

Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Ambiental
Modalidade: Dissertação

**ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS
SANITÁRIOS DA BACIA CONTRIBUINTE À LAGOA RODRIGO
DE FREITAS ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO DE FATORES QUE IN-
FLUENCIAM SUA VULNERABILIDADE**

Autor: *Werner Bess d'Alcantara*

Orientadora: *Thereza Christina de Almeida Rosso*

Co-orientador: *Gandhi Giordano*

Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Outubro de 2003

ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DA BACIA CONTRIBUINTE À LAGOA RODRIGO DE FREITAS ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO DE FATORES QUE INFLUENCIAM SUA VULNERABILIDADE

Werner Bess d'Alcantara

Trabalho Final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada por:

Prof^a. Thereza Christina de Almeida Rosso, D.Sc. - Presidente
PEAMB/UERJ

Prof. Gandhi Giordano, D.Sc.
PEAMB/UERJ

Prof. Elson Antônio do Nascimento, D. Sc.
UFF

Prof. Eduardo Pacheco Jordão, D. Sc.
UFRJ

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Outubro de 2003

D'ALCANTARA, WERNER BESS

Análise Crítica do Sistema de Coleta de Esgotos Sanitários da Bacia Contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas através da Avaliação de Fatores que Influenciam sua Vulnerabilidade [Rio de Janeiro] 2003.

xxiii, 116 p, 29,7 cm. (PEAMB/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial, 2003.)

Dissertação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

1. Lagoa Rodrigo de Freitas;
2. Rede Coletora;
3. Saneamento;
4. Sistemas de Esgotos;
5. Vulnerabilidade.

I. PEAMB/UERJ II. Título (série)

Resumo do Trabalho Final apresentado ao PEAMB/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Análise Crítica do Sistema de Coleta de Esgotos Sanitários da Bacia Contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas através da Avaliação de Fatores que Influenciam sua Vulnerabilidade

Werner Bess d'Alcantara

Outubro de 2003

Orientadora: Thereza Christina de Almeida Rosso

Co-orientador: Gandhi Giordano

Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial

A falta de investimento em sistemas de esgotamento sanitários e na sua manutenção tem como consequência a depreciação tecnológica das unidades existentes e ainda o sucateamento dos equipamentos instalados, contribuindo na vulnerabilidade operacional do sistema com consequências imediatas nos corpos d'água existentes nas áreas urbanas. Um exemplo é a Lagoa Rodrigo de Freitas, situada na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, que recebe uma significativa parcela de esgotos domésticos, detectados pelos parâmetros indicativos da qualidade de suas águas. Este trabalho apresenta uma análise crítica do sistema de esgotamento sanitário da bacia contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas, a partir de uma avaliação hidráulica do sistema através do aplicativo computacional SewerCad®, da Haestad Methods Inc., próprio para projetos e análise de escoamentos por gravidade. Foram selecionadas duas séries de hipóteses, que correspondessem às condições reais de operação do sistema. A primeira série de hipóteses considerou o sistema com o escoamento livre em seu trecho final, para três opções de vazão. A primeira opção considerou somente os esgotos domésticos na situação urbana atual, a segunda acrescentou as contribuições indevidas devido a águas pluviais de superfície e a terceira considerou ainda a contribuição de um sistema de captação de tempo seco existente. A segunda série de hipóteses considerou o trecho final do sistema afogado com as mesmas opções de vazão. Foram analisados os fatores que influenciam a vulnerabilidade do sistema, propondo soluções.

Palavras-Chaves: Lagoa Rodrigo de Freitas, Rede Coletora, Saneamento, Sistemas de Esgotos, Vulnerabilidade.

Abstract of Final Work presented to PEAMB/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Environmental Engineering.

