assim como suas margens são um sistema de corredores naturais com importância ecológica que em ambientes urbanos estão fortemente alterados (Águas e Energia do Porto, EM, 2022).

A companhia tem realizado nos últimos anos ações que visam a requalificação dos rios e ribeiras da cidade, conciliando o uso urbano e natural. As intervenções estão sendo desenvolvidas em fases e tem como objetivo subjacente a criação de um “continuum naturale” (corredor) que promova a conectividade de diversos fragmentos. Estão sendo empregadas técnicas construtivas de bioengenharia com soluções baseadas na natureza, que potencializam a função ecológica, hidrológica e paisagística. Entre os trechos que já sofreram intervenções, destacam-se: Ramalde do Meio, Requesende, Viso e Pinheiro Torres na Ribeira da Granja; troço do Outeiro na Ribeira da Asprela; e o Parque Oriental no Rio Tinto (Águas e Energia do Porto, EM, 2022).

A intervenção de renaturalização mais significativa na Ribeira da Granja foi realizada na Freguesia de Ramalde na localidade conhecida como Quinta do Rio e finalizada no ano de 2012 (Figura 13 e Figura 14). Segundo publicações do Jornal Local Porto (RIOS, 2011) e da ONG Umanitat (NUNES, 2018), foram destamponados 300 metros do curso d'água com a utilização de técnicas de engenharia natural para a estabilização dos taludes. Além disso, foi recuperada a vegetação ciliar e instalados equipamentos urbanos nas margens, como uma via de pedestres e uma ciclovia. Em relato dado a ONG Umanitat (NUNES, 2018), o engenheiro Pedro Teiga, consultor no projeto de renaturalização das linhas de água da enseada do Porto, afirma que diminuiu a ocorrência de inundações em moradias próximas as áreas que receberam as intervenções. Outra publicação do Portal de Noticias Porto Ponto (PEIXES, 2021) anuncia uma ação de soltura de peixes, realizada em setembro de 2021, por pesquisadores de diversas instituições a fim de recuperar a fauna da Ribeira da Granja.



Figura 13: Obras de Destamponamento em Ramalde do Meio.

Fonte: RIOS, 2011



Figura 14: Trecho Renaturalizado da Ribeira da Granja em Ramalde do Meio.

Fonte: PEIXES, 2021.

Em contraponto às publicações que retratam o sucesso das intervenções na Ribeira da Granja, matéria do Jornal ETC. e TAL! (GONÇALVES e MALHEIROS, 2018) denuncia a poluição das águas da ribeira no trecho renaturalizado em Ramalde do Meio. Segundo o periódico, os moradores se queixam do mau cheiro vindo do rio. Também foi relatado que, em determinados períodos, ocorre um tingimento das águas. As origens da poluição, até a data da publicação, eram motivo de controvérsia entre especialistas e autoridades, não havendo consenso se era gerada por efluentes industriais ou por esgotos domésticos. O fato relatado revela a existência de desafios a serem enfrentados em projetos de recuperação de rios urbanos.

Analisando as informações obtidas sobre o processo de recuperação na Ribeirada da Granja, conclui-se que o processo ainda é incipiente, tendo em vista a bacia hidrográfica como um todo, sendo as ações limitadas a trechos específicos da ribeira. Entretanto, é notável que há importância a nível de experimentação, além do valor simbólico das intervenções, que mesmo pontuais tem tido efeitos positivos do ponto de vista hidráulico, ambiental e urbanístico.

A experiência portuense de recuperação da Ribeira da Granja pode contribuir com futuros projetos de renaturalização de rios na área de estudos dessa dissertação, posto que em ambas as cidades os rios se encontram tamponados e por vezes passando em meios de quadra, além das bacias hidrográficas e os cursos d'água terem porte parecido. Também deve-se levar em consideração a herança portuguesa na ocupação do território, na urbanização e na cultura brasileira, sobretudo em Niterói, que se tornou cidade no período que a Família Real Portuguesa governava o Império a partir do Rio de Janeiro.

4 ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso foram escolhidas as sub-bacias hidrográficas, inseridas na Região de Planejamento das Praias da Baía do Município de Niterói (RPB) e que tem suas águas drenando para a Baía de Guanabara. São estas: a Bacia Hidrográfica do Canal de São Francisco; a Bacia hidrográfica do Centro de Niterói; a Bacia Hidrográfica do Rio Icaraí; e as Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara. A RPB também engloba áreas que drenam para o oceano atlântico, entretanto estas não farão parte do estudo por serem uma parcela pequena do território da região, além de não apresentarem relatos de problemas de drenagem e por não possuírem cursos d'água longos. Ainda estão majoritariamente inseridas em área militar de acesso restrito. A Figura 15 apresenta o mapa das sub-bacias citadas e a delimitação da Região das Praias da Baía.

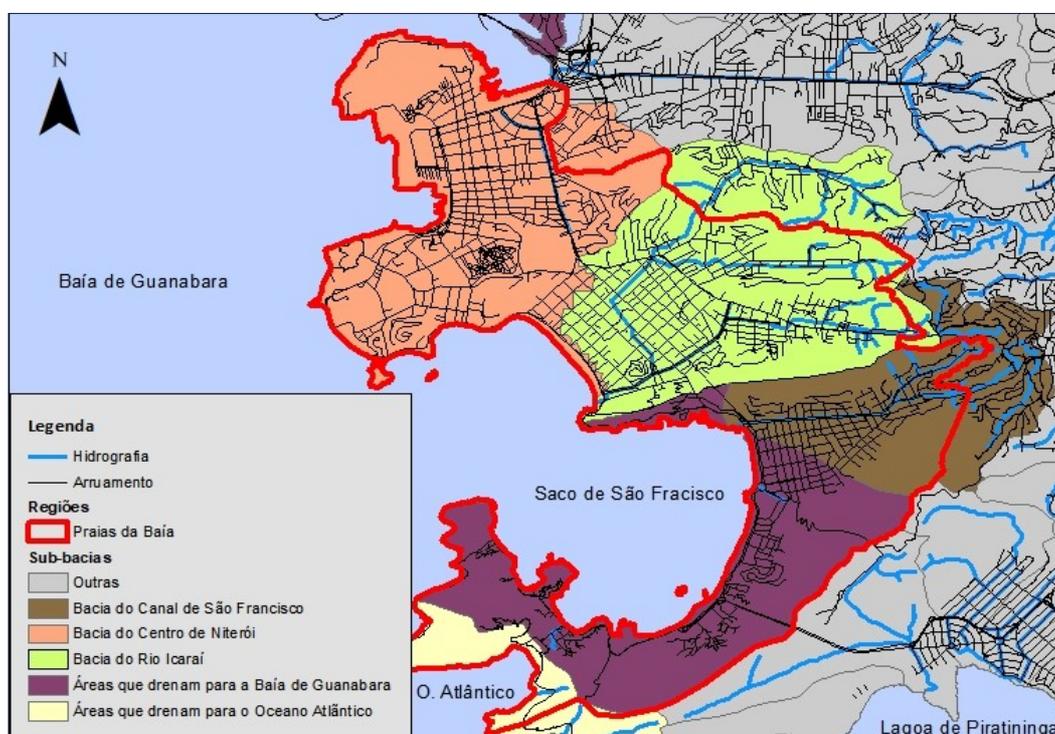


Figura 15: Mapa da Área da Estudos

Fonte: Feito Pelo Autor com Dados SIGeo Niterói

É importante ressaltar que as bacias hidrográficas do Canal de São de Francisco e do Rio Icaraí são sub-bacias hidrográficas da Bacia da Baía de Guanabara, sendo que cada uma possui um curso d'água principal que recebe a drenagem de toda sua área. A Bacia do Centro de Niterói e as Áreas que Drenam para a Baía de Guanabara englobam diversas microbacias, sendo que algumas são compostas por um único rio efêmero. A divisão

detalhada de cada uma dessas microbacias é abordada no tópico Diagnóstico das Bacias Hidrográficas desta dissertação.

A Região das Praias da Baía possuiu 191.464 habitantes, sendo a região mais populosa do município com 41,7% da sua população total (IBGE, 2010), abrangendo um total de 17 bairros, sendo estes: Bairro de Fátima, Boa Viagem, Cachoeira, Centro, Charitas, Gragoatá, Icaraí, Ingá, Jurujuba, Morro do Estado, Pé Pequeno, Ponta d'Areia, Santa Rosa, São Domingos, São Francisco, Viradouro e Vital Brasil. Entretanto, os limites físicos das bacias não coincidem com o limite da RPB, como pode ser observado na Figura 15. Portanto, a área de estudo não ficará restrita apenas a esses bairros citados, mas também estarão inseridos integralmente ou parcialmente outros bairros.

4.1 Metodologia

O estudo de caso está dividido em cinco etapas principais. Inicialmente foi realizado um levantamento histórico dos cursos d'água das bacias hidrográficas da Região das Praias da Baía, incluindo um mapa com a reconstituição dos mesmos. Em sequência, foram delimitadas as bacias hidrográficas e suas sub-bacias. Posteriormente foi realizada uma análise da legislação vigente que incide sobre as sub-bacias. Ainda como etapa metodológica, foi realizado um diagnóstico das bacias através da realização de um levantamento de uso e cobertura do solo com uso de imagens de satélite. Por fim foi proposta uma série de ações de planejamento a fim de valorizar os rios como paisagem e melhorar a qualidade ambiental e urbanística das suas bacias hidrográficas. As cinco etapas metodológicas são melhor descritas nos tópicos seguintes.

4.1.1 Levantamento Histórico dos Cursos D'Água da Área de Estudos

Nessa etapa foi realizado um levantamento histórico com base na cartografia antiga e nos relatos presentes em Wehrs (1984), uma das poucas obras que se aprofundam na história da Cidade de Niterói.

Foi realizada uma pesquisa remota, sobretudo em acervos de bibliotecas e órgãos governamentais. Da cartografia histórica, foram encontrados mapas que apresentam informações pertinentes à pesquisa na área de estudo. São estes: a Planta Topográfica da Cidade de Niterói levantada por oficiais engenheiros (Portugal, 1833); a Planta da Cidade de Nictheroy (Nictheroy, 1844); e o Mapa de Niterói, encartado no Atlas do Estado do Rio de Janeiro de 1933, levantado pelo Serviço Geográfico do Exército (Nictheroy, 1933). Os dois primeiros foram encontrados na Biblioteca Digital Luso-Brasileira e o último

no perfil oficial do Arquivo Nacional do Brasil no site flickr.com. O material foi analisado do mais antigo para o mais recente, afim de identificar o traçado dos cursos d'água, assim como seus nomes.

Através das descrições do livro "Niterói Cidade Sorriso: A História de um Lugar" (Wehrs, 1984), foi possível identificar os cursos d'água, suas toponímias e também o terreno onde atualmente é a Região das Praias da Baía. As descrições do texto também foram comparadas à cartografia histórica levantada e com a cartografia atual (Google Earth) e redigido um texto com as informações levantadas.

Com base na cartografia levanta na etapa anterior, foi feito um mapa com a reconstituição do provável traçado da hidrografia antes da urbanização. Para tal foi usado o Software ArcMap, onde foram adicionadas as camadas de arruamento, das sub-bacias hidrográficas, da hidrografia e abairramento do município de estudo. Todos os arquivos estavam georreferenciados no sistema de coordenadas geográficas WGS84¹³, sendo adquiridos no Sistema de Gestão de Geoinformação da Prefeitura de Niterói (<http://sigeo.niteroi.rj.gov.br/>).

Para realizar a comparação das informações atuais com os dados históricos, foram adicionados, como imagens *raster*, os mapas históricos Nictheroy (1844) e Nictheroy (1933). Estes foram escolhidos por terem o arruamento da época bem representado, sendo que os bairros de Icaraí e Santa Rosa mantiveram os traçados sem grandes modificações até o presente. Por este motivo, ambas as imagens foram georreferenciadas, utilizando como pontos notáveis esquinas, confluências e mudanças de direção das ruas desses dois bairros, de modo que o arruamento das imagens *raster* coincidissem o melhor possível com a camada do arruamento atual em *shapefile*. Mesmo havendo discrepância de alguns metros em alguns pontos, foi possível determinar onde era o leito dos rios no passado, sobretudo na parte baixa da bacia hidrográfica, onde é mais difícil determinar as linhas de drenagem naturais por conta da baixa declividade.

Foram desenvolvidos arquivos vetoriais, também no sistema de coordenadas WGS84, onde foram definidos o "Rio Icaraí 1933", o "Córrego Viradouro 1933", o "Rio Cubango 1933" e seus afluentes, e ainda o "Rio Calimba 1984" e o "Rio Calimba Atual", tendo em vista que esse último se encontra bem próximo do curso original.

13 Apesar dos dados oficiais priorizarem o sistema de coordenadas em SIRGAS 2000, foi utilizado em todos os mapeamento o sistema WGS84 (mais antigo), pois muitos dos dados tanto recentes quanto antigos de Niterói ainda estavam neste sistema.

Por fim as camadas com os arquivos do traçado dos rios antigos, foram colocadas sobre as camadas do arruamento atual, da delimitação dos bairros e das sub-bacias hidrográficas para comparar o traçado dos rios original e o traçado atual.

4.1.2 Delimitação das Bacias Hidrográficas da RPB

Nessa etapa foi desenvolvido um mapa com a delimitação das bacias hidrográficas da área de estudo, com uso do software ArcGIS®. Foi utilizada a divisão oficial das sub-bacias fornecidas pela prefeitura através do site SIGeo Niterói, no formato shapefile. Foi adicionada a camada de arruamento (logradouros), hidrografia, limite das regiões administrativas e limite municipal, além da topografia em escala 1:25.000 do IBGE para o estado do Rio de Janeiro. As bacias do rio Icaraí e do Rio Santo Antônio (oficialmente bacia do canal de São Francisco), estavam devidamente delimitadas. Entretanto, ao observar as feições do terreno e a topografia da Bacia do Centro de Niterói e das Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara, foi constatado que as mesmas são sub-bacias convencionadas, formadas por várias pequenas bacias hidrográficas. Portanto, foi realizada a divisão dessas sub-bacias em microbacias.

Para a delimitação das microbacias contidas na Bacia do Centro de Niterói e das Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara, inicialmente foi adicionado um Arquivo de Pontos com coordenadas e elevação para todo o município, adquirido no portal SIGeo Niterói. Posteriormente transformado em Modelo Digital de Terreno (MDT) no formato de imagem *raster*. Esse MDT foi processado gerando um *raster* com as direções de escoamento para todo o município. O arquivo anterior, usando da Ferramenta Flow Accumulation, foi processado gerando um arquivo *raster* com as linhas de acumulação de fluxo gerados pela topografia, ou seja, os talwegues com maior possibilidade de terem cursos d'água superficiais. A partir daí, foi gerado um arquivo de pontos para o final das linhas de concentração, com base no *raster* de direção de fluxo e nos pontos foram gerados arquivos *raster* com as áreas que drenam para cada ponto criado.

Para finalizar a delimitação dessas microbacias foi usada a topografia RJ 1:25.000, onde foram identificados os divisores de água através de suas feições. No ArcCatalog para cada microbacia foram criados arquivos shapefile poligonais com o sistema de coordenadas WGS1984, o mesmo dos arquivos do SIGeo Niterói. Os nomes das bacias foram escolhidos com base em referências atuais e históricas que as relacionem com o local ou com cursos hídricos. Foram identificadas seis microbacias dentro da Bacia do

Centro de Niterói apresentadas na Figura 30. Já nas Áreas que Drenam para a Baía de Guanabara foram identificadas dez microbacias apresentadas na Figura 32. Para finalizar foram elaborados mapas para cada uma das sub-bacias as delimitando.

4.1.3 Levantamento do Quadro Legal

Foram levantadas as leis urbanística e ambientais do município, em especial a Lei Orgânica e o Plano Diretor, com a finalidade de se traçar um panorama da legislação que corrobora, ou não com a preservação dos rios urbanos e o planejamento tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

4.1.4 Diagnóstico das Bacias da RPB

Foi levantada a hidrografia disponível da região de estudo disponível no site da Prefeitura de Niterói e base do INEA (RJ) e os arquivos foram sobrepostos à delimitação das bacias hidrográficas. Também foi feita uma comparação da hidrografia atual com a disponível em mapas históricos e artigos científicos, além de incursões de campo a fim de identificar córregos atualmente ocultos não representados nos dados oficiais.

Através dos conceitos da Ecologia da Paisagem, de matriz, de corredor e fragmentos, além da observação dos mapas de uso e cobertura do solo gerados, das imagens de satélite de maior resolução espacial (Google Earth) e visitas de campo, foram identificadas as unidades de paisagem contidas em cada uma das bacias hidrográficas, identificando a matriz, os fragmentos e os corredores detectáveis por sensoriamento e os apenas detectáveis em campo.

Encerrando a etapa de diagnóstico, foram definidos, com bases em relatos de jornais e constatações em campo, alguns pontos críticos de alagamentos nas bacias hidrográficas de estudo.

4.1.5 Propostas de Planejamento Para Intervenções nos Rios e Bacias Hidrográficas da Região das Praias da Baía

Na etapa de proposições é apresentada uma proposta para a conformação da Região de Planejamento das Praias da Baía, com o propósito de abranger toda a área de suas bacias hidrográficas nesta unidade de planejamento. Para isso foram usados os limites da

região e dos bairros fornecidos pela prefeitura e comparados com a delimitação das bacias hidrográficas feitas anteriormente.

Com base no conceito de fragmentos, da Ecologia da Paisagem e nos conceitos de infraestrutura verde e valorização da paisagem é proposta a implantação de jardins de infiltração e outros elementos permeáveis, principalmente em espaços públicos, com a finalidade de diminuir a impermeabilização do solo das bacias hidrográficas. Assim é possível reduzir a vazão nos cursos d'água em eventos de chuvas severas, sobretudo nos pontos críticos analisados anteriormente.

Ainda foi proposta a implantação de reservatórios de retenção com objetivo de diminuir as ondas de cheia nos pontos críticos avaliados. Foram escolhidas áreas de vazios urbanos ou subutilizadas para a implantação dos reservatórios, que desempenham não apenas a função hidráulica, mas também de valorização da paisagem e do espaço público, buscando enquadrar essas áreas como elementos estruturais-funcionais do tipo fragmento. Com base nos dados obtidos na etapa de cálculo de vazões dos pontos críticos foi aplicado o Método de Puls Modificado, para avaliar o volume detido e a diminuição da onda de cheias.

Na sequência, foi feita uma proposta de planejamento para requalificação dos rios urbanos da área de estudo, dividida em etapas de curto, médio e longo prazo. As medidas têm como finalidade valorizar os rios enquanto paisagem e recuperar seus serviços ambientais, tendo como fundamento resgatar a função dos cursos d'água enquanto elementos estruturais-funcionais do tipo corredor. Sendo não apenas condutos de drenagem de águas pluviais, mas também corredores verdes ligando fragmentos e podendo ser conciliada a função de deslocamento de pedestres e ciclistas.

Por fim, foram propostas medidas para eliminação de lançamento de esgotos domésticos nos cursos d'água, seja de maneira direta ou indireta por meio de ligações irregulares na micro drenagem. As medidas são fundamentadas na legislação em âmbito nacional e municipal.

