PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

SECRETARIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

FUNDAÇÃO INSTITUTO DAS ÁGUAS

PLANO MUNCIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

BASEADO E ADAPTADO DO PLANO DIRETOR DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO - FUNDAÇÃO RIO-ÁGUAS E CONSÓRCIO HIDROSTUDIO - FCTH (HIDROSTUDIO ENGENHARIA LTDA – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA). CONTRATO 027/2009, CONCORRÊNCIA 003/2008

DEZEMBRO 2015

PREFEITO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – PCRJ - EDUARDO PAES

Secretário Municipal de Saneamento e Recursos Hídricos– SMAR - PIERRE BATISTA

Subsecretário - MARCIO SANTOS DE ARAÚJO

Subsecretária - MARIA ALICE DE FREITAS VIDAL

Chefe de Gabinete - ALBERES DE LIMA BERNADO

Assessor Especial - MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA MOITA

PRESIDENTE DA FUNDAÇÃO INSTITUTO DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO - RIO-ÁGUAS (respondendo pelo expediente) - PIERRE BATISTA

Chefe de Gabinete - PAULO LUIZ DA FONSECA

Diretor de Obras e Conservação - CLAUDIO BARCELOS DUTRA

Diretor de Saneamento - EDSON DE BARROS MENDONÇA

Diretor de Estudos e Projetos - WANDERSON JOSÉ DOS SANTOS

Diretor de Análise e Fiscalização - EUGENIO HENRIQUE GONZAGA MONTEIRO

Diretor de Administração e Finanças - RICARDO CARDOSO DA SILVA

Diretora Jurídica - FERNANDA LOUSADA CARDOSO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1. TERRITÓRIO

O Território Administrativo
Relevo e Topografia
Geologia e Geomorfologia
Hidrogeologia
Áreas de risco
Hidrologia
Atividade Econômica
Ocupação do território
Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro
Sistemas de Drenagem

2. AS MACRORREGIOES DE DRENAGEM

Especificidades da Macrorregião da Baia de Guanabara
Especificidades da Macrorregião Oceânica
Especificidades da Macrorregião da Baia de Sepetiba

3. CONDICIONANTES DA MACRODRENAGEM NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

4. PREMISSAS E DIRETRIZES

Levantamento de Dados
Estudos Hidráulico-Hidrológico

5. INTERVENÇÕES PROPOSTAS

Macrorregião da Guanabara
Macrorregião Oceânica
Macrorregião de Sepetiba

6. ASPECTOS ECONÔMICOS

Classificação de Prejuízos decorrentes de enchentes
Prejuízos causados por enchentes em áreas urbanas
Susceptibilidades a enchentes de uma área urbana
Susceptibilidades Econômico-Sociais Ligadas as Inundações
A Identificação dos Prejuízos
Benefícios e Beneficiários

7. ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Interface com o Uso e Ocupação do Solo e a Moradia
Interface com os Sistemas de Transportes e Viário
Interface com o Saneamento Ambiental
Interface com o Clima
Ações Integradas - Intervenções Combinadas
Articulação Politica, Educação Ambiental e Mobilização
Planos de Contingencia contra Inundações e Escorregamentos
Desenvolvimento e Disseminação das Novas Tecnologias
Aperfeiçoamento dos recursos materiais e humanos
Diretrizes para Modernização da gestão dos sistemas de Drenagem

8. REDE DE MONITOR-ÁGUAS

Estacoes Telemétricas Precipitação e Nível (PN)
Estacoes Telemétricas Qualidade e Nível (QN)
Coleta e Transmissão de dados
Disponibilização dos dados

9. CONTROLE SOCIAL

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Índice Geral de Figuras
Índice Geral de Tabelas

APRESENTAÇÃO

O presente Plano foi baseado e adaptado do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da cidade do Rio de Janeiro, elaborado através do Contrato 027/2009, Concorrência 003/2008 (Fundação Rio-Águas e Consórcio Hidrostudio - FCTH (Hidrostudio Engenharia Ltda – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica), cujos produtos elaborados integram o acervo técnico da Fundação Rio-Águas.

O objetivo do Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem e Manejo de Aguas Pluviais Urbanas é o manejo adequado e sustentável das águas pluviais, visando o controle de enchentes na cidade do Rio de Janeiro e assegurando a saúde pública, a segurança da vida e do patrimônio público e privado, em atendimento à Lei 11.445/2007.

O Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais agregou o CONTROLE SOCIAL, um dos princípios fundamentais da Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), sendo definido na própria lei como: “conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico”.

Segundo o Decreto Nº 39679 DE 22 DE DEZEMBRO DE 2014, que especifica e atualiza as atribuições do Conselho Municipal de Política Urbana da Cidade do Rio de Janeiro - COMPUR, órgão participativo e consultivo, integrante do Sistema Integrado de Planejamento e Gestão Urbana, foi o órgão participante do controle social, na forma prevista pelo art. 34, IV, Decreto Federal nº 7.217/2010. O controle social mencionado consiste na participação do COMPUR na formulação,

planejamento e avaliação da política de saneamento básico, em todas as suas modalidades, previstas no art. 3º, I, Lei Federal nº 11.445/2007.

Em 29 de Junho de 2015, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais recebeu a Moção de Aprovação pelo COMPUR, conforme apresentações nas reuniões do Conselho realizadas por representantes da Secretaria Municipal de Saneamento e Recursos Hídricos – SMAR.

1. TERRITÓRIO

O Território Administrativo

Situada na coordenada 22°54'23" de latitude sul e 43°10'21" de longitude oeste, a cidade do Rio de Janeiro é a capital do Estado de mesmo nome, integrante da Região Sudeste do Brasil. É banhada pelo oceano Atlântico ao sul, pela Baía de Guanabara a leste e pela Baía de Sepetiba a oeste.

Inserida no contexto de uma região metropolitana, composta por 19 municípios, limita-se ao norte com Itaguaí, Nova Iguaçu, Nilópolis, São João do Meriti, Duque de Caxias, Magé e Guacimirim, ao sul com o Oceano Atlântico, a leste na Baía de Guanabara com Itaboraí, São Gonçalo e Niterói e a oeste na Baía de Sepetiba com Itaguaí e Mangaratiba. Ocupando uma área de 1.255,3 km^2 o município domina uma longa faixa costeira com 97 km de extensão onde se estendem 102 praias.

A cidade do Rio de Janeiro conta com 11 (onze) subprefeituras, 5 (cinco) áreas de Planejamento, que se subdividem em 34 (trinta e quatro) Regiões Administrativas, contendo 182 (cento e oitenta e dois) bairros.

As Áreas de Planejamento, apresentadas na **Figura 1-1**, foram delimitadas pelo Plano Urbanístico Básico, em 1976, com o objetivo de identificar características homogêneas que orientassem grandes subdivisões do espaço territorial. Elas correspondem atualmente, ao espaço de atuação das 11 (onze) subprefeituras. Desta forma, em função dos fatores socioeconômicos e da relativa homogeneidade da ocupação, tem-se a seguinte divisão:

AP-1: constitui-se no núcleo histórico de ocupação da cidade, onde se concentra sua área central de negócios;

AP-2: compreende a zona sul e parte da zona norte (Tijuca e Vila Isabel), que se caracterizam por núcleos habitacionais consolidados, em parte de ocupação antiga;

AP-3: formada pelos subúrbios da cidade, intensamente ocupada, porém com um grau de verticalização relativamente baixo;

AP-4: englobando a Barra da Tijuca e Jacarepaguá, constitui-se na zona de expansão urbana mais recente. Apesar desta área se caracterizar por alto padrão imobiliário, tem-se registrado, nos últimos anos, um crescimento da habitação popular em favelas e loteamentos;

AP-5: corresponde à Zona Oeste, antiga zona rural do Município, com predominância de casas. Nesta área, o processo de expansão é menos recente e se dá entre a população de média e baixa renda, notando-se a presença de loteamentos irregulares e clandestinos.

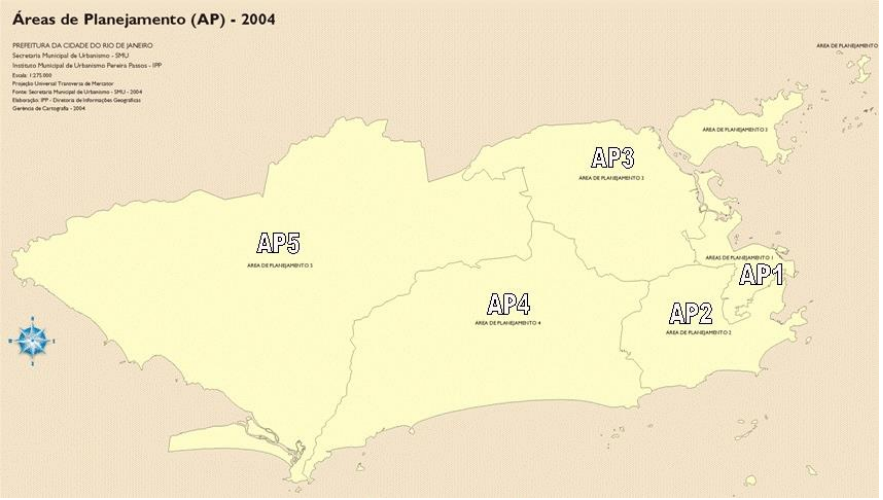


Figura 1-1 – Localização das Áreas de Planejamento.

Relevo e Topografia

Filiado ao sistema da Serra do Mar, o relevo da cidade é caracterizado por uma conformação física notável, evidenciado por contrastes marcantes, onde maciços abruptos convivem com baixadas extensas. Dentro deste contexto destacam-se três importantes grupos montanhosos: os maciços da Tijuca, Pedra Branca e Gericinó.

O maciço da Tijuca estende-se desde Jacarepaguá até a orla marítima, separando subúrbios e a zona norte da zona sul, onde se observa acelerada ocupação por favelas nas encostas. Neste maciço destacam-se o famoso penedo do Pão de Açúcar, o morro do Corcovado e o morro da Urca.

O maciço da Pedra Branca, de maior dimensão no Município, separa a Baixada de Jacarepaguá da zona oeste e dos campos de Guaratiba. Suas encostas ainda são ocupadas por culturas, dividindo espaço com matas e capoeiras. Apresenta reservas florestais expressivas nas vertentes do Pau da Fome, Camorim e Santa Bárbara, abrigando mananciais e pequenas represas, dentre as quais, destaca-se o açude do Camorim. As encostas setentrionais, voltadas para Realengo, Bangu e Campo Grande encontram-se bastante degradadas, com predominância de gramíneas.

O maciço de Gericinó, localizado no limite norte do Município, tem suas encostas desmatadas pela ocupação urbana e a atividade agrícola. Neste maciço localiza-se a reserva florestal do Mendanha e a divisa do Rio de Janeiro com Nova Iguaçu. Nas porções mais elevadas, ainda são encontradas áreas ocupadas por floresta densa e preservada.

As baixadas são entremeadas por pequenas serras e morros isolados, intensamente ocupados por favelas e enorme área de manguezais que se espalham entre a baia de Sepetiba e o sopé da Serra Geral de Guaratiba.

Isolada das demais áreas do município tem-se a grande baixada de Jacarepaguá, que abriga um importante complexo lagunar, restingas e uma expressiva rede hidrográfica, onde se encontram unidades de conservação, representadas por sua orla marítima, dunas, manguezais, lagoas e bosques. Atualmente observa-se um processo acelerado de urbanização com a expansão dos bairros de Jacarepaguá e Barra da Tijuca.

Com essa configuração, o crescimento da cidade acabou exigindo que fossem ocupadas áreas aterradas e mais ou menos niveladas, que mais tarde acabariam sendo as mais castigadas pelas inundações.

De fato, os maciços costeiros que circundam a cidade constituem importantes dispersores de águas pluviais que, naturalmente convergem para os fundos de vales e para as baixadas onde estão concentrados os bairros de maior densidade populacional, principalmente na zona norte da cidade.

Além da quantidade reduzida de áreas adequadas a ocupação urbana, parte dos baixios são áreas palustres, formadas por mangues, lagunas e alagadiços, condicionando a ocupação à realização de obras de drenagem, de aterramento ou ambos.

Geologia e Geomorfologia

O Município é caracterizado pelo domínio Serrano, representado por montanhas e escarpas da vertente oceânica da Serra do Mar, maciços costeiros (Pedra Branca, Medanha, Ilha da Marambaia); e pelo domínio da Baixada, representado por uma extensa planície flúvio-marinha, atravessada por rios que desembocam na Baia de Guanabara, Sepetiba e bacias costeiras. O compartimento montanhoso faz parte do domínio morfo-estrutural das Faixas de Dobramentos Remobilizados onde ocorre a unidade geomorfológica Serra dos Órgãos, avançando em direção à linha da costa, na direção NE-SW.

Litologicamente, a região é constituída, principalmente de gnaisses, migmatitos e de granitos-gnaisses. Essas rochas, de idade pré-cambriana, encontram-se intensamente tectonizadas com direção estrutural NE-SW, mostrando sistemas de fraturas preferenciais NE-SW e NW-SE.

Esse domínio é resultante de dobramentos, falhas reativadas e blocos remobilizados que produziram cristas alinhadas, vales alongados, segmentos de drenagem retilínea, escarpas íngremes e grandes amplitudes de relevo.

As falhas são as feições estruturais mais importantes, ocorrendo em quase toda a extensão do Município. Predominam as falhas transcorrentes, caracterizadas pela presença de rochas miloníticas com recristalização e zonas cataclásticas. Além dessas, outras de menor expressão são reconhecidas como falhas de caráter normal, possivelmente relacionadas à tectônica do Mesozóico e Cenozóico, aproveitando-se de juntas pré-existentes associadas às zonas de falhamentos transcorrentes.

A drenagem é praticamente controlada pelas estruturas, com rios provenientes da escarpa da Serra do Mar voltada para o Oceano Atlântico e rios que drenam para a baixada de Jacarepaguá, Baia de Guanabara e Baía de Sepetiba.

O clima tropical úmido, com elevados índices pluviométricos, influencia na escultura das formas de relevo e na alteração profunda exercida sobre as rochas, favorecendo a formação de mantos de intemperismo de espessuras variadas.

Os maciços costeiros também sobressaem na topografia, distribuindo-se ao longo da faixa costeira, na direção N-NE. Compreendem colinas, pães de açúcar, serras orientadas e um conjunto morfológico mais elevado, onde se destacam o maciço de Mendanha-Gericinó-Madureira. Esses maciços dispõem-se ao longo da costa, com orientação geral NE-SW, tangenciando a linha da costa, intercalada pelas planícies costeiras. Caracterizam-se por apresentar uma morfologia relacionada aos efeitos de uma tectônica regional e de fases erosivas sucessivas.

As colinas ocorrem em pequenas áreas nos sopés das escarpas separadas pelas planícies fluviais, apresentando uma cobertura coluvial no topo, separada dos materiais de alteração do substrato rochoso por uma linha de seixos.

As colinas e maciços costeiros são constituídos por diferentes litotipos, entre os quais predominam granitos e granodioritos do pré-cambriano superior e intrusões de rochas alcalinas de idade cretácea destacadas no relevo pela maior resistência à erosão.

As declividades acentuadas das encostas, os elevados índices de pluviosidade e a degradação da cobertura vegetal, proporcionam alta suscetibilidade à erosão por movimentos de massas associadas ao escorregamento de solo e rocha, quedas de blocos de rocha, deixando cicatrizes erosivas associadas a este evento.

As planícies costeiras encontram-se nas baixadas quase planas e contornando elevações constituídas de rochas pré-cambrianas, formando a Baixada de Sepetiba e de Jacarepaguá. Mostram uma variedade de ambientes deposicionais representados por sedimentos quaternários aluviais de origem fluvial, flúvio-marinho, flúvio-lacustre e de estuários e sedimentos marinhos. Os sedimentos continentais são constituídos de cascalho, areia, silte e argila e os sedimentos marinhos são formados basicamente de areias quartzosas claras, de granulação fina e grosseira, pouco ou mal selecionada.

Além desses, depósitos coluviais formados a partir do transporte do material proveniente das encostas pelas chuvas torrenciais, encontram-se junto aos sopés das elevações e espraiados nas áreas baixas, sobrepostos aos depósitos flúvio-marinhos.

Hidrogeologia

A ocorrência de água subterrânea está intimamente relacionada à existência de formações geológicas capazes de acumulá-la e de possibilitar a sua circulação.

As características dos aquíferos estão assim relacionadas às unidades geológicas ou hidrogeológicas, em função de suas capacidades de funcionarem como reservas de água subterrânea e subordinada aos aspectos fisiográficos.

A quantidade de chuva e a sua distribuição temporal e espacial influem no reabastecimento dos aquíferos. A alta precipitação média anual contribui positivamente neste caso.

Os sistemas aquíferos são divididos em dois grandes domínios: Rochas do Embasamento Cristalino – aquíferos fissurados/manto de intemperismo e Aquífero Sedimentar e Quartenário.

Áreas de risco

Motivada pela intensa expansão urbana, as encostas dos morros vem sendo indiscriminadamente ocupadas ao longo dos anos, comprometendo sua estabilidade e colocando em risco a vida de seus moradores, principalmente durante os períodos chuvosos.

Como medidas de caráter preventivo e corretivo de proteção de encostas, destacam-se os trabalhos desenvolvidos pela Fundação GEORIO e pelo Projeto Mutirão Reflorestamento, ambos reconhecidos internacionalmente.

A identificação e monitoramento das áreas de risco é atribuição da Fundação GEORIO, subordinada a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, que mantém uma rede telemétrica dotada de 30 estações pluviométricas remotas espalhadas no Município. Esta rede de estações denominada "Sistema de Estações de Monitoração Pluviométrica Remota – SEMPRE" integra o "Sistema de Alerta de Deslizamentos – ALERTA RIO" da Fundação.

As alturas de chuvas, com leitura a cada 15 minutos, são enviadas em tempo real, a uma central computadorizada situada na sede da Fundação, que processa as informações e identifica os locais sujeitos a riscos de deslizamentos. O alerta dos possíveis riscos é disseminado a população por meio de rádio e televisão.

Para efeito de identificação e monitoramento de áreas de risco, foram mapeadas aproximadamente 50 favelas e locais considerados de alto risco, cujas informações orientam os procedimentos de fiscalização, no sentido de impedir a expansão e instalação de novas favelas.

Visando restaurar a cobertura vegetal nas encostas do Município, foi criado em 1986, o Projeto Mutirão de Reflorestamento, que emprega a mão de obra dos moradores das comunidades beneficiadas em regime de mutirão remunerado. Este Projeto já recuperou aproximadamente 25.000.000 m^2 de encostas (fonte: SMAC-2007).

Hidrologia

A situação de cidade litorânea é caracterizada pela presença de formações montanhosas que separam as zonas de baixada entre si, criando área de isolamento quanto à circulação dos ventos e massas de ar, conferindo à cidade uma complexidade climática acirrada pelo processo de urbanização.

O município caracteriza-se pelo clima tropical, quente e úmido, e suas variações. As temperaturas apresentam pequena variação anual, estando as mais quentes no interior e as mais frias no litoral e nas altitudes mais elevadas. As precipitações situam-se entre 1.100 e 2.100 mm anuais com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Tendo por base dados disponíveis na estação climatológica principal do Rio de Janeiro (Jardim Botânico) a **Tabela 1-1** apresenta os valores médios (1851 a 1990) de precipitação, o numero de dias chuvosos e a temperatura.

Tabela 1-1 – Precipitação, nº de dias de chuva e temperatura.

Periodo	Precipitação (mm)	Nº de dias de chuva	Tempratura (°C)
Verão	397	38	25.5
Outono	322	31	23.9
Inverno	144	21	20.9
Primavera	244	34	22.3
TOTAL	1107	124	23.2

O clima está sujeito à influência dos fatores estáticos como relevo e posição, e fatores dinâmicos como sistemas de circulação atmosféricas intertropicais e polares. A ocorrência de chuvas está associada principalmente à atuação das massas de ar Tropical Atlântica, quente e úmida, e Polar Atlântica, fria e seca.

A topografia bastante acidentada favorece as precipitações, pois aumenta a turbulência do ar pela ascendência orográfica, principalmente quando ocorre a passagem de correntes perturbadas.

O município é caracterizado também pelas brisas marítimas e terrestres. As marítimas têm direção sul-sudoeste e sopram principalmente de setembro a abril. As brisas terrestres têm direção norte-noroeste e sopram com maior intensidade no inverno.

A posição marítima e a intensa radiação solar associadas à urbanização determinam uma forte e constante concentração dos núcleos de condensação nas partes baixas da atmosfera, contribuindo para o aumento de chuvas quando ocorrem frentes frias e outros fenômenos de ascendência dinâmica.

A insolação total anual observada é de 2.280 horas, com valores mais elevados registrados no trimestre junho a agosto. Os valores mais baixos são encontrados no período de setembro a dezembro.

O Tanque Classe A do "US Weather Bureau", instalado em Santa Cruz e operado pelo INEMET, apresenta valores médios anuais de 700 mm de evaporação.

A umidade relativa do ar atinge valores máximos de 88% no período de maior pluviosidade e valores mínimos de 65% entre os meses de maio e setembro. A umidade relativa média anual observada na Base Aérea de Santa Cruz é de 80%.

Devido à diversidade hidrológica da região, não há uma única equação de chuva intensa que represente o Município como um todo. Assim, em função da necessidade de realização de estudos e projetos e a disponibilidade de dados pluviográficos, foram criadas ao longo do tempo equações de Intensidade-Duração-Freqüência, identificadas com a área estudada.

O engenheiro OTTO PFAFSTETTER, conforme metodologia apresentada na publicação "Chuvas Intensas no Brasil" (1957), definiu para a Cidade do Rio de Janeiro equações de chuvas intensas baseadas nas seguintes estações pluviográficas: Jardim Botânico, Ipanema, Jacarepaguá, Bangú, Praça Saens Peña e Santa Cruz, todas operadas pelo antigo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura. Além desses estudos, estão disponíveis no acervo da Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas – Rio-Águas – as equações de chuvas intensas baseadas na seguinte expressão geral:

$$I = \frac{a \cdot TR^b}{(t+c)^d}$$

Onde:

I: intensidade de precipitação em mm/hora;

TR: período de retorno em anos;

t: tempo de duração da chuva em minutos;

a, b, c e d: coeficientes da equação conforme valores apresentados na **Tabela 1-2.**

Tabela 1-2 – Parâmetros das equações de chuvas intensas dos postos pluviométricos.

Pluviometro					Fonte
	a	b	c	d	
Santa Cruz	711.30	0.186	7.00	0.687	PCRJ Cohidro - 1992
Campo Grande	891.67	0.187	14.00	0.689	PCRJ Cohidro - 1992
Mendanha	843.78	0.177	12.00	0.698	PCRJ Cohidro - 1992
Bangu	1,208.96	0.177	14.00	0.788	PCRJ Cohidro - 1992
Jardim Botanico	1,239.00	0.150	20.00	0.740	Ulysses Alcantara (1960)
Capela Mayrinque	921.39	0.162	15.46	0.673	Rio Águas / CTO (2003)- atual GPST
Viall (Jacarepaguá)	1,423.20	0.196	14.58	0.796	Rio Aguas/ SUBAM - CPA/2005 - atual GPST
Saboia Lima	1,782.78	0.178	16.60	0.841	Rio Aguas/ SUBAM - CPA/2006 - atual GPST
Benfica	7,032.07	0.150	29.68	1.141	Rio Aguas/ SUBAM - CPA/2006 - atual GPST
Realengo	1,164.04	0.148	6.96	0.769	Rio Aguas/ SUBAM - CPA/2006 - atual GPST
Irajá	5,986.27	0.157	29.70	1.050	Rio Aguas/ SUBAM - CPA/2007 - atual GPST

Na **Figura 1-2** está apresentada a configuração isoietal das chuvas máximas de 24 horas, tendo por base os dados de 30 estações pluviométricas operadas pela Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA. Os resultados mostram que em todas as estações já foram registrados eventos chuvosos, com intensidade superior a 130 mm em um período de 24 horas.

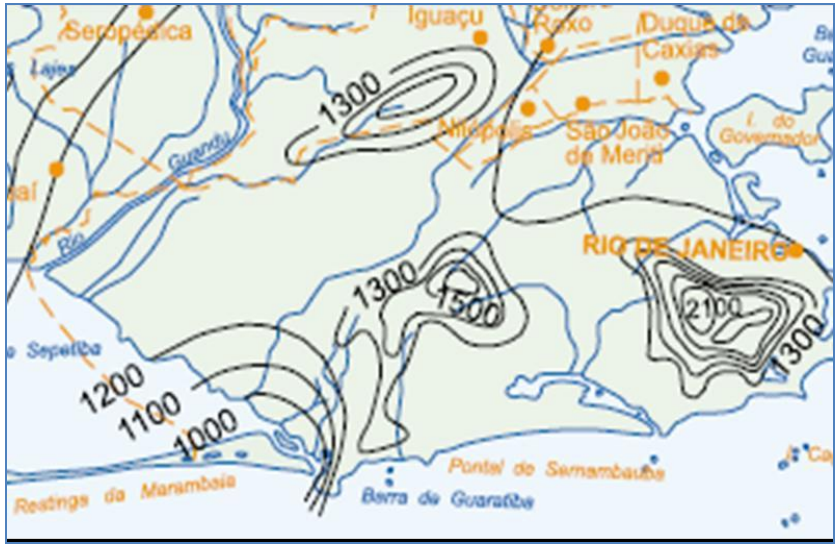


Figura 1-2 – Configuração isoietal das chuvas máximas de 24 horas.

Atividade Econômica

A economia do município está baseada essencialmente em atividades industriais, de prestação de serviços e comércio. Embora o setor de prestação de serviços concentre o maior número de estabelecimentos e de postos de trabalho, é o setor industrial que apresenta maior faturamento.

A atividade agropecuária é praticamente inexistente, ocupando apenas 0,02% do território, com pouca expressão econômica e respondendo por 5% da produção do Estado.

O faturamento do setor industrial alcançou patamares pouco superiores ao do setor de prestação de serviços e comércio apesar destes últimos, apresentarem o maior número de empresas e a maior geração de empregos no município.

As instituições financeiras constituem o segmento mais dinâmico das atividades relacionadas à prestação de serviços, seguida do setor de transportes.

Apesar de o município sediar conglomerados de indústrias, empresas comerciais e de serviços privados, as pequenas e micro empresas caracterizam a atividade econômica mais expressiva da cidade, sendo responsáveis pela geração do maior número de empregos.

No centro da cidade estão instalados os escritórios das principais indústrias, de grandes empresas prestadoras de serviços, das instituições do mercado financeiro, da administração pública e o mais expressivo segmento do comércio varejista da cidade.

Ocupação do território

A cidade começou a se expandir pelas várzeas, na área demarcada por quatro morros: do Castelo, de São Bento, de Santo Antônio e da Conceição. Desde então, os pântanos sobre os quais foi levantada a cidade, foram por meio de aterramento, sendo sistematicamente eliminados.

Assim, a expansão urbana deu-se sobre o dessecamento das lagoas, o aterramento dos brejos, a abertura de valas de drenagem e o desmonte de abas dos morros.

No início do século XIX a área ocupada compreendia: ao Sul o morro do Desterro, atual bairro de Santa Teresa, ao Norte; o alinhamento Conceição - Previdência e a Oeste a lagoa da Sentinela, que junto com os mangues de São

Diogo, constituíam barreiras para a ocupação da baixada. Esse território foi denominado “Cidade Velha”, hoje o centro histórico do Rio, em oposição à “Cidade Nova” que surgiria na segunda metade do século XIX, pelo dessecamento da lagoa da Sentinela e a ocupação dos diversos vales nas encostas do maciço litorâneo.

Surgiram assim os novos bairros de Catumbi, Laranjeiras, Rio Comprido, Tijuca, Botafogo e Gávea.

Foi somente no século XX que ocorreu a expansão da malha urbana pelas planícies da “cidade nova”, com as obras de drenagem das baixadas e a canalização dos rios: Comprido, Joana, Maracanã e Trapicheiro, na direção sul e a canalização do rio da Carioca, em Laranjeiras.

Não apenas as planícies aluviais foram ocupadas, mas toda a orla litorânea até a base do morro Dois Irmãos. Nessa época teve início também a abertura dos primeiros túneis que possibilitaram a efetiva ocupação de toda a orla litorânea. Ainda assim, a malha urbanizada apresentava-se descontínua. Os espaços existentes entre as linhas ferroviárias e as baixadas pantanosas, como Manguinhos, entre São Cristóvão e Bonsucesso ainda não haviam sido ocupadas. As baixadas dos rios Acari e Meriti só foram incorporadas ao espaço urbano bem mais tarde, quando já não havia outras alternativas de terrenos a ocupar.

A abertura de novas frentes de expansão urbana deu-se também pelo aterro de faixas marinhas, como foi o caso da atual Praça Quinze de Novembro, do terreiro do Paço e da praia do Peixe, onde foram construídos o cais e o mercado. Do mesmo modo, foram criadas faixas ao longo da Baía da Guanabara, desde a Glória até Botafogo e Urca, assim como às margens da lagoa Rodrigo de Freitas.

Por volta dos anos 1930, a ocupação urbana intensificou-se devido ao programa de reforma urbana e saneamento promovido na gestão do Prefeito Pereira Passos. Esse período caracterizou-se por grandes transformações que modernizaram e embelezaram as ruas da cidade, incentivaram a atividade industrial e a construção de diversos edifícios que mudaram significativamente a paisagem. Esse programa acabou expulsando parte da população dos cortiços da área central.

Deixadas de lado pelo poder público, as montanhas e as margens dos corpos d’água tornaram-se a destinação preferencial da ocupação irregular na cidade. A origem das favelas teve sua raiz em dois focos de tensão que afetaram o Rio de Janeiro no final do século XIX: a crise habitacional, fruto da política de combate às habitações coletivas, e a crise política no período de transição entre o Império e a República.

Entre 1940 e 1960 consolidaram-se os grandes problemas urbanísticos da cidade, então em pleno processo de “metropolização”. Esse processo agravou-se devido à ausência de uma política de transportes que facilitasse o acesso dos pobres aos locais de trabalho e pela adoção de uma rígida legislação edilícia aplicada a toda cidade, o que acabou inviabilizando a ocupação dos subúrbios pelos mais pobres.

Se por um lado o poder público condenava as habitações coletivas e insalubres existentes no centro da Cidade, por outro ignorava os assentamentos irregulares e o adensamento das favelas, o que pode explicar a ausência de registros dos assentamentos considerados precários, nos dados censitários e mapas até 1930. Foi a partir de 1940 que tiveram início os primeiros levantamentos censitários nas favelas, com o objetivo de cadastrar

seus habitantes e transferi-los para longe das áreas valorizadas da cidade, para bairros populares que começavam a ser ocupados.

A Ocupação dos Morros e Encostas

Enquanto os baixios e trechos mais acessíveis como praias e planícies costeiras iam sendo ocupadas, novas frentes de ocupação urbana eram preparadas subindo as encostas e as vertentes menos abruptas, como o esporão entre os vales do rio dos Macacos e do rio Rainha, junto à Praça Santos Dumont (ruas das Magnólias, das Acácias e a Estrada do Jequitibá); os morros da Saudade e dos Cabritos; o talude do Corcovado, junto à garganta do Humaitá, no alto da Estrada da Gávea, Ruas Lopes Quintas e Inglês de Souza; além de muitos outros. Começaram a ser abertas as ruas ao longo das ladeiras antes ocupadas por chácaras como a do Ascurra, Indiana, Guararapes e do Peixoto, além daquelas que foram abertas nos taludes dos morros: Dona Marta, Mundo Novo, no sopé do Corcovado ou na encosta de Santa. Teresa.

A ocupação das encostas não ocorreu somente com favelas, mas também por construções regulares, de alto padrão, processo que não ocorreu da mesma maneira na zona Norte da cidade, onde as encostas desnudas, voltadas para o poente não exerceram a mesma atratividade para as classes mais altas, com exceção do vale da Tijuca.

Nos anos 50, uma parte do Morro de Santo Antonio foi demolida, mas a parte onde estava localizado o Convento e as igrejas foi preservada. Com a demolição foram abertas as abertas as Avenidas República do Chile e República do Paraguai.

Ainda no Centro, a partir da administração do Prefeito Dulcídio Cardoso (1952-1954), foram iniciadas as obras de demolição do morro de Santo Antônio, acidente geográfico de importância histórica por abrigar o secular convento de mesmo nome e em cujas encostas, no ano de 1893, surgiu a primeira favela do Rio de Janeiro (ABREU,1993).

Com o material proveniente do seu arrasamento seria iniciada na administração Alin Pedro (1954-1955) e concluída pela SURSAN - Superintendência de Urbanização e Saneamento, o aterro de uma área de dois quilômetros quadrados, tendo novamente como palco a Baía de Guanabara, ligando o Aeroporto Santos Dumont ao Morro da Viúva e depois à Praia de Botafogo. O Aterro do Flamengo foi iniciado, visando acolher o Congresso Eucarístico Internacional. Para a sua finalização, entretanto, foi necessário apelar para outros recursos, recorrendo-se a aterros de diversas origens, inclusive hidráulico (Amador, 1997). A conclusão desta obra faraônica de apologia ao transporte individual e de grande beleza estética, vide o ajardinamento primoroso de Burle – Marx, *"seria completada com a implantação de autopistas, fazendo a ligação rápida do Centro-Zona Sul". Com o aterro do Flamengo, "estava consumado um processo que eliminou da geografia carioca as antigas praias do Boqueirão, Catete, Glória, Flamengo, Botafogo e Saudade"* (Amador, 1992: 242).

A Ocupação dos Mangues, Baixios, margens de Rios e Córregos

Com a transferência da Coroa Portuguesa para o Rio de Janeiro em 1808 a cidade passou a receber uma série de melhoramentos urbanos, como por exemplo, a drenagem do Saco de São Diogo que expandiu a ocupação dos

terrenos na direção da chamada Cidade Nova por meio de obras como a construção do Canal do Mangue, que só foi terminada em 1856, pelo Barão de Mauá. Outra intervenção no Saco de São Diogo foi a construção da Ponte dos Marinheiros, destinada a facilitar a passagem da família Real para a Quinta da Boa Vista, o que abriu a região de São Cristóvão e posteriormente as áreas do Catumbi, Estácio e Rio Comprido.

Nos terrenos mais firmes, para além do manguezal, os colonizadores pioneiros fundaram pequenos arraiais, distantes da cidade, com suas lavouras e pastagens para o gado. Nasceram assim: São Cristóvão e Mata-Porcos, hoje conhecido como bairro do Estácio. A cidade foi se espalhando na direção da Tijuca, os rios foram canalizados, as plantações substituídas por chácaras, depois casas e por fim altos edifícios de apartamentos.

No final do século XIX com as reforma promovidas pelo Prefeito Pereira Passos foram canalizados os baixos cursos dos rios: Maracanã, Comprido e Trapicheiro; aberta a Avenida Francisco Bicalho e o novo Cais do Porto, com ligação até o mar.

Entre 1928 e 1930, com o rápido avanço da industrialização, foram aterrados grande parte da enseada de Manguinhos e Inhaúma, onde foi construído o aeroporto de Manguinhos (hoje Santos Dumont).

Durante a década de 40 foram reforçados os vetores de expansão urbana ao longo da Av. Brasil, então em construção, desde a orla da baía da Guanabara (com a recuperação, pelo DNOS[1], de áreas inundadas pelas marés) e ao longo da Estrada de Ferro Leopoldina, induzindo a formação de um novo parque industrial.

Com o incremento da atividade industrial na década de 50, vieram também os assentamentos de baixa renda como o da Praia do Apicum em Ramos, hoje a favela da Maré.

Mais recentemente, nos anos 80, foi erguida a Vila do João, conjunto habitacional construído pelo "*Projeto Rio"* do Governo Federal, com 2.600 domicílios destinados a abrigar as pessoas que viviam em palafitas na *Baixa do Sapateiro*. Em 2010 havia cerca de 4.000 domicílios e uma população estimada de quase 12.000 pessoas.

Projetos do DNOS também foram realizados na zona Oeste, nas baixadas da Baía de Sepetiba (como a canalizaçao dos rios: São Francisco, Itaguaí e Guandú-Açu) em Jacarepaguá e nas lagoas: da Tijuca, Marapendi e Camorim. Além das profundas mudanças nos regimes fluviais, a intensa expansão urbana ocorrida nos últimos trinta anos, sem controle e sem a devida modernização da infraestrutura, particularmente das redes de esgotos está provocando a destruição dos ecossistemas e colocando em risco as populações que residem nessas áreas.

Atualmente, quase não existem mais áreas de mangues. Por serem tradicionalmente considerados insalubres, os mangues remanescentes foram sendo deixados à margem da expansão urbana ou foram utilizados como depósitos de lixo urbano. Esse foi o caso do Saco de São Diogo, da enseada de Inhaúma e da Foz do Meriti, e mais recentemente de Gramacho em Duque de Caxias, onde se encontra o maior Aterro Sanitário da América Latina, que recebia por dia, mais de 7 mil toneladas de lixo provenientes dos municípios da baixada Fluminense e da cidade do Rio de Janeiro.

[1] DNOS, então Departamento Nacional de Obras e Saneamento.

Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro

O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro estabelece quatro categorias de ocupação urbana. A descrição dos critérios previstos pelo Plano Diretor, para cada macrozona de ocupação estão descritos a seguir.

Figura 1-3 – Macrozonas de ocupação urbana da cidade do Rio de janeiro.

Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município do Rio de Janeiro, 2011 (modificado).

Macrozona de ocupação Controlada, onde estão previstas fortes restrições à implantação de novos empreendimentos residenciais, comerciais e de serviços. Esta macrozona corresponde aos bairros da zona sul e centro da cidade, onde se considera a condição de saturação da ocupação urbana.

Macrozona de ocupação Incentivada, na qual se prevê incentivo à revitalização e renovação urbana, com investimentos em infraestrutura e produção de moradia, bem como a recuperação de imóveis com importância histórica, arquitetônica ou estética e estímulo à implantação de hotéis, comércio e serviços; Esta macrozona corresponde à região Norte da cidade.

Macrozona de ocupação Condicionada: onde são previstas melhorias nas condições de mobilidade, com alargamentos, duplicações e implantação de vias de acesso, para possibilitar a ocupação urbana ordenada. Nesta macrozona, são incentivadas as atividades turísticas, desportivas e culturais, especialmente aquelas ligadas a educação e preservação ambiental. Novos empreendimentos são permitidos mediante contrapartida ambiental e de melhoria do ambiente urbano. Para esta macrozona, o Plano Diretor prevê ainda a inibição da ocupação desordenada de áreas públicas e o reflorestamento de áreas degradadas.

Macrozona de ocupação Assistida: na qual são previstas: a urbanização de favelas; a regularização urbanística e fundiária; implantação de infraestrutura de saneamento; estímulo ao desenvolvimento de sub-centros locais; despoluição da baía de Sepetiba e desenvolvimento de pólos turísticos, além da reestruturação e revitalização do sistema viário, com melhorias no transporte público e alargamento das principais vias. O plano prevê também o controle da ocupação de faixas marginais e encostas, além da revitalização das atividades dos setores agropecuário e pesqueiro.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável estabelece, para cada Macrozona de ocupação, quais áreas estão sujeitas à intervenção do Poder Público e que deverão ser tratadas como prioritárias para a implantação de planos, projetos e obras públicas. A **Tabela 1-3**, que apresenta essas áreas,

deverá servir de diretriz para o planejamento de intervenções propostas para a macrodrenagem nas bacias correspondentes.

Tabela 1-3 – Áreas sujeitas à intervenção do poder público.

MACROZONAS DE OCUPAÇÃO	ÁREAS E BAIRROS PRIORITÁRIOS PARA PLANOS, PROJETOS, OBRAS OU REGIME URBANÍSTICO ESPECÍFICO
MACROZONA CONTROLADA	Bairros: Santa Teresa, Alto da Boa Vista, Ilha de Paquetá e Centro; Áreas sob influência da implantação do metrô; Áreas-objeto e sob influência da implantação de equipamentos para a Copa do Mundo 2014 e os Jogos Olímpicos Rio 2016; Favelas declaradas Áreas de Especial Interesse Social; Áreas sujeitas à proteção ambiental.
MACROZONA INCENTIVADA	Área Portuária: Saúde, Santo Cristo, Gamboa e Caju; Bairros: Centro, Catumbi, Cidade Nova, Estácio, Rio Comprido, Praça da Bandeira, Maracanã, São Cristóvão, Mangueira, Benfica, Madureira, Cascadura, Deodoro, Vila Militar e Jacarepaguá; Áreas limítrofes às vias ferroviárias e metroviárias, áreas das estações e seus entornos; Áreas sob influência dos eixos viários Av. Brasil, Av. Dom Helder Câmara, Estrada do Galeão, Via Light, Corredor Viário T5, Ligação C do Anel Viário, Corredor Maracanã – Engenhão, Via Dutra, Av. das Missões, Linha Amarela e Linha Vermelha Áreas-objeto e sob influência da implantação de equipamentos para a Copa do Mundo 2014 e os Jogos Olímpicos Rio 2016; Favelas e loteamentos irregulares declarados Áreas de Especial Interesse Social; Áreas sujeitas à proteção ambiental.
MACROZONA CONDICIONADA	Bairros: Guaratiba e Jacarepaguá Áreas sob influência dos eixos viários Estr. dos Bandeirantes e que integram a Ligação C do Anel Viário, o Corredor Viário T5 e o Trecho 5 do Anel Viário; Áreas-objeto e sob influência da implantação de equipamentos para a Copa do Mundo 2014 e os Jogos Olímpicos Rio 2016; Favelas e loteamentos irregulares declarados Áreas de Especial Interesse Social; Áreas sujeitas à proteção ambiental.
MACROZONA ASSISTIDA	Centros dos bairros Campo Grande e Santa Cruz; Áreas limítrofes às vias ferroviárias, áreas das estações e seus entornos; Áreas sob influência do eixo viário Av. Brasil e das vias que integram o Trecho 6 do Anel Viário; Favelas e loteamentos irregulares declarados Áreas de Especial Interesse Social; Áreas sujeitas à proteção ambiental.

Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município do Rio de Janeiro, 2011.

Sistemas de Drenagem

Num breve retrospecto da história dos sistemas sanitários, Fernandes (2002), aponta que os primeiros sistemas de esgotamento executados pelo homem tinham como objetivo proteger as terras agricultáveis das vazões pluviais. Nos povoamentos, destinavam-se a desviar os caudais das áreas de residenciais e de circulação, principalmente pela inexistência de redes regulares de esgotos domésticos. Nas cidades gregas e romanas, a prestação dos serviços era prioridade das áreas nobres das cidades, e os moradores das áreas onde havia o serviço, tinham que pagar pelo seu uso.

Por volta do final do século XII, a construção de sistemas de drenagem pública das águas de escoamento superficial e o encanamento subterrâneo de águas servidas (inicialmente para fossas domésticas e posteriormente para as águas pluviais) tinham como objetivo principal a pavimentação das ruas, caso de cidades européias como Paris (1185), Praga (1331), Nuremberg (1368) e Basiléia (1387).

Durante o Renascimento (a partir do século XVI), com a crescente poluição dos mananciais de água, o maior problema era o destino dos esgotos e do lixo urbanos. No século seguinte, com a Revolução Industrial foram empregadas máquinas a vapor para o bombeamento e tubos de ferro fundido para o abastecimento de água urbano assim com a formação de empresas fornecedoras de água na Europa.

As décadas de 1830 e 1840 podem ser destacadas como as mais importantes na história científica da engenharia sanitária. A epidemia de cólera de 1831/32 despertou efetivamente nos ingleses a preocupação com o saneamento das cidades, pois evidenciou que a doença era mais intensa em áreas urbanas densas e mais poluídas por excrementos e lixo, além de mostrar que as doenças não se limitavam às classes mais baixas. Na época, as medidas preventivas como a drenagem e limpeza das casas junto com o suprimento de água e o esgotamento sanitário e o afastamento dos refugos das cidades, constituíam ações mais afetas ao campo da saúde pública que ao do urbanismo, dando origem à abordagem "*higienista*".

Por vias transversas, a evolução tecnológica nas nações mais adiantadas e o intercâmbio comercial foram os responsáveis pela implantação de medidas sanitárias em cidades ainda desprovidas desses sistemas. Foram os riscos de contaminação pelas tripulações dos navios comerciais e turísticos que fizeram com que os portos das cidades, mais vulneráveis, deixassem de ser escalas, justificando a preocupação com a melhoria das condições sanitárias, como foi o caso do Rio de Janeiro e de Santos.

Temendo a possibilidade de um desastre econômico, o imperador D. Pedro II contratou engenheiros ingleses para conceber e implantar sistemas de esgotamento para o Rio de Janeiro e São Paulo.

Inicialmente foi adotado o sistema separador absoluto pelo qual as redes de esgotos sanitários passaram a ser obrigatoriamente projetados e construídos independentemente dos sistemas de drenagem pluvial. Além da generalização do emprego de tubos de concreto, a drenagem tornou-se um elemento obrigatório dos projetos de urbanização.

Entretanto, as condições climáticas (tropical com chuvas muito mais intensas) peculiares do Brasil e uma urbanização baseada na ocupação de lotes grandes e ruas largas acabou condicionando à adoção de um sistema inédito, com custos de implantação mais baixos e, consequentemente menores tarifas a serem pagas pelos usuários: O *Sistema Separador Parcial,* que

coletava além de esgotos domésticos também as vazões pluviais de pavimentos, telhados e pátios.

Histórico da drenagem na cidade do Rio de Janeiro

- **1857** – Imperador D. Pedro II assinou o primeiro contrato para a implantação de uma rede de esgotos e drenagem pluvial (sistema misto);
- **1857** – Iniciada a construção do Canal do Mangue, ligando o mar ao Rocio Pequeno (atual Praça Onze de Junho), com o objetivo de drenar um pântano existente próximo à Cidade Nova;
- **1864 a 1929** – Eng. Saturnino de Brito promoveu uma revolução na engenharia sanitária da época, ao aliar a abordagem higienista com o domínio da hidráulica de condutos e canais às intervenções urbanísticas, apresentando diversas propostas para o escoamento das águas pluviais;
- **Entre 1902 e 1906**:
  - ✓ Construção de um sistema de canais artificiais que incluía a retificação dos rios Joana, Comprido e Maracanã, que desaguavam no Canal do Mangue;
  - ✓ Iniciada a canalização do rio carioca (ou Rio das Caboclas), da Serra do Corcovado até o mar, num total de 2.200 m de galerias.
- **1920 a 1922 – Obras Realizadas: (Prefeito Carlos Sampaio)**
  - ✓ Avenida Maracanã → para solucionar as inundações no bairro Cidade Nova;
  - ✓ Desobstrução dos rios Trapicheiro, Joana e Maracanã;
  - ✓ Saneamento e embelezamento da Lagoa Rodrigo de Freitas: construção da Av. Epitácio Pessoa, do Canal da Rua Visconde de Albuquerque e do Canal da Lagoa;
  - ✓ Construção da Avenida de Contorno do Morro da Viúva (atual Rui Barbosa), ligando o Flamengo pela orla;
  - ✓ Reconstrução da Av. Atlântica, demolida pela ressaca de 1921;
  - ✓ Remoção do morro do Castelo → melhorar a ventilação e o saneamento da cidade;
  - ✓ Urbanização da Esplanada do Castelo e a área aterrada da Glória.
- **1930** – Elaborado o **Plano Agache** de urbanização, com um capítulo inteiro dedicado aos problemas sanitários, incluindo uma proposta de solução integrada para os problemas de cheias, com ênfase em obras de montante, visando um melhor funcionamento das redes de drenagem à jusante.
- **1956 a 1958** – Abertura de avenidas associadas à canalização dos rios Faria-Timbó, Maracanã, Joana, Pedras, Jacaré, Ramos e Trapicheiros; obras de saneamento e canalização dos rios: Acarai, Lucas, Dom Carlos, Cachorros, Faleiros, Irajá, Méier, Nunes, Piraquara e a dragagem do Canal do Mangue.
- **1950** – Criada a Ilha do Fundão**,** uma ilha artificial formada pelo aterro de um pequeno arquipélago.
- **1996** – Criado o Sistema Alerta-Rio, destinado a emitir boletins de alerta a partir do monitoramento em tempo real dos índices pluviométricos em uma rede de 32 postos.

- **1996** – Projeto Rio-Cidade, que consistiu da implantação de galerias de drenagem pluvial nas ruas do bairro da Tijuca, canalizando os rios tributários.
- **1998** – Criada a Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro – RIO-ÁGUAS, com o objetivo de gerenciar ações preventivas e corretivas para o manejo das águas pluviais.
- **Principais Projetos e Obras Atuais:**
  - ✓ Plano Diretor de Enchentes da Bacia do Canal do Mangue → Convênio com a Fundação COPPETEC em conjunto com a Fundação Rio-Águas, para traçar diretrizes e propor intervenções para solucionar o problema de enchentes na bacia do Mangue.
  - ✓ Macrodrenagem da Bacia de Sepetiba → Os trabalhos tiveram início em 1993 e têm por finalidade combater as enchentes nos bairros da Zona Oeste. Neste projeto estão contemplados 25 rios e canais, com uma extensão total de 144 km.
  - ✓ Macrodrenagem da Bacia do Jacarepaguá → Dragagem e canalização de 124 km de cursos d'água.
  - ✓ Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro → Planejamento da macrodrenagem para todas as bacias hidrográficas do município do Rio de Janeiro. Realização: Fundação Rio-Águas, 2010. Consórcio: Hidrostudio/FCTH

Inundações Históricas na cidade do Rio de Janeiro

- **Setembro de 1711**→ Primeiro registro histórico de uma grande inundação;
- **Abril de 1756**→ Canoas foram vistas navegando pelas ruas do centro;
- **Fevereiro de 1811**→ Catástrofe conhecida como "águas do monte" - fortes enxurradas que desciam de todos os morros da cidade; Desmoronamento do Morro do Castelo (Centro); D. João VI ordenou que as igrejas acolhessem os desabrigados; Primeiro estudo encomendado sobre as causas das inundações;
- **Março de 1906**→ Transbordamento do canal do Mangue e desmoronamento do morro de Santa Tereza;
- **1924, 1940, 1942, 1962**→ Transbordamento do Canal do Mangue e inundação na Praça da Bandeira;
- **Janeiro de 1966** → Maior tragédia em consequência das chuvas de que se tem registro no Rio de Janeiro. Uma semana de enchentes, deixando 250 mortos e 50.000 desabrigados.
- Outros eventos: 1967 (500 mortes), 1982, 1983, 1987, 1988 (600 mortes), 1991, 1999.

2. AS MACRORREGIÕES DE DRENAGEM

A Cidade do Rio de Janeiro possui, ao todo, 48 bacias hidrográficas inseridas, total ou parcialmente nos limites do município. Essas bacias drenam para três grandes corpos hídricos receptores, que definem as três macrorregiões de drenagem da cidade:

- **Macrorregião da Baía de Guanabara** – Abrange as bacias hidrográficas das Zonas Norte e Central da cidade e concentra 71% da população da cidade;

- **Macrorregião Oceânica** – Compreende as bacias da Zona Sul, Barra e Jacarepaguá, que deságuam no oceano Atlântico, e abrange aproximadamente 17% da população da cidade;

- **Macrorregião da Baía de Sepetiba** – Corresponde a toda a porção oeste do município, notadamente as regiões de Santa Cruz e Campo Grande, abrangendo ao todo 11% da população da cidade.

A macrorregião Oceânica está totalmente inserida nos limites da cidade do Rio de Janeiro, ao passo que as macrorregiões das Baías da Guanabara e de Sepetiba abrangem bacias hidrográficas também de outras cidades da região metropolitana.

Na **Tabela 2-1** estão apresentadas as áreas, extensão de cursos d'água e população residente em cada macrorregião. A **Tabela 2-2** apresenta os percentuais por tipo de uso e ocupação do solo. A **Figura 2-1** apresenta o município do Rio de Janeiro subdividido nas macrorregiões de drenagem da Cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 2-1 – Dados gerais das macrorregiões.

Macroregião	Área	Comprimento dos rios	População	% da População do municipio
	(km²)	(Km)	(Hab.)	
Baia de Guanabara	504.2	234	4,471,821.00	71%
Oceanica	343	208	1,079,710.00	17%
Baia de Sepetiba	486	217	730,467.00	11%

Fonte: Plano Diretor Decenal

Tabela 2-2 – Uso e ocupação do solo nas macrorregiões de drenagem.

Tipo de Ocupação	Baia de Guanabra	Oceanica	Baia de Sepetiba
	%	%	%
Area Urbana Consolidada	71.10%	33.80%	17.97%
Área Urbana não Consolidada	1.16%	8.90%	3.42%
Vegetação em parques públicos	0.50%	2.64%	0.03%
Campo Antrópico	16.57%	0.26%	2.74%
Floresta Alterada	3.38%	3.69%	5.42%
Mangue	0.16%	1.10%	0.90%
Praia e Areal	0.06%	1.05%	25.68%
Área Unida com vegetação	0.04%	24.51%	10.79%
Solo exposto e área de mineração	1.47%	18.23%	2.10%
Afloramento Rochoso	0.16%	0.86%	18.91%

Fonte: Plano Diretor Decenal

Figura 2-1 – Macrorregiões de Drenagem da Cidade do Rio de Janeiro.

Especificidades da Macrorregião da Baia de Guanabara

A macrorregião da Baia de Guanabara possui extensão territorial de 504,2 km^2 e nela se concentram as regiões mais densamente urbanizadas e industrializadas, incluindo o centro histórico e os bairros residenciais da Tijuca e Botafogo, entre outros.

A expansão urbana descaracterizou grande parte da rede de drenagem natural por meio de obras de canalização, aterros e desvio dos cursos originais, sendo que a faixa litorânea foi a que mais foi aterrada.

Os rios que deságuam na Baía de Guanabara sujeitam-se aos efeitos das marés que provocam o refluxo na foz, dificultando o seu extravasamento, destacando-se o canal do Mangue com exemplo típico, em virtude das cotas de saída do canal serem muito baixas.

O Plano Diretor Decenal dividiu a macrorregião da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara em dez sub-bacias e duas microbacias cuja contribuição limita-se ao despejo das águas pluviais. Assim, orientadas no sentido Sul-Noroeste foram delimitadas as seguintes bacias hidrográficas:

- Bacia da Urca;
- Bacia de Botafogo;
- Bacia do Rio Carioca;
- Bacia do Centro;
- Bacia do Canal do Mangue;
- Bacia do Canal do Cunha;
- Bacia do Rio Ramos;
- Bacia do Rio Irajá;
- Bacia dos Rios Acari / Pavuna / Meriti;
- Bacia do Rio Sarapuí.

Das bacias citadas destacam-se:

- A bacia do Canal do Cunha como uma das mais problemáticas em termos de cheias, pois atravessa zonas densamente povoadas, áreas de favelas, zonas industriais, estaleiros e parte da área do Projeto Rio, nas proximidades da Avenida Brasil;
- A bacia do rio Ramos, muito poluída, localizando-se em área densamente urbanizada, onde há diversas favelas e que, ao desaguar no mar provoca poluição de diversas praias;
- A bacia dos rios Acari, Pavuna e Meriti, localizadas em zonas urbanas densamente povoadas e zonas industriais, cuja descarga de esgoto e detritos nos copos hídricos provoca elevado nível de contaminação das águas;
- A bacia do Rio Sarapuí que apresenta características diferentes das demais, pois o Rio Sarapui nasce no Rio de Janeiro e corre por outros quatro municípios da Baixada Fluminense: Nilópolis, Nova Iguaçu, São João de Meriti e Duque de Caxias.

Especificidades da Macrorregião Oceânica

A Macrorregião Oceânica possui extensão territorial de 343 km^2 e abriga as vertentes voltadas para o Oceano Atlântico.

O Plano Diretor Decenal dividiu essa macrorregião em oito microbacias e dez bacias, além de uma restinga que margeia todo o litoral, desde a Ponta de Joatinga até o Canal de Sernambetiba.

Orientadas no sentido leste para oeste, foram delimitadas as seguintes bacias:

- Bacia da Praia Vermelha;
- Bacia de Copacabana;
- Bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas;
- Bacia do Vidigal;
- Bacia de São Conrado;
- Bacia da Joatinga;
- Bacia do Rio da Barra;
- Bacia do Rio Cachoeira;
- Bacia do Rio Muzema;
- Bacia do Rio das Pedras;
- Bacia do Rio do Anil;
- Bacia do Arroio Fundo;
- Bacia do Rio Guerengue;
- Bacia do Rio Passarinhos;
- Bacia do Rio Camorim e Caçambé;
- Bacia da Zona dos Canais;
- Bacia da Prainha;
- Bacia de Grumari;
- Restinga da Barra.

A maior parte desses rios de baixada teve seus cursos retificados em canais artificiais que desembocam em rios contribuintes das lagoas. Os demais são os rios que deságuam no Canal de Sernambetiba, que por sua vez deságua no mar.

Os cursos d'água de baixada são geralmente de regime fluvial, apresentando elevados picos de vazão nos períodos chuvosos. Nos trechos próximos às lagoas sofrem influência da maré, sendo frequente a ocorrência de inversão do escoamento.

- A Lagoa Rodrigo de Freitas sofreu, ao longo do tempo, profundas modificações devido à realização de obras de retificações e aterros que, entre outras consequências, ocasionou o desaparecimento de alguns rios existentes. Sua ligação com o litoral é regulada por um sistema de comportas que, de acordo com o nível d'água, possibilitam o controle do fluxo do escoamento.

- A bacia de São Conrado, além das profundas alterações que descaracterizaram seu curso natural, destaca-se pela existência da favela da Rocinha, considerada a maior da América do Sul.

- A bacia do rio Anil tem como seu principal formador o rio Sangrador que, na baixada, atravessa uma área alagada, uma favela e uma zona residencial, desaguando na Lagoa de Camorim. Ao longo de seu curso, recebe elevada contribuição de esgotos domésticos e industriais.

- Na bacia do rio Guerenguê, destaca-se o Arroio Pavuna, que apresenta estado crítico de poluição. Além de receber despejos domésticos, o rio Guerenguê atravessa a zona industrial de Jacarepaguá, onde se localizam

indústrias de produtos químicos farmacêuticos, recebendo seus despejos para, em seguida desaguar na Lagoa de Jacarepaguá.

Especificidades da Macrorregião da Baía de Sepetiba

A Macrorregião de Sepetiba possui uma extensão territorial de 486 km^2, caracterizando-se pela baixa ocupação urbana, sendo possível observar a existência de áreas agrícolas.

A expansão da área urbanizada vem, entretanto, promovendo a construção de conjuntos habitacionais, a abertura de loteamentos e a criação de zonas industriais, destacando-se que diversos loteamentos são irregulares com problemas ambientais, dentre os quais a destacam-se as inundações.

Nesta bacia observa-se a existência de grandes terrenos cujas cotas altimétricas encontram-se abaixo dos 5 m, a mais de 10 km da costa, como é o caso das áreas ao redor da junção do rio Guandu-Mirim com o canal de São Francisco.

O Plano Diretor Decenal dividiu essa macrorregião em sete bacias:

- Bacia do Rio Portinho;
- Bacia do Rio Piracão;
- Bacia do Rio Piraquê / Cabuçu;
- Bacia do Rio Ponto;
- Bacia Secundária do Rio Cação Vermelho;
- Bacia Secundária do Rio Campinho;
- Bacia Secundária do Rio Mendanha.

3. CONDICIONANTES DA MACRODRENAGEM NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Muitas são as condicionantes naturais e antrópicas que favorecem a ocorrência de inundações no município do Rio de Janeiro.

Entre as causas de natureza antrópica pode-se citar: a ocupação das baixadas e áreas de várzea, que têm produzido grande quantidade de interferências concentradas em faixas estreitas tais como: expansão do sistema viário, operação da rede ferroviária e do sistema de transportes públicos, implantação de grandes construções e equipamentos urbanos, somados a expansão da ocupação dos morros, encostas e áreas impróprias, por meio da execução de aterros sobre o mar e sobre áreas de mangue.

A ocupação dos morros acarreta aumento da produção de sedimentos que serão arrastados para os canais de drenagem, provocando assoreamento e reduzindo sua capacidade de transporte hidráulico.

A execução de aterros sobre o mar e áreas de manguezais implicou na retificação e prolongamento de diversos canais com declividades muito baixas ou nulas, alem de concentrar os pontos de lançamento, agravando a ocorrência de inundações localizadas.

A **Figura 3-1** sintetiza as principais condicionantes naturais e decorrentes da ação do homem na macrodrenagem na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 3-1 – Condicionantes naturais e antrópicas da drenagem na cidade do Rio de Janeiro.

4. PREMISSAS E DIRETRIZES - baseadas no Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro - PDMAP

Premissas e Diretrizes Adotadas

A formulação do PMSB-Manejo de Águas Pluviais teve seu arcabouço fundamentado nos princípios e diretrizes e instrumentos definidos na legislação, em âmbito nacional, regional e local, e nos Programas e Políticas Públicas com interface com o Saneamento Básico, especialmente:

- Lei 10.257/2001 – Estatuto das Cidades;
- Lei 11.445/2007 – Lei Nacional de Saneamento Básico;
- Lei 8.987/1995 – Lei de Concessão e Permissão de Serviços Públicos;
- Lei 11.124/2005 – Lei do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social;
- Lei 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Resolução Recomendada 75 do Conselho das Cidades;
- O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara – PDRH-BG;
- A Lei Orgânica Municipal;
- O Plano Diretor do Município do Rio de Janeiro (Lei Complementar nº 111 de 01/02/2011);
- O Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro, 2014.

Ao longo do tempo, deverá buscar a compatibilização com os planos de ação dos diversos órgãos municipais e com as demais modalidades do Plano Municipal de Saneamento Básico, com o objetivo de definir prioridades conjuntas.

São apresentadas a seguir as principais diretrizes e premissas que nortearam os estudos e a proposição de alternativas para o manejo das águas pluviais e controle das cheias na cidade do Rio de Janeiro. Essas diretrizes e premissas foram definidas dentro dos conceitos da moderna drenagem urbana, considerando as condicionantes naturais e antrópicas da formação das cheias em cada bacia hidrográfica estudada.

1 – A unidade de planejamento é a Bacia Hidrográfica. Independentemente das regiões administrativas e limites territoriais, as bacias foram entendidas como sistemas unitários, visando-se o manejo adequado das águas pluviais em seu conjunto e o tratamento integrado dos problemas de inundação.

2 – Garantir os limites de ocupação do solo previstos na legislação municipal. A legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo (zoneamento) da cidade do Rio de Janeiro prevê que os terrenos situados nas cotas altimétricas superiores a 60m e inferiores a 2 metros não poderão ser urbanizados. Essa condicionante foi considerada no cálculo das vazões futuras das áreas em processo de urbanização, dentro dos estudos realizados pelo Plano Diretor, portanto a eficiência das intervenções propostas somente poderá ser garantida se essa condicionante for respeitada.

3 – Reverter os efeitos nocivos da urbanização nas áreas já consolidadas e minimizar os impactos futuros desse processo nas áreas em processo de urbanização. Nas áreas urbanizadas nas quais já foi alcançado o limite da ocupação urbana e a decorrente impermeabilização do solo; a concentração dos lançamentos e demais fatores humanos que implicam na ocorrência frequente de inundações foram considerados estáveis; não se prevendo, portanto, o agravamento da formação de cheias em cenários futuros.