Critical Analysis of the Sewage Collection System of Basin allied to Lagoa Rodrigo de Freitas Using Evaluation of Factors that Influence its Vulnerability

Werner Bess d'Alcantara

Outubro de 2003

Advisors: Thereza Christina de Almeida Rosso

Gandhi Giordano

Area: Environmental Sanitation - Urban and Industrial Pollution Control

The absence of investments for the provision of new sewage systems and for the maintenance of existing systems, which rely on outdated technology, has progressively impacted on the operational vulnerability of the facilities, with consequent degradation of the existing bodies of water in urban areas. In Rio de Janeiro, Lagoa Rodrigo de Freitas, situated in the southern zone of the city, receives a significant amount of domestic sewage, as detected by parameters of water quality monitoring. This work presents a critical analysis of the vulnerability of the sewage collection system using the computer software SewerCad®, by Haestad Methods, Inc., adapted to the design and analysis of gravity flow systems. Two hypotheses have been selected, corresponding to the actual operating conditions. The first hypothesis considers the system with uniform flow and free outflow for the three contribution options. The first option relates to domestic sewage emanating from the actual urban sources, the second takes into account the introduction of storm water, and the third includes the contribution of a wastes from other sources during dry weather conditions. The second hypothesis considers the system with gradually varied flow and submerged outflow with the same three conditions as above. The factors that influence the vulnerability are analysed and solutions are proposed.

Key Words: Lagoa Rodrigo de Freitas, Sewage Collection System, Sanitation, Sanitary Sewer, Vulnerability.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus: “*Porque Dele, e por Ele, e para Ele, são todas as coisas...*”(Romanos 11: 36). Dedico também a meus pais, Obadias e Elly, pelo apoio sempre preciso e carinhoso que empreenderam na formação de nossa família, e a Renata, preciosa companheira de todos os momentos nestes últimos 12 anos.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece:

Aos amigos, Alexandre e Fátima, pessoas fundamentais no desenvolvimento do trabalho desde a sua concepção e ainda longânimes em absorver tarefas que puderam dar a este, a dedicação necessária para a finalização desta dissertação. Também aos demais companheiros da Paralela, principalmente a Fernanda, pela inestimável colaboração.

A Image Solutions, representantes da Haestad Methods, Inc., pela possibilidade dada no curso de certificação do “*Sanitary Sewer Systems*” com a utilização do aplicativo computacional SewerCad®.

Aos orientadores, Thereza e Gandhi, pela paciência, cobrança e auxílios prestados ao longo desta jornada. A gratidão e o apreço são de coração.

SUMÁRIO

	Pag.
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS	4
2.1. Características Físicas	4
2.2. Características do Desenvolvimento Urbano da Área de Estudo	7
2.3. Características Climáticas	13
2.4. Características Principais da Qualidade das Águas da Lagoa Rodrigo de Freitas	19
3. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTES DE ESGOTOS DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.1. Histórico da Implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário do entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas	30
3.2. Caracterização Operacional do Sistema Existente	41
3.3. Legislação e Normas Pertinentes	44
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTES DE ESGOTOS	47
4.1. Tipos de Sistemas Existentes	47
4.2. Principais Unidades do Sistema de Coleta e Transporte	48
4.3. Critérios de Dimensionamento de Sistema de Coleta	49
4.4. Vazões de Dimensionamento de Sistema de Coleta	60
5. METODOLOGIA APLICADA	72
5.1. Escolha da Sub-bacia do Sistema de Coleta de Esgotos Sanitários para Análise Hidráulica	74

5.2. Definição dos Critérios e Parâmetros a Serem Adotados	82
5.3. Definição das Hipóteses para Avaliação Hidráulica do Sistema	88
5.4. Utilização do Aplicativo Computacional SewerCad®	91
6. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DO SISTEMA	93
6.1. Entrada de Dados	93
6.2. Avaliação Hidráulica das Hipóteses Consideradas	95
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES FINAIS	103
7.1. Análise dos Resultados	103
7.2. Conclusões e Recomendações	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Limite da Bacia de Drenagem da Bacia Contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas.	5
Figura 2.2. Comparação entre áreas entre o espelho d'água da Lagoa entre 1870 e 2001.	9
Figura 2.3. Representação gráfica da população residente das VI e XXVII Regiões Administrativas entre 1970 e 2000.	12
Figura 2.4. Representação gráfica da população residente na bacia contribuinte à LRF entre 1980 e 2000.	14
Figura 2.5. Representação gráfica das alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Jardim Botânico.	15
Figura 2.6. Representação gráfica das alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Sumaré.	16
Figura 2.7. Representação gráfica comparativa entre as precipitações registradas pelas Estações Meteorológica do Sumaré, Jardim Botânico e Principal.	18
Figura 2.8. Pontos de monitoramento da SMAC.	21
Figura 2.9. Representação esquemática das camadas formadas pela estratificação térmica de um lago.	22
Figura 3.1. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte à LRF Implantado e em Operação até 1947.	34
Figura 3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte à LRF em operação com as modificações efetuadas entre 1947 e 1975.	37
Figura 3.3. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte a LRF em operação após 1975 até os dias atuais.	40
Figura 3.4. Vista da Casa de Operação e da Régua de Controle do Poço de Sucção da Elevatória Caiçaras – EE-13.	42
Figura 3.5. Vista da Casa de Operação e da Régua de Controle do Poço de Sucção da Elevatória Cantagalo – EE-14.	42
Figura 3.6. Vista do local onde está situado o poço de sucção da Elevatória José	43