4.2 Levantamento Histórico dos Cursos D'Água da Área de Estudos

Este item se propõe estabelecer uma conexão com o passado como preconiza Lynch (1972), tendo em vista que a cidade foi erguida sobre um ambiente natural. Compreender a geografia da região anterior à ocupação humana, pode dar pistas para encontrar as causas e dar soluções para problemas de drenagem e sobretudo desvelar a existência de rios atualmente tamponados e invisíveis.

A descrição do território será feita com base nos bairros e arruamento atual afim de facilitar a espacialização no contexto presente.

4.2.1 Centro

A ocupação do centro de Niterói é uma das mais antigas da cidade. Segundo Campos (2004), a localidade que a época se chamava Praia Grande, foi escolhida como sede da nova Vila Real da Praia Grande, criada em 1819. A escolha foi feita em detrimento de São Domingos, primeiro local a ser cogitado como sede da nova Vila, pois a Praia Grande possuía espaço mais amplo e plano, além da proximidade do porto. Já em 1820, foi feito um plano de arruamento (Figura 16), com ruas retílineas em tabuleiro de xadrez, o qual foi implantado e seu traçado se mantém até os dias atuais com poucos acréscimos.

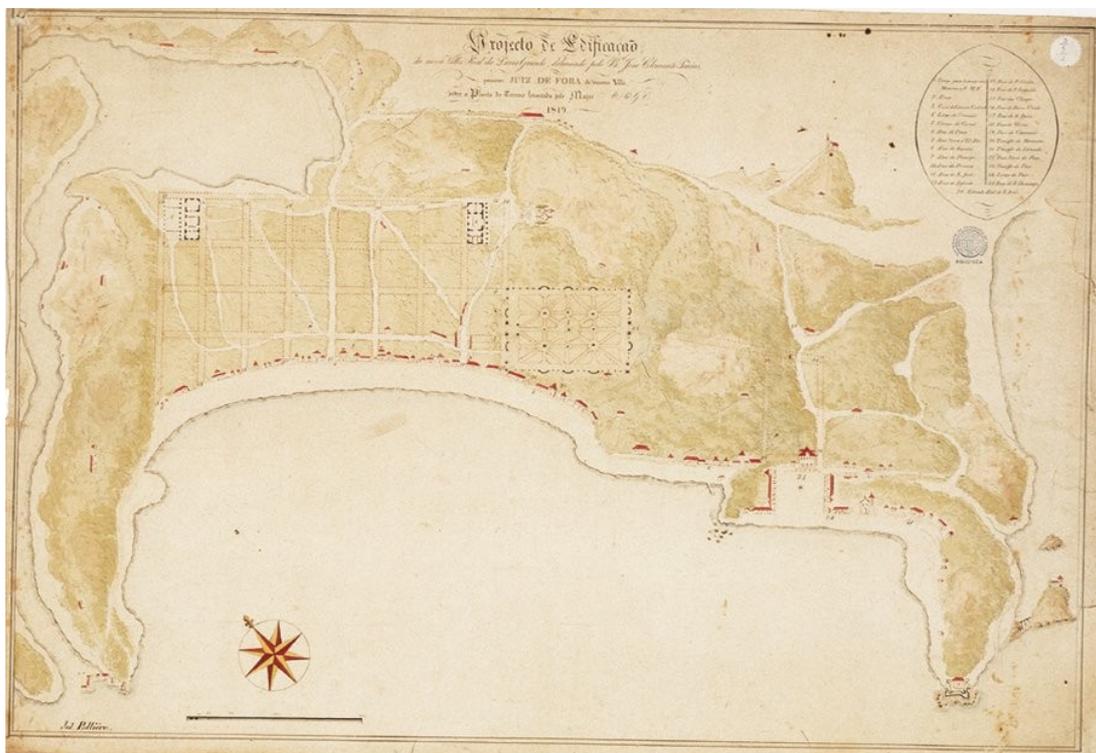


Figura 16: Projeto de Edificação da Vila Real da Praia Grande 1819.

Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

São escassos os relatos de como era o terreno e quais rios passavam na região, entretanto observando a Planta da Cidade de Nictheroy de 1841 (Anexo 2), pode-se observar a existência do Rio dos Passarinhos (Figura 17), que descia do Morro de São Lourenço onde atualmente fica o Bairro de Fátima, cruzando a Av. Marques do Paraná e descendo paralelo à Rua Coronel Gomes Machado, fazendo uma curva logo após o Morro da Caixa D'água, onde atualmente fica o Parque das Águas, tomando a direção de sua foz na Enseada de São Lourenço, que foi praticamente toda aterrada nos anos 1930.



Figura 17: Detalhe Rio dos Passarinhos, Planta da Cidade de Nictheroy de 1841

Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

O Plano da Cidade do Rio de Janeiro de 1780 (Anexo 3) retrata um córrego no canto esquerdo da Praia Grande vindo da direção da Ponta da Areia (Figura 18), entretanto não foram encontrados relatos ou outras representações desse curso d'água na cartografia.



Figura 18: Curso D'água Canto da Praia Grande, Plano da Cidade do Rio de Janeiro, Leão (1780)

Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

4.2.2 Ingá, Boa Viagem e São Domingos

Comparando o Mapa de Niterói, encartado no Atlas do Estado do Rio de Janeiro de 1933 (Anexo 4), com um levantamento cartográfico atual, pode-se observar que a costa da Ponta do Ingá, foi bastante modificada, devido aos aterros feitos durante o século XX. Entretanto, em ambos os mapas, não é possível identificar cursos d'água. Para tal, recorre-se as descrições de Wehrs (1984). Segundo o autor, no bairro do Ingá, onde atualmente está situada a quadra delimitada pelas ruas Dr. Nilo Peçanha, Pereira Nunes, Presidente Pedreira e a Praia das Flechas, em seu centro corria um rio que tornava a área alagadiça, com vegetação típica de brejos, dentre as quais havia abundância da planta conhecida como flecha, sendo este um dos prováveis responsáveis pela toponímia da Praia das Flechas. O Autor também se refere ao “Plano Topográfico do Porto e Entrada do Rio de Janeiro e Seus Oredores”, de 1878 (Anexo 5), onde o curso d'água em questão é representado com o nome de “Aroyo Ingá”, o mapa disponível num pequeno encarte na publicação tem baixa qualidade de impressão o que dificulta a leitura e observação do traçado do rio. Entretanto, no “Plan de la baie de Rio de Janeiro d'après un manuscrit portugais” de Manoel Vieira Leão de 1810 (Anexo 6), o Arroio do Ingá é representado com bom detalhamento, porém sem ter seu nome grafado (Figura 19).



Figura 19: Arroio do Ingá, Detalhe do Plan de la baie de Rio de Janeiro d'après un manuscrit portugais de Manoel Vieira Leão de 1810

Fonte: Bibliothèque Nationale de France

Em Wehrs (1984) entre as páginas 168 e 169, se encontra um pequeno encarte com um detalhe do Mapa de 1838 do engenheiro Carlos Rivière (Figura 20), que mostra o Largo de São Domingos, onde atualmente fica a Praça da Cantareira, e as ruas do entorno. Um detalhe que chama atenção é a presença de um banco de areia que se estende desde onde atualmente está a referida praça até a Rua Professor Hernani Pires de Mello, o que fornece pistas de como era o terreno do local. Outro detalhe é a presença de um canal, que aparenta ligar um pequeno lago ou área alagadiça ao mar, neste está grafado “Direção da Valla de Esgotamento”, o que sugere ser um canal artificial, entretanto seu curso tortuoso pode indicar que foi aproveitado um curso d’água natural.



Figura 20: Detalhe, Largo de São Domingos, Mapa do engenheiro Carlos Rivière 1838

Fonte: Wehrs (1984)

4.2.3 Icaraí, Santa Rosa e Vital Brasil

Segundo Wehrs (1984), com base em relato de 1808, onde atualmente é o bairro de Icaraí, existia um grande areal, que se estendia da praia até as proximidades da atual Rua Santa Rosa, que era coberto por pitangueiras, cactos e vegetação rasteira. Havia dois caminhos que percorriam o território da então Fazenda de Icaraí, que em um dado ponto se juntavam. Estes cruzavam terreno ora alagadiço, ora arenoso, ao se encontrarem, atravessavam o rio que tinha o mesmo nome da fazenda. A descrição é condizente com um bioma de restinga, sugerindo o tipo de terreno no qual o bairro foi erguido.



Figura 21: Detalhe, Planta Topográfica da Cidade de Niterói levantada por oficiais engenheiros, de 1833, São João de Carahy, Seus Caminhos e Rio.

Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

A iconografia histórica também retrata essa área na Planta Topográfica da Cidade de Niterói levantada por oficiais engenheiros, de 1833 (Anexo 7). Nesta, estão representados os dois caminhos relatados por Wehrs (1984) e o traçado do Rio Icaraí à época (Figura 21). Esta carta foi usada como base para a Planta da Cidade de Niterói de 1844 (Figura 22) que segundo Campos (2004) retratava o projeto de melhoramento na região do Ingá e o Plano de Arruamento da Cidade Nova de Icaraí, aprovado em 1841. Este Plano, além da implantação das vias e das quadras, previa a retificação do Rio Icaraí.

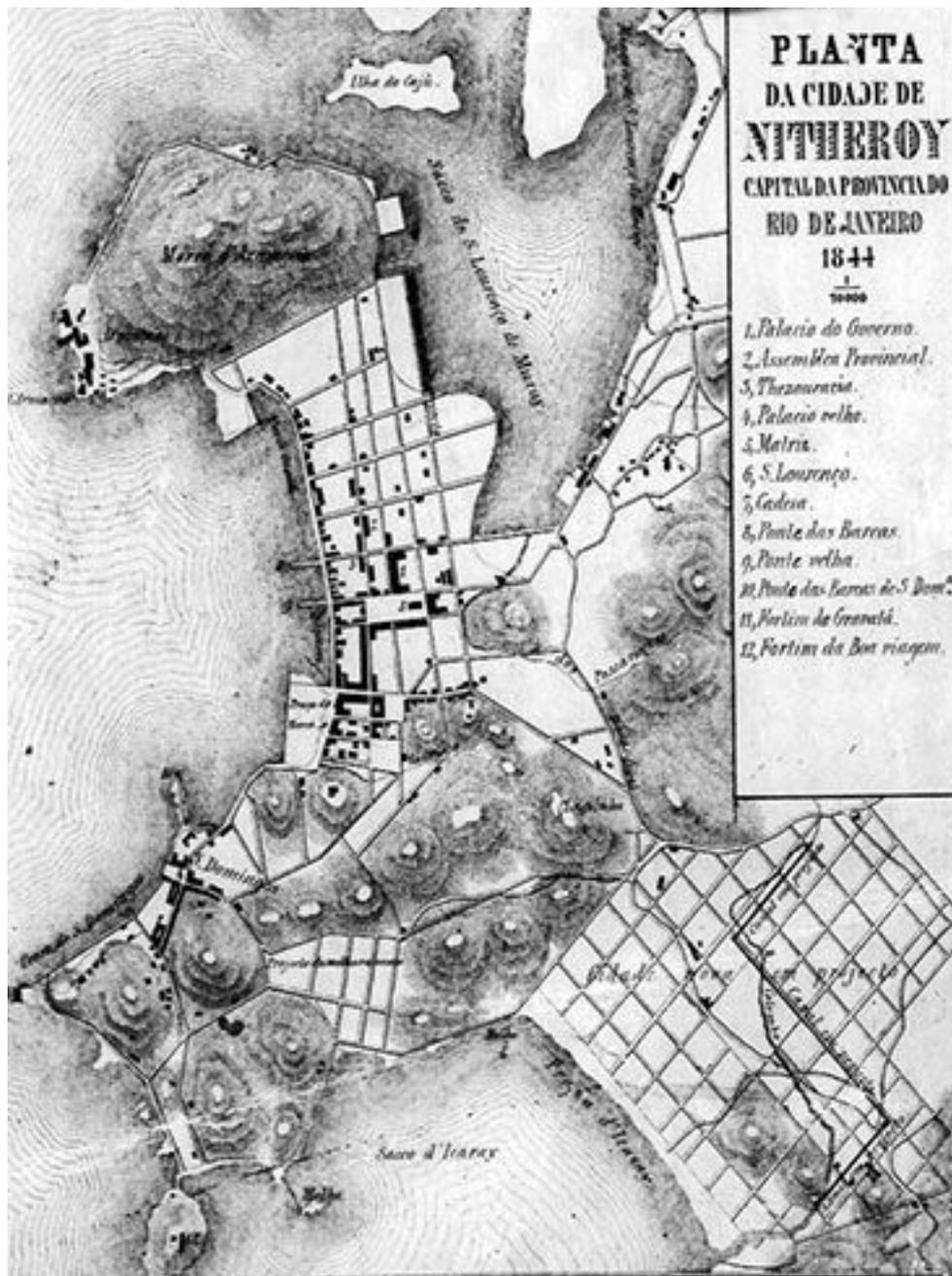


Figura 22: Planta da Cidade de Nitheroy 1844

Fonte: Campos 2004

Segundo Wehrs (1984) no campo de São Bento havia um “grande lodaçal”, área de charcos, por onde passava o Rio Calimbá, que vinha da Fazenda da Boa Vista, paralelo a Rua do Cubango, atualmente Rua Noronha Torrezão. Mais a frente, o curso d’água recebia o nome de Rio Icaraí. Nessa área alagadiça, um córrego menor vindo de Santa Rosa se encontrava com o principal. A área do Campo de São Bento foi aterrada entre 1882 e 1883, com intuito de sanear a região. Posteriormente, no início do século XX, foi implantado o Parque Prefeito Ferraz, sendo atualmente tombado como patrimônio

histórico. Ainda segundo Wehrs (1984), onde atualmente fica o bairro de Santa Rosa, era uma área de plantações, chácaras e fazendas, cortada por um riacho que descia do Viradouro.

Nos relatos históricos e na própria cartografia, pode haver divergências, portanto, sempre que possível, deve se consultar mais de uma fonte. No caso do relato do parágrafo anterior, tem-se a Planta da Cidade de Nitheroy de 1841, para estabelecer uma comparação. Nessa carta o Rio Calimbá é representado vindo da área da antiga Fazenda da Boa Vista. Entretanto, diferente do relato, este encontra com o Rio Icaraí, vindo paralelo ao Morro da Viração. A confluência ocorre próximo à esquina da Rua Brasília, atual Geraldo Martins, com a Rua Manuel de Frias, atual Rua Dr. Paulo César (Figura 23). O encontro desses rios ainda pode ser observado nesse mesmo ponto a partir da vista aérea do local (Figura 24).



Figura 23: Detalhe Confluência dos Rios Icaraí e Calimbá, Planta da Cidade de Nitheroy 1844.

Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

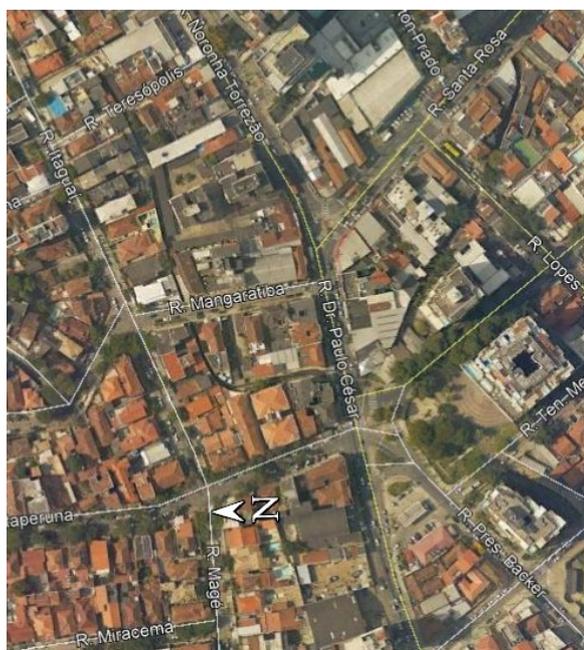


Figura 24: Confluência dos Rios Icaraí e Calimbá (atual).

Fonte: Google Earth, 2021

Já no Mapa de Niterói (1933), é possível identificar o córrego vindo do Viradouro, descrito por Wehrs (1984) que se encontra com o Rio Icaraí próximo da atual Av. Sete de Setembro. Entretanto, o Rio Calimbá não é representado na mesma. Essa carta possui boa precisão e tem representado o arruamento, bem próximo do atual, enquanto o traçado tortuoso dos rios representados indica que os mesmos ainda não haviam



Figura 25: Recorte, Mapa de Niterói 1933, Rio Icaraí e Afluentes.

Fonte: Museu Nacional

recebido grandes intervenções de retificações até este período. Portanto essa é uma indicação do seu curso natural (Figura 25).

No Plano da Cidade do Rio de Janeiro de 1796 (Anexo 8) é possível observar um córrego que deságua na praia de Icaraí (Figura 26), localizado no canto oposto à foz do Rio Icaraí (também representado neste mapa). Não foram encontrados outros mapas que representem esse curso d'água nem relatos que o descrevam ou revelem sua toponímia.



Figura 26: Detalhe: córrego no canto da Praia da Icaraí na Planta da Cidade do Rio de Janeiro, Rangel (1796).

Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

4.2.4 São Francisco e Charitas

O Bairro de São Francisco possui um curso d'água que atualmente é chamado Canal de São Francisco, devido ao nome da praia onde deságua e ao bairro que atravessa. Atualmente é totalmente canalizado e divide as pistas da Av. Presidente Roosevelt e também é amplamente representado na cartografia histórica, mas geralmente sem ter seu nome registrado. Entretanto, no “Plano de Hua Parte da Baía do Rio de Janeiro” de 1796, de José Corrêa Rangel de Bulhões, disponível em Wehrs (1984), este curso d'água está representado como Rio de Santo Antônio, sendo possível observar que o mesmo tem uma confluência com outro curso d'água. Na mesma carta é possível observar a presença do pequeno Rio Tabuatá desaguardo no outro extremo da Praia de São Francisco. Segundo Wehrs (1984), o rio ficava próximo ao marco das terras dos jesuítas, onde na sua face posterior, tinha seu nome grafado como Rio Taubaté.

No Mapa de Niterói do Atlas do Estado do Rio de Janeiro de 1933, é possível observar o Rio de Santo Antônio sem retificações antes da construção da Av. Presidente Roosevelt,

tais quais seus afluentes e sua nascente mais distante, no sopé do Morro de Santo Inácio, onde atualmente se situa o Bairro de Maceió (Figura 27). No mesmo mapa, próximo a foz do rio descrito, na praia de São Francisco, está representada uma área alagadiça.



Figura 27: Detalhe, Mapa de Niterói 1933, São Francisco, Alagado Costeiro e Seus Rios

Fonte: Museu Nacional

No bairro de Charitas, não são representados rios na cartografia histórica anterior ao século XX. Entretanto sempre é destacado o Monte da Bica, onde atualmente se encontra a comunidade do Preventório. Segundo Wehrs (1984), na Praia de Areia Grossa, atualmente o canto esquerdo da praia de Charitas, havia uma nascente, sendo que o nome do morro confirma a localização da mesma, que era apontada como uma alternativa para abastecer navios com água doce, devido a escassez de água no Rio de Janeiro. Já no Mapa de Niterói do Atlas do Estado do Rio de Janeiro de 1933, há um córrego representado na praia de Charitas a aproximadamente 500m à sul do promontório onde atualmente fica a Praça do Rádio Amador (Figura 28).