Nas áreas consolidadas, as medidas compensatórias serão pouco eficazes, caso não sejam implantadas as medidas estruturais necessárias no conjunto da bacia hidrográfica.

Já nas áreas em processo de urbanização, o desafio é garantir o cumprimento da legislação de uso e ocupação do solo, de modo que as vazões previstas nos cenários futuros sejam compatíveis com a realidade. Há nessas áreas, disponibilidade de terrenos para implantação de Parques Lineares e reservatórios abertos, com operação por gravidade. Deve-se considerar, porém, que a implantação das obras de manejo das águas pluviais é sempre uma "corrida contra o tempo", pois concorre com outros usos, regulares ou não em face da necessidade ou de outros interesses.

4 – Não transferir inundações para jusante. O controle das cheias deve ser necessariamente realizado nos locais da bacia hidrográfica onde estas são geradas, salvo nos casos em que haja um receptor, natural ou artificial, com capacidade suficiente para suportar o afluxo adicional de vazões sem provocar inundação. Esta diretriz conduz à premissa de que o tratamento das inundações por meio de reforço de capacidade das galerias e canais somente será aplicável quando o exutório final desse reforço for o oceano, uma lagoa ou reservatório construído para essa finalidade. No caso da cidade do Rio de Janeiro, a opção de reforço é a mais adequada quando o mar for o exutório final. Do mesmo modo, o desvio de cursos d'água torna-se uma opção particularmente aplicável dada à possibilidade de deságue no mar.

5 – Promover a desconcentração dos lançamentos. Confinada entre montanhas e o mar, a expansão urbana da cidade do Rio de Janeiro se deu, em certos casos, por meio de aterros construídos sobre o mar, com a drenagem dos antigos manguezais para canais artificiais construídos com a finalidade de possibilitar a urbanização dessas áreas. Embora à época de sua construção esses canais tenham trazido benefícios sanitários importantes, pelo controle das doenças de veiculação hídrica comuns nas áreas de mangue, a consequência, no longo prazo, foi o surgimento das inundações decorrentes da concentração das vazões nesses canais. Os cursos d'água das bacias, que outrora desaguavam diretamente no mar, passando antes por áreas alagadas, tiveram seus exutórios concentrados em pontos muito próximos de canais cuja capacidade hidráulica é limitada pelo efeito da maré e pelas baixas declividades. A diretriz de desconcentração dos lançamentos implica na premissa de restituir, quando possível, o exutório de alguns cursos d'água tributários a esses canais à sua foz natural, que é o oceano. É o caso, por exemplo, do Canal do Mangue cuja proposta de intervenção baseia-se na restituição do Rio Joana, por meio de desvio em túnel, galeria e canal, para a Baía de Guanabara, reduzindo-se, dessa forma, a vazão final do Canal do Mangue em um terço.

6 – Tratar *"flash floods"* (cheias rápidas) prioritariamente com medidas de reservação – reservatórios de "pé de morro". Na cidade do Rio de Janeiro é comum a ocorrência das chamadas cheias rápidas, decorrentes de precipitações de curta duração e alta intensidade, em áreas de elevada declividade, como montanhas e maciços. Os resultados são cheias de picos altos e curta duração, com baixos volumes de escoamento. O abatimento desse tipo de hidrograma é feito por meio de reservatórios instalados imediatamente após o final do trecho de alta declividade. São chamados reservatórios de "pé de morro", adequados para essa situação, uma vez que as obras de alargamento das calhas para atender esse pico de vazão seriam extremamente dispendiosas em relação ao benefício, pois devido a sua curta duração, a calha ficaria ociosa na maior parte do tempo. Além disso, as enxurradas provenientes das áreas altas transportam um grande volume de sedimentos, incluindo lama, vegetação, pedras e, no caso

de áreas ocupadas, lixo. A remoção de todo esse material é mais facilmente realizada quando acumulado em um único local, ou seja, no reservatório, e não ao longo de todo o canal. Esse tipo de reservatório agrega ainda o benefício de proteger a rede de drenagem a jusante, de processos erosivos e assoreamento decorrentes do transporte dos sedimentos.

7 – Tratar estrangulamentos pontuais prioritariamente com reforço de capacidade. As obras de reservação devem ser planejadas de modo a adequar as vazões à capacidade da rede existente, nos trechos típicos. Ocorrem, entretanto nas áreas urbanas, estrangulamentos das redes ocasionados principalmente por travessias e, no caso das galerias, pela presença de interferências, que devem ser tratados caso a caso, de modo a desobstruir as seções para a passagem do escoamento.

8 – Evitar intervenções em canais consolidados. Quando houver déficit de capacidade em determinados trechos onde o curso d'água encontra-se canalizado, com vias marginais de fundo de vale já implantadas, deve-se priorizar a reservação sobre o reforço da calha existente, em face dos elevados custos financeiros e impactos causados ao tráfego e ao meio urbano ao redor.

9 – Priorizar sistemas "on-line" e por gravidade no planejamento das estruturas de reservação e o uso de áreas públicas. Os reservatórios a céu aberto e que operam por gravidade são mais baratos de implantar, manter e operar do que as estruturas tamponadas com operação por bombeamento. Além de terem aspecto mais natural, integrando-se mais facilmente a paisagem urbana, possibilitam utilizações alternativas com atividades recreativas, no período de estiagem. Nesses casos, sempre que possível, deve-se associar ao reservatório uma via parque ao longo do canal, para evitar a invasão das áreas marginais de várzea, conformando-se o sistema em um único Parque Linear.

A implantação de reservatórios subterrâneos, "off-line", tamponados, deve ser evitada, porém, em áreas de urbanização consolidada essa poderá ser a única alternativa possível.

Além disso, as intervenções deverão ocorrer, preferencialmente, em áreas públicas, evitando-se assim os elevados custos de desapropriação.

10 – Promover a valorização dos cursos d'água na paisagem urbana. O manejo das águas pluviais contempla não apenas o controle quantitativo dos escoamentos, mas também a integração dos rios e córregos a paisagem urbana. Na prática, essa diretriz induz a manutenção de calhas abertas com margens livres de ocupação, protegidas de invasões pela implantação de parques adjacentes aos canais.

11 – Estabilização das calhas dos canais para prevenir a erosão e o assoreamento. A estabilidade natural de um canal, garantida pela presença da mata ciliar, geralmente deixa de existir com a urbanização. Os canais naturais de bacias urbanizadas estão sujeitos a processos erosivos e assoreamento, em face da retirada da mata ciliar, aproximação das construções do leito do rio, aporte de maior quantidade de sedimentos e resíduos, o desmoronamento das margens e a poluição difusa. A solução para impedir ou reverter esse processo é executar intervenções estruturais na calha, com o objetivo de estabilizar o canal. Além de concreto há diversas alternativas mais naturais tais como: taludes com baixa inclinação, estabilizados com técnicas como gabião ou revestimento gramado. Pode-se ainda optar pela construção da base do canal em concreto, para permitir maior velocidade de escoamento com acúmulo de sedimentos no período de estiagem.

12 – Priorizar a aplicação de medidas compensatórias nas áreas em processo de urbanização, buscando-se o impacto hidrológico zero. Em áreas a serem

urbanizadas deve-se garantir que a vazão, no cenário existente, seja mantida após a implantação dos empreendimentos, independentemente de sua característica (loteamentos, indústrias, áreas comerciais, conjuntos habitacionais, etc.). As políticas públicas de uso e ocupação do solo devem assegurar que os novos empreendimentos disponham de mecanismos de controle dos escoamentos na fonte que garantam o atendimento a essa condicionante.

Levantamentos de Dados

- Hidrológicos;
- Topográficos;
- Topo-Batimétricos e Cadastrais;
- Uso e ocupação do solo.

Cadastro e Inspeção da rede de macrodrenagem

Foram realizados levantamentos topo-batimétricos cadastrais nos cursos d'água da rede de macrodrenagem das bacias prioritárias que não possuíam esse tipo de cadastro na Fundação Rio-Águas. Esses levantamentos foram realizados com o objetivo de possibilitar a elaboração do diagnóstico hidráulico dos canais e o planejamento das intervenções propostas. Ao todo, foram cadastrados 265 km de rede de macrodrenagem, assim distribuídos nas bacias prioritárias.

Foram também realizadas inspeções de campo para verificar as condições dos canais e galerias da rede de macrodrenagem, com registros fotográficos e posterior emissão de relatórios, acompanhados de planta de localização das fotos para os cursos de macrodrenagem das bacias prioritárias.

A **Figura 4-1** apresenta exemplos dos registros fotográficos realizados nas bacias hidrográficas dos rios Quitungo, Maracanã, Canal do Cunha e Galeria da Rua do Lavradio, na bacia do Centro.

Figura 4-1 – Exemplos de Fotos de inspeção dos rios Quitungo (superior esquerda), Maracanã (superior direita), Canal do Cunha (inferior esquerda) e Galeria da Rua do Lavradio (inferior direita).

Levantamentos de manchas de inundação

A identificação das áreas de inundação foi feita por meio de investigação de campo, em que foram realizadas entrevistas com moradores e observadas as marcas de inundação nas edificações e postes de iluminação pública. O resultado dessas investigações foi emitido como documento do PDMAP para 40 bacias hidrográficas, na forma de Plantas de Inundação Observada. Esses levantamentos foram realizados, preferencialmente, logo após as chuvas que resultaram em inundação nas bacias.

As **Figuras 4-2** e **4-3** apresentam exemplos de registro das alturas das inundações no entorno do Estádio do Maracanã após a chuva de 180 mm de 25/04/2011 e da região da Praça da Bandeira após a chuva de 25/04/2011.

Figura 4-2 – Levantamento de Mancha de inundação no entorno do Estádio do Maracanã após a chuva de 25/04/2011, que registrou 180 mm de precipitação em 4 horas de duração e ocasionou inundação em diversos pontos da bacia do Canal do Mangue.

Figura 4-3 – Levantamento de Mancha de inundação na região da Praça da Bandeira após a chuva de 25/04/2011.

A **Figura 4-4** apresenta as manchas de inundação levantadas demarcadas sobre ortofoto

Manchas de Inundação Mapeadas

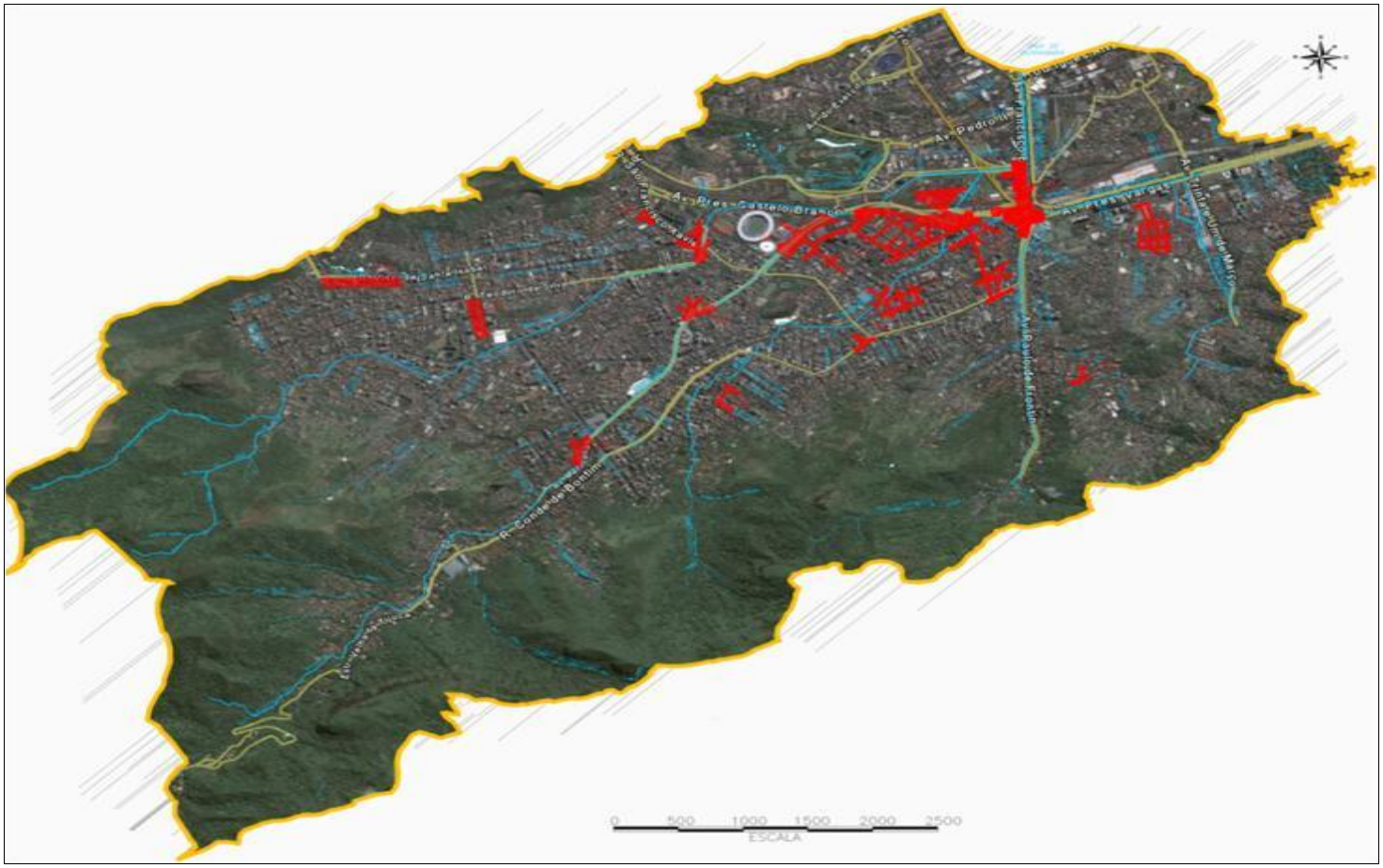


Figura 4-4 – Mancha de Inundação levantada demarcada na bacia do Canal do Mangue.

Estudos Hidráulico-Hidrológicos

O diagnóstico do funcionamento da rede de macrodrenagem foi feito com base em simulações hidráulico-hidrológicas para identificação dos déficits de capacidade na rede.

Modelo hidrológico

Foi utilizado modelo hidrológico de transformação "chuva-vazão". A precipitação efetiva foi calculada pelo método SCS "Curve Number" – CN. Este parâmetro varia de 0 a 100 e é tanto maior quanto menor a capacidade de infiltração do solo. O CN é determinado por meio de tabelas que consideram o tipo de uso e ocupação do solo, a condição anterior de umidade e tipo de cobertura da superfície, de acordo com o proposto por Porto (1995), Tucci (1993) e FCTH (1999); ou a partir da parcela de áreas permeáveis e impermeáveis, conforme metodologia proposta por Campana e Tucci (1995), com base na densidade demográfica.

Para a transformação da chuva-vazão, foi aplicado o método do hidrograma triangular unitário do SCS, baseado nos princípios de proporcionalidade e superposição. O princípio da proporcionalidade relaciona o hidrograma de uma chuva de 10 mm, chamada chuva unitária, com o hidrograma de uma chuva "P", cuja proporção para a chuva unitária seja conhecida. O princípio da superposição é aplicado para obter os hidrogramas resultantes de chuvas compostas de vários blocos de intensidade e duração, a partir dos hidrogramas parciais de cada bloco.

Estudos de Alternativas e Projetos Básicos das Intervenções

- Critérios de projeto: TR = 25 anos;
- Simulações hidráulico- hidrológicas;
- Analise da disponibilidade de áreas;
- Alternativas propostas:
  - ✓ Desconcentração ou desvio de curso d'água: redução de risco de inundação a jusante;
  - ✓ Controle das vazões a montante por meio de reservação;
  - ✓ Reservatórios de pé de morro para controle de "flash floods" e retenção de sedimentos provenientes das enxurradas;
  - ✓ Intervenções pontuais nas seções restritivas: pontes e obstruções.

Alternativas	Características	Benefícios	Concepção
RESERVAÇÃO	"Pés" dos morros: controle de "flash-floods" e retenção dos sedimentos	Redução dos picos nas áreas baixas	Reservatórios online
		Controle de poluição	Reservatórios off-line
	Cotas intermediárias: controle das cheias nas áreas de baixada. Ex. Plano Agache (1930)	Obras localizadas	Túneis-Reservatório (Osaka, Tókio)
		Menor erosão nas áreas baixas	Amortecimento em calha
DESCONCENTRAÇÃO DOS LANÇAMENTOS	Derivações e Desvios de curso d'água	Redução dos picos nas áreas baixas	Túneis/Galerias de derivação
	Canais interceptores ("pés" dos morros)		
REFORÇO NAS CANALIZAÇÕES EXISTENTES	Retirada das obstruções pontuais	Aumento de Capacidade Hidráulica	Alteamento de pontes
	Ampliação das seções hidráulicas		Aprofundamento / Alargamento de calha

Figura 4-5 – Concepção das Alternativas paras a Adequação dos Escoamentos na Rede de Macrodrenagem

5. INTERVENÇÕES PROPOSTAS

Macrorregião da Guanabara

Bacia do Centro

Figura 5-1 – Localização da bacia do Centro no município

A bacia do centro possui área de 8,2 km² e está localizada no centro urbano do município do Rio de Janeiro (não coincidente com o centro geográfico). É composta de diversas sub-bacias cujos talvegues deságuam diretamente na Baía de Guanabara, em duas regiões principais: a Marina da Glória e a região portuária. A hidrografia da Bacia do Centro é formada por um conjunto de galerias que percorrem dois eixos, no sentido Cidade Nova/Catumbi em direção à baía da Marina da Glória e no sentido Candelária-Marina da Gloria. Drena as águas pluviais provenientes dos bairros do Centro, Saúde, Santa Teresa, Gamboa e Glória, localizados na Macrozona de Ocupação Controlada, de acordo com o Plano Diretor de desenvolvimento Sustentável da cidade do Rio de Janeiro.

A **Figura 5-1** apresenta a localização da Bacia do Centro no mapa das macrorregiões de drenagem do município do Rio de Janeiro. A **Figura 5-2** apresenta a planta de bacia hidrográfica da bacia do Centro sobre foto aérea, destacando a bacia do talvegue da Rua Mem de Sá.

Características da Rede de Macrodrenagem

Figura 5-2 – Bacia do Centro, destaque para a bacia contribuinte da galeria da Rua Mem de Sá.

A área denominada bacia do centro, com 8,2 km², consiste de um conjunto de pequenas bacias cujos talvegues drenam para a baía de Guanabara; dentre estas, destaca-se a bacia da Rua Mem de Sá, com 1,84 km², especialmente problemática com relação à ocorrência de inundações, bastante conhecidas, historicamente, dos moradores e usuários do centro do Rio de Janeiro.

A bacia da Mem de Sá não possui cursos d'água abertos, todos os talvegues são dotados de galerias subterrâneas para o escoamento das águas pluviais. Não há registros de nomes de algum córrego ou riacho em particular nessa bacia, de modo que os mesmos foram neste estudo tratados pelos nomes das ruas sob as quais estão implantadas as galerias.

Áreas de risco de inundação na bacia do Centro

A maior parte das ruas do Centro é drenada por galerias de águas pluviais muito antigas que, com o passar do tempo, tornaram-se insuficientes em face do aumento do escoamento, além de estarem frequentemente assoreadas por lixo e poluição difusa que recebem.

A situação mais crítica refere-se à bacia da Rua Mem de Sá, na qual, as inundações causam severos prejuízos e graves transtornos aos moradores, comerciantes e ao intenso tráfego que ali circula.

A concentração dos lançamentos é outro problema grave da bacia da Rua Mem de Sá, pois todas as tubulações deságuam em uma só galeria ali existente, cuja capacidade de escoamento varia ao longo de sua extensão. A **Figura 5-3** apresenta algumas imagens de inundações ocorridas na bacia do Centro.

Rua do Resende, Dezembro/2010
(Fonte: Agência O Globo)

Rua do Lavradio, Lapa – Janeiro/2010
(Fonte: Agência Estado)

Rua dos Inválidos – Março/2010
(Fonte: Portal Terra)

Av. Mem de Sá, Abril/2010
(Fonte: Portal G1)

Figura 5-3 – Inundações na Bacia do Centro.

Tratamento dos déficits na bacia do Centro

O estudo de alternativas para o tratamento dos déficits de capacidade na bacia do Centro considerou as condicionantes locais, especialmente no que tange à dificuldade de implantação de obras lineares nessa área de intensa circulação viária, onde a interrupção do tráfego nas vias, já sobrecarregadas e com escassas opções de rotas alternativas, constitui um fator limitante à implantação desse tipo de solução. Desse modo priorizou-se o amortecimento na bacia, complementado por reforço para o tratamento dos déficits remanescentes.

As áreas disponíveis para a implantação de reservatórios na bacia do Centro são praças e estacionamentos que possibilitam a implantação de tanques subterrâneos para o amortecimento, com reconstituição da área superficial após a implantação dos mesmos.

Galeria da Rua Riachuelo:

A sub-bacia da rua Riachuelo tem importância fundamental na formação dos escoamentos na bacia da Mem de Sá, sendo responsável por drenar 90 dos 184 ha da área de drenagem desta. Seu principal corpo receptor, no entanto, consiste de uma única galeria circular com diâmetro de 1,0 m, que apresenta insuficiência de capacidade em toda a sua extensão.

A implantação de uma galeria na rua Riachuelo é fundamental em qualquer cenário de alternativas avaliado para o tratamento das inundações na bacia da Mem de Sá. As dimensões dessa galeria deverão ser maiores ou menores conforme a implantação de obras complementares de reservação. No cenário ora recomendado, que considera a implantação dos reservatórios RMS-1, na Praça Pres. Aguirre Cerda e RMS-2, no estacionamento do supermercado Mundial, os déficits remanescentes conduziram à definição das seções a serem implantadas.

A galeria da rua Riachuelo deságua atualmente na galeria da Rua Mem de Sá, na altura da Praça Cardeal Câmara, concentrando, em uma única seção, todo

o escoamento proveniente da bacia da Rua Riachuelo e da maior parte da bacia da própria Mem de Sá.

A vazão afluente pela galeria da Rua Riachuelo (TR 25 anos) é de 14,0 m³/s. Com a implantação dos reservatórios, essa vazão é reduzida para 8,0 m³/s. Mesmo assim, essa redução não é suficiente para que a galeria existente, cuja capacidade existente é de 1,0 m³/s, comporte a vazão afluente a partir da confluência da galeria da Rua Riachuelo com a Av. Mem de Sá.

Recomenda-se, portanto, a alteração do ponto de deságue da galeria da Rua Riachuelo, retirando essa contribuição da Galeria da Rua Mem de Sá e encaminhando-a diretamente para o reservatório RMS-3, a ser implantado sob a Praça Cardeal Câmara, prolongando a galeria da Rua Riachuelo por cerca de 115 m, desde o ponto de atual deságue até o reservatório a ser implantado. Esta intervenção recomendada está em consonância com o critério de desconcentração dos lançamentos.

As características da galeria proposta para a Rua Riachuelo são apresentadas na

Tabela 5-2 e as da galeria proposta para Rua Resende encontram-se na

Tabela 5-3**.**

Galeria da Rua do Rezende:

A galeria da Rua do Rezende está localizada entre a Rua Riachuelo e a Rua do Lavradio. É uma galeria circular com diâmetro variando de 0,9 m a 1,4 m.

Recomendou-se, portanto, a implantação de uma galeria de reforço de 1,0 m para o tratamento de déficit.

Galeria da Rua. Mem de Sá:

Os déficits na galeria da Rua Mem de Sá são significativamente reduzidos em função da implantação do conjunto de reservatórios propostos**,** minimizando a necessidade de intervenções lineares nessa via. Os déficits remanescentes são atendidos nas seções de reforço apresentadas na **Tabela 5-4**.

A

Tabela 5-1 apresenta a localização e o volume dos reservatórios recomendados na bacia do Centro. O reforço complementar as obras de reservação recomendadas está descrito por galeria a seguir:

A **Figura 5-4** apresenta a localização das intervenções recomendadas no mapa da Bacia hidrográfica. A **Tabela 5-5** apresenta o Custo do conjunto de Intervenções propostas para a Bacia do Centro.

Tabela 5-1 – Reservatórios recomendados na bacia do Centro.

Sigla	Área	Área de drenagem (total) km²	Área de drenagem (parcial) km²	h (m)	Volume (m³)	Bacia Hidrográfica	Curso d'água	Tipo	Qp entrada (m³/s)	Qp saída (m³/s)	Eficiência (%)
RMS-1	Pça. Pres. Aguirre - Sta Teresa	0,28	0,28	12,0	15.600	Rua Mem de Sá	Galeria R. N.Sra. Fatima	Tanque subterrâneo, off-line	3,7	0,3	92%
RMS-2	Estacionamento Sup. Mundial	0,46	0,18	15,0	22.500	Rua Mem de Sá	Galeria R. Riachuelo	Tanque subterrâneo, off-line	3,5	0,5	86%
RMS-3	Pça Cardeal Camara	1,39	0,65	6,0	30.000	Rua Mem de Sá	Galeria da Rua mem de Sá	Tanque subterrâneo, off-line	14,7	1,2	92%

Tabela 5-2 – Características da Galeria proposta na Rua Riachuelo.

TRECHO			DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES	Capacidade Total Projetada (m³/s)
GALERIA	DESCRIÇÃO	L TRECHO (m)		
Rua Riachuelo	Montante da Rua N.Sra. De Fátima	260,0	Implantação do RMS-1 (V=15.600m³) / Implantação de célula circular de ϕ 1,0 m (A=0,74 m²), adicional à galeria existente, ϕ 1,0 m	2,17
	Jusante da Rua N.Sra. De Fátima	85,0	Implantação do RMS-2 (V=22.500m³) / Substituição da atual galeria circular ϕ = 1,0 m por uma galeria retangular 1,75 m x 1,75 m (A=3,1m²)	5,50
	Montante da Rua André Cavalcanti	70,0		5,50
	Jusante da Rua André Cavalcanti	300,0		5,50
	Montante da Rua Silvio Romero	225,0	Substituição da atual galeria retangular de 1,0 m x 0,9 m por uma galeria retangular de 2,0 m x 2,0 m (A=4,0m²). ALTERAÇÃO DO DESÁGUE, DA GALERIA DA MEM DE SÁ PARA O RESERVATÓRIO RMS-3	8,10
	Jusante da Rua Silvio Romero	145,0		8,10
	Entre a Rua Silvio Romerio e Av. Mem de Sá e trecho final, na Mem de Sá, até o reservatório RMS-3	20,0		8,10

Tabela 5-3 – Características da Galeria proposta na Rua do Resende.

TRECHO			DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES	Capacidade Total Projetada (m^3/s)
GALERIA	DESCRIÇÃO	L TRECHO (m)		
Rua do Rezende	Montante da Rua Mem de Sá	600,0	Implantação uma galeria circular, adicional à existente, com diâmetro 1,0 m (A=0,74 m²)	1,45
	Travessia sob a Rua Mem de Sá	30,0		1,74
	Jusante da Mem de Sá, até a Gomes Freire	120,0		1,74
	Montante da Rua do Lavradio/Rua dos Arcos	95,0		2,18

Tabela 5-4 – Características da Galeria proposta na Rua do Lavradio.

TRECHO			DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES	Capacidade Total Projetada (m³/s)
GALERIA	DESCRIÇÃO	L TRECHO (m)		
Rua do Lavradio	Montante da Av. República do Chile	135,0	Implantação de célula circular de ϕ 1,0 m (A=0,74m²), adicional à galeria existente, ϕ 1,2 m	1,90
	Montante da Rua do Rezende / Rua dos Arcos	215,0		3,57
	Jusante da Rua do Rezende / Rua dos Arcos	115,0	Substituição da galeria existente por uma retangular, com as mesmas dimensões do trecho a montante: 2,2 m x 1,2 m (A=2,64 m²)	4,30
	Deságua na galeria da rua Mem de Sá	35,0		4,30

Tabela 5-5 – Características da Galeria proposta na Rua Mem de Sá.

TRECHO			DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES	Capacidade Total Projetada (m³/s)
GALERIA	DESCRIÇÃO	L TRECHO (m)		
Rua Mem de Sá	Entre as ruas Inválidos e Lavradio	285,0	Substituição da galeria existente por uma retangular, com dimensões 2,0 m x 1,5 m (A=3,0 m²)	4,50
	Entre as ruas Lavradio e Riachuelo/Arcos	190,0	Substituição da galeria existente por uma retangular, com dimensões 2,2 m x 1,8 m (A=4,0 m²)	8,20
	Entre as ruas Riachuelo/Arcos e Av. Paraguai	130,0	Substituição da galeria existente por uma retangular, com dimensões 2,2 m x 2,2 m (A=4,8 m²)	10,50
	Entre as Avs. Paraguai e Augusto Severo	300,0	Implantação do RMS-3 (V=30.000m³) / Substituição da galeria existente por uma retangular 2,2 m x 1,5 m (A=3,3 m²)	6,10
	Travessia no Canteiro central	20,0	Substituição da travessia existente, em galeria circular, por uma retangular 2,5 m x 1,8 m (A=4,5m²)	9,80

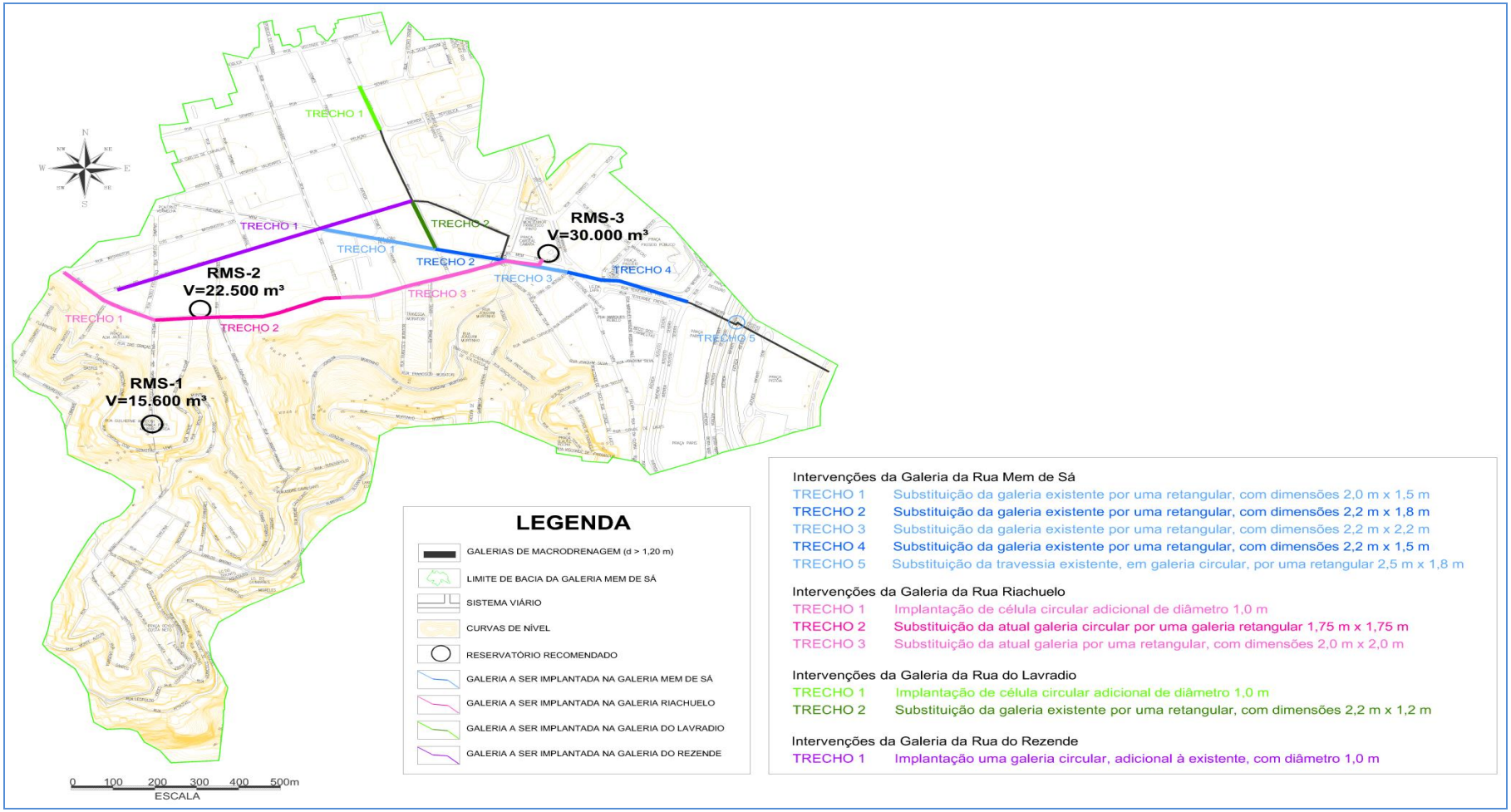


Figura 5-4 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Centro.

Bacia do Rio Jequiá

Figura 5-5 – Localização da bacia do rio Jequiá.

A Bacia do Rio Jequiá está localizada na Ilha do Governador e abrange os bairros Ribeira, Zumbi, Pitangueiras, Jardim Carioca, Jardim Guanabara e Cacuia, localizados na Macrozona de Ocupação Incentivada segundo Plano diretor de desenvolvimento sustentável. Possui uma área de 3,8 km^2 e encontra-se completamente urbanizada na área a montante da Rua Arriba.

A **Figura 5-5** apresenta a localização da bacia hidrográfica do Rio Jequiá no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-6** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

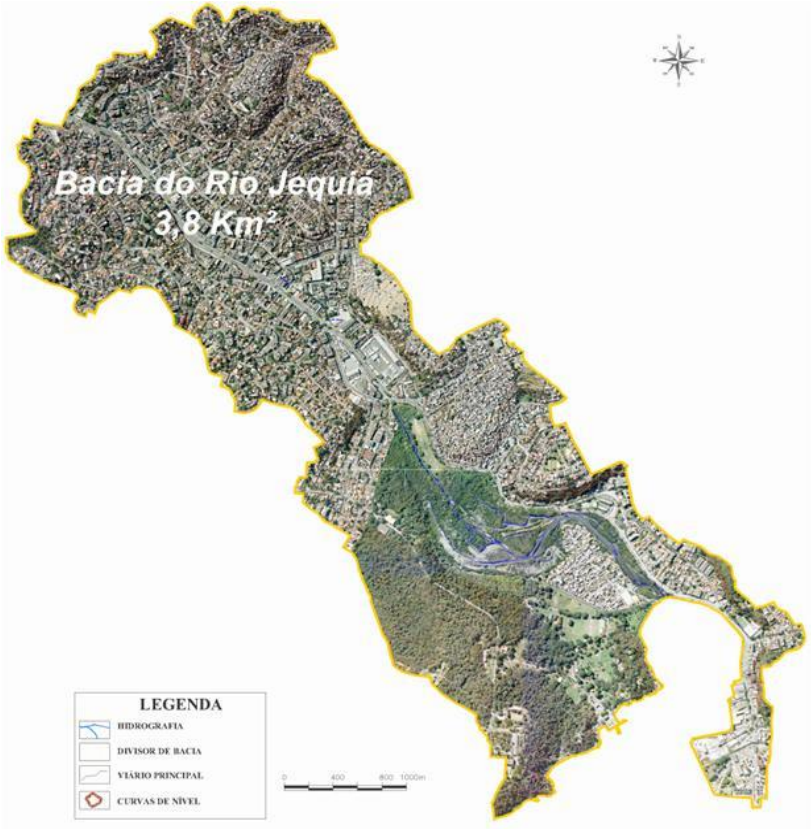


Figura 5-6– Localização da Bacia do rio Jequiá sobre foto aérea.

O talvegue principal da bacia é constituído pelo Rio Jequiá e tem aproximadamente 3.500 m de extensão, escoando praticamente em toda a sua

extensão em galeria fechada ao longo da Estrada do Galeão, com exceção de um pequeno trecho entre a Estrada da Cacuia e a Rua Iaco, ao longo do qual escoa em canal aberto em concreto, em meio de quadra. Na região de foz, o Rio Jequiá escoa em canal natural aberto, ao longo de aproximadamente 1.500 m em área de manguezal.

Locais com risco de inundação

A bacia do Rio Jequiá apresenta ocorrência de inundações especialmente nos trechos de travessia, na porção jusante da galeria e canal ao longo da Estrada do Galeão.

Os registros foram obtidos a partir dos cadastrados da Fundação Rio-Águas e complementados por inspeções de campo e entrevistas com moradores. Os pontos mais críticos registrados foram:

- No trecho em galeria sob a Estrada do Galeão, na altura da travessia sob a Estrada da Cacuia;
- No trecho final da galeria sob a Estrada do Galeão, no entroncamento desta via com a Estrada da Bica, Rua Arriba e Av. Cel. Luiz de Oliveira Sampaio.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Jequiá

A partir do estudo diagnóstico realizado foram identificados os seguintes problemas na bacia do Rio Jequiá:

- Déficits de capacidade hidráulica ao longo de trechos e pontualmente em travessias;
- Ocupação irregular do leito e margens dos cursos d'água, inclusive em área de mangue;
- Assoreamento da calha devido às baixas declividades e influência de maré na área de mangue.

A Figura 5 7 apresenta as intervenções propostas sobre o Mapa da bacia hidrográfica

.

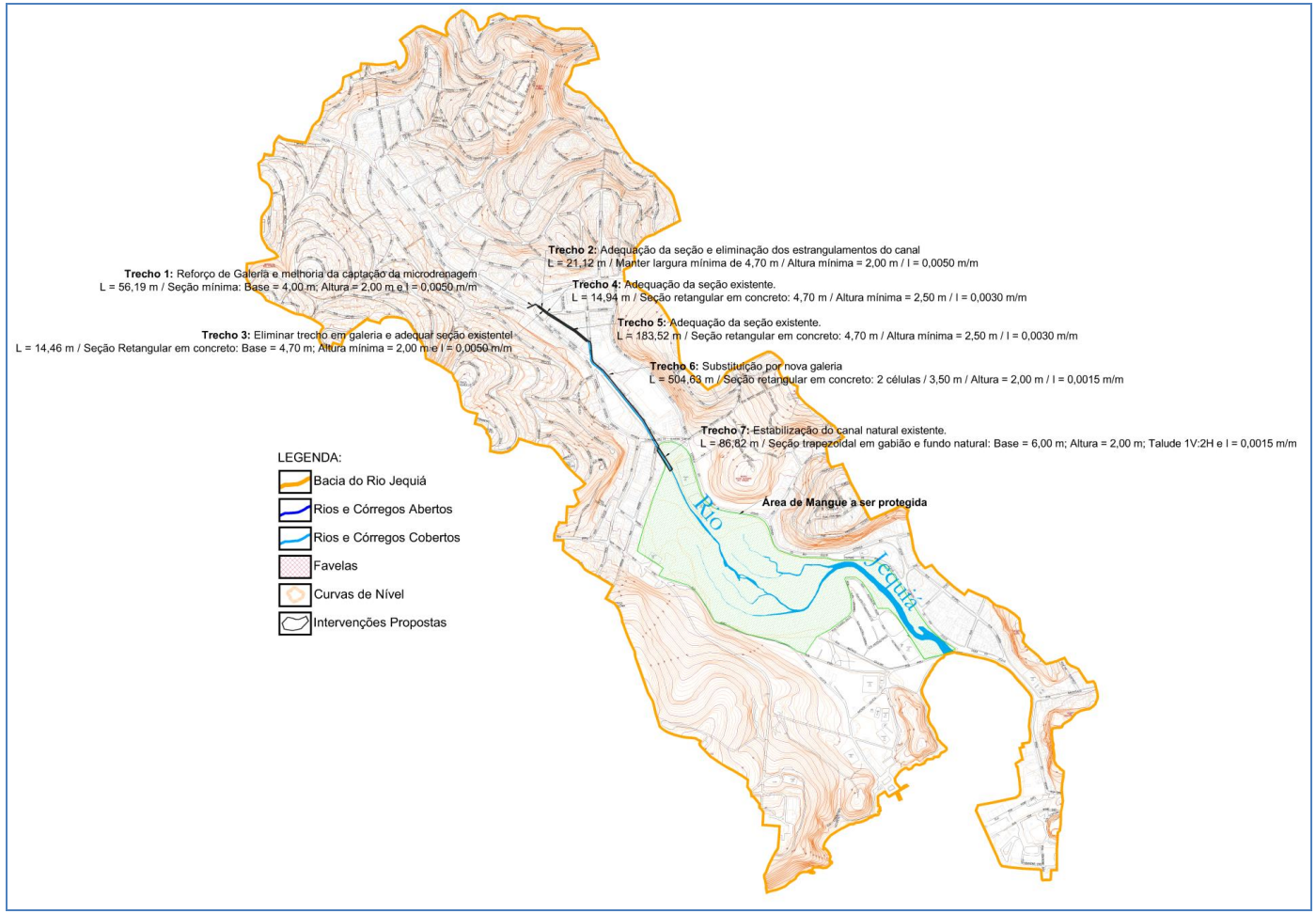


Figura 5-7 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio Jequiá.

Tabela 5-6 – IIntervenções propostas na Bacia do Rio Jequiá.

BACIA DO RIO JEQUIÁ (ILHA DO GOVERNADOR)						
CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**CAPACIDADE PROJETADA (m^3/s)**	**TIPO: ADEQUAÇÃO, AMPLIAÇÃO, REFORÇO, SUBSTITUIÇÃO, DERIVAÇÃO, DESVIO**	**SEÇÃO**
Rio Jequiá	Jq-010	Estrada da Cacuia	56,19	29,3	Reforço de galeria e melhoria da captação da microdrenagem.	Seção mínima: Base = 4,00, e Htotal = 2,00. i=0,0050m/m, Revest. Concreto
Rio Jequiá	Jq-009 a Jq-008	Entre a Estrada da Cacuia e trecho em galeria.	21,12	-	Adequação da seção e eliminação dos estrangulamentos do canal.	Eliminar estrangulamentos, manter largura mínima de 4,70 m. i=0,0050m/m, Revest. Concreto
Rio Jequiá	Jq-007	Trecho em galeria entre a Est. da Cacuia e a R. Coatatá.	14,46	30,0	Eliminação de trecho em galeria e adequar a seção existente.	Seção Retangular, Base = 4,70 m e Hmínimo = 2,00 m. i=0,0030m/m, Revest. Concreto
Rio Jequiá	Jq-006	Entre trecho em galeria e Rua Coatatá.	14,94	30,0	Adequação da seção existente.	Seção Retangular, Base = 4,70 m e Hmínimo = 2,50 m. i=0,0030m/m, Revest. Concreto
Rio Jequiá	Jq-004 a Jq-005	Entre a Rua Coatatá e a Rua Iaco.	183,52	30,0		Seção Retangular, Base = 4,70 m e Hmínimo = 2,50 m. i=0,0030m/m, Revest. Concreto
Rio Jequiá	Jq-002 a Jq-003	Entre Rua Iaco e a Rua Arriba.	504,63	34,0	Reforço de galeria.	Seção retangular, duas células com Base = 3,5 m e H = 2,00 m.
Rio Jequiá	Jq-001	Jusante da Rua Arriba.	86,82	40,0	Adequação hidráulica do canal existente por meio da estabilização das margens e desassoreamento.	Seção mínima trapezoidal: Base = 6,00 m, H = 2,00 m e Talude 1V:2H. i=0,0015m/m, Revest. Concreto
TOTAL CANALIZAÇÕES			**881,7**			

Bacia do Canal do Mangue

Figura 5-8 – Localização da bacia do Canal do Mangue.

A bacia do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,4 km², tendo como limites: ao norte a sub-bacia do Canal do Cunha; a Leste a Baía da Guanabara e a sub-bacia do Centro; ao sul e oeste o maciço da Tijuca. Drena os bairros: Tijuca, Grajaú, Vila Isabel, São Cristovão, Rio Comprido, Maracanã, Santo Cristo e Cidade Nova, localizados na Macrozona de ocupação incentivada, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da cidade.

A **Figura 5-8** apresenta a localização da bacia hidrográfica da bacia do canal do Mangue no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-9** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

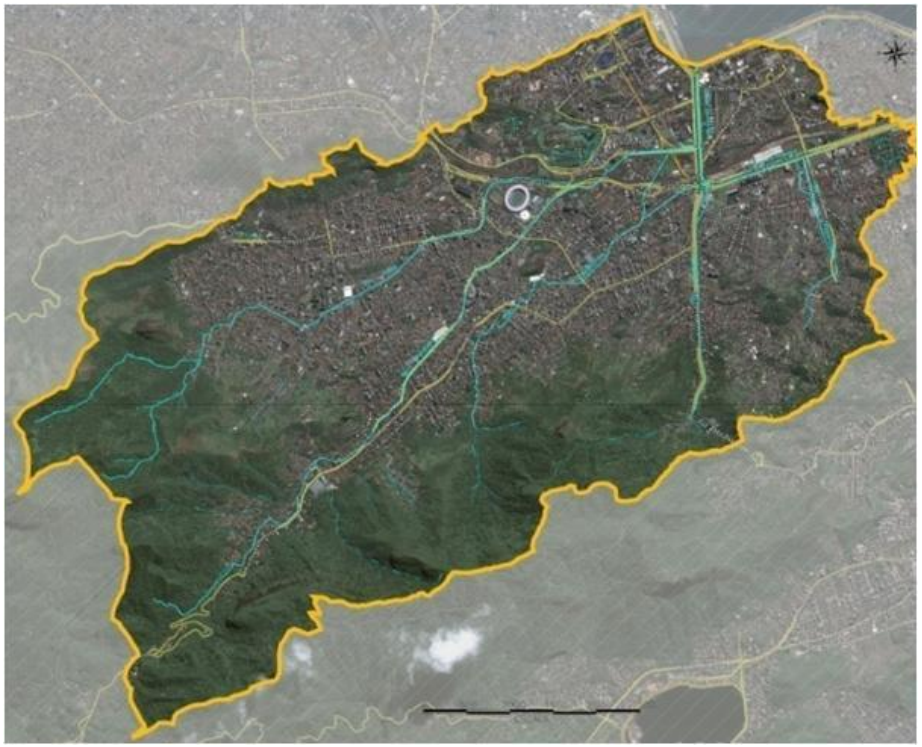


Figura 5-9 – Localização da Bacia do canal do Mangue sobre foto aérea.

Os principais cursos d'água da bacia hidrográfica do Canal do Mangue são os rios Maracanã, Joana, Trapicheiros, Comprido e Papa-Couve, os quais têm suas

nascentes no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo e afluem para o canal do Mangue que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara.

O relevo da bacia do Canal do Mangue apresenta acentuados desníveis nas regiões oeste e sudoeste, onde está localizado o maciço da Tijuca. Essa região é seguida por topografia menos acidentada, onde se inicia a área urbanizada da bacia, onde há áreas totalmente planas (proximidades do Canal do Mangue). Essa configuração topográfica dificulta o escoamento nos canais de macrodrenagem.

Outra característica do relevo da bacia do Mangue é a ocorrência de maciços de baixa altitude e morros isolados nas baixadas, observando-se formas bastante peculiares, a maioria constituída de morros com vertentes convexas, suaves e topos arredondados.

Rio Maracanã

O rio Maracanã tem sua nascente junto à Pedra do Conde, na Floresta da Tijuca, na elevação 730 m. Percorre extensão de 8,5 km, até sua foz no canal do Mangue. Até a região do largo da Usina ele recebe inúmeros afluentes, entre eles, o rio São João. Após o Largo da Usina o rio Maracanã passa a percorrer seu trecho urbano até chegar a sua foz no Canal do Mangue.

Rio Trapicheiros

O rio Trapicheiros tem sua nascente próxima ao Alto do Sumaré, na Floresta da Tijuca, na elevação aproximada 300 m. Percorre a extensão de 5,9 km até sua foz no rio Maracanã. Em virtude da construção de um extravasor na foz do rio Trapicheiro a vazão é atualmente dividida entre o rio Maracanã e o canal do Mangue.

Rio Joana

O rio Joana tem sua nascente junto ao Pico do Andaraí, na Floresta do Grajaú, na elevação de 600 m, sendo formado pelos rios Perdido e Jacó. O rio Joana percorre uma extensão total de 8,0 km até sua foz, no rio Maracanã.

Rio Comprido

O rio Comprido tem sua nascente em uma área de mata nativa localizada na Serra do Sumaré, junto ao Morro do Sumaré, na elevação 590 m, e percorre uma extensão de 4,5 m até sua foz no Canal do Mangue.

Rio Papa Couve

O rio Papa-Couve tem sua nascente em uma área bastante urbanizada localizada no morro do Catumbi. Percorre 2,9 km, dos quais 600 m correspondem à sua extensão em seção aberta e o restante, em galerias, até sua foz no Canal do Mangue.

Canal do Mangue

O canal do Mangue tem seu ponto inicial na Avenida Presidente Vargas, na altura da Rua Marquês de Sapucaí. Após percorrer uma extensão de 1.400 m o canal apresenta uma acentuada curva de 90°, alterando seu curso em direção à Baía de Guanabara, onde deságua. Percorre uma extensão de 2.800 km, recebendo como afluentes os rios Papa-couve, Comprido e Maracanã, além do extravasor do rio Trapicheiros e inúmeras galerias.

Locais com risco de inundação

- Canal do Mangue – Na região que se estende desde a foz dos rios Trapicheiros e Comprido até o Rio Maracanã, entre as ruas Júlio do Carmo e Av. Salvador de Sá;
- Rio Comprido – Na região da Rua do Matoso;
- Rio Joana – Na região entre a Rua São Francisco Xavier e Av. Prof. Manoel de Abreu;
- Rio Maracanã – Na área que se estende desde o Estádio do Maracanã até a foz do Rio Joana; proximidade da Rua Uruguai e região a jusante do shopping Tijuca;
- Rio Trapicheiro – Na região da Praça da Bandeira, entre as ruas Prof. Gabizo e Gonçalves Crespo;
- Canal do Mangue – Na região que se estende da foz dos rios Trapicheiros e Comprido até o Rio Maracanã, região entre as ruas Júlio do Carmo e Av. Salvador de Sá.

Tratamento dos déficits na bacia do Canal do Mangue

1) Desconcentração dos lançamentos: Restituição do curso do Rio Joana para a sua foz natural, a Baía de Guanabara → Sistema de Túnel em solo / túnel em Rocha e Canal, com 3.200 m de extensão, 38,0 m² de seção transversal e capacidade para 100 m³/s;
2) Reservatórios de amortecimento nas áreas de baixada: Praça Varnhagen (Rio Maracanã, 42.000 m³), Praça Niterói (Rio Joana, 58.000 m³) e Extra Heitor Beltrão (Rio Trapicheiros, 70.000 m³);
3) Reservatório de amortecimento de "pé de morro" → controle de "flash-floods" e retenção de sedimentos – controle do assoreamento na rede de drenagem: Reservatório Alto Grajaú (Rio Joana, 50.000 m³);
4) Tratamento de áreas baixas na Praça da Bandeira: Reservatório tipo "polder", com reestruturação da captação da microdrenagem e isolamento da macrodrenagem, evitando o retorno das águas do Rio Maracanã para a Praça da Bandeira, por efeito de remanso durante eventos de maré alta.

A **Figura 5-10** apresenta as intervenções propostas sobre o mapa da bacia hidrográfica.

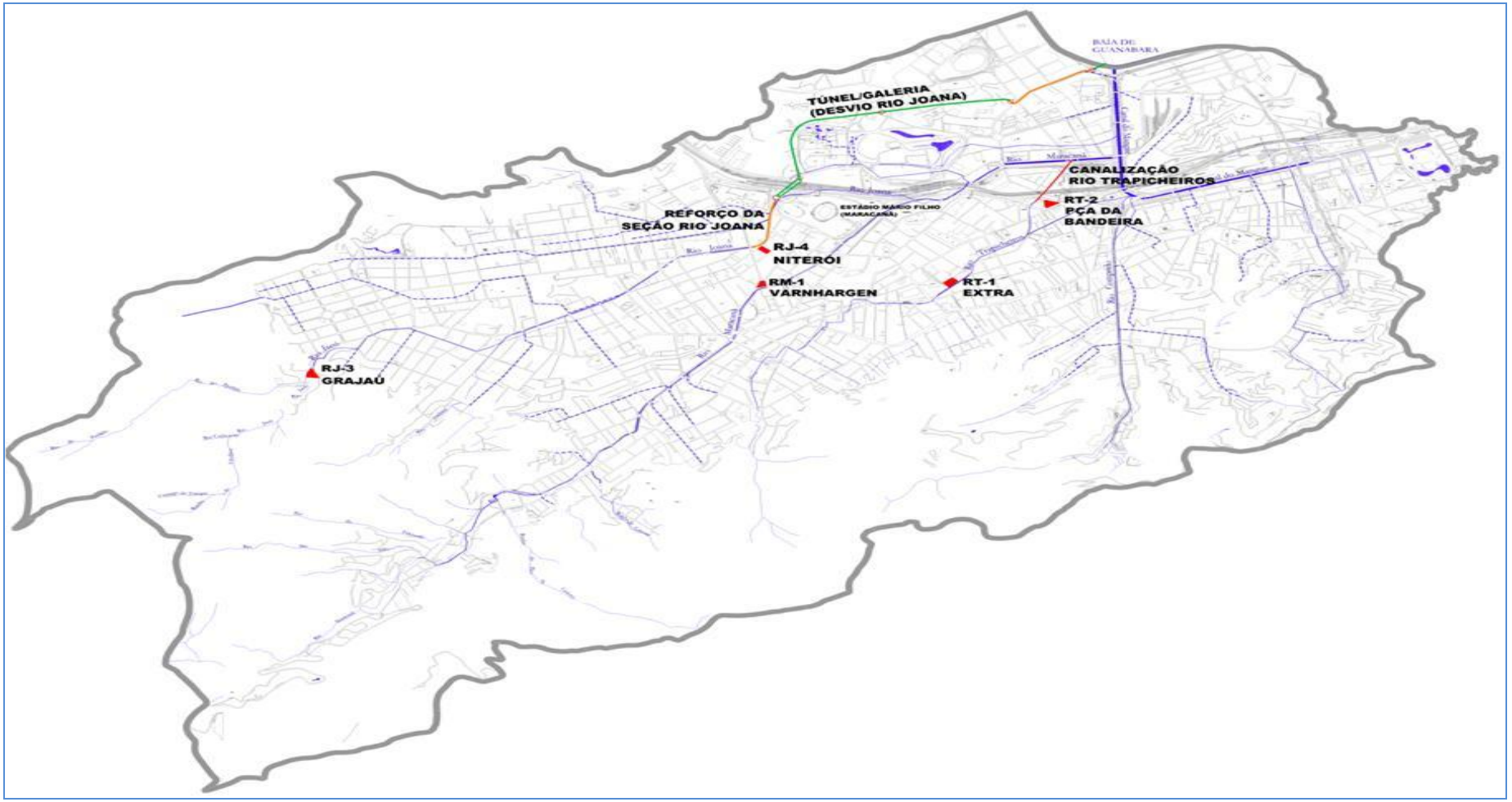


Figura 5-10 – Mapa das intervenções previstas na bacia do Canal do Mangue.

Tabela 5-7 – Intervenções previstas na. Bacia do canal do Mangue – Reservatórios e canalizações.

RESERVATÓRIOS								
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL km²	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL km²	H (m)	VOLUME (m³)
RT-1	Heitor Beltrão	Rio Trapicheiros	Estacionamento do Supermercado Extra, Av. Heitor Beltrão, 44	Off-Line, Tamponado	4,22	4,22	21,0	70.000
RT-2	Praça da Bandeira	Rio Trapicheiros	Praça da Bandeira	Off-Line, Tamponado	0,22	0,22	28,0	18.000
RJ-3	Grajaú	Rio Joana	Rua Borda do Mato x Rua Mirandópolis	Off-Line, Aberto	3,62	3,62	8,0	50.000
RJ-4	Praça Niterói	Rio joana	Praça Niterói	Off-Line, Tamponado	8,68	5,06	25,0	58.000
RM-1	Praça Varnhagen	Rio Maracanã	Praça Varnhagen	Off-Line, Tamponado	11,34	11,34	21,0	42.000

CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	TRECHO	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)	TIPO: ADEQUAÇÃO, AMPLIAÇÃO, REFORÇO, SUBSTITUIÇÃO, DERIVAÇÃO, DESVIO	SEÇÃO
DESVIO DO RIO JOANA	Trecho 1	Entre a Praça Pres. Emilio Garastazu Médici e a Baía de Guanabara, em túnel sob a Quinta da Boa Vista e Canal ao longo da Rua São Cristóvão	3400	100,0	Obra de desvio de curso d'água	38m²
REFORÇO DO RIO JOANA	Trecho 1	Entre a Rua Felipe Camarão e a Praça Niterói	450	33,0	Reforço	10 m²
DERIVAÇÃO DO RIO MARACANÃ PAR AO RIO JOANA	Trecho 1	Ao longo da Rua Felipe Camarão	465	27,0	Derivação de curso d'água	8 m²

Bacia do Canal do Cunha

Figura 5-11 – Localização da Bacia do Canal do Cunha.

A bacia hidrográfica do Canal do Cunha está localizada na região norte do município do Rio de Janeiro e deságua no Canal da Ilha do Fundão, localizado na Baía da Guanabara, entre a ilha da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o continente. Abrange os bairros de Méier, Engenho de Dentro, Engenho Novo, Lins de Vasconcelos, Benfica, Caju, Jacaré, e Inhaúma, localizados na Macrozona de ocupação incentivada de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento sustentável da cidade.

Devido à sua extensa área de contribuição e à complexidade de sua rede de macrodrenagem, a Bacia do Canal do Cunha, para a elaboração dos Estudos de Alternativas e Proposição de Intervenções para o Manejo das Águas Pluviais, foi subdividida em duas áreas de estudo, a saber:

- Área de Estudo 1: com 35,4 km², que contempla as bacias dos rios Faria, Timbó e Canal Faria-Timbó;

- Área de Estudo 2: com 27,2 km², que abrange as bacias do Rio Jacaré e Canal do Cunha.

A

Figura 5-11 apresenta a localização da bacia hidrográfica do Canal do Cunha no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro. A **Figura 5-12** mostra a divisão da bacia do Canal do Cunha por áreas de estudo.

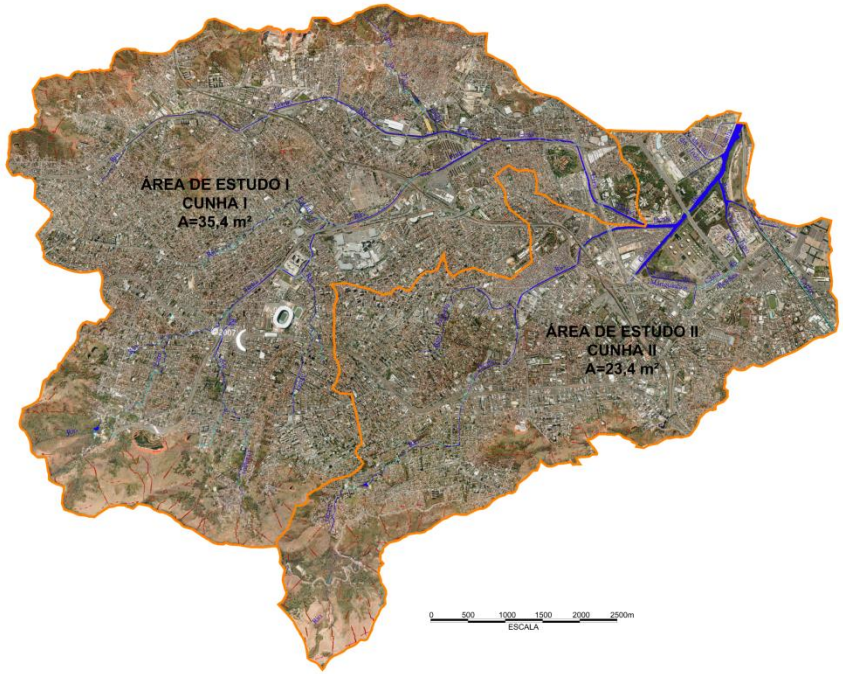


Figura 5-12 – Áreas de Estudo na Bacia do Canal do Cunha.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

Área de Estudo 1 – Rios Faria, Timbó e canal Faria-Timbo

Dos 35,4 km² que compõem a área de drenagem dos rios Faria, Timbó e do Canal Faria-Timbó, somente uma pequena parcela, localizada na região da Serra dos Pretos Forros, é formada por encostas não urbanizáveis, localizadas na cota altimétrica acima de 60 m, conforme critério adotado pela Fundação Rio-Águas para delimitação das áreas não ocupáveis. Nessa região encontram-se as cabeceiras desses rios, que descendo a encosta passam a escoar por uma área de baixada com pouca declividade e ocupação urbana consolidada.

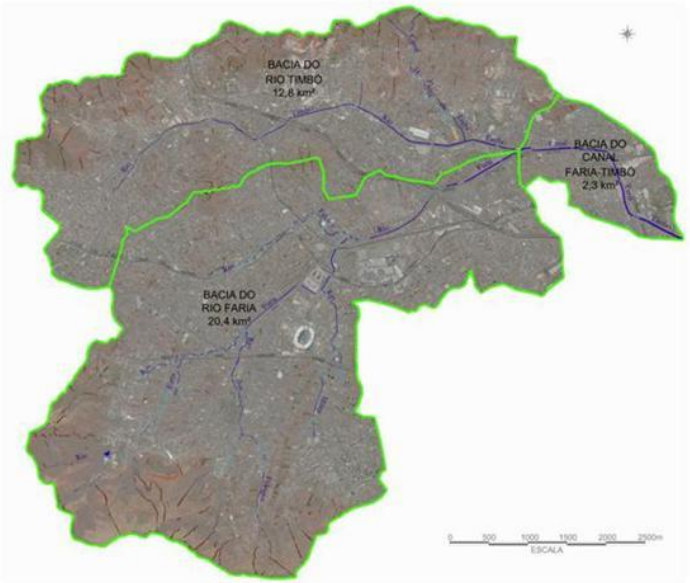


Figura 5-13 – Localização da Bacia do Canal do Cunha 1 sobre foto aérea.

Observa-se nessas bacias hidrográficas a ocorrência de diferentes tipologias de canalização ao longo dos respectivos cursos. Primeiramente, é apresentada a caracterização do Rio Faria, com as principais interferências. A seguir, é apresentada a caracterização do Rio Timbó também com interferências e, finalmente, o Canal Faria-Timbó, com a mesma abordagem.