Figura 4.1. Elementos do conduto livre em regime permanente e uniforme.	52
Figura 4.2. Esquema para o conceito de tensão trativa.	57
Figura 4.3. Distribuição experimental da tensão trativa em conduto circular.	59
Figura 4.4. Comparação entre o critério da tensão trativa com o da velocidade de auto limpeza.	59
Figura 4.5. Hidrograma padrão de contribuições para estudo de escoamento de cheias das redes de esgotos.	64
Figura 4.6. Captação de Tempo Seco (CTS) Tipo I.	69
Figura 4.7. Captação de Tempo Seco (CTS) Tipo II.	69
Figura 5.1. Lançamento de esgotos no ponto P4.	73
Figura 5.2. Principais características urbanas da Bacia Contribuinte à Elevatória José Mariano.	76
Figura 5.3. Vista Parcial da Favela do Humaitá.	78
Figura 5.4. Densidades segundo os setores censitários da Bacia Contribuinte da Elevatória José Mariano.	79
Figura 5.5. Vista do tampão que encobre a Captação de Tempo Seco, situada na rua Frei Solano.	80
Figura 5.6. Identificação da rede coletora da sub-bacia contribuinte à Elevatória José Mariano conforme período de implantação.	81
Figura 5.7. Cadastro da Captação de Tempo Seco na Galeria de Águas Pluviais.	86
Figura 5.8. Planta da Elevatória José Mariano.	90
Figura 5.9. Corte da Elevatória José Mariano com a indicação dos níveis adotados para operação.	91
Figura 6.1. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte para a Elevatória José Mariano.	94
Figura 6.2. Apresentação dos Resultados da hipótese 1.	97
Figura 6.3. Apresentação dos Resultados da hipótese 2.	98
Figura 6.4. Apresentação dos Resultados da hipótese 3.	99

Figura 6.5. Apresentação dos Resultados da hipótese 4.	100
Figura 6.6. Apresentação dos Resultados da hipótese 5.	101
Figura 6.7. Apresentação dos Resultados da hipótese 6.	102
Figura 7.1. Perfis do Coletor 1 na Av. Epitácio Pessoa em operação nas hipóteses 1 e 2.	106
Figura 7.2. Perfis do Coletor 9 da Rua Carvalho Azevedo em operação nas hipóteses 1 e 2.	107
Figura 7.3. Apresentação dos Resultados da Hipótese 1A – Simulação do sistema com modificação nos diâmetros do coletor 1, considerando a vazão de esgotos domésticos.	108
Figura 7.4. Apresentação dos Resultados da Hipótese 2A – Simulação do sistema com modificação nos diâmetros do coletor 1, considerando a vazão de esgotos domésticos somada as contribuições de águas pluviais.	109
Figura 7.5. Esquema indicativo da situação atual do poço de sucção em relação a rede coletora.	110
Figura 7.6. Esquema indicativo da situação desejada do poço de sucção em relação a rede coletora.	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. População Residente das VI e XXVII Regiões Administrativas por Bairro.	11
Tabela 2.2. População residente nos bairros contribuintes à LRF.	12
Tabela 2.3. Alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Jardim Botânico (em mm).	14
Tabela 2.4. Alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Sumaré (em mm).	15
Tabela 2.5. Normais climatológicas das precipitações registradas na Estação Principal a partir de dados dos anos de 1973 a 1990.	17
Tabela 5.1. População Residente – Sub-bacia da Elev. José Mariano.	77
Tabela 5.2. Quadro de Consumo x Taxa per-capita.	83
Tabela 7.1. Extensão de rede coletora operando sob pressão.	103
Tabela 7.2. Comparação das hipóteses considerando o nível operacional da Elevatória José Mariano.	104
Tabela 7.3. Comparação das hipóteses considerando a influência da Captação de Tempo Seco.	104