Figura 28: Detalhe, Mapa de Niterói 1933, Córrego Praia de Charitas.

Fonte: Museu Nacional

4.2.5 Mapa da Reconstituição dos Rios da Área de Estudo

A partir dos dados históricos analisados anteriormente, utilizando a metodologia descrita no tópico 4.1.1 desta dissertação, foi possível desenvolver um Mapa de Reconstituição dos rios e seus afluentes principais presentes na área de estudo (Figura 29).

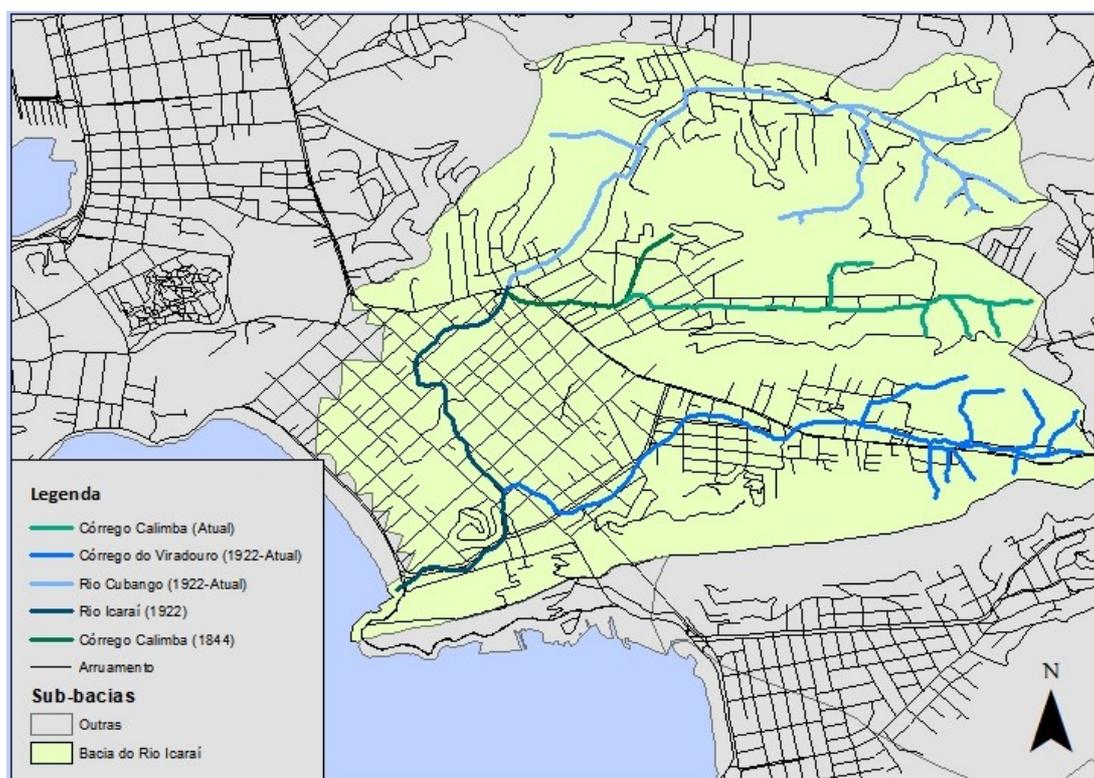


Figura 29: Mapa da Reconstituição dos Cursos D'Água da Bacia do Rio Icaraí

Fonte: Feito Pelo Autor

4.3 Levantamento do Quadro Legal

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (Constituição Federal 1988, Art 225.)

A Constituição Federal de 1988, documento soberano que rege toda a ordenação jurídica do Brasil, determina no artigo citado que é dever da coletividade e do poder público preservar o meio ambiente. No inciso primeiro do mesmo complementa ao determinar que para que isso seja cumprido incumbe ao poder público: “preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas (Brasil, 1988)”. Sendo esta a premissa básica que deve orientar as ações do estado frente ao meio ambiente.

Segundo Araujo, Leite e Holzer (2019), em âmbito federal, tanto o código florestal lei 12.651/2012 considera os rios “recurso e patrimônio ambiental” e institui as APP’s com uma faixa mínima de 30 metros de cada lado dos rios afim de proteger as suas margens a fins de preservação ambiental. Já lei 6.766/1979, com fins de ordenamento urbano determina que é área não edificante uma faixa de 15 m de cada lado das “águas correntes e dormentes”. Entretanto, durante o desenvolvimento dessa dissertação, foi aprovada pelo congresso nacional e sancionada pelo Presidente da Republica Jair Messias Bolsonaro, a Lei 14.285 de 2021, que modifica tanto a lei 12.651 de 2012 quanto a Lei 6.766 de 1979, em ambas desobrigando a preservação das margens dos rios urbanos em todo o território nacional, deixando a cargo das leis estaduais e municipais a preservação das mesmas, distanciando o Estado Brasileiro do que é determinado no artigo 225 da Constituição Federal de 1988, no que diz respeito aos rios urbanos.

No caso do município de Niterói, a Lei Orgânica de 2010 determina em seu artigo 308 que: “São áreas de preservação permanente no Município aquelas estabelecidas pela Lei Federal 4771, de 15 de setembro de 1965, e pela Resolução CONAMA nº 04/85”. Portanto, as margens de rios deverão ser preservadas de acordo com o que determinam estas leis. Segundo a Lei 4771/1965:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d’água, em faixa marginal cuja largura mínima será:

1- de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura:

2- igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distancia entre as margens;

Já a resolução CONOMA n° 04/85 complementa ao determina que:

Art. 3º . São Reservas Ecológicas:

b. as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

l. ao longo dos rios ou de outro qualquer corpo d'água, em faixa marginal além do leito maior sazonal, medida horizontalmente, cuja largura mínima será:

- de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura:
- igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distancia entre as margens;

Postas estas informações, apenas as margens dos rios que possuem vegetação natural hoje são preservadas no Município de Niterói, deixando portanto quase a totalidade dos rios urbanos desprotegidos.

Em relação ao planejamento urbano e as bacia hidrográficas a lei orgânica no seu artigo 304 fornece diretrizes para a elaboração do Plano Diretor e determina no seu primeiro inciso:

§ 1º - As áreas de micro-bacias hidrográficas urbanas deverão ser consideradas como unidade de planejamento para elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado e, posteriormente, como base para o planejamento, execução e análise de programas e projetos, públicos e privados, de uso e ocupação do solo; (Niterói, 2010)

Portanto as microbacias hidrográficas devem ser a unidade de planejamento adotadas no município, premissa que é utilizada no diagnóstico e nas proposições dessa dissertação.

4.4 Delimitação das Bacias Hidrográficas da RPB

4.4.1 Bacia do Canal de São Francisco

A Sub-Bacia do Canal de São Francisco possui área total de 4,1 km², segundo a delimitação oficial, abrangendo toda a extensão do bairro Cachoeira e parcialmente os bairros Largo da Batalha, Maceió e São Francisco. Seu curso d'água principal tem aproximadamente 5,3 km de extensão, é oficialmente chamado de Canal de São Francisco, entretanto também será usada a toponímia Rio de Santo Antônio, identificada no levantamento histórico. Sua foz se localiza na praia de São Francisco.

Esta bacia se estende para além dos limites da Região das Praias da Baía, sendo que seu curso d'água principal nasce no Bairro Maceió na região central do município.

4.4.2 Bacia do Centro de Niterói

A Bacia do Centro de Niterói tem aproximadamente 7,3 km², segundo a delimitação oficial, e abrange integralmente os bairros Boa Viagem, Centro, Fátima, Gragoata, Ingá, Morro do Estado, Ponta D'Areia e São Domingos, além de partes dos bairros de São Lourenço e Icaraí. É uma sub-bacia convencionada, pois abrange várias pequenas microbacias as quais não são delimitadas oficialmente, mas que foram levantadas para esse trabalho conforme a Figura 30.

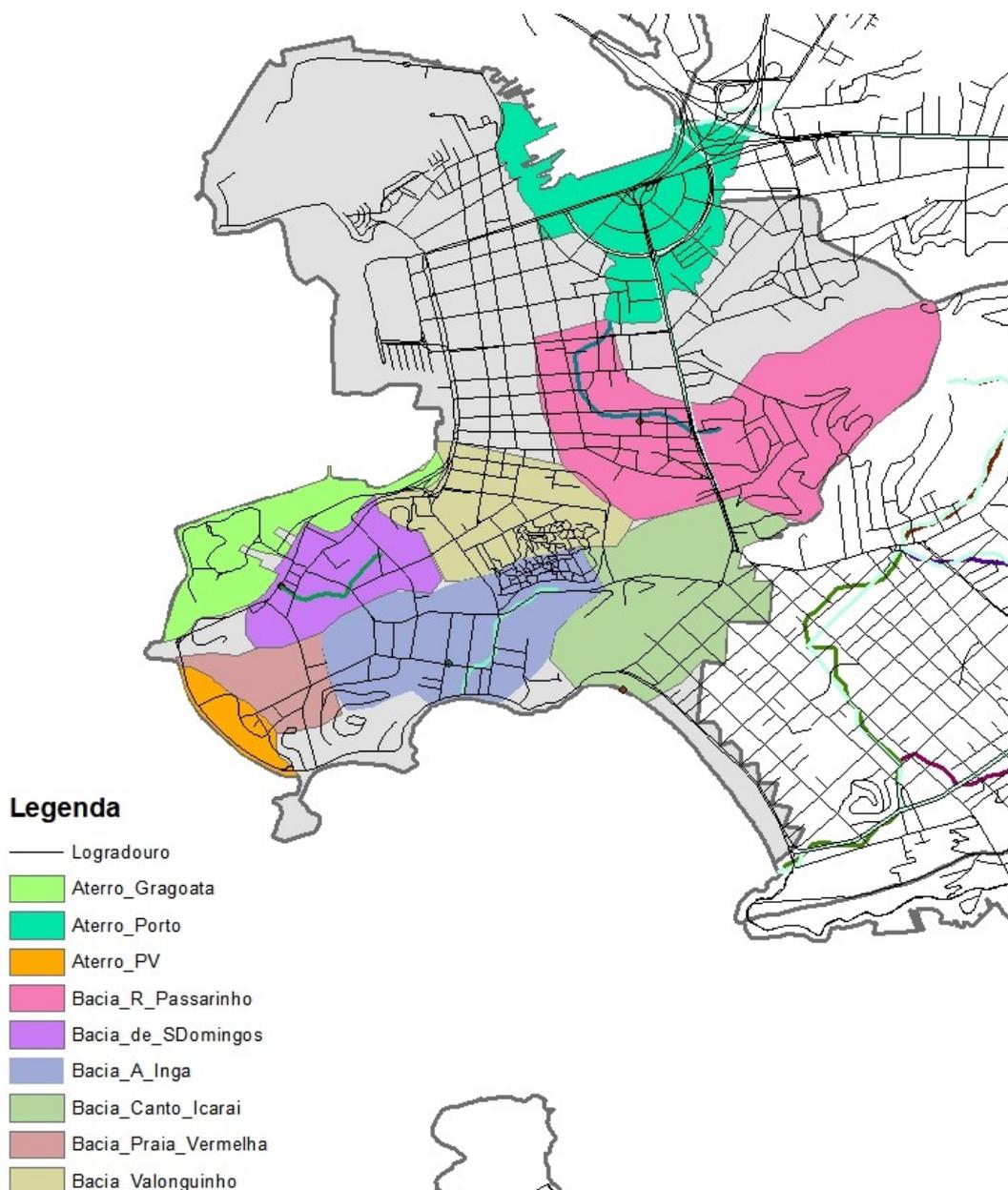


Figura 30: Mapa Bacia do Centro de Niterói.

Fonte: Feito Pelo Autor

A delimitação dessas microbacias foi feita com base no levantamento dos rios do passado, das linhas de acumulação de fluxo d'água, feitas com base num Modelo Digital de Terreno (SIGeo, 2014), e dos talvegues e divisores de águas definidos pela topografia (IBGE). Como a intenção é delimitar as bacias hidrográficas naturais, as áreas aterradas não foram contabilizadas, estando destacadas no mapa (Figura 30). As nomenclaturas empregadas foram adotadas com base nas toponímias dos cursos d'água, onde esses foram identificados, ou fazem referência aos locais onde se encontram. As principais microbacias levantadas foram: a Bacia do Rio dos Passarinhos; a Bacia do Arroio do Ingá; a Bacia de São Domingos; e a Bacia do Canto de Icaraí.

4.4.3 Bacia do Rio Icaraí

A Sub-Bacia do Rio Icaraí possui área total de 7,16 km², segundo a delimitação oficial da prefeitura, abrangendo toda a extensão dos bairros Pé Pequeno, Santa Rosa, Viradouro e Vital Brasil e parcialmente os bairros Cubango, Icaraí, Largo da Batalha e Viçoso Jardim. Seu curso d'água principal tem aproximadamente 5,5 km de extensão, em sua parte baixa é chamado Rio Icaraí e na parte alta Rio Cubango, sua foz se localiza na praia Icaraí.

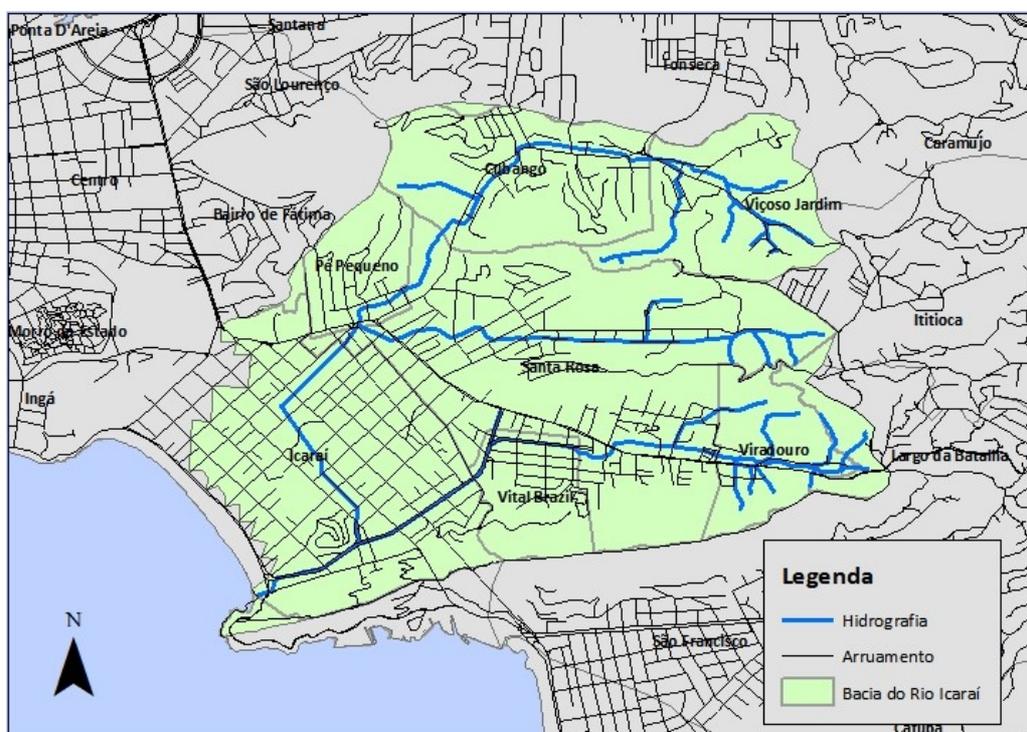


Figura 31: Bacia do Rio Icaraí, com Hidrografia Atual.

Fonte: Feito pelo Autor com Base SIGeo.

No mapa da Bacia do Rio Icaraí, é possível observar que a bacia em questão se estende para além dos limites da Região das Praias da Baía, englobando parte de bairros das Regiões Central e Norte do município.

4.4.4 Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara

As Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara agregam pequenas bacias independentes as quais originalmente possuíam rios, mesmo que intermitentes ou efêmeros, que desaguavam na Baía de Guanabara ou pequenas porções de terra que drenam diretamente para a baía sem curso d'água. Faz parte da área de estudo, a porção desta sub-bacia convencionada que engloba todo o bairro de Charitas e parte do bairro de Jurujuba e São Francisco, tendo uma área total de aproximadamente 4,7 km² (excluindo costão Rochoso da Estrada Froes).

Foram identificadas as microbacias que compõe esta bacia convencionada, com base no Modelo Digital de Terreno, fornecido pela Prefeitura de Niterói através do portal SIGeo, que gerou uma imagem *raster*, com as áreas de acumulação de fluxo e das Curvas de Nível (IBGE). As nomenclaturas empregadas foram adotadas com base nas toponímias dos cursos d'água, onde esses foram identificados, ou fazem referência aos locais onde se encontram. As sub-bacias identificadas são apresentadas na Figura 32.

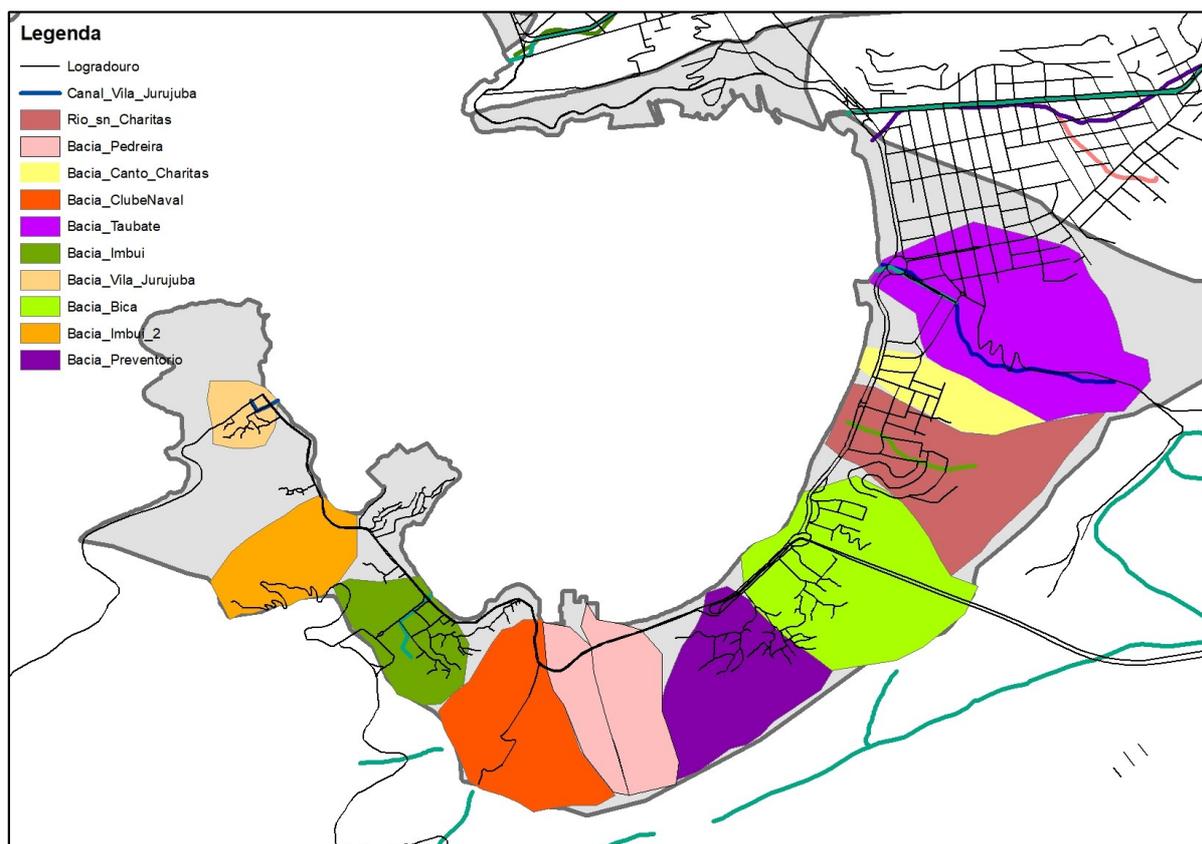


Figura 32: Mapa das Áreas que Drenam para a Baía de Guanabara.