Rio Faria

O Rio Faria é o mais extenso dos rios que compõem a bacia Canal do Cunha. O talvegue possui 8.500 m de extensão. Os primeiros 1.000 m escoam em área não urbanizável, acima da cota altimétrica de 60 m. Após esse trecho, o curso d'água, já canalizado, cruza área consolidada, inicialmente em galeria sob as Ruas Paraná e Joaquim Martins para, em seguida, por cerca de 1.500 m, escoar pelos meios de quadra, alternando trechos de canal aberto com trechos tamponados. Chega às travessias sob a Av. Amaro Cavalcanti e a Linha Férrea, prosseguindo até a confluência com o Rio dos Frangos, seu afluente pela margem direita. A partir daí, escoa entre as pistas da Linha Amarela até encontrar-se com o Rio Timbó, passando a se chamar Canal Faria Timbó. Prossegue entre as pistas da Linha Amarela desviando-se, mais a jusante, para correr ao longo da Rua Leopoldo Bulhões até o deságue do Canal do Rio Jacaré, aproximadamente 400 m a montante de sua foz, no Canal do Cunha. Duas vertentes do rio Faria se conectam a um reservatório existente, quando o rio chega a área urbanizada.

O rio dos Frangos desemboca no rio Faria na altura da Linha Amarela, a jusante da linha férrea da Flumitrens – Ramal Deodoro.

O rio Méier aparece como canal aberto, na altura da Rua Dias da Cruz, próximo à cota 35 m e percorre área de urbanização consolidada até desaguar na margem direita do Rio Faria, a montante da Rua Dom Hélder Câmara (antiga Av. Suburbana), próximo à cota 20 m.

O rio Faleiros aparece como canal aberto na altura da Rua Ferreira Sampaio, próximo à cota 25 m, percorrendo área de ocupação consolidada até desaguar na margem esquerda do rio Faria, na altura da Rua Fausto de Souza na cota 15 m.

Rio Timbó

O rio Timbó possui aproximadamente 6.000 m de extensão, aparecendo inicialmente em canal aberto, na altura da Rua Padre Manoel da Nóbrega, na cota altimétrica 30 m.

O curso d'água escoa entre fundos de lotes por aproximadamente 600 m. A seguir, margeia a linha férrea da Flumitrens – Ramal Belford Roxo, por cerca de 1.700 m, até a altura da Av. Álvares da Rocha, ao longo da qual segue por 400 m até a travessia sob a Av. Presidente Martin Luther King Jr (antiga Av. Automóvel Clube). A partir deste ponto o Rio Timbó escoa em canal aberto de concreto, ao longo de uma área industrial até a confluência com o Rio Faria e formação do Canal Faria-Timbó.

Canal Faria – Timbó

Possui cerca de 2.700 m de extensão dos quais, nos primeiros 1.300 m, segue a Linha Amarela, escoando entre as suas duas pistas. Na sequência, o curso d'água afasta-se da linha Amarela, passando a escoar ao longo da Rua Leopoldo Bulhões, por aproximadamente 1.000 m. Nos últimos 400 m, até o desemboque do Rio Jacaré, o Canal Faria-Timbó tem em sua margem esquerda o terreno da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ.

Área de Estudo 2 – Rios Jacaré e Canal do Cunha

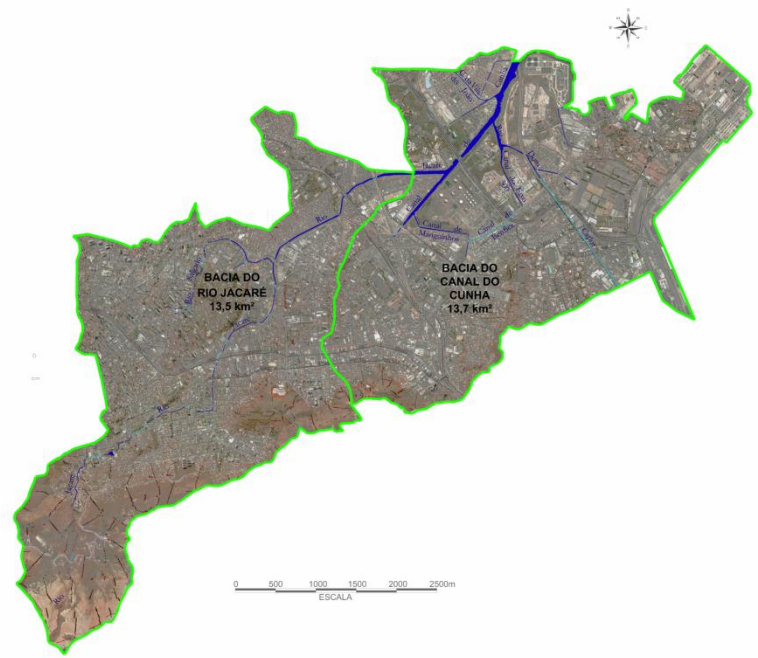


Figura 5-14 – Área de Estudo Cunha II – Bacia do rio Jacaré e do Canal do Cunha.

Dos 23,4 km² compõem a área de drenagem do Rio Jacaré e Canal do Cunha. Cerca de 2 km² são compostos pela Serra dos Pretos Forros e a Serra de Inácio Dias que atingem uma altitude entre 300 e 400 m, a Serra do Mateus e Cachoeirinha, com cotas até 300 m, e do Morro do Dendê-Juramento, com cotas até 200 m – podem ser consideradas encostas não-urbanizáveis (conforme critério adotado pela Rio-Águas) que correspondem às áreas situadas acima da cota 60 m. Nestas regiões as declividades podem ser consideradas altas. Logo a jusante dessas áreas de encosta, os rios passam a correr em trecho de baixada com variação baixa de declividade.

As áreas de cabeceira são sujeitas a altas velocidades, que resultam em baixos tempos de concentração e picos de vazão altos, além de forte propensão ao carreamento de sedimentos, ocasionando processos erosivos; as áreas de baixada, por sua vez, são sujeitas a baixas velocidades, que propiciam o acúmulo dos sedimentos transportados das áreas altas, causando processos de assoreamento e progressiva redução da capacidade de escoamento dos cursos d'água.

As bacias do rio Jacaré e Canal do Cunha apresentam tipologias diferentes ao longo do seu curso.

Rio Jacaré

O Rio Jacaré é o mais extenso dos rios que compõem a bacia do Médio Cunha. Nasce na Serra dos Pretos Forros, mais precisamente na cumeada do morro dos Elefantes, na cota altimétrica 670 m. Corre por uma área predominantemente florestal considerada não urbanizável, entretanto nas proximidades da cota 150 m já houve ocupação pelas comunidades da Cachoeira Grande, Santa Terezinha, Morro da Cotia, entre outras. A partir da cota 60 m a ocupação urbana se intensifica, passando o rio a escoar em canal de concreto entre os fundos dos lotes até alcançar o Largo do Jacaré nas proximidades da Rua Lino Teixeira. Passa, a partir desse ponto a margear a Rua Álvares de Azevedo, na altura da Rua Peçanha Silva, recebendo pela margem esquerda o rio Salgado. Logo adiante entra em um trecho encaixado em avenida de fundo de vale dentro da Comunidade do Jacarezinho. Após a travessia da Av. Dom Helder Câmara o rio Jacaré volta a correr em leito natural.

Canal do Cunha

O Canal do rio Cunha nasce da junção de três galerias que vêm da Rua Dr. Garnier e da Rua Bérgamo, correndo em canal aberto, a jusante da linha férrea Flumitrens – Ramal Gramacho. Neste local o canal já apresenta cota de fundo inferior à zero, seguindo até a Rua Leopoldo Bulhões ora em canal aberto, ora em leito natural entre fundos de lotes. Para esse trecho foi elaborado pela Fundação Rio Águas o projeto básico de canalização em galeria com vazão projetada de 33.000 l/s,cujo termino localiza-se a jusante da travessia da Rua Leopoldo Bulhões.

Após a Rua Leopoldo Bulhões, o Canal do Cunha segue em leito natural, tendo em sua margem direita o complexo de Manguinhos e em sua margem esquerda uma comunidade.

Cerca de 200 m a jusante da Rua Leopoldo Bulhões recebe pela margem direita o Canal de Manguinhos e cerca de 650 m adiante desse ponto recebe pela margem esquerda o Rio Jacaré. Aproximadamente 200 m a jusante desse ponto o canal passa sob a Av. Brasil em galeria, seguindo em leito natural até sua foz na frente da Ilha do Fundão. No percurso entre a Av. Brasil e a foz recebe ainda dois canais, sendo um pela margem esquerda e outro pela direita.

Locais com risco de inundação

Rio Faria:

- Foram verificados pontos de inundação no trecho entre a Rua Araribóia e Rua dos Pássaros, incluindo a Rua Clarimundo de Mello, próximo a Rua Dr. Padilha no Rio Méier, a Rua Goiás no Rio Frangos e na Av. Dom Hélder Câmara no rio Faleiros.

Canal Faria-Timbó:

- Na região da Av. Além Paraíba e Rua Miguel Burnier entre as travessas da Rua Marialva e a Rua Justiniano da Serra na margem esquerda e entre as travessias Tavares Macedo e Rua Manuel Fontenelle na margem direita. Outro ponto verificado é na Rua Leopoldo Bulhões próximo ao Viaduto Sampaio Corrêa.

Rio Méier:

- Na região da Rua Doutor Padilha, cruzamento com a Rua Piauí.

Rio dos Frangos:

- Na região da Rua Borja Reis, entre as ruas Eulina Ribeiro e Venâncio Ribeiro.
- O Rio Faleiro não apresenta pontos de inundação observados. Ressalta-se, porém, que a complementação dessa informação será fornecida através do Diagnóstico do Funcionamento da Macrodrenagem desta bacia. Portanto, a ausência de pontos de inundação observada nos rios não significa a inexistência de alagamentos nos seus respectivos locais.

Rio Jacaré:

- Na região da Barão de Bom Retiro e na Condessa de Belmonte;
- O Canal do Cunha, Rio Salgado, Canal Manguinhos e Rio Dom Carlos não apresentam pontos de inundação observada.

Tratamento dos déficits na bacia do Canal do Cunha

A alternativa recomendada para a adequação da macrodrenagem na bacia do Canal do Cunha é a que engloba a reservação de montante, a adequação de

travessias restritivas ao escoamento, o desassoreamento das seções e o reforço de capacidade.

A **Tabela 5-9** apresenta as canalizações propostas para a Área de Estudo 1 – Rios Faria, Timbó e Canal Faria-Timbó. A **Tabela 5-10** apresenta as das canalizações propostas Área de Estudo 2 – Rio Jacaré e Canal do Cunha.

A **Figura 5-15** apresenta a localização do conjunto de intervenções propostas para as áreas de estudo 1 e 2 sobre o Mapa da Bacia hidrográfica.

A **Tabela 5-8** apresenta as características do conjunto de reservatórios propostos para as Áreas de Estudo 1 e 2.

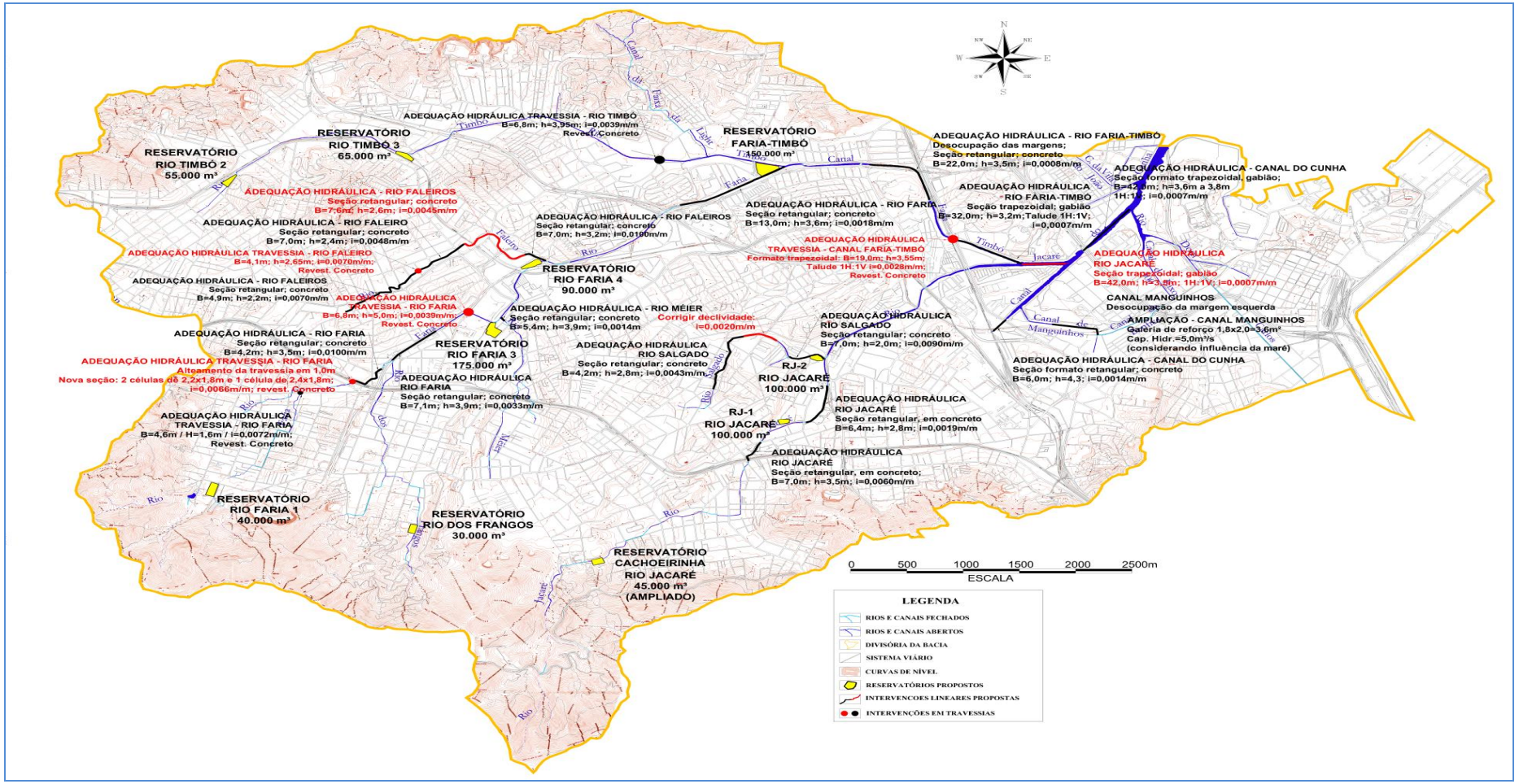


Figura 5-15 – Mapa das intervenções propostas na Bacia do Canal do Cunha.

Tabela 5-8 – Características Reservatórios propostos na Bacia do Canal do Cunha – Área de estudo 1 e 2.

RESERVATÓRIOS PROPOSTOS NA BACIA DO CANAL DO CUNHA - ÁREA DE ESTUDO 1 - RIOS FARIA, TIMBÓ E CANAL FARIA-TIMBÓ E 2 - RIO JACARÉ E CANAL DO CUNHA												
RESERVATÓRIO	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL (km²)	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL (km²)	ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO (m²)	PROF. (m)	VOLUME (m³)	Qp entrada (m³/s)	Qp saída (m³/s)	Eficiência (%)
RT-2	GRAÇA MELO	Rio Timbó	Rua Graça Melo	Off-line, fechado	2,42	2,42	1.737	31,7	55.000	28,8	1,3	95%
RT-3	PEREIRA PINTO	Rio Timbó	Rua Pereira Pinto	Off-line, fechado	5,66	3,24	3.000	22,0	65.000	33,0	1,3	96%
RFa-1	PAULO DE MEDEIROS	Rio Faria	Rua da Pátria x Estrada Paulo de Medeiros	On-line, aberto	1,65	1,65	10.000	4,0	40.000	20,1	5,3	74%
RFa-3	JOSÉ DOS REIS	Rio Faria	Rua José dos Reis	Off-line, fechado	9,08	6,51	10.200	19,0	175.000	74,3	4,0	95%
RFa-4	FARIA	Rio Faria	Rua José dos Reis	Off-line, aberto	16,37	7,29	10.000	9,0	90.000	41,3	3,0	93%
RFr-1	FRANGOS	Rio dos Frangos	Rua Mapurani x Rua Cat. Méier	On-Line, aberto	0,92	0,92	10.000	3,0	30.000	17,9	4,8	73%
RFT-1	RIOS FARIA E TIMBÓ	Confluência do Rio Timbó com o Rio Faria	Linha amarela com a Estrada do Timbó	Off-Line, aberto	32,35	10,32	11.500	13,0	150.000	81,5	3,5	96%
RJ-1	TELERJ	Rio Jacaré	Rua Souza Barros x Rua Dois de Maio	Off-line, fechado	5,59	3,09	4.630	21,7	100.000	37,0	2,4	94%
RJ-2	SALGADO	Rios Jacaré e Salgado	Rua Aires de Casal	Off-line, aberto	10,16	4,57	4.070	24,7	100.000	62,2	2,1	97%
RESERVATÓRIO EXISTENTE A AMPLIAR												
RC-1	CACHOEIRINHA	Rio Jacaré	Rua Henrique Graça	On-line, aberto	2,50	2,50	9.000	8,0	45.000	42,7	14,7	66%

Tabela 5-9 – Características das Canalizações na Bacia do Canal do Cunha – Área de Estudo 1.

CANALIZAÇÕES NA BACIA DO CANAL DO CUNHA - ÁREA DE ESTUDO 1 - RIOS FARIA, TIMBÓ E CANAL FARIA-TIMBÓ						
CURSO D'ÁGUA	**TRECHO**	**SEÇÃO**	**DESCRIÇÃO**	**Extensão**	**Seção tipo**	**Revestimento**
RIO FARIA	Trecho 1	AFa-001	Travessia sob a Av. Amaro Cavalcanti	20,0	Abertura da seção de travessia formato retangular, B=4,6m; h=1,6m; i=0,0072m/m. (A=7,2m²)	Concreto
RIO FARIA	Trecho 2	Fa-066	Travessia sob a Linha Férrea da Flumitrens - Ramal Deodoro	50,0	Seção 2 células de 2,2x1,8m e 1 célula de 2,4x1,8m; i=0,0066m/m. (A=12,3m²)	Concreto
RIO FARIA	Trecho 3	Fa-062 a Fa-065	Trecho aberto em meio de quadra, entre a Linha Férrea da Flumitrens - Ramal Deodoro, até a Linha Amarela	380,0	Seção formato retangular, B=4,2m; h=3,5m; i=0,0100m/m. (A=13,9m²)	Concreto
RIO FARIA	Trecho 4	Fa-053 a Fa-062	Trecho aberto , ao longo da Linha Amarela, até a Av. José dos Reis (Arena Park - Engenhão)	860,0	Seção formato retangular, B=7,1m; h=3,9m; i=0,0033m/m. (A=27,7m²)	Concreto
RIO FARIA	Trecho 5	Fa-047 a Fa-049	Travessia sob a Linha Amarela e a Av. José dos Reis	80,0	Seção formato retangular, B=6,8m; h=5,0m; i=0,0039m/m. (A=34,0m²)	Concreto
RIO FARIA	Trecho 6	Fa-001 a Fa-011	Trecho entre a foz e a Estrafa Velha da Pavuna	1.030,0	Seção formato retangular, B=13,0m; h=3,6m; i=0,0018m/m. (A=46,8m²)	Concreto
RIO MÉIER	Trecho 1	Me-009 a Me-010	Trecho entre a confluência e a Rua Dona Teresa	160,0	Seção formato retangular; B=5,8m; h=2,5m; i=0,0081m/m. (A=14,5m²)	Concreto
RIO MÉIER	Trecho 2	Me-001 a Me-002	Trecho entre a Travessa Henrique Scheid e a foz	53,3	Seção formato retangular; B=5,4m; h=3,9m; i=0,0014m/m. (A=21,0m²)	Concreto
RIO FALEIROS	Trecho 1	FL-008 a FL-011	Trecho entre a R. Ferreira Sampaio e Rua Francisca Vidal	1.040,0	Seção formato retangular; B=4,9m; h=2,2m; i=0,0070m/m. (A=10,8m²)	Concreto
RIO FALEIROS	Trecho 2	FL-007 a FL-008	Travessia na Rua Francisca Vidal	40,0	Seção formato retangular; B=4,1m; h=2,65m; i=0,0070m/m. (A=10,9m²)	Concreto
RIO FALEIROS	Trecho 3	FL-006 a FL-007	Trecho entre a Rua Francisca Vidal e a Av. João Ribeiro	355,0	Seção formato retangular; B=7,0m; h=2,4m; i=0,0048m/m. (A=16,8m²)	Concreto
RIO FALEIROS	Trecho 4	FL-003 a FL-005	Trecho entre a Rua do Lazer e a Rua Álvaro Miranda	810,0	Seção formato retangular; B=7,6m; h=2,6m; i=0,0045m/m. (A=19,8m²)	Concreto
RIO FALEIROS	Trecho 5	FL-001 a FL-003	Trecho entre a foz e a Rua José dos Reis	215,0	Seção formato retangular; B=7,0m; h=3,2m; i=0,0100m/m. (A=22,4m²)	Concreto
RIO TIMBÓ	Trecho 1	Ti-012	Travessia sob a Av. Itaóca	15,0	Abertura de travessia restritiva: Seção retangulra com B=6,8m; h=3,95m; i=0,0039m/m. (A=26,9m²)	Concreto
CANAL FARIA TIMBÓ	Trecho 1	FT-028 a FT-041	Trecho aberto entre a Rua Uranos e a Av. dos Democráticos	790,0	Seção formato retangular; Base=22,0m; Altura=3,5m; i=0,0008m/m. (A=77,0m²)	Concreto
CANAL FARIA TIMBÓ	Trecho 2	FT-028	Travessia sob a Av. Leopoldo Bulhões	85,0	Abertura da travessia: Seção trapezoidal; B=19,0m; h=3,55m; Talude 1H:1V; i=0,0028m/m. (A=80,0m²)	Concreto
CANAL FARIA TIMBÓ	Trecho 3	FT-001 a FT-028	Trecho entre a foz e a Av. Leopoldo Bulhões	620,0	Seção trapezoidal; Base=32.0m; Altura=3.2m; i=0,0007m/m. (A=112.6m²)	Gabião

Tabela 5-10 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Canal do Cunha – Área de Estudo 2.

CANALIZAÇÕES NA BACIA DO CANAL DO CUNHA - ÁREA DE ESTUDO 2 - RIO JACARÉ E CANAL DO CUNHA						
CURSO D'ÁGUA	**TRECHO**	**Seções**	**DESCRIÇÃO**	**Extensão**	**Seção tipo**	**Revestimento**
RIO JACARÉ	Trecho 1	Jr-092 a Jr-093	Trecho em galeria, entre a Rua Souza Barros e a Linha Férrea da Flumitrens	272,0	Seção retangular B=7,0m; h=3,5m; i=0,0060m/m. (A=24,5m²)	Concreto
RIO JACARÉ	Trecho 2	Jr-086 a Jr-087	Trecho em canal aberto em meio de quadra, entre a Rua Dois de Maio e o Largo do Jacaré (Rua Lino Teixeira)	505,0	Seção retangular B=6.4m; h=2,8m; i=0,0019m/m. (A=16,2m²)	Concreto
RIO JACARÉ	Trecho 3	Jr-001 a Jr-019	Trecho em canal aberto, natural, entre a confluêcia com o Canal Faria-Timbó e a foz do Rio Jacaré no Canal do Cunha	390,0	Seção trapezoida B=42,0m; h=3,5m; 1H:1V; i=0,0007m/m. (A=159,2m²)	Gabião
RIO SALGADO	Trecho 1	Sa-009 a Sa-012	Trecho entre as Ruas Miguel Ângelo e Monte Pascoal	765,0	Seção retangular B=4.2m; h=2,8m; i=0,0043m/m. (A=10,6m²)	Concreto
RIO SALGADO	Trecho 2	Sa-001 a Sa-004	Trecho entre a foz e o afluente da margem direita	350,0	Seção retangular B=7,0m; h=2,0m; i=0,0090m/m. (A=15,4m²)	Concreto
CANAL MANGUINHOS	Trecho 1	Ma-008	Trecho próximo a Av. Carlos Mattoso Corrêa, margeando uma comunidade	55,0	Galeria de reforço1,8x2,0=3,6m²; Cap. Hidr.=5,0m³/s (considerando influência da maré)	Concreto
CANAL DO CUNHA	Trecho 1	Cn-proj01 a Cn-proj03	Trecho entre a Linha Férrea da Fumitrens até a Travessia sob a Rua Leopoldo Bulhões	175,0	Seção formato retangular B=6,0m; h=4,3; i=0,0014m/m. (A=78,4m²)	Concreto
CANAL DO CUNHA	Trecho 2	Cn-040 a Cn-069	Trecho em canal natural entre o Rio Dom Carlos e a Av. Brasil	645,0	Seção formato trapezoidal; com B=42,0m; h=3,6m a 3,8m; 1H:1V; i=0,0007m/m. (A=175,0m² a 185,4m²)	Gabião

Bacia do Rio Irajá e Canal da Penha

Figura 5-16 – Localização da Bacia do rio Irajá e canal da Penha.

A bacia do Canal da Penha e Rio Irajá abrange os bairros de Penha, Irajá, Olaria, Vila Kosmos, Brás de Pina, Vicente de Carvalho, Cordovil, Vaz Lobo, Penha Circular, Vila da Penha e parte do Complexo do Alemão, totalizando a área de drenagem de 30 km, localizado na Macroárea de ocupação incentivada de acordo com Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro.

Os principais cursos d'água da bacia são: Rio Irajá, com 7.200 m de extensão e foz na Baía de Guanabara; e o Canal da Penha, canal artificial com 3.800 m de extensão, construído com a função de coletar as águas dos cursos d'água da bacia e encaminhá-las à Baía de Guanabara. Este canal possui dois tramos com dois exutórios: O tramo esquerdo, com deságüe no Canal do Rio Irajá, e o tramo direito, com deságüe na Baía de Guanabara.

A **Figura 5-16** apresenta a localização da bacia do rio Irajá no mapa das bacias hidrográficas. A **Figura 5-17** apresenta a bacia do rio Irajá sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

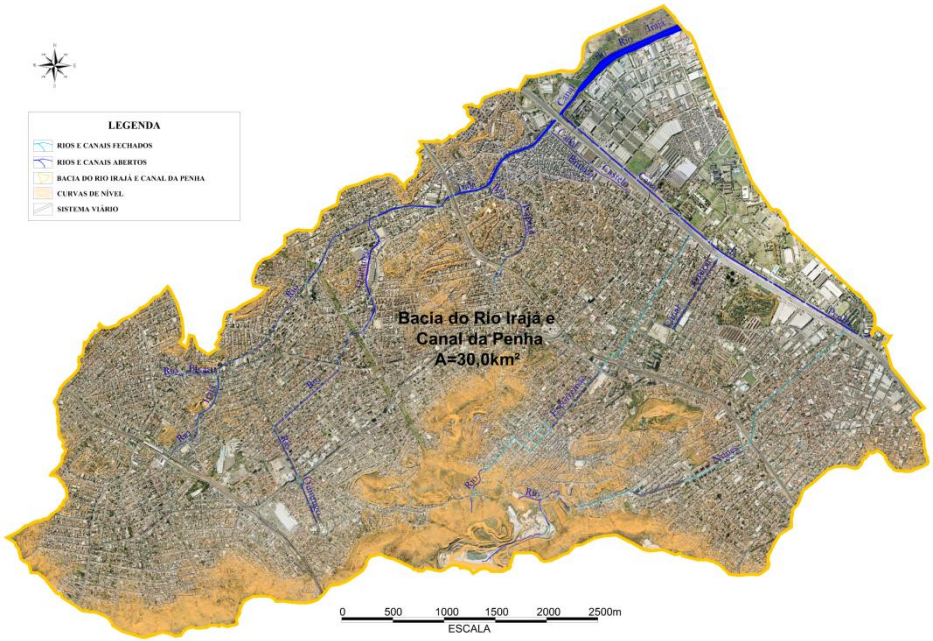


Figura 5-17 – Localização Bacia do rio Irajá e canal da Penha sobre foto aérea

O Rio Irajá tem seus formadores nos morros do Juramento e do Sapê, na zona norte do município, nos bairros de Vicente de Carvalho e Vaz Lobo. Os talvegues de seus formadores escoam em galeria fechada em uma região de urbanização consolidada, convergindo para uma galeria sob a Rua Jucari, no bairro de Irajá, a partir de onde o curso d'água recebe a denominação de Rio Irajá, somente

aparecendo como canal aberto a partir da travessia sob a Av. Automóvel Clube, na altura da Estação Irajá do Metrô. Ao todo, o Rio Irajá percorre uma extensão de 7.200 m, todo em canal aberto, desde a Av. Automóvel Clube até sua foz, na Baía de Guanabara, na altura da Ilha do Governador.

O Rio Irajá tem por principais afluentes o Rio das Bicas, na margem esquerda, e os Rios Quitungo, Arapogi e Canais Castelo Branco e da Penha, na margem direita.

O Rio das Bicas tem sua nascente em área de urbanização consolidada, através de galerias que convergem para um canal aberto, a partir do qual o curso d'água recebe essa denominação. Seu curso aberto tem 520 m de extensão, em canal de concreto, em fundos de lotes, sem via de serviço para acesso ao rio. Seu deságue se dá na margem esquerda do Rio Irajá, logo a jusante da travessia deste sob a Estrada Padre Roser.

O Rio Quitungo nasce no Morro do Juramento, em região de densa urbanização, e escoa em galeria por cerca de 650 m até emergir em canal aberto, ao longo da Av. Meriti, no bairro de Vila Kosmos. A partir daí, o curso d'água segue em canal em concreto, primeiramente ao longo da Av. Meriti e Rua Oliveira Belo, até a travessia sob a Av. Braz de Pina, onde passa a escoar em fundos de lotes até desaguar na margem direita do Rio Irajá, no trecho ao longo da Rua Antônio João. Sua extensão total é de 3.500 m.

O Rio Arapogi tem sua nascente no morro do Sereno, escoando ao longo de galerias fechadas, em região de urbanização consolidada, até emergir como canal aberto em meio a um quarteirão residencial no bairro de Brás de Pina, próximo à Rua Bento Cardoso e ao ramal Gramacho da Flumitrens. Após a travessia sob a linha férrea, o curso d'água escoa em canal em concreto, ao longo da Av. Arapogi, por 1.100 m de extensão, até desaguar na margem direita do Rio Irajá, no trecho ao longo da Av. Schutz Wenk. Ao todo, o Rio Arapogi percorre cerca de 1.400 m desde o ponto em que emerge como canal aberto até a sua foz.

O Canal Castelo Branco tem 1.100 m de extensão e escoa ao longo da rua de mesmo nome no bairro de Brás de Pina, na área de baixada da bacia do Rio Irajá, desaguando na margem direita deste, cerca de 200 m a montante da travessia sob a Av. Brasil. A sua margem esquerda é caracterizada pela Comunidade Brás de Pina e, a margem direita, é ocupada por lotes industriais.

O Canal da Penha é um canal artificial implantado ao longo da Avenida Brasil, com cerca de 3.800 m de extensão, com a finalidade de receber os escoamentos dos cursos d'água da bacia e encaminhá-los para a Baía de Guanabara. Esse canal tem dois pontos de deságue, um no Rio Irajá, e outro na Baía de Guanabara, na Praia de Ramos. Por esse motivo, neste estudo foram adotadas as nomenclaturas de Tramo Irajá e Tramo Baía de Guanabara, para definir os trechos do canal que escoam, respectivamente, para esses dois corpos d'água. O divisor de águas entre os dois tramos foi adotado no ponto de cota de fundo mais alta do Canal da Penha, localizado a aproximadamente 1.500 m da Baía de Guanabara e 2.300 m do Rio Irajá, em uma seção localizada na altura da Estação de Tratamento de Esgotos Penha, da CEDAE.

O Tramo Irajá, com 2.300 m de extensão, tem por afluentes o Canal Gruçaí e o Rio Escorremão, em sua margem esquerda. Neste trecho, a margem esquerda é caracterizada por ocupação residencial e, a margem direita, pela Marinha do Brasil – Centro de Instrução Almirante Alexandrino.

O tramo Baía de Guanabara do Canal da Penha tem 1.500 m de extensão e tem por afluente o Rio Nunes, em sua margem direita. A margem esquerda desse trecho é ocupada pelo Centro de Instrução da Marinha e, a margem direita, tem ocupação mista, destacando-se a Estação de Tratamento de Esgotos Penha, da

CEDAE, e o conjunto residencial IAPI – Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Industriários.

O Rio Escorremão é o principal canal de macrodrenagem do bairro da Penha, com 4.000 m de extensão e deságue no tramo Irajá do Canal da Penha. Seu talvegue tem início em uma região de pedreiras localizada na Serra da Misericórdia, no bairro de Engenho da Rainha, na cota aproximada de 130 m. Seu curso passa a ter a denominação de Rio Escorremão a partir da Galeria da Rua Angra dos Reis, no bairro da Penha, seguindo, depois, pelas ruas Ipojuca e Nevio dos Santos, e emergindo em canal aberto na Estrada José Rucas e Rua Engenheiro Francisco Passos. Após a travessia sob a Av. Braz de Pina e Linha Férrea da Flumitrens – Ramal Gramacho, o Rio Escorremão escoa os seus 1500 m finais através de galeria ao longo da Rua Belisário Pena, até desaguar no Canal da Penha.

O Canal Gruçaí tem 900 m de extensão e escoa em seção aberta, em calha de concreto, ao longo da Rua de mesmo nome, na área de baixada do Bairro da Penha, e desaguando na margem esquerda do Canal da Penha, no tramo Irajá.

O Rio Nunes, com 4.200 m de extensão, é o principal canal de macrodrenagem do bairro de Olaria. Tal como o Rio Escorremão, o Rio Nunes apresenta duas configurações bastante distintas a montante e a jusante da Linha Férrea da Flumitrens (Ramal Gramacho): o tramo a montante é caracterizado por altas declividades e por trechos intercalados de canal aberto e galeria fechada, ao longo da Rua Ministro Moreira e Av. Darcy Bittencourt Costa; o tramo a jusante da Flumitrens escoa em área de baixada, todo em galeria fechada, ao longo da Rua Dr. Nunes, até o deságue no tramo Baía de Guanabara do Canal da Penha.

Locais com risco de inundação

Rio Irajá:

- Travessia sob a Estrada Coronel Vieira, no trecho canalizado ao longo da Av. Pastor Miranda Pinto;
- Travessia sob a Estrada Padre Roser e confluência com o Rio Bicas;
- Todo o trecho em canal ao longo da rua Eng. Francelino Mota e Rua Antônio João, a jusante da Av. Meriti, até a linha férrea – Ramal Gramacho;
- Travessia sob a linha férrea – Ramal Gramacho;

Rio Quitungo:

- Todo o trecho em canal ao longo da Av. Meriti, a jusante da Av. Pastor Martin Luther King Jr., até a Av. Vicente de Carvalho;
- Travessia sob a Praça Aquidauana e Av. Vicente de Carvalho;
- Trecho em meio de quadra entre a Av. Brás de Pina e a Rua do Quitungo, particularmente no trecho logo a jusante da faixa *non-aedificanti* linha de transmissão;
- Todo o trecho de ocupação irregular na foz – Comunidade “Chega-Mais”.

Rio Arapogi:

- Trecho em canal aberto ao longo da Av. Arapogi, até a Rua Iricume e travessia sob a Rua Iricume.

Rio Escorremão:

- Travessia sob a Linha Férrea – Ramal Gramacho.

Canal Gruçaí:

- Toda a sua extensão ao longo da Rua Gruçaí, bem como na via paralela a esta, Rua Jacurutã, e transversais. Também no trecho da Av. Brasil onde se dá o desemboque do canal Gruçaí no Canal da Penha.

Rio Nunes:

- Trecho em galeria ao longo da Rua Ministro Moreira;
- Trecho em galeria na Av. Darcy Bittencourt Costa;
- Trecho em canal a montante da Rua Uranos;
- Trecho em galeria entre a Rua Uranos e a linha férrea – Ramal Gramacho.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Irajá/Canal da Penha

As alternativas avaliadas foram concebidas de modo a equilibrar as vazões afluentes e capacidades hidráulicas das seções. Além do equilíbrio de déficits, na recomendação da alternativa a ser implantada buscou-se também o restabelecimento e adequação dos escoamentos nos trechos de canal assoreados, nas restrições pontuais ao escoamento e nas áreas de ocupação irregular.

A alternativa recomendada para a adequação da macrodrenagem na bacia do Canal da Penha e Rio Irajá engloba a implantação de doze pontos de reservação e a adequação da capacidade hidráulica das calhas e ajuste de travessias quando necessárias.

A **Tabela 5-11** apresenta os reservatórios propostos para a bacia do rio Irajá e canal da Penha e a **Tabela 5-12** as canalizações propostas. A **Figura 5-18** apresenta a localização das intervenções em planta.

Tabela 5-11 – Características dos Reservatórios propostos na Bacia do Rio Irajá- Canal da Penha.

RESERVATÓRIOS PROPOSTOS NA BACIA DO PENHA/IRAJÁ												
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL (km²)	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL (km²)	ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO (m²)	PROFUNDIDADE (m)	VOLUME (m³)	Qp entrada (m³/s)	Qp saída (m³/s)	Eficiência (%)
RI-1	RIO IRAJÁ	Rio Irajá	Av. Pastor Miranda Pinto x Estrada Cel. Vieira	Off-Line, Tamponado	1,87	1,87	3.000	15	45.000	20,8	0,6	97%
RI-2	PADRE ROSER	Rio Irajá	Estrada Padre Roser x Rua Monte Santo	Off-Line, Tamponado	5,04	0,8	2.700	15	40.000	16,8	0,8	95%
RB-1	RIO DAS BICAS	Rio das Bicas	Estrada Padre Roser x R. Barroso Pereira	Off-Line, Tamponado	2,37	2,37	2.300	15	35.000	22,0	0,5	98%
RQ-1	VICENTE CARVALHO	Rio Quitungo	Av. Automóvel Clube x Rua Tupiniquins	Off-Line, Tamponado	0,56	0,56	7.000	4,5	35.000	6,2	0,2	97%
RQ-2	CARIOCA SHOPPING	Rio Quitungo	Av. Meriti, estacionamento do Carioca Shopping	Off-Line, Tamponado	2,03	1,47	10.000	5	50.000	15,2	0,4	97%
RQ-3	RIO QUITUNGO	Rio Quitungo	Estrada do Quitungo x Rua Líbia	Off-Line, Aberto	4,33	2,3	12.000	5	60.000	24,5	0,4	98%
RQ-4	MTR TRANSPORTES	Rio Quitungo	Pça Almirante Luiz Maria Piquet	Off-Line, Tamponado	5,43	1,1	3.000	13	40.000	15,4	0,6	96%
RQI-1	CONFLUENCIA QUITUNGO-IRAJÁ	Confluência Rios Quitungo / Irajá	Favela Chega Mais - Rua Abadie Faria Rosa x Rua Oliveira Neto	Off-Line, Aberto	11,92	1,45	10.000	5	50.000	24,4	0,6	98%
RE-2	IBIAPINA	Rio Escorremão	Rua Nicarágua x Linha Férrea - Ramal Gramacho	Off-Line, Tamponado	2,29	2,29	1.300	27	35.000	20,3	0,2	99%
RN-existente	NUNES	Rio Nunes	Rua Ministro Moreira de Abreu	On-line, aberto	0,77	0,77	9.779	3,5	29.340	8,6	1,7	80%
RN-1	PÇA CLOMIR TELES CERBINO	Rio Nunes	Av. Darcy Bittencourt Costa x Praça Clomir Teles Cerbino	Off-Line, Tamponado	1,64	0,87	2.500	20	50.000	16,6	1,2	93%
RN-2	PÇA BELMONTE	Rio Nunes	Rua Delfim Carlos x Pça Belmonte	Off-Line, Tamponado	2,81	1,17	1.850	22	40.000	16,5	1,2	93%

Tabela 5-12 – Características das Canalizações propostas na bacia do Rio Irajá – Canal da Penha.

CANALIZAÇÕES PROPOSTAS NA BACIA DO PENHA/IRAJÁ						
CURSO D'ÁGUA	**Trecho**	**Seção Inicial - Seção Final**	**Descrição**	**EXTENSÃO**	**SEÇÃO TIPO**	**REVESTIMENTO**
Rio Arapogi	1	A-01 a A-09	Implantar galeria de reforço na Av. Arapogi, entre a Avenida Antenor Navarro e o Rio Irajá	230	Seção da galeria 5,2 x 2,5 = 12,5m²; i=0,0004m/m. Capacidade Hidráulica considerando o efeito da maré = 18 m³/s	Concreto
Rio Arapogi	2	A-09 a A-36	Implantar galeria de reforço na Av. Arapogi, entre a Linha Férrea e a Avenida Antenor Navarro	845	Seção da galeria: 3,0 x 1,2=3.6m²; i=0,0030m/m; Cap. Hidr.= 8 m³/s	Concreto
Canal Castelo Branco	1	CB-2 a CB-6	Implantar galeria de reforço na Rua Castelo Branco, entre a Rua Iguaperiba e a galeria de desemboque	500	Seção da galeria 1.8 x 1.5 = 2.7m²; i=0,0005/m. Capacidade Hidráulica considerando o efeito da maré = 2.5 m³/s	Concreto
Canal Castelo Branco	2	CB-6 a CB-7	Abertura da seção da travessia sob a Rua Iguaperiba	14	Alteamento da travessia em 0,5 m	Concreto
Rio Escorremão	1	E-17 a E-01	Projeto Existente: Implantar Galeria de Reforço na Braz de Pina	1830	Seção retangular 3,6 x 1,8=6,5m²; i=0,0030m/m; Cap. Hidr.=20,0m³/s	Concreto
Rio Escorremão	2	E-19 a E-17	Projeto Existente: Implantar galeria de reforço sob a Rua Braz de Pina direcionando a vazão excedente para a nova galeria de reforço a ser implantada na Rua Conde de Agrolongo		Seção da galeria sob a linha férrea: 3,2 x 1,8=5,75m²; i=0,0050m/m; Cap. Hidr.=20 m³/s	Concreto
Canal Gruçaí	1	G-27 a G-01	Implantar galeria de reforço sob a Rua Jacurutã, absorvendo metade da vazão afluente ao canal existente.	695	Seção retangular 2,0x2,0=4,0m²; i=0,0025m/m; Cap. Hidr.=7 m³/s (considerando a influência da maré)	Concreto
Rio Nunes	1	PV-161 a PV-23	Implantar Galeria de reforço sob a Rua Eleotério Motta direcionando a vazão excedente até a Rua Firmino Gameleira, seguindo pela Rua Vila Claudionor até o Canal da Penha.	1200	Seção retangular: 4,0x1,5=6,0m²; i=0,0015m/m; Cap. Hidr. = 8m³/s (considerando a influência da maré)	Concreto

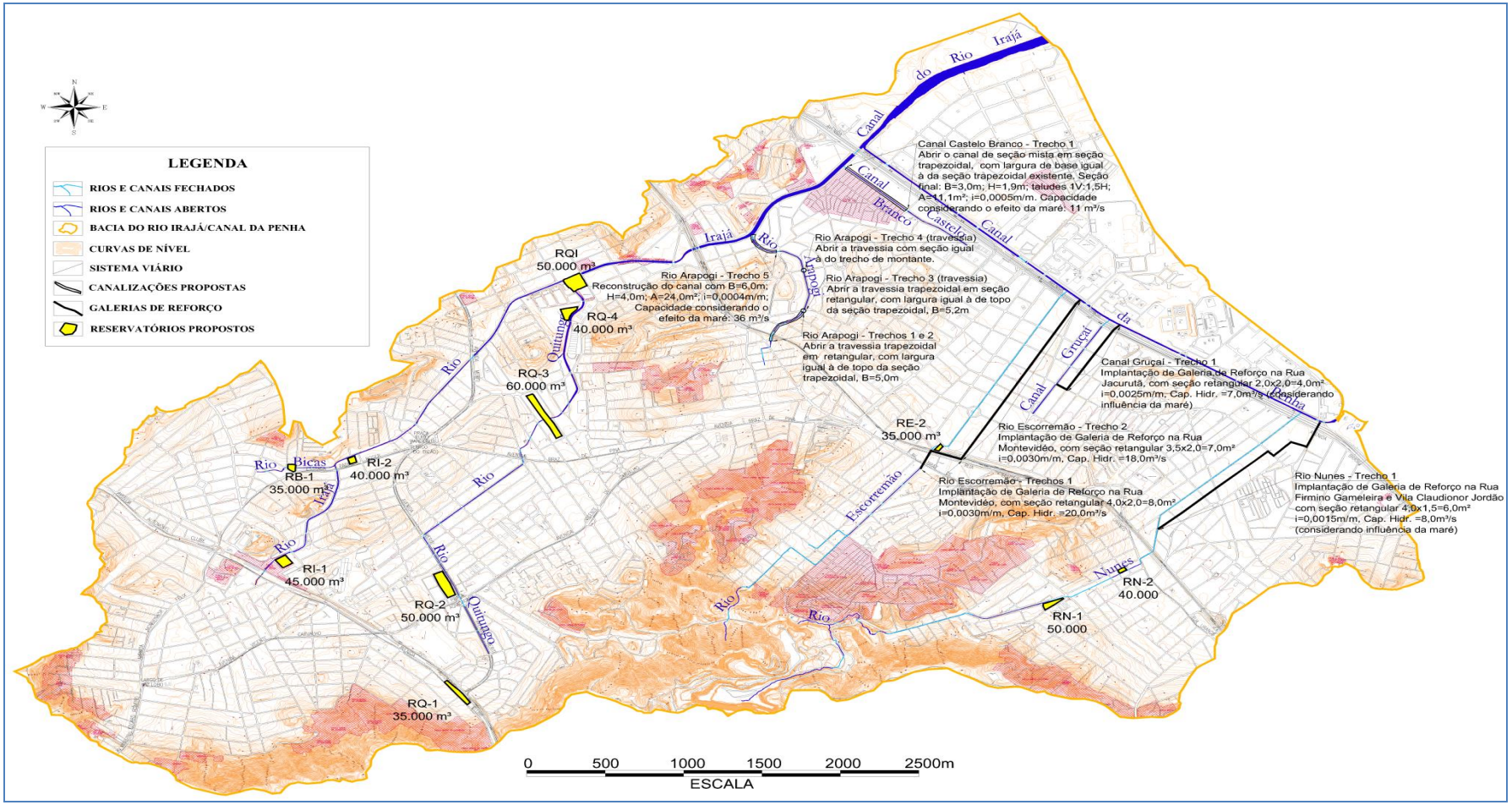


Figura 5-18 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio Irajá e Canal da Penha.

Bacia do Rio Ramos

EXTENSÃO: Trecho desde o deságue na Baía de Guanabara até a esquina da Avenida dos Campeões com Rua Sargento Pinto de Oliveira.

VAZÃO DE PROJETO/TR: 10 e 25 anos.

RESUMO DO DIAGNÓSTICO:

TRECHO 1: Entre o deságue na baía e a ponte da Rua Principal na Favela da Maré:

Esse trecho se caracteriza pela invasão da seção hidráulica do rio por construções de alvenaria e palafitas. Nos primeiros 120 m de jusante foi implantada uma seção trapezoidal revestida com boca aproximada de 15 m (a seção de projeto possui boca de 22 m). Nos 220 m de montante, até a ponte da Rua Principal, o rio apresenta seção natural com a calha invadida por construções nas duas margens. O vão entre as construções é variável, estando em torno de 12 m (largura de projeto é de 22 m).

TRECHO 2: Entre a ponte da Rua Principal e a travessia sobre a Avenida Brasil, na Favela da Maré:

Os 150 m a jusante deste trecho apresentam seção natural com a calha invadida por construções nas duas margens. O vão entre as construções está em torno de 8 m. (largura de projeto: 10 m).

Nos 320 m de montante deste trecho, até as proximidades da Avenida Brasil, o rio apresenta seção retangular com paredes em concreto, vão aproximado de 8,5 m sem construções na seção hidráulica. O fundo foi considerado como sendo em terra.

TRECHO 3: Travessia sob a Avenida Brasil:

Para este trecho adotamos uma seção de 6,6 m de base com as cotas de fundo que constam do projeto 3-3-D-00836.

TRECHO 4: A montante da travessia da Avenida Brasil até a Praça Professor Mourão Filho, margeado pela Avenida dos Campeões:

Trecho em seção retangular com base variando de 6,7 m, junto à Brasil, a 5,3 m, nas proximidades da praça (base de projeto 7,0 m). O trecho apresentava assoreamento pronunciado.

TRECHO 5: Desde a Praça Professor Mourão Filho até a esquina da Avenida dos Campeões com Rua Sargento Pinto de Oliveira:

Trecho em seção retangular com largura variando de 5,3 m, a jusante da praça, a 4,4 m, logo a montante, e se mantendo em 4,4 m até a esquina com Rua Sarg. Pinto de Oliveira.

PROPOSIÇÕES:

PROJETO:

1. Cadastrar o rio desde o deságue na baía até a esquina da Avenida dos Campeões com a Rua Sargento Pinto de Oliveira,

2. Da estaca 0 a 6 fazer inspeções através de cavas para verificar a cota do fundo revestido da seção trapezoidal implantada.

3. Da estaca 6 a 25, na Favela da Maré, fazer inspeções através de cavas para verificar se a cota das fundações das construções situadas dentro da seção do rio é compatível com as cotas de fundo propostas pelo plano de dragagem.

4. Remover as construções da margem esquerda no trecho entre as estacas 18+10,00m e 25+0,00m e implantar parede na margem esquerda.
5. Fazer inspeções através de cavas para verificar a cota de fundação das muralhas que compõem as paredes do canal, à jusante e à montante e ao longo da travessia da Av. Brasil. Verificar primeiramente se o rio possui revestimento de fundo e em que cotas. A montante da Av. Brasil se não existir revestimento de fundo é necessário implantá-lo.
6. Dragar o rio da estaca 0+00m a 40+15.
7. Dragar e implantar revestimento de fundo da estaca 40+15m a 84+15m
8. Implantar baterias de ralos na Rua Emílio Zaluar, junto à Avenida dos Campeões.
9. Implantar baterias de ralos na Rua da Regeneração, junto à Avenida dos Campeões.
10. Implantar o projeto 3-3-D-2490, na Avenida Teixeira de Castro para evitar que escoamento superficial chegue às pistas da Transcarioca.

CARACTERÍSTICAS DO PROJETO:

Os resultados encontrados são apenas uma indicação que, para ser validada, necessita estar pautada no cadastramento do rio através do seu levantamento topográfico desde a foz, incluindo o levantamento das travessias, em inspeções para verificar a existência de revestimento de fundo em alguns trechos, em inspeções para verificar a cota da base de fundação das paredes e inspeções para verificar a cota das fundações das construções que invadiram a seção hidráulica do rio na região da Favela da Maré.

Bacia do Rio Lucas

Figura 5-19 – Localização da Bacia do Rio Lucas.

A bacia do rio Lucas drena uma área de 4,95 km², tendo como limites: ao norte o município de Duque de Caxias; ao Leste a Baía da Guanabara; ao sul a bacia do Canal da Penha/Irajá e a oeste a bacia do Acari. A bacia é formada basicamente por um único curso d'água que é o próprio rio Lucas que deságua no rio São João de Meriti que, em seguida deságua na Baia da Guanabara. Drena totalmente o bairro Parada de Lucas e parcialmente o bairro de Cordovil, localizados na Macroárea de ocupação incentivada segundo Plano Diretor de Desenvolvimento sustentável da cidade DO Rio de Janeiro.

Cerca de 15% da área de drenagem da bacia do Rio Lucas são áreas de manguezais nas proximidades da sua foz. O restante da bacia encontra-se completamente urbanizado com ocupação residencial, comércio, indústrias e serviços.

A **Figura 5-19** apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Lucas no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-20** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização de Rede de Macrodrenagem

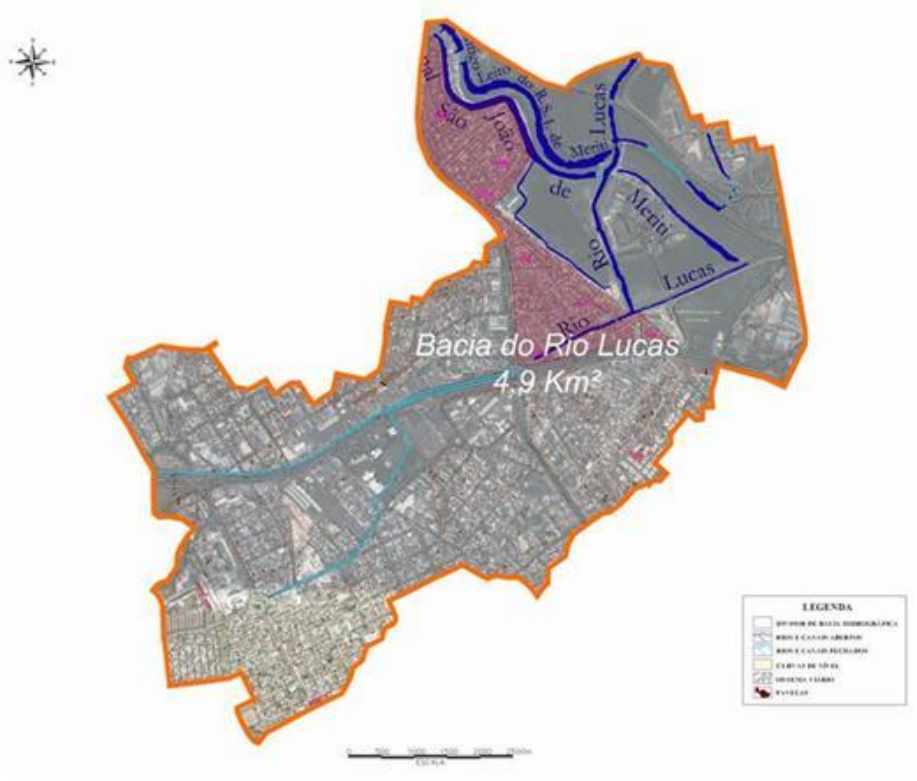


Figura 5-20 – Localização da Bacia do Rio Lucas sobre foto aérea.

O Rio Lucas tem talvegue de aproximadamente 4.500 m e tem início na Praça São João Berchmans, seguindo pela Rua Cordovil em trecho de galeria com aproximadamente 1.240 m até encontrar a Avenida Brasil por onde segue por mais 620 m até atravessá-la e encontrar o trecho em canal aberto.

Após o desemboque da galeria próximo à Rua Treze, o rio passa a escoar em um canal aberto com paredes em gabião até a Rua Democracia, percorrendo mais 420 m. A jusante desta travessia o canal existente encontra-se em leito natural até desembocar no Canal de Meriti após percorrer mais 1.380 m.

Na região próxima a sua foz, o Rio Lucas recebe diversos canais de drenagem devido à topografia plana com bastante vegetação e baixíssimas declividades, favorecendo o assoreamento e a limitação do escoamento.

Locais com risco de inundação

A identificação das áreas de inundação foi realizada através de investigação em campo, onde foram realizadas entrevistas com moradores e observadas as marcas de inundação nas edificações. Os pontos mais críticos registrados na bacia do Rio Lucas foram:

- No trecho da Estrada da Água Grande entre a Rua Ribatejo e a Praça São João Berchmans;
- Na confluência das duas galerias fechadas, próximo ao trecho de canal aberto do Rio Lucas.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Lucas

A alternativa selecionada foi a que apresentou maior eficiência ao equilibrar as vazões afluentes e capacidades hidráulicas das seções. Além do equilíbrio de déficits, buscou-se também o restabelecimento e adequação dos escoamentos

nos trechos de canal assoreados, nas restrições pontuais ao escoamento e nas áreas de ocupação irregular. Foram propostos três reservatórios na bacia do Rio Lucas, com aproximadamente 93.000 m³ no total. As obras lineares, por sua vez, totalizam aproximadamente 2.000 m de extensão.

Com a implantação das medidas recomendadas, prevê-se que a rede de macrodrenagem da bacia do Rio Lucas seja capaz de comportar as vazões de projeto para o Tempo de Recorrência TR = 25 anos.

A **Figura 5-21** apresenta a localização desses trechos no mapa da bacia hidrográfica.

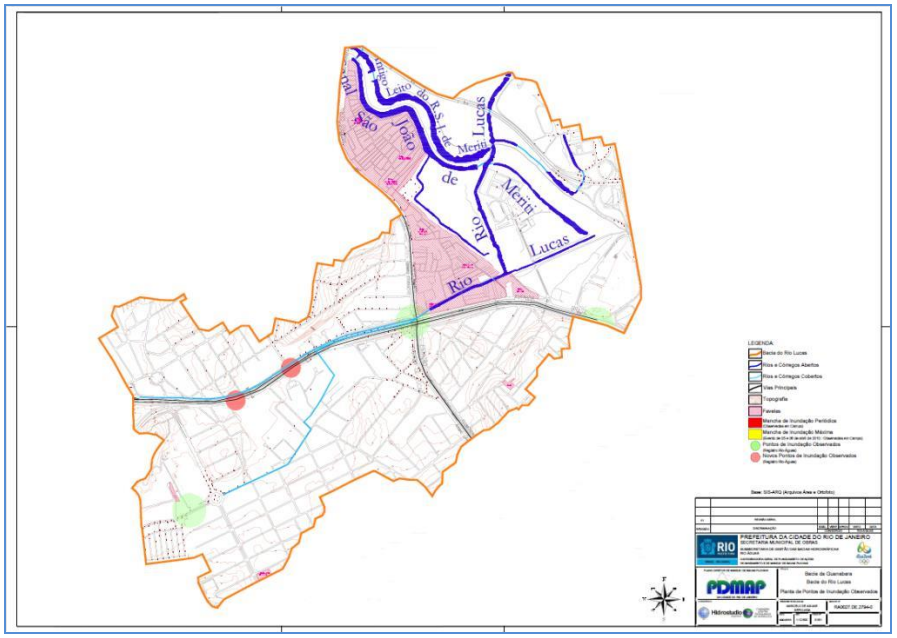


Figura 5-21 – Locais com risco de inundação na bacia do Rio Lucas.

A **Figura 5-22** apresenta a localização das intervenções propostas no Mapa da Bacia Hidrográfica. A **Tabela 5-13** apresenta os reservatórios propostos, a **Tabela 5-14,** as canalizações propostas.

Tabela 5-13 – Características dos Reservatórios propostos na Bacia do Rio Lucas.

RESERVATÓRIOS PROPOSTOS NA BACIA DO RIO LUCAS												
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL (km²)	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL (km²)	ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO (m²)	PROFUNDIDADE (m)	VOLUME (m³)	Qp entrada (m³/s)	Qp saída (m³/s)	Eficiência (%)
RLc-01	BERCHMANS	Galeria da Rua Cordovil	Praça São João Berchmans	Off-Line, Tamponado, por bombeamento	0,48	0,48	3.300	10	33.000	8,6	0,5	94%
RLc-02	CORDOVIL	Galeria da Rua Cordovil	Praça Vereador Luis Carlos Aguiar	Off-Line, Tamponado, por bombeamento	0,73	0,25	2.500	12	30.000	4,8	0,4	92%
RLc-03	IBGE	Galeria da Rua Cordovil	Rua Cordovil x Rua Japuanga	Off-Line, Aberto, por bombeamento	1,11	0,38	5.000	6	30.000	6,4	0,5	92%

Tabela 5-14 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Rio Lucas.

OBRAS LINEARES PROPOSTAS NA BACIA DO RIO LUCAS						
CURSO D'ÁGUA	Trecho	Seção Inicial - Seção Final	Descrição	EXTENSÃO	SEÇÃO TIPO	REVESTIMENTO
Rio Lucas	1	-	Galeria da Estrada da Água Grande até a Rua Ribatejo	199	Substituição da galeria existente para outra com: Seção: D=1,2m; A=1,13m²; i=0,0090m/m	Concreto
Rio Lucas	2	-	Galeria da Estrada da Água Grande, entre a Rua Ribatejo até a Praça São João Berchmans	321	Substituição da galeria existente para: Seção retangular: B=3,0m; h= 1,2m; A=3,6m²; i=0,0060m/m	Concreto
Rio Lucas	3	-	Trecho em galeria na Rua Japuanga	64	Substituição da galeria existente por outra com: Seção: B=4.15m; h=1,5m; A=6.2m²; i=0,0010m/m	Concreto
Rio Lucas	4	Lc-14	Trecho entre a Linha Férrea e o início do trecho aberto do Rio Lucas	85	Substituição da galeria existente por outra com: Seção: B=10,0m; h=1,8m; A=18,0m²; i=0,0007m/m	Concreto
Rio Lucas	5	Lc-01 a Lc-09	Trecho a jusante da Rua Democracia até a foz do Rio Lucas	1.286	Trecho em canal natural e várzea ocupada pontualmente. Adequar a seção natural através do alargamento do canal e estabilização das margens com gabião. Implantação de via-parque ao longo das margens do canal para evitar a ocupação e urbanização destas áreas. Seção trapezoidal em gabião e fundo natural com: B=26,0m, H=1,7m a 1,9m, Talude 1V:2H e i=0,0004m/m.	Margens em gabião e leito natural

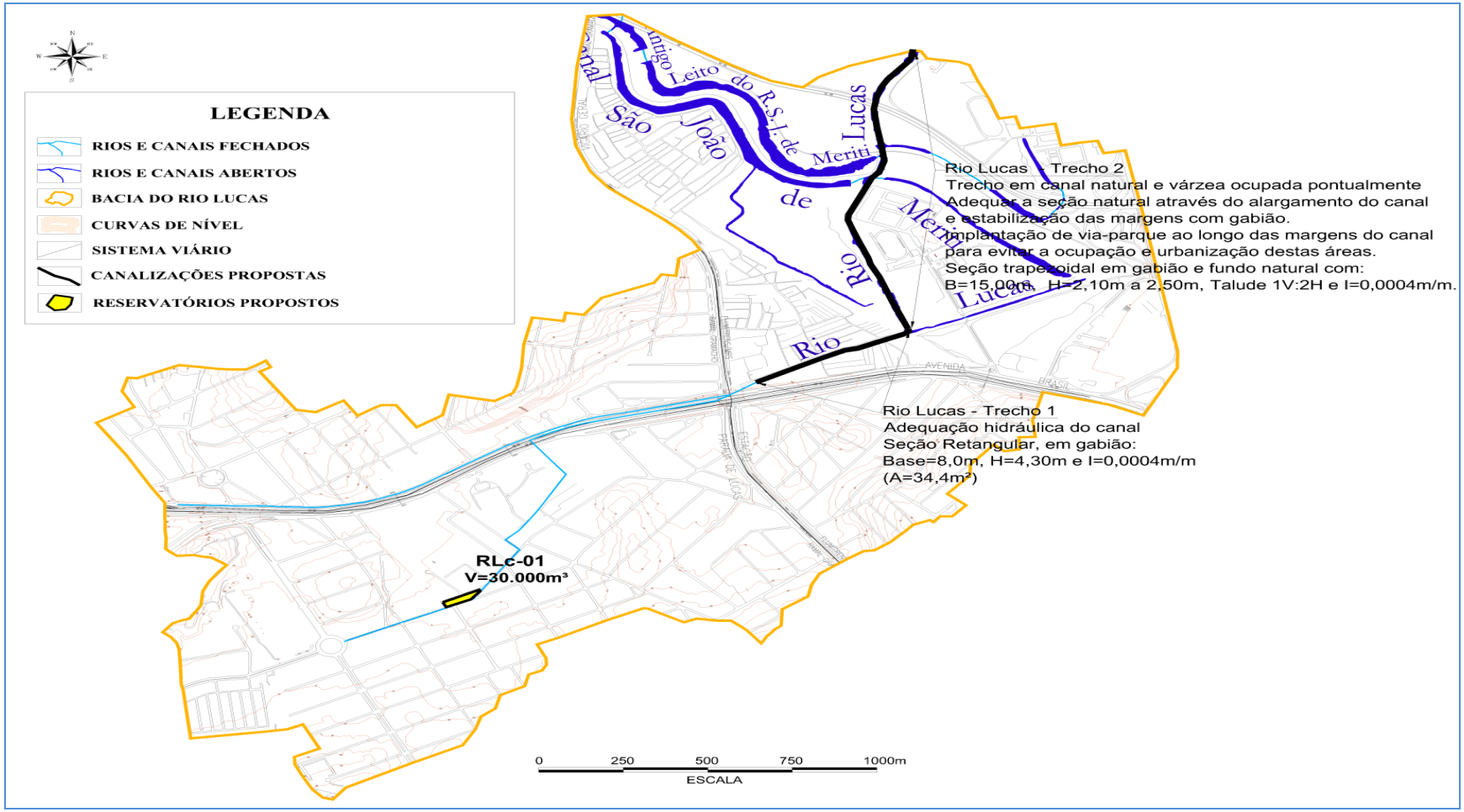


Figura 5-22 – Mapa de localização das intervenções propostas na bacia do rio Lucas.