1. INTRODUÇÃO

A cidade do Rio de Janeiro se apresenta como Cidade Maravilhosa, sim, uma cidade com belezas naturais infindáveis. A Lagoa Rodrigo de Freitas é uma delas. Não há como não se encantar com a beleza que se avista de qualquer ponto que se possa admirar. Nesta região concentra-se grande parte do potencial turístico que representa a cidade. Assim, a discussão das questões que envolvem o saneamento básico no entorno da Lagoa é de suma importância para a melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes, para o desenvolvimento das atividades pesqueira e esportivas, e da preservação ambiental de todo seu ecossistema.

Dentro de um enfoque mais abrangente, observa-se que o saneamento básico deve ser uma preocupação fundamental para o completo desenvolvimento de qualquer país. No caso brasileiro, os investimentos em sistemas de coleta de esgotos sanitários ainda são pequenos, mesmo em comparação com os investimentos aplicados em sistemas de distribuição de água potável. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003), a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio 2001 indica um percentual de 66,7 % de domicílios com algum tipo de coleta de esgotamento sanitário, enquanto 81,1% possuem água potável. Este déficit é ainda maior se for acrescentada a questão ambiental motivada pela poluição dos corpos receptores que recebem efluentes sem um correto condicionamento. Observa-se ainda, a pouca preocupação de se manter um nível mínimo de investimentos na manutenção e operação dos sistemas existentes. No caso específico da Zona Sul do Rio de Janeiro, onde situa-se a bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas (LRF), área de estudo desse trabalho, a região foi contemplada com grandes investimentos para implantação do sistema de esgotamento sanitário desde o final do século XIX. Porém, nota-se que os investimentos necessários para recuperação e manutenção das condições ideais de operação, não foram satisfatórios. Ao longo do processo de urbanização do entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas pôde-se observar os problemas causados pela falta de continuidade dos investimentos, com alguns períodos de iminente colapso do sistema de coleta, transporte e de destino final dos esgotos sanitários.

A ocorrência de problemas no sistema de esgotamento sanitário da bacia contribuinte da LRF tem como consequência imediata os lançamentos indevidos de esgotos no espelho d'água da Lagoa, comprometendo ainda mais os parâmetros indicativos da qualidade de suas águas. Embora não seja, comprovadamente, a única razão pela má qualidade das águas, o aporte de esgotos domésticos ao longo do tempo é uma das características que afeta o ecossistema local.

Lançamentos indevidos de esgotos são observados e noticiados freqüentemente no corpo d'água da Lagoa e podem ocorrer através de ligações clandestinas efetuadas no sistema de águas pluviais ou pela extravasão do próprio sistema de esgotamento sanitário indicando uma vulnerabilidade em sua condição de operação. As ligações clandestinas são problemas crônicos que devem ser corrigidos através investigações constantes, visando a localização exata de sua ocorrência e fiscalização constante na aplicação das sanções previstas.

A vulnerabilidade indica o estado ou em que condições o sistema se apresenta em um determinado momento. Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo indicando os prováveis fatores que influenciam a vulnerabilidade do sistema existente de coleta de esgotos sanitários da bacia contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas. Para tal, apresenta-se a análise hidráulica de uma de suas sub-bacias através de aplicativo computacional próprio para escoamentos por gravidade, tendo por base as vazões de contribuições com possibilidades de ocorrência e as condições operacionais do sistema.

As vazões contribuintes para sistemas de esgotos são provenientes em grande parte das águas servidas domésticas. Porém, outras parcelas são consideradas na constituição final das contribuições que escoam pelo sistema, como as contribuições singulares e de infiltração.

Uma ocorrência de grande interferência verificada nos sistemas de esgotos é a contribuição de águas pluviais, mesmo nos sistemas do tipo separador absoluto, adotado para o sistema de esgotamento sanitário do Rio de Janeiro a partir do início do século XX. Analisando as bacias hidrográficas contribuintes à Lagoa, encontram-se rios e canais nascendo a partir do Maciço Costeiro, limite norte da bacia contribuinte, criando um quadro mais susceptível a impactos por causas naturais ou antrópicas. Mais recentemente, implantaram-se unidades denominadas “*captações de tempo seco*”, procurando, de uma maneira não definitiva, melhorar as condições sanitárias de corpos hídricos que recebem contribuições indevidas de esgotos domésticos. De forma geral, as precárias condições dos sistemas de infra-estrutura em áreas com ocupação irregular são as principais causas de implantação das “*captações de tempo seco*”. Estas unidades, embora implantadas de maneira provisória, são atípicas em um sistema de esgotamento sanitário e podem comprometê-lo com o aporte indevido de águas pluviais e em muitos casos, acabam por se tornar uma solução definitiva.