Fonte: Feito Pelo Autor com Base SIGeo

4.5 Diagnóstico das Bacias Hidrográficas da RPB

4.5.1 Bacia do Canal de São Francisco

4.5.1.1 Caracterização do Território

A Bacia Hidrográfica (Anexo 9) tem Matriz urbana composta majoritariamente por ocupação formal, sobretudo no bairro de São Francisco na parte baixa da bacia. Já nos Bairros Cachoeira e Largo da Batalha, na parte alta da bacia, predominam as ocupações desordenadas e Favelas. A noroeste, no divisor de águas com a Bacia do Rio Icaraí, está o Morro do Cavalão, onde se concentram fragmentos de Mata Atlântica e afloramentos rochosos. Já a sudeste, no divisor de águas, está o PARNIT que preserva um importante fragmento florestal que se estende para as Áreas que Drenam para a Baía de Guanabara e para a Bacia da Lagoa de Piratininga. Parte do bairro do Maceió, na porção leste da bacia, está dentro da Área de Preservação Ambiental (APA) das lagunas, onde existem fragmentos florestais, entretanto predomina a ocupação urbana. Representados na hidrografia oficial do município (SIGeo) os principais cursos d'água da bacia estão

inteiramente dentro da matriz urbana. Tendo sua função de corredor comprometida, pois suas margens não são preservadas ou arborizadas, além de estarem tamponadas em diversos trechos.

Em campo e com o auxílio de imagens da plataforma Google Earth foi possível observar que a matriz urbana de ocupação formal dessa bacia é composta por áreas residenciais ocupadas predominantemente por construções unifamiliares. Porém com a presença de edificações comerciais, residenciais multifamiliares e de uso misto sobretudo nos terrenos lindeiros às vias principais.

4.5.1.2 Caracterização dos Cursos D'Água

Segundo a hidrografia oficial do município (SIGeo), a bacia possui dois cursos d'água, sendo o mais longo o Canal de São Francisco, que teve sua toponímia identificada como Rio de Santo Antônio. Este nasce no Bairro Maceió, próximo ao Morro de Santo Inácio, correndo sem ser canalizado em área rural e de ocupação de baixa densidade até o Largo da Batalha. Em campo foi possível observar seu talvegue na área rural no Maceió e o rio em si no Largo da Batalha (Figura 33) onde cruza a Av. Rui Barbosa, após passar ao lado do Posto Shell (nº 1000). O curso d'água não está canalizado nesse trecho, entretanto é notório que a água está poluída. A jusante desse ponto, o rio possui um meandro e muda de direção passando a correr paralelo à Estrada da Cachoeira. Não foi possível observá-lo nesse trecho, porém o traçado da hidrografia oficial e a análise visual de imagens da base Google Earth, sugerem que nesse trecho esteja canalizado e em partes tamponado, inclusive com edificações sobre o mesmo. O rio volta a ser observável paralelo à R. Adolfo José Rodrigues, próximo à confluência com a R. Fernandes Couto (Figura 34). Nesse ponto, o rio encontra-se canalizado em seção retangular de concreto. O canal segue junto à R. Fernandes Couto, entre suas duas pistas, até a Av. Presidente Roosevelt, onde se encontra com o canal que acompanha a R. Dr Albino Pereira (Figura 35).



Figura 33: R. Sto. Antônio ao Lado do Posto shell

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 34: R. Sto. Antônio Paralelo a R. Fernandes couto.

Fonte: Foto do Autor (2021)

O segundo rio mais importante da bacia corre onde atualmente encontra-se a Favela da Grotá¹⁴ do Surucucu, nome que remete a feição do local de implantação. Também é sugestivo em relação à toponímia do curso d'água que corre nesse talvegue, que não possui um nome oficial na hidrografia. Portanto, propõe-se adotar Córrego Surucucu para fins de identifica-lo na dissertação. Em imagens da plataforma Google Earth, é possível observar o curso d'água canalizado, por vezes coberto por residenciais, acompanhando quase toda a extensão da R. Dr Albino Pereira até a Av. Presidente Roosevelt, onde em seguida encontra-se com o rio de Santo Antônio (Figura 35). Em campo, optou-se por acompanhar esse córrego da Av Presidente Roosevelt até as proximidades da UMEI Professora Margarete Flores, pois sua continuação está em uma área de difícil acesso. Nesse trecho foi possível observar a existência do canal construído em concreto (Figura 36), como indicavam as imagens Google Earth.

14 Grotá: Abertura ou cavidade, em encostas ou morros, produzida por águas pluviais ou enchentes. Depressão úmida e sombria nas encostas. Vale profundo entre duas montanhas. (Grotá em Michaelis, 2021)



Figura 35: Confluência R. Sto. Antônio (Direita) com Rio Sem Nome (Esquerda).

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 36: Rio Sem Nome, R. Dr. Albino Pereira.

Fonte: Foto do Autor (2021)

A aproximadamente 100m à jusante da confluência dos cursos d'água referidos anteriormente o Canal de São Francisco faz uma curva a direita de 30° (Figura 37) passando a correr em meio as duas pistas da Av. Presidente Roosevelt (Figura 38). Onde segue em linha reta, por 1.400m aproximadamente, até sua foz no enrocamento no canto da Praia de São Francisco (Figura 39) ao lado do Praia Clube. Foi constatado em campo que ao longo desse trecho o canal recebe a drenagem das vias perpendiculares, que chegam sempre em manilhas de concreto. Na tubulação de drenagem vindas das ruas Tabajaras e Tocantins, no lado sul do canal, foi observado um pequeno fluxo de água, mesmo sem precipitação nas ultimas 24h na região (Figura 40). Na confluência com a Rua Tupinambás há uma captação de tempo seco no canal, que bombeia parte de suas águas para a rede de esgotamento sanitário (Figura 41). Já próximo a foz do rio, foi observado acúmulo de sedimentos nas margens e leito do curso d'água (Figura 42) e percebido forte mau cheiro vindo do mesmo, o que indica a contaminação por matéria orgânica no rio.



Figura 37: Curva Canal de São Francisco na Av. Pres. Roosevelt.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 38: Canal de São Francisco, em Meio a Av. Pres. Roosevelt.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 39: Foz Rio Santo Antônio, ao Lado do Praia Clube

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 40: Saída de Drenagem Vinda da R. Tabajaras.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 41: Captação de Tempo Seco, Canal de São Francisco Próximo a R. Tupinambás.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 42: Acúmulo de Lodo nas Margens Próximo a Foz do Rio de Santo Antônio.

Fonte: Foto do Autor (2021)

A hidrografia do estado do Rio de Janeiro (IBGE) indica a existência de três rios temporários na porção sudeste da bacia, que descem as encostas do PARNIT em direção ao curso d'água principal. Entretanto, seu traçado na parte baixa não é representado. Já no mapa de Niterói (1933) um destes rios é representado da encosta até a confluência com o Rio Santo Antônio. Em campo e com auxílio de imagens Google Earth não foi possível identificar esses rios, o que indica a possibilidade desses cursos d'água terem sido manilhados, em sua parte baixa, na implantação do bairro de São Francisco.

4.5.1.3 Pontos de Alagamento

Segundo a Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundação do Município de Niterói (CPRM, 2015), são regiões de média suscetibilidade a inundações, a margem direita do Canal de São Francisco e a área ao redor da confluência de canais na Av. Pres. Roosevelt próximo à R. Lisandro Pereira da Silva. Já o Mapa de Pontos de Enchentes e Inundações em Niterói Relacionados à Microdrenagem (Niterói, 2015) não identifica pontos de alagamento nessa bacia hidrográfica.

4.5.2 Bacia do Centro de Niterói

4.5.2.1 Caracterização do Território

A Bacia Hidrográfica (Anexo 10) tem Matriz urbana composta majoritariamente por ocupação formal, porém com alguns fragmentos compostos por ocupações desordenadas e favelas. Dentre estes, destacam-se o Morro do Palácio no Bairro Ingá e o Morro do

Estado na divisa entre os bairros Centro e Ingá. A bacia conta com fragmentos de cobertura vegetal sendo que os maiores encontram-se no Morro da Boa Vista na APA da Água Escondida no leste da bacia, que abrange parte do Bairro de Fátima e Pé Pequeno; no Morro do Gragoatá, que é uma APA, situado no bairro de mesmo nome, no sudoeste da bacia; e no Morro da Penha situado no noroeste da bacia, no bairro Ponta da Areia, que não conta com proteção ambiental. Há outros dois fragmentos de vegetação no sudeste da bacia, separados pela Rua Fagundes Varela, que não estão em nenhuma unidade de Conservação.

Outros fragmentos significativos, tendo em vista a densa ocupação urbana e alto grau de impermeabilização do solo da bacia, são o Parque das Águas, no Centro, que possui área bem arborizada; o Clube Rio Cricket, que apesar de particular, se mantém como uma área livre de edificações e permeável, em uma região altamente valorizada no bairro de Icaraí; e as praças de toda a bacia, com destaque para as praças do Rinque e São João, conhecida como Jardim São João, ambas no centro.

4.5.2.2 Caracterização dos Cursos D'Água

Segundo a hidrografia oficial do município e a hidrografia do estado do Rio de Janeiro (IBGE), o único curso d'água da sub-bacia do centro é o Canal Passarinho. Este acompanha a Av Marques do Paraná a partir da esquina com a Rua Desembargador Athayde Parreiras, ao lado do Hospital Universitário Antônio Pedro, seguindo pela Av. Jansen de Melo até a confluência com a Av. Washington Luís, onde segue a curvatura dessa via tanto no sentido Centro como no sentido Ponte Rio Niterói. Em campo foi possível observar esse canal no trecho da Av. Washington Luís da confluência com a Av. Feliciano Sodré (Figura 43), passando pelos fundos do 12º Batalhão da Polícia Militar (Figura 44), cruzando a Av. Jansen de Melo (Figura 45), até a lateral do Mercado Municipal (Figura 46). Mesmo não tendo sido identificada sua foz, foi possível constatar que nesse trecho o canal flui no sentido Ponte, desembocando em algum ponto na Enseada de São Lourenço próximo à Praça de pedágio da Ponte Rio Niterói. Esse foi o único curso d'água observável em toda a sub-bacia hidrográfica.



Figura 43: Canal dos Passarinhos Próximo a Av. Feliciano Sodré.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 44: Canal dos Passarinhos nos Fundos do 12º BPM.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 45: Canal dos Passarinhos Próximo a Av. Janssem de Melo.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 46: Canal dos Passarinhos ao lado do Mercado Municipal.

Fonte: Foto do Autor (2021)

Com base no levantamento histórico o Canal Passarinho, no seu trecho na Av. Marques do Paraná até a quadra após a R. Marechal Deodoro, é um canal construído para drenar as águas do Rio dos Passarinhos, recebendo as contribuições de sua Bacia. Este rio atualmente encontra-se aterrado e não foi possível identificar seu leito original em campo. Já o canal que corre junto a Av. Washington Luís está localizado na área do aterro da enseada de São Lourenço, recebendo a drenagem dessa área e de outras partes da Bacia do Centro.

De acordo com o levantamento histórico realizado existiam nessa bacia ao menos outros dois cursos d'água o Arroio do Ingá e um córrego que desembocava no canto noroeste da Praia de Icaraí. O relevo sugere que ambos nasciam onde atualmente é a Rua Fagundes Varela cada um descendo para uma das vertentes da elevação onde a mesma se encontra. Para ambos os cursos d'água não foi possível identificar em campo seu leito ou

canais a céu aberto. Entretanto, na Praia das Flechas foi possível identificar uma saída de drenagem alinhada com a Rua Pereira Nunes, com um pequeno fluxo de água mesmo sem precipitação no dia (Figura 47). Sua localização coincide com a do Arroio do Ingá descrito no levantamento histórico. Já, no canto noroeste da praia de Icaraí, foi identificado um canal retangular que desemboca nesse local (Figura 48). Não foi possível precisar sua extensão, mas este segue em sentido paralelo ao calçadão da praia. Já na Av. Jornalista Alberto Torres em uma grelha de drenagem em frente à cabine da Guarda Municipal e em poço de visita (PV) na ilha na confluência da avenida em questão e a Rua Miguel de Frias, foi identificado fluxo de água constante mesmo sem chuvas nesse dia (Figura 49 e Figura 50).



Figura 47: Saída de Drenagem na Praia das Flechas.

Fonte: Foto do Autor (2021)

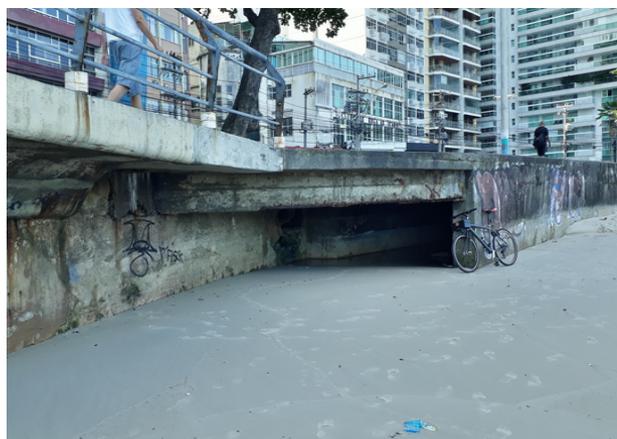


Figura 48: Galeria de Drenagem no Canto Sul da Praia de Icaraí.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 49: PV de Drenagem com Fluxo de Água, Tampão Perfurado, R. Miguel de Frias com Av. Jor. Alberto Torres.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 50: Detalhe do Fluxo de Água no PV.

Fonte: Foto do Autor (2021)

As informações do levantamento histórico e de campo sugerem que o Arroio do Ingá e o Córrego do canto de Icaraí eram pequenos cursos d'água que foram aterrados durante o processo de ocupação de suas bacias, sendo que atualmente as águas que esses córregos receberiam são carregadas pela microdrenagem. Para análises conclusivas seria preciso um maior aprofundamento no levantamento histórico e estudos da hidrogeologia da área dessas bacias.

4.5.2.3 Pontos de Alagamento

Segundo a Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundação do Município de Niterói (CPRM, 2015), as áreas dessa bacia hidrográfica, abrangendo parcialmente os bairros de Icaraí e do Centro, tem alta suscetibilidade às inundações. Também o Mapa de Pontos de Enchentes e Inundações em Niterói Relacionados à Microdrenagem (Niterói, 2015) identifica 15 pontos de alagamento nessa bacia hidrográfica. No bairro do centro: na confluência da Rua Visconde do Uruguai com a Rua Dr. Froes da Cruz; na confluência da Rua Dr. Froes da Cruz com a Rua Visconde de Itaboraí; na confluência da Rua Visconde de Itaboraí com a Rua Saldanha Marinho; na confluência da Rua Visconde do Uruguai com a Rua Saldanha Marinho; na Av. Visconde do Rio Branco, entre a Av. Ernani do Amaral Peixoto e a Rua da Conceição, na pista sentido Barcas; na confluência da Rua Visconde do Rio Branco com a Av. Feliciano Sodré; na Rua Marquês de Caxias; e na Rua Áurea Lima, próximo ao Colégio Pio XII. No Ingá, na Rua Padre Anchieta. Em São Domingos, na Rua Alexandre de Moura em frente ao número 8 (Colégio de Aplicação da UFF). E em São Lourenço, na confluência da Rua São Lourenço com a Rua Dr. Paulo Araújo; na confluência da Rua São Lourenço com a Rua Dr. Mano Lazari; e na confluência da Rua Marechal Deodoro com a Av. Jancen de Melo.

Em campo também foram identificados pontos de alagamentos no Ingá: na rua Dr. Nilo Peçanha entre a Rua Presidente Pedreira e Praia João Caetano (Praia das Flechas); na Praia João Caetano (Praia das Flechas) entre as Ruas Dr. Nilo Peçanha e Pereira Nunes; e na confluência das Ruas Presidente Pedreira com e Dr. Paulo Alves. Também no Bairro Boa Viagem na Rua Presidente Domiciano ao lado do Campus da Praia Vermelha da UFF.

4.5.3 Bacia do Rio Icaraí

4.5.3.1 Caracterização do Território

A Bacia Hidrográfica do Rio Icaraí (Anexo 11) tem Matriz urbana composta majoritariamente por ocupação formal, porém com fragmentos compostos por favelas, dentre estes se destacam o Morro do Cavalão, ao Sul da Bacia; as Favelas da Grotta no Sudeste da bacia. Parte dos fragmentos de vegetação que se encontram na porção norte da bacia estão protegidos pelas unidades de conservação de uso sustentável do Sistema Municipal de Proteção Ambiental (SIMAPA) e pela APA da Água Escondida. Dentre as áreas do SIMAPA estão o Morro do Saraiva e o Morro do Querosene que recebem ações de recuperação ambiental. Os demais fragmentos de vegetação da bacia não se encontram em unidades de conservação, como a porção não ocupada do Morro do Cavalão no divisor de águas com a Bacia do Canal de São Francisco. Outros dois fragmentos, que estão classificados como áreas de lazer, são: o Parque Prefeito Ferraz, o Campo de São Bento, que tem a maior parte de sua superfície arborizada e permeável; e o Complexo Desportivo Caio Martins, onde seu campo de futebol é uma área livre de edificações e permeável. Ambos estão localizados no densamente ocupado Bairro Icaraí e são cortados pelo principal rio da bacia.

As Avenidas Roberto Silveira e Ary Parreiras são duas vias que se destacam enquanto corredores, não somente por sua importante função de circulação. A primeira é a principal via arterial da bacia, recebendo boa parte do tráfego do município em direção ao Rio de Janeiro e conta com 4 faixas de rolamento e uma ciclovia bidirecional, que somadas tem aproximadamente 15 metros de largura. Devido a estas características, a avenida em questão é uma potencial barreira para a implantação de corredores verdes, sendo um corredor que divide a matriz. Já a Av. Ary Parreiras possui duas pistas em direções opostas, separadas pelo segundo maior curso d'água da bacia. Em cada sentido, possui duas faixas de rolamento e passeio público de ambos os lados, que somados tem aproximadamente 10 metros. Ao centro, nas margens do canal, é arborizada em mais da metade de sua extensão cujas características a tornam um potencial corredor verde às margens do rio.