Bacia do Rio Acari

Figura 5-23 – Localização da bacia do rio Acari.

A bacia hidrográfica do Rio Acari está localizada na região norte do município do Rio de Janeiro. O Rio Acari é tributário da margem direita do Canal de Meriti que, por sua vez, deságua na Baía da Guanabara.

A **Figura 5-23** apresenta a localização da bacia hidrográfica do canal do Rio Acari no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro.

Devido à sua grande área de contribuição, com mais de 140 km², e à complexidade de sua rede de macrodrenagem e processos hidráulico-hidrológicos, a Bacia do Rio Acari, para a elaboração dos Estudos de Alternativas e Proposição de Intervenções para o Manejo das Águas Pluviais, foi sub-dividida em quatro áreas de estudo, a saber:

- Alto Acari: Rios Piraquara, Caldeireiro e Catarino;
- Médio Acari: Rios Calogi, Tingui e Arroio dos Afonsos;
- Baixo Acari: Rios das Pedras e dos Cachorros I e II;
- Calha do Acari: 4 trechos: Meirinho, Marangá, Sapopemba e Acari.

A **Figura 5-24** mostra a divisão da bacia do Acari por áreas de estudo.

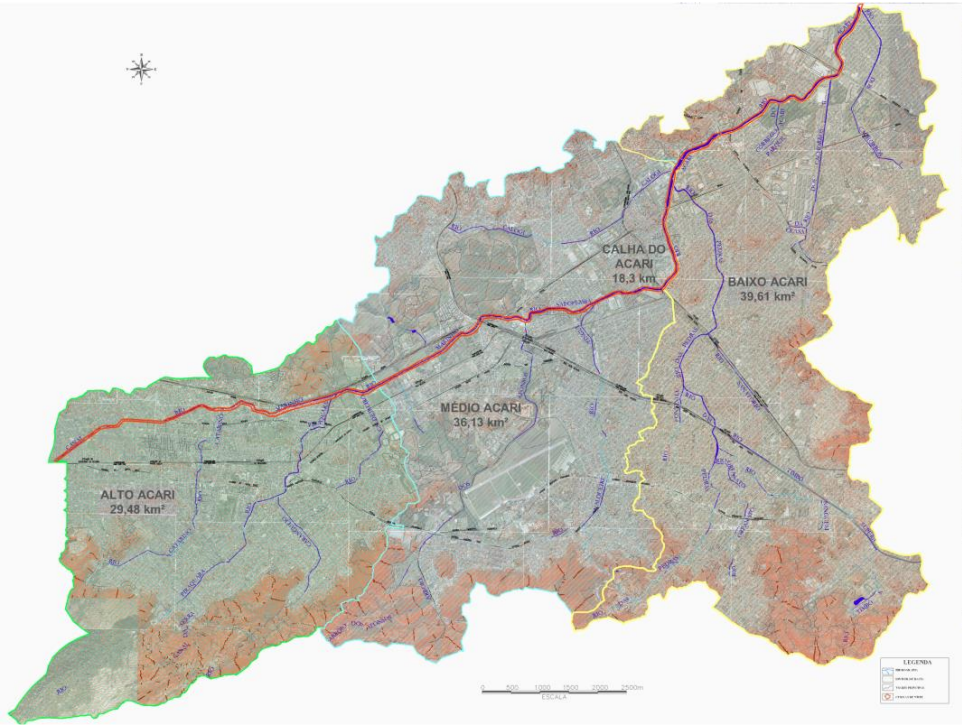


Figura 5-24 – Áreas de Estudo na Bacia do Rio Acari.

Bacia do Baixo Acari

Dos quase 40 km² que compõem a área de drenagem da bacia do Baixo Acari, 12%, aproximadamente 4,8 km² são encostas não urbanizáveis, acima da cota altimétrica 60 m de altitude, conforme critério definido pela Fundação Rio-Águas para essa classificação. A maior parte dessas áreas está localizada na cabeceira do Rio das Pedras. As demais áreas apresentam ocupação variada, onde há usos diversificados.

A Bacia do Baixo Acari drena os bairros de Realengo, Magalhães Castro, Vila Valqueire, Madureira, Pavuna, Acari, Rocha Miranda, Deodoro, Marechal Hermes, Padre Miguel, Campo dos Afonsos e Vila Militar, localizados na Macroárea de ocupação incentivada, segundo Plano Diretor de Desenvolvimento sustentável da cidade.

As cotas variam de 450 a 60 metros. No trecho médio, os rios da bacia do Baixo Acari, notadamente na sub-bacia do Rio das Pedras, apresentam declividades menos acentuadas, ficando, nas áreas de baixada, muito próximas a zero. Já, as bacias dos Rios dos Cachorros I e II localizam-se na região de baixada, apresentando baixas declividades em todo o seu curso.

A variação brusca de declividade que se observa nessa bacia é particularmente importante no que se refere às condicionantes naturais da macrodrenagem. As áreas de cabeceira estão sujeitas a altas velocidades, que resultam em baixos tempos de concentração e elevados picos de vazão, além de forte propensão ao carregamento de sedimentos, decorrentes de erosão das margens. As áreas de baixada, por sua vez, estão sujeitas a baixas velocidades, que propiciam o acúmulo dos sedimentos transportados das áreas altas, causando processos de assoreamento e progressiva redução das capacidades de escoamento dos cursos d'água.

A área urbanizada, atualmente estabilizada, no que se refere à superfície ocupada, formou-se de maneira irregular, pela ocupação de encostas e várzeas que provocaram restrições ao escoamento, seja por construções ou por vias de fundo de vale que, na maior parte dos casos, foi associada à retificação ou

confinamento dos cursos d'água em galerias, com significativo aumento das velocidades de escoamento e redução dos tempos de concentração.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

Rio das Pedras

O Rio das Pedras é o curso d'água mais extenso da bacia do baixo Acari, com 10.400 m de extensão, entre a nascente, no morro do Valqueire e a foz no Rio Acari. Quase todo o seu curso se dá em área urbana, exceto o trecho inicial.

O rio escoa quase todo, em canal de concreto nos fundos de lotes, com construções em ambas as margens. Seus principais afluentes são os rios Orfanato, Ninguém, Timbó Superior e Sanatório, pela margem direita, e Fontinha pela margem esquerda.

A partir de sua nascente, o Rio das Pedras percorre 1 km em seção aberta, natural, em meio de quadra, até penetrar na área urbanizada, na altura da Rua Urucuia, em galeria fechada, seguindo assim por 850 m até a Rua Luis Beltrão. Nas imediações das Ruas Luis Beltrão e Quiririm, o Rio das Pedras reaparece em seção aberta, em meio à ocupação irregular em ambas as margens. Volta a escoar em galeria fechada por mais 800 m ao longo das ruas Guararapes e Pereira Frazão, até a travessia sob a Rua Pinto Teles. No trecho de 200 m entre as Ruas Pinto Teles e Ana Teles, o curso d'água escoa em canal de concreto, nos fundos de lotes, voltando a entrar em galeria fechada sob a Rua Araçuaí, até a Estrada Intendente Magalhães. A jusante da Estrada Intendente Magalhães há um trecho de 320 m de canal em concreto, ao longo da Rua Conde de Linhares. O Rio das Pedras volta a escoar em meio de quadra, com ocupação irregular, no trecho de 1.200 m até entre a Rua Andrade Araújo e a linha férrea da Flumitrens, Ramal Deodoro. Nesse trecho ocorre o desemboque de três de seus principais afluentes, os rios: Orfanato, Ninguém e Timbó Superior, pela margem direita. Após a travessia sob a linha férrea, o Rio das Pedras segue canalizado, em seção aberta, em meio de quadra, por mais 2.100 m até cruzar o Ramal Belford Roxo da linha Férrea da Flumitrens. Nesse trecho ocorre o desemboque do Rio Fontinha, pela margem esquerda e Rio Sanatório, pela margem direita. A jusante da linha férrea, o Rio das Pedras percorre mais 2.500 m em canal de concreto, em meio de quadra até a travessia sob a Av. Brasil, seguindo assim por mais 530 m até a sua foz, no Rio Acari.

Rio Cachorros I

O Rio dos Cachorros I tem 3.450 m de extensão, nasce na altura da Estrada da Água Grande, no bairro de Irajá. O trecho inicial é um canal de concreto que se estende ao longo das Ruas Manoel de Araújo e André Filho até a travessia sob a Av. Brasil. Entre a Av. Brasil e a Via Dutra, o rio dos Cachorros I escoa em leito natural por 900 m até a área do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. A jusante da Via Dutra, o curso d'água escoa por 1.500 m em canal de concreto, ao longo da Rua Ministro Artur Costa até a sua foz, na margem direita do rio Acari, a montante da confluência deste com o Canal do Meriti.

Rio Cachorros II

O Rio dos Cachorros II tem 3.300 m de extensão. Nasce nas galerias existentes na altura da Av. Automóvel Clube, nas imediações do CEASA, que ocupa a sua margem esquerda até a Av. Brasil. A partir da Av. Brasil, o rio dos Cachorros II escoa em canal aberto ao longo da Av. Tenente Rebelo até sua foz, na margem direita Rio Acari, aproximadamente 150 m a montante da Via Dutra.

Locais com risco de inundação

A bacia do rio das Pedras apresenta histórico de inundações em praticamente todo o seu curso. O primeiro ponto de inundação identificado localiza-se no bairro de Oswaldo Cruz, no trecho entre as ruas Conde de Linhares e Henrique Braga, onde há trechos alternados de canal e galeria, nos fundos de lotes.

A jusante do ramal Deodoro da linha férrea da Flumitrens, na altura das Ruas Henrique Ferreira e Jundiaí, em Bento Ribeiro, ocorre outro ponto de inundação também localizado no trecho onde o rio corre pelo meio das quadras. Outros pontos de inundação foram observados em Rocha Miranda, na altura das Ruas Ururaí, dos Rubis e das Turmalinas.

Os afluentes do Rio das Pedras também apresentam pontos de inundação. No rio Orfanato, a travessia sob a Rua Antonieta, em Oswaldo Cruz é um deles.

O Rio Ninguém possui registro de inundação no trecho em galeria ao longo da Travessa Carlos.

O Rio Fontinha apresenta pontos de inundação na travessia sob o Ramal Deodoro da linha férrea e na galeria sob a Rua Capitão Pires, em Bento Ribeiro.

O Rio Sanatório tem registro de inundações no trecho canalizado próximo à estação Rocha Miranda do Ramal Belford Roxo da linha férrea.

O Rio dos Cachorros II apresenta ponto de inundação critico próximo ao Canal do CEASA que, por estar próximo do entreposto de abastecimento que atende principalmente a Zona Norte, provoca paralisação nos serviços e perda de mercadorias. O Rio dos Cachorros II apresenta ainda ponto de inundação significativo à montante da Av. Brasil.

Bacia do Médio Acari

Dos 31,1 km² que compõem a área de drenagem do Médio Acari, cerca de 4 km² estão em encostas não urbanizáveis que apresentam declividades altas, com cotas que atingem 250 m. Imediatamente a jusante das áreas de encosta, os cursos d'água escoam por baixadas com declividades que variam de 75 a 7 m e ocupação urbana consolidada.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

Uma característica importante na bacia do médio Acari é que parcela significativa do território é ocupada por áreas militares, principalmente ao longo do Arroio dos Afonsos e do Rio Calogi.

O desafio que se apresenta para o gerenciamento da macrodrenagem na bacia do Médio Acari é o restabelecimento do equilíbrio entre vazões afluentes e a capacidade hidráulica da rede de macrodrenagem, reduzindo-se assim o risco de inundações.

Locais com risco de inundação

Os principais pontos de inundação observada são:

- Arroio dos Afonsos: região da Av. Marechal Fontenelle e na área militar próximo a cabeceira da pista de vôo.
- Rio Tingui: região da avenida marginal, denominada Av. Jambeiro entre a Rua Vitório Libonat e a Estrada Intendente Magalhães e também próximo a Linha Férrea Flumitrens - Ramal Deodoro em trecho de galeria.

Bacia do Alto Acari

Dos 25,2 km² que compõem a área de drenagem do Alto Acari, cerca de 8,4 km² são encostas não urbanizáveis em áreas que apresentam acentuadas declividades, com cotas altimétricas variando de 825 a 60 m. Imediatamente a

jusante das encostas, os cursos d'água do Alto Acari escoam por baixadas, com cotas que variam entre 60 a 25 m, onde a urbanização encontra-se consolidada.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

O desafio que se apresenta para o gerenciamento da macrodrenagem na bacia do Alto Acari é o restabelecimento do equilíbrio entre vazões afluentes e a capacidade hidráulica da rede de macrodrenagem, reduzindo-se assim o risco de inundações.

Apresenta-se, a seguir, a caracterização do curso dos rios Piraquara e seu principal afluente, Caranguejo, bem como dos rios Caldeireiro e Catarino:

Rio Piraquara

O Rio Piraquara é o mais extenso dos três afluentes do Rio Acari que compõem a bacia do Alto Acari. O talvegue tem aproximadamente 8.500 m, sendo que os primeiros 3.000 m em áreas não urbanizáveis, cujas cotas altimétricas variam entre 850 e 60 m. A partir de sua entrada na área urbana, o rio escoa em seção aberta, por 6.500 m até o desemboque no Rio Acari, na cota aproximada de 25 m.

Pontos de assoreamento são observados, principalmente após o desemboque de seu principal afluente, o Rio Caranguejo. A ocupação irregular das margens é observada somente na porção de montante, em um trecho onde o curso d'água escoa por aproximadamente 1500 m nas proximidades da Rua São Francisco.

Rio Caranguejo

O Rio Caranguejo é afluente da margem direita do Rio Piraquara, neste desaguando na altura da Av. Pontalina. Todo o seu curso está localizado no bairro de Realengo. Este curso d'água é caracterizado por um trecho de cabeceira com altas declividades, no qual, ao longo de 2.000 m de talvegue, sofre variação de cota de 350 a 60 m, seguido por um trecho de baixada, na extensão de 2.500 m, com cotas variáveis de 60 a 25 m. Todo o curso urbano do rio Caranguejo é canalizado. Ele entra na área urbana na altura da Comunidade Frederico Faulhaber, próximo à Estrada dos Teixeiras. Seu curso é entrecortado por vias marginais e transversais, todo em seção canalizada, aberta, em concreto.

Rio Catarino

O Rio Catarino corre inicialmente, em um canal de concreto, desde a nascente até a Rua Luiza Barata, passando desse ponto a escoar por galeria fechada de 640 m de extensão. Finda a galeria o rio passa a escoar em seção natural, entre residências, até a altura da Universidade Castelo Branco, ao longo da qual segue canalizado, em seção retangular de concreto, voltando ao canal natural logo em seguida. A partir da Rua Bernardo de Vasconcelos, o Rio Catarino passa a escoar novamente em canal aberto em concreto até a foz, exceto por um curto trecho de galeria ao longo da Rua Barão do Triunfo. No seu trecho final. O Rio Catarino sofre várias interferências restritivas ao escoamento, ocasionadas por travessias que provocam grande redução da seção, incluindo a travessia sob a linha férrea da Flumitrens. Nesse trecho, observa-se também a ocupação de ambas as margens por habitações subnormais, inclusive avançando sobre o leito do rio.

No trecho localizado a jusante da travessia sob a linha férrea da Flumitrens – Ramal Santa Cruz até a Estrada da Água Branca, o Rio Catarino atravessa a Comunidade do Vintém em trecho, de aproximadamente 850 m, sendo que nos primeiros 500 m, o rio escoa em seção aberta, entrando em galeria fechada a partir da Rua Mesquita e seguindo assim até a Estrada da Água Branca.

Rio Caldeireiro

O Rio Caldeireiro é o menos extenso dos três afluentes do Alto Acari, com cerca de 2.500 m de extensão. Nasce da confluência de galerias de micro e macrodrenagem, escoando em seção aberta, a partir da Avenida Marechal Fontanelle, no bairro de Magalhães Bastos. Segue dessa forma ao longo de todo o curso, com exceção de um trecho em galeria, de 700 m de extensão, sob a Av. Duque de Caxias, já nas proximidades da foz. No trecho de aproximadamente 1.400 m, entre a travessia sob a Rua Salustiano Silva e a foz no Rio Acari, o curso d'água escoa pelo bairro Vila Militar.

Neste trecho encontram-se duas importantes travessias do Rio Caldeireiro, sendo a primeira sob a Av. Duque de Caxias e a segunda, sob a linha férrea da Flumitrens, Ramal Santa Cruz, nas proximidades da foz. Está prevista a construção de uma terceira travessia, por ocasião da implantação da linha de BRT Transolimpica, cujo traçado previsto deverá seguir paralelo à linha férrea.

Atualmente, o rio Caldeireiro escoa em seção natural, desde a Rua Salustiano Silva até a Av. Duque de Caxias. Ao longo da Av. Duque de Caxias escoa por 700 m em galeria fechada até a travessia sob a linha férrea da Flumitrens, onde volta a escoar em seção aberta, por cerca de 300 m, até a sua foz, no Rio Acari.

Locais com risco de inundação

Os principais pontos de inundação identificados são:

- O Rio Piraquara, de modo geral, não apresenta pontos críticos de inundação, embora sua bacia contribua para a formação de cheias na bacia do Acari;
- Na bacia do Rio Catarino, o principal ponto de inundação observado localiza-se na região da Rua Luisa Barata e do condomínio Limites;
- No Rio Caranguejo, a região da Av. General Omir Vieira com Rua Carumbé (próximo a Favela Bairro Carumbé) é o principal ponto de inundação observado;
- No rio Caldeireiro, as investigações de campo apontaram problemas de inundação na região entre a Rua Laranjeiras do Sul e Rua Araguaia.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Acari, sub-dividida:

1) Desassoreamento do trecho baixo do Rio Acari, para restituição da capacidade hidráulica da calha.
2) Adequação de capacidade – ampliação de calha, nos trechos de déficit e calha natural, com processos de erosão e assoreamento.
3) Reservatórios de amortecimento nas cotas intermediárias;
4) Reservatório de amortecimento de "pé de morro" → controle de flash-floods e retenção de sedimentos;

A **Figura 5-25** apresenta a localização do conjunto de intervenções propostas sobre o Mapa da bacia do Rio Acari e as **Tabelas 5-15 e 5-16** as intervenções propostas.

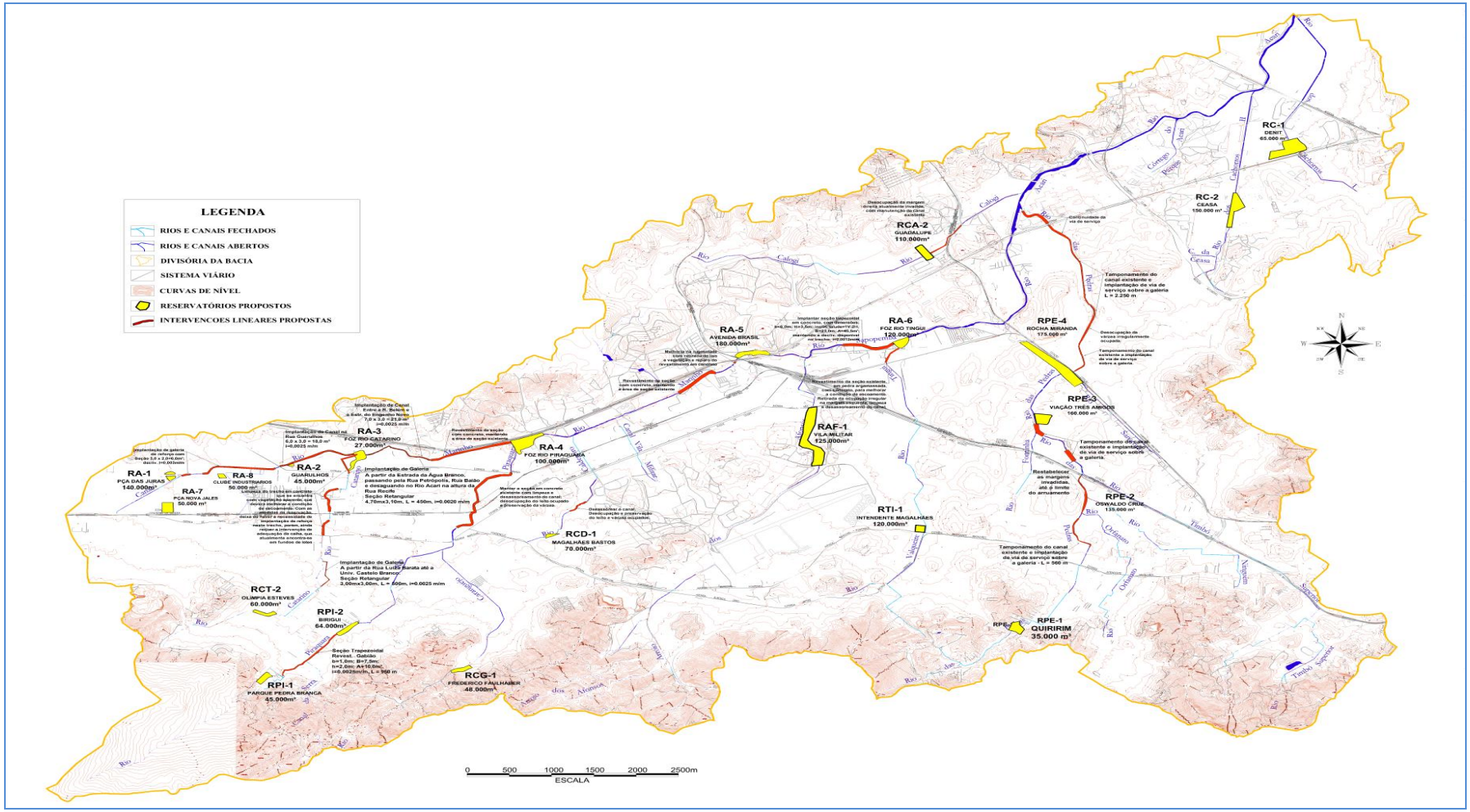


Figura 5-25 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do rio Acari.

Tabela 5-15 – Intervenções propostas na Bacia do Rio Acari – Reservatórios.

BACIA DO RIO ACARI								
RESERVATÓRIOS PROPOSTOS								
SIGLA	NOME	SUB-BACIA	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL Km²	H (m)	VOLUME (m³)
RCT-2	Olímpia Esteves	Alto Acari	Rio Catarino	Rua Olímpia Esteves x Rua Helianto, bairro Padre Miguel	On-line, Aberto	1,12	4,0	60.000
RPI-1	Parque Pedra Branca	Alto Acari	Rio Piraquara	R. do Governo x R. Manoel Prestelo de Góis Filho, bairro Realengo	On-line, Aberto	3,05	5,0	45.000
RPI-2	Birigui	Alto Acari	Rio Piraquara	R. Birigui x R. Baguaçu, bairro Realengo	Off-Line, aberto	3,11	4,0	64.000
RCG-1	Frederico Faulhaber	Alto Acari	Rio Caranguejo	Av. Frederico Faulhaber x Rua Virgílio da Silva, Comunidade Frederico Faulhaber, Bairro Realengo	On-line, Aberto	1,33	6,0	48.000
RCD-1	Magalhães Bastos	Alto Acari	Rio Caldeireiro	Rua Três x Rua Dois, Bairro Magalhães Bastos	Off-line, Tamponado	1,56	12,0	70.000
RAF-1	Vila Militar	Médio Acari	Arroio dos Afonsos	Av. General Benedicto da Silveira, Vila Militar, Bairro Deodoro	On-line, Aberto	7,82	5,5	125.000
RTI-1	Intendente Magalhães	Médio Acari	Rio Tingui	Estr. intendente Magalhães x Rua Portão Vermelho, Bairro Marechal Hermes	Off-line, Tamponado	3,83	12,0	120.000
RCA-2	Guadalupe	Médio Acari	Rio Calogi	Av. Brasil x Rua São Desidério, bairro de Guadalupe	Off-line, Aberto	1,67	4,5	110.000
RPE-1	Quiririm	Baixo Acari	Rio das Pedras	R. Quiririm x Tr. Quiririm e R. Luiz Beltrão, bairro Vila Valqueire	On-Line, aberto	1,19	5,0	35.000
RPE-2	Oswaldo Cruz	Baixo Acari	Rio das Pedras, confluência com os Rios Orfanato e	R. José Carvalho Salgado x R. Pinto Gomes, bairro Oswaldo Cruz	Off-line, Tamponado	6,25	34,0	135.000
RPE-3	Viação Três Amigos	Baixo Acari	Rio das Pedras	Rua Paramirim, pátio da Viação Três Amigos	Off-Line, Tamponado	8,02	15,0	160.000
RPE-4	Rocha Miranda	Baixo Acari	Rio das Pedras, confluência com o Rio Sanatório	Próx. Estação Rocha Miranda da Flumitrens	On-Line, Aberto	4,42	13,5	175.000
RC-1	DENIT	Baixo Acari	Rio dos Cachorros I	Terreno do DENIT, jusante da Via Dutra	On-Line, Aberto	2,71	3,0	65.000
RC-2	CEASA	Baixo Acari	Rio dos Cachorros II	Estrada do Portinho, em frente ao CEASA	On-Line, Aberto	2,55	3,0	150.000
RA-1	Pça das Juras	Calha do Acari	Rio Meirinho	Av. Ribeiro Dantas x Praça das Juras	Off-Line, Tamponado	2,95	20,0	140.000
RA-2	Guarulhos	Calha do Acari	Rio Meirinho	Rua Guarulhos x Rua Montuari	Off-Line, Tamponado	2,85	30,0	45.000
RA-3	Foz Rio Catarino	Calha do Acari	Rio Meirinho	Av. José Marti x Rua Belém	Off-Line, Aberto	4,87	6,0	27.000
RA-4	Foz Rio Piraquara	Calha do Acari	Rio Marangá	Av. Brasil x R. Coronel Padre Angelo	Off-Line, Aberto	15,54	5,0	100.000
RA-5	Avenida Brasil	Calha do Acari	Rio Marangá	Av. Brasil x Av. de Nazaré	On-Line, Aberto	10,76	10,0	180.000
RA-6	Foz Rio Tingui	Calha do Acari	Rio Marangá	Rua Luiz Coutinho Cavalcanti x Rua Sargento Isanor de Campos	On-Line, Aberto	19,21	7,0	120.000
RA-7	Pça Nova Jales	Calha do Acari	Rio Meirinho	Praça Nova Jales	Off-Line, Tamponado	0,98	10,0	50.000
RA-8	Clube Industriários	Afluente do Rio Meirinho	Rio Meirinho	R. Gal Gomes de Castro x R. Marechal Marciano	Off-Line, Tamponado	0,93	10,0	50.000
TOTAL RESERVATÓRIOS								1.974.000

Tabela 5-16 –Intervenções propostas na Bacia do rio Acari – Canalizações.

CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	**SUB-BACIA**	**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**TIPO**	**SEÇÃO**
Rio Piraquara	Alto Acari	Trecho 1	Entre a Rua João Francisco e Rua Francisco Prado	1500	Adequação	Canal Trapezoidal em gabião, b=1.0 m, B=7.5m, h=2.0 m, A=10.0 m² , i=0.0025m/m
Rio Catarino	Alto Acari	Trecho 1	Entre o final da galeria da Rua Luisa Barata e a Universidade Castelo Branco (Rua Nepomucemo)	490	Reforço	Galeria em concreto com seção 3.0 x 3.0 = 9.0 m², i=0.0025m/m
Rio das Pedras	Baixo Acari	Trecho 1	Trecho entre a Rua Maria José e a entrada da Galeria da Rua Rua Conde de Linhares	660,0	Tamponamento da seção existente em concreto, confinada em meio de quadra, e preservação da via de serviço sobre a galeria	Seção Existente: Retangular, 4.4 x 2.5 = 11 m², i=0.0066 m/m
Rio das Pedras	Baixo Acari	Trecho 2	Trecho em meio de quadra entre a Rua Divinópolis e a Rua Picuí	370,0		Seção Existente: Retangular, 8.4 x 2.2 = 18.5 m², i=0.0025 m/m
Rio das Pedras	Baixo Acari	Trecho 3	Trecho em meio de quadra entre a confluência com o Rio Fontinha e a linha férrea - Ramal Belford Roxo	1.280,0		Seção Existente: Retangular, 9.0 x 2.7 = 24.1 m², i=0.0015 m/m
Rio das Pedras	Baixo Acari	Trecho 4	Trecho em meio de quadra entre linha férrea da Flumitrens - ramal Belford Roxo e a Rua dos Rubis	530,0		Seção Existente: Retangular, 10.5 x 3.2 = 33.6 m², i=0.0022 m/m
Rio das Pedras	Baixo Acari	Trecho 5	Trecho em meio de quadra entre as ruas dos Rubis e Ururaí	640,0		Seção Existente: Retangular, 11.0 x 3.0 = 33.0 m², i=0.0021 m/m
Rio das Pedras	Baixo Acari	Trecho 6	Trecho em meio de quadra entre as ruas Ururaí e Mambucaba	331,0		Seção Existente: Retangular, 11.0 x 2.6 = 28.1 m², i=0.0021 m/m
Rio Meirinho	Calha do Acari	Trecho 1	Trecho em Galeria sob a Rua Marechal Marciano, até a Rua Porto de Pedras	105,0	Ampliação	Galeria retangular em concreto, 3.0 x 2.0 = 6.0 m², i=0.0030 m/m
Rio Meirinho	Calha do Acari	Trecho 2	Trecho em galeria, começando na R. Marechal Marciano, altura da R. Corda, seguindo ao longo das Ruas Codó e General Jacques Ouriques, até a Estr. da Água Branca	916,0	Ampliação	Galeria retangular em concreto, 3.0 x 2.0 = 6.0 m², i=0.0030 m/m
Rio Meirinho	Calha do Acari	Trecho 3	Trecho em canal ao longo da Rua Guarulhos	920,0	Ampliação	Canal em concreto retangular com 6,0m x 3,0m = 18,0m²; i=0,0025m/m
Rio Meirinho	Calha do Acari	Trecho 4	Trecho entre a Rua Belém e a Estrada do Engenho Novo	910,0	Ampliação	Canal em concreto retangular com 7,0m x 3,0m = 21,0m²; i=0,0025m/m
Rio Sapopemba	Calha do Acari	Trecho 1	Trecho aberto, ao longo da R. Sgt. Isanor de Campos, entre a R. Soldado José Lopes Filho e a confluência com o Rio Tingui	816,0	Ampliação	Canal Trapezoidal em concreto, b=6.0m, H=3.5m, inclin.talude=1V:2H, B=23,0m, A=45.5m², i=0.0012m/m
TOTAL CANALIZAÇÕES				**9.868,0**		

Bacia do Rio Sarapuí e Tintas

Figura 5-26 – Localização da Bacia dos Rios Sarapuí e Tintas.

Dos 7,59 km² que compõem a área de drenagem do rio das Tintas, somente uma área muito restrita é ocupada por floresta, na região da Serra de Bangu, onde altitudes atingem entre 100 e 150 m, todo o restante da bacia é densamente ocupada. A bacia do Sarapuí contempla o trecho do rio Tintas que abrange parcialmente o bairro de Bangu, localizado na Macroárea de ocupação incentivada segundo Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da cidade.

A **Figura 5-26** apresenta a localização da bacia hidrográfica da bacia dos rios Sarapui e Tintas no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-27** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

Figura 5-27 – Bacia dos Rios Sarapuí e Tintas sobre foto aérea.

O rio Tintas tem sua nascente na serra de Bangu por onde atravessa uma grande área de floresta. A partir do inicio da Rua Eduardo Timóteo Filho, passa a escoar em canais e galerias em concreto, cruzando uma área de intensa ocupação urbana, contendo vários segmentos em fundo de lote no bairro de Bangu.

Em quase toda sua extensão, o Rio Tintas encontra-se canalizado, com exceção do trecho a montante da Rua Engenheiro Pires Ribeiro e a jusante da Av. Sul América onde ainda escoa em canal natural. Apresenta duas travessias deficitárias onde foram implantadas galerias em tubos metálicos corrugados.

Locais com risco de inundação

A bacia do rio das Tintas apresenta poucos relatos de cheias em seu percurso.

Os pontos mais críticos identificados foram:

- Na região do cruzamento da Av. Eng° Pires Rebelo com Rua Capanema;
- Na região da Rua Tibagi.

Tratamento dos déficits na bacia dos Rios Sarapuí e Tintas

Rio Tintas

- Adequação de capacidade – Ampliação da calha nos trechos de déficit;
- Construção de Reservatório de amortecimento de “pé de morro para controle dos “flash floods” e retenção de sedimentos.

Rio Sarapuí

- Adequação de capacidade – Ampliação da calha nos trechos de déficit;
- Delimitação de várzeas através da implantação de vias-parque para proteção contra ocupação irregular;
- Construção de Reservatório de amortecimento nas cotas intermediárias;
- Construção de Reservatório de amortecimento de “pé de morro para controle dos “flash floods” e retenção de sedimentos.

A **Figura 5-28** apresenta a localização das intervenções propostas no Mapa da bacia hidrográfica e a **Tabela 5-17** o custo dos reservatórios e canalizações propostos.

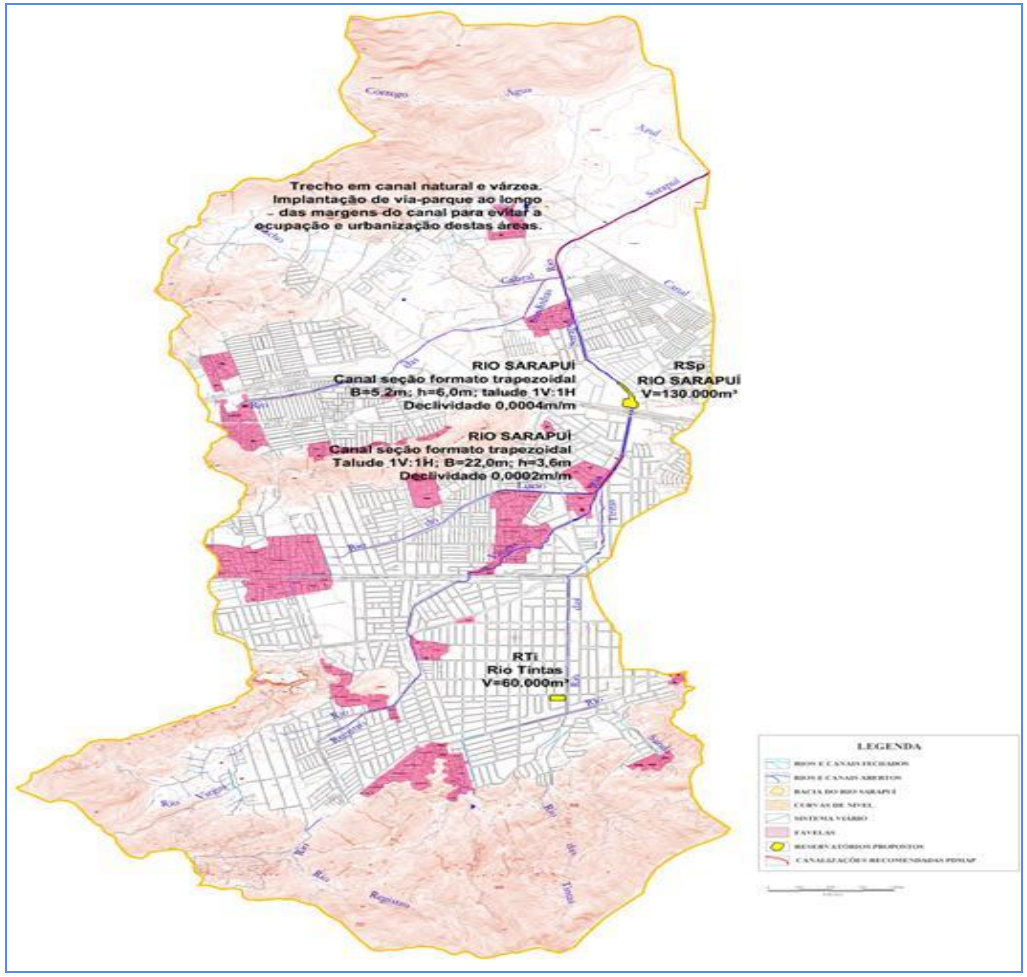


Figura 5-28 – Mapa de localização das Intervenções propostas na bacia dos rios Sarapuí e Tintas.

Tabela 5-17 – Intervenções propostas nas bacias dos rios Sarapuí e Tintas – Reservatórios e canalizações.

BACIA DO RIO SARAPUÍ / das TINTAS								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL km²	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL km²	H (m)	VOLUME (m³)
RTI	TINTAS	Rio das Tintas	Rua dos Banguenses	Off-Line, Tamponado	5,53	5,53	10,0	28.000
RSP	SARAPUÍ	Rio Sarapuí	Praça do Bairro Araújo	Off-Line, Aberto,	21,18	15,65	10,0	130.000
TOTAL RESERVATÓRIOS								158.000
CANALIZAÇÕES								
CURSO D'ÁGUA		TRECHO	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)	TIPO	SEÇÃO	
Rio das Tintas		Tn-23 a Tn-28	Trecho confinado por construções irregulares entre o meio de quadra e a Foz do Rio Tintas	764	62,2	Adequação	Canal com B=2,50m; Hcanal de base=1,00m; Berma=1,00m; Htotal=2,5m e talude=1V:2H	
Rio das Tintas		Tn-142 a Tn-0671	Trecho após a Travessia na Av. Engenheiro Pires Rabelo e a Travessia na Rua da Fábrica	1312	51,3	Adequação	Seção trapezoidal com B=4,00m; H=2,00m e talude 1V:1H;	
Rio das Tintas		Tn-153 a Tn-146	Trecho entre a Rua Renato Rebechi e a Av. Engenheiro Passos	158	14,3	Adequação	Seção trapezoidal com B=1,60m; H=1,00m e talude 1V:3H;	
Rio Sarapuí		SA-07 a SA-01	Trecho entre a confluência com o e a confluência com "Rio sem nome" o Córrego Água Azul	558	170,6	Adequação	Implantação de via-parque ao longo das margens do canal para evitar a ocupação e urbanização destas áreas. / Seção trapezoidal com B=10,00m; H=3,90m e talude 1V:1,2H	
Rio Sarapuí		SA-55 A AS-61	Trecho entre a confluencia do Rio Tintas e a Av. Ministro Ary Franco	399	152,3	Adequação	Seção trapezoidal com B=12,00m; H=3,00m e talude 1V:1H	
TOTAL CANALIZAÇÕES				3.191,0				

Macrorregião Oceânica

Bacia do Rio Grande /Arroio Fundo

Figura 5-29 – Localização da bacia do Rio Grande e Arroio Fundo.

A bacia do Arroio Fundo tem área de drenagem aproximada de 58,7 km², tendo como limites: ao norte a bacia do rio Acari; a Leste as bacias do rio Anil; ao sul as bacias do rio Guerenguê e do rio Camorim e a Lagoa da Tijuca e a oeste a bacia da Zona dos Canais.

Drena os bairros de Jacarepaguá, Taquara, Tanque, Praça Seca, Pechincha, Freguesia, Gardênia Azul, Cidade de Deus, Jardim Sulacap e Realengo, localizados na Macrozona de Ocupação Condicionada, de acordo com o Plano Diretor de desenvolvimento Sustentável.

A **Figura 5-29** apresenta a localização da bacia hidrográfica do canal do Rio Grande e Arroio Fundo no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-30** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

Figura 5-30 – Localização da Bacia do Rio Grande e Arroio Fundo sobre foto aérea.

Os principais cursos d'água da bacia hidrográfica do Arroio Fundo são: rio Pequeno, o rio Grande, o rio Tindiba, o rio Banca da Velha, o rio Covanca, o rio Pechincha e o Arroio Fundo.

O Arroio Fundo nasce nas Serras da Taquara, Quilombo e Pedra Branca no Parque Estadual da Pedra Branca, percorrendo aproximadamente 19 km até desaguar na Lagoa da Tijuca. Em seu trecho inicial tem vários nomes e depois continua como rio Grande até passar a ser chamado de Arroio Fundo. O trecho de cabeceira percorre o interior de áreas de matas onde há diversos condomínios. Neste trecho, o curso d'água é denominado como rio Grande. A jusante deste trecho o Rio Grande recebe a contribuição de um afluente denominado rio Pequeno; escoando, em seguida, por uma região de ocupação urbana consolidada, denominada bairro da Taquara. A jusante deste trecho, o rio continua a percorrer áreas densamente urbanizadas, até próximo à sua foz, onde existe uma área de mangue pouco ocupada. O canal apresenta leito natural na maior parte de seu trajeto, com ocorrência de um trecho canalizado na altura do bairro da cidade de Deus.

Locais com risco de inundação

Os pontos mais críticos identificados são:

- Na Av. Ayrton Sena próximo à Av. Desembargador Abelardo Bueno;
- Na Av. Ayrton Sena próximo à ponte Plácido de Castro;
- Na Av.Ayrton Sena próximo à Casa da Fazenda do Engenho D'Água;
- Na região da Rua Edgard Werneck com Rua Miguel Salazar Mendes de Morais;
- Na região da Rua Edgard Werneck com Rua Retiro dos Artistas;
- Na região da Rua Edgard Werneck com Rua Geremário Dantas;
- Na Rua Monte Sião ao longo do ribeirão Estiva;
- Na região da Estrada do Tindiba com Rua Retiro dos Artistas;
- Rua Guacimirim;
- Rua Aratuquara;
- Rua José Silva;
- Na região da Estrada do Capenha com Rua Comandante Siqueira;
- Rua Olímpia de Couto;

- Rua Joaquim Tourinho;
- Na região da Avenida Émil Roux com Rua Moacir Campos;
- Na região da Estrada do Tindiba com Rua Samuel Neves;
- Rua Marques de Jacarepaguá;
- Na região da Rua Geremário Dantas com Rua Cel. Thedim;
- Em vários trechos ao longo da Estrada do Covanca;
- Na região da Rua Bom Conselho com Rua Serra Negra;
- Na região da Rua Geremário Dantas com Rua Virgínia Vidal;
- Em vários trechos ao longo da Rua Cândido Benício;
- Rua Marangá;
- Rua Desembargador Gastão Macedo;
- Rua Florianópolis;
- Na região da Estrada do Tindiba com Av. Nelson Cardoso;
- Na região da Estrada do Cafundá com Rua Maria Eugênia Charles estendendo-se até a Rua Ipinambés;
- Na região da Estrada do Cafundá com Estrada do Catonho;
- Em vários trechos ao longo da Estrada do Boiúna;
- Na região da Estrada do Tindiba com Estrada do Meringuava;
- Na região da Estrada do Boiúna com Estrada dos Teixeiras;
- Na Estrada do Pau da Fome em frente a estação de Furnas;
- Av. Gerdal Boscolli;
- Av. Júlio dos Santos Melo;
- Rua Ariapó;
- Rua Atituba;
- Rua Iriquitia.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Grande / Arroio Fundo

1) Adequação de capacidade – ampliação de calha nos trechos de capacidade restritiva;

2) Desassoreamento e limpeza do canal;

3) Desapropriação de ocupação irregular;

4) Áreas de planejamento futuro, a longo prazo, visando a redução do assoreamento da calha;

As Figuras 5-31 e 5-32 apresentam a localização das intervenções propostas no mapa da bacia hidrográfica e a tabela 5-18 um resumo das intervenções propostas no Rio Grande.

Figura 5-31 – Mapa de localização das Intervenções propostas nas bacias do rio Grande e Arroio Fundo.

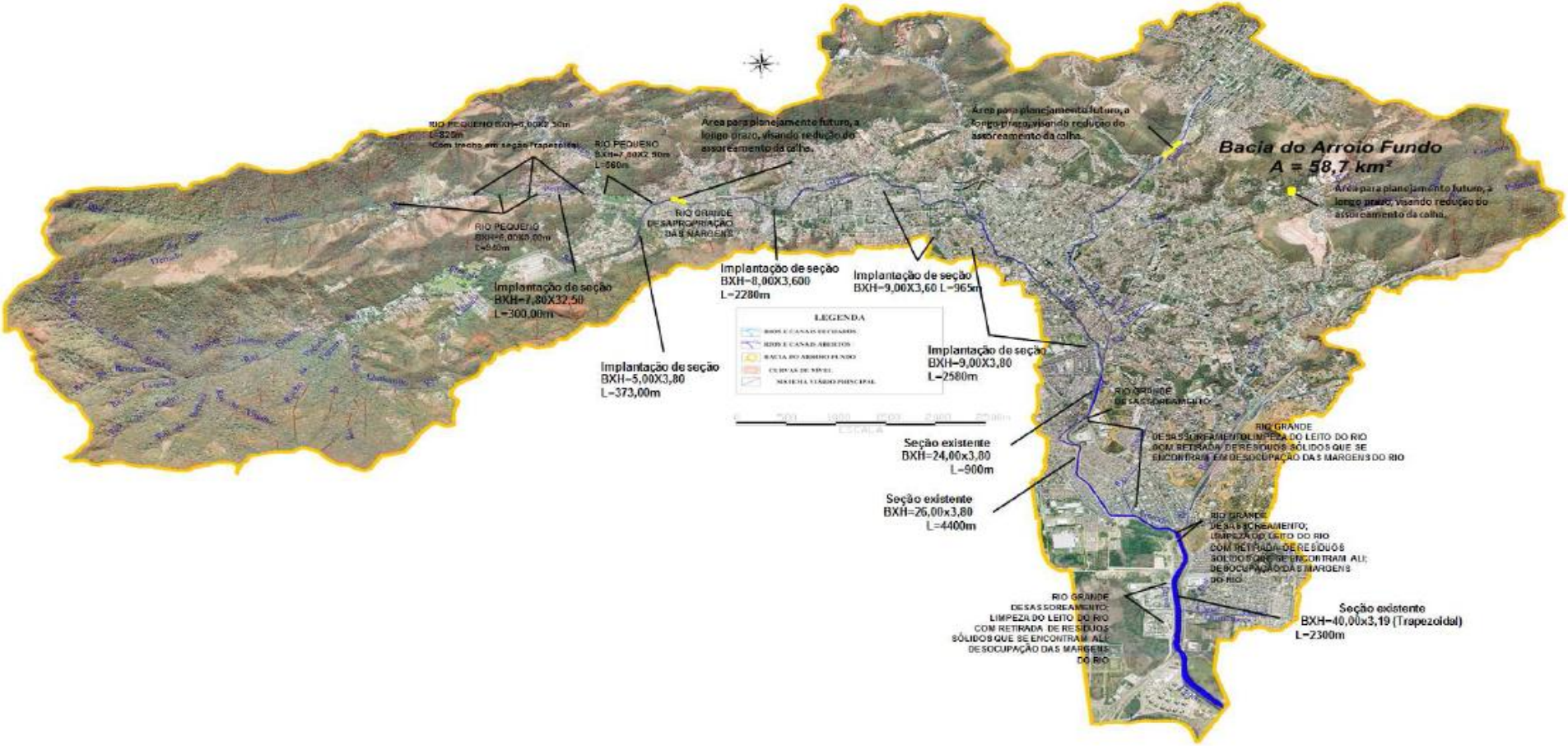


Figura 5-32 – Mapa de localização das Intervenções propostas nas bacias do rio Grande e Arroio Fundo.

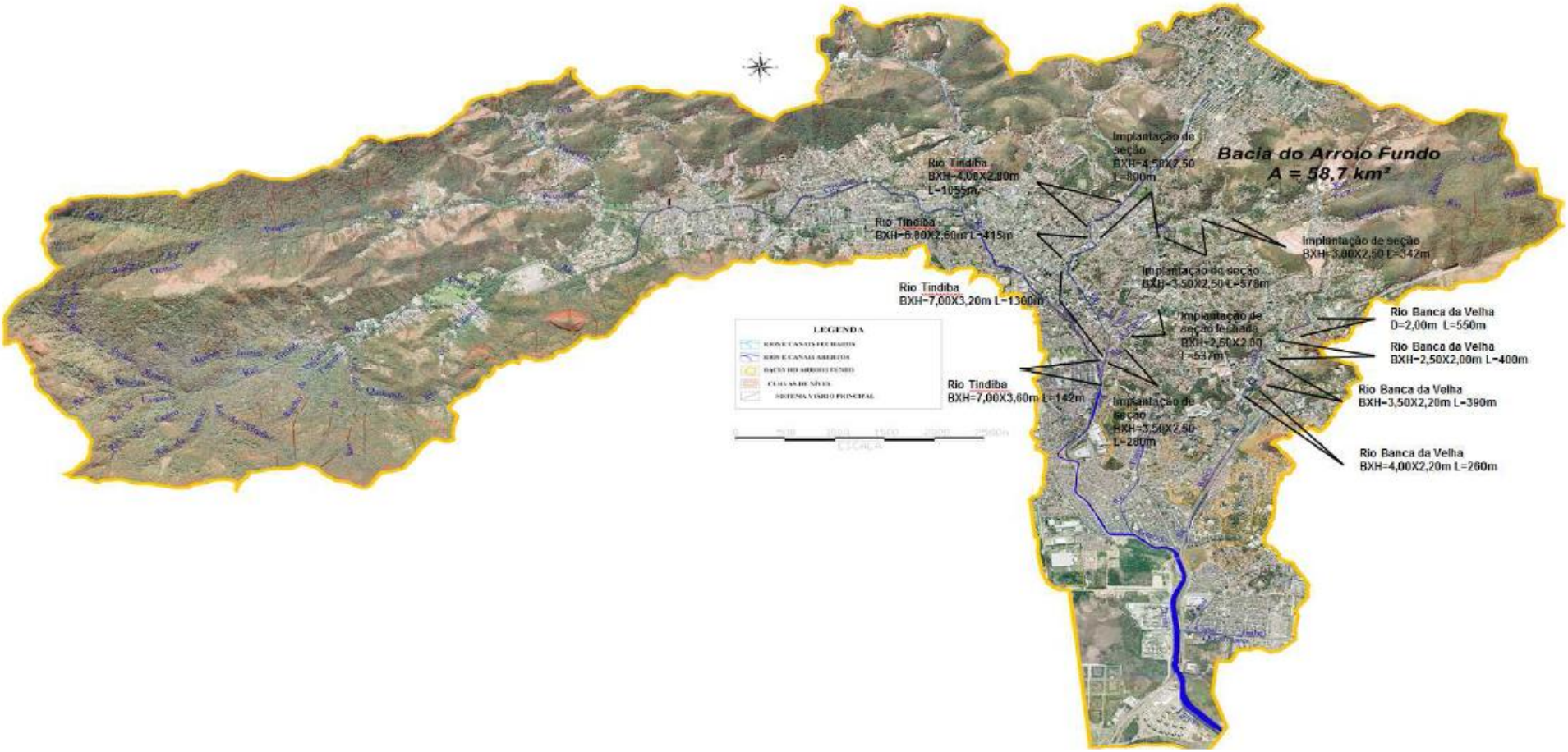


Tabela 5-18 – Intervenções propostas nas bacias do rio Grande e Arroio Fundo – Canalizações.

BACIA DO ARROIO FUNDO / RIO GRANDE						
CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	TRECHO	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	CAPACIDADE PROJETADA (m^3/s)	TIPO	SEÇÃO
Rio Grande	AG-076 a AG-077	Trecho entre a Estrada do Rio Pequeno e a afluência do Rio Pequeno	230	76,5	Adequação	Seção retangular em concreto com B=5,0m; h=3,6m. A=19,0m²
Rio Grande	AG-069 a AG-075	Trecho entre o Rio Pequeno e a Estrada Curumaú	850	88,1	Adequação	Seção retangular em concreto com B=8,0m; h=3,6m. A=28,8m²
Rio Grande	AG-062 a AG-066	Trecho entre a Estrada Curumaú e a Estrada da Soca	1700	116,7	Adequação	Seção retangular em concreto com B=8,0m; h=3,6m. A=28,8m²
Rio Grande	AG-048 a AG-059	Trecho entre a Estrada da Soca e a Avenida Nelson Cardoso	2280	129,6	Adequação	Seção retangular em concreto com B=9,0m; h=3,6m. A=32,4m²
Rio Grande	AG-042 a AG-047	Trecho entre a Avenida Nelson Cardoso e a Rua André Rocha	430	134,1	Adequação	Seção retangular em concreto com B=9,0m; h=3,5m. A=31,5m²
Rio Grande	AG-039 a AG-041	Trecho entre a Rua André Rocha e a afluência do Rio Tindiba	1200	136,3	Adequação	Seção retangular em concreto com B=9,0m; h=3,6m. A=31,5m²
TOTAL CANALIZAÇÕES			6.690,0			

Bacia do rio Guerengue/Arroio Pavuna

Figura 5-33– Localização da bacia do rio Guerenguê e do Arroio Pavuna.

O Rio Guerenguê e o Arroio Pavuna formam o mesmo curso d'água, cuja bacia hidrográfica, com área de drenagem de 22,0 km², está localizada na região de Jacarepaguá, sendo tributária da Lagoa de Jacarepaguá, pertencente à Macrorregião Oceânica.

A Bacia Hidrográfica do Rio Guerenguê e do Arroio Pavuna drena os bairros de Jacarepaguá, Taquara e Curicica localizados na Macroárea de ocupação condicionada segundo Plano Diretor de Desenvolvimento sustentável da cidade.

A **Figura 5-** apresenta a localização da bacia hidrográfica da bacia do rio Gerengue e do Arroio Pavuna no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-34** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

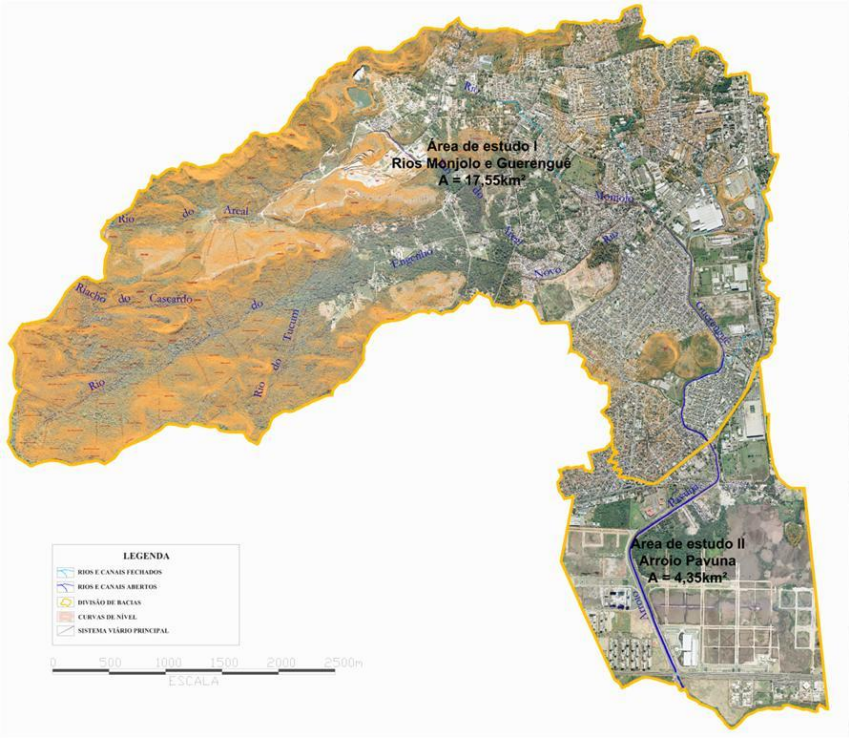


Figura 5-34 – Localização da Bacia do rio Guerenguê e do Arroio Pavuna sobre foto aérea.

O curso do Rio Guerenguê é formado a partir da confluência dos Rios Areal e Engenho Novo, que têm suas nascentes e quase toda extensão na área de Mata Atlântica, dentro do Parque Estadual da Pedra Branca. O Rio Engenho Novo tem aproximadamente 5.600 m de talvegue, com nascente na cota 640 m, e o Rio

Areal tem talvegue de 5.200 m, com nascente na cota 280 m. Da junção desses dois cursos d'água, já na área de baixada, aproximadamente na cota 10 m, nasce o Rio Guerenguê. O principal afluente do Rio Guerenguê é o Rio Monjolo, que conflui à sua margem esquerda cerca de 700 m a jusante da confluência dos Rios Areal e Engenho Novo, na travessia sob a Estrada do Guerenguê.

No trecho de aproximadamente 800 m entre a formação do Rio Guerenguê e a travessia sob a Estrada do Guerenguê, o curso d'água escoa em seção aberta e leito natural. No trecho de 200 m entre a Estrada do Guerenguê e a Rua André Rocha, permanece em seção natural, escoando entre lotes industriais. Neste trecho, as margens estão relativamente preservadas, inclusive com presença de mata ciliar. Nos 2.500 m entre a Rua André Rocha e a Estrada dos Bandeirantes, escoa em canal aberto e seção natural. No tramo montante desse trecho, ao longo de 1.500 m, a margem direita está delimitada pela Rua Vila Aurora. A margem esquerda, por sua vez, é ocupada por lotes industriais, não apresentando via de serviço de acesso ao curso d'água. Não há, no entanto, construções adjacentes ao curso d'água, e a mata ciliar encontra-se parcialmente preservada. Nos 1.000 m seguintes, até a travessia sob a Estrada dos Bandeirantes, o cenário muda: a margem esquerda, delimitada pela Rua Santo Quitiliano, já apresenta ocupação, com edificações irregularmente construídas entre esta via e o leito do rio. Na margem direita, a ocupação avança no sentido da continuação da Rua Aurora, havendo ainda trechos de mata ciliar preservada. No tramo final, a margem direita encontra-se delimitada pela Rua do Castor e não apresenta invasão por edificações.

No trecho a jusante da Estrada dos Bandeirantes, até o deságue na Lagoa de Jacarepaguá, com 2.700 m de extensão, o curso d'água recebe a denominação de Arroio Pavuna, que escoa em seção natural, em área de baixada, ao longo de toda a sua extensão. Suas margens são delimitadas por uma via de fundo de vale que constitui importante elemento do sistema viário do bairro Jacarepaguá, a Av. Arroio Pavuna, implantada ao longo da margem esquerda, e na porção média jusante da margem direita. O trecho médio montante da margem direita apresenta ocupação irregular próximo à travessia sob a Estrada dos Bandeirantes.

Locais com risco de inundação

As questões de macrodrenagem que requerem atenção na bacia do Rio Guerenguê e do Arroio Pavuna decorrem da possibilidade de expansão da ocupação urbana da bacia, portanto mais ligadas ao cenário futuro, do que ao presente. No entanto, alguns pontos de inundação já são observados, no médio curso do Rio Guerenguê, sobretudo em função da interferência do sistema viário sobre os tributários, seja pela instalação de avenidas de fundo de vale, seja por travessias restritivas ao escoamento. Os pontos de inundação observados são:

Rio Monjolo:

- Travessia sob a Estrada Rodrigues Caldas;

Rio Areal:

- Travessia sob a Estrada da Ligação;
- Travessia sob a Av. Adauto Botelho;

Rio Guerenguê:

- Travessia sob a Rua André Rocha;
- Ao longo da Rua Vila Aurora, na Comunidade Vida;
- Ao longo da Rua do Castor, em Curicica.

Destaca-se, ainda, a ocupação irregular observada no curso médio do Rio Guerenguê, entre a Rua André Rocha e a Estrada dos Bandeirantes, ao longo de toda a margem direita, onde há construções entre a calha do rio e a Rua Vila Aurora.

O Arroio Pavuna não apresenta pontos de inundação observada. Ressalta-se, porém, que se trata de um trecho de baixada em franco processo de urbanização, com praticamente a totalidade das várzeas em fase de loteamento.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Guerenguê

A alternativa recomendada para a adequação da macrodrenagem na bacia engloba a reservação de montante com amortecimento de vazões afluentes a travessias e trechos restritivos previstos no projeto a ser implantado e o desassoreamento das seções. O PDMAP também recomenda a implantação de revestimento para proteção e estabilização de taludes nas seções projetadas sem revestimentos.

Tratamento dos déficits na bacia do Arroio Pavuna

A alternativa recomendada buscou o restabelecimento e adequação dos escoamentos nos trechos de canal assoreados, nas restrições pontuais ao escoamento e nas áreas de ocupação irregular.

Destaca-se que os reservatórios recomendados para solucionar o problema do Arroio Pavuna não estão geograficamente localizados em sua bacia hidrográfica, mas sim na bacia do Guerenguê.

A **Figura 5-** apresenta a localização das intervenções sobre a planta da Bacia hidrográfica. A **Tabela 5-19** apresenta as características dos reservatórios propostos para as bacias do rio Guerenguê/Arroio Pavuna. A **Tabela 5-21** apresenta os Reservatórios propostos para a bacia do Rio Guerenguê e Arroio Pavuna.

Tabela 5-19 – Características dos Reservatórios propostos na Bacia do Rio Guerenguê e Arroio Pavuna.

RESERVATÓRIOS PROPOSTOS NA BACIA DO ARROIO PAVUNA												
RESERVATÓRIO	**NOME**	**CURSO D'ÁGUA**	**ENDEREÇO**	**TIPO**	**ÁREA DE DRENAGEM TOTAL (km²)**	**ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL (km²)**	**ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO (m²)**	**PROFUNDIDADE (m)**	**VOLUME (m³)**	**Qp entrada (m³/s)**	**Qp saída (m³/s)**	**Eficiência (%)**
RMo-2	MONJOLO	Rio Monjolo	Próximo a Estrada Outeiro Santo	On-Line, Fechado, por gravidade	2,27	2,27	20.000	4,0	80.000	30,4	5,5	82%
RA-1	TAMOIO	Rio do Areal	Rua Doutor Odim Goés, próximo a Pedreira Tamoio	On-Line, Aberto, por gravidade	2,09	2,09	10.000	4,0	40.000	16,2	3,5	78%
REN-1	TUCUM	Rio do Engenho Novo	Na confluência do Rio Tucum com o Rio do Engenho Novo	On-Line, Aberto, por gravidade	3,62	3,62	18.000	4,0	72.000	26,0	4,9	81%
REN-2	ENGENHO NOVO	Rio do Engenho Novo	Próximo a Rua Viana do Castela, até a Rua Nossa Senhora de Fátima	On-Line, Aberto, por gravidade	9,03	5,41	25.000	5,0	125.000	48,9	14,5	70%
RG-1	BANDEIRANTES	Rio Guerenguê	Estrada dos Bandeirantes	Off-Line, Aberto, bombeamento	15,05	6,02	20.000	5,0	100.000	66,9	29,5	56%
RAP-1	PAVUNA	Arroio Pavuna	Avenida Canal Pavuna	Off-Line, Aberto, bombeamento	19,57	4,52	25.000	2,0	50.000	92,9	66,5	28%

Tabela 5-20 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Rio Guerenguê.