Para este trabalho foram selecionadas seis hipóteses, procurando abranger as principais e reais condições de operação do sistema, em duas séries de três hipóteses cada, diferenciadas pelas condições do nível de chegada no poço de sucção da Elevatória José Mariano, destino final da sub-bacia selecionada para a análise hidráulica do sistema.

A primeira hipótese utilizou-se como base somente as contribuições de esgotos domésticos. A contribuição de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário foi objeto de análise da segunda hipótese na avaliação da vulnerabilidade do sistema. A terceira hipótese considerou uma vazão adicional para a “*captação de tempo seco*” existente, além da vazão adotada para a segunda hipótese. Para a segunda série de hipóteses (4^a, 5^a e 6^a) foram consideradas as mesmas contribuições correspondentes à primeira série. A modificação efetuada, como já comentado, foi a consideração do nível máximo no poço de sucção como lâmina de controle para o escoamento dos efluentes. Esta alteração permitiu a análise da rede coletora operando com o lançamento em escoamento livre, como na primeira série de hipóteses e com a lâmina acima do nível de chegada, operando afogada, na segunda série. Os resultados encontrados mostraram um comprometimento considerável na capacidade de escoamento da rede coletora analisada tendo em vista esta modificação, tornando-se um dos principais fatores que indicam a vulnerabilidade do sistema.

Antes de proceder à avaliação hidráulica do sistema existente, procurou-se caracterizar a área de estudo analisando historicamente o desenvolvimento urbano da região, incluindo os aspectos climatológicos e de qualidade das águas da LRF. Procurou-se desta forma, retratar algumas condições que influenciam este ecossistema. Assim, no Capítulo 2 é apresentada uma caracterização da área de estudo, constituída da bacia hidrográfica da LRF. No Capítulo 3 apresenta-se uma descrição e caracterização do sistema de esgotamento sanitário, quando é possível retratar o sistema existente no entorno da LRF, acompanhando, ao longo do tempo, o processo de implantação da rede coletora e das elevatórias existentes. Esta caracterização procurou compreender e expor alguns fatores na formação da concepção final do sistema existente. No Capítulo 4 descreve-se os fundamentos teóricos que norteiam o dimensionamento de sistema de esgotos. A metodologia aplicada para avaliação e análise hidráulica do sistema e a formulação das hipóteses a serem utilizadas são apresentadas no Capítulo 5.

A avaliação hidráulica do sistema foi desenvolvida com a utilização do aplicativo computacional SewerCad® produzido pela Haestad Methods, Inc. Sendo possível a interface com aplicativos gráficos, como o AutoCad, o SewerCad® é próprio para projetos e análises de sistemas com escoamento por gravidade e estações de bombeamento com tubulações sob pressão. Neste trabalho, a avaliação hidráulica restringiu-se ao sistema por gravidade da bacia contribuinte à Elevatória José Mariano, sendo os resultados obtidos apresentados no Capítulo 6. No capítulo 7 apresenta-se a análise dos resultados encontrados formulando as considerações gerais sobre os fatores encontrados e apresentando sugestões para a melhoria do sistema.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS

Para esta caracterização, a área de estudo foi definida procurando compreender toda a bacia contribuinte da Lagoa Rodrigo de Freitas. Pretende-se mostrar neste capítulo a importância deste complexo lagunar e a influência de sua área urbana para a cidade do Rio de Janeiro. Para a análise e avaliação hidráulica da rede coletora proposta, a área de estudo considerada se restringirá a uma parte da bacia total, tendo sido escolhida a região da Fonte da Saudade e parte de Humaitá, atendidas pela bacia de esgotamento contribuinte à Elevatória José Mariano, que reúne em uma só área as principais características detectadas na área de estudo, conforme detalhado no capítulo 5.