4.5.3.2 Caracterização dos Cursos D'Água

A Bacia do Rio Icaraí possui três cursos d'água perenes, sendo o principal o Rio Icaraí, com 5,5 km, que recebe o nome de Rio Cubango, no trecho da sua nascente até o largo do Marrão. Os outros dois cursos d'água são afluentes do primeiro, são estes o Córrego

do Calimbá, oficialmente Canal da Martins Torres, e o Canal da Ary Parreiras, que não teve uma toponímia original identificada. Também estão representadas na cartografia do município, as linhas de drenagem que afluem para estes cursos d'água. Entretanto, estas não foram identificadas em campo ou em imagens da Plataforma Google Earth.

Segundo a hidrografia do município (SIGeo), o Rio Cubango nasce no Viçoso Jardim, onde corre paralelo a estrada que recebe o nome do bairro. À jusante, segue ao lado da continuação dessa via, a Rua Noronha Torreirão, passando sempre em meios de quadra ou fundos de lote, cruzando os bairros Cubango, parte de Santa Rosa e Pé Pequeno. Ao cruzar a Rua Dr. Paulo Cesar, no Largo do Marrão, encontra-se com o Córrego do Calimbá e passa a ser nomeado como Rio Icaraí. Em campo não foi possível levantar todo esse rio pois o trecho do bairro Viçoso Jardim e parte do Cubango estão em áreas de risco. Em imagens na plataforma Google Earth foi observado que no trecho do Viçoso Jardim, do Cubango e de Santa Rosa, o rio canalizado está ora descoberto, ora coberto por vezes abaixo de edificações, o que dificulta a identificação do seu traçado.

O ponto visitado mais a montante do Rio Cubango foi na Rua Noronha Torreirão, na esquina com a Tv. Herdy, onde o rio cruza sob a via principal, sendo possível identificar apenas seu trecho a jusante. Seguindo a Rua Noronha Torreirão, no sentido Icaraí, até o Mercado Real (Nº 327), foi possível avistar o canal descoberto em apenas um ponto nos fundos do posto de combustível no número 402 (Figura 51). Também foi identificado o canal coberto cruzando a Tv. Edgar Pêssego e sob o estacionamento e área de cargas no endereço R. Noronha Torreirão 327. A jusante desse trecho no número 255, o canal, de perfil retangular com cerca de 3 m de largura, encontra-se descoberto (Figura 52). Neste endereço, está prevista a implantação do empreendimento Exclusive Noronha, composto por dois blocos de edifícios residenciais multifamiliares, sendo um de cada lado do Rio Cubango. O projeto prevê o tamponamento do curso d'água para implantação de área de lazer e quadras de esportes. Já no número 229, o rio se encontra ao fundo do terreno correndo em seu leito natural (Figura 53), sendo o único ponto não canalizado identificado no Rio Cubango/Icaraí. Desse endereço até a os fundos no número 95 da R. Noronha Torreirão, o canal segue em meio de terrenos, ora descoberto ora coberto. Nesse ponto o rio entra no Bairro Pé Pequeno, passando a correr entre as ruas Noronha Torreirão e Itaguaí. Todo o trecho nesse bairro, passa em meio de quadra entre terrenos, sendo o canal descoberto com exceção das travessias das vias e de uma edificação nos fundos do Hortifruti (Rua Noronha Torreirão nº 43). Após cruzar a Rua Mangaratiba, o rio faz uma

curva de 90° em meio de quadra ficando perpendicular a R. Dr. Paulo César (Figura 54). Após cruzar esta via, o Rio Cubango encontra-se com o Córrego do Calimbá, ambos tamponados nesse trecho, e passa a se chamar Rio Icaraí.



Figura 51: Rio Cubango Canalizado nos Fundos do Posto de Combustível R. Noronha Torrezão Nº 402.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 52: Rio Cubango, no Centro do Terreno Onde Está Previsto a Implantação do Empreendimento Exclusive Noronha.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 53: Rio Cubango em Leito Natural, Fundo Do Terreno, R. Noronha Torrezão Nº 229.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 54: Rio Cubango Vito da Rua. Dr. Paulo César, Antes de Cruzá-la.

Fonte: Foto do Autor (2021)

De acordo com a hidrografia oficial do município (SIGeo), o Rio Icaraí corta, no sentido norte-sul, todo o bairro que recebe seu nome correndo do Largo do Marrão até o canto sudeste da Praia de Icaraí, onde desemboca na Baía de Guanabara. Nas imagens da plataforma Google Earth é possível observar trechos do rio canalizado não tamponados, em meio a uma matriz urbana de alta densidade. Em campo, todo o trajeto do curso d'água foi percorrido. No Largo do Marrão, o rio está tamponado passando sob a R. Dr.

Paulo César e da Praça Raul de Oliveira Rodrigues. Este volta a ser visível após cruzar a R. Tenente Mesquita, ao lado do número 52 onde o canal, retangular com cerca de 2,9 m de largura, segue paralelo a travessa de uma vila que liga as ruas Ten. Mesquita à R. João Pessoa (Figura 55). À montante desse trecho descoberto, menos de 50 m, o canal segue tamponado por baixo de todo o Complexo Desportivo Caio Martins. Passando na lateral noroeste do campo de futebol, alinhado à base da arquibancada (Figura 56), e posteriormente sob o ginásio. Ainda corre tangente ao complexo aquático antes de chegar à Av. Roberto Silveira. Após cruzar esta via, o Rio Icaraí está coberto, tendo edificado sobre o seu curso d'água o Edifício Rio Amazonas, Av. Roberto Silveira 182. Nos fundos o canal segue sob a área de lazer do Condomínio Green Park (Figura 57), na Rua Mendes Sá nº 169, onde faz uma curva de 90° tomando a direção do Campo de São Bento. Antes de chegar ao parque, o rio ainda passa sob a garagem do número 209 da Rua Lopes Trovão (Figura 58) e sob a via em questão.



Figura 55: Rio Icaraí Paralelo à Travessa Entre as Ruas Tenente Mesquita e João Pessoa.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 56: Laje Sobre o Rio Icaraí na Base da Arquibancada do Estádio Caio Martins.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 57: PV de acesso ao Canal do Rio Icaraí, na Área Externa do Condomínio Green Park.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 58: Garagem do Nº 209 da Rua Lopes Trovão Sobre o Canal do Rio Icaraí.

Fonte: Foto do Autor (2021)

O Rio Icaraí corta em linha reta o Parque Prefeito Ferraz, também conhecido como Campo de São Bento, no sentido noroeste/sudeste, em canal a céu aberto, de seção retangular de aproximadamente 3,5m (Figura 59). Próximo ao portão 4 do Parque, o rio volta a ser tamponado e ao sair do Campo de São Bento cruza a R. Domingues de Sá. O rio corre paralelo à R. Lemos Cunha, sob área externa do condomínio do Ed. Velasques, R. Domingues de Sá nº 206. Após o prédio faz uma curva de 45° ainda em seu terreno. À montante passa a correr a céu aberto, com edificações erguidas em suas duas margens, onde faz outra curva de 45°, antes de cruzar a Rua 5 de Julho. A montante o canal, com aproximadamente 5 metros de largura, corta duas quadras, no eixo entre as ruas Lemos Cunha e Gavião Peixoto. Entre as ruas 5 de Julho e Mariz e Barros, há uma via de pedestres a esquerda do canal e a direita edificações, que mantiveram um afastamento de cerca de 3m da borda desse (Figura 60). Já entre a R. Mariz e Barros e a Av. Sete de Setembro, há uma via de pedestres a esquerda e uma rua fechada na margem direita. Após cruzar a Av. Sete de Setembro, o canal faz uma curva de 45°, espremido entre edificações em suas duas margens, tomando a direção da Rua Gavião Peixoto. Após cruzar essa via, em ângulo de aproximadamente 30°, passa a seguir junto à Alameda João Batista, em canal de aproximadamente 13,5 metros de largura, por cerca de 120 metros (Figura 61), até sua confluência com o Canal da Ary Parreiras (Figura 76). A partir desse ponto, o Rio Icaraí segue entre as duas pistas da Av. Ary Parreiras em canal a céu aberto, de seção retangular, de aproximadamente 10,5 metros de largura (Figura 62). Até a altura da R. Ator Paulo Gustavo, onde existe uma tomada de tempo seco que bombeia suas águas poluídas para a ETE Icaraí. A montante o rio passa a correr tamponado sobre a Praça Dom Navarro. Próximo a Av. Jornalista Alberto Francisco Torres, o canal muda de direção, em um traçado que não foi possível identificar com exatidão, passa sob a Igreja São Judas Tadeu, e toma a direção de sua foz da Praia de Icaraí. O canal segue tamponado, em seção retangular com aproximadamente 10 metros de largura, até alcançar a areia. Ao longo da pesquisa, foi possível observar que em dias de tempo seco ou algumas horas após a precipitação, o rio não tem fluxo de água suficiente para alcançar o mar (Figura 63). Mas com a incidência de eventos de precipitação sobre a bacia as águas vencem a areia chegando turbulentas à Baía de Guanabara (Figura 64).



Figura 59: Rio Icaraí No Parque Prefeito Ferraz, Campo de São Bento.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 60: Rio Icaraí e Passagem de Pedestre Entre as Ruas 5 de Julho e Mariz e Barros.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 61: Rio Icaraí Entre as Pistas da Alameda .
Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 62: Ultimo Trecho do Rio Icaraí Destamponado Antes da Foz, Entre as Duas Pistas da Av. Ary Parreiras.
Fonte: Foto do Autor (2021)

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 63: Foz do Rio Icaraí Poucas Horas Após Precipitação Moderada (17/07/2021).

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 64: Foz do Rio Icaraí Durante Precipitação Intensa (05/11/2016).

Fonte: Foto do Autor (2016)

O Córrego do Calimbá, oficialmente Canal da Martins Torres, segundo a hidrografia do município (SIGeo) está inteiramente no Bairro Santa Rosa, cortando-o no sentido leste oeste. Nasce próximo à fronteira com o Bairro Ititioca e deságua no Rio Icaraí no Largo do Marrão. Cerca de dois terços do seu curso corre paralelo à R. Dr. Martins Torres. Em imagens Google Earth é possível observar, que o rio está coberto em grande parte de sua extensão, inclusive com edificações erguidas sobre seu curso, sendo visível o trecho na

parte alta, paralelo à Rua Dr. Constantino Nami Kalil, onde não está canalizado; Paralelo à Tv. Martins Torres, já canalizado; perpendicular à R. Professor Otacílio próximo a esquina com a R. Dr. Sardinha; e em seu trecho final, na R. Américo Oberlander até a Praça Baltazar Bernardino. Em campo, o ponto visitado mais a montante, foi na Rua Dr. Moacyr Bogado, onde foi possível identificar, através de uma boca de lobo, que o canal cruza a via e segue tamponado sob a garagem do número 28. Mais a jusante foi identificado o canal coberto sob o estacionamento que fica nos fundos do edifício número 294 da R. Dr. Martins Torres. Mais adiante, foi identificado o canal, em seção retangular com aproximadamente 2,7 metros de largura, paralelo a Tv. Martins Torres onde corre a céu aberto (Figura 65). Já na Rua Professor Otacílio, foi possível observar o canal a céu aberto, em seção retangular com aproximadamente 1,8 metros de largura, entre os números 96 e 112 (Figura 66), e do outro lado da rua, a montante, coberto pelo galpão de uma loja de materiais de construção. A jusante, foi possível identificar o rio novamente apenas na Rua Santa Rosa entre o número 67 e a Lojas Americanas, onde corre em canal de seção retangular com cerca de 4,5 metros de largura (Figura 67). O último ponto visível antes de sua confluência com o Rio Icaraí é na Rua Lopes Trovão entre os números 475 e 481, em canal retangular com 4 metros de largura (Figura 68).



Figura 65: Córrego do Calimbá Paralelo a Tv. Martins Torres.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 66: Córrego do Calimbá a Jusante da Rua Professor Otacílio.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 67: Córrego do Calimbá na Rua Santa Rosa Entre o Nº 67 e as Lojas Americanas.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 68: Córrego do Calimbá Visto da Rua Lopez Trovão.

Fonte: Foto do Autor (2021)

O Canal da Ary Parreiras, segundo o levantamento histórico, é originalmente um córrego, que não teve sua toponímia identificada. Para essa dissertação adotou-se o nome Córrego do Viradouro. atualmente esse curso d'água, segundo a hidrografia oficial do município (SIGeo), tem seu ponto mais distante da foz localizado no Bairro Largo da Batalha. Seu curso principal corta os bairros Viradouro e Vital Brasil e partes de Santa Rosa e Icaraí. Inicialmente flui no sentido leste/oeste, paralelo a Estrada Francisco da Cruz Nunes, no Viradouro, e à sua continuação a Rua Dr. Mário Viana em Santa Rosa. Próximo a Rua Santos Moreira, o canal muda de direção cruzando a Rua Dr. Mário Viana, volta a correr no sentido oeste e chega ao Vital Brasil. Neste bairro, o canal passa a acompanhar a Av. Almirante Ary Parreiras, seguindo entre as suas duas pistas. Junto à Av. Padre Francisco Lana segue um estreito canal, entre suas pistas, que conflui com o Canal da Ary Parreira. A partir deste ponto a Av. Ary Parreiras e o canal homônimo, seguem no sentido sudoeste em direção a Praia de Icaraí. A jusante após cruzarem a Av. Roberto Silveira entram no Bairro de Icaraí onde seguem no sentido Praia, 60 metros após cruzar a R. Jornalista Irineu Marinho o canal da Ary Parreiras conflui com o Rio Icaraí.

Com imagens da plataforma Google Earth o ponto mais a montante do curso d'água que foi possível observar, se localiza entre a Estrada Francisco da Cruz Nunes e a Rua Nossa senhora das Graças a aproximadamente 130 m da confluência das duas vias. Desse local até onde cruza a Rua Dr. Mário Viana o canal está ora coberto ora descoberto sendo difícil sua observação. Em campo foi possível observar este curso d'água em apenas dois pontos, na Tv. Santa Maria, ao lado do Número 20 (Figura 69) e na R. Dr. Mário Viana ao lado do Número 557 (Figura 70). No primeiro ponto o curso d'água é visível a montante em canal retangular com aproximadamente 2,1 m de largura, sendo que a jusante está

coberto por um imóvel. No segundo ponto o córrego também é visível a montante em um terreno baldio, correndo em canal retangular com 2,5 m de largura. Nesse local o canal faz uma curva de 45° e posteriormente atravessa a Rua Dr. Mário Viana. A jusante o Canal está tamponado, não sendo visível.



Figura 69: Córrego do Viradouro, Montante da Tv. Santa Maria.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 70: Córrego do Viradouro à Montante da R. Dr. Mário Viana, Terreno Baldio ao Lado do Nº 557.

Fonte: Foto do Autor (2021)

No trecho após cruzar a R. Dr. Mário Viana até a confluência com o Rio Icaraí o Canal da Ary Parreiras só é tamponado nos pontos onde cruza as vias, tendo sido identificado facilmente nas imagens da plataforma Google Earth. Em campo, na esquina da Av. Ary Parreiras com a Rua Des. Aniceto de Medeiros foi identificado um pequeno trecho a montante, com cerca de 100 m de extensão, onde o curso d'água corre em leito natural (Figura 71). A jusante desse trecho o córrego é manilhado (Figura 72) para cruzar a Av. Almirante Ary Parreiras, onde passa a correr em canal retangular com aproximadamente 4m de largura (Figura 73), por cerca de 60 m. Posteriormente passa a correr em canal de seção em U (Figura 74), com a mesma largura, por toda a extensão da avenida até a confluência com a Av. Padre Francisco Lana.



Figura 71: Córrego do Viradouro em Leito Natural, No Bairro Vital Brasil.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 72: Manilhamento Do Córrego do Viradouro, Para Cruzar a Av. Almirante Ary Parreiras.

Fonte: Foto do Autor (2021)

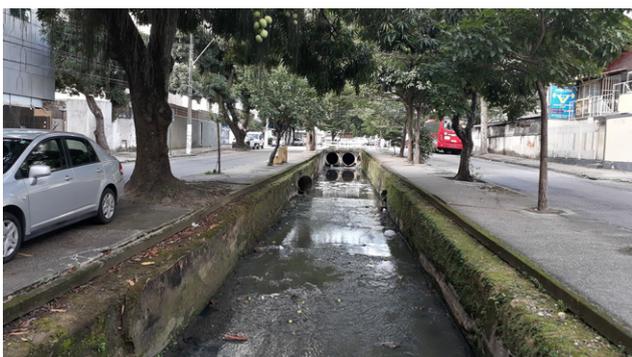


Figura 73: Início do Canal da Ary Parreiras.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 74: Canal com Seção em U entre as Duas Pistas da Av. Almirante Ary Parreiras.

Fonte: Foto do Autor (2021)

Em campo, foi constatado que da confluência com o Canal da Av. Padre Francisco Lana (Figura 75) até a confluência com o Rio Icaraí (Figura 76) o Canal da Ary Parreiras não tem alterações significativas, mantendo o mesmo tipo de seção de Canal com largura semelhante em toda sua extensão (Figura 77). Próximo a R. Lemos Cunha há uma tomada de tempo seco (Figura 78) que capta as águas do canal bombeando-as para a ETE Icaraí. A aproximadamente 120 m a jusante, em frente ao Morro da Cutia, há uma praça linear de cerca se 30 m instalada sobre o canal.



Figura 75: Confluência do Canal da Av. Padre Francisco Lana (Esquerda) Com o Canal da Ary Parreiras (Direita).

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 76: Confluência do Rio Icaraí (Esquerda) Com o Canal da Ary Parreiras (Direita).

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 77: Canal da Ary Parreiras a Jusante da Av. Roberto Silveira.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 78: Captação de Tempo Seco no Canal da Ary Parreiras, Próximo a R. Lemos Cunha.

Fonte: Foto do Autor (2021)

4.5.3.3 Pontos de Alagamento

Segundo a Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundação do Município de Niterói (CPRM, 2015), toda a parte baixa da bacia hidrográfica, abrangendo parcialmente os bairros de Icaraí, Santa Rosa, Viradouro e Vital Brasil, tem alta suscetibilidade a inundações. Já o Mapa de Pontos de Enchentes e Inundações em Niterói Relacionados à Microdrenagem (Niterói, 2015) identifica cinco pontos de alagamento nessa bacia hidrográfica. Todos localizados em Icaraí, na confluência da Rua General Pereira da Silva com a Av. Roberto Silveira; na Rua Presidente Backer próximo a Av. Roberto Silveira; na Rua Presidente Backer próximo a Av. Tenente Mesquita; na Rua Santos Dumont; na confluência da Rua Ministro Otávio Kelly com Gal. Silvestre da Rocha; e na confluência da Av. Almirante Ari Parreiras com Rua Lemos Cunha.

Em campo também foram identificados pontos de alagamento em Icaraí: na Av. Almirante Ari Parreiras entre a Av. Roberto Silveira e Rua Min. Otávio Kelly; e dentro do Parque Prefeito Ferraz (Campo de São Bento).

4.5.4 Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara

4.5.4.1 Caracterização do Território

A bacia (Anexo 12) tem cobertura do solo com proporções próximas de área urbana e vegetação, portanto observando a área isoladamente é difícil determinar sua matriz. Porém observando sua situação em relação ao entorno, dentro do município onde predomina a ocupação urbana, conclui-se que a matriz é urbana. Onde predomina a ocupação formal, mas com grande proporção de favelas. A matriz é cercada por um fragmento verde contínuo, que possui a maior parcela de sua área preservada pelo ParNit, que é a maior Unidade de Conservação da Região das Praias da Baía e fica no divisor de águas da bacia com a Região Oceânica. Há outro fragmento de vegetação inteiramente no bairro de Jurujuba, no divisor de águas com as Áreas que Drenam para o Oceano Atlântico. A maior parte desse fragmento está preservada pela APA do Morro do Morcego, da Fortaleza de Santa Cruz e dos Fortes do Pico e do Rio Branco.