CANALIZAÇÕES DO PROJETO A IMPLANTAR NA BACIA DO RIO GUERENGUÊ								
CURSO D'ÁGUA	**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**ESTACA**	**Extensão**	**Seção inicial e final**	**Seção tipo**	**Declividade (m/m)**	**Revestimento**
RIO MONJOLO	TRECHO 1	Trecho entre a Rua A e a Estrada do Outeiro Santo	EST.335 + 0.00	310,3	EST.335 + 0.00	Seção retangular com H=2,5m; B=3,0m. (A=7,5m²)	0,0040	Concreto
RIO MONJOLO	TRECHO 2	Trecho entre a Estrada do Outeiro Santo e a Rua Clodomir	EST.305 + 0.00	989	EST.330 + 0.00 a EST.305 + 0.00	Seção retangular, com H=2,4m; B=3,6m. (A=8,6m²)	0,0040	Concreto
RIO MONJOLO	TRECHO 3	Trecho entre a Rua Clodomir e a Estrada do Guerenguê	EST.280 + 0.00	485,2	EST.290 + 0.00 a EST.280 + 0.00	Seção trapezoidal, com H=2,2m; B=2,0m; Talude 1V:3H. (A=17,4m²)	0,0010	Sem revestimento
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 1	Travessia na Estrada do Guerenguê	137 + 8	8,0	GU32 - GU31	Seção retangular, com H=2,0m; B=17,3m. (A=34,6m²)	0,0010	Concreto
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 2	Trecho entre a Estrada do Guerenguê e a Rua André Rocha	130 + 0	264,7	GU31 - GU27	Seção retangular, com H=3,1m; B=17,3m. (A=53,6m²)	0,0010	Paredes concreto, fundo em solo
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 3	Travessia na Rua André Rocha	123 + 0	10,3	GU27 - GU26	Seção retangular, com H=3,6m; B=20,7m. (A=74,5m²)	0,0010	Paredes concreto, fundo em solo
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 4	Trecho entre a Rua André Rocha e o próximo afluente	123 + 14	316,0	GU26 - GU23	Seção trapezoidal, com H=2,9m; B=12,0m; Talude=1V:2,8H. (A=58,4m²)	0,0010	Sem revestimento
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 5	Trecho após o afluente, margeado pela Rua Vila Aurora	107 + 6	152,3	GU23 - GU21	Seção trapezoidal, com H=2,9m; B=12,0m; Talude=1V:3H. (A=60,0m²)	0,0010	Sem revestimento
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 6	Trecho margeado pela Rua Vila Aurora	99 + 0	280,4	GU21 - GU18	Seção trapezoidal, com H=2,85m; B=12,0m; Talude=1V:4H. (A=66,7m²)	0,0010	Concreto
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 7	Trecho margeado pela Rua Vila Aurora	79 + 0	322	GU18 - GU15	Seção trapezoidal, com H=3,2m; B=12,0m; Talude=1V:4H. (A=79,4m²)	0,0002	Sem revestimento
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 8	Trecho entre a Rua Vila Aurora e a Rua São Judas Tadeu	54 + 0	608,3	GU15 - GU09	Seção trapezoidal, com H=3,5m; B=22,0m; Talude (MD) =1V:2,5H; Talude (ME) = 1V:1H. (A=90,9m²)	0,0002	MD-em solo; ME-concreto
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 9	Trecho entre a Rua São Judas Tadeu e a Estrada dos Bandeirantes	24 + 13	433,6	GU09 - GU05	Seção trapezoidal, com H=3,2m; B=18,0m; Talude=1V:3H. (A=88,3m²)	0,0002	Sem revestimento
RIO GUERENGUÊ	TRECHO 10	Trecho entre a Rua Goianinha e a Estrada dos Bandeirantes	17 + 8	324,4	GU05 - GU01	Seção retangular, com H=3,8m; B=20,0m. (A=76,0m²)	0,0002	Paredes gabião, fundo em solo

Tabela 5-21 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Arroio Pavuna.

CANALIZAÇÕES DO PROJETO A IMPLANTAR NA BACIA DO ARROIO PAVUNA								
CURSO D'ÁGUA	TRECHO	TRECHO	ESTACA	Extensão	Seção inicial e final	Seção tipo	Declividade (m/m)	Revestimento
ARROIO PAVUNA	TRECHO 1	Trecho ao longo da Avenida Canal Arroio Pavuna, a jusante da Estrada dos Bandeirantes	78 + 6,5 a 128 + 6,1	1109	AP18 - AP30	Seção trapezoidal, com H=3,25m; B=22,0m; Talude =1V:3H. (A=101,1m²)	0,0003	Sem revestimento
ARROIO PAVUNA	TRECHO 2	Trecho ao longo da Avenida Canal Arroio Pavuna	8 + 5,8 a 78 + 6,5	1402,1	AP04 - AP18	Seção trapezoidal, com H=3,5m; B=26,0m; Talude =1V:3H. (A=127,8m²)	0,0003	Sem revestimento
ARROIO PAVUNA	TRECHO 3	Trecho entre a Avenida Embaixador Abelardo Bueno e a foz do Arroio Pavuna	0 + 0 a 6 + 10	128,1	AP01 - AP02	Seção trapezoidal, com H=3,5m; B=34,0m; Talude =1V:3H. (A=155,8m²)	0,0001	Sem revestimento

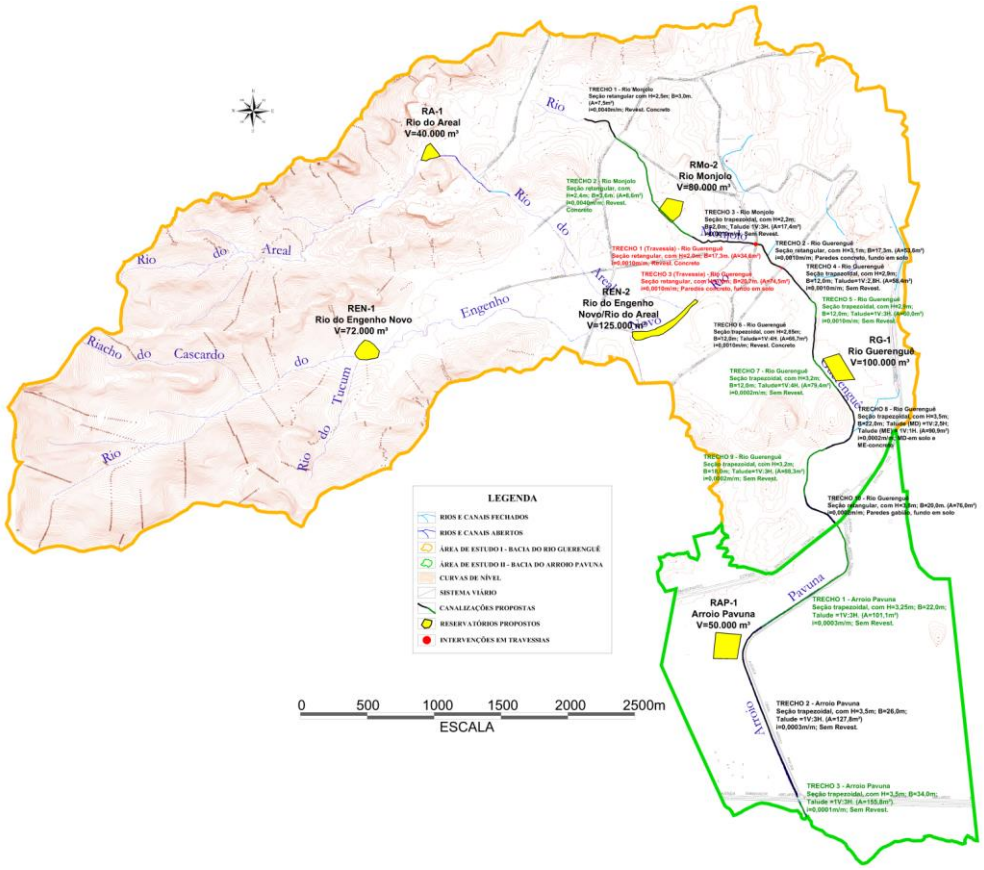


Figura 5-35 – Mapa de localização das intervenções propostas na bacia do Rio Guerenguê e Arroio Pavuna.

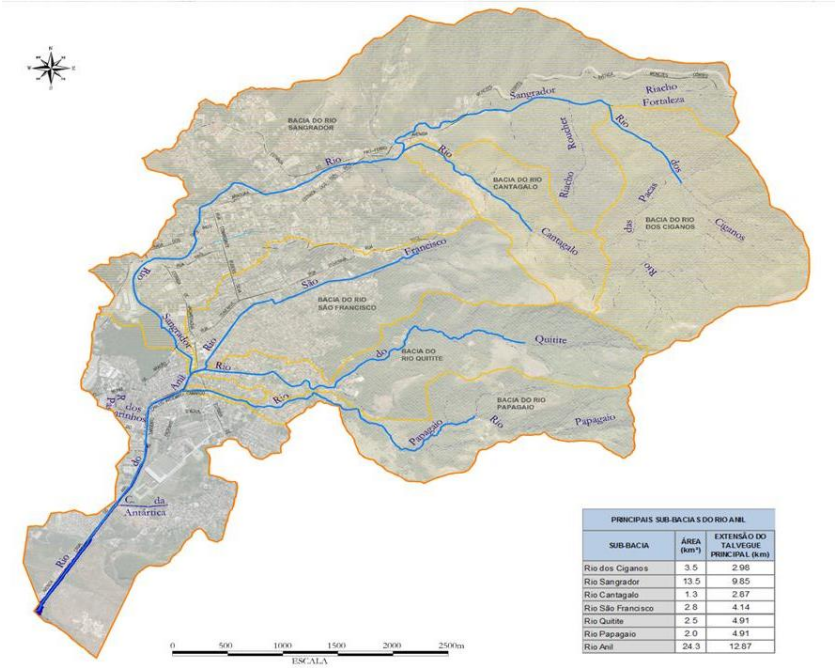
Bacia do Rio Anil

Figura 5-33 – Localização da Bacia do rio Anil.

A bacia hidrográfica do rio Anil drena uma área de 24,3 km² ao longo de um talvegue de aproximadamente 12,9 km, até desaguar no Arroio Fundo que, por sua vez deságua na Lagoa da Tijuca. Percorre os bairros da zona Oeste do município: Anil, Freguesia de Jacarepaguá, Gardênia Azul e Jacarepaguá, localizados na macrozona de ocupação incentivada, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro.

A **Figura 5-33** apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Anil no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-34** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem



PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO ANIL		
SUB-BACIA	ÁREA (km²)	EXTENSÃO DO TALVEGUE PRINCIPAL (km)
Rio dos Ciganos	3.5	2.98
Rio Sangrador	13.5	9.85
Rio Cantagalo	1.3	2.67
Rio São Francisco	2.8	4.14
Rio Quitite	2.5	4.91
Rio Papagaio	2.0	4.91
Rio Anil	24.3	12.87

Figura 5-34 – Localização da Bacia do rio Anil sobre foto aérea.

O rio Anil nasce na Serra dos Três Rios, no Parque Nacional da Tijuca. O trecho de cabeceira é formado pelos rios Ciganos, Pacas e Fortaleza, todos em leito natural. Após a junção do rio Ciganos com o rio Fortaleza o curso d'água é conhecido como rio Sangrador que, inicialmente percorre um trecho pouco habitado ainda até a travessia com da Av. Menezes Cortes, onde recebe o rio Cantagalo. O rio

Cantagalo também escoa em leito natural em toda sua extensão por áreas pouco urbanizadas. Depois de receber o rio Cantagalo, o rio Sangrador escoa por uma área com ocupação consolidada, estando canalizado entre a Estrada de Jacarepaguá e a travessia da Estrada dos Três Rios. Próximo a Av. Tenente Coronel Muniz de Aragão, o rio Sangrador recebe pela margem esquerda, uma vertente dos rios São Francisco e Quitite. A partir desse ponto, o rio Sangrador passa a ser conhecido como rio Anil, recebendo, um pouco mais adiante, também pela margem esquerda, o rio Papagaio. Os rios São Francisco, Quitite e Papagaio têm suas nascentes na Serra dos Três Rios. Escoam por longo trecho na área de Floresta do Parque nacional da Tijuca. O Rio São Francisco adentra áreas de ocupação consolidada a partir da travessia da Rua Fritz Feigl e os rios Quitite e Papagaio, a partir da Estrada do Bananal e da Estrada do Quitite.

Em seu trecho final o Rio anil retorna ao leito natural, num trecho de ocupação consolidada até a Estrada do Engenho D'Água. Desse ponto em diante, o rio escoa por áreas da favela do canal do Anil e terrenos ainda não ocupados.

Locais com risco de inundação

A bacia do rio Anil apresenta eventos de cheias, principalmente no seu próprio canal, no Rio Sangrador, próximo a Estrada do Bananal e no Rio São Francisco l, próximo às ruas Geminiano Góes e Ituverava. O canal do Anil, entretanto é o mais crítico.

Os principais pontos de inundação observada são:

- Rua Araguaia com Rua Sem Nome;
- Praça Mac Gregor;
- Estrada do Pau Ferro;
- Rua Joaquim Pinheiro;
- Rua Geminiano Góes;
- Estrada do Bananal;
- Estrada do Bananal com Rua Coronel Vercessi;
- Rua Ituverava;
- Rua Ituverava com Rua Alcides Almeida;
- Rua Tirol com Rua Antônio Cordeiro;
- Rua Tirol com Estrada de Jacarepaguá;
- Rua Mamoré;
- Rua Soldado José Menezes Filho;
- Avenida do Canal, próximo à Ambev (Antártica)
- Avenida Afonso Tempo
- Estrada dos Três Rios.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Anil

Foram propostas para a bacia do Rio Anil intervenções que combinam reforço de capacidade hidráulica com recuperação de áreas de preservação:

- Adequação de calhas e travessias nos rios: Sangrador, São Francisco e Anil;
- Desapropriação das áreas de ocupação irregular abaixo da cota de 2,0 m (em consonância com critérios estabelecidos pela Prefeitura Municipal), em conjunto com medidas fiscalizadoras e legais que garantam a preservação dessas áreas, bem como das cabeceiras com cotas superiores a 60,0 m.

Intervenções na calha

Foram propostas intervenções na calha, a fim de possibilitar o atendimento às vazões de projeto:

- Adequação das travessias da Estrada do Araguaia, Rua Geminiano Góes e Estrada dos Três Rios no Rio Sangrador;
- Adequação do trecho a jusante da Estrada de Jacarepaguá, no Rio Sangrador;
- Adequação do trecho entre as seções SF-08 e SF-16, no Rio São Francisco;
- Desassoreamento do trecho entre as seções AN-65 e AN-43, no Rio Anil;
- Adequação do trecho entre as seções AN-43 e AN-19, no Rio Anil, com estabilização de taludes;
- Desapropriação das áreas localizadas abaixo da cota 2,0 m, na margem direita do Rio Anil, no trecho inferior da bacia.

Medidas de preservação

Recomenda-se a preservação de todas as áreas localizadas abaixo da cota 2,0 m e acima da cota 60,0 m. Esta medida engloba todas as áreas de cabeceira dos principais tributários do Rio Anil, abrangendo também as imediações do canal, principalmente uma extensa área alagadiça, que já apresenta ocupação irregular no trecho baixo, localizado a jusante da Av. Isabel Domingues.

A **Figura 5-35** apresenta a localização das Intervenções propostas no mapa da bacia hidrográfica e a **Tabela 5-22** o custo das intervenções.

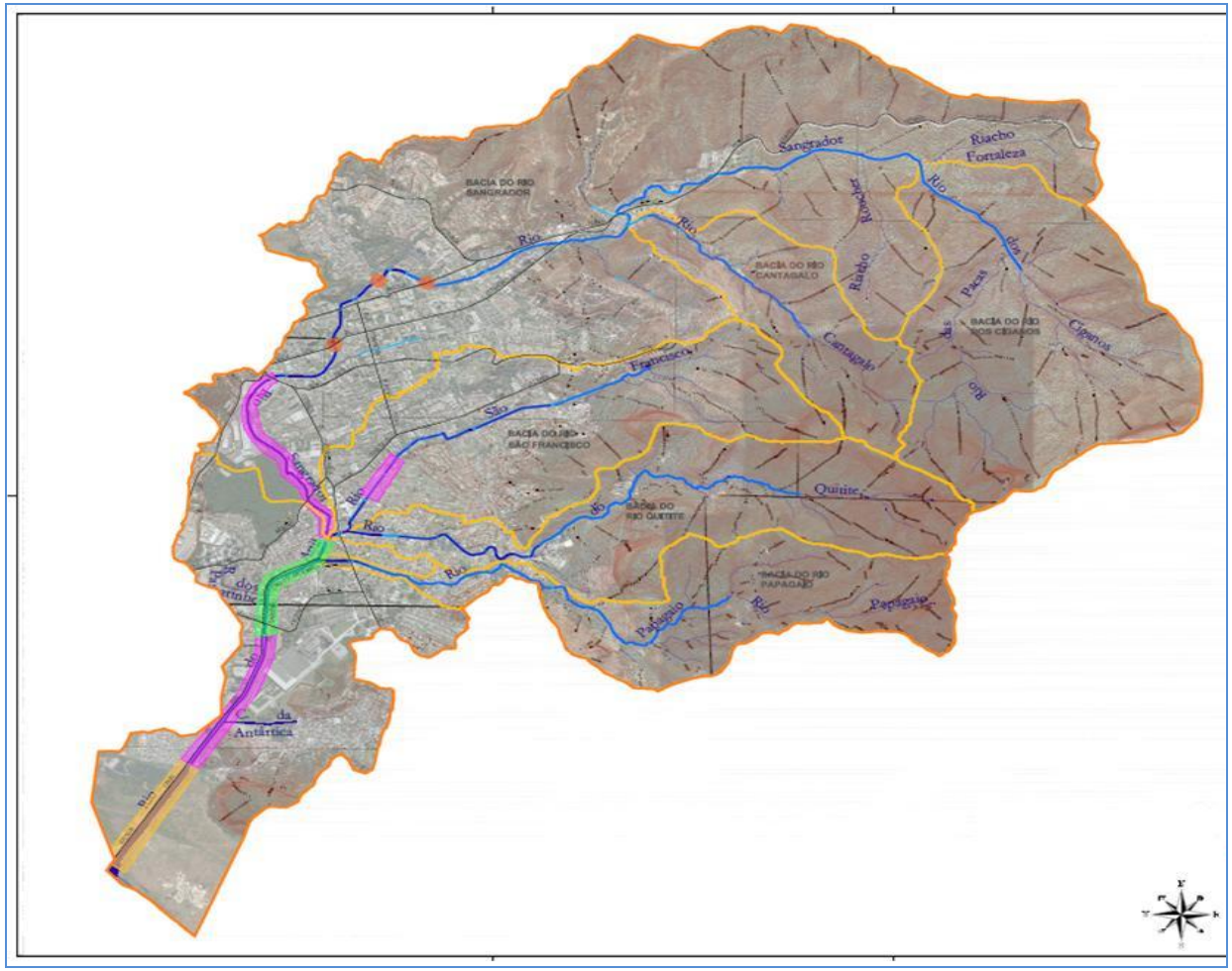


Figura 5-35 – Mapa de Intervenções propostas na Bacia do Rio Anil.

Tabela 5-22 – Intervenções propostas na bacia do rio Anil – Canalizações.

BACIA DO ANIL						
CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**CAPACIDADE PROJETADA (m^3/s)**	**TIPO**	**SEÇÃO**
Rio Sangrador	SG-001 a SG-008.6	Trecho a jusante da Estrada de Jacarepaguá	1500	80.0	Adequação da seção, mantendo a área existente	Formato trapezoidal: Base = 4,0 m; H = 3,0 m; Talude 1V:2H; revest. Gabião com fundo em concreto
Rio São Francisco	SF-008 a SF-016	Trecho entre a Estrada da Uruçanga e a Rua Roberto Oswaldo Cruz	300	50.0	Adequação da seção	Formato retangular: Base = 5,0 m; H = 2,9 m; revest. Concreto
Rio Anil	AN-019 a AN-043	Entre a ponte próxima à foz do Canal da Antártica e a Rua dos Passarinhos	1050	280.0	Adequação da seção mantendo a área da seção a montante, com adequação dos taludes	Formato trapezoidal: Base = 10,0 m; H = 4,0 m; Talude 1V:2,5H; revest. Gabião com fundo em concreto
TOTAL CANALIZAÇÕES			**2,902.0**			

Bacia da Zona dos Canais

Rio Passarinho

EXTENSÃO**:** Trecho compreendido entre a sua foz, no rio Pavuninha e seção localizada a cerca de 1.343 m para montante.

VAZÃO DE PROJETO/TR:

- TR 20 anos para o dimensionamento e a fixação da borda livre de projeto;
- TR 50 anos para verificação de extravasamentos das seções e análise das passagens sob pontes.

RESUMO DO DIAGNÓSTICO**:**

O rio Passarinho nasce a cerca de 1,3 km a montante da Estrada Velha da Curicica e desemboca no rio Pavuninha, do qual é afluente da margem direita.

Ao longo do seu percurso de aproximadamente 3,6 km o rio atravessa as pontes situadas nas estradas Velha da Curicica, dos Bandeirantes e da Santa Maura, e na Avenida Salvador Allende.

A declividade média do talvegue entre a nascente e a Estrada dos Bandeirantes é de 1,4% e deste ponto até a foz a declividade é da ordem de 0,6%.

Entre as Estradas dos Bandeirantes e Santa Maura o rio é ocupado, em ambas as margens, por favela que se encontra em área de domínio público, segundo demarcação dos mais recentes PA'S.

Da estrada Santa Maura para jusante o rio corre por região praticamente desocupada passando pelo interior de terreno particular, protegido por projeto de alinhamento, entre aquela estrada e a Av. Salvador Allende. Desse ponto para jusante, até a Av. Embaixador Abelardo Bueno, no encontro com o Rio Pavuninha, existe uma região completamente desocupada, com vegetação de alagado e sob a cota de inundação das marés do complexo das lagoas.

PROPOSIÇÕES:

PROJETO: A descarga para dimensionamento das seções da canalização corresponde à vazão estimada para cheias com período de recorrência de 20 anos que é de 19,6 m^3/s.
A seção transversal projetada é trapezoidal, sem revestimento, com largura na base de 6,0 m e taludes 1V:3H.

O regime de escoamento é subcrítico, os tirantes d'água variam de 1,84 a 2,78m e a velocidade média varia de 0,49 a 0,93 m/s.

A manutenção da calha projetada será feita através de vias locais e de avenidas canais que correrão em ambas as margens, paralelamente ao eixo do canal.

Rio Vargem Grande

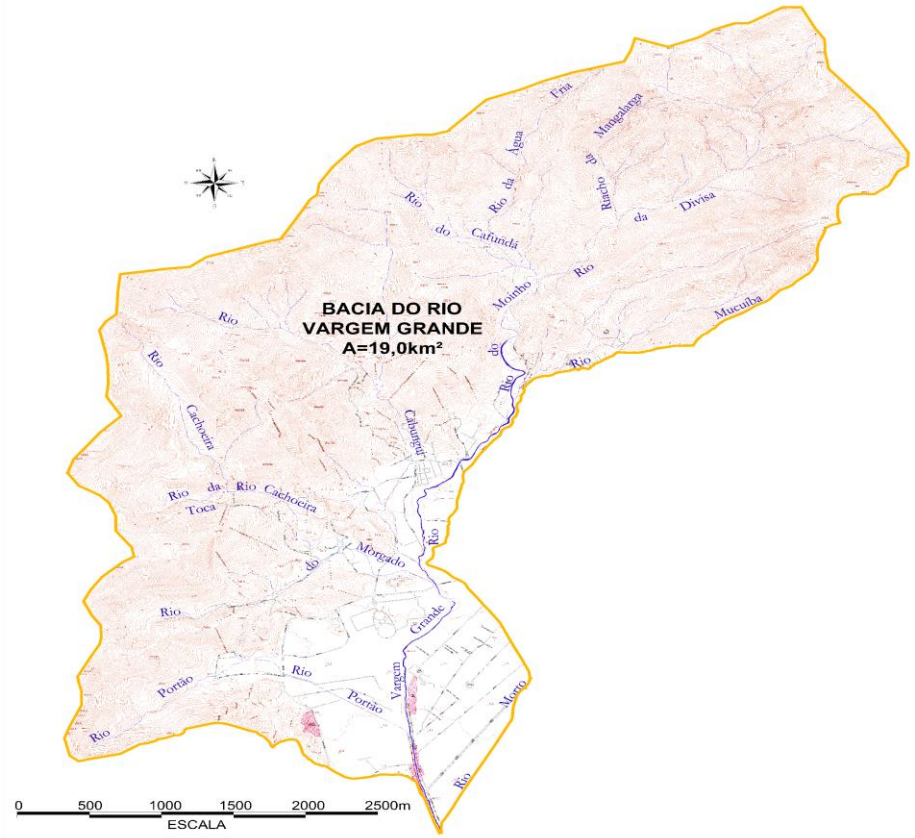


Figura 5-369 – Planta de Bacia Hidrográfica do Rio Vargem Grande.

EXTENSÃO**:** 19,26 km² (bacia de captação) e 2.545,4 m (comprimento do talvegue)

VAZÃO DE PROJETO**:** 74,1 m³/s

Bacia do Rio Vargem Grande

O Rio Vargem Grande está localizado na Zona Oeste da Cidade e pertence à bacia Oceânica. O curso d'água tem início com essa nomenclatura e passa a ser chamado Canal de Sernambetiba no trecho a jusante da Av. das Américas. O rio Vargem Grande / Canal de Sernambetiba é interligado à Lagoa de Marapendi por meio do Canal das Taxas e à Lagoa de Jacarepaguá por meio do Canal do Cortado, compondo um grande complexo hídrico conhecido como Zona dos Canais. Sua bacia abrange parcialmente os bairros de Vargem Grande e Recreio dos Bandeirantes.

LOCAIS COM RISCOS DE INUNDAÇÕES

Os pontos mais críticos registrados na bacia do rio da Vargem Grande foram:

- Na Rua Vereador Alceu de Carvalho, entre a Rua Joaquim Gomes e a Estrada do Rio Morto;

Além disso, foram identificados pontos de inundação no Rio Morto, cuja bacia é adjacente a do Rio da Vargem Grande. Os pontos críticos registrados foram:

- Na Estrada do Rio Morto, próximo à confluência com o Rio da Vargem Grande.

RESUMO DO DIAGNÓSTICO:

O Rio Vargem Grande tem seu término juntamente com o do Rio Morto, formando o Canal de Sernambetiba.

Ao longo do seu traçado, o canal recebe três valas, uma em cada margem nas proximidades da estaca 29, e outra na estaca 3, na margem direita. Na estaca 42 há o encontro com o Rio Portão, e na estaca 119 com o Rio Cachoeira.

O rio é atravessado por seis pequenas pontes, localizadas nas proximidades das estacas 39+10, 47, 64, 71+10,00, 75+10,00 e 82+10,00, por três pinguelas nas imediações das estacas 4, 65 e 78+10,00 e por uma ponte de madeira utilizada como passagem de veículos, na estaca 17.

O eixo da ponte na Estrada dos Bandeirantes cruza o canal na altura da estaca 117. A estrutura é antiga, mas se encontra em bom estado de conservação.

Foram identificadas 270 unidades habitacionais passíveis de remoção nos levantamentos topográficos realizados.

PROPOSIÇÕES:

PROJETO:

No segmento da confluência com o Rio Morto está prevista a construção de um muro de concreto com extensão aproximada de 60,0 m e altura em torno de 3,65 m.

Está prevista a implantação de avenida-canal na margem direita a partir da est. 78 até a est. 225 do Projeto Hidráulico do Canal de Sernambetiba. Esta via continua até a Estrada dos Bandeirantes, já no Rio Vargem Grande. Para fins de orçamento os trechos foram analisados separadamente nos volumes de orçamento do Canal de Sernambetiba e do Rio Vargem Grande. O Projeto Viário, contudo, considera os dois trechos como um só. A extensão da avenida-canal no Rio Vargem Grande é de 2.260 m e a área a ser pavimentada é de 15.594 m^2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O DIAGNÓSTICO

A bacia do Rio Vargem Grande possui ocupação não consolidada atualmente, porém com previsão de crescimento para os próximos anos.

Assim, o presente estudo apresentou o diagnóstico do funcionamento da rede de macrodrenagem feito com base na identificação das áreas de inundação e inspeção da rede de macrodrenagem em campo, com registros fotográficos e entrevistas com moradores. Os dados de geometria e declividade de fundo, utilizados para a verificação hidráulica, foram obtidos no levantamento planialtimétrico do projeto 3-3-D-1716. Foram simulados dois cenários – atual e futuro, de acordo com a previsão de alterações no uso e ocupação do solo na bacia que podem ocasionar alterações no escoamento superficial.

Os trechos problemáticos, que apresentaram capacidade insuficiente para vazões de tempo de recorrência de 25 anos para o cenário futuro, ocorrem à jusante da Estrada dos Bandeirantes. Além disso, há inundações recorrentes na Estrada Vereador Alceu de Carvalho a jusante da confluência do Rio Portão no Rio Vargem Grande.

Rio Vargem Pequena

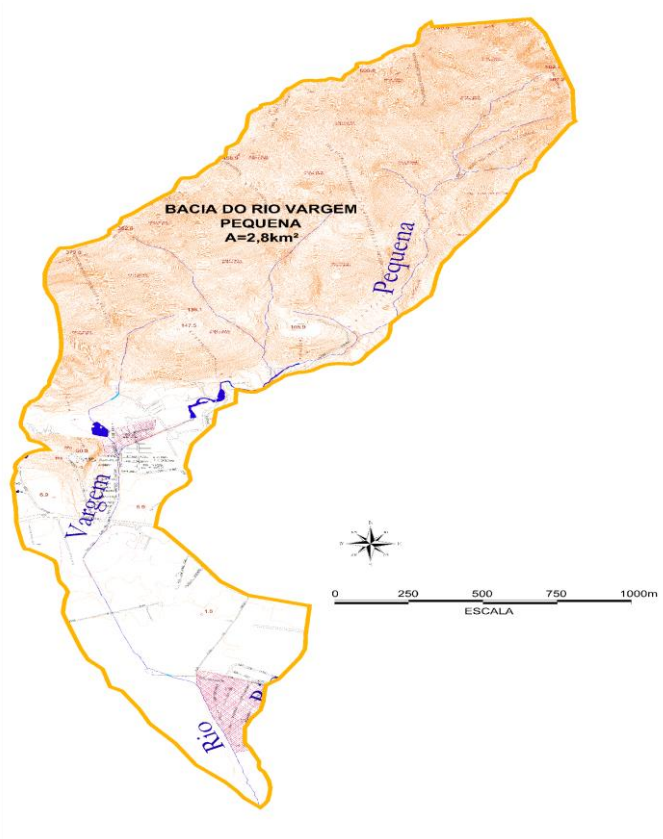


Figura 5-40 – Planta de Bacia Hidrográfica do Rio Vargem Pequena.

EXTENSÃO: 2,75 km² (bacia de captação) e 4,47 km (comprimento total do talvegue)

VAZÃO DE PROJETO: 16,10 m³/s

TR 10 anos de recorrência para verificação do afogamento da rede de microdrenagem afluente;

TR 50 anos de recorrência para verificação de extravasamentos da seção e análises das passagens sob as estruturas existentes.

Bacia do Rio Vargem Pequena

Tal como sua bacia vizinha, Vargem Grande, a bacia do Rio Vargem Pequena está localizada na Zona dos Canais, desaguando no Canal do Cortado, interligado à Lagoa de Jacarepaguá. Sua bacia está toda inserida no bairro de Vargem Pequena.

LOCAL COM RISCO DE INUNDAÇÃO

O ponto mais crítico registrado na bacia do rio da Vargem Pequena foi:

- Na Estrada dos Bandeirantes, próximo do Caminho da Capela e da Rua Claudino Jacoby.

RESUMO DO DIAGNÓSTICO:

O Rio Vargem Pequena deságua na margem esquerda do Canal do Portelo. Têm características de rio de baixada, com declividade média de 6,25 m/km. A montante do trecho da baixada, o rio passa a ter leito fluvial de encosta com declividade média acentuada de 280 m/km. O traçado se desenvolve em uma área pouco habitada, sujeita a alagamentos, não havendo obstáculos que possam

dificultar uma intervenção. Seu leito principal tem seção trapezoidal sem revestimento e o seu escoamento é subcrítico para toda a faixa de vazões estudadas.

Foram identificadas ao longo do curso existente três travessias de concreto, nas est. 80+9,00, 85+9,70 e 91+9,00 e uma vala na margem direita, na altura da est. 81+10,00.

Duas pontes cruzam o rio, a primeira na est. 42, em uma rua de acesso que atravessa o rio e a segunda na Estrada dos Bandeirantes, na altura da est. 65. Ambas as estruturas serão removidas devido às seções hidráulicas insuficientes.

O muro que acompanha a margem direita do rio entre as estacas 42 e 61 também está com remoção prevista.

PROPOSIÇÕES:

PROJETO:

A canalização foi projetada em seção trapezoidal sem revestimento até a estaca 65, com largura do fundo de 3,0 m e taludes de 1V:3H, e calha em seção retangular com largura de fundo variando de 3,5 a 6,0 m. O projeto prevê também seção trapezoidal revestida com Colchão Reno, com largura de fundo e taludes iguais ao trecho inicial. Os três degraus previstos possuem seção retangular revestida e se encontram nas estacas 47, 58 e 65+3,00.

O muro que acompanha a margem direita do rio entre as estacas 42 e 61 será removido, assim como as três travessias em conc

reto armado localizadas nas est. 80+9,00, 85+9,70 e 91+9,00. Estas passagens serão corrigidas e projetadas em seção retangular, fundo e paramento vertical revestidos.

Entre as estacas 41 e 72, as paredes do canal serão em aterro silto-argiloso ou argilo-arenoso (≈1,00m de espessura) e em areia fina e média pouco compacta. Nos 300 m iniciais deste trecho, ocorre areia fina e média pouco compacta também abaixo do fundo do canal e no restante, areia fina e média medianamente compacta, ou argila arenosa média, na fundação.

A partir da estaca 72 os taludes de escavação serão em aterro de areia fina e média pouco argilosa fofa, em areia fina e média fofa e/ou em argila arenosa, mole. O solo de fundação do canal compreenderá argila arenosa média, areia fina, média e grossa medianamente compacta (provável solo residual) e areia fina e média pouco compacta.

Uma ponte e uma travessia, localizadas nas estacas 42 e 48, respectivamente, serão removidas devido às seções hidráulicas insuficientes. Existe também a ponte da Estrada dos Bandeirantes, que cruza o traçado na altura da est. 65 e que não necessita de nenhuma intervenção.

Estão previstas no projeto faixas marginais para implantação de vias locais destinadas à manutenção da canalização, cuja execução deverá ser feita com a utilização de equipamento adequado. Deverão ser respeitados os afastamentos mínimos recomendados pelo estudo geológico-geotécnico quando da implantação dessas vias ao longo do canal.

Foram identificadas 20 unidades habitacionais passíveis de remoção durante o levantamento topográfico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O DIAGNÓSTICO

A bacia do Rio Vargem Pequena assim como a bacia do rio Vargem Grande, ela possui ocupação não consolidada atualmente, porém com previsão de crescimento para os próximos anos.

O presente estudo apresentou o diagnóstico do funcionamento da rede de macrodrenagem feito com base na identificação das áreas de inundação e inspeção da rede de macrodrenagem em campo, com registros fotográficos e entrevistas com moradores. Os dados de geometria e declividade de fundo, utilizados para a verificação hidráulica, foram obtidos no levantamento planialtimétrico do projeto 3-3-D-1715. Também foram simulados dois cenários – atual e futuro, de acordo com a previsão de alterações no uso e ocupação do solo na bacia que podem ocasionar alterações no escoamento superficial.

De acordo com a análise hidráulica, o rio passa a apresentar problemas de déficit de capacidade após a Estrada dos Bandeirantes na região baixa da bacia, quando as declividades diminuem e há um espraiamento do curso d'água, formando a área de várzea. Por isso, as seções dos trechos problemáticos apresentaram áreas muito menores que as do trecho a montante da estrada.

Na Estrada dos Bandeirantes há registros de inundações freqüentes, conforme levantado na inspeção em campo.

É preocupante a presença de moradias na zona "não-urbanizável", conforme limitação topográfica determinada por lei, como a Favela Palmares assentada em cotas inferiores a 2 metros.

Bacia do Rio Rainha

Figura 5-37 – Localização da bacia do Rio Rainha.

A bacia do rio Rainha possui 3,0 km^2, dos quais apenas 1,0 km^2 em área urbanizada e todo o restante em área de preservação ambiental. As áreas de cabeceira encontram-se preservadas e nas áreas mais baixas a urbanização encontra-se consolidada. Não há registros de inundações recorrentes nesta bacia. Seu canal tem início à jusante de duas barragens situadas no Parque da Cidade. O talvegue direciona-se para leste e corre paralelamente a Estrada Santa Marinha.

Sua área de drenagem abrange os bairros do Alto da Boa Vista, Gávea, Humaitá, Ipanema, Jardim Botânico, Lagoa, Leblon e Santa Teresa, localizados na Macrozona de ocupação controlada, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro.

A **Figura 5-37** apresenta a localização da bacia hidrográfica do Rio Rainha no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-38** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

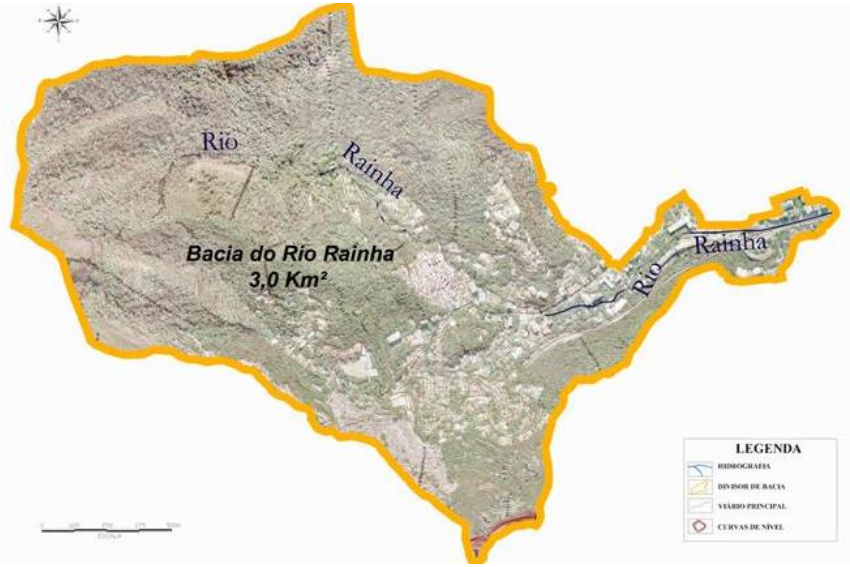


Figura 5-382 – Localização da bacia do Rio Rainha sobre foto aérea.

O Rio Rainha nasce na Ponta das Andorinhas, um dos picos da Serra da Carioca, no Maciço da Tijuca. Ele escoa através do Parque da Cidade e pelo bairro da Gávea até desaguar no Canal da Rua Visconde de Albuquerque, no Leblon. Anteriormente, o deságue do Rio Rainha se dava diretamente na Lagoa Rodrigo de Freitas. Com as obras de canalização dos rios da Serra da Carioca, na década de 1920, foi implantado o sistema de canais da bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas, e o Rio Rainha teve o seu curso alterado para desaguar nesse sistema, composto pelos canais do Jóquei e da Av. Visconde de Albuquerque, no Leblon, que são interligados à Lagoa Rodrigo de Freitas e ao oceano.

No trecho inicial, o canal possui declividade acima de 8% e geometria variável, alternando trechos em canal natural, trechos em concreto e trechos em pedra argamassada. A largura do canal varia entre 2,3 m e 5,0 m e a sua altura entre 1,5 m e 2,0 m aproximadamente.

A jusante da travessia da Rua Marquês de São Vicente, o canal possui declividade menos acentuada, acima de 2,6% e geometria trapezoidal com fundo pedregoso. A base e a altura do canal são bastante variáveis, possuindo entre 3,0 m e 2,5 m aproximadamente.

Ao final deste trecho o curso d'água escoa em um trecho em galeria circular com 2,3 m de diâmetro até retornar ao canal aberto na Avenida Padre Leonel França. Este trecho possui geometria retangular, estrutura de concreto, base de 4,0 m e altura de 3,5 m. Em seguida, o escoamento passa a ocorrer em uma galeria retangular com aproximadamente 4,0 m de largura, 2,9 m de altura e declividade de 0,0050 m/m até o desemboque no canal da Rua Visconde de Albuquerque.

Locais com risco de inundação

A bacia do Rio Rainha não apresenta pontos de inundação frequentes, conforme verificado, tanto nos registros existentes na Rio-Águas, quanto nos levantamentos de campo realizados. Isso se deve ao fato da maior parte do seu curso estar na área do Parque da Cidade e no interior do Campus da PUC, com boa preservação das margens e da mata ciliar. No trecho de baixada, no entanto, os estudos hidráulico-hidrológicos revelaram insuficiência da rede em um

pequeno trecho em galeria, em frente a PUC, na travessia sob a Av. Padre Leonel França.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Rainha

A partir do estudo diagnóstico realizado foram identificados os seguintes problemas de macrodrenagem na bacia do Rio Rainha:

- Déficit de capacidade hidráulica em uma travessia, localizada no trecho de baixada, em frente ao campus da PUC, na Av. Padre Leonel França;
- Risco de erosão e assoreamento, decorrente da propensão da bacia ao carreamento de sedimentos durante a ocorrência de cheias rápidas, devido às fortes declividades da área de cabeceira.
- Risco iminente de expansão da Comunidade Vila Parque da Cidade em direção à margem direita do Rio Rainha, a montante da Estrada Santa Marinha, comprometendo as margens do curso d'água e a condição atual de permeabilidade, amortecimento e formação de sedimentos na bacia.

Para o tratamento quantitativo do único trecho de déficit, na travessia em na Av. Padre Leonel França, justifica-se a abertura dessa travessia de modo a garantir seção hidráulica compatível com o trecho a jusante.

Com relação ao risco de erosão e consequente assoreamento, por se encontrarem em área de preservação no Parque da Cidade, as cabeceiras da bacia apresentam uma proteção natural contra o carreamento de sedimentos para a calha do rio durante as tormentas de maior intensidade. Além disso, as estruturas existentes na bacia do Rio Rainha, compostas de duas barragens no trecho dentro do Parque da Cidade e estruturas de dissipação (degraus) ao longo dos trechos no Parque da Cidade e no interior do Campus da PUC, desde que bem conservadas, desaceleram os escoamentos nos trechos de maior declividade. Recomenda-se, portanto, a manutenção permanente dessas estruturas, de modo a garantir o seu bom funcionamento.

Tabela 5-23 apresenta as intervenções recomendações para a bacia hidrográfica. A **Figura 5-39** apresenta a localização das intervenções sobre mapa da bacia e a **Tabela 5-24** apresenta o custo das intervenções propostas.

Com relação ao risco de expansão da ocupação irregular na Comunidade Vila Parque da Cidade, é preciso que haja o controle efetivo no sentido de evitar que sejam desmatadas mais áreas de mata ciliar e ocupada à região na margem direita do Rio Rainha, a montante da Estrada Santa Marinha. O aumento dessa ocupação acarretaria em maior risco de erosão das margens, hoje preservadas pela floresta no interior do Parque da Cidade, em risco à vida humana, pela ocupação desordenada das áreas ribeirinhas e na alteração da condição de permeabilidade na bacia, alterando também as vazões de projeto no curso d'água.

Há um grupo de trabalho formado por membros de Clube de Engenharia e a Fundação Rio-Águas que estuda a viabilidade da alternativa composta pela inserção do Tunel Extravasor no sistema de manejo de águas pluviais das bacias hidrográficas do rio Rainha e rio dos Macacos .

Tabela 5-23 – Características das Intervenções propostas na bacia do Rio Rainha.

INTERVENÇÕES RECOMENDADAS NA BACIA DO RIO RAINHA	
AMPLIAÇÃO DE TRAVESSIA	**CARACTERÍSTICAS**
Adequação hidráulica da galeria existente em frente o Campus da PUC, a montante da Av. Padre Leonel França	Seção retangular: Base = 4,0 m; Altura = 2,8 m; I = 0,0045 m/m (geometria da seção-tipo a jusante)
CONTROLE DA OCUPAÇÃO DAS MARGENS	
Controle da expansão da Comunidade Vila Parque da Cidade, às margens da Estrada Santa Marinha, em risco iminente de crescimento em direção à margem direita do Rio Rainha, a montante da travessia sob esta via.	
MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS EXISTENTES DE CONTENÇÃO DE VELOCIDADES	
Manutenção constante das estruturas existentes nos trechos alto e médio do Rio Rainha, para a contenção de velocidades, que consistem de barragens de pequeno porte no interior do Parque da Cidade, além de degraus de dissipação de energia ao longo de todo o curso, no Parque da Cidade e Campus da PUC.	

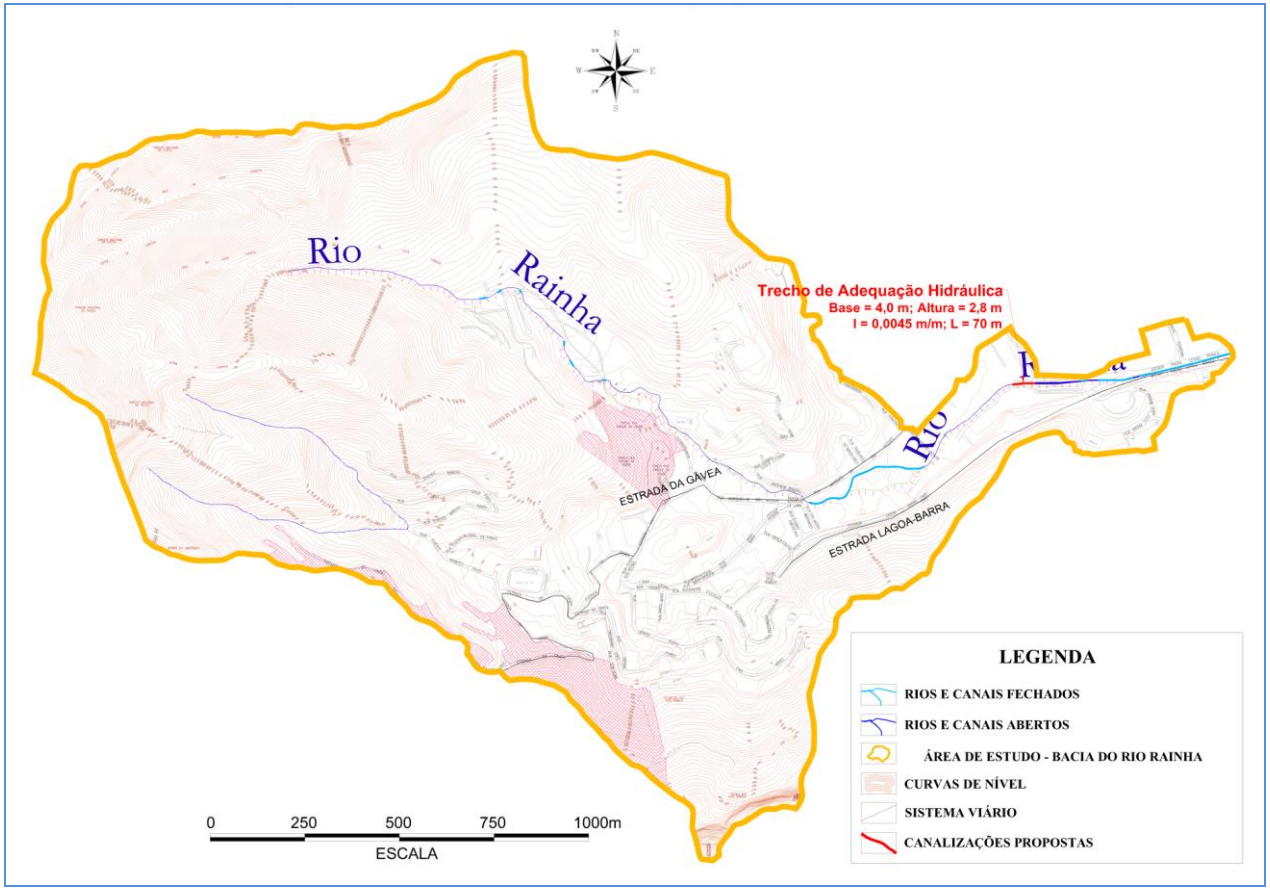


Figura 5-39 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio Rainha.

Tabela 5-24 – Intervenções propostas na Bacia do Rio Rainha – Canalizações.

BACIA DO RIO RAINHA						
CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	TRECHO	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	CAPACIDADE PROJETADA (m^3/s)	TIPO: ADEQUAÇÃO, AMPLIAÇÃO, REFORÇO, SUBSTITUIÇÃO, DERIVAÇÃO, DESVIO	SEÇÃO
Rio Rainha	Ra-11	Galeria a montante da Av. Ped. Leonal Franca	70	35.0	Adequação da galeria existente	Base = 4,0 m; H = 2,8 m; revest. Concreto
TOTAL CANALIZAÇÕES			70.0			
TOTAL CANALIZAÇÕES						

Bacia do Rio dos Macacos

Figura 5-40 – Localização da bacia do Rio dos Macacos.

A bacia hidrográfica do Rio dos Macacos drena uma área de 9,4 km², sendo a principal bacia contribuinte da Lagoa Rodrigo de Freitas. Sua área de drenagem abrange parcialmente os bairros do Alto da Boa Vista, Jardim Botânico e Lagoa, localizados na Macrozona de ocupação controlada, segundo Plano Diretor de desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro.

Ao todo, a bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas drena uma área de 23,5 km², e abrange os bairros do Alto da Boa Vista, Gávea, Humaitá, Ipanema, Jardim Botânico, Lagoa e Leblon.

A **Figura 5-40** apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio dos Macacos no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-41** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

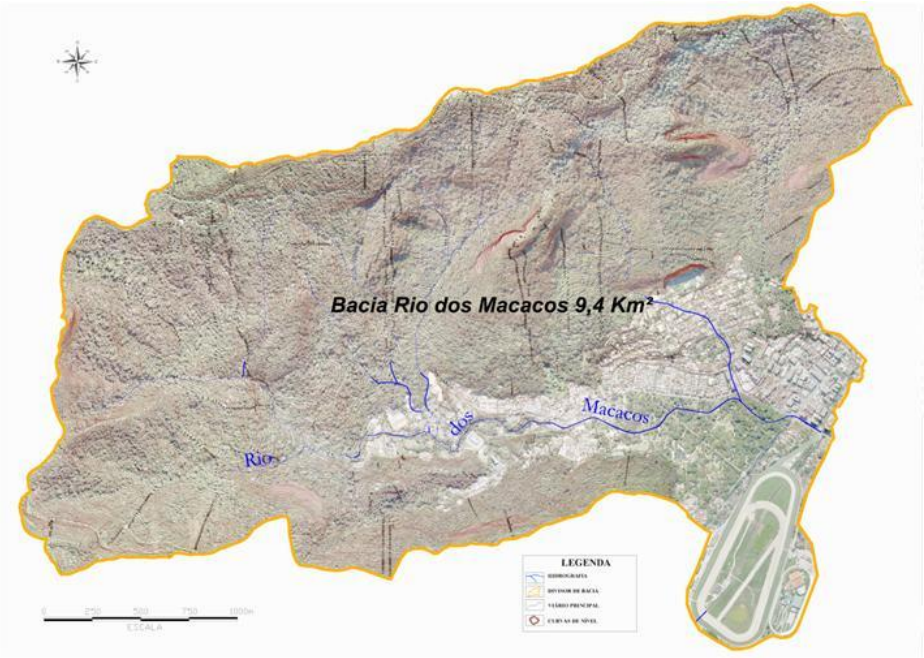


Figura 5-41 – Localização da Bacia do Rio dos Macacos sobre foto aérea.

O Rio dos Macacos, assim como vários de seus afluentes, nasce na Serra da Carioca, integrante do Parque Nacional da Tijuca, importante Unidade de Conservação Federal. O canal tem início junto do Horto Florestal do Jardim Botânico e segue em direção ao sul paralelamente a Rua Pacheco Leão.

Neste trecho inicial, o canal possui geometria variável, fundo pedregoso e margens com trechos de vegetação e outros com paredes em concreto e

alvenaria pertencentes aos muros de construções lindeiras. Essa tipologia de canal se estende até o início do Jardim Botânico, próximo à Aleia Frei Veloso, onde o canal possui geometria retangular com fundo e paredes com pedras argamassadas. Nota-se nesse trecho a presença de degraus ao longo do canal e pequenas bacias de amortecimento que visam diminuir a velocidade do escoamento.

Na área do Jardim Botânico o canal é raso com profundidade média de 1,5 m, geometria retangular, com paredes em concreto, largura variável entre 3,8 m e 5,0 m e declividade média de 0,0062 m/m. O curso d'água principal possui um canal de derivação, que direciona parte das águas, atravessando o Jardim Botânico e desembocando no canal do Jockey.

Ao chegar próximo ao cruzamento entre a Rua Pacheco Leão e a Rua Jardim Botânico, o rio passa a escoar em galeria até encontrar o canal aberto da Rua General Garzon. Este trecho de canal possui seção trapezoidal com base de 4,0 m, profundidade 2,5 m, sofrendo a influência do nível da Lagoa Rodrigo de Freitas e recebendo ainda as contribuições do canal da Av. Lineu de Paula Machado e do canal do Jockey Club.

Locais com risco de inundação

Embora na maior parte de seu trajeto o Rio dos Macacos escoe em áreas de preservação, como o Parque Nacional da Tijuca, o Horto Florestal e o Jardim Botânico, existem pequenos trechos de canal em meio de quadra e ao longo de vias onde ocorre inundação localizada.

O primeiro deles ocorre a montante do Jardim Botânico, em um trecho onde o canal escoa em meio de quadra, entre a Rua Pacheco Leão e a Estrada do Grotão, na altura da Rua Marquês de Sabará. Nesse trecho, de aproximadamente 600 m de extensão, há ocupação irregular das margens e construções imediatamente adjacentes às paredes do canal, e são observadas inundações recorrentes.

Outro ponto frequente de inundações ocorre no entroncamento da Rua General Garzón com a Av. Lineu de Paula Machado. Neste trecho, o canal do Rio dos Macacos conflui com o seu principal afluente, o Rio Cabeça, e com o Canal do Jóquei, canal de declividade nula e fluxo reversível conforme os níveis d'água na Lagoa e no Oceano.

Os pontos mais críticos de inundação identificados foram:

- Rua Von Martius;
- Rua Pacheco Leão entre o número 650 (aprox.) e a Rua Jardim Botânico;
- Rua Visconde de Carandaí;
- Rua 86;
- Rua Jardim Botânico entre a Associação de Amigos do Jardim Botânico e a Rua Lopes Quintas;
- Rua General Garzon;
- Avenida Lineu de Paula Machado entre a Rua General Garzón e a Rua Saturnino de Brito.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Macacos

O conjunto de intervenções recomendado para bacia do Rio dos Macacos considerou tanto a adequação hidráulica dos escoamentos quanto a proteção da rede de drenagem contra erosão e assoreamento. Também procurou garantir uma margem de segurança no trecho final, na Rua General Garzón, já que este está sujeito a fatores externos à bacia que podem contribuir para a formação de inundações nesse importante eixo viário da cidade.

Deste modo, visando atender às diversas condicionantes da macrodrenagem na bacia, considera-se que a alternativa que melhor se adéqua aos objetivos combina medidas de reservação com adequação de calha. A implantação do Reservatório RMC-1 se justifica, tanto do ponto de vista quantitativo, para a adequação dos escoamentos, quanto do ponto de vista qualitativo, para a retenção dos sedimentos advindos das ondas de cheia durante tormentas de maior intensidade, evitando assim que se acumulem nos canais de macrodrenagem na região de baixada. Esse reservatório possibilitará aos trechos de canal a jusante, o atendimento às vazões de projeto, até o limite da Rua Jardim Botânico, evitando, desse modo, dispendiosas intervenções na calha no interior do Jardim Botânico. O trecho a montante do Jardim Botânico, no entanto, é afetado pela ocupação irregular dar margens e carece de medidas sociais para garantir a segurança da população que ali reside, em condições de risco, bem como a proteção das margens e calha do curso d'água.

A **Tabela** 5-25 apresenta as intervenções recomendadas na Bacia Hidrográfica. A **Figura 5-42** apresenta a localização das intervenções propostas sobre o mapa da bacia hidrográfica e a Tabela 5-26 apresenta o custo das intervenções.

Tabela 5-25 – Características das Intervenções recomendadas na Bacia do rio dos Macacos.

INTERVENÇÕES RECOMENDADAS NA BACIA DO RIO DOS MACACOS			
OBRA PONTUAL	**CARACTERÍSTICAS**		
Adequação hidráulica do vertedor lateral no canal do Jardim Botânico.	Largura da soleira = 5,0 m; Altura do vertedor = 1,5 m e Capacidade = 10,0 m^3/s		
Adequação hidráulica do canal junto à Rua General Garzón (Projeto Rio-Águas 3-3-D-2797).	Largura = 8,0 m, Altura = 2,70 m, Declividade de 0,0025 m/m e Capacidade de 82,5 m^3/s.		
RESERVATÓRIOS DE AMORTECIMENTO	**CARACTERÍSTICAS**		
	Volume [m^3]	**Tipologia**	**Local**
RMc-1 - HORTO FLORESTAL	88.000	On-line, aberto	Rua Pacheco Leão (antiga represa)

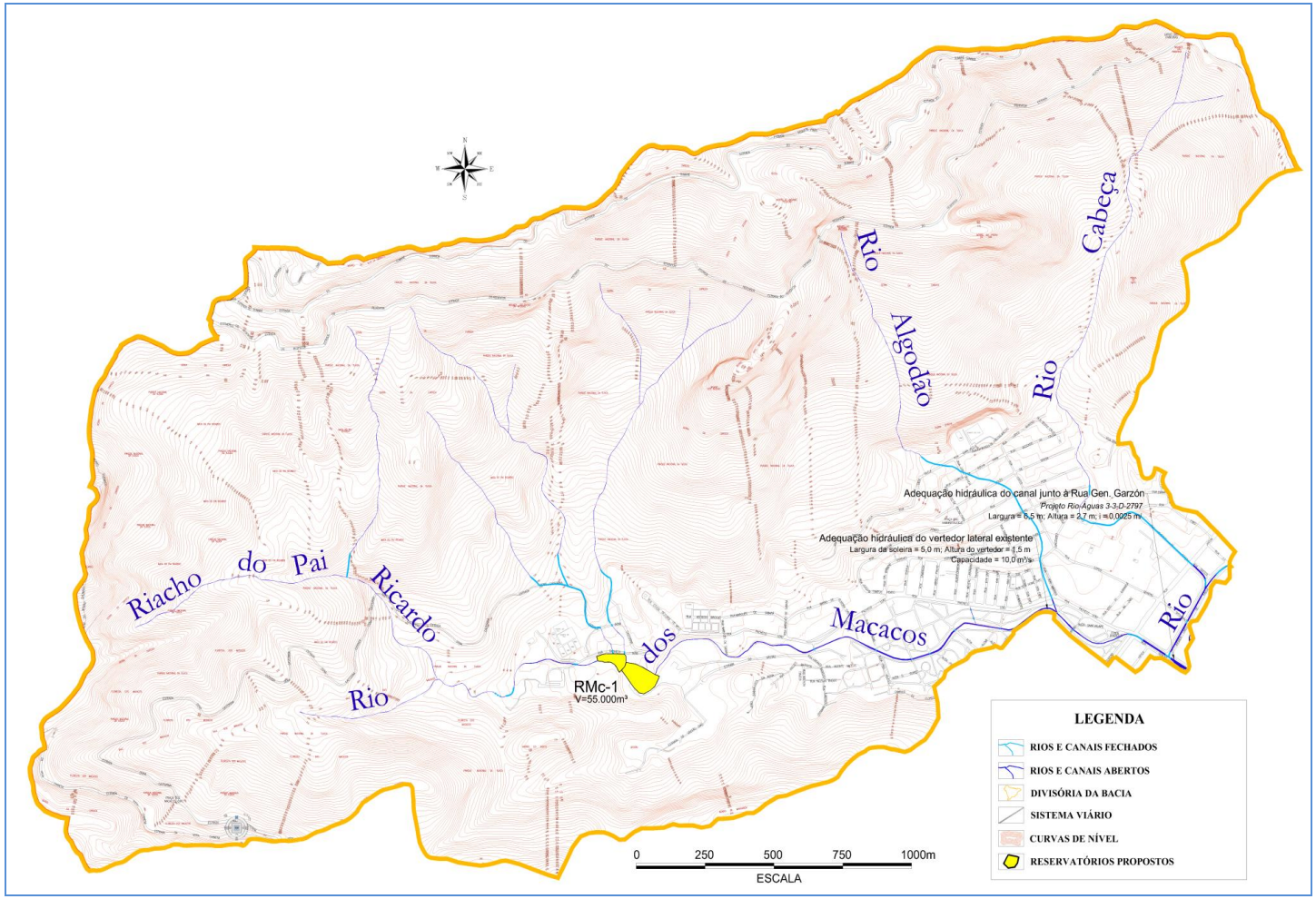


Figura 5-42 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio dos Macacos.

Tabela 5-26 –Intervenções propostas na bacia do Rio dos Macacos – Reservatórios e canalizações.

BACIA DO RIO MACACOS								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	**NOME**	**CURSO D'ÁGUA**	**ENDEREÇO**	**TIPO**	**ÁREA DE DRENAGEM TOTAL km²**	**ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL km²**	**H (m)**	**VOLUME (m³)**
RMC-1	HORTO FLORESTAL	Rio dos Macacos	Rua Pacheco Leão (Próx. À Estrada da Castorinha)	On-line, aberto	3,40	3,40	10,0	55.000
TOTAL RESERVATÓRIOS								**55.000**
CANALIZAÇÕES								
CURSO D'ÁGUA		**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)**	**TIPO: ADEQUAÇÃO, AMPLIAÇÃO, REFORÇO, SUBSTITUIÇÃO, DERIVAÇÃO, DESVIO**	**SEÇÃO**	
Rio dos Macacos		Mc-027 a Mc-055	Canal aberto ao longo do Jardim Botânico	520	10,0	Reforço (vertedor lateral no canal do Jardim Botânico)	Base = 4,5 m; H = 1,5 m; revest. Concreto	
TOTAL CANALIZAÇÕES				**520,0**				
TOTAL CANALIZAÇÕES + RESERVATÓRIOS								

Bacia do Rio Banana Podre – contribuinte à baía de Guanabara

Figura 5-43 – Localização da bacia do Rio Banana Podre.