A maneira mais adequada para se definir os limites da bacia contribuinte foi utilizando-se as bacias de drenagem, que são áreas cujos limites são os pontos mais elevados, chamados de divisores de bacias, que contribuem para um ou mais pontos baixos, chamados de talvegues, desaguando em um mesmo corpo receptor final.

2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A Lagoa Rodrigo de Freitas é uma laguna como a maioria das lagoas costeiras, tendo sido inadequadamente denominada de lagoa (COPPETEC-LOGOS, 2001). As lagoas têm como característica principal estar ligadas com o mar por fluxo e refluxo de águas. A Lagoa é a receptora natural de sub-bacias fluviais. Sua água é salobra, sendo influenciada pela maré (água salgada) e pelas contribuições de águas fluviais e pluviais (água doce). O resultado desta mistura determina o grau de salinidade da água. Tem como perímetro cerca de 7,8 km e uma área de superfície atualmente com aproximadamente 2,3 milhões de m². A preocupação com a qualidade de suas águas levou, principalmente na primeira metade do século XX, a intervenções como a abertura do Canal da Visconde de Albuquerque, Canal do Jóquei e da Rua General Garzón, visando permitir o escoamento das águas pluviais para o mar. O Canal do Jardim de Alah procura garantir uma ligação permanente com o mar (AMBIENTAL, 2001).

A bacia de drenagem da LRF é constituída pelas sub-bacias dos rios Cabeça, Macacos e Rainha e as áreas costeiras das praias de Ipanema e Leblon, com uma área total aproximada de 23 km². Tem como limite norte a Serra Carioca e sul o Oceano Atlântico. Os divisores de drenagem vão desde a praia do Arpoador, passando pelos morros dos Cabritos e Saudade,

chegando até os morros do Corcovado, Alto do Sumaré, Pico da Carioca, Morro do Queimado e voltando até a praia pelo morro Dois Irmãos e Alto Leblon (AMBIENTAL, 2001), conforme pode ser observado na **Figura 2.1**.

Uma característica básica pode ser observada nas sub-bacias dos rios Cabeça, Macacos e Rainha, é a divisão em dois trechos bastante distintos. O trecho inicial que possui uma declividade bastante acentuada com uma cobertura vegetal ampla e o trecho final com pequenas declividades e solo densamente urbanizado e ocupado. A sub-bacia costeira possui características semelhantes ao segmento final dos rios.

A sub-bacia do rio Cabeça possui uma área drenante de 1,9 km² e nasce no contraforte do Morro do Corcovado em cotas de 520 m e deságua no canal da Av. Lineu de Paula Machado que por sua vez, desemboca no rio dos Macacos, no trecho da Rua Gal. Garzon (SEMADS, 2001). Na área superior da sub-bacia, a região apresenta grande extensão florestal contínua e pouco fragmentada, que junto com a sub-bacia do rio dos Macacos, apresentando condições semelhantes, proporciona o trecho florestado de maior relevância do Maciço da Tijuca (AMBIENTAL, 2001).

A sub-bacia do rio dos Macacos possui uma área drenante de 7,2 km² e nasce no contraforte dos morros do Queimado e Sumaré, em cotas de 520 m (SEMADS, 2001), sendo o seu deságue na LRF contraposto pela implantação de uma comporta na Rua Gal. Garzon, que desvia as águas do rio dos Macacos para o Canal do Jóquei e deste ponto até o mar.

A sub-bacia do rio Rainha possui uma área drenante de 4,3 km² e nasce na encosta sul da serra da Carioca, em cotas de 680 m e deságua no Canal da Visconde de Albuquerque (SEMADS, 2001). Em relação a sua vegetação é a sub-bacia que se encontra em pior estado, com a floresta bastante fragmentada e entremeada pela malha urbana (AMBIENTAL, 2001). A ocupação nesta área é constituída tanto por condomínios de alto luxo quanto por comunidades carentes (favelas).