4.5.4.2 Caracterização dos Cursos D'Água

Foi possível identificar em campo os seguintes cursos d'água: o Rio Taubaté (canal da Taubaté), na microbacia de mesmo nome, em São Francisco; o canal sem nome próximo a entrada principal 21º Grupo de Artilharia de Campanha (GAC) na microbacia Imbuí no bairro de Jurujuba; e o canal sem nome que corre ao lado e aos fundos da Igreja de São Pedro de Jurujuba, na microbacia Vila de Jurujuba, no bairro de mesmo nome. Também é possível observar o talvegue onde ficava o provável leito do rio sem nome de Charitas, representado no mapa Niterói (1933), próximo a Praça do Rádio Amador. Além disso, foi identificado, em campo, uma valeta de drenagem ao lado do ponto final dos ônibus intermunicipais em Charitas, vinda da área de mata aos fundos, paralela a uma trilha, na microbacia do Clube Naval.

Em campo, o Rio Taubaté pode ser observado próximo a sua foz, num trecho retilíneo de canal a céu aberto (Figura 79), chamado oficialmente de Canal da Taubaté com aproximadamente 160 metros de extensão, localizado entre as duas pistas da rua de mesmo nome. O canal é estreito com seção triangular construído em concreto e no fundo se encontra uma camada de seixos e areia grossa. Na visita de campo no dia 19 de junho de 2021, foi observado que a água fluía com aspecto limpo, mesmo após dois dias sem a ocorrência de precipitação na região (Figura 80). Também foi observada a presença de pequenos peixes (2 a 3cm) nadando no local (sem fotos). À jusante desse trecho o canal

segue sob a Praça Expedicionários e após cruzar a pista sentido Charitas da Av. Quintino Bocaiuva desemboca no canto norte da Praia de São Francisco ao lado da Praça do Radio Amador (Figura 81). À montante do trecho observado na Av. Taubaté, próximo a Rua Murilo Portugal, o rio se encontra manilhado e não foi possível identificar o seu curso exato (Figura 82).



Figura 79: Rio da Talbaté Canalizado Entre as duas Pistas da Av. Taubaté.

Fonte: Foto do Autor (2021)

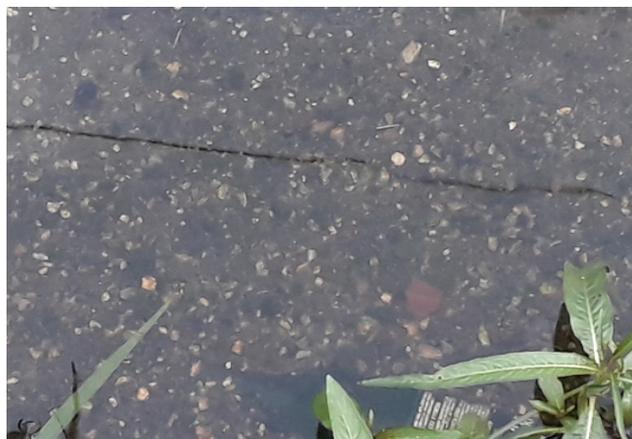


Figura 80: Água com Aspecto Limpo e Cascalho no Fundo do Canal.

Fonte: Foto do Autor (2021)

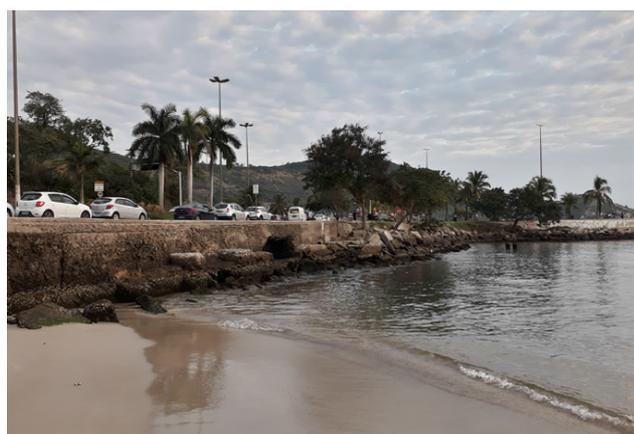


Figura 81: Desembocadura Canal da Taubaté, Cavidade na Mureta de Concreto.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 82: Rio Taubaté Manilhado, Av. Taubaté Próximo a R. Murilo Portugal.

Fonte: Foto do Autor (2021)

Segundo a hidrografia oficial do município existe um canal, sem nome definido, próximo ao 21º GAC em Jurujuba. O mesmo corre paralelo à Tv. José Ribeiro de Mattos fazendo uma curva de 90º passando a seguir paralelo à Alameda Mal. Pessoa Leal. Em campo foi possível observar o canal, a céu aberto, no trecho da Alameda que dá acesso a área militar (Figura 83), sendo que o mesmo tem seção retangular construída em concreto. À montante, próximo à curva representada na hidrografia, o canal é manilhado e não foi

possível identificar seu traçado (Figura 84). No trecho observável foi constatado um pequeno fluxo de água com aspecto poluído.



Figura 83: Canal Paralelo a Alameda Marechal Pessoa Leal.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 84: Canal Manilhado Próximo ao 12º GAC com Água Poluída.

Fonte: Foto do Autor (2021)

Na Praia de Jurujuba desemboca um pequeno curso d'água, ao lado da imagem de São Pedro em frente a igreja dedicada a este santo. Em campo foi possível observar um fluxo de água constante chegando à areia através de um canal coberto retangular, executado em concreto (Figura 85). Foi constatado através de tampões de concreto e grelhas de drenagem a existência de um canal sob a Tv. Prefeito Alberto Fortes, ao lado da Igreja de São Pedro de Jurujuba, e da Tv. São Jerônimo (Figura 86) perpendicular a anterior . Este canal não está representado na hidrografia oficial, nem foram encontrados no levantamento histórico representações ou relatos de cursos d'água no local, entretanto, uma das vias próximas ao canal se chama Tv. do Chafariz, o que sugere a existência no passado de uma fonte de água no local.

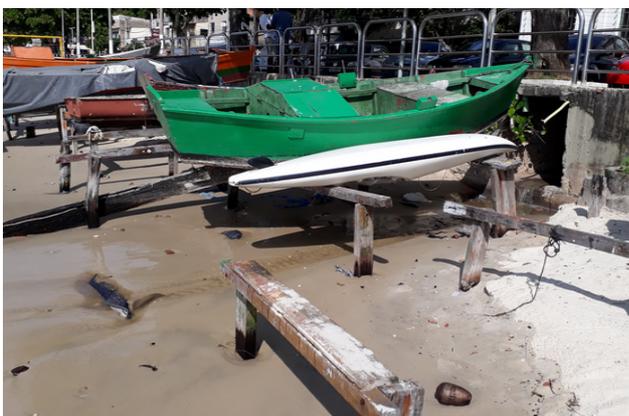


Figura 85: Canal que Deságua na Praia de Jurujuba, ao Lado da Imagem de São Pedro.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 86: Tampões na Tv. São Jerônimo Próximo a esquina com a Tv. Prefeito Alberto Torres.

Fonte: Foto do Autor (2021)

No mapa Niterói (1933) é representado um rio, sem nome especificado, o qual desceria de uma das vertentes do Morro da Viração e desembocaria na praia de Charitas à aproximadamente 500m da Praça do Rádio Amador. A parte alta desse rio é representada na base RJ 1:25.000 do IBGE como um rio efêmero também sem especificar um nome. A topografia e a análise da direção e acumulação de fluxo com base no Modelo Digital de Terreno feitos no software de SIG, também indicam a existência de um talvegue nessa região. Em campo não foi identificado canal ou o leito deste rio, apenas seu talvegue provável, frente à topografia observada (Figura 87), e elementos de drenagem na Rua Leonel Magalhães (Figura 88) que seria cortada pelo curso d'água em questão.



Figura 87: Talvegue Provável Rio Sem Nome Charitas.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 88: Elemento de Drenagem na R. Leonel Magalhães em Frente ao Nº 90.

Fonte: Foto do Autor (2021)

Na hidrografia da base de dados RJ 25.000 do IBGE, é representada uma linha de drenagem temporária que desce paralela ao caminho que leva para a área militar do Forte do Imbuí e desemboca na área do Clube Naval. Em campo foi possível observar um valeta de drenagem nesse local, na lateral do ponto final dos ônibus intermunicipais de Charitas (Figura 89) e paralela à trilha em meio a mata popularmente conhecida como Caminho para o Imbuí (Figura 90) que é uma. Em campo não foi observada a presença de água corrente na linha de drenagem, entretanto foram constatados pontos com a presença de água parada, cerca de um dia após a última precipitação (Figura 91). Fato que indica que este é um curso d'água temporário como posto pela classificação do IBGE. A vala segue para dentro do terreno do Clube Naval, após cruzar a Av. Carlos Ermelindo Marins, onde foi observada a presença de água (Figura 92), mas não foi possível acompanhar seu curso.



Figura 89: Ponto Final dos Ônibus Intermunicipais de Charitas.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 90: Caminho do Imbuí.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 91: Linha de Drenagem Paralela ao Caminho do Imbuí.

Fonte: Foto do Autor (2021)



Figura 92: Vala de Drenagem no Terreno do Clube Naval.

Fonte: Foto do Autor (2021)

4.5.4.3 Pontos de Alagamento

Segundo a Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundação do Município de Niterói (CPRM, 2015), não existem áreas suscetíveis a inundações nessa bacia e o Mapa de Pontos de Enchentes e Inundações em Niterói Relacionados à Microdrenagem (Niterói, 2015) não identifica pontos de alagamento.

4.6 Propostas de Planejamento Para Intervenções nos Rios e Bacias Hidrográficas da Região das Praias da Baía

Destaca-se neste tópico que as proposições para intervenções nos rios e bacias da região estudada foram feitas com base nos estudos e levantamentos realizados pelo autor nos últimos dois anos e têm uma grande importância acadêmica para proposições e análises futuras. Porém, é defendido nessa dissertação que ações desse porte devem ter envolvimento profissional multidisciplinar e aporte de órgãos governamentais e privados.

4.6.1 Delimitação dos Limites Físicos da RPB

Propõe-se uma remodelação dos limites da Região das Praias da Baía, a títulos de planejamento de drenagem e recursos hídricos, tendo em vista que a atual regionalização não usa as bacias hidrográficas como unidades de planejamento como preconiza a Lei Orgânica do Município de Niterói. Dessa forma, propõe-se criar a Região Hidrográfica das Praias da Baía, que agrega as bacias hidrográficas do Rio Icaraí, do Canal de São Francisco, do Centro e as Áreas que Drenam Para a Baía de Guanabara, pois estas têm como características em comum, estarem inteiramente dentro do município de Niterói, tendo limites dentro do próprio município, e estando a maior parte da sua área em zonas de urbanização densa e com seus cursos d'água desaguando na Baía de Guanabara. A delimitação da Região das Praias da Baía e da região agregando as quatro sub-bacias citadas pode ser vista na Figura 15.

4.6.2 Medidas de Controle de Inundações

As medidas de controle de inundação aqui propostas levam em consideração não apenas o risco atual desses eventos, mas também a resiliência da cidade tendo em vista as mudanças climáticas que alteram a recorrência e intensidade de eventos meteorológicos extremos. Além disso, visam aliar, sempre que possível, sua função hidráulica com a preservação e recuperação do meio ambiente e da biodiversidade, além de favorecer a qualidade de vida das pessoas que habitam e frequentam a região. Ainda, sempre que possível, as medidas de controle corroboram com as medidas para a recuperação dos cursos d'água da região de estudo.

4.6.2.1 Medidas Estruturais Extensivas

Esse conjunto de medidas atua sobre a bacia como um todo, visando aumentar a permeabilidade do solo e, conseqüentemente, reduzindo os deflúvios e retardando os

picos de cheia. Além disso, a maior absorção de água eleva o nível do lençol freático, favorecendo a recuperação da vazão natural dos cursos d'água.

4.6.2.1.1 Criação e Requalificação de Unidades de Conservação e Praças

É um conjunto de medidas a serem tomadas em curto e médio prazo, visando garantir a preservação dos fragmentos florestais já existentes e a recomposição de áreas não ocupadas, mas sem cobertura significativa de vegetação.

Neste item, são propostas ações para a área de estudo como um todo tendo em vista que certas ações irão abranger mais de uma bacia hidrográfica. Algumas ações sugeridas são:

- Transformar parte do Morro do Cavalão em APA, recompondo sua vegetação.
- Criar Unidade de Conservação para proteger todos os fragmentos de vegetação da Bacia do Centro.
- Transformar em APA o entorno do Monumento Nossa Senhora Auxiliadora.

4.6.2.1.2 Adoção de Pavimentos Permeáveis

É uma medida a ser adotada em toda a área de estudos, sendo distribuída por todas as bacias. Tem base nos princípios da infraestrutura verde, consiste na substituição gradual de pavimentos impermeáveis de ruas e calçadas em logradouros com menor tráfego, por pavimentos com maior taxa de infiltração, como o calçamento com paralelepípedos, blocos de cimento e outras alternativas. É uma medida visando resultados em longo prazo visto que tiraria partido de obras de reparo da pavimentação existente ou de nova pavimentação em vias e calçadas, sendo dividida em dois programas que se complementam.

O primeiro programa consiste na criação de diretrizes para implantação de pisos permeáveis em calçadas, disponibilizando apoio técnico para que os proprietários adotem esse tipo de padrão construtivo nos passeios públicos de seus logradouros. Juntamente seria proposto um Projeto de lei para dar incentivos fiscais para proprietários que substituam os pisos das calçadas por mais permeáveis e para novas construções que os adotem. Além disso em caso de manutenção ou implantação de calçadas pelo poder público será sempre priorizada a adoção de pisos permeáveis. É um programa a ser implementado em curto prazo que teria os resultados em médio a longo prazo.

O segundo programa consiste na implementação de pisos menos impermeáveis que o asfalto em vias de menor tráfego, como paralelepípedos e blocos de concreto. A substituição seria gradual, conforme a demanda de manutenção nas vias. Nesse sentido se faz necessário a criação de material técnico que determine as opções de pavimento mais adequadas que conciliem a infiltração d'água e o tráfego que a via recebe. É um programa a ser implementado em curto prazo que teria os resultados em médio a longo prazo. Também será necessária uma ação de conscientização da população para a importância do uso de pavimentações permeáveis, demonstrando também suas vantagens adicionais como a diminuição da velocidade do tráfego, pois há uma visão coletiva de que o asfalto é mais adequado nas áreas urbanas e é associado ao desenvolvimento de um bairro.

4.6.2.1.3 Arborização Urbana

A arborização urbana ajuda a reter e a retardar as gotas de chuva antes de chegarem ao solo, além disso suas raízes ajudam a infiltrar a água. Do ponto de vista da qualidade de vida urbana ajudam a absorver o ruído das vias, diminuir a temperatura do entorno e gerar sombra. Já do ponto de vista ambiental atraem animais e dão suporte a outras espécies vegetais. As medidas para favorecer a implantação de arborização urbana são divididas em dois programas.

O primeiro é um programa de incentivo aos moradores, comerciantes e empreendedores a adotarem árvores tanto nos passeios públicos, quanto nas áreas livres dos seus imóveis. Este deverá ser implementado em curto prazo, podendo se tornar um programa permanente. Entretanto, mesmo com uma grande adesão do público os benefícios hidráulicos mais significativos seriam percebidos em médio e longo prazo devido ao tempo de crescimento das árvores.

Este programa consistiria na doação de mudas, preferencialmente de espécies nativa da mata atlântica e obrigatoriamente adequadas ao espaço disponível. Por parte do poder público seria fornecido o apoio técnico para seu plantio e manutenção. Já o proprietário do logradouro disponibilizaria o local para o plantio e se comprometeria com os cuidados do espécime vegetal. Em contra partida, ele receberia uma certificação de apoiador do programa, que pode ser usado a fins de publicidade no caso de comércios e serviços. Para tal, seria necessária a devida comunicação nas redes e mídias afim de tornar o programa atraente tanto para os que adotam a muda quanto para o público em geral.

Os pontos positivos dessa medida, além do hidráulico, são a possibilidade de dispersão de árvores, que formam pequenos fragmentos verdes, por toda a bacia trazendo todos os benefícios ambientais e urbanos da arborização. Além do envolvimento da sociedade e criação de um senso de pertencimento ao adotar uma árvore. Já os pontos negativos são a dependência da adesão do público para o sucesso da ação e a demora para se obter os benefícios hidráulicos.

O segundo programa consiste na arborização de logradouros públicos, como praças, margens de rios e canais, canteiros centrais e outros espaços onde seja possível sua implantação, sempre dando preferência a espécies nativas. Como no programa anterior, a implementação seria em curto prazo, entretanto, seus benefícios seriam percebidos em médio e longo prazo do ponto de vista hidráulico. Os benefícios são os mesmos relacionados à arborização urbana.

A implantação de ambos os programas conjuntamente traria uma redução de custos para sua execução, podendo ser feito o compartilhamento de equipes técnicas para ambos, além da possibilidade de compras em maior escala de mudas diminuindo o preço unitário. Também existe a possibilidade da implantação de um horto de espécies de mata atlântica que porventura diminuiria ainda mais os custos, além de possibilitar a reposição futura de espécimes.

4.6.2.1.4 Canteiros Pluviais, Jardins de Chuva e Bio Valetas

Os Canteiros Pluviais, Jardins de Chuva e Bio Valetas aliam o paisagismo com a infiltração das águas pluviais, favorecendo a diminuição dos deflúvios nas calhas das bacias, além de trazerem mais verde para as áreas urbanas. Neste trabalho, propõe-se que estes instrumentos sejam usados em todas as bacias hidrográficas, distribuídos espacialmente por todo o território, sobretudo nas partes mais a montante das bacias. Para isso, são propostos dois programas, apresentados a seguir.

O primeiro programa consiste na implantação por parte do poder público de canteiros pluviais em praças e jardins, também junto à vias, aproveitando canteiros centrais, rotatórias, agulhas e o bordo das pistas onde não houver espaço para estacionamento. Também seriam implantadas Bio Valetas em vias de menor tráfego em áreas mais altas das bacias hidrográficas. O programa deverá ser implementado em médio a longo prazo, aproveitando obras de manutenção e remodelação das vias e canteiros para sua execução, assim baixando o custo de implantação.

O segundo programa consiste na implementação de material técnico de apoio e de uma equipe técnica permanente que auxilie na execução de jardins de chuva e canteiros pluviais em áreas particulares e em calçadas com investimento privado, complementarmente com a criação de um projeto de lei que dê incentivos fiscais para os proprietários que implementem esse tipo de infraestrutura em seus logradouros e empreendedores que os empreguem em novas edificações. Esse é um programa a ser implantado em curto prazo, mas que só terá seus efeitos percebidos em médio e longo prazos, a depender da adesão do público.