A bacia do rio Banana Podre têm área de drenagem de 1,85 km², tendo como limites: ao norte a bacia do rio Carioca; a Leste a Baía da Guanabara; ao sul e oeste a bacia da Urca e de Copacabana. Drena o bairro de Botafogo localizado na Macrozona de ocupação controlada, de acordo com o plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável.

O único curso d'água da bacia hidrográfica é o próprio Rio Banana Podre que deságua na Baia da Guanabara.

A **Figura 5-43** apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Banana Podre no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-44** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

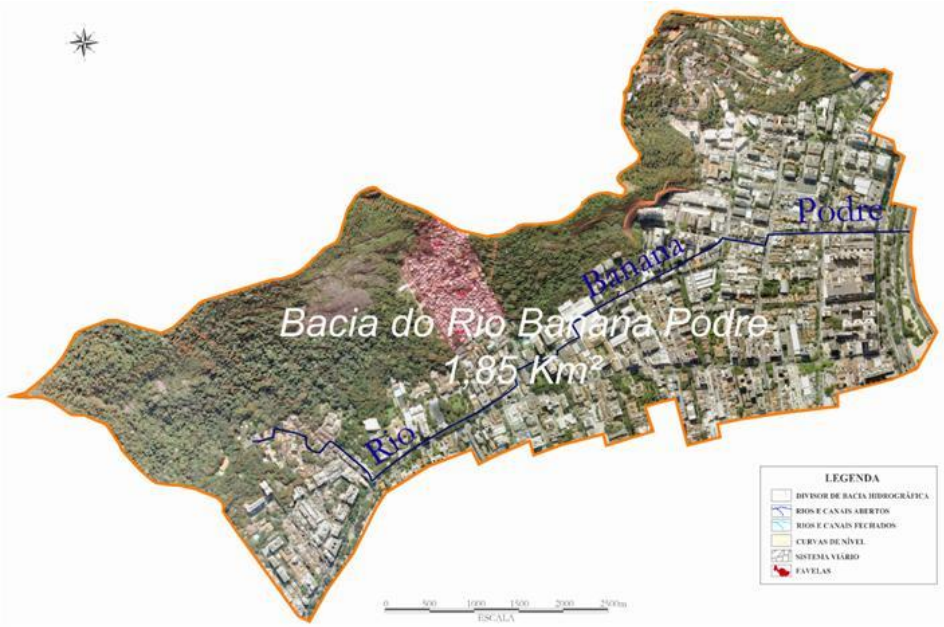


Figura 5-44 - Localização da Bacia do Rio Banana Podre sobre foto aérea.

O Rio Banana Podre nasce nas encostas que se erguem em direção ao Morro do Corcovado e ao Morro Dona Marta, descendo pela Rua Alfredo Chaves até atingir a Rua São Clemente. Atravessa a região norte de Botafogo até desaguar no mar. Trata-se de um curso inteiramente canalizado. Dos 1,85 km² que compõem a área de drenagem, a maior parte já se encontra urbanizada, estando as cabeceiras nas cotas acima de 60,0 m. que por disposição legal não pode ser ocupada.

Locais com risco de inundação

A **Figura 5-45** apresenta os locais identificados como sob risco de inundação.

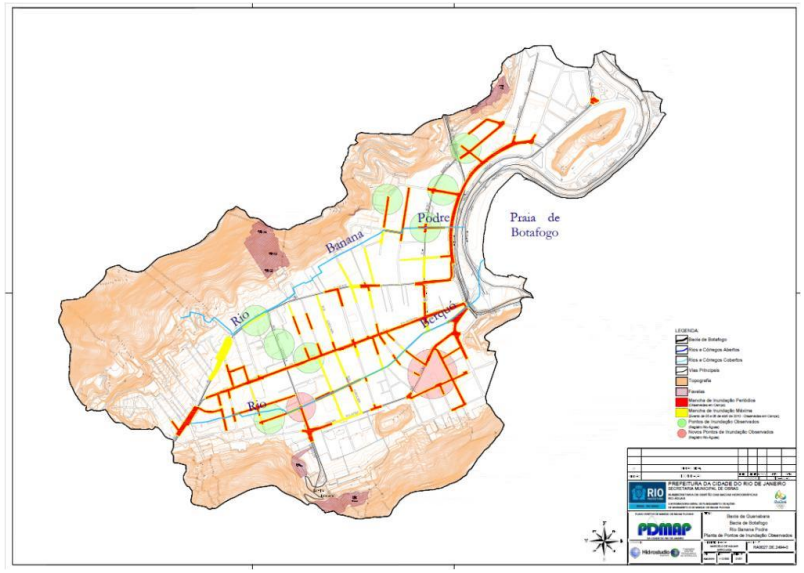


Figura 5-45 – Locais com risco de inundação na Bacia do Rio Banana Podre.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Banana Podre

1) Implantação de galerias de reforço paralelas a existente - readequação da capacidade hidráulica;

2) Reservatório de amortecimento de "pé de morro" → controle de flash-floods e retenção de sedimentos.

A **Figura 5-** apresenta a localização das intervenções propostas no Mapa da bacia hidrográfica e a **Tabela 5-27** o custo das intervenções.

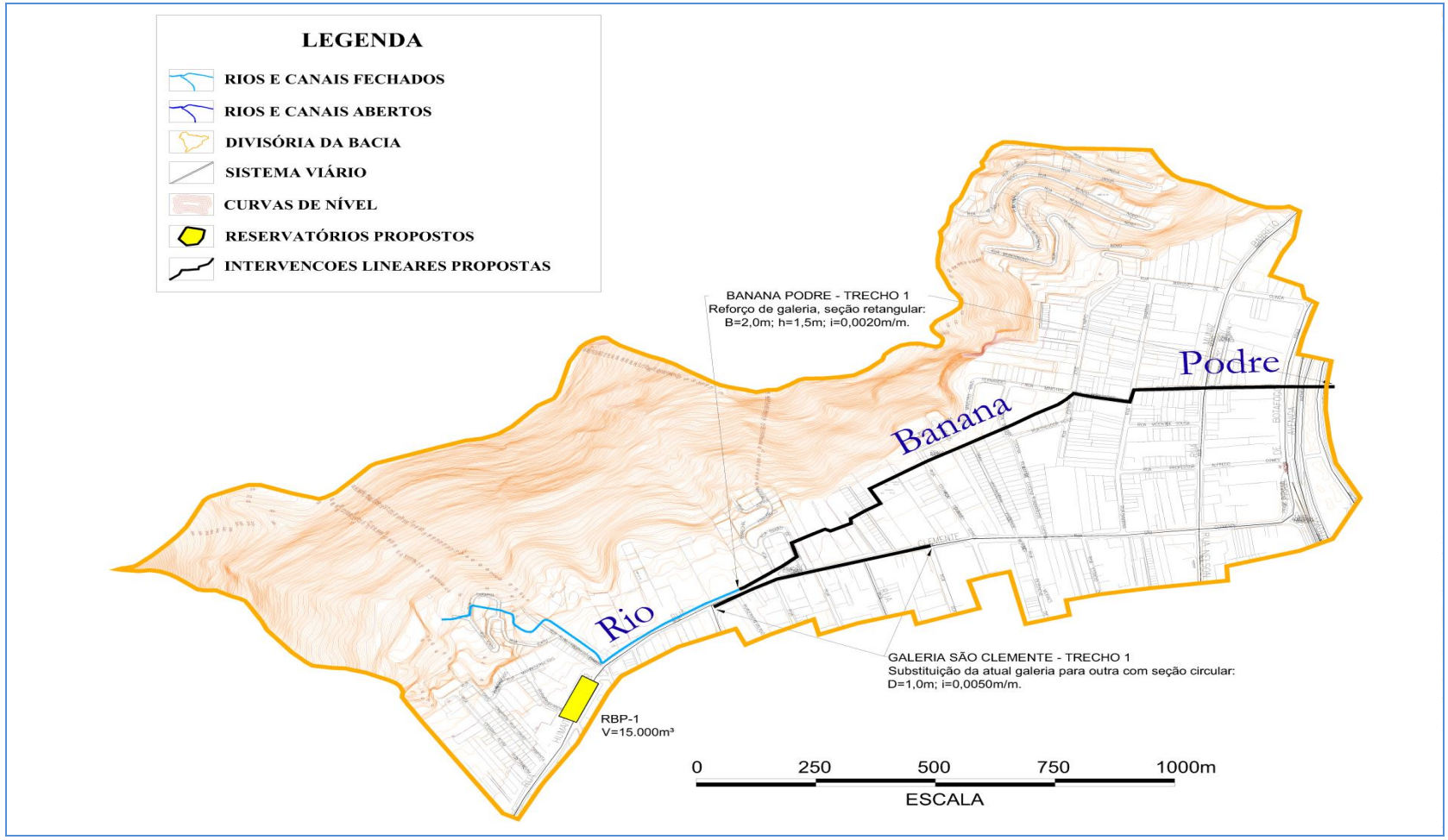


Figura 5-50 – Mapa de localização das Intervenções propostas na Bacia do Rio Banana Podre.

Tabela 5-27 – Intervenções propostas na bacia do rio Banana Podre – Reservatórios e Canalizações.

BACIA DO RIO BANANA PODRE								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL Km²	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL Km²	H (m)	VOLUME (m³)
RBP-1	LARGO DOS LEÕES	Rio Banana Podre	Largo dos Leões	Off-line, fechado	0,40	0,40	4,0	15.000
TOTAL RESERVATÓRIOS								**15.000**
CANALIZAÇÕES								
CURSO D'ÁGUA		TRECHO	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)	TIPO: ADEQUAÇÃO, AMPLIAÇÃO, REFORÇO, SUBSTITUIÇÃO, DERIVAÇÃO, DESVIO	SEÇÃO	
Galeria rio Banana Podre		Trecho 1	Galeria Rio Banana Podre	1500	4,6	Galeria de reforço	Seção retangular; base = 2,0m; H = 1,5m; i=0,0020m/m	
Galeria Rua São Clemente		Trecho 1	Galeria Rua São Clemente	470	1,3	Galeria de reforço	Seção circular; D = 1,0m; i=0,0050m/m	
TOTAL CANALIZAÇÕES				**1.970,0**				
TOTAL CANALIZAÇÕES + RESERVATÓRIOS								

Bacia do Rio Berquó - contribuinte à baía de Guanabara

EXTENSÃO: Trecho com 2,39 Km.

VAZÃO DE PROJETO/TR: Não há dados.

RESUMO DO DIAGNÓSTICO:

A partir dos dados de cadastro não foi possível identificar possíveis irregularidades como insuficiência de calha, obstrução e estado estruturais das galerias, assoreamento, etc.

CARACTERÍSTICAS DO PROJETO:

A Bacia do Rio Berquó possui uma área de aproximadamente 2,46 km², e fica situada nos bairros do Humaitá e Botafogo tendo seu deságue na Baía de Guanabara.

O Projeto 33-D-001955, de abril de 2002, mostra galerias existentes e projetadas num trecho sob as ruas Pinheiro Guimarães, Visconde Silva, Visconde de Caravelas, Gal. Cornélio de Barros e Conde de Irajá, compreendido entre a Rua Visconde Silva 144 e a Rua Real Grandeza.

O trecho sob a Rua Visconde e Silva possui galeria circular do número 144 até o cruzamento com a Rua Conde de Irajá com diâmetros variando de 0,6 m, no número 144, até 1 m, próximo ao cruzamento. Após o cruzamento a galeria passa a ser retangular tendo 2,0 m de base e 1,2 m de altura.

Trecho sob a Rua Pinheiro Guimarães entre o número 150 e o cruzamento com a Rua Cornélio de Barros, galeria circular com diâmetro variando de 0,4 m, próximo ao número 150; e 0,8 m, próximo ao cruzamento.

Trecho sob a Rua Gal. Cornélio de Barros galeria circular com 0,8 m de diâmetro.

Trecho sob a Rua Visconde de Caravelas, entre a Rua Capitão Salomão e a Rua Conde de Irajá, galeria retangular tendo 1,5 m de base e 1,0 m de altura.

Trecho sob a Rua Conde de Irajá entre a Rua Visconde de Caravelas e a Rua Visconde Silva, galeria retangular possuindo 1,7 m de base e 1,2 m de altura.

Bacia do Rio Carioca - contribuinte à baía de Guanabara

EXTENSÃO: Trecho com 7,26 Km.

VAZÃO DE PROJETO/TR: Não há dados.

RESUMO DO DIAGNÓSTICO:

A partir dos dados de cadastro foi possível identificar possíveis irregularidades como insuficiência de calha, obstrução e estado estruturais das galerias, assoreamento, etc.

CARACTERÍSTICAS DO PROJETO:

A Bacia do Rio Carioca possui uma área de aproximadamente 7,72 km², e fica situada nos bairros do Cosme Velho, Laranjeiras e Flamengo, tendo seu deságue na Baía de Guanabara.

O Projeto 33-D-01330 implantado, com data de 1993, compreende o trecho canalizado sob a Rua Cosme Velho e a Rua das Laranjeiras, entre a Ladeira da Escurra e a Rua Ipiranga. De acordo com o projeto existem duas galerias neste trecho, uma galeria circular de tijolo maciço e pedra argamassada, localizada no lado par da rua; e uma galeria retangular de concreto, mais recente, de dimensões variando de 4,0 m x 2,5 m e 2,5 m x 2,0 m, no lado esquerdo da rua.

O Projeto 33-D-00317 de 1977, visava à implantação de uma galeria retangular em concreto e pedra argamassada possuindo 3,0 m de base e 2,5 m de altura na

área destinada ao Terminal Rodoviário Urbano, situado na esquina entre a Rua Cosme Velho e a Ladeira da Escurra.

O Projeto 33-D-001217 de 1991, implantado, compreende o trecho da galeria de cintura da praia do Flamengo. De acordo com o Projeto este trecho possui galeria retangular com medidas variando de 1,8 m x 1,9 m a 2,5 m x 2,5 m. Mostra ainda a chagada do Rio Carioca em uma seção de concreto tendo 5,45 m de base e 4,0 m de altura.

Figura 5-46 – Localização da Bacia do Rio Carioca sobre foto aérea.

Macrorregião de Sepetiba

Bacia do Piraquê–Cabuçu

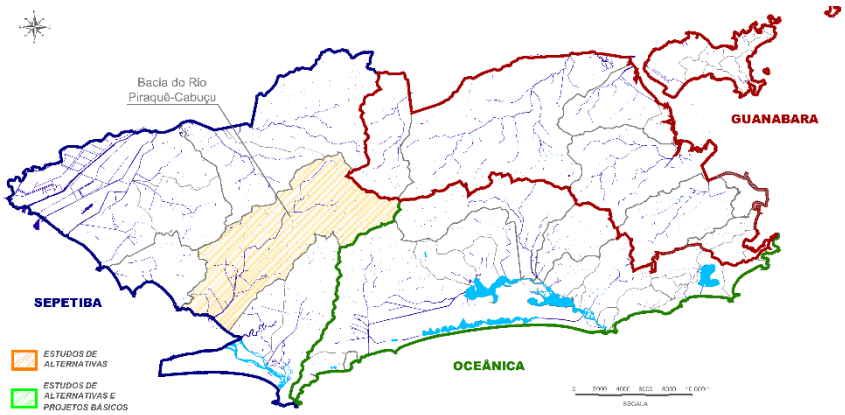


Figura 5-47 – Localização da Bacia do Piraquê–Cabuçu.

A bacia do rio Piraquê-Cabuçu está localizada na região Oeste do município do Rio de Janeiro, sendo contribuinte da Baía de Sepetiba.

Percorre os bairros da zona Oeste do município: Senador Vasconcelos, Campo Grande e Guaratiba, alem de Senador Camará, Santíssimo e Pedra de Guaratiba, inseridos na macrozonas de ocupação assistida e ocupação condicionada conforme definido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

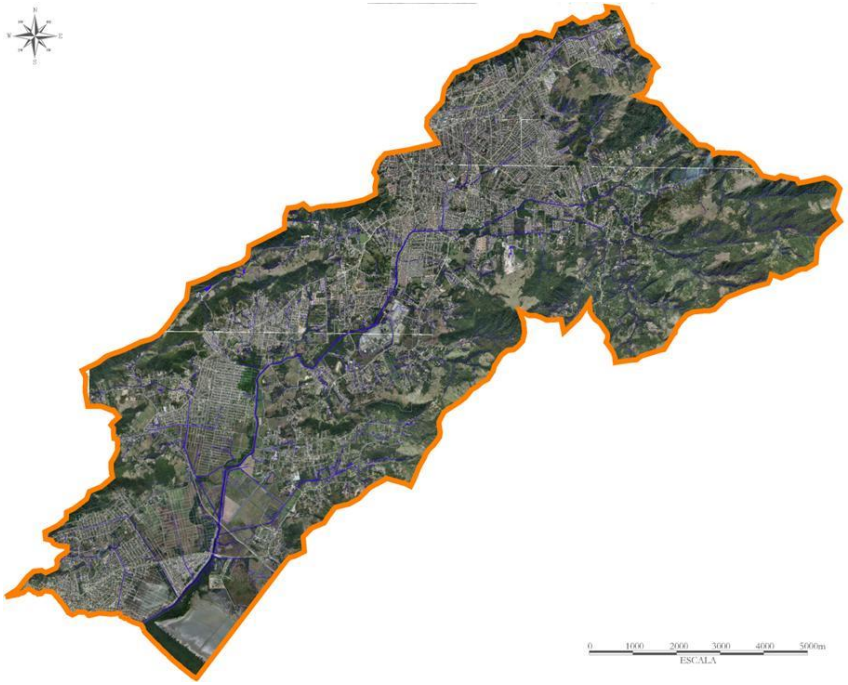


Figura 5-48 – Localização da Bacia do Piraquê-Cabuçu sobre foto aérea.

O rio Piraquê-Cabuçu nasce na Serra do Lameirão, no Parque Estadual da Pedra Branca e drena uma área de 108 km², ao longo de um talvegue de 23 km até desaguar na Baía de Sepetiba.O trecho inicial do Curso d'água é denominado Rio Cabuçue escoa por um canal de concreto ao longo da Rua Artur Rios e das Avenidas Dom Sebastião I e Belmiro Valverde. Este trecho apresenta duas importantes travessias, sob a Estrada do Cabuçu e Rua Olinda Elis. A jusante desta última, o rio Cabuçu recebe, pela margem esquerda, o Rio Cabuçu Mirim, que drena uma área de aproximadamente 2,2 km² no bairro de Campo Grande, por meio de um canal de concreto ao longo da Av. Mariana.

Após essa confluência o Rio Cabuçu segue canalizado por um trecho de aproximadamente 1500 m, até a confluência, pela margem esquerda, do Rio da Prata do Cabuçu, que drena uma bacia de 30 km², no bairro de Campo Grande. A partir deste ponto, o rio Cabuçu segue em canal natural por cerca de 3.500 m, abrangendo toda a extensão da Av. Guarabu da Serra, no bairro de Campo Grande até a travessia sob a Estrada do Mato Alto, limite dos bairros de Campo Grande e Guaratiba. Após esta travessia, o rio segue em curso natural entre áreas de vegetação e pastagens, até a travessia sob a Estrada do Rio Aterrado, a partir da qual passa a ser denominado Rio Piraquê.

O rio Piraquê segue em curso natural, por cerca de 4.000 m, ao longo de um trecho parcialmente urbanizado, onde recebe, pela margem esquerda, o rio Consulado e, pela margem direita, o Rio dos Porcos, até a travessia sob a Av. das Américas.

O trecho entre a Av. das Américas e a Estrada da Matriz é caracterizado pela confluência com o Valão das Cinzas, na margem esquerda, e pela ocupação irregular da margem direita, ao longo da via chamada "Rua Capelinha". Essa ocupação se intensifica a jusante da Estrada da Matriz, até o canal do Jardim Garrido, já no limite da área alagada na região da foz do Rio Piraquê. O trecho final, em área alagada, estende-se, por cerca de 1 km, entre o canal do Jardim Garrido e a baía de Sepetiba.

Locais com risco de inundação

As áreas de risco de inundação foram identificadas com base nos pontos de inundação registrados pela Fundação Rio-Águas. As informações foram posteriormente confirmadas em campo, nas entrevistas com a população e nas marcas de enchente observadas nas edificações.

As principais áreas de inundação identificadas são:

- Bairro Jardim Maravilha, em Guaratiba, situado na margem direita do rio Piraquê, entre a Estrada do Rio Aterrado e Avenida das Américas.
- Trecho de ocupação irregular na margem direita do rio Piraquê, entre a Avenida das Américas e Estrada da Matriz.

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Piraquê-Cabuçu

São propostas para a bacia do Piraquê-Cabuçu as intervenções que combinam reservação com reforço de capacidade hidráulica.

- Reservação, a fim de adequar as vazões afluentes à capacidade hidráulica da calha, nos trechos onde o curso d'água encontra-se consolidado, com avenidas marginais ou construções, onde o aumento de capacidade implicaria em desapropriações onerosas e/ou inviáveis;
- Adequação de calha, com implantação de via parque marginal para prevenir contra futuras invasões, nos trechos onde o canal encontra-se em calha natural, ainda sem urbanização marginal, e cuja margem encontra-se em risco de ocupação irregular;
- A implantação de vias parque também foi recomendada como medida de proteção das áreas baixas não urbanizáveis (cotas inferiores a 2 m), em conjunto com medidas fiscalizadoras que garantam a preservação dessas áreas, bem como das cabeceiras com cotas superiores a 60 m.

A **Figura 5-49** apresenta a localização das intervenções na planta da bacia hidrográfica e a **Tabela 5-28** o custo das intervenções propostas.

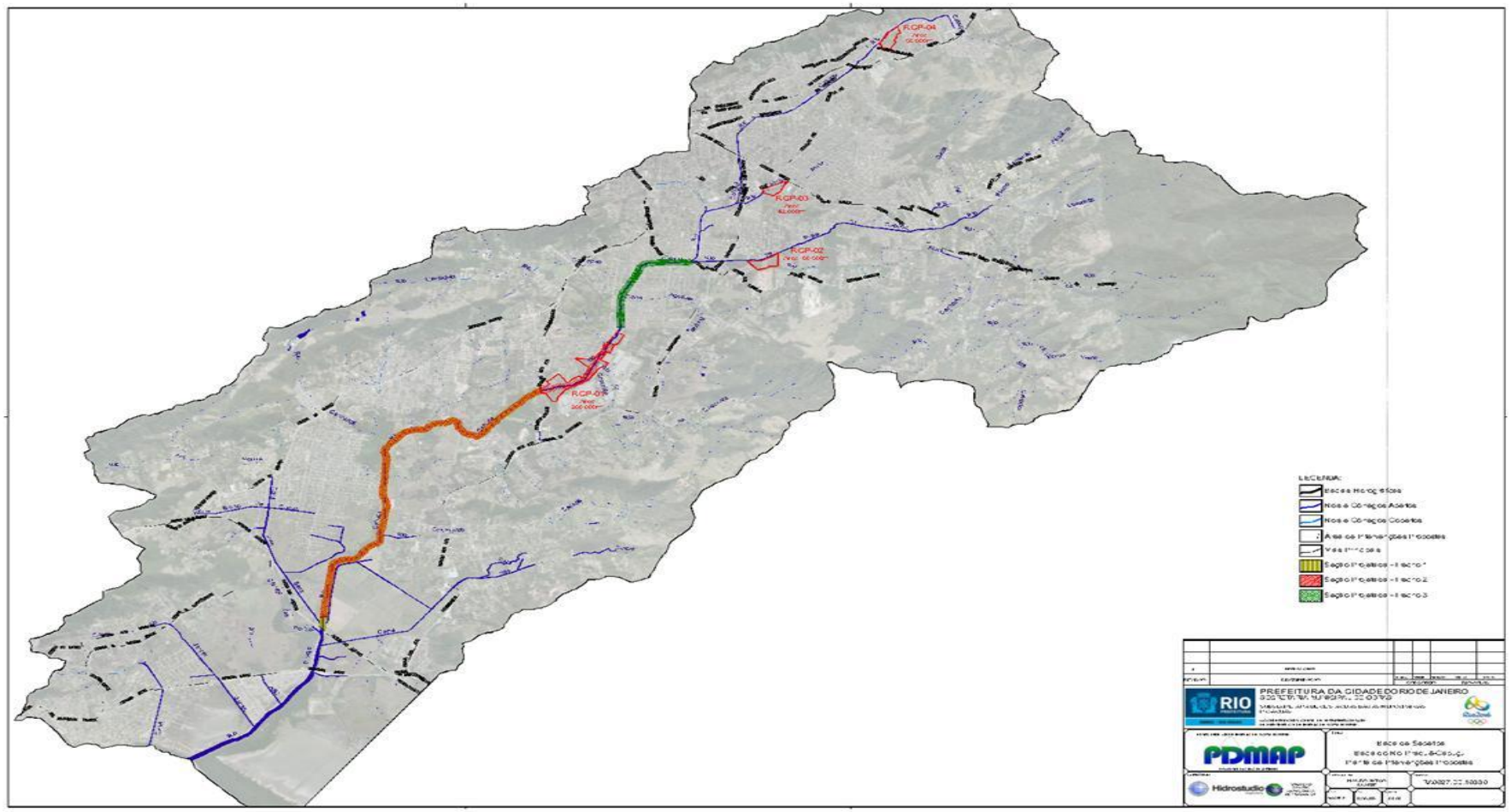


Figura 5-49 – Mapa de localização das Intervenções propostas na Bacia do rio Piraquê-Cabuçu.

Tabela 5-28 – Intervenções propostos na Bacia do rio Piraquê–Cabuçu – Reservatórios e Canalizações.

BACIA DO CABUÇU-PIRAQUÊ								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	**NOME**	**CURSO D'ÁGUA**	**ENDEREÇO**	**TIPO**	**ÁREA DE DRENAGEM TOTAL Km²**	**ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL Km²**	**H (m)**	**VOLUME (m³)**
RCP-1	MICHELIN	Rio Cabuçu	Entre a Estrada do Mato Alto e Av. Alhambra, altura da Michelan	On-Line em Parque Linear	61.30	26.20	5.0	725,000
RCP-2	CONFLUÊNCIA RIOS PRATA DO CABUÇU E CACHOEIRA	Rio da Prata do Cabuçu e Rio Cachoeira	Prox. Estrada dos Caboclos x Estrada da Cachamorra, cj. Habitacional	Off-Line	29.60	29.60	6.0	292,000
RCP-3	OLINDA ELIS	Rio Cabuçu-Mirim	Estrada do Cabuçu x Rua Olinda Elis	On-Line	2.25	2.25	3.5	90,000
RCP-4	SENADOR VASCONCELOS	Rio Cabuçu	Av. Joaquim Magalhães x Travessa Diniz	On-Line	3.25	3.25	3.5	120,000
TOTAL RESERVATÓRIOS								**1,227,000**
CANALIZAÇÕES								
CURSO D'ÁGUA		**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)**	**TIPO**	**SEÇÃO**	
RIO CABUÇU		TRECHO 1	Entre a Estrada Iaraquã e o Rio da Chacrinha	1,600	600.0	Adequação e estabilização da calha com manutenção da área existente	Canal Trapezoidal em concreto, B=10m, h=6m, taludes 1V:2H, i=0.0015 m/m	
RIO CABUÇU		TRECHO 2	Entre a Estrada do Mato Alto e Av. das Américas	7,220	600.0	Adequação e estabilização da calha com manutenção da área existente	Canal Trapezoidal em concreto, B=10m, h=6m, taludes 1V:2H, i=0.0015 m/m	
TOTAL CANALIZAÇÕES				**8,820**				

Bacia do Cação Vermelho

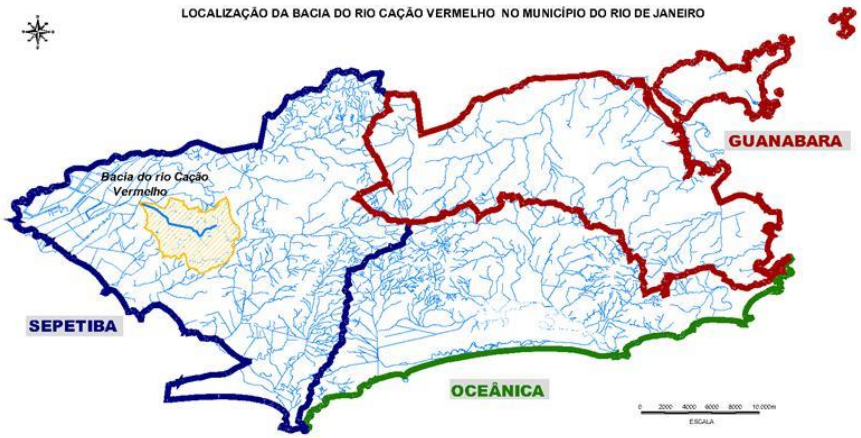


Figura 5-50 – Localização da bacia do rio Cação Vermelho.

A bacia do rio Cação Vermelho está localizada na zona Oeste do município do Rio de Janeiro, sendo afluente ao Canal do Itá, que deságua na Baía de Sepetiba. Possui área de drenagem de 33,8 km², percorrendo um talvegue de 8,1 km.

A bacia está inserida nos bairros de Santa Cruz, Paciência e Cosmos, na zona oeste do município, integrando a macrozona de ocupação assistida, de acordo com o Plano Diretor de desenvolvimento Sustentável.

Tem por principais cursos d'água: o próprio rio Cação Vermelho, o Rio Cantagalo e Rio Boi Branco.

A **Figura 5-50** apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Cação Vermelho mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-51** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

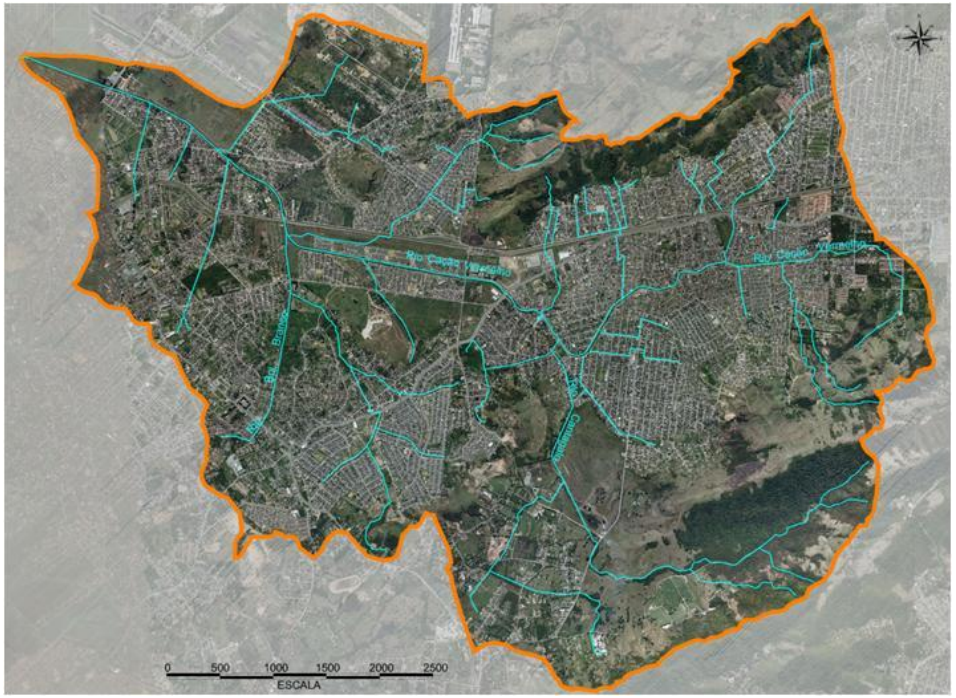


Figura 5-51 – Localização da Bacia do Rio Cação Vermelho sobre foto aérea

O Rio Cação Vermelho tem suas nascentes na Serra da Paciência e na Serra de Santa Eugênia. A bacia apresenta em sua maior porção áreas de baixada, já ocupadas e em expansão urbana.

O curso d'água é natural em sua maior porção, alternando com pequenos trechos de canal com revestimento em concreto nas paredes laterais e piso natural, como na região da Avenida Cesário de Melo.

O rio Cantagalo, afluente da margem esquerda, drena uma área de 7,7 km², assim como o Rio Boi Branco, o qual drena uma área 5,0 km².

O rio Cação Vermelho escoa ao longo de importantes avenidas marginais como a Av. Canal, a Av. Hermínio Aurélio Sampaio, Av. do Contorno.

Locais com risco de inundação

Os pontos mais críticos de inundação identificados são:

- Rua Carlos Marighela com Av. Jaime Petit;
- Rua Marcos Antônio da Silva Lima;
- Rua Eduardo da Rocha Merlino;
- Rua Lúcio Petit;
- Rua Lincon Bicalho Roque;
- Praça Marilena Volas Boas Pinto;
- Estrada Esperança;
- Rua Moreira;
- Rua Projetada 8991;
- Estrada dos Colonos;
- Praça Guanaré;
- Rua Majuri;
- Rua Iconha;
- Praça Neusa Goulart Brizola (Favela Nova Jersei);
- Favela Nova Jersei;
- Estrada do Gouveia;
- Ruas de 1 a 5;
- Rua A;
- Beco Gouveia;
- Rua sem nome (próximo à Igreja Assembléia de Deus);
- Rua Guarujá;
- Rua Cabo Bastos Cortes;
- Avenida do Contorno;
- Beco sem nome;
- Rua Georgina da Silva;
- Rua Montenegro de Lima;
- Rua Alcantil;
- Rua dos Bancários;
- Beco da Esperança;
- Rua São Corentino;
- Rua São Gomário;
- Rua Visconde de Sinimbu.

Tratamento dos déficits da bacia do Rio Cação Vermelho:

Entre as alternativas estudadas pelo PDMAP, a que melhor atende as necessidades e condicionantes da bacia hidrográfica, incluiu as seguintes intervenções:

- Dois reservatórios de amortecimento de cheias, RC-3 e RC-4;

- Reforço de calhas onde estas não comportam a vazão afluente para a condição futura de urbanização;

- Adequação de calhas que se encontram ainda em condições naturais onde as margens se encontram urbanizadas;

- Bacia de sedimentação próxima à foz do Rio Cação Vermelho;

- Preservação das áreas de cabeceira do Rio Cantagalo que ainda se encontram florestadas e das áreas de encostas com cotas superiores à 60 m.

A **Figura 5-52** apresenta a localização do conjunto de intervenções propostas sobre o mapa da bacia hidrográfica e a **Tabela 5-29** apresenta os custos das intervenções propostas.

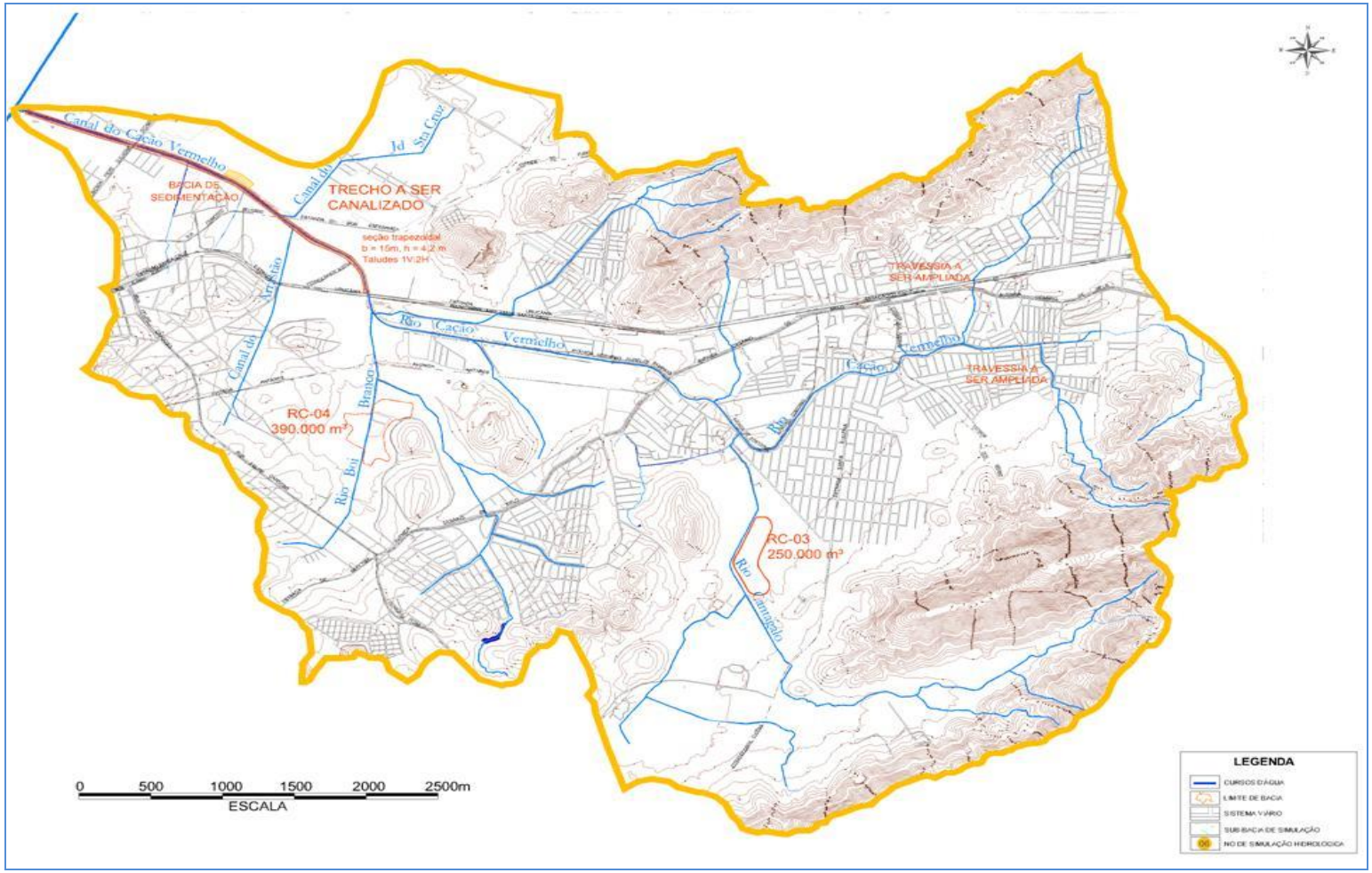


Figura 5-52 – Mapa de localização das intervenções propostas na bacia do rio Cação Vermelho.

Tabela 5-29 – Intervenções propostas na bacia do Rio Cação Vermelho – Reservatórios e Canalizações.

BACIA DO CAÇÃO VERMELHO								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL Km²	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL Km²	H (m)	VOLUME (m³)
RC-3	RIO CANTAGALO	Rio Cantagalo	Estrada Santa Eugênia	On-Line, Aberto	6.90	6.90	3.0	250,000
RC-4	RIO BOI BRANCO	Rio Boi Branco	Av. Antares	On-Line, Aberto	4.50	4.50	3.0	390,000
TOTAL RESERVATÓRIOS								640,000
CANALIZAÇÕES								
CURSO D'ÁGUA	TRECHO	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)	TIPO: ADEQUAÇÃO, AMPLIAÇÃO, REFORÇO, SUBSTITUIÇÃO, DERIVAÇÃO, DESVIO	SEÇÃO		
RIO CAÇÃO VERMELHO	TRECHO 1	Entre a Estrada da Urucânia e a Foz	3,000	180.0	Adequação e ampliação da calha	Trapezoidal em Concreto, b=15m, h=4.2m, Taludes 1V:2H		
TOTAL CANALIZAÇÕES			3,000					
TOTAL CANALIZAÇÕES + RESERVATÓRIOS								

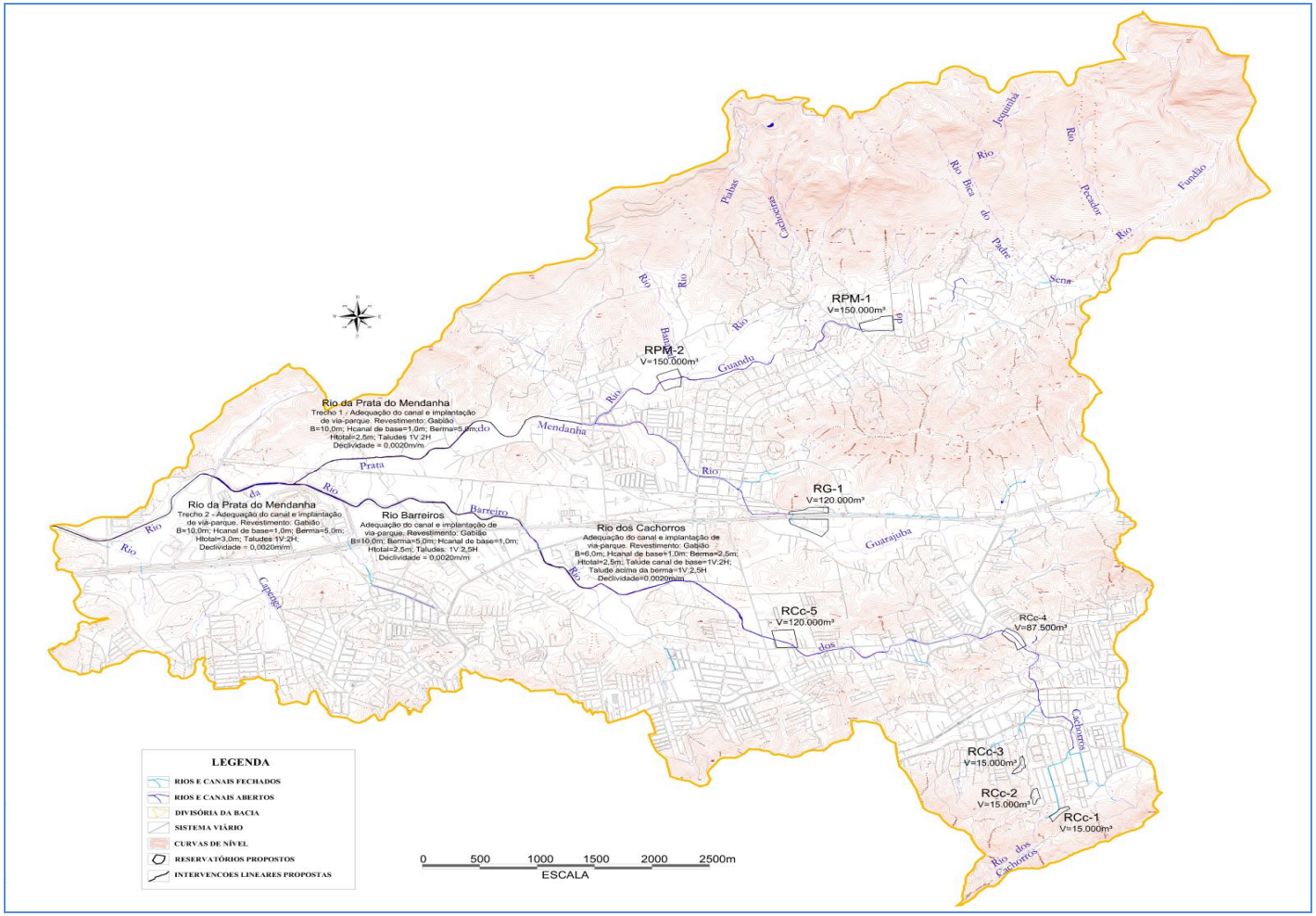


Figura 5-60 – Mapa de localização das Intervenções propostas na Bacia do Rio da Prata do Mendanha.

Tabela 5-30 – Intervenções propostas na Bacia do Rio da Prata do Mendanha – Reservatórios.

BACIA DO RIO DA PRATA DO MENDANHA								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	NOME	CURSO D'ÁGUA	ENDEREÇO	TIPO	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL Km²	ÁREA DE DRENAGEM PARCIAL Km²	H (m)	VOLUME (m³)
RPM-1	GUANDU	Rio da Prata do Mendanha	Estrada do Guandu	On-line, aberto	9.26	9.26	5.0	150,000
RPM-2	NORTISTA	Rio da Prata do Mendanha	Avenida do Nortista	On-line, aberto	15.45	6.19	5.0	150,000
RCc-1	IVETE VARGAS	Rio dos Cachorros	Rua Ivete Vargas	On-line, aberto	0.44	0.44	3.0	15,000
RCc-2	SAÚNA 1	Afluente Rio dos Cachorros	Rua Saúna	On-line, aberto	0.30	0.30	3.0	15,000
RCc-3	SAÚNA 2	Afluente Rio dos Cachorros	Rua Saúna	On-line, aberto	0.15	0.15	3.0	15,000
RCc-4	COQUEIROS	Rio dos Cachorros	Estrada dos Coqueiros / Rua Monte Sinai	On-line, aberto	4.53	3.59	5.0	100,000
RCc-5	LAMEIRÃO	Rio dos Cachorros	Estrada do Lameirão x Rua Itaquê	On-line, aberto	7.32	2.79	4.0	120,000
RG-1	SETE RIACHOS	Rio Guarajuba	Rua Carlos Pereira x Avenida Brasil	On-line, aberto	4.60	4.60	4.0	120,000
TOTAL RESERVATÓRIOS								**685,000**

Tabela 5-31 – Intervenções propostas na Bacia do Rio da Prata do Mendanha – Canalizações.

BACIA DO RIO DA PRATA DO MENDANHA						
CANALIZAÇÕES						
CURSO D'ÁGUA	**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**CAPACIDADE PROJETADA (m^3/s)**	**TIPO**	**SEÇÃO**
Rio da Prata do Mendanha	Pm-01 a Pm-62	Jusante da foz do Rio Barreiro	2920	160,0	Adequação	Base = 10,0 m; Berma = 5,0 m; Hcanal de base = 1,0 m; Htotal = 2,5 m; Talude: 1V:2H, i=0,0020m/m, revest. Gabião
Rio da Prata do Mendanha	Pm-62 a Pm-120	Montante da foz do Rio Barreiro	2535	120,0	Adequação	Base = 10,0 m; Berma = 5,0 m; Hcanal de base = 1,0 m; Htotal = 3,0 m; Talude: 1V:2H, i=0,0020m/m, revest. Gabião
Rio dos Cachorros	Ca-008 a Ca-059	Entre a Estrada do Lameirão e a Estrada do Mendanha.	1894	60,0	Adequação	Base = 6,0 m; Berma = 5,0 m; Hcanal de base = 1,0 m; Htotal = 2,5 m; Talude: 1V:2,5H, i=0,0014m/m, Revest. Gabião.
Rio Barreiros	Ba-01 a Ba-31	Entre a Av. Brasil e a foz do Rio Barreiros.	2270	100,0	Adequação	Base = 10,0 m; Berma = 2,5 m; Hcanal de base = 1,0 m; Htotal = 2,5 m; Talude: 1V:2,5H; i=0,0020m/m, Revest. Gabião.
TOTAL CANALIZAÇÕES			**9.619,0**			

Bacia do Rio Campinho

Figura 5-61 – Localização da Bacia do Rio Campinho.

A bacia hidrográfica do rio Campinho está localizada na região oeste do município do Rio de Janeiro. O rio do Campinho é tributário da margem esquerda do rio Guandu que, por sua vez, deságua na Baía da Sepetiba.

A bacia do rio Campinho é formada basicamente por duas vertentes a do próprio rio da Prata e Mendanha e a do rio Cachorros e Barreiro e drena parcialmente ou totalmente os bairros de Campo Grande, Paciência, Cosmos e Inhoaíba, localizados na Macrozona de ocupação assistida, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro.

A **Figura 5-** apresenta a localização da bacia hidrográfica do Campinho no mapa das macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro e a **Figura 5-53** apresenta a bacia hidrográfica sobre foto aérea.

Caracterização da Rede de Macrodrenagem

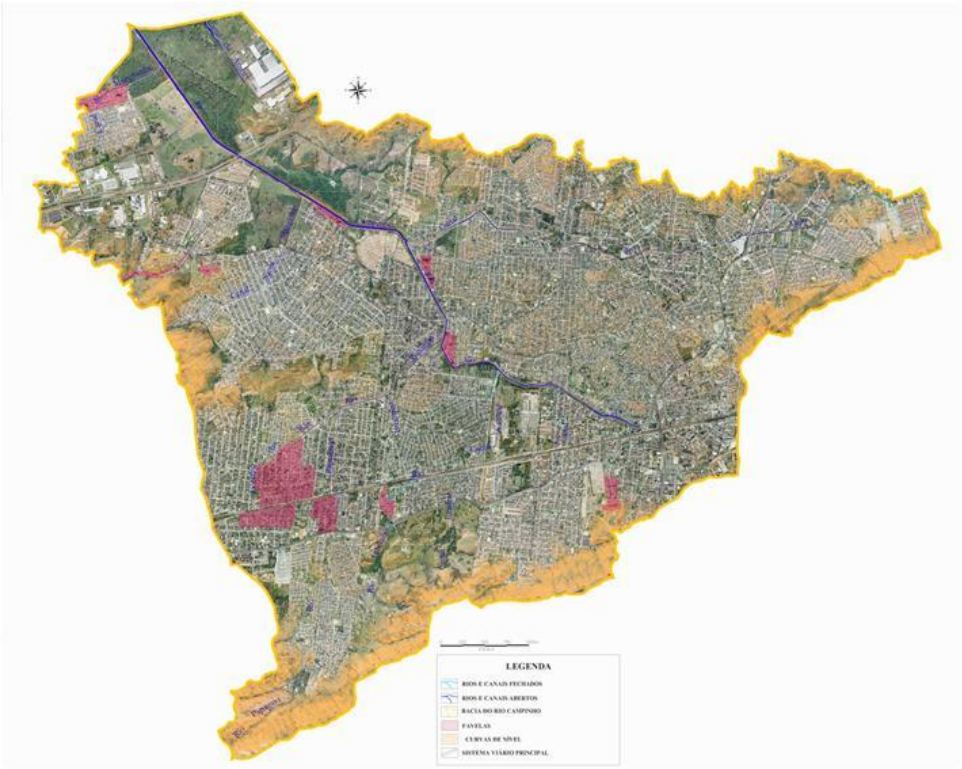


Figura 5-53 – Localização da Bacia do Rio Campinho sobre foto aérea.

O rio Campinho tem suas nascentes na encosta norte da Serra de Inhoaíba. É afluente da margem esquerda do Rio Guandu, podendo ser dividido em duas vertentes: uma escoa em canal de concreto, por região em processo de ocupação

denominada Canal do Melo, e outra vertente, formada por uma ramificação de canais ligados ao Rio Campinho. Escoa, em quase toda sua extensão em leito natural, por uma área ainda pouco ocupada, mas com grande tendência a ocupação.

A identificação das áreas de inundação foi feita por meio de investigação em campo, em que foram realizadas entrevistas com moradores e observações de marcas de inundação nas edificações e onde houve notificações de inundações ou registros em levantamento. Observa-se que os três últimos remetem a problemas de microdrenagem:

Tratamento dos déficits na bacia do Rio Campinho

Dentre as alternativas avaliadas, estão recomendadas as que melhor possibilitam o tratamento dos problemas diagnosticados na bacia do rio Campinho, considerando as particularidades existentes no trecho do Canal do Melo e o trecho do rio Campinho. O principal problema encontrado foi:

- Os déficits de capacidade hidráulica, ao longo de trechos ou pontualmente, em travessias.

As intervenções recomendadas são:

Rio Campinho

- Adequação do canal e implantação de via parque;

Canal do Meio

- Implantação de canal trapezoidal de concreto;
- Implantação de três reservatórios de retenção.

A **Figura 5-54** apresenta a localização das intervenções propostas sobre o Mapa da bacia hidrográfica e a **Tabela 5-32** apresenta o custo dos reservatórios e canalizações propostos.

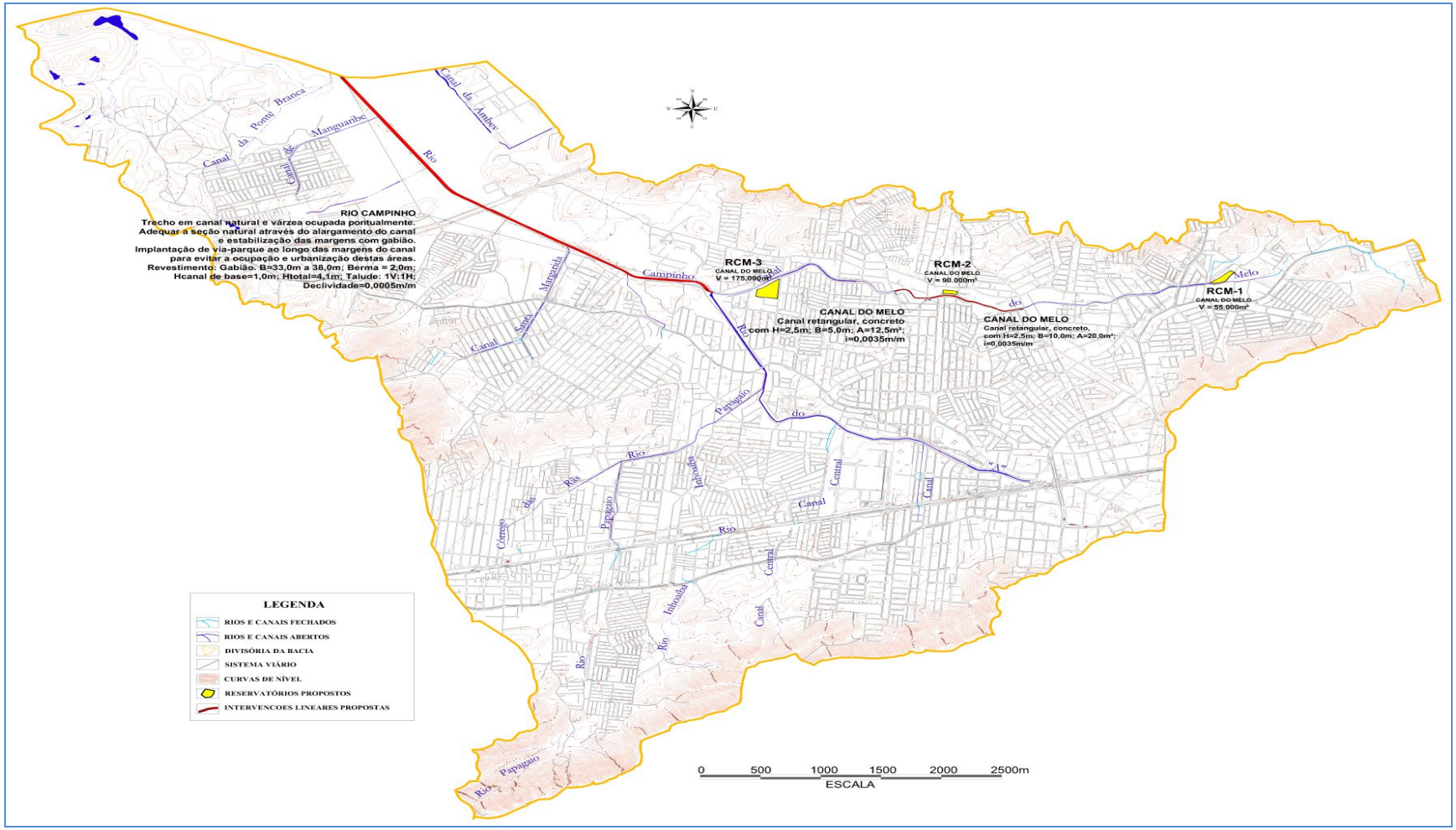


Figura 5-54 – Mapa das Intervenções propostas na Bacia do Rio Campinho.

Tabela 5-32 –Intervenções propostas na Bacia do rio Campinho.

BACIA DO RIO CAMPINHO E CANAL DO MELO								
RESERVATÓRIOS								
SIGLA	**NOME**	**CURSO D'ÁGUA**	**ENDEREÇO**	**TIPO**	**AREA DE DRENAGEM TOTAL Km²**	**AREA DE DRENAGEM PARCIAL Km²**	**H (m)**	**VOLUME (m³)**
RCM-1	Reservatório Mergulhão	Canal do Melo	Av. Mergulhão a montante da Rua Bem-te-Vi	Off-line, tamponado	1.72	1.72	6.5	60,000
RCM-2	Reservatório Canal do Melo I	Canal do Melo	Rua Alcatifa com Rua Armando Amaral Rebelo	Off-line, tamponado	5.80	4.08	20.0	90,000
RCM-3	Reservatório Canal do Melo II	Canal do Melo	Av. Pedro Geraldo de Almeida a jusante da Estrada Carvalho Ramos	Off-line, aberto	8.61	2.81	7.0	175,000
TOTAL RESERVATÓRIOS								**325,000**
CANALIZAÇÕES								
CURSO D'ÁGUA		**TRECHO**	**DESCRIÇÃO**	**EXTENSÃO (m)**	**CAPACIDADE PROJETADA (m³/s)**	**TIPO**	**SEÇÃO**	
Canal do Melo		MI-57 a MI-41	Trecho canalizado ao longo da Rua Alcatifa , entre a Estrada Rio São Paulo e o Beco Tingui	845		Adequação	Canal retangular b=10,0, H= 2,5m; (Decliv. 0,0035m/m)	
Canal do Melo		MI-40 a MI-36	Trecho canalizado entre o Beco Tingui e a Estrada Santa Maria	325		Adequação	Canal retangular b=5,0, H= 2,5m; (Decliv. 0,0035m/m)	
Rio Campinho		Cp-253 a Cp-001	Trecho entre a foz do Canal do Melo e a foz do Rio Campinho	4100		Adequação	Trecho em canal natural e Trecho em canal natural e várzea ocupada. Alargamento do canal e estabilização das margens, revest. Gabião, Implantação de via-parque	
TOTAL CANALIZAÇÕES				**5,270.0**				
TOTAL CANALIZAÇÕES + RESERVATÓRIOS								

Bacia dos rios Piracão e Portinho

As bacias do rio Piracão e Portinho estão localizadas na Bacia do Sepetiba. O Rio Piracão percorre por aproximadamente 6,6 km até a Baía de Sepetiba. O rio Portinho, por sua vez, é formado a partir da confluência do Canal Capitão, Rio Engenho Novo e Rio Guaratiba, percorrendo por aproximadamente 7,6 km até o seu deságue no Canal do Pedrinho. Ele possui muitos afluentes ao longo do seu curso, como os rios Pedra Branca, Escola, Domingos Ferro e Santo Antônio, todos contribuintes da margem esquerda.

A área correspondente a essas duas bacias não possui ocupação populacional significativa e tem como ponto notável o Centro Tecnológico do Exército, situado no limite entre as duas bacias.

6. ASPECTOS ECONÔMICOS

Classificação de Prejuízos decorrentes de enchentes

Os prejuízos causados por inundações podem ser classificados em:

a) prejuízos diretos;

b) prejuízos indiretos;

c) prejuízos intangíveis.

Os prejuízos diretos são de fácil quantificação e, de maneira geral, englobam os danos materiais, os prejuízos de tempo e o dispêndio de energia. Os prejuízos indiretos, embora de quantificação mais complexa, ainda assim, podem ser mensurados e são sempre decorrentes dos prejuízos diretos individualmente ou combinados com estes. Já os prejuízos intangíveis são os que podem ser estimados de maneira empírica, mas nem sempre refletem a perda real sofrida por quem é atingido por eventos de inundação.

A **Figura 6-1** apresenta a interação dos diferentes tipos de prejuízos num evento de inundação.

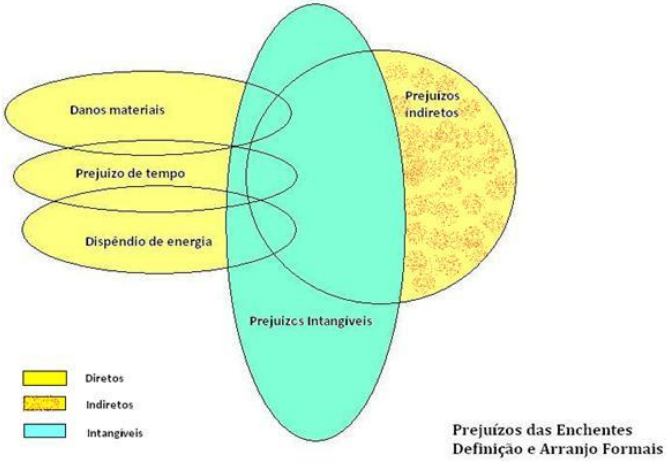


Figura 6-1 - Arranjo Formal dos Prejuízos das Enchentes.

Os prejuízos relativos à paralisação ou congestionamento do tráfego de veículos devido às enchentes estão ilustrados no diagrama da **Figura 6-2**. As diferentes dimensões das figuras demonstram a magnitude relativa a cada tipo de dano, constatando-se, novamente a seqüência formal: perda material, perda em tempo e perda em energia, bem como os custos indiretos e intangíveis.

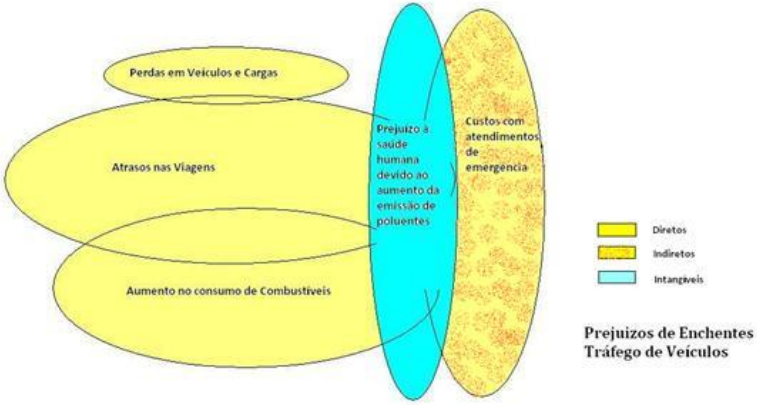


Figura 6-2 – Prejuízos Relativos ao Tráfego de Veículos.

Prejuízos causados por enchentes em áreas urbanas

Cada evento de inundação é sempre peculiar e deve ser analisado cuidadosamente com o objetivo de discriminar uma lista de prejuízos, o mais detalhada possível. De maneira geral, os itens abaixo abrangem quase a totalidade dos prejuízos acarretados pelas enchentes.

Prejuízos Tangíveis Diretos:

- ✓ Prejuízo decorrente de danos às propriedades, às suas estruturas, às utilidades instaladas, acabamentos e seus acessos;
- ✓ Prejuízo decorrente de danos a equipamentos, móveis, estoques e conteúdos de propriedades residenciais, comerciais, industriais e públicas;
- ✓ Prejuízo decorrente da paralisação do processo de produção;
- ✓ Prejuízo decorrente de danos ao patrimônio histórico e cultural;
- ✓ Custos relativos a perdas de horas de trabalho por atraso de viagens;
- ✓ Custos operacionais decorrentes de congestionamento do tráfego urbano, especialmente gastos com combustível;
- ✓ Custos com veículos enguiçados, arrastados ou acidentados na enchente, prêmios de seguros pagos;
- ✓ Prejuízos à infraestrutura urbana, com interrupção de serviços: vias públicas, energia, telefonia, água e esgoto e rede de drenagem;
- ✓ Custos decorrentes de doenças de veiculação hídrica local;
- ✓ Custos decorrentes de danos físicos provocados por afogamentos, colisões de veículos, choques elétricos, queda de árvores ou estruturas e deslizamentos de terras.