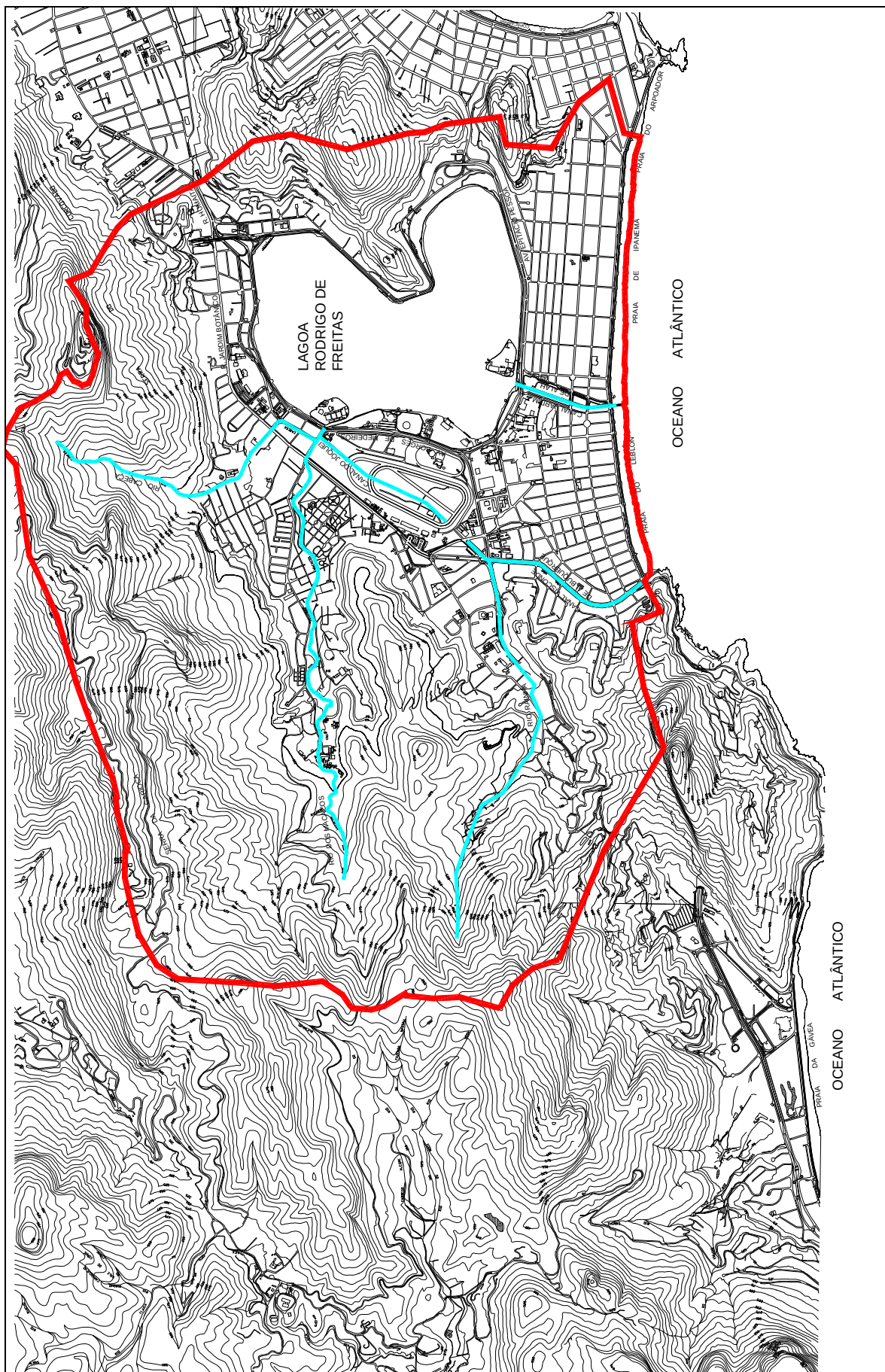


Figura 2.1. Limite da Bacia de Drenagem Contribuinte a Lagoa Rodrigo de Freitas. *Fonte:* Arquivo Técnico da Paralela I Consultoria em Eng. Ltda.

2.2. CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO URBANO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade do Rio de Janeiro começou a se desenvolver, de fato, por volta de 1567 a 1568 quando, por conveniência estratégica, o Governador Geral do Brasil Mem de Sá transferiu a cidade da Praia Vermelha para as áreas de várzea localizadas em torno do Morro do Castelo. Nesse local seriam mais fáceis o desenvolvimento das atividades de agricultura e de criação de gado bovino. Esta ocupação se expandiu na planície entre as diversas lagoas e pântanos que existiam no Rio Antigo. De tanta fartura, como escreveu Cony (2000) em seu Contos do Rio, sobraram apenas quatro lagoas: Jacarepaguá, Camorim, Marapendi e Rodrigo de Freitas.