4.6.2.2 Medidas Estruturais Intensivas

São medidas que atuam diretamente sobre os cursos d'água. Nessa dissertação serão propostas apenas intervenções que, além de sua função hidráulica, ajudem a preservar e recuperar os rios, tendo em vista também o que tenham um impacto urbano positivo.

4.6.2.2.1 Reservatórios de Detenção

Essa medida é composta pela implantação de reservatórios de detenção, de diferentes portes em determinados pontos dos cursos d'água, a fim de evitar enchentes em trechos específicos, sempre aliados a preservação, renaturalização dos rios, valorização da paisagem e criação de espaços públicos privilegiados, tal qual praças e parques. É uma medida a ser implementada em curto e médio prazos, trazendo benefícios hidráulicos pontuais ao início da operação de cada reservatório. Entretanto, em conjunto com outras medidas estruturais extensivas e intensivas podem vir a reduzir significativamente o tempo de recorrência de alagamentos nas bacias onde forem implantados.

Com base em imagens da plataforma Google Earth e no trabalho de campo, foram identificados locais na Bacia do Rio Icaraí e do Canal de São Francisco, onde é possível a implantação desse tipo de reservatório. Para a escolha dos locais, foi levada em consideração a existência de vazios urbanos nas margens dos cursos d'água, a montante de pontos críticos de alagamento na bacia hidrográfica onde se situam.

Na Bacia do Rio Icaraí, foram identificados três locais propícios para sua instalação. No Rio Icaraí no campo de futebol do Complexo Desportivo Caio Martins, onde a área tem mais de 16.000 m². Se o terreno for rebaixado comporta uma lamina d'água média de 1,2m e seria possível acumular cerca de 19.200 m³ d'água. A título de comparação é um volume superior ao reservatório da Praça da Bandeira, que possui 18.000m³ e que faz parte do sistema de prevenção de inundações da Bacia do Rio Maracanã, na cidade do

Rio de Janeiro. O complexo desportivo em questão é utilizado para treinos e atividades sociais, entretanto o campo de futebol está subutilizado, pois o estádio não pode mais receber partidas oficiais devido a impactos de vizinhança. Também não serve mais a nenhum time profissional como campo de treinamento. O campo pode ser convertido em quadras poliesportivas e áreas de recreação para o público em geral, sem desviar a função de centro esportivo e atendendo a uma maior população da região, cumprindo uma função de espaço público livre de edificações numa área urbana densamente ocupada. Após chuvas intensas, a área alagada pode ser limpa com água da chuva captada na cobertura do ginásio que tem aproximadamente 6.000 m².

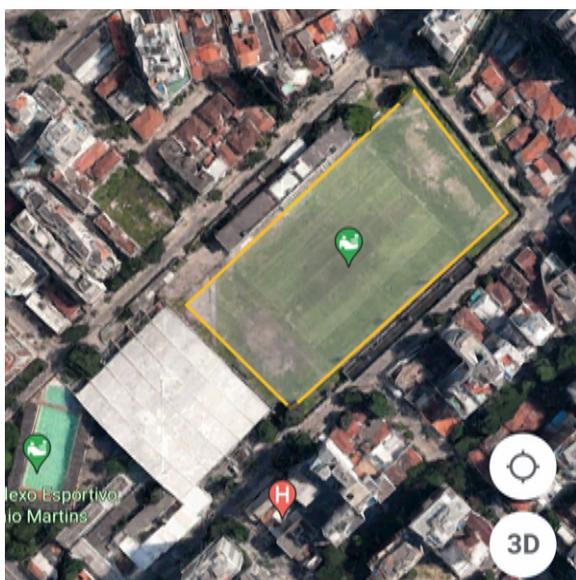


Figura 93: Área Para Implantação de Reservatório

Fonte: Google Earth



Figura 94: Campo de Futebol Complexo Desportivo Caio Martins

Fonte: Foto do Autor (2021)

Ainda na Bacia do Rio Icaraí há dois locais propícios à instalação de reservatórios de retenção de pequeno porte. O primeiro fica nas margens do Córrego do Viradouro ao final da Av. Almirante Ary Parreiras entre a R. Des. Aniceto de Medeiros Corrêa e a Tv. Quinhentos e Dezoito, o terreno às margens do canal (Figura 72) está subutilizado e este trecho da avenida tem baixo trânsito de veículos. Tirando partido do terreno e de uma das pistas da avenida, é possível liberar uma área de aproximadamente 2.400 m² para a implantação de um reservatório de retenção (Figura 95), levando em consideração uma lâmina d'água de 0,8 m é possível deter cerca de 1.900 m³ de água. O segundo local fica às margens do Córrego do Calimba, entre a Rua Dr. Constantino Nami Kalil e o acesso ao condomínio Santa Rosa (Rua Dr. Martins Torres N°606). Com área de aproximadamente

300 m² e declividade natural, este ponto (Figura 96) fica à montante do trecho canalizado deste curso d'água.

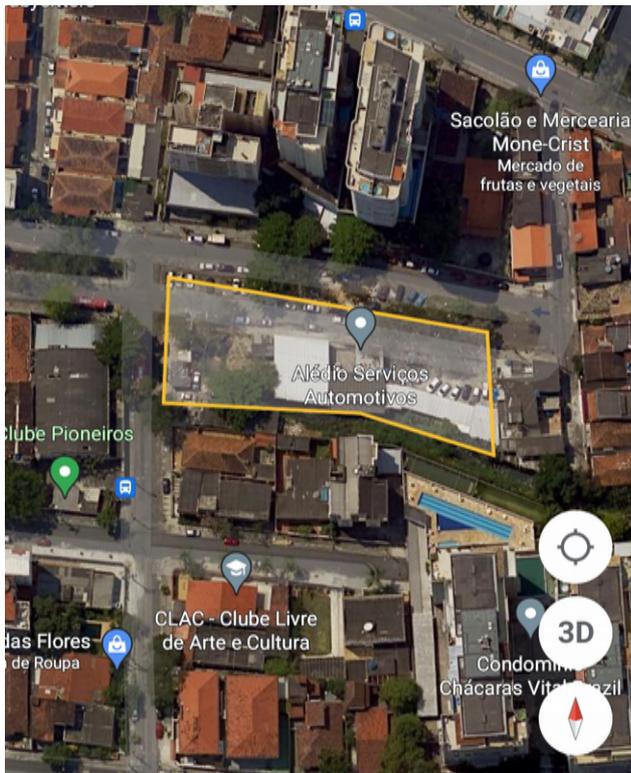


Figura 95: Área Para Reservatório Av. Ari Parreiras.
Fonte Google Earth

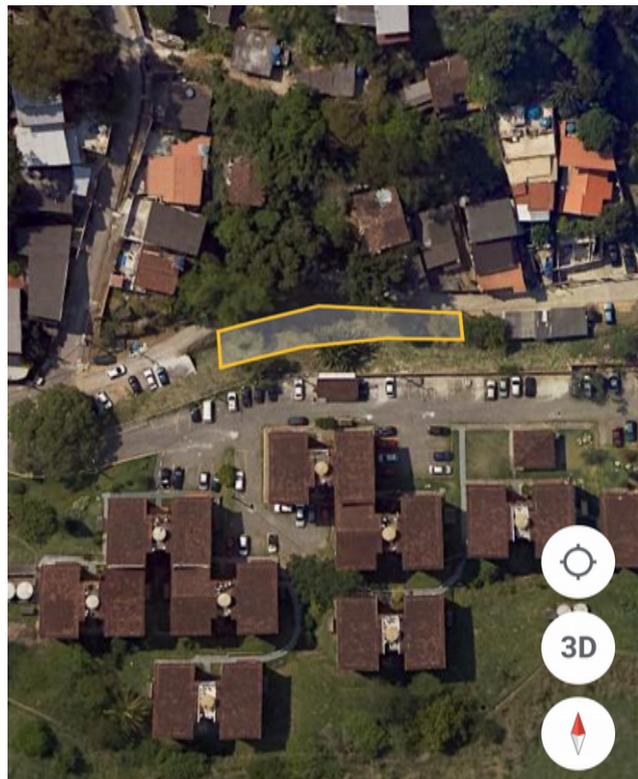


Figura 96: Área Para Reservatório Martins Torres.
Fonte Google Earth

Já na Bacia do Canal de São Francisco foram identificados dois pontos onde é possível implantar reservatórios de pequeno porte. O primeiro local fica às margens do Rio de Santo Antônio, na Av. Rui Barbosa, no lado oposto ao nº 1000, o curso d'água faz uma curva nesse trecho onde aparenta correr em seu leito natural, em suas margens há uma área de aproximadamente 2.000 m² livre de edificações (Figura 97) e em nível mais baixo que a via e as residências no entorno. O segundo ponto fica às margens do Córrego Surucucu na quadra ao lado da UMEI Margarete Flores. A área (Figura 98) tem aproximadamente 2.200 m², o campo de futebol, atualmente de terra, poderia ser substituído por quadras de esportes que seriam submersas em eventos de chuvas intensas.



Figura 97: Área Para Reservatório Av. Rui Barbosa.

Fonte: Google Earth

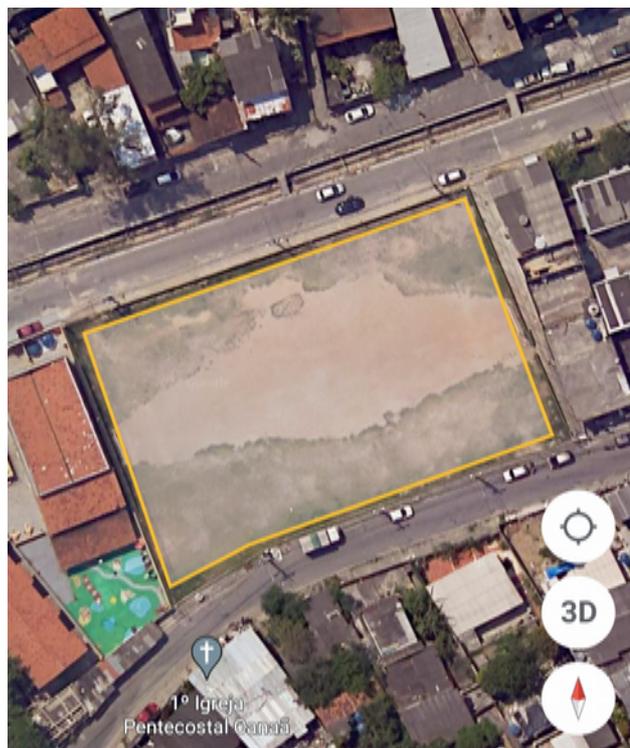


Figura 98: Área Para Reservatório Grota do Surucucu.

Fonte: Google Earth

Os locais apresentados servem como exemplo, pois estão as margens dos cursos d'água e possuem área livre suficiente para implantação de reservatórios, entretanto sua instalação demanda estudos mais aprofundados de viabilidade técnica. Outras áreas podem ser estudadas para receber esse tipo de estrutura tanto as margens dos cursos d'água tanto em outros locais que concentrem as águas da drenagem artificial. Reservatórios de diferentes portes e tipologias podem ser implementados para que em conjunto reduzam o pico de cheia das bacias hidrográficas.

4.6.2.2.1 Remoção de Obstáculos e Edificações Sobre os Cursos D'Água.

Essa medida é composta de um único programa a ser implementado em curto e médio prazo. Este consiste na identificação e remoção de estruturas e outros obstáculos que estrangulem o fluxo de água nos rios e canais. Também se aplica a edificações e estruturas que se encontrem sobre os cursos d'água, pois as mesmas tendem a impactar o fluxo durante as cheias fazendo com que trechos que deveriam se comportar como condutos abertos passem a se comportar como condutos fechados. Também devem ser avaliadas as pontes e travessias de dutos, onde estas possam impactar o fluxo nos canais criando um cronograma de remodelação dos mesmos.

4.6.3 Medidas de Recuperação dos Cursos D'Água

4.6.3.1 Resgate da Memória dos Rios da Região

Essa é uma medida de curto prazo, a ser implementada em até cinco anos. Tendo como base os conceitos de Lynch (1972) de resgatar o passado e eleger o que deve ser preservado e de Oliveira (2009) de lembrar as pessoas de que havia um ambiente natural antes da implantação da cidade, tendo em vista a noção de percepção ambiental. O objetivo é romper com o estigma de vala negra atribuído aos rios urbanos, conscientizando a população da necessidade de preservar e recuperar esse patrimônio ambiental.

A medida contará com um projeto de educação ambiental que inclui palestras sobre o assunto nas escolas do município e a criação e divulgação nas redes sociais e sites oficiais de conteúdo que mostra a história da urbanização da região e de seus rios. Sempre visando resgatar as toponímias antigas e mostrando onde era o curso original dos mesmos. Também se inclui a sinalização nas vias quando estas cruzarem os cursos d'água atribuindo seus nomes.

4.6.3.2 Os Rios Como Corredores

Essa medida consiste em diretrizes para articular programas anteriormente citados e cria outros visando a utilização dos rios da RPB como corredores verdes, com potencial para unir fragmentos além de servirem de zonas de amenidades para os pedestres e ciclistas. As medidas serão implementadas em curto e médio prazo visando resultados substanciais em longo prazo. Os corredores serão implantados nas faixas marginais dos cursos d'água em terrenos públicos e privados. Essa é a primeira ação no sentido da renaturalização dos rios, criando uma faixa verde e livre de edificações nas margens dos cursos d'água, propiciando intervenções nos mesmos.

A primeira diretriz é referente ao programa de arborização urbana, tornando as margens de todos os cursos d'água como áreas prioritárias para a arborização. A segunda diretriz é referente a desobstrução dos cursos d'água, sempre que possível ao realizar as intervenções liberar uma faixa de até 15m das margens dos mesmos. A terceira diretriz é referente à implantação dos reservatórios de retenção, adotando sempre reservatórios abertos quando estes forem as margens dos rios e preferindo esse padrão construtivo nos

demais locais. A quarta diretriz é em relação a implantação de áreas verdes e praças, sendo prioritária a implantação nas margem dos cursos d'água.

O primeiro programa consiste na identificação dos terrenos nas margens de todos os cursos d'água da Região Hidrográfica das Praias da Baía, gerando um cadastro desses logradouros. Esse levantamento servirá de base para impedir a implantação de novas construções nas margens das águas correntes de acordo com a lei orgânica do município. Por esse motivo é um programa a ser implementado de imediato.

O segundo programa consiste na recuperação das margens dos cursos d'água numa faixa de 15 metros de cada lado, como estabelecido pelo código florestal de 1972. A recuperação consiste primeiramente em liberar de edificações essa faixa. Onde as edificações forem irregulares estas devem removidas pelo poder publico, em caso de habitações de famílias de baixa renda, deve haver uma solução para sua instalação em outro local. Onde as edificações forem regulares, deve se estabelecer por meio de legislação específica, que em caso de obras no logradouro as mesmas só serão aprovadas mediante a liberação das faixas nas margens dos cursos d'água. Outros mecanismos como o direito de preempção e a desapropriação podem ser usados para liberar essas áreas. Esse é um programa a ser executado em médio e longo prazo, tendo em vista que as remoções de edificações são custosas para o município e para a população.

4.6.3.3 Despoluição dos Cursos D'Água

A poluição das águas é um dos fatores que corroboram com a invisibilidade dos rios urbanos, portanto melhorar a qualidade d'água é fundamental para a recuperação dos rios não apenas do ponto de vista ambiental, mas também como paisagem e espaço público privilegiado. Na região de estudo a concessionária Águas de Niterói afirma que os serviços de coleta e tratamento de esgoto são universalizados, entretanto é notória a presença de esgotos domésticos nos rios e córregos em todas as bacias hidrográficas. A presença de tomadas de tempo seco que coletam as águas dos rios Icaraí e de Santo Antônio e as enviam para estações de tratamento de esgoto demonstram a real dimensão da poluição.

Para solucionar esse problema são propostos dois programas a serem implementados de em curto prazo de maneira emergencial. O primeiro programa consiste em identificar ligações irregulares de esgoto tanto na rede pluvial quanto direto nos cursos d'água,

autuando os imóveis em desacordo exigindo que adéquem as ligações imediatamente. Esse é um programa que deve ser implementado em parceria do poder público com a concessionária garantindo celeridade na identificação das ligações irregulares e sua adequação.

O segundo programa consiste na implantação de redes coletoras de esgoto em favelas evitando que os efluentes cheguem aos corpos d'água. É um programa a ser implementado em parceria do município com a concessionária do serviço em questão. Cada comunidade atendida deve ser analisada individualmente e as soluções devem levar em conta a preservação ambiental e a qualidade de vida da população.

4.6.1.1 Renaturalização de Cursos D'Água

A renaturalização de rios é um desafio técnico e político mesmo em países desenvolvidos que contam com recursos vultosos e amplo apoio da população em relação as medidas, como foi apresentado no capítulo anterior. Frente à realidade da área de estudos a renaturalização integral dos rios deve ser vista como um fim a se chegar em longo prazo, após a realização de outras medidas que visem liberar as calhas dos cursos d'água, despoluam suas águas e que faça com que a cidade retenha por mais tempo a água e seja mais permeável. As ações de renaturalização devem ser implementadas em etapas, tirando partido de trechos dos rios que estejam com suas margens livres e leito menos alterado e aproveitando outras intervenções que porventura alterem a calha e/ou as margens dos cursos d'água.

Os rios de maior porte onde mesmo modificados seus cursos ainda são visíveis como no caso do Rio Icaraí, Córrego do Viradouro e do Rio de Santo Antônio, são mais viáveis de receber as primeiras intervenções sobretudo nos trechos que são margeados por ruas e avenidas, portanto as experiências de renaturalização nessa área de estudo devem ser prioritárias na Bacia do Rio Icaraí e na Bacia do Canal de São Francisco (Rio de Santo Antônio). Todas as medidas propostas nesse trabalho devem ser implantadas de forma conjunta propiciando a redução dos deflúvios, diminuindo os picos de cheia e consequentemente a recorrência de inundações, mas sem perder de vista a recuperação ambiental e a valorização da paisagem e dos espaços públicos.

Propostas de Intervenções nos Rios e Bacias Hidrográficas da Área de Estudos.