Prejuízos Tangíveis Indiretos:

- ✓ Prejuízo decorrente da desvalorização dos imóveis residenciais, comerciais e industriais;
- ✓ Custos de limpeza dos logradouros e de próprios públicos;

- ✓ Custos com atendimentos de emergência, evacuação da população, resgate e assistência a desabrigados e desalojados.

Prejuízos Intangíveis:

- ✓ Perdas de vidas humanas;
- ✓ Empobrecimento progressivo da população freqüentemente atingida por enchentes;
- ✓ Perdas decorrentes da queda da atividade econômica e no comércio por inibição de investimentos e interrupção de atividades;
- ✓ Perdas decorrentes do desemprego devido à diminuição da atividade industrial, comercial e prestação de serviços;
- ✓ Perdas decorrentes da queda na arrecadação de impostos devido à diminuição da atividade econômica e desvalorização do patrimônio imobiliário;
- ✓ Paralisação de serviço público, escolas, hospitais, atividades comunitárias e recreativas;
- ✓ Prejuízos ambientais;
- ✓ Prejuízos à saúde humana devido ao aumento da emissão de poluentes decorrentes dos congestionamentos de tráfego;
- ✓ Prejuízos à saúde humana devido ao stress e a angústia causados pela inundação, preocupação com cheias futuras e desconforto com a freqüência das enchentes;
- ✓ Perdas econômicas decorrentes de atrasos nas entregas urgentes de encomendas ou deterioração de cargas perecíveis;
- ✓ Custos relacionados à migração de pessoas atingidas;
- ✓ Perdas de itens insubstituíveis, como fotografias e lembranças, por exemplo;
- ✓ Danos estéticos.

A lista de possíveis prejuízos diretos, prejuízos indiretos e intangíveis apresentada anteriormente pode ser utilizada como “check-list” para verificação de susceptibilidades, desde que, para cada item, seja possível estimar um valor monetário.

Susceptibilidades a enchentes de uma Área Urbana

O nível de risco de uma área, ou sua susceptibilidade à inundação, é determinado pela freqüência com que a inundação ocorre. Essa condição decorre da presença de níveis d’água ou velocidades de escoamentos elevados, em áreas de interesse econômico ou de preservação ambiental, durante eventos hidrológicos – chuvas e vazões – com períodos de retorno relativamente pequenos, considerando-se a ocupação ou o interesse ambiental.

Os pontos de alagamento e inundação na cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, ocorrem devido a motivos diversos, tais como impermeabilização do solo, e conseqüente aumento da velocidade dos escoamentos associada a deficiências de capacidade hidráulica em galerias antigas e do regime das marés. Os eventos vêm ocorrendo com uma periodicidade praticamente anual para chuvas com período de retorno relativamente reduzidos, o que é inaceitável, considerando os transtornos e prejuízos que provocam a cidade.

A identificação das áreas susceptíveis a inundações e a magnitude desta última são os dados de partida para que seja possível quantificar os prejuízos causados na área da bacia hidrográfica. Essa primeira verificação serve para que se

estimem preliminarmente os prejuízos, se estabeleçam procedimentos cabíveis, visando à obtenção de informações sobre os danos causados e seus respectivos custos, bem como servem para constatar a viabilidade das soluções estruturais propostas para a transformação dos prejuízos em benefícios.

Susceptibilidades Econômico-Sociais Ligadas as Inundações

Sob o aspecto econômico-social, as áreas urbanas sujeitas a inundações possuem maior ou menor suscetibilidade ao prejuízo causado. Por exemplo: uma área ocupada predominantemente por população de baixa renda pode ter também deficiência de infraestrutura de esgotos. Nesse caso, além das perdas domiciliares características, como móveis, eletrodomésticos, automóveis, etc., dever-se-á considerar também a possibilidade de contaminação e aparecimento de doenças de veiculação hídrica. Deve-se considerar também que possíveis danos estruturais em residências precárias podem acarretar necessidade de interdição e conseqüentes custos de remoção, alojamento provisório e realocação das famílias.

As inundações podem também dificultar ou impedir a mobilidade dos indivíduos, dos veículos e cargas, o que pode significar prejuízos decorrentes da perda de dias de trabalho, acréscimo de consumo de combustível, atrasos na entrega de encomendas e maior poluição ambiental.

Poderão ocorrer ainda situações nas quais os prejuízos decorrentes das enchentes acarretem paralisação da produção, provocando a perda de emprego e a desvalorização imobiliária crônica, devido à dificuldade de comercialização dos imóveis.

Quanto mais abrangente for o conhecimento dos prejuízos acarretados pela inundação, ou seja, a vulnerabilidade da área de estudo, maiores serão as possibilidades de realizar o planejamento adequado das ações seguintes tais como o levantamento de dados na valorização de prejuízos e mesmo na adequada definição das obras a executar.

Note-se ainda que a população de áreas cronicamente afetada por inundações têm tendência a reagir da mesma forma que os organismos vivos reagem às mudanças ambientais, criando formas próprias de mitigação dos danos para a proteção das atividades econômicas e da sua própria sobrevivência. Este tipo de interação com o ambiente deve ser observado, pois poderá determinar características específicas da curva de “prejuízos x altura” da enchente.

Benefícios e Beneficiários

Os benefícios relacionados às intervenções estruturais realizadas na bacia hidrográfica serão formados pela economia de tempo e dinheiro decorrentes da prevenção dos danos ou, em outras palavras, o benefício que se agrega em face à ausência do prejuízo (neste caso, inundações evitadas).

A inexistência de prejuízo é, no entanto, probabilístico o que torna o benefício um valor decorrente de uma probabilidade de ocorrência. Essa probabilidade apóia na ocorrência de uma vazão igual ou maior àquela que causa uma inundação danosa.

Assim sendo, os benefícios qualitativos são os mesmos discriminados nas listas de prejuízos citadas acima, cuja magnitude será função do atendimento de cada alternativa imaginada, com relação à alternativa de referência que é a de "nada se fazer".

O valor efetivo do benefício anual será o do valor anual esperado, que é o produto do benefício multiplicado pela freqüência anual das vazões maiores ou iguais àquela que ocasiona inundação (por conta da probabilidade de ocorrência da chuva naquele ano).

Quanto aos benefícios tangíveis diretos e indiretos, é possível calcular seus valores. Esses valores são os dos prejuízos evitados multiplicados pela freqüência anual da cheia ou ainda, o valor dos prejuízos, apurados na enchente, multiplicado pelo inverso do seu tempo de recorrência. No que se refere aos benefícios intangíveis é possível estimar algum grau de atendimento que cada uma das alternativas levantadas pode proporcionar.

Os benefícios anuais serão comparados entre as alternativas avaliadas individualmente com a alternativa de "nada fazer".

A identificação dos beneficiários é realizada pela analise das listas de prejuízos tangíveis e intangíveis apresentadas acima, observando-se a quem esses prejuízos afetam.

Os beneficiários serão os moradores e proprietários de cada bacia hidrográfica onde se prevê intervenções contra enchentes. A lista a seguir melhor qualifica os beneficiários.

- ✓ Proprietários, empreendedores e empregados, população residente, população carente e população não local;
- ✓ Usuários de Veículos na área afetada e proprietários segurados contra enchentes;
- ✓ Prefeitura Municipal;
- ✓ Meio ambiente, biota e recursos hídricos.

7. ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Visando encontrar soluções eficientes e sustentáveis para os problemas de drenagem, é fundamental que as autoridades públicas atuem inicialmente, de forma planejada e coordenada sobre as conseqüências da ocupação urbana, bem como sobre as interfaces existentes entre a drenagem e as demais infraestruturas urbanas.

Os causadores de enchentes apontados nos capítulos anteriores não potencializam apenas às inundações, mas também intensificam a poluição ambiental, as mudanças climáticas e comprometem a qualidade dos recursos hídricos, sendo necessário atuar sobre tudo que interfere no ciclo natural das águas, em diferentes escalas e ao mesmo tempo.

A dimensão ambiental na análise das questões de drenagem urbana superou o enfoque exclusivamente sanitarista do passado e incluiu questões como a requalificação dos espaços públicos, o controle do uso e ocupação do solo e a manutenção de espaços livres, passando a considerar a necessidade de preservação dos elementos naturais da paisagem como as montanhas, os corpos d'água e a cobertura vegetal.

A moderna gestão pública aprendeu com experiências mal sucedidas no passado que implantar infraestruturas de drenagem descompromissadas com o planejamento da expansão urbana e dos demais sistemas de infraestrutura implica no crescimento exponencial dos custos de implantação e a perda da qualidade ambiental, pela gradativa redução da eficiência dos sistemas implantados, em tempo relativamente curto.

Todo plano de expansão da área urbana precisa estar apoiado em um correspondente plano de drenagem, e vice versa. No plano de desenvolvimento urbano devem estar delimitadas as áreas baixas, potencialmente inundáveis a fim de restringir a sua ocupação, estabelecendo-se parâmetros restritivos para a impermeabilização. Da mesma maneira os planos de expansão do sistema viário e de transportes públicos devem associar-se a projetos consistentes de micro e macrodrenagem que respeitem as características das bacias hidrográficas onde se inserem.

Os planos e projetos devem também estar compatibilizados com os planos regionais, estaduais e federais posto que, muitas bacias hidrográficas não se limitam às fronteiras administrativas dos municípios.

É fundamental promover, portanto uma ampla integração das políticas públicas que interagem com os recursos hídricos, tornando-se esta, a meta mais desafiadora do planejamento. Evita-se assim, repetir práticas equivocadas, recorrentes nas últimas décadas, tais como a compartimentação das competências de atuação, o engessamento de políticas setoriais e a execução de obras localizadas, sem considerar a necessidade do conjunto.

A implantação de infraestruturas de drenagem é de competência municipal para as bacias hidrográficas totalmente inseridas em seu território. Deve responsabilizar-se por todas as ações necessárias no âmbito de sua atuação[2]. No caso de bacias hidrográficas que abrangem mais de um município, considerando-se que a unidade de gestão deve ser a Bacia Hidrográfica, é necessário delegara competência de atuação ao âmbito metropolitano, regido pelo governo estadual.

[2] No caso da cidade do Rio de Janeiro, por ocasião da fusão dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, houve uma divisão das competências referentes à macro-drenagem. Em 2007 o Convênio firmado entre Estado e Município do Rio delegou ao município a administração dos corpos hídricos no interior da área municipal.

Neste caso, os consórcios de municípios e as Agências de Bacia Hidrográfica são as instancias mais adequadas.

Interface com o Uso e Ocupação do Solo e a Moradia

De modo geral, entre os principais impactos sobre os sistemas de drenagem provocados pela ocupação do solo para fins urbanos encontram-se:

- A impermeabilização da superfície natural dos terrenos por construções e pavimentos, o que provoca a redução da infiltração e o aumento do escoamento superficial;
- A remoção dos pequenos canais da drenagem natural para tubulações subterrâneas;
- A retificação dos canais de drenagem natural, mudando sua extensão (aumento ou redução), para aproveitamento das áreas lindeiras;
- Aterro de áreas alagadas e mangues, modificando o percurso original dos rios, suprimindo margens e áreas de várzeas;
- O adensamento populacional sem a necessária adequação da infraestrutura de esgoto com a consequente sobrecarga das redes, resultando no lançamento indiscriminado de águas residuais nos córregos e canais.

Qualquer pequena obra ou edificação, mesmo que isolada, já é suficiente para provocar efeitos cuja magnitude varia de local a regional, dependendo de sua superfície e localização. A situação torna-se mais complexa no caso de grandes empreendimentos imobiliários como conjuntos habitacionais, centros comerciais, etc., pois já na fase de preparo dos terrenos há impactos ambientais significativos decorrentes da supressão de vegetação e movimentos de terra que provocam assoreamento dos cursos d'água do entorno. Quando concluídas, as áreas pavimentadas são responsáveis pela impermeabilização e o aumento na velocidade de escoamento superficial, fato que pode desencadear diversos efeitos negativos tais como a erosão dos terrenos, o assoreamento dos canais, entre outros.

Interface com os Sistemas de Transportes e Viário

O sistema viário, base da rede de transportes públicos e do sistema de mobilidade articula-se com o sistema de drenagem de duas maneiras:

- As redes de captação do sistema de drenagem urbana, de distribuição do sistema de abastecimento de água e de coleta de esgotos esta localizada sob o pavimento do sistema viário;
- A expansão da rede viária e de transportes define as novas frentes de expansão da área urbana, induzindo a ocupação, o adensamento e a conseqüente impermeabilização do solo que futuramente sobrecarregará a infraestrutura de drenagem.

Os sistemas: viário e de drenagem superficial precisam ser concebidos de maneira integrada, considerando as larguras das vias, inclinações e "greides", de forma que o dimensionamento de seus elementos possibilite o escoamento das águas de chuva da maneira mais rápida e eficiente possível. O dimensionamento de cada um dos sistemas deve considerar os seguintes condicionantes:

- O Sistema Viário deverá prever os limites máximos e mínimos de escoamento superficial em função da categoria da via e do carregamento de trafego previsto. A rede viária deve ser projetada e implantada respeitando-se a drenagem natural dos terrenos;

- O Sistema de Drenagem deverá considerar, na fase de projeto, as maiores precipitações e as vazões sob condições de forte gradiente hidráulico. Esse sistema deve ser capaz de recolher as águas pluviais, escoando-as desde o topo até a base das encostas, descarregando nos canais da macrodrenagem;

- A fim de que seja garantida a função básica de circular, sistema viário e drenagem urbana devem manter uma estreita relação. O Plano Diretor de Drenagem precisa considerar a rede viária estrutural, coletora e local, assim como as tendências de crescimento urbano materializadas na consolidação de novos pólos de atratividade e a conexão entre eles;

- Na concepção e implantação do sistema viário devem ser observados os seguintes aspectos relacionados à drenagem: restrições geológicas, geotécnicas e topográficas específicas do terreno; características das microbacias de modo a contribuir para o escoamento das águas pluviais, além da hierarquização e parâmetros recomendados para cada tipo de via.

Em síntese, na ocorrência de chuvas intensas e freqüentes, os sistemas de drenagem devem funcionar de modo a manter condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres, evitando danos às propriedades e riscos de perdas materiais e humanas.

Interface com o Saneamento Ambiental

Os problemas de poluição diretamente relacionados à drenagem urbana têm sua origem na deterioração da qualidade das águas dos cursos receptores.

Além de aumentar o volume do escoamento superficial direto, a impermeabilização descontrolada das superfícies reduz a possibilidade de recarga dos aqüíferos subterrâneos, diminuindo as vazões de base dos rios e córregos a níveis que impedem a manutenção da qualidade adequada.

A maioria dos corpos hídricos da cidade do Rio de Janeiro recebe esgotos, sendo a interconexão do sistema de drenagem com a rede de esgotos a principal responsável por isso. O despejo de efluentes sanitários no sistema de drenagem pluvial torna ambos os sistemas vulneráveis, sendo essa a principal causa de poluição dos corpos receptores.

Durante as chuvas mais intensas ocorre também a introdução indevida de águas pluviais nas redes coletoras de esgoto sanitário, comprometendo sua capacidade de condução, pela incorporação resíduos comumente encontrados nas águas pluviais como areia, galhos, lixo e folhas. Esse evento acarreta também diversos problemas operacionais nas ETEs.

Além disso, a contaminação dos sistemas de drenagem pluvial e de seus corpos receptores danifica os ecossistemas e submete as populações a riscos epidemiológicos.

Apesar do sistema “separador absoluto” ter sido legalmente instituído para todo o território nacional, grande parcela do sistema de drenagem pluvial da cidade do Rio de janeiro recebe ainda, de forma clandestina, despejos de esgotos de origem domestica e industrial. Segundo o Termo de Referencia do Plano Diretor de Drenagem, elaborado pela Fundação Rio-Águas (PCRJ, 1999), apenas 35% da área física do município é atendida pelo sistema separador absoluto. No restante da área, na maior parte da Zona Oeste e da Baixada de Jacarepaguá, opera ainda o sistema de captação unitário, no qual os esgotos são coletados pelas galerias de águas pluviais e lançados diretamente no meio natural.

Interface com o Clima

Os problemas climáticos decorrem, geralmente, do aumento indiscriminado das densidades construtivas, o que dificulta a circulação das massas de ar, formando ilhas de calor.

Embora sejam impactos localizados de pequena magnitude que se formam lentamente, no longo prazo, podem alterar significativamente o regime de chuvas e conseqüentemente o balanço hídrico, além de produzir impactos sobre a qualidade das águas pluviais. Segundo Uehara[3], as precipitações totais podem aumentar em até 10% em relação à zona rural. Segundo esse mesmo autor, a umidade relativa do ar pode sofrer um acréscimo de até 8% e pode chegar a haver um aumento de 1°C na temperatura do ar, enquanto o aumento da nebulosidade pode atingir até 100%.

Entre as ações que compõem o Plano Diretor de Manejo das Águas Pluviais destacam-se as medidas não estruturais, que apesar de não interferirem diretamente no sistema físico de drenagem, por sua natureza, podem contribuir para garantir a sustentabilidade das obras e serviços essenciais preconizadas pelo PDMAP-RJ. Essas medidas compreendem a Gestão Institucional, de natureza jurídico-administrativa, a estruturação dos Cadastros e a composição de Base de Dados apoiadas em Sistemas de Informações Georreferenciadas que darão suporte às decisões, ao Aprimoramento Tecnológico, a Capacitação de Recursos Humanos, a Comunicação Social, e a Articulação Multissetorial. Há além das medidas mencionadas acima, diversas outras medidas muito importantes para garantir a eficiência das ações do Plano Diretor, dentre as quais se destacam:

- **Medidas de controle de poluição difusa**: Duas são as formas de geração da poluição difusa em áreas urbanas:

1. Deposição de poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica que chegam aos corpos hídricos de forma intermitente, associadas às chuvas;
2. Pedaços de asfalto, cimento, areia, óleos, a resíduos sólidos lançados nas ruas e em rios, carregados pelo escoamento superficial das águas pluviais.

Por sua característica dispersa, os pontos de origem estão disseminados pelo território, dificultando sua identificação, monitoramento e controle. De maneira geral, entre as principais formas de gerenciamento da Poluição Difusa, destacam-se:

- ✓ O controle do lançamento de esgotos em córregos, valas e nas vias públicas;
- ✓ Controle do lançamento de efluentes industriais;
- ✓ Intensificação da coleta de resíduos sólidos e detritos lançados em vias públicas;
- ✓ Restrições a ocupação do solo em áreas desprovidas de infraestrutura e serviços públicos;
- ✓ Campanhas publicitárias e Programas de Educação ambiental.

- **Recomendações para preservação de áreas**: É fundamental identificar áreas da bacia hidrográfica a serem preservadas, seja por seu potencial para amortecimento de cheias tais como várzeas naturais, ou para a construção de reservatórios.

[3] Uehara, 1985.

Ações Integradas - Intervenções Combinadas

A implementação de ações integradas para resolução dos problemas de drenagem em bacias hidrográficas que abrangem mais de um município é responsabilidade do Governo do Estado, juntamente com os Consórcios de Bacias.

Como os impactos decorrentes da urbanização não se limitam a causas isoladas, mas sim a um conjunto de fatores de origens diversas interdependentes entre si, e considerando que as competências de atuação recaem sobre organismos setoriais cujas áreas de atuação estão restritas ao território administrativo, ainda é pouco praticada a interdisciplinaridade e a gestão compartilhada.

Desta forma, além de preconizar a atuação institucional integrada em diversos níveis, na formulação de políticas públicas articuladas e na execução do planejamento urbano e regional, dois outros aspectos essenciais precisam ser contemplados para que ações integradas sejam eficazes: a reorganização das competências administrativas prevista em lei e a adoção de instrumentos de gestão associados a mecanismos de fiscalização.

No caso da cidade do Rio de Janeiro, a atuação conjunta da SMU, SMAC, SMTR, Secretaria Municipal da Habitação, e Fundação Rio-Águas, principalmente nas questões relacionadas ao licenciamento de novos empreendimentos é fundamental. Deve participar também desse colegiado a Geo-Rio, órgão da SMO responsável pela contenção de encostas, cuja atuação deverá estar centrada em:

a) Identificar e delimitar as áreas vulneráveis do ponto de vista geológico e geotécnico;

b) Colaborar na formulação de normas para o licenciamento e fiscalização de construções em área de encostas e;

c) Contribuir para a consolidação do sistema de Informações georreferenciadas com dados sobre as características geológico-geotécnicas dos solos, das rochas e localização de jazidas**.**

A regulamentação para atuação conjunta, a ser criada, deverá estabelecer um tipo de “zoneamento” que definirá as áreas passíveis de adensamento, ou seja, aquelas nas quais há infraestrutura disponível para o crescimento urbano e áreas com restrição de ocupação, ou seja, áreas frágeis, sujeitas a inundações, com restrição ambiental ou com infraestrutura insuficiente.

Caberá a essa instancia de atuação conjunta definir as faixas de proteção e áreas não edificáveis, além de compatibilizar a legislação em vigor e as normas de licenciamento as novas diretrizes a serem adotadas.

Caberá também definir mecanismos para o controle do desmatamento das cabeceiras, da exploração indiscriminada de jazidas minerais, da expansão urbana em direção às áreas inundáveis e de proteção ambiental e a reserva de áreas para a acumulação temporária de cheias.

Articulação Política, Educação Ambiental e Mobilização

A mobilização e participação da população são fundamentais para a preservação dos recursos naturais especialmente quando as ações propostas podem alterar as condições de saúde e a qualidade de vida das comunidades. A participação direta dos envolvidos na definição das diretrizes, o acompanhamento da elaboração dos projetos, da execução das obras, assim como na gestão das áreas e equipamentos garante a sustentabilidade dos planos.

O Plano Diretor de Manejo das Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro demanda a participação direta e constante da população envolvida nas fases de

implementação, discussão e aprovação das alternativas e intervenções formuladas nos projetos específicos para cada sub-bacia, na fase de implantação das obras, na gestão dos equipamentos e infraestruturas a serem instaladas. Nos programas e projetos em fase de implantação, a participação das comunidades das áreas das bacias hidrográficas tem se mostrado intensa e produtiva, principalmente no que se refere a gestão dos conflitos decorrentes do uso compartilhado dos espaços por diferentes segmentos sociais que compõem a comunidade e nas remoções de famílias. O cuidado, a preservação e o uso adequado dos equipamentos esportivos e de playgrounds colocados nos parques lineares, bem como a própria manutenção das áreas desapropriadas tem tido o apoio das comunidades beneficiadas, geralmente organizadas em associações de bairro.

Os Programas de Educação Ambiental, por sua vez, têm tido resultados extremamente importantes para a eficácia das ações do Plano Diretor.

Para as comunidades mais relutantes em participar sugere-se a aplicação de um Plano de Educação Ambiental com o tema “controle de inundações” que poderá ser concebido para professores, alunos das escolas privadas e da rede pública, lideranças comunitárias, cidadãos em geral, buscando-se conscientizá-los para que se tornem multiplicadores de hábitos ambientalmente saudáveis.

De maneira geral, as informações a serem fornecidas pelos técnicos da equipe multidisciplinar que aplicará esse plano, devem enfatizar os riscos sanitários do contato das pessoas com a água contaminada por esgoto, lixo, entulho etc.; e as práticas que resultam em inundações. Deve ser citado o conjunto de medidas estruturais que podem implicar em eventual remoção de moradias. É importante nessas oportunidades, citar os recursos necessários, ou seja, os custos, tanto das medidas estruturais como das não estruturais.

Planos de Contingência contra Inundações e Escorregamentos

O gerenciamento de contingências é executado por três instancias operacionais simultaneamente:

- O Centro de Gerenciamento de Emergências, denominado Centro de Operações Rio – COR, que desde dezembro de 2010, monitora 24 horas por dia a cidade, integrando as etapas do gerenciamento de crise e oferecendo resposta imediata às ocorrências como chuvas fortes, deslizamentos e acidentes de trânsito;
- O Alerta Rio, sistema de alerta e monitoramento em tempo real das chuvas, dos níveis d’água e deslizamentos em encostas. Está localizado no Centro de Operações da Prefeitura tendo como principal atribuição elaborar boletins à população quando há previsão de chuvas intensas que possam gerar inundações de vias públicas e/ou acidentes geotécnicos em encostas;
- As Unidades operacionais responsáveis pela mobilização de recursos humanos, materiais e equipamentos necessários para a avaliação das emergências em campo.

O PDMAP propõe um conjunto de diretrizes para o aperfeiçoamento e modernização dos Planos de contingência, de forma a torná-los mais rápidos e efetivos diante das emergências.

Desenvolvimento e Disseminação das Novas Tecnologias

A capacitação profissional com foco nas questões urbanas e ambientais é incentivada nas universidades, visando por meio de pesquisa, agregar novos conhecimentos às práticas de engenharia. No Rio de Janeiro, instituições universitárias como a UFRJ, por meio do Programa de Engenharia Urbana da

Escola Politécnica, vêm avançando no desenvolvimento de tecnologias e novos processos em Engenharia Urbana.

Outro importante núcleo de pesquisas é o Laboratório de Hidráulica Computacional – LHC-COPPE/UFRJ onde grande parte das pesquisas está direcionada para o desenvolvimento de softwares voltados à modelagem matemática e a simulação em recursos hídricos.

Um exemplo de aplicação prática dessa abordagem é a realização de simulações hidrológicas em áreas urbanas ainda não ocupadas, visando estabelecer valores de deflúvio que definirão as possíveis ações a serem adotadas posteriormente para compatibilizar o crescimento urbano com a infraestrutura existente.

Outro importante programa de pesquisa e disseminação de experiências em saneamento ambiental é o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico - PROSAB[4], cuja proposta é desenvolver e aperfeiçoar tecnologias nas áreas de abastecimento de água, esgotos, resíduos sólidos (lixo e biossólidos), manejo de águas pluviais urbanas, uso racional de água e energia.

Esse Programa opera no sistema de cooperativas de pesquisa a partir de temas prioritários lançados em Chamamento Público. As cooperativas agregam pesquisadores das diversas instituições, compatibilizam as informações e incentivam a capacitação permanente. Cada cooperativa desenvolve projetos que se enquadram em uma proposta global de estudos, garantindo resultados efetivos e prontamente aplicáveis. A atuação matricial possibilita a padronização de metodologias de análise, a constante difusão de informações entre as instituições e o estímulo ao desenvolvimento de parcerias e convênios.

Aperfeiçoamento dos recursos materiais e humanos

Capacitar profissionais para gerir o manejo de sistemas de águas pluviais e de conservação de recursos hídricos é fundamental para o sucesso do PDMAP – RJ.

É necessário deflagrar os processos de capacitação, simultaneamente nos Comitês de Bacias, prefeituras, órgãos estaduais e organizações da sociedade civil, visando melhorar as práticas operativas e a gestão dos sistemas de drenagem, bem como disseminar novas tecnologias relacionadas ao uso racional dos recursos hídricos.

A capacitação proposta pode ser realizada por meio de cursos, estágios, palestras e simpósios nos quais devem estar claros os seguintes objetivos:

- Disseminar conhecimentos técnicos e científicos sobre o gerenciamento de recursos hídricos, em nível regional e municipal;
- Ampliar o quadro de especialistas e técnicos na área de recursos hídricos;
- Estimular a participação da comunidade e fornecer subsídios técnicos para que a sociedade civil atue conjuntamente com os órgãos responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos.

Os programas de aperfeiçoamento e atualização tecnológica no âmbito do PDMAP devem assegurar a disponibilização de todo o ferramental necessário para a realização de cursos e palestras. Para tanto é fundamental que seja elaborado preliminarmente um Manual de Diretrizes Básicas de Planejamento e Projeto de Drenagem, abrangendo as questões de quantidade e qualidade da

[4]RIGHETTO, Antônio Marozzi (coordenador).”Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 2009; 396p.: Il; Projeto PROSAB; ISBN: 978-85-7022-162-9

água, com linguagem acessível e prática, destinado aos profissionais e a sociedade civil. Este manual deverá explicitar os objetivos, as diretrizes e métodos de cálculo a serem empregados no equacionamento e solução dos problemas de drenagem urbana.

Diretrizes para Modernização da gestão dos sistemas de Drenagem

A modernização da gestão do manejo de águas pluviais envolve diferentes aspectos que precisam ser considerados em seu conjunto a fim de que as ações adotadas sejam efetivas e sustentáveis. A **Figura 7-1** apresenta esses aspectos em diagrama.

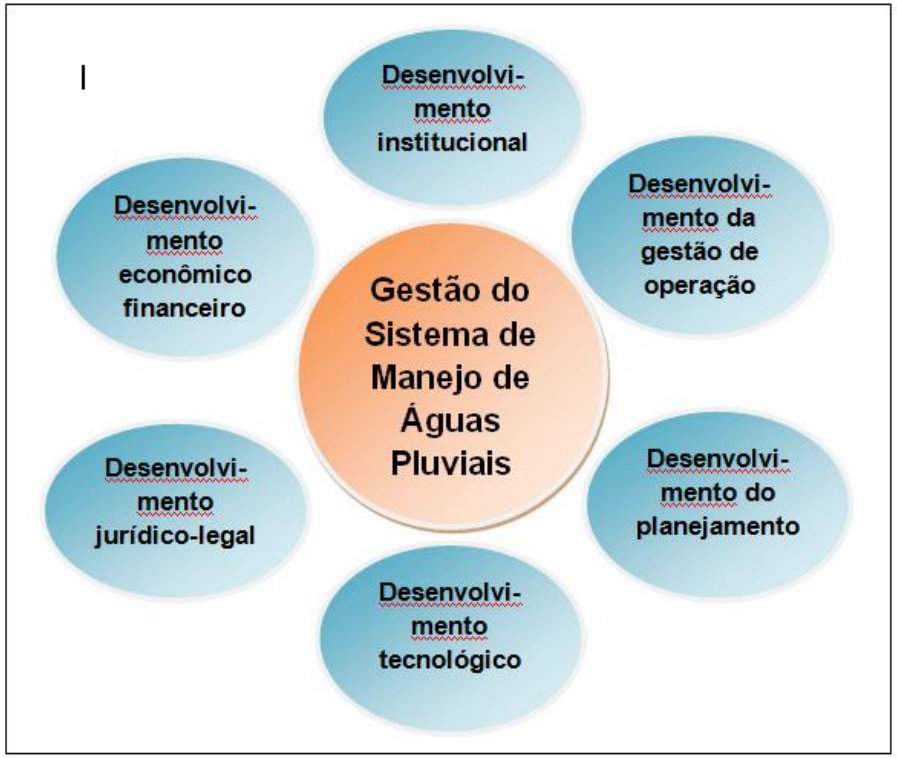


Figura 7-1 – Componentes da gestão do sistema de Drenagem.

Desenvolvimento institucional

O desenvolvimento institucional deve focar-se em:

- O fortalecimento institucional do sistema de gestão da drenagem pluvial nos contextos municipal/Estadual/Federal;

- A melhoria da articulação entre os órgãos ligados a drenagem urbana, estabelecendo-se estratégias comuns de desenvolvimento e operação setorial dentro dos seguintes aspectos:
  - ✓ No esgotamento sanitário, adotando medidas voltadas ao controle de fontes de poluição no sistema de drenagem urbana;
  - ✓ Na limpeza urbana, definindo estratégias conjuntas de gerenciamento dos resíduos que mais comprometem as estruturas de drenagem urbana, como garrafas PET, compatibilizando as prioridades de coleta, tratamento e disposição final de resíduos;
  - ✓ No transporte público e sistema viário, formulando estratégias coordenadas nas emergenciais de trânsito na época das chuvas;
  - ✓ Na hierarquização das vias com a implantação das redes de drenagem urbana adequadas ao carregamento e condicionantes da bacia de contribuição;
  - ✓ Na promoção de iniciativas visando a estabilização geotécnica e redução de processos erosivos;
  - ✓ Na articulação das ações de competência da Defesa Civil.
- A melhoria da articulação entre os órgãos da gestão municipal com os da gestão Estadual e Federal;
- A melhoria das ações de Fiscalização, necessárias para conter a ocupação de áreas inadequadas e dar cumprimento as leis municipais;
- A Capacitação das equipes técnicas responsáveis pela atuação no setor de drenagem urbana, por meio de:
  - ✓ Investimentos em capacitação técnica e gerencial de engenheiros ligados a drenagem urbana, arquitetos e planejadores urbanos, gestores públicos, entre outros;
  - ✓ Adequação e redimensionamento organizacional das equipes técnicas.

Desenvolvimento tecnológico

O desenvolvimento tecnológico passa pela adoção das “Best Management Practices (BMPs)”, tais como:

- **Reservatórios de detenção**: São reservatórios projetados para reter as águas superficiais apenas por curto período após a chuva. O tempo de detenção relaciona-se apenas com os picos máximos de vazão requeridos a jusante e com os volumes armazenados. Nos períodos de estiagem esses reservatórios permanecem secos, podendo agregar usos alternativos compatíveis. A **Figura 7-2** apresenta uma de bacia de detenção já implantada.

Figura 7-2 – Bacia de detenção.

- **Reservatórios de retenção:** São reservatórios de superfície que armazenam um volume de água permanente para atender a finalidades recreativas, paisagísticas, ou até mesmo para abastecimento. O nível d'água eleva-se temporariamente durante o período de cheia. A **Figura 7-3** apresenta uma bacia de retenção já implantada.

As bacias de detenção ou retenção podem ser "online", no próprio curso d'água; "offline", paralelo ao curso d'água e, por último "online" e "off-line" simultaneamente, quando parte encontra-se no corpo hídrico e parte paralelo a este.

Figura 7-3 – Bacia de retenção.

- **Pavimentos permeáveis:** Segundo Urbonas & Stahre (1993) existem basicamente três tipos de pavimentos permeáveis:

  a) Pavimento de asfalto poroso;

  b) Pavimento de concreto poroso;

  c) Pavimento de blocos de concreto vazados.

A utilização desse tipo de pavimento traz como vantagens: a redução da rede de microdrenagem, contribui para a recarga dos aqüíferos, possibilita o controle das

descargas de pico e do volume do escoamento superficial e reduz a quantidade de poluentes da poluição difusa. Na **Figura 7-4** são apresentados dois cortes esquemáticos que descrevem os três tipos de pavimentos acima descritos, ressaltando-se que a pavimentação em bloco de concreto vazado apresenta grande restrição à sobrecarga de veículos pesados, sendo mais adequado ao tráfego leve.

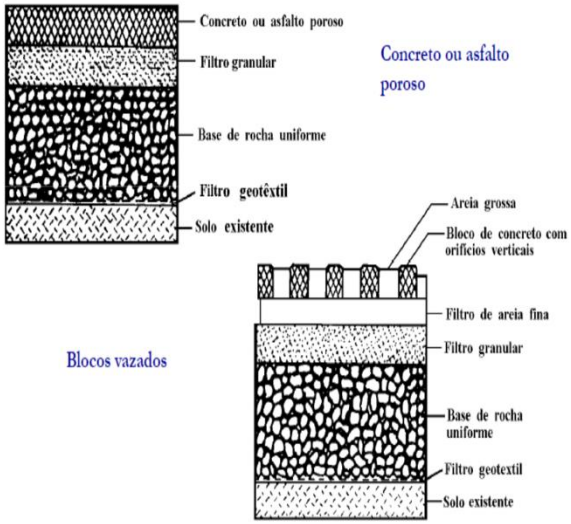


Figura 7-4 – Tipos de Pavimentos Permeáveis.

- **Telhados verdes:** O telhado verde é uma técnica aplicada na cobertura de residências e edifícios que consiste na aplicação de manta impermeável sobre a qual é depositada camada de solo no qual será plantada vegetação. Suas principais vantagens são:

  a) Facilitar a drenagem;

  b) Proporcionar isolamento acústico e térmico;

  c) Produzir melhoria estética e ambiental na edificação.

Figura 7-5 – Telhados verdes.

- **Reuso de águas pluviais:** É uma técnica de armazenamento de águas pluviais captadas dos telhados e pisos impermeáveis de residências, edifícios ou indústrias, em cisternas construídas para esse fim. As águas coletadas podem ser utilizadas, posteriormente para lavagem de pisos, fachadas e vidraças ou para rega de jardins e canteiros. Tem como vantagens:

  a) Promover o melhor aproveitamento do recurso hídrico;

  b) Reduzir o escoamento superficial e vazão de pico;

  c) Melhorar a qualidade da água, reduzindo cargas difusas.

A **Figura 7-6** demonstra esquematicamente um exemplo de reservatório de águas pluviais para reuso.

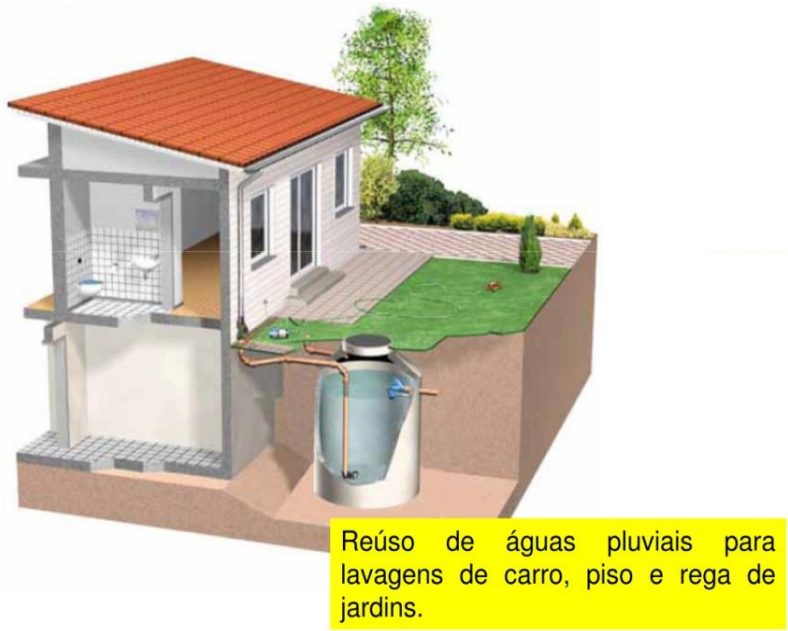


Figura 7-6 – Sistema de reuso de águas pluviais.

- **Renaturalização:** É o conjunto de procedimentos que tenta devolver aos rios e córregos modificados pela urbanização a condição mais natural possível. Muitas das alterações que descaracterizaram os corpos hídricos no passado são entendidas, atualmente como causadores das enchentes. É, entretanto, uma solução cara e complexa, sendo apropriada para rios e córregos ainda pouco modificados ou para locais onde o baixo valor dos terrenos possibilite as desapropriações necessárias. A adoção desta técnica traz como vantagens:

  a) Regularizar os fluxos de água, amortecendo os picos de enchentes;

  b) Melhorar a qualidade das águas;

  c) Melhorar as condições de reprodução e alimentação da fauna aquática;

  d) Proteger a biodiversidade da fauna terrestre, formando áreas de refugio;

  e) Controlar a erosão, evitando o assoreamento dos canais.

A **Figura 7-7** demonstra algumas providências costumeiramente adotadas para consolidar o processo de renaturalização.

Figura 7-7 – Trabalhos desenvolvidos para renaturalização do corpo hídrico.

- **Trincheiras de infiltração:** São estruturas escavadas no solo natural, preenchidas com material poroso que permite inicialmente a filtragem e posterior percolação da água de chuva para o subsolo. A **Figura 7-8** apresenta o esquema geral de uma trincheira de infiltração.

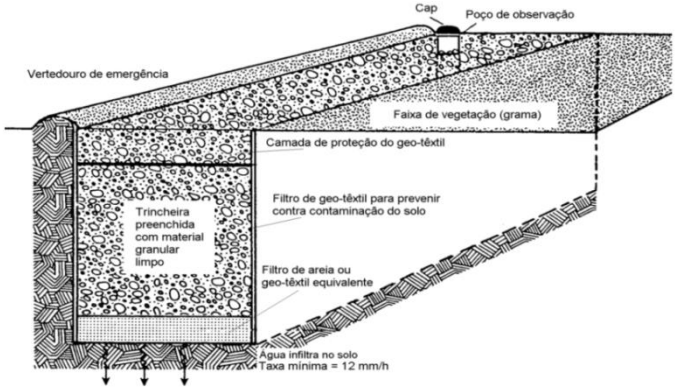


Figura 7-8 – Trincheira de infiltração.

- **Biorretenção:** É uma estrutura em forma de trincheira, com vegetação e camadas de solos na qual o escoamento superficial é armazenado e filtrado.

- **Valas de infiltração:** São canais abertos onde é plantada vegetação específica. Destina-se a capturar e tratar águas pluviais, geralmente em locais com poucas construções e pequena impermeabilização.

- **"Wetland":** São estruturas receptoras de águas de chuvas e lançamentos de esgoto. Podem ser naturais e construídas. As naturais são as terras úmidas, brejos, várzeas, pântanos, manguezais e lagos rasos onde são utilizadas plantas aquáticas macrofilas em substratos como areia, cascalhos ou outro material inerte, visando a proliferação de microrganismos variados que, por processos biológicos, químicos e físicos, removem poluentes da água. A **Figura 7-9** apresenta esquematicamente a estrutura básica de uma "Wetland".

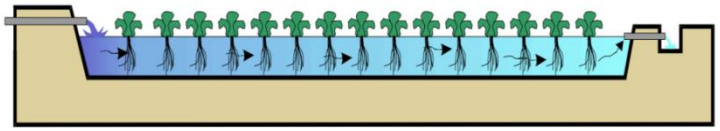


Figura 7-9 – Estrutura Básica de "Wetland".

- **Parques Lineares:** Tem como objetivo à recuperação das áreas de várzea, implantando funções adicionais e prevenindo ocupações indevidas. As funções adicionais podem ser definidas de acordo com as necessidades e preferências da população local. Dependendo do tamanho e da topografia das várzeas, bem como de sua inserção em áreas urbanas mais ou menos consolidadas, e do perfil socioeconômico da população, poderão ser implantados passeios, ciclovias, áreas de estar, áreas para prática de ginástica, playgrounds, pistas de skate, mesas para jogos e estudo, entre outros.

- **Manta geotêxtil**: trata-se da aplicação de manta de tecido impermeável que promove temporariamente ou permanentemente a estabilização de solos em locais sujeitos a movimentação e escorregamento. A **Figura 7-10** apresenta esquematicamente a aplicação de manta geotêxtil em uma encosta com declividade acentuada. =

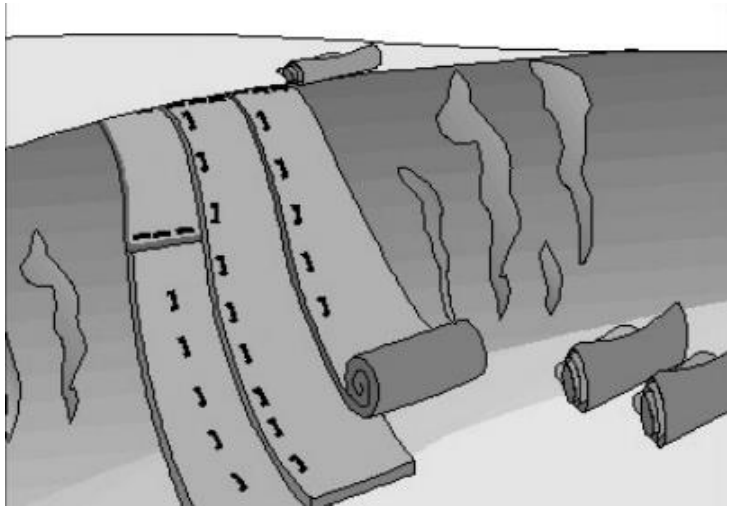


Figura 7-10 – Uso de manta geotêxtil.

Figura 7-11 – Uso de “Silt Fence”.

- **“Silt Fence”:** É uma barreira temporária instalada para reter sedimentos em áreas de expansão urbana. Consiste na utilização de manta geotêxtil fixada em suporte, colocado em locais específicos, de forma a conter a movimentação de sedimentos. A **Figura** 7-11 apresenta uma imagem de “Silt Fence” instalada.

8. REDE DE MONITOR-ÁGUAS – Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais - PDMAP

A Fundação Rio Águas iniciou em 14 de abril de 2010 a implantação de 19 estações telemétricas do tipo precipitação e nível (PN) e 7 estações telemétricas do tipo qualidade e nível (QN), totalizando 26 estações telemétricas.

A **Tabela 8-1** informa a data de inicio da operação das estações telemétricas PN instaladas e a **Figura 8-1** informa a localização de cada estação no mapa.

A

Tabela 8-2 informa a data de inicio de operação das estações QN instaladas e a **Figura 8-2** a localização de cada estação sobre o mapa.

Tabela 8-1 – Estações Telemétricas de precipitação e nível (PN).

Nº	Estação Telemétrica	Data de Início de Operação
1	Canal de Senambetiba – Condomínio Maramar	18/06/10
2	Rio Acari – Ponto Frio	10/07/10
3	Rio Guandu – Ambev	13/07/10
4	Rio Maracanã – Prédio Ipiranga	16/07/10
5	Rio Meriti – Base Fuzileiros Navais	20/09/10
6	Rio Sapopemba – Parque das Vizinhanças	27/01/11
7	Rio Catarino – UCB	19/02/11
8	Rio Irajá – Mercado Makro	23/02/11
9	Rio Maracanã – Av. Maracanã	14/05/11
10	Rio Trapicheiros – Av. Heitor Beltrão	17/05/11
11	Rio Quitungo – MTR Transportes	19/05/11
12	Rio Joana – UERJ	18/05/11
13	Rio Grande	14/03/12
14	Rio Sarapuí	22/05/12
15	Canal do Mangue	27/06/12
16	Rio Cabuçu – Estrada do Mato Alto	09/05/13
17	Rio Trapicheiros – Francisco Eugênio	29/05/13
18	Rio Comprido	01/07/13
19	Rio Faria	19/10/13

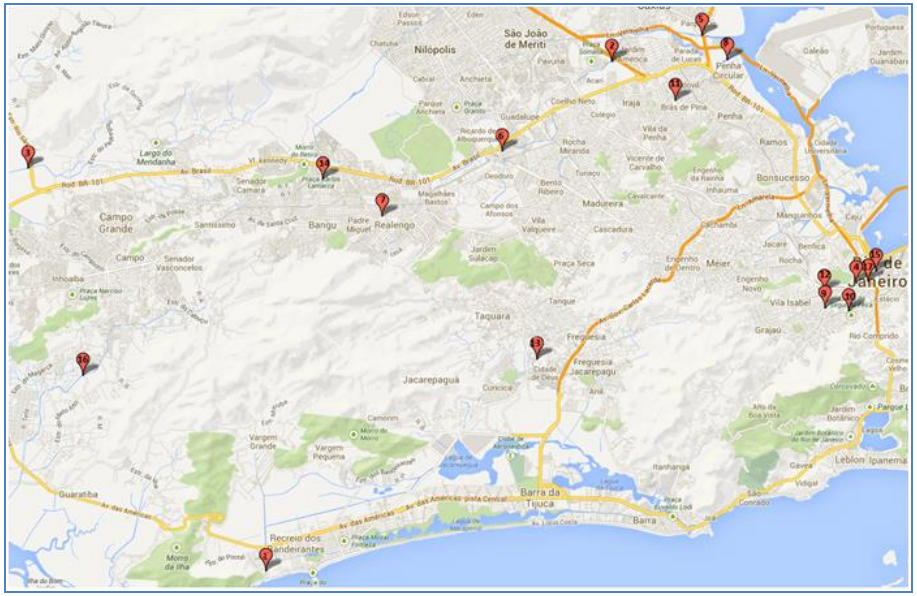


Figura 8-1 – Localização das Estações Telemétricas (PN).

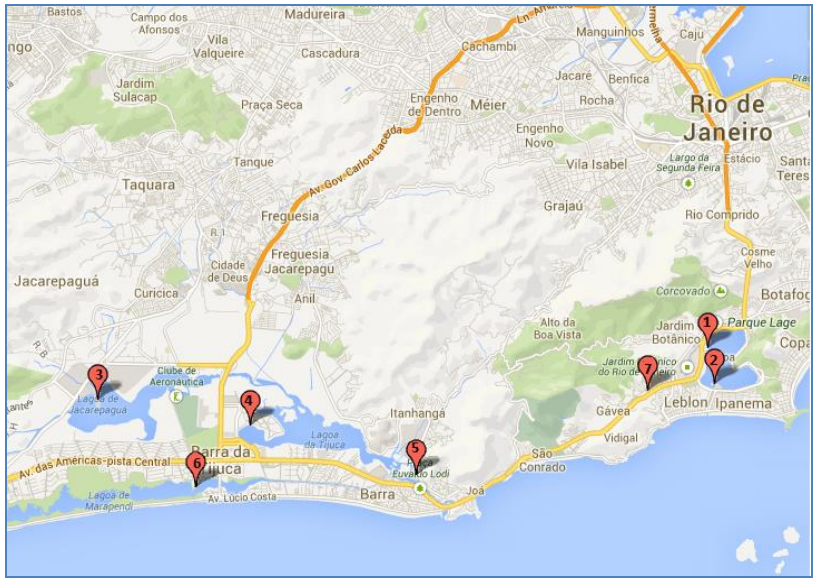


Figura 8-2 – Localização das Estações Telemétricas (QN).

Tabela 8-2 – Estações Telemétricas de Qualidade e nível (QN).

Nº	Estação Telemétrica	Data de Inicio da Operação
1	Lagoa Rodrigo de Freitas - Clube Naval	14/04/10
2	Lagoa Rodrigo de Freitas - Clube Caiçara	20/05/10
3	Lagoa de Jacarepaguá - Rede Sara	30/04/10
4	Lagoa da Tijuca - Cond. Peninsula	11/08/10
5	Lagoa da Tijuca - Marina Barra Clube	01/10/10
6	Lagoa de Marapendi - Clube Mandaia	08/11/10
7	Rio Rainha - PUC	09/11/10

Estações Telemétricas Precipitação e Nível (PN)

As estações telemétricas de precipitação e nível (PN) são compostas por pluviômetros e sensores de nível que, a cada 5 minutos, transmitem os dados coletados por meio da tecnologia GPRS. As **Figuras 10-3 e 10-4** mostram o pluviômetro e o sensor de nível instalados.

Figura 8-3 – Pluviômetro utilizado na Estação Telemétrica (PN).

Figura 8-4 – Sensor de nível utilizado na Estação Telemétrica (PN).

As estações telemétricas PN instaladas são:

Canal Sernambetiba – Condomínio Maramar

Figura 8-5 – Estação telemétrica – Lat: 23º01’52,9”S- e Long. 043°29’34,2”W.

Rio Acari – Ponto Frio

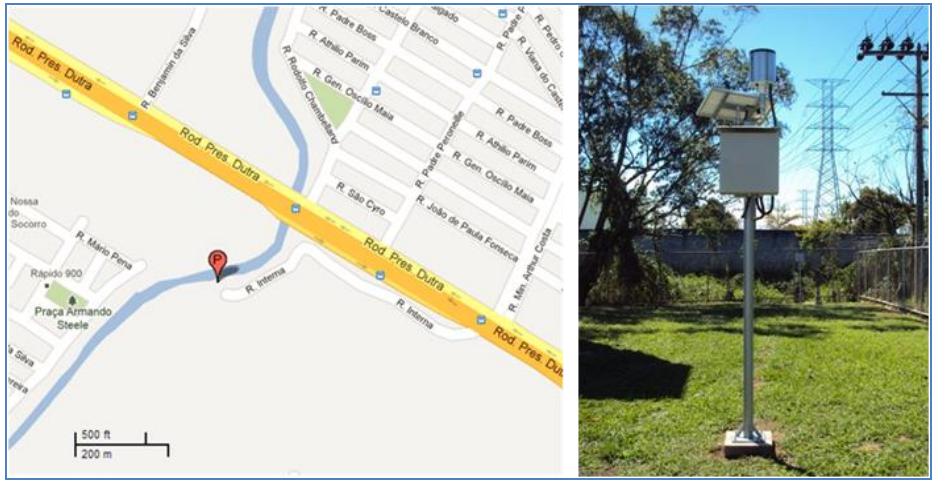


Figura 8-6 – Estação telemétrica – Lat.: 22º48’50,0”S – Long.: 043°19’57,3”W.

Rio Guandu – Ambev

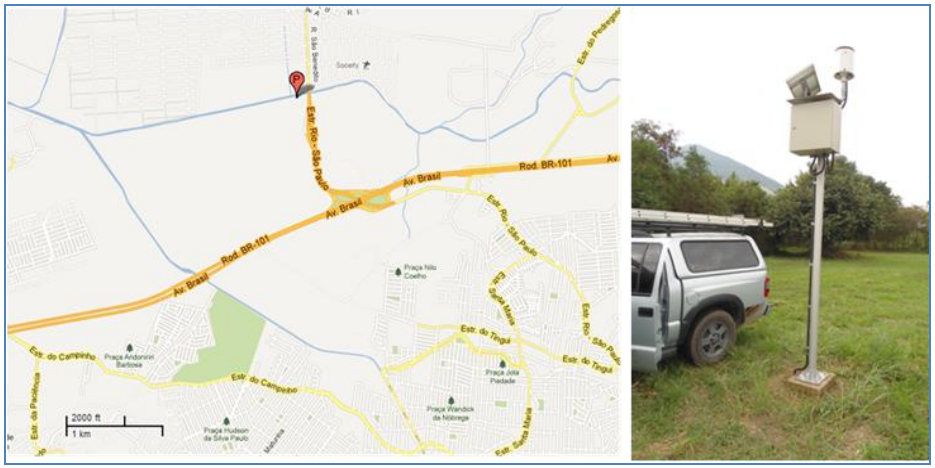


Figura 8-7 – Estação telemétrica – Lat.: 22º51’34,00”S – Long.: 043°36’10,60” W.

Rio Maracanã – Prédio Ipiranga

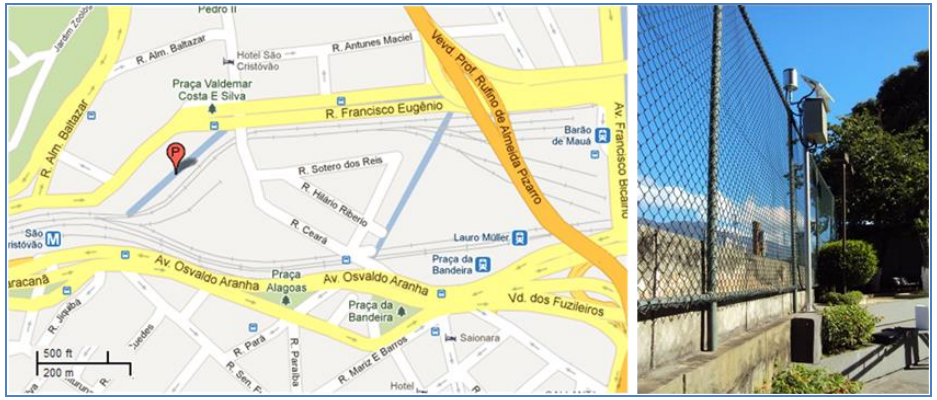


Figura 8-8 – Estação telemétrica – Lat.: 22º54’30,5”S – Long.: 43°13’09,1”W.

Rio Meriti – Base Fuzileiros Navais

Figura 8-9 – Estação telemétrica – Lat.: 22°18’10.39”S – Long.: 43°17’26.51’’W.

Rio Sapopemba – Parque das Vizinhanças

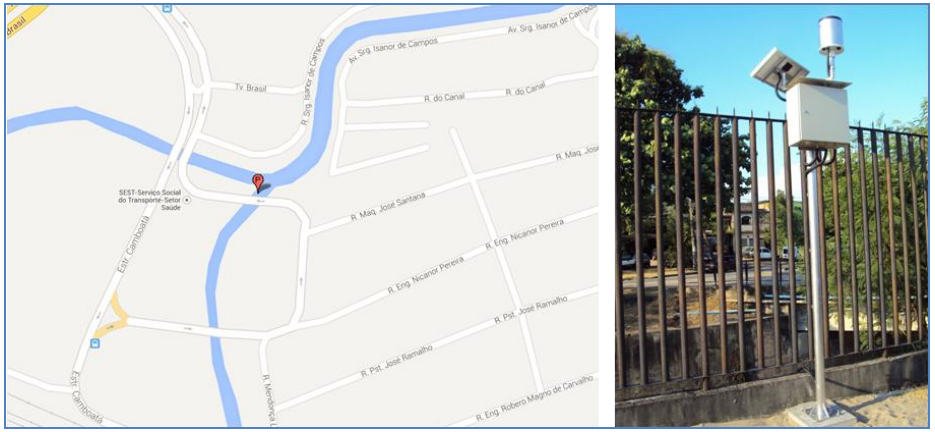


Figura 8-10 – Estação telemétrica – Lat. 22º51’07,89”S - Long. 043°22’59,93” W.

Rio Catarino – UCB

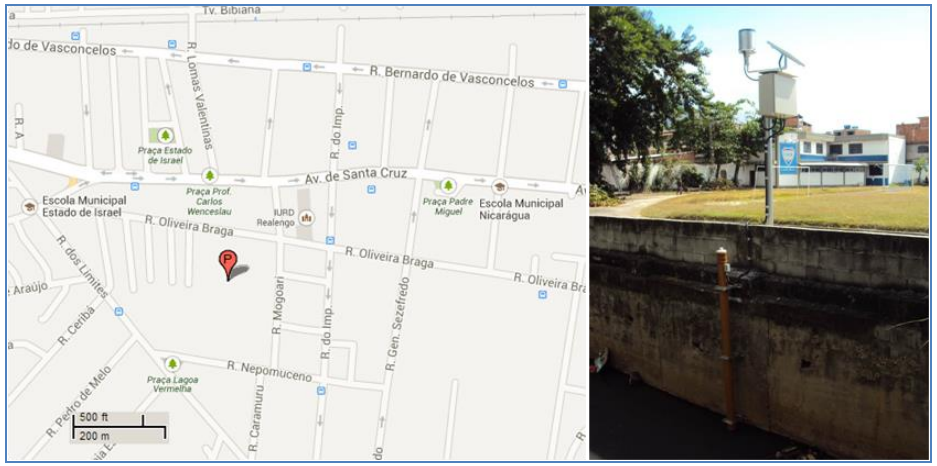


Figura 8-11 – Estação telemétrica – Lat.: 22°55’9.52”S – Long.: 43°14’00,61’’W.

Rio Irajá – Mercado Makro

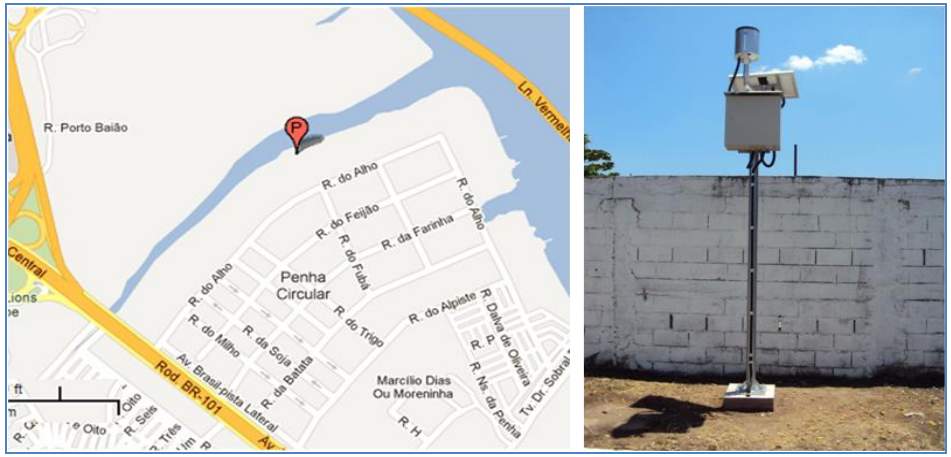


Figura 8-12 – Estação telemétrica – Lat.: 22°49’27,1”S – Long.: 43°17’28,8’’W.

Rio Maracanã – Avenida Maracanã

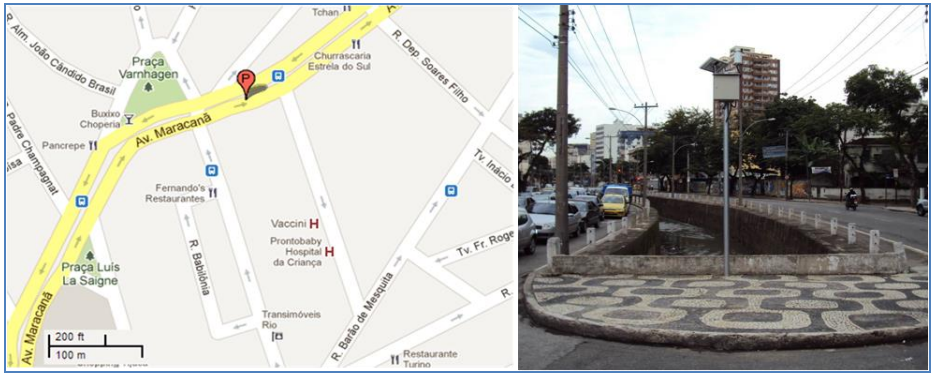


Figura 8-13 – Estação telemétrica – Lat.: 22º55’9.52”S – Long.: 043°14’0,61”W.

Rio Trapicheiros – Av. Heitor Beltrão

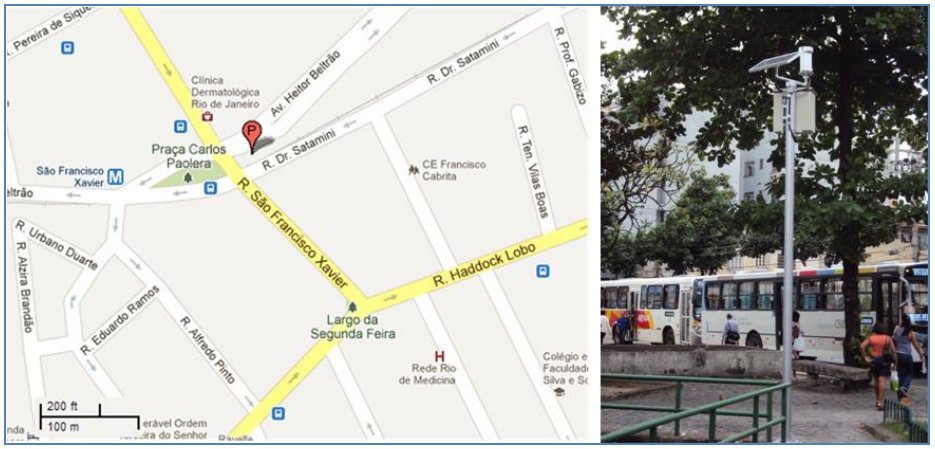


Figura 8-14 – Estação telemétrica - Lat.: 22º 56’ 28,65” S – Long.: 043° 22’ 0,24” W.

Rio Quitungo – MTR Transportes

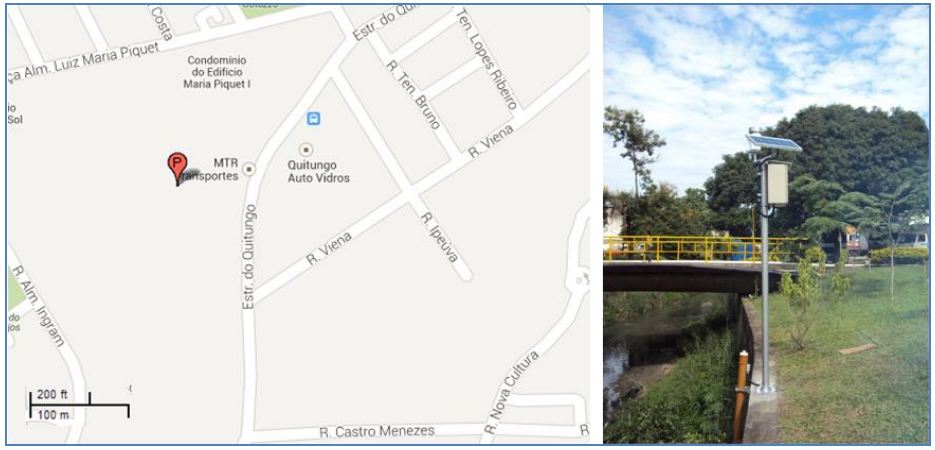


Figura 8-15 – Estação telemétrica – Lat.: 22°49'50.5"S – Long.: 43°18'10.67''W.

Rio Joana – UERJ

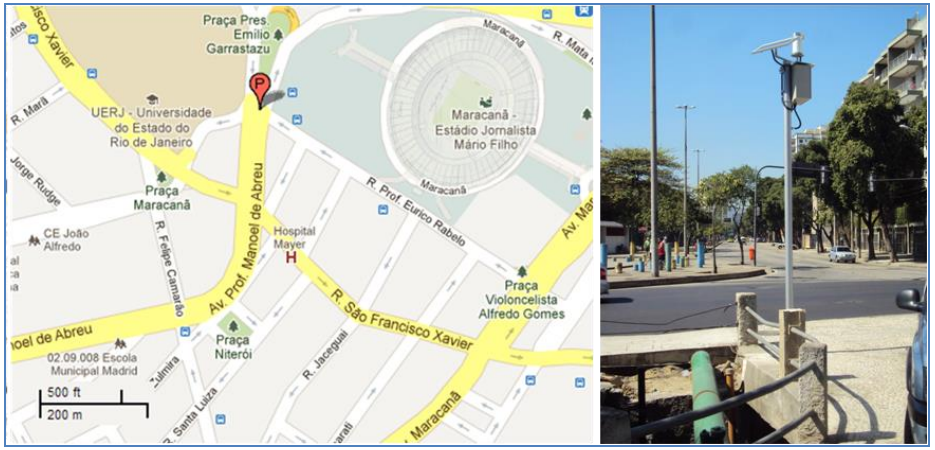


Figura 8-16 – Estação telemétrica - Lat.: 22º 54' 43,86" S – Long.: 043°14'1,99"W.

Rio Grande

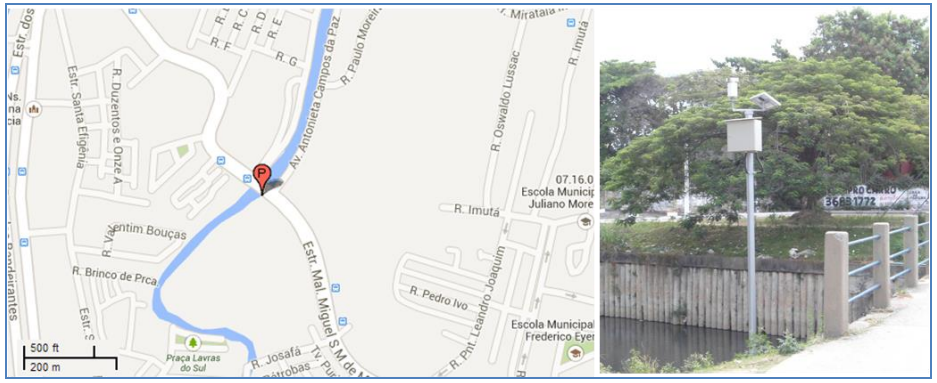


Figura 8-17 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 56’ 28,65” S – Long.: 043° 22’ 0,24” W.

Rio Sarapuí

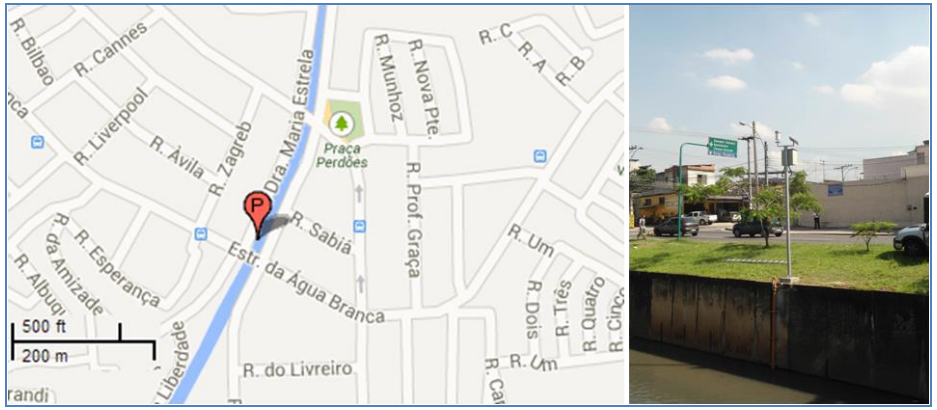


Figura 8-18 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 51’ 51,5” S – Long.: 043° 27’ 59,3” W.

Canal do Mangue

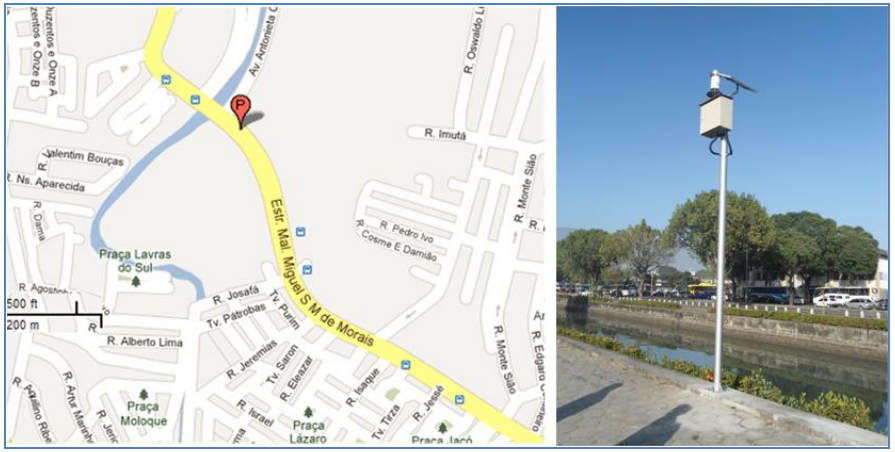


Figura 8-19 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 54’ 11,91” S –Long.: 043° 12’ 35,62”W.

Rio Cabuçu – Estrada do Mato Alto

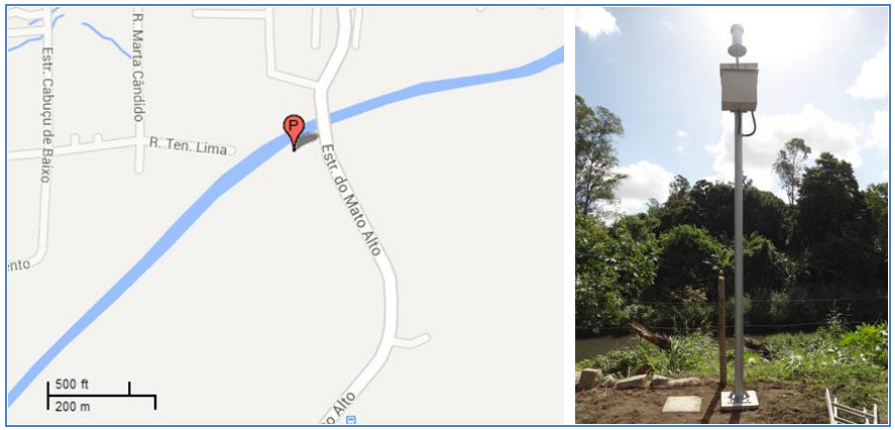


Figura 8-20 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 56’ 52,27” S –Long.: 043° 34’ 39,24” W.

Rio Trapicheiros – Francisco Eugênio

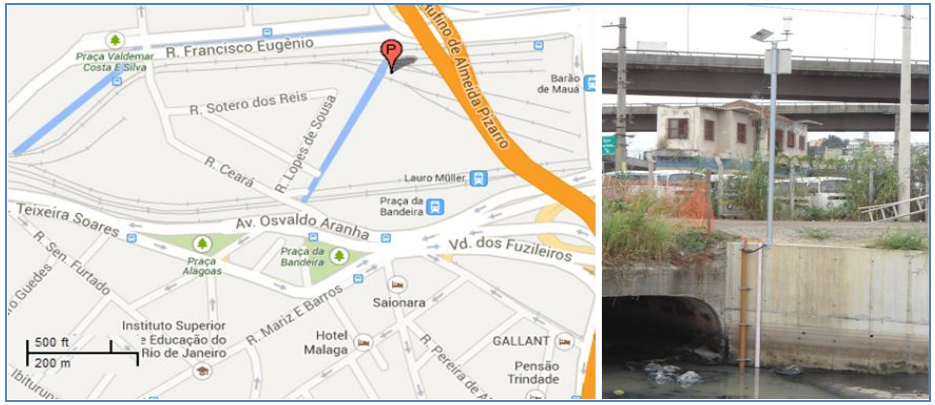


Figura 8-21 – Estação Telemétrica – Lat.: 22º 54’ 28,02” S –Long. 043° 12’ 48,82” W.

Rio Comprido – Comlurb

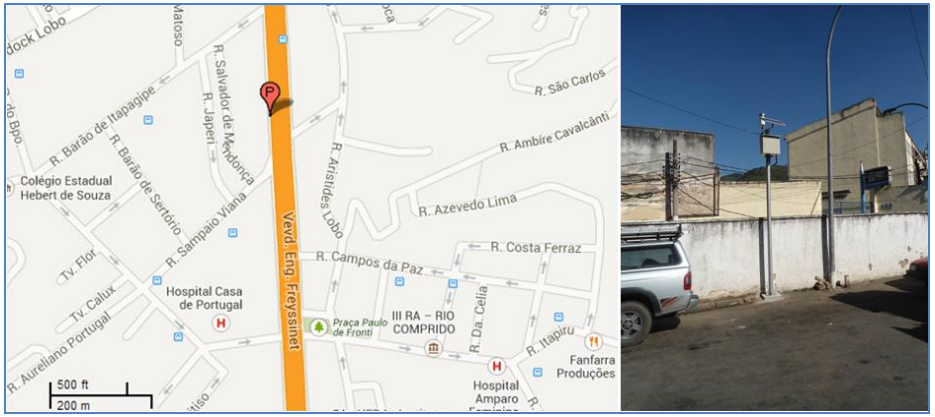


Figura 8-22 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 55’ 22,15” S– Long.: 043° 12’ 36,20” W.

Rio Faria

Figura 8-23 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 52’ 22,07” S Long.: 043° 16’ 4,18” W

Estações Telemétricas Qualidade e Nível (QN)

As estações telemétricas de qualidade e nível são compostas por sondas de qualidade da água e sensores de nível. Da mesma forma que nas estações PN, os dados coletados são transmitidos por meio de tecnologia GPRS. A **Figura 8-24** mostra a sonda de qualidade da água instalada em cada estação telemétrica QN.

Figura 8-24 – Sonda de qualidade da água utilizada na estação telemétrica QN.

As estações telemétricas QN instaladas são:

Estação Lagoa Rodrigo de Freitas – Clube Naval

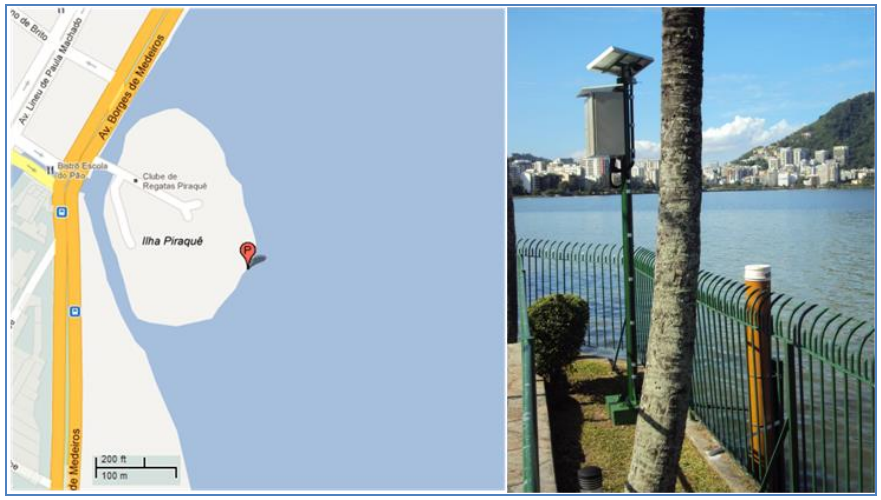


Figura 8-25 – Estação Telemétrica – Lat.: 22°58’06,08”S – Long.: 43°12’54.90’’W.

Estação Lagoa Rodrigo de Freitas – Clube Caiçara

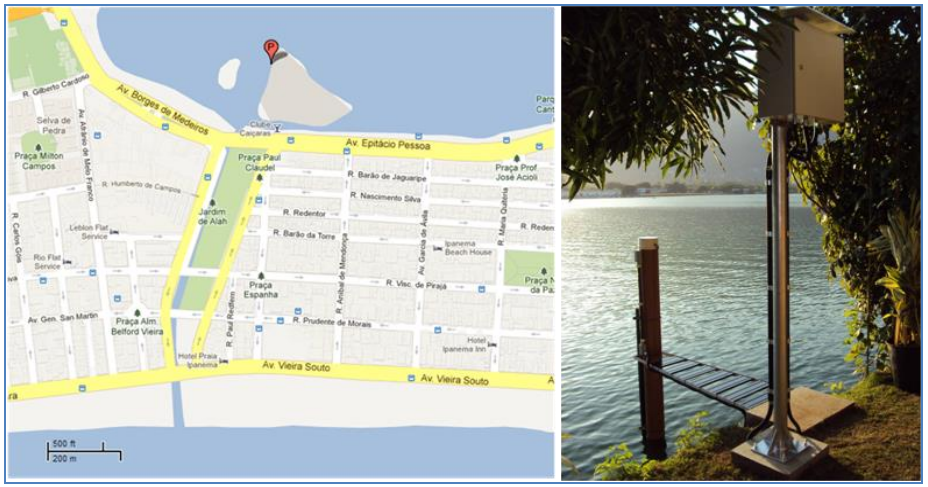


Figura 8-26 – Estação Telemétrica – Lat.: 22°58’20.05”S – Long.: 43°12’30.6’’W.

Lagoa Jacarepaguá – Rede Sara

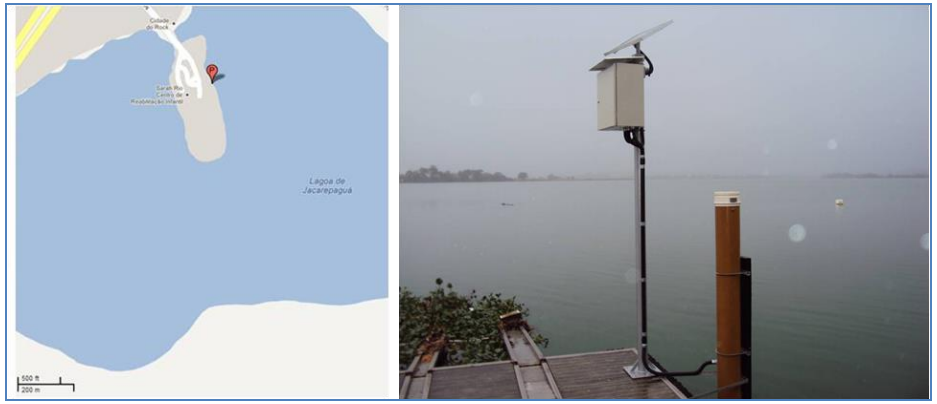


Figura 8-27 – Estação Telemétrica – Lat.: 22º58’58,8”S – Long.: 043°24’12,4”W.

Lagoa da Tijuca – Condomínio Península

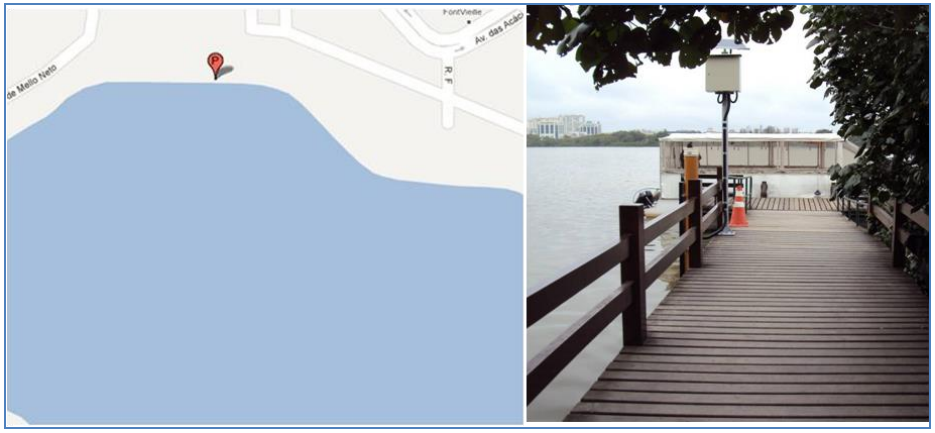


Figura 8-28 – Estação Telemétrica – Lat.: 22°59’25.0”S - Long.: 43°21’23.0’’W.

Lagoa da Tijuca – Marina Barra Clube

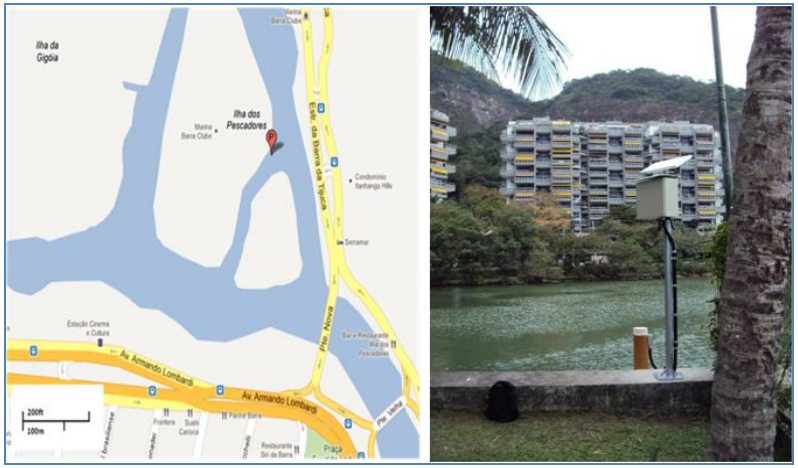


Figura 8-29 – Estação Telemétrica – Lat.: 23° 0'15.24"S – Long.: 43°18'19.45"W.

Lagoa Marapendi – Clube Mandala

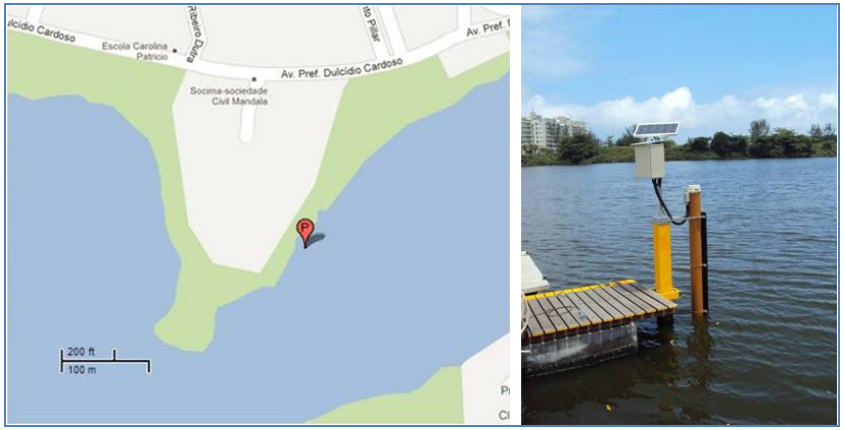


Figura 8-30 – Estação Telemétrica – Lat.: 23°00’27,78”S – Long.: 43°22’23,59’’W.

Rio Rainha – PUC

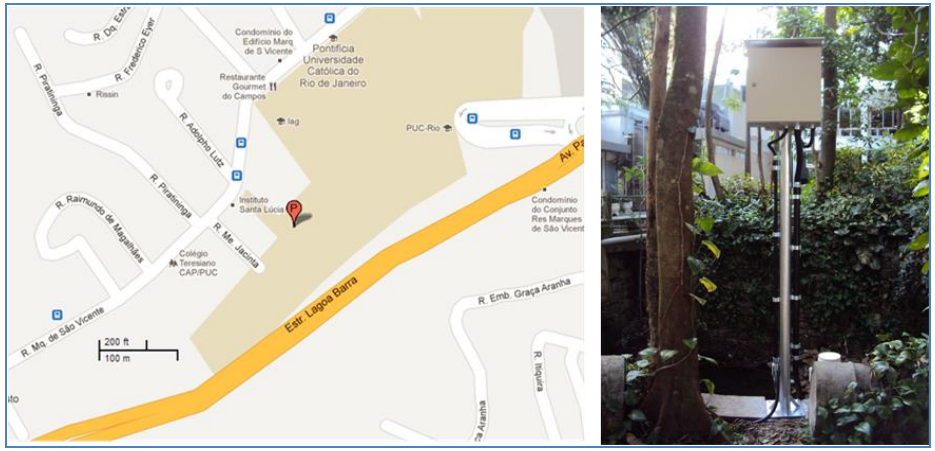


Figura 8-31 – Estação Telemétrica - Lat.: 22º58’49,4”S – Long.: 043°14’02,0”W.

Coleta e Transmissão de dados

Os dados coletados pelos sensores de precipitação, nível e qualidade são armazenados em um “datalogger” e transmitidos, a cada 5 minutos, por meio de rede de telefonia celular com tecnologia GSM/GPRS.

Todas as estações telemétricas instaladas possuem uma caixa de instrumentação composta pelos seguintes itens:

- Painel solar, controlador de carga e bateria estacionária, itens responsáveis pela manutenção do funcionamento da estação telemétrica.
- Modem Celular, equipamento responsável pelo envio dos dados coletados.

A **Figura 8-32** mostra uma caixa de instrumentação com os equipamentos instalados.

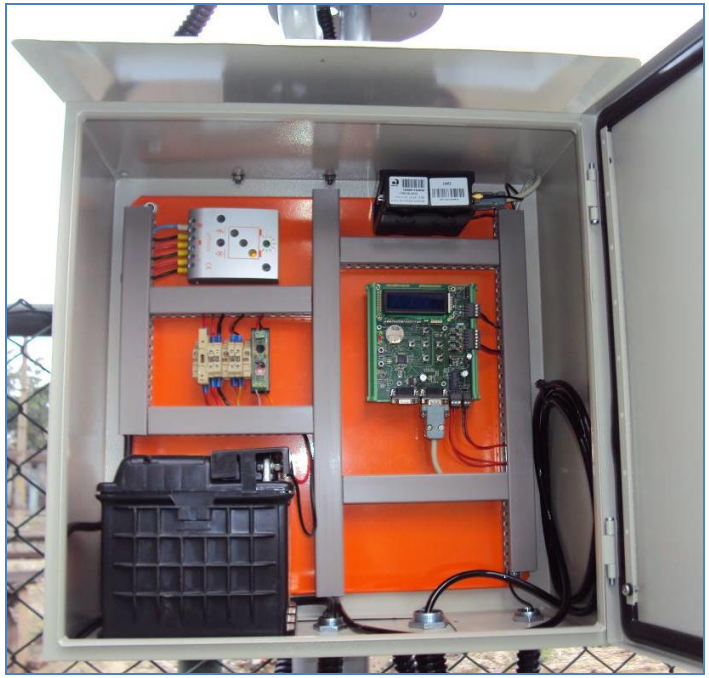


Figura 8-32 – Caixa de instrumentação instalada nas Estações Telemétricas.

O esquema demonstrado na **Figura 8-33** apresenta o fluxo da informação, desde o ponto de coleta até a sua disponibilização final ao usuário na internet.

Figura 8-33 – Fluxo da informação para disponibilização na Internet.

Disponibilização dos dados

Os dados coletados pelas estações telemétricas PN e QN estão disponíveis em tempo real no site *http://www.pdmaprio.net.br/*. Os usuários não cadastrados podem acessar apenas informações sobre precipitação, conforme demonstrado na tela apresentada na **Figura 8-34.**

Figura 8-34 – Página principal do site do PDMAP – RJ.

Os usuários cadastrados têm acesso a todas as informações coletadas pelas estações telemétricas nos formatos de tabela e gráfico.

As **Figuras 8-34** e **8-35** apresentam as informações disponibilizadas na rede de monitoramento em formato de tabela.

Rede Rio Águas Quantidade - 09 AGO 2013 10:35				
	PLU(mm)		FLU(m)	
Posto	Hora	Valor	Hora	Valor
Lagoa Rodrigo de Freitas - Clube Naval Graf. info				
Lagoa Jacarepaguá - Rede Sara Graf. info			10:30	0.36
Lagoa Rodrigo de Freitas - Clube Caiçaras Graf. info			10:30	0.51
Lagoa da Tijuca - Condomínio Península Graf. info				
Lagoa da Tijuca - Marina Barra Clube Graf. info			10:30	-0.12
Lagoa Marapendi - Clube Mandala Graf. info			10:30	0.08
Rio Rainha - PUC Graf. info				14.34
Rio Acari - Ponto Frio Graf. info	10:30	0.0	10:30	1.31
Rio Trapicheiros - Av. Heitor Beltrão Graf. info	10:30	0.0	10:30	4.51
Rio Trapicheiros - Francisco Eugênio / . Graf. info	10:30	0.0	10:30	0.00
Rio Maracanã - Av. Maracanã Graf. info	10:30	0.0	10:30	8.26
Rio Maracanã - Prédio Ipiranga Graf. info	10:25	0.0	10:25	0.13
Rio Comprido - Comlurb / . Graf. info	10:30	0.0	10:30	8.63
Canal do Mangue Graf. info	10:30	0.0	10:30	-0.68
Rio Joana - UERJ Graf. info				
Canal de Sernambetiba - Condomínio Maramar Graf. info	10:30	0.0	10:30	0.58
Rio Guandu - Ambev Graf. info	10:25	0.0	10:25	0.56
Rio Sapopemba - Parque das Vizinhanças Graf. info	10:30	0.0	10:30	9.46
Rio Catarino - UCB Graf. info	10:30	0.0	10:30	34.97
Rio Sarapuí Graf. info	10:30	0.0	10:30	31.07
Rio Quitungo - MTR Transportes Graf. info	10:30	0.0	10:30	1.55
Rio Irajá - Mercado Makro Graf. info	10:30	0.0	10:30	0.32
Rio Meriti - Base Fuzileiros Navais Graf. info	10:30	0.0	10:30	0.19
Rio Grande Graf. info	10:30	0.0	10:30	1.16
Rio Cabuçu - Estrada do Mato Alto Graf. info	10:30	0.0	10:30	0.32
Posto	Hora	Valor	Hora	Valor

Figura 8-35 – Reprodução da Tabela com dados das estações telemétricas PN e dados de nível das estações QN.

Rede Rio Águas Qualidade - 09 AGO 2013 10:40

Posto	FLU(m)		Temp(oC)		Turbidez(NTU)		Condutiv. (uS/cm)		pH		TDS (g/l)		Salinidade (ppt)		LDO(mg/l)	
	Hora	Valor	Hora	Valor	Hora	Valor	Hora	Valor	Hora	Valor	Hora	Valor	Hora	Valor	Hora	Valor
Lagoa Rodrigo de Freitas - Clube Naval Graf. info		-/-	10:20	24.10 ↑		-/-	10:20	0.00 =	10:20	8.50 =	10:20	0.00 =		-/-	10:20	3.03 ↓
Lagoa Rodrigo de Freitas - Clube Caiçaras Graf. info	10:35	0.51 ↓	10:20	23.91 ↑	07:00	291.14	10:20	853.06 ↑	10:20	8.47 ↑	10:20	17.04 ↑	10:20	16.26 ↑	10:20	4.01 ↑
Lagoa Jacarepaguá - Rede Sara Graf. info	10:35	0.36 ↓	10:20	23.38 ↑		-/-	10:20	-1759.28 ↓	10:20	7.98 ↓	10:20	4.37 ↓	10:20	3.79 ↓	10:20	0.08 ↓
Lagoa da Tijuca - Condominio Peninsula Graf. info		-/-		-/-		-/-		-/-		-/-		-/-		-/-		-/-
Lagoa da Tijuca - Marina Barra Clube Graf. info	10:35	-0.13 ↓	10:20	23.07 ↑		-/-	10:20	-229.66 ↓	10:20	8.18 ↑	10:20	21.84 ↓	10:20	21.42 ↓	10:20	0.05 ↓
Lagoa Marapendi - Clube Mandala Graf. info	10:35	0.08 ↓	10:20	24.40 =	10:20	21.70 ↓	10:20	46086.00 ↑	10:20	7.21 =	10:20	2996.00 ↑	10:20	298.70 ↑	10:20	0.00 =
Rio Rainha - PUC Graf. info		14.34 ↑		20.00 ↑		634.00 ↓		139.00 ↓		-/-		9.00 ↓		0.70 ↓		0.95 ↓

Figura 8-36 – Reprodução da Tabela com dados das estações telemétricas QN.

No formato de gráfico o usuário pode visualizar os dados atualizados com um breve histórico dos dados anteriores. As **Figuras 10-36** a **10-43** reproduzem os dados das redes de monitoramento, nesse formato.

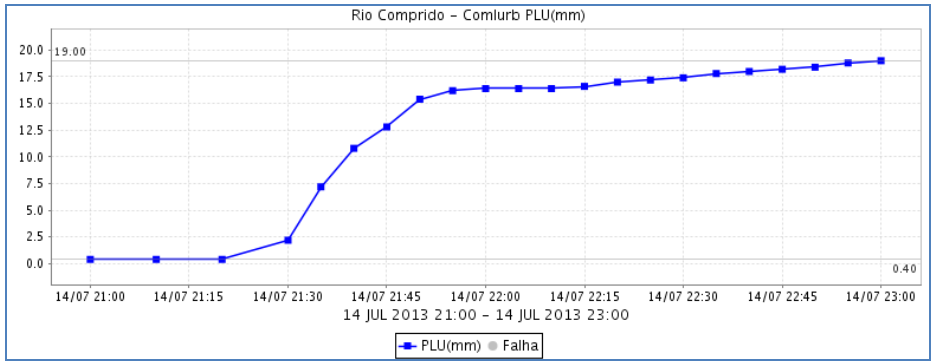


Figura 8-37 – Rede Rio-Águas - Quantidade – Precipitação observada (mm) no rio Comprido nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

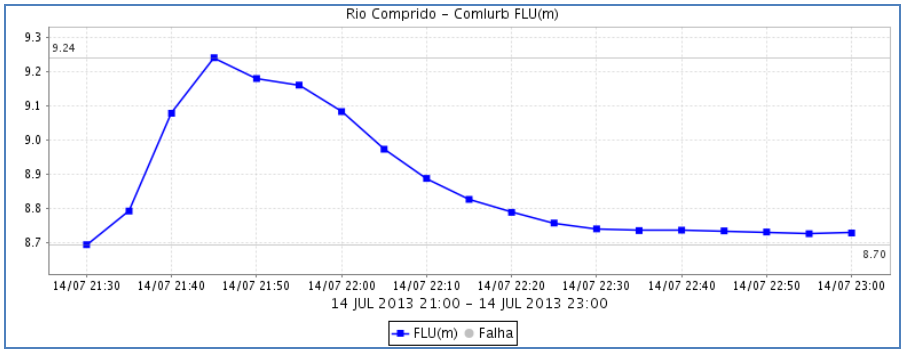


Figura 8-38 – Rede Rio-Águas - Quantidade: - Dados de nível (m) observados no rio Comprido nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

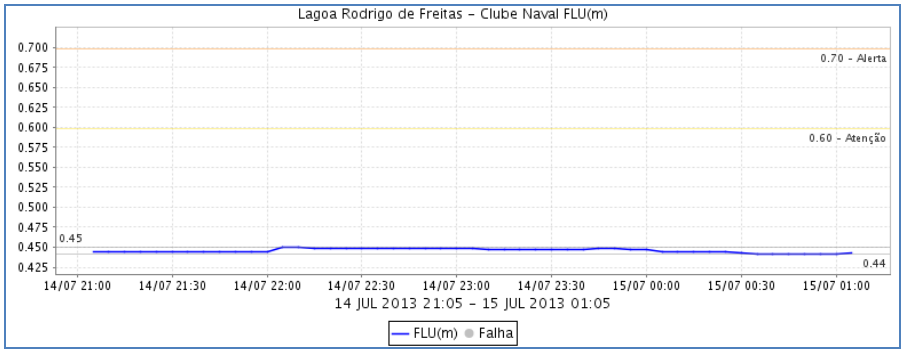


Figura 8-39 – Rede Rio Águas - Qualidade: Dados de nível (m) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

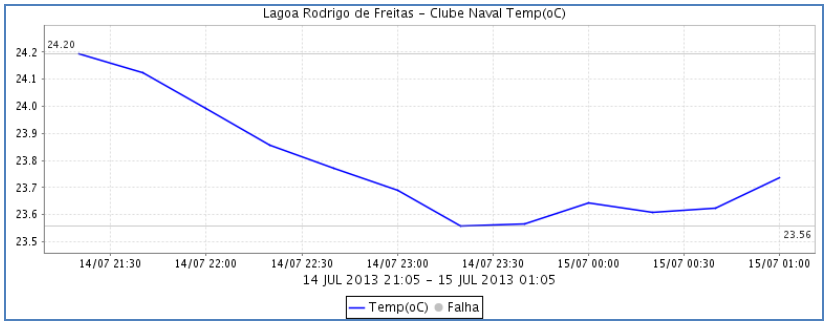


Figura 8-40 – Rede Rio Águas - Qualidade: Dados de temperatura (ºC) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

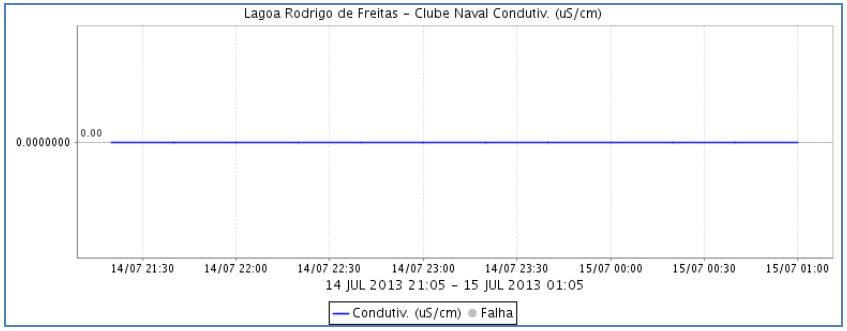


Figura 8-41 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de condutividade (uS/cm) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

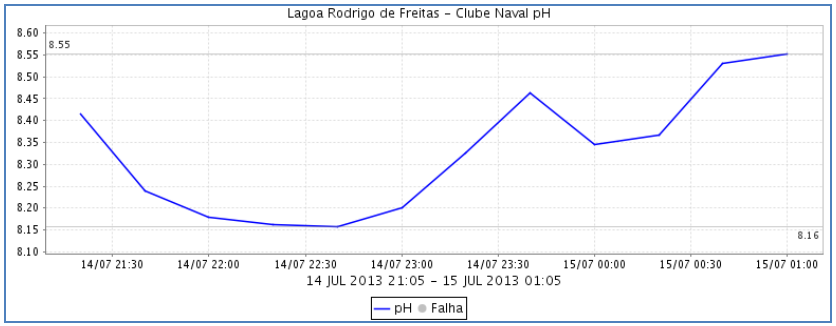


Figura 8-42 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de pH observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

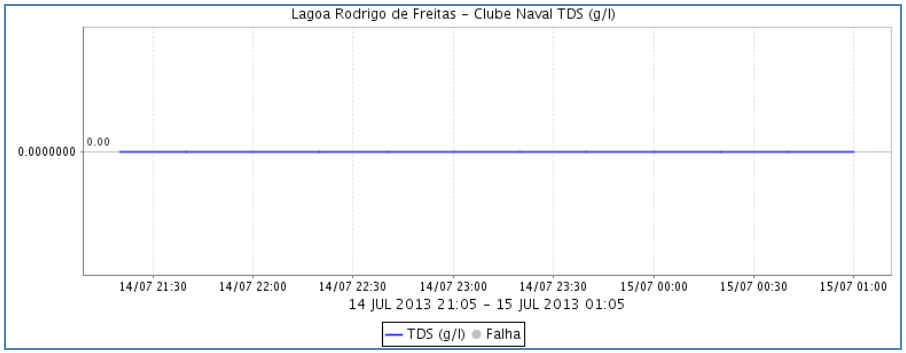


Figura 8-43 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de TDS (g/l) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

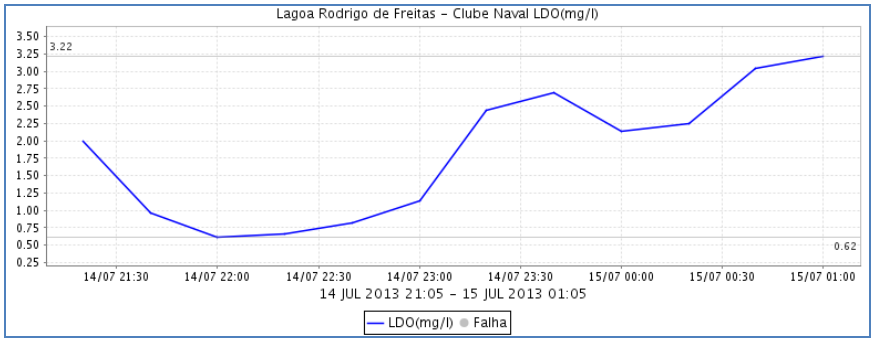


Figura 8-44 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de LDO (mg/l) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

9. CONTROLE SOCIAL

Metodologia de Controle Social

O Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais agregou o CONTROLE SOCIAL, um dos princípios fundamentais da Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), sendo definido na própria lei como: "conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico".

O Controle Social de um Plano de Saneamento é um instrumento de suma importância para a população, pois através deste controle, fica garantido que o plano será seguido e praticado de forma correta e com total transparência. Além disso, este instrumento também disponibiliza para a sociedade os dados referentes aos serviços de saneamento prestados para a população.

Com o objetivo de assegurar a participação social foi realizada a divulgação do Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais, com a apresentação do estudo para a sociedade civil, organizações técnicas e conselhos municipais.

Em 12 de agosto de 2014 e em 09 de dezembro de 2014, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais foi apresentado no Conselho Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro – CONSEMAC, criado pela Lei 2.390 de 01/12/1995, que possui representação paritária de membros do Poder Executivo e da sociedade civil, possibilitando aos vários segmentos da população a participação e a fiscalização da política ambiental do Município..

Em 29 de Junho de 2015, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais recebeu a Moção de Aprovação pelo Conselho Municipal de Política Urbana da Cidade do Rio de Janeiro – COMPUR, conforme apresentações realizadas por

representantes da Secretaria Municipal de Saneamento e Recursos Hídricos - SMAR, nas reuniões do Conselho dos dias 12 de março e 14 e 28 de maio de 2015.

O COMPUR, criado pela Lei nº 3.957, de 29/03/2005, sobre o qual dispõe a Lei Complementar nº 16, de 04.06.92 (Plano Diretor Decenal da Cidade), é órgão participativo e consultivo do Poder Público Municipal, exercendo sua competência nos termos do seu Regimento Interno, que estabelece as normas de sua organização e funcionamento.

O Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais foi baseado e adaptado do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro, que contou ainda com campanhas de comunicação inicial e final realizadas pelo Grupo de Consultoria Técnica e pela Fundação Rio-Águas.

Com o objetivo de assegurar ampla divulgação, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais foi disponibilizado a todos os interessados para consulta, por meio da internet, no site da SMAR, e por audiência pública.

A audiência pública realizada em 19 de novembro de 2015 teve o objetivo apresentar o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais, discutir conteúdos e coletar proposições da população.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABREU, M. A. A favela está fazendo 100 anos (Sobre os caminhos tortuosos da construção da cidade). Anais do 3º Simpósio Nacional de Geografia Urbana (Rio de Janeiro, 13 a 17 de setembro de 1993). Rio de Janeiro: AGB/UFRJ/IBGE, 1993.

AMADOR E. S. Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos - Homem e Natureza. Rio de Janeiro, Reproarte Gráfica e Editora, 242p. 1997

ARAUJO, **R. L.** "O Planejamento Urbano e a Norma de Uso e Ocupacao do Solo: A Cidade do Rio de Janeiro na Decada de 1990". Dissertacao de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2005.

BARCELLOS, P. P. "Impactos Ambientais da Industria do Petroleo - da Producao ao Consumo Final". Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1986.

BARRAQUÉ, B. Les Politiques de l'eau em Europe. Paris. Ed. La Decouverte, Paris, 303p. 1995.

BASTIAN, R.K.; HAMMER, D.A. "The Use of Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Recycling", in: Constructed Wetlands for Water Quality and Improvement. Chapter 5, G.A. Moshiri, ed., CRC Press, Boca Raton, FL. 1993.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTE, J. E. W. A. "Manual de tratamento de aguas residuarias industriais"**.** Sao Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 764 p. 1993.

BASTOS, C. R. Curso de Direito Administrativo. Sao Paulo. Saraiva. 1994.

BORGES, M. V. – "O Zoneamento na Cidade do Rio de Janeiro". Dissertacao de Mestrado do Programa de Pos-Graduacao em Planejamento Urbano e Regional da UFRJ, RJ. 2007.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. "Recursos Hidricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro". Laboratorio de Planejamento Municipal - IGCE-UNESP.p.113-127 - ISBN 85-89154-04-01. 2003.

BRIX, H. "Functions of macrophytes in constructed wetlands". Water Science Tech. 29, 71-78. 1994. "Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands". Wat. Sci.Tech. 35, 11-17. 1997.

CANHOLI, A.P. "Drenagem Urbana e Controle de Enchentes" - 1a Ed, 384 p. 2005.

CARNEIRO, P. R. F. **"**Gestao dos Recursos Hidricos. Estudo de Caso: Bacia dos Rios Iguacu/Sarapui na Regiao Metropolitana do Rio de Janeiro. Tese apresentada Depto. de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, RJ. 2008.

CETESB e ABIHPEC "Guia Tecnico Ambiental da Industria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosmeticos"**.** 65p. 2005.

CONSORCIO HIDROSTUDIO - FCTH. Plano Diretor De Manejo De Aguas Pluviais Do Município Do Rio De Janeiro**. Rio de Janeiro** . 2014.

COSTA, A. M.; PONTES, C. A. A. "A saude como Determinante das Acoes de Saneamento: A intervencao sanitaria de Saturnino de Brito em Recife. XXVII" Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental. 1998. Disponivel em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/xi-017.pdf **et al. "**A Gestao Integrada de Recursos Hidricos e do Uso do Solo em bacias urbano-metropolitanas: o controle de inundacoes na bacia dos rios Iguacu/Sarapui, na Baixada Fluminense" - Ambiente & Sociedade Campinas v. XIII, n.1; p. 29-49; jan.-jun. 2010.

FARIA, L. "Planejamento Estrategico, Estatuto da Cidade e Plano Diretor: Metodos e instrumentos de organizacao e gestao do espaco urbano" I*n* Caminhos de Geografia Uberlandia v. 10, n. 32 - p. 162 -170 Pagina 162.RJ. 2007.

FORGIARINI, R. F. et al. Avaliacao de Cenarios de Cobranca pela Drenagem Urbana de Aguas Pluviais. In: XVII Simposio Brasileiro de Recursos Hidricos. Sao Paulo. 2007.

GEIGER, P. P. "A Metropole e Cidade do Rio de Janeiro". IPP/DIG, RJ, s/data.

GUEDES, E. "Decisoes na Esfera Publica Relativas a Empreendimentos Estruturais de
Desenvolvimento Urbano: O caso do sistema metroviario da cidade do Rio de Janeiro". Tese apresentada a FAU/USP, SP, 2009.

HAARHOF, T. Taxation of surface runoff from urban areas: a useful step towards sustainable urban drainage management. In: 8th International Conference of Urban Storm Drainage, Hannover, International Association for Hydraulic Research, p.395- 400. 1996.

HAMEL, J. & STERCK, A. Analyse comparative de la gestion de l'eau dans divers pays. Relatorio Tecnico. 1997.

LEME, M. C. S. (org.). "Urbanismo no Brasil 1895-1965". 2a ed. Salvador: EDUFBA. 2005.

LIMA, E. C. R. "Qualidade da Agua da Baia de Guanabara e Saneamento: Uma Abordagem Sistemica". Tese apresentada a COPPE/UFRJ, RJ. 2006.

LOPES, R. "O Planejamento Estrategico da Cidade do Rio de Janeiro: Um Processo de Transformacao". *in* Dez anos depois: Como vai Voce, Rio de Janeiro, ano 3 - no 5; mar. 2003.

MAIOLINO, A. L. G. "Espaco Urbano: Conflitos e Subjetividade. Rio de Janeiro"; Mauad X FAPERJ. 2008.

PFAFSTETTER, O. "Chuvas Intensas no Brasil". Rio de Janeiro. 1957.

Sites e Portais Visitados

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO (LEI COMPLEMENTAR 111/2011). Disponivel em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/139339/DLFE-229591.pdf/LeiComplementar1112011PlanoDiretor.pdf Consultado em: 09/10/2015

PLANO DIRETOR DECENAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO LEI COMPLEMENTAR N° 16, DE 4 DE JUNHO DE 1992. Disponivel em**:** http://www0.rio.rj.gov.br/patrimonio/pastas/legislacao/plano_diretor_edicao_reduzida_comentada.pdf Consultado em: 09/10/2015

D'AMBROSI, O. "Paraisos Artificiais". 2001. Disponivel em: http://www.unesp.br/jornal. Consultado em: 09/10/2015

DEPTO DE GEOGRAFIA DA UERJ - Edicao c 2000-2009 **–** Elaborado por Hindemburgo F. Pires. http://www.cibergeo.org/cursos/planejamento/03_03.html Consultado em: 09/10/2015

GALVÃO Fº, J. B. (s/d) "A industria da fundicao e o meio ambiente**".** Disponivel em: www.consultoriaambiental.com.br. Consultado em: 09/10/2015

GOMES. E. S. Aspectos juridicos e provaveis impactos ambientais do PEU das Vargens. *Arquitextos*, Sao Paulo, 10.116, Vitruvius, jan 2010. Disponivel em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.116/3383. Consultado em: 09/10/2015

PMRJ - SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO - A Historia do Planejamento da Cidade do Rio de Janeiro. Disponivel em: http://www2.rio.rj.gov.br/smu/paginas/ev_planos.asp Consultado em: 09/10/2015

Site Achegas.net – Revista de Ciencia Politica. http://www.achegas.net Consultado em: 09/10/2015

Índice Geral de Figuras

Figura 1.1 – Localização das Áreas de Planejamento.

Figura 1.2 – Configuração isoietal das chuvas máximas de 24 horas.

Figura 1.3 – Macrozonas de ocupação urbana da cidade do Rio de janeiro.

Figura 2.1 – Macrorregiões de Drenagem da Cidade do Rio de Janeiro.

Figura 3.1 – Condicionantes naturais e antrópicas da drenagem na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 4.1 – Exemplos de Fotos de inspeção dos rios Quitungo (superior esquerda), Maracanã (superior direita), Canal do Cunha (inferior esquerda) e Galeria da Rua do Lavradio (inferior direita).

Figura 4.2 – Levantamento de Mancha de inundação no entorno do Estádio do Maracanã após a chuva de 25/04/2011, que registrou 180 mm de precipitação em 4 horas de duração e ocasionou inundação em diversos pontos da bacia do Canal do Mangue.

Figura 4.3 – Levantamento de Mancha de inundação na região da Praça da Bandeira após a chuva de 25/04/2011.

Figura 4.4 – Mancha de Inundação levantada demarcada na bacia do Canal do Mangue.

Figura 4.5 – Concepção das Alternativas paras a Adequação dos Escoamentos na Rede de Macrodrenagem.

Figura 5.1 – Localização da bacia do Centro no município.

Figura 5.2 – Bacia do Centro, destaque para a bacia contribuinte da galeria da Rua Mem de Sá.

Figura 5.3 – Inundações na Bacia do Centro.

Figura 5.4 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Centro.

Figura 5.5 – Localização da bacia do rio Jequiá.

Figura 5.6– Localização da Bacia do rio Jequiá sobre foto aérea.

Figura 5.7 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio Jequiá.

Figura 5.8 – Localização da bacia do Canal do Mangue.

Figura 5.9 – Localização da Bacia do canal do Mangue sobre foto aérea.

Figura 5.10 – Mapa das intervenções previstas na bacia do Canal do Mangue.

Figura 5.11 – Localização da Bacia do Canal do Cunha.

Figura 5.12 – Áreas de Estudo na Bacia do Canal do Cunha.

Figura 5.13 – Localização da Bacia do Canal do Cunha 1 sobre foto aérea.

Figura 5.14 – Área de Estudo Cunha II – Bacia do rio Jacaré e do Canal do Cunha.

Figura 5.15 – Mapa das intervenções propostas na Bacia do Canal do Cunha.

Figura 5.16 – Localização da Bacia do rio Irajá e canal da Penha.

Figura 5.17 – Localização Bacia do rio Irajá e canal da Penha sobre foto aérea

Figura 5.18 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio Irajá e Canal da Penha.

Figura 5.19 – Localização da Bacia do Rio Lucas.

Figura 5.20 – Localização da Bacia do Rio Lucas sobre foto aérea.

Figura 5.21 – Locais com risco de inundação na bacia do Rio Lucas.

Figura 5.22 – Mapa de localização das intervenções propostas na bacia do rio Lucas.

Figura 5.23 – Localização da bacia do rio Acari.

Figura 5.24 – Áreas de Estudo na Bacia do Rio Acari.

Figura 5.25 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do rio Acari.

Figura 5.26 – Localização da Bacia dos Rios Sarapuí e Tintas

Figura 5.27 – Bacia dos Rios Sarapuí e Tintas sobre foto aérea

Figura 5.28 – Mapa de localização das Intervenções propostas na bacia dos rios Sarapuí e Tintas.

Figura 5.29 – Localização da bacia do Rio Grande e Arroio Fundo.

Figura 5.30 – Localização da Bacia do Rio Grande e Arroio Fundo sobre foto aérea.

Figura 5.31 – Mapa de localização das Intervenções propostas na bacia do rio Grande e Arroio Fundo.

Figura 5.32 – Mapa de localização das Intervenções propostas na bacia do rio Grande e Arroio Fundo.

Figura 5.33 – Localização da bacia do rio Guerenguê e do Arroio Pavuna.

Figura 5.34 – Localização da bacia do rio Guerenguê e do Arroio Pavuna sobre foto aérea

Figura 5.35 – Mapa de localização das intervenções propostas na bacia do Rio Guerenguê e Arroio Pavuna.

Figura 5.36 – Localização da Bacia do rio Anil.

Figura 5.37 – Localização da Bacia do rio Anil sobre foto aérea.

Figura 5.38 – Mapa de Intervenções propostas na Bacia do Rio Anil.

Figura 5.39 – Planta de Bacia Hidrográfica do rio Vargem Grande.

Figura 5.40 – Planta de Bacia Hidrográfica do rio Vargem Pequena

Figura 5.41– Localização da bacia do Rio Rainha.

Figura 5.42 – Localização da bacia do Rio Rainha sobre foto aérea.

Figura 5.43 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio Rainha

Figura 5.44 – Localização da bacia do Rio dos Macacos.

Figura 5.45 – Localização da Bacia do Rio dos Macacos sobre foto aérea.

Figura 5.46 – Mapa de localização das intervenções propostas na Bacia do Rio dos Macacos.

Figura 5.47 – Localização da bacia do Rio Banana Podre.

Figura 5.48 – Localização da Bacia do Rio Banana Podre sobre foto aérea.

Figura 5.49 – Locais com risco de inundação na Bacia do Rio Banana Podre

Figura 5.50 – Mapa de localização das Intervenções propostas na Bacia do Rio Banana Podre.

Figura 5.51 – Localização da Bacia do Rio Carioca sobre foto aérea.

Figura 5.52 – Localização da Bacia do Piraquê–Cabuçu.

Figura 5.53 – Localização da Bacia do Piraquê-Cabuçu sobre foto aérea.

Figura 5.54 – Mapa de localização das Intervenções propostas na Bacia do rio Piraquê - Cabuçu.

Figura 5.55 – Localização da bacia do rio Cação Vermelho.

Figura 5.56 – Localização da Bacia do Rio Cação Vermelho sobre foto aérea

Figura 5.57 – Mapa de localização das intervenções propostas na bacia do rio Cação Vermelho.

Figura 5.58 – Localização da bacia do Rio da Prata do Mendanha.

Figura 5.59 – Localização da Bacia do Rio da Prata do Mendanha sobre foto aérea.

Figura 5.60 – Mapa de localização das Intervenções propostas na Bacia do Rio da Prata do Mendanha

Figura 5.61 – Localização da Bacia do Rio Campinho.

Figura 5.62 – Localização da Bacia do Rio Campinho sobre foto aérea.

Figura 5.63 – Mapa das Intervenções propostas na Bacia do Rio Campinho.

Figura 6.1 - Arranjo Formal dos Prejuízos das Enchentes.

Figura 6.2 – Prejuízos Relativos ao Tráfego de Veículos. Figura 7.1 – Componentes da gestão do sistema de Drenagem.

Figura 7.2 – Bacia de detenção.

Figura 7.3 – Bacia de retenção.

Figura 7.4 – Tipos de Pavimentos Permeáveis.

Figura 7.5 – Telhados verdes.

Figura 7.6 – Sistema de reuso de águas pluviais.

Figura 7.7 – Trabalhos desenvolvidos para renaturalização do corpo hídrico.

Figura 7.8 – Trincheira de infiltração.

Figura 7.9 – Estrutura Básica de “Wetland”.

Figura 7.10 – Uso de manta geotêxtil.

Figura 7.11 – Uso de “Silt Fence”. Figura 8.1 – Localização das Estações Telemétricas (PN).

Figura 8.2 – Localização das Estações Telemétricas (QN). Figura 8.3 – Pluviômetro utilizado na Estação Telemétrica (PN).

Figura 8.4 – Sensor de nível utilizado na Estação Telemétrica (PN).

Figura 8.5 – Estação telemétrica – Lat: 23º01’52,9”S- e Long. 043°29’34,2”W.

Figura 8.6 – Estação telemétrica – Lat.: 22º48’50,0”S – Long.: 043°19’57,3”W.

Figura 8.7 – Estação telemétrica – Lat.: 22º51’34,00”S – Long.: 043°36’10,60”W.

Figura 8.8 – Estação telemétrica – Lat.: 22º54’30,5”S – Long.: 43°13’09,1”W.

Figura 8.9 – Estação telemétrica – Lat.: 22°18’10.39”S – Long.: 43°17’26.51’’W.

Figura 8.10 – Estação telemétrica – Lat. 22º51’07,89”S - Long. 043°22’59,93” W.

Figura 8.11 – Estação telemétrica – Lat.: 22°55’9.52”S – Long.: 43°14’00,61’’W.

Figura 8.12 – Estação telemétrica – Lat.: 22°49’27,1”S – Long.: 43°17’28,8’’W.

Figura 8.13 – Estação telemétrica – Lat.: 22º55’9.52”S – Long.: 043°14’0,61”W.

Figura 8.14 – Estação telemétrica -– Lat.: 22º 56’ 28,65”S – Long.: 043° 22’ 0,24” W.

Figura 8.15 – Estação telemétrica – Lat.: 22°49’50.5”S – Long.: 43°18’10.67’’W.

Figura 8.16 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 54’ 43,86” S – Long.: 043°14’1,99”W.

Figura 8.17 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 56’ 28,65” S – Long.: 043° 22’ 0,24” W.

Figura 8.18 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 51’ 51,5” S – Long.: 043° 27’ 59,3” W.

Figura 8.19 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 54’ 11,91” S –Long.: 043° 12’ 35,62”W.

Figura 8.20 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 56’ 52,27” S –Long.: 043° 34’ 39,24” W.

Figura 8.21 – Estação Telemétrica – Lat.: 22º 54’ 28,02” S –Long. 043° 12’ 48,82” W.

Figura 8.22 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 55’ 22,15” S– Long.: 043° 12’ 36,20” W.

Figura 8.23 – Estação telemétrica – Lat.: 22º 52 22,07” S– Long.: 043° 16’ 4,18” W.

Figura 8.24– Sonda de qualidade da água utilizada na estação telemétrica QN.

Figura 8.25– Estação Telemétrica – Lat.: 22°58’06,08”S – Long.: 43°12’54.90’’W.

Figura 8.26 – Estação Telemétrica – Lat.: 22°58’20.05”S – Long.: 43°12’30.6’’W.

Figura 8.27 – Estação Telemétrica – Lat.: 22º58’58,8”S – Long.: 043°24’12,4”W.

Figura 8.28 – Estação Telemétrica – Lat.: 22°59’25.0”S - Long.: 43°21’23.0’’W.

Figura 8.29 – Estação Telemétrica – Lat.: 23° 0'15.24"S – Long.: 43°18'19.45"W.

Figura 8.30 – Estação Telemétrica – Lat.: 23°00’27,78”S – Long.: 43°22’23,59’’W.

Figura 8.31 – Estação Telemétrica - Lat.: 22º58’49,4”S – Long.: 043°14’02,0”W.

Figura 8.32 – Caixa de instrumentação instalada nas Estações Telemétricas.

Figura 8.33 – Fluxo da informação para disponibilização na Internet.

Figura 8.34 – Página principal do site do PDMAP – RJ.

Figura 8.35 – Reprodução da Tabela com dados das estações telemétricas PN e dadosde nível das estações QN.

Figura 8.36 – Reprodução da Tabela com dados das estações telemétricas QN.

Figura 8.37 – Rede Rio-Águas - Quantidade – Precipitação observada (mm) no rio Comprido nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.38 – Rede Rio-Águas - Quantidade: - Dados de nível (m) observados no rio Comprido nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.39 – Rede Rio Águas - Qualidade: Dados de nível (m) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.40 – Rede Rio Águas - Qualidade: Dados de temperatura (ºC) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.41 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de condutividade (uS/cm) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.42 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de pH observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.43 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de TDS (g/l) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Figura 8.44 – Rede Rio-Águas - Qualidade: Dados de LDO (mg/l) observados na Lagoa Rodrigo de Freitas nos dias 14 e 15 de julho de 2013.

Índice Geral de Tabelas

Tabela 1-1 – Precipitação, nº de dias de chuva e temperatura.

Tabela 1-2 – Parâmetros das equações de chuvas intensas dos postos pluviométricos

Tabela 1.3 – Áreas sujeitas à intervenção do poder público.

Tabela 2-1 – Dados gerais das macrorregiões.

Tabela 2-2 – Uso e ocupação do solo nas macrorregiões de drenagem.

Tabela 5-1 – Reservatórios recomendados na bacia do Centro.

Tabela 5-2 – Características da Galeria proposta na Rua Riachuelo.

Tabela 5-3 – Características da Galeria proposta na Rua do Rezende.

Tabela 5-4 – Características da Galeria proposta na Rua do Lavradio.

Tabela 5-5 – Características da Galeria proposta na Rua Mem de Sá.

Tabela 5-6 – Intervenções propostas na Bacia do Rio Jequiá

Tabela 5-7 –Intervenções previstas na bacia do canal do Mangue –Reservatórios e canalizações.

Tabela 5-8 – Características Reservatórios propostos na Bacia do Canal do Cunha – Área de estudo 1 e 2.

Tabela 5-9 – Características das Canalizações na Bacia do Canal do Cunha – Área de Estudo 1.

Tabela 5-10 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Canal do Cunha – Área de Estudo 2.

Tabela 5-11 – Características dos Reservatórios propostos na Bacia do Rio Irajá-Canal da Penha.

Tabela 5-12 – Características das Canalizações propostas na bacia do Rio Irajá – Canal da Penha.

Tabela 5-13– Características dos Reservatórios propostos na Bacia do Rio Lucas.

Tabela 5-14 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Rio Lucas.

Tabela 5-15 – Intervenções propostas na Bacia do Rio Acari – Reservatórios.

Tabela 5-16 – Intervenções propostas na Bacia do rio Acari – Canalizações.

Tabela 5-17 – Intervenções propostas nas bacias dos rios Sarapuí e Tintas – Reservatórios e canalizações.

Tabela 5-18 – Intervenções propostas nas bacias dos rios Rio Grande e Arroio Fundo – Canalizações.

Tabela 5-19 – Características dos Reservatórios propostos na Bacia do Rio Guerenguê e Arroio Pavuna

Tabela 5-20 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Rio Guerenguê

Tabela 5-21 – Características das Canalizações propostas na Bacia do Arroio Pavuna.

Tabela 5-22 – Intervenções propostas na bacia do rio Anil – Canalizações.

Tabela 5-23 – Características das Intervenções propostas na bacia do Rio Rainha.

Tabela 5-24 – Intervenções propostas na Bacia do Rio Rainha – Canalizações.

Tabela 5-25 – Características das Intervenções recomendadas na Bacia do rio dos Macacos.

Tabela 5-26 – Intervenções propostas na bacia do Rio dos Macacos – Reservatórios e canalizações.

Tabela 5-27 – Intervenções propostas na bacia do rio Banana Podre – Reservatórios e Canalizações.

Tabela 5-28 – Intervenções propostos na Bacia do rio Piraquê–Cabuçu – Reservatórios e Canalizações.

Tabela 5-29 – Intervenções propostas na bacia do Rio Cação Vermelho – Reservatórios e Canalizações.

Tabela 5-30 – Intervenções propostas na Bacia do Rio da Prata do Mendanha – Reservatórios.

Tabela 5-31 – Intervenções propostas na Bacia do Rio da Prata do Mendanha – Canalizações.

Tabela 5-32 – Intervenções propostos na Bacia do rio Campinho.

Tabela 8-1 – Estações Telemétricas de precipitação e nível (PN).

Tabela 8-2 – Estações Telemétricas de Qualidade e nível (QN).