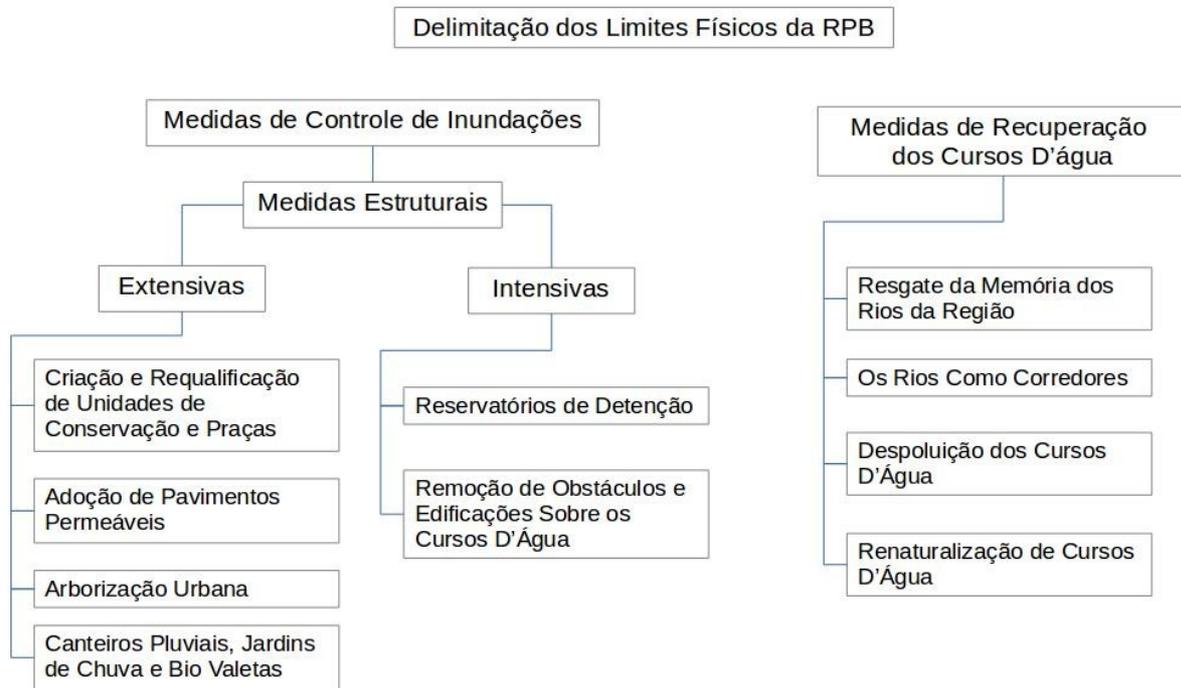


Figura 99: Quadro Propostas de Intervenções nos Rios e Bacias Hidrográficas da Área de Estudos.

Fonte: Feito Pelo Autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudos, num passado não tão distante contava com uma rica malha hídrica composta, sobretudo, de pequenos córregos que corriam dos morros e pequenas serras da região, passando por florestas e restingas até desembocarem na Baía de Guanabara. Com os processos de ocupação e urbanização do território, esses rios foram desnaturalizados e poluídos tornando essa malha hídrica invisível, sendo confundida com a drenagem artificial da cidade. Entretanto, durante as chuvas intensas nessa região densamente ocupada e altamente impermeabilizada, fazem com que a malha hídrica, atualmente composta pela micro drenagem e canais retificados e artificializados de macro drenagem, não dê conta de escoar as águas, provocando alagamentos frequentes em toda a região. Isso evidencia a necessidade de se utilizar novas abordagens que não sejam apenas baseadas na infraestrutura cinza para solucionar esse problema.

A integração de diferentes soluções baseadas na infraestrutura verde, na renaturalização dos rios e também na infraestrutura cinza pode vir a diminuir substancialmente a recorrência dos alagamentos e também propiciar uma recuperação da qualidade ambiental da região, além de uma melhor qualidade de vida para sua população. Entretanto, essas medidas devem ser implementadas de forma coordenada e estratégica, tendo em vista que a macrodrenagem não está relacionada apenas ao saneamento, mas é uma questão fundamental para a resiliência da cidade. Portanto, deve haver um esforço em diferentes áreas de forma integrada para se conseguir atingir os objetivos.

Tendo em vista os exemplos de boas práticas em outros países e o estudo de caso no Município de Niterói, evidencia-se que é possível preservar e recuperar os rios urbanos, além de planejar a drenagem urbana de forma eficaz empregando técnicas de infraestrutura verde. Assim, além dos sistemas de drenagem servirem ao controle das águas pluviais e de inundações, podem ser usados para promover a qualidade de vida urbana, a preservação e recuperação ambiental. Entretanto, para tal, é preciso lançar um novo olhar para as águas urbanas, levando em conta que estas devem fazer parte do cotidiano da cidade e que sua gestão perpassa por diversas disciplinas. É necessário empenho tanto da sociedade quanto do poder público para que esse panorama de cuidado com os rios e águas seja possível.

Os desafios encontrados para a recuperação dos rios no caso limite abordado nessa dissertação indicam a necessidade urgente de se preservar e recuperar os cursos d'água

e suas bacias hidrográficas, principalmente onde ainda não sofreram tamanha modificação antrópica, tendo em vista a importância para a drenagem, abastecimento de água, equilíbrio natural, biodiversidade e sobretudo do valor intrínseco e da essência dos rios. Nesse sentido, a legislação brasileira deveria seguir o que é preconizado pela Constituição Federal em seu capítulo do Meio Ambiente e determinar que os rios enquanto patrimônio ambiental, sejam preservados incluindo suas margens e mata ciliares inclusive nas áreas urbanas, como preconizavam o código florestal (Lei 12.651/2012) e urbanístico (Lei 6.766/1979) antes de serem precarizadas pela Lei 14.285/2021. É também fundamental que o poder público esteja empenhado na preservação ambiental e faça seu papel de fiscalizar para garantir que a legislação seja cumprida.

No caso específico de Niterói, onde a urbanização é densa e são recorrentes os problemas de macrodrenagem, é imprescindível que a legislação municipal preconize a preservação das margens e do leito dos seus rios, sobretudo onde estes ainda não estão ocupados ou onde não possuem significativas modificações antrópicas. Também é importante que a legislação forneça subsídios para que sejam implantadas soluções de drenagem baseadas na infraestrutura verde e que sejam recuperados os rios já modificados.

As propostas desenvolvidas no estudo de caso visam em primeiro lugar diminuir os picos de cheia retardando o escoamento da água, seja pela infiltração ou pela retenção. As ações como um todo trariam o efeito de diminuição da recorrência das inundações na Região das Praias da Baía, entretanto fica para estudos futuros modelar e quantificar o real impacto das intervenções. Para tal, as análises devem ser feitas bacia a bacia, considerando diferentes cenários. O impacto dos reservatórios de retenção propostos, podem ser analisados de maneira independente, sobretudo o do Estádio Caio Martins, já que estes podem individualmente trazer uma redução significativa das inundações em pontos específicos da cidade.

Tendo em vista o caráter multidisciplinar das intervenções propostas, outros estudos de diferentes áreas do conhecimento, como geografia, urbanismo, arquitetura, paisagismo e engenharia civil, podem dar prosseguimento a esta pesquisa na Região das Praias da Baía de Niterói – RJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Mestre Jou, 1970.

ÁGUAS E ENERGIA DO PORTO EM, 2014-2022 (site). Disponível em: <https://www.aguasdoporto.pt/> Acesso em: 03/01/2022.

ANDRADE, Carlos Roberto Monteiro de. A peste e o plano: o urbanismo sanitaria do Eng.º Francisco Saturnino de Brito. 1992. 282f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019 (site). Disponível em: <https://www.metropol.gov.co/> Acesso em: 25/10/2021

ARZET, Klaus e JOVEN, Stefan. The Isar Experience – Urban River Restoration in Munich, 2008 Disponível em: https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf Acesso em: 31/01/2022.

BARTALINI, Vladimir. A Trama Capilar das Águas na Visão Cotidiana da Paisagem. Revista USP n.70. São Paulo, agosto de 2006. Artigos, p. 88-97.

BINDER, Walter. Rios e Córregos: preservar, conservar, renaturalizar – a recuperação de rios, possibilidades e limites da engenharia ambiental. Rio de Janeiro, SEMADS, 1998.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938 [...]. Brasília: DOU, 2012.

CABEZAS, Constanza, Primeiro Lugar no Concurso Internacional para o Parque do Rio em Medellín. Arch Daily 10 de janeiro de 2014. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-165814/primeiro-lugar-no-concurso-internacional-para-o-parque-do-rio-em-medellin> Acesso em: 10/08/2022

Campos, Maristela Chicharo de. O Governo e a Cidade: Elites Locais e Urbanização em Niterói (1835-1890). Niterói – RJ: Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em História da Universidade Federal Fluminense, 2004.

ETTER, Andrés. *Introducción a la Ecología del Paisaje: Un Marco de Integración para los Levantamientos Ecológicos*. Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, 1991.

Ferreira, Carmen. *As Ribeiras e Rios Ocultos da Cidade Do Porto. Um Património Hídrico a Reabilitar*, Livro de Atas do XVI Colóquio Ibérico de Geografia: Península Ibérica no Mundo: problemas e desafios para uma intervenção ativa da Geografia. Lisboa – Portugal, 2018. Artigo P. 649 a 657. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/117948>

GEHL, Jan. *Cidades Para Pessoas*. Tradução Anita Di Marco, 3 ed. São Paulo: Perspectiva 2015. Original Cities for People 2010.

GUERRA, Antônio Teixeira. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*, 6ª Edição, Rio de Janeiro, IBGE, 1980.

GONÇALVES, José e MALHEIROS, Mariana. *Ribeira da Granja: Maus Cheiros e Tingimento das Águas Devem-se a Descargas de Resíduos Industriais! Garante a Junta de Freguesia de Ramalde. ETC. ETAL! Jornal*, 1º de dezembro de 2018. Disponível em: <https://etcetaljornal.pt/j/2018/12/ribeira-da-granja-maus-cheiros-e-tingimento-das-aguas-devem-se-a-descargas-de-residuos-industriais-garante-a-junta-de-freguesia-de-ramalde/>
Acesso em: 03/01/2022.

HEIDEGGER, Martin. *Construir, Habitar, Pensar*

HEIDEGGER, Martin. *A Questão da Técnica*

HOLZER, Rainer. *Águas Urbanas: Um Olhar sobre o Rio Icaraí*. Niterói – RJ, 2016. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Projeto 1 do Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) Universidade Federal Fluminense. 2016.

HOLZER, Rainer. *Águas Urbanas: Niterói e o Rio Icaraí*. Niterói – RJ 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Projeto 2 do Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) Universidade Federal Fluminense. 2017.

JAPIASSÚ, Hilton e MARCONDES, Danilo. *Dicionário Básico de Filosofia*. 5.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

JIMÉNEZ, Juan Diego Ortiz *¿Qué pasará con Parques del Río?: Su Continuidad Está en Vilo*, *Jornal El Colombiano* Publicado 15 de outubro de 2019. Disponível em: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/parques-del-rio-su-continuidad-esta-en-vilo-DB11767532> Acesso em: 25/10/2021

LEÃO, Manuel Vieira. Plano da Cidade do Rio de Janeiro: Situado na latitude de 22°54' e na longitude de 334°53' contados do meridiano da Ilha de Ferro. Escala [1:50.000]. Rio de Janeiro, 1770. Disponível em: http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart309970/cart309970.html

LYNCH, Kevin. De que Tiempo es Este Lugar, 1972.

MEYER, A. F. The Elements of Hydrology, 487. New York: John Wiley & Sons Inc, 1917.

Michaelis, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (Online) Editora Melhoramentos Ltda. 2022. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/> Acesso em: 30/05/2022

MULLER, Glaucia Regina Ramos. A Influência do Urbanismo Sanitarista na Transformação do Espaço Urbano em Florianópolis. Dissertação de Mestrado em Geografia. UFSC, 2002.

NUNES, Carolina. Ribeira da Granja: Um Marco Para a Renaturalização dos Rios Portugueses. Humanitatat 06 de fevereiro de 2018. Disponível em: <http://humanitat.com.br/pb/ribeira-da-granja-um-marco-para-a-renaturalizacao-dos-rios-portugueses/> Acesso em: 03/01/2022

NUNES, Carolina. O Rio Isar. Humanitatat 01 de Abril de 2020. Disponível em: <http://humanitat.com.br/pb/o-rio-isar/> Acesso em: 05/01/2022

OLIVEIRA, Cêurio de. Dicionário Cartográfico, 2ª edição, Rio de Janeiro, IBGE, 1983.

OLIVEIRA, Livia de. Percepção do Meio Ambiente e Geografia: Estudos Humanistas do Espaço, da Paisagem e do Lugar. São Paulo – Sp 2017. Livia de Oliveira Organizado por Eduardo Marandola Jr.; Tiago Vieira Cavalcante. Editora UNESP, 2017.

PEREIRA, Tiago André Rodrigues. Avaliação e Caracterização de Projetos de Reabilitação Fluvial, Porto – Portugal 2015 Dissertação. Universidade do Porto, 2015. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/79947>

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI, Atlas das Unidades de Conservação do Município de Niterói. Coordenadora Técnica Amanda Jevaux da S. de Sousa, Edição Pedro Bittencourt. Niterói – RJ, 2018

PEIXES regressam à Ribeira da Granja. Portal de Noticias Porto., 17 de Setembro de 2021. Disponível em: <https://www.porto.pt/pt/noticia/peixes-regressam-a-ribeira-da-granja> Acesso em: 03/01/2022.

PORTA, M^a Pilar Sopena. Recuperação del Paisaje en la Ciudad: Las Riberas Urbanas em las Cuencas de los Ríos Garona e Isar. Trabalho Fin de Máster en Estudios Avanzados en Historia del Arte, Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Zaragoza, novembro de 2013. Disponível em: <https://zaguan.unizar.es/record/12767/files/TAZ-TFM-2013-1027.pdf>
Acesso em: 31/01/2022.

PORTAL GEOINEA www.inea.rj.gov.br/portalgeoinea

Rangel, José Correia Plano da cidade do Rio de Janeiro: com a parte mais essencial do seu porto e todos os lugares fortificados, 1796. Disponível em: http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart209337/cart209337.html

RIO DE JANEIRO, Instruções Técnicas Para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras, Subsecretaria de Gestão de Águas – Rio Águas 2010.

RIOS, Inês. Ramalde Prestes a Reaver Ribeira da Granja. PÚBLICO Comunicação Social SA, Local Porto, 22 de Dezembro de 2011. Disponível em: <https://www.publico.pt/2011/12/22/jornal/ramalde-prestes-a-reaver-ribeira-da-granja-23661290> Acesso em: 03/01/2022

SCIFONI, Simone. Paisagem cultural. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Orgs.). *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. (verbete). ISBN 978-85-7334-299-4. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/dicionarioPatrimonioCultural/detalhes/82/paisagem-cultural>
Acesso em: 29/09/2020

SE QUEJAN de descuido en la UVA de El Tesoro y Parques del Río. Jornal El Colombiano, 25 de setembro de 2021. Disponível em: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/danos-y-descuido-en-uva-el-tesoro-y-parques-del-rio-KG15756783> Acesso em: 25/10/2021

TUCCI, Carlos E. M. (organizador) Hidrologia: Ciência e Aplicação, Editora Universidade UFRGS, Porto Alegre – RS, 1993.

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 7, n.1 Porto Alegre – RS Jan/Mar 2002, Artigo P. 5 a 27.

TUCCI, Carlos E. M. Drenagem Urbana. Revista Ciência e Cultura Vol. 55 No. 4 São Paulo – Sp Out./Dec., 2003. Artigo P. 36 e 37.

TUCCI, Carlos E. M. Gestão de águas pluviais urbanas. Ministério das cidades/Global Water Partnership, World Bank, UNESCO, 2005.

USDA, United States Department of Agriculture (Site), Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/about/history/> Acesso em: 09/10/2020

GLOSSÁRIO

Área de Preservação Permanente (APP): “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei: 12.651/2012).”

Arroio: “Nome que se dá um pequeno rio, no sul do Brasil. (Oliveira, 1983)”

Bacia de Drenagem: “O mesmo que área de drenagem ou bacia hidrográfica. (Guerra, 1980)”

Bacia Fluvial: “O mesmo que bacia hidrográfica. (Guerra, 1980).”

Canal: “Escavação ou fosso, natural ou artificial, por onde corre água (Michaelis, 2022).”
Nessa dissertação o termo é usado para se referir as calhas de rios modificadas ou canais artificiais.

Córrego: “Pequeno rio, pouco profundo e de pequeno caudal (Michaelis, 2022).”

Curso D’água: “Um curso no terreno ao longo do qual corre um rio; o próprio rio (Oliveira, 1983).”

Divisor de Águas: “Linha separadora das águas fluviais (Oliveira, 1983).”

Jusante: “Direção em que correm as águas de uma corrente fluvial (Oliveira, 1983)”

Leito: “O mesmo que leito fluvial, que é o “canal escavado pelo talvegue do rio para o escoamento dos materiais e das águas (Guerra, 1980).”

Lençol Freático: “lençol de água subterrâneo, em nível pouco profundo; lençol de água, lençol superficial (Michaelis, 2022).”

Macrodrenagem: “escoamentos em fundos de vale que normalmente são bem definidos mesmo que não correspondam a um curso d’água perene (Tucci, 1993).”

Microdrenagem: “áreas onde o escoamento natural não é bem definido e, portanto acaba sendo determinado pela ocupação do solo. Em uma área urbana, a microdrenagem é essencialmente definida pelo traçado das ruas (Tucci, 1993)”.

Montante: “Direção de onde correm as águas de uma corrente fluvial (Oliveira 1983).”

Ribeira: “Porção de terreno banhado por um rio; pequeno rio. (Oliveira 1983)”

Rio Efêmero: “O mesmo que rio temporário (Guerra, 1980).”

Rio Temporário: “Diz-se do curso d’água cujo regime não é permanente (Guerra 1983).”

Talvegue: “Linha de maior profundidade no leito fluvial. O oposto de Crista (Oliveira 1983).”

ANEXO 1: Tabela Curvas de Deflúvio (RIO DE JANEIRO, 2010)

Curvas de Deflúvio para solo medianamente úmido, precipitação acumulada em cinco dias entre 15 e 40 mm.

<i>Tipologia do uso do solo</i>		<i>Grupo hidrológico</i>			
		A	B	C	D
Uso Residencial					
Tamanho médio do lote impermeável %					
Até 500m ²	65	77	85	90	92
1000m ²	38	61	75	83	87
1500m ²	30	57	72	81	86
Estacionamento pavimentados, telhados		98	98	98	98
Ruas e estradas:					
Pavimentadas, com guias e drenagem		98	98	98	98
Com cascalho		76	85	89	91
De terra		72	82	87	89
Áreas comerciais (85% de impermeabilização)		89	92	94	95
Distritos industriais (72% de impermeabilização)		81	88	91	93
Espaços abertos, parques e jardins:					
Boas condições, cobertura de grama > 75%		39	61	74	80
Condições médias, cobertura de grama > 50%		49	69	79	84
Terreno preparado para plantio, descoberto					
Plantio em linha reta		77	86	91	94
Cultura em fileira, linha reta, condições ruins		72	81	88	91
Linha reta, boas condições		67	78	85	89
Curva de nível, condições ruins		70	79	84	89
Curva de nível, boas condições		65	75	82	86
Cultura de grãos					
linha reta, condições ruins		65	76	84	88
linha reta, boas condições		63	75	83	87
curva de nível, condições ruins		63	74	82	85
curva de nível, boas condições		61	73	81	84
Pasto					
condições ruins		68	79	86	89
médias condições		49	69	79	84
boas condições		39	61	74	80
Curva de nível					
condições ruins		47	67	81	88
médias condições		25	59	75	83
boas condições		6	35	70	79
Campos boas condições		30	58	71	78
Florestas					
condições ruins		45	66	77	83
médias condições		36	60	73	79
boas condições		25	55	70	77

Grupos hidrológicos:

Grupo A – solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a uns 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas, e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%.

Grupo B – solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5 m, mas é quase sempre presente camada mais densificadas que a camada superficial.

Grupo C – solos barrentos com teor de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidades de 1,2 m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5 m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.

Grupo D – solos argilosos (30- 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50 cm de profundidade. Ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável, ou horizonte de seixos rolados.