Uma vez ganha a planície, a cidade expandiu-se, aumentando rapidamente a sua população. Já no século XIX, observava-se que o crescimento era feito de forma desordenada e que a implantação e a construção das casas não observava às necessidades de arruamentos, ventilação e iluminação. As águas de uso doméstico: banho, cozinha e lavanderia, não eram canalizadas, mas lançadas na via pública. Assim, as valas que se abriam para o esgotamento das águas pluviais, tornavam-se verdadeiras lameiras e “cloacas”, tornando-se focos de mosquitos e maus odores (SILVA, 2002).

Enquanto isso, a região da LRF, na época do descobrimento, era habitada pelos índios Tamoios, que a denominaram Socopenapã, nome indígena correspondente a contração de *socó-apê-nupã*, significando “caminho das socós”, ave parecida com as garças. Nesta mesma época, a Lagoa possuía um canal de cerca de 200m de largura separando as atuais praias de Ipanema e Leblon. Esta largura, com o passar do tempo, foi diminuindo, estando com cerca de 40m no início do século XIX, chegando hoje a cerca de 18m.

Com o início da colonização dos portugueses, esta região passou a ser ocupada por engenho, tendo a lagoa recebido denominações conforme o proprietário: Lagoa Amorim Soares, a partir de 1598, do nome de seu proprietário Diego Amorim Soares. Em meados do século XVII, enquanto pertenceu a Sebastião Fagundes Varela, passou a se chamar Lagoa Fagundes Varela. O senhor de engenho que deu o nome definitivo a lagoa foi Rodrigo de Freitas Mello e Castro, isto em 1660, já possuidor de grande área de terras na Zona Sul, acrescentou este engenho a chácara inicial, denominando finalmente a Lagoa Rodrigo de Freitas.

A chegada da Corte Portuguesa ao Rio de Janeiro em 1808, deu um novo impulso no crescimento e ocupação da cidade. Logo após sua chegada, D. João VI desapropriou parte das terras do Sr. Rodrigo de Freitas para a implantação de uma fábrica de pólvora e oficinas de

fundição de peças de artilharia. Neste mesmo tempo, instalou um jardim para plantas, onde foi criado o Jardim Botânico (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001).

Durante todo o século XIX, a ocupação da região no entorno do Jardim Botânico prosseguiu, seguindo o caminho entre Botafogo até a Gávea. Um dos fatos importantes que se pode relatar, principalmente na segunda metade do século, é o estabelecimento de uma linha de bonde de burro, em 1871, até o Jardim Botânico, com o ponto final no Largo das Três Vendas (atual Praça Santos Dumont). Isto permitia a ligação até o centro da cidade, passando por Botafogo. Mais para o fim do século, algumas fábricas têxteis se instalaram nas proximidades do Jardim Botânico, aproveitando parcialmente a força hidráulica, como a Companhia de Fiação e Tecidos Carioca, Fábrica São Félix e a Companhia de Fiação e Tecidos Corcovado, tornando esta região um bairro operário, principalmente pela construção de uma “vila operária” Arthur Sauer, na década de 90, pela Companhia de Saneamento do Rio de Janeiro (ABREU, 1997).

Os primeiros sistemas de esgotamento sanitário da cidade do Rio de Janeiro foram implantados a partir de contrato de concessão efetuado pelo Governo Imperial com os empresários João Frederico Russell e Joaquim Pereira Vianna de Lima Júnior para a construção e exploração das redes de esgotos sanitários e pluviais por 90 anos. O contrato, assinado em 1857, foi repassado, em 1863, para a empresa *The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited*, ou simplesmente *City*, que efetivamente responsabilizou-se pela concessão até o final do prazo previsto. A princípio, os sistemas foram projetados dividindo a cidade em distritos, procurando atender as áreas urbanas mais povoadas de forma independente. A última década do século XIX tem como marco o início da operação do primeiro sistema de esgotamento sanitário do entorno da Lagoa, 1892. Este sistema iniciou-se pelos bairros do Jardim Botânico e Gávea como um prolongamento do chamado na época 5º Distrito, constituído dos seguintes bairros: Praia Vermelha, Botafogo, até o limite do Túnel Velho e Largo dos Leões. Após a implantação e início de operação da Elevatória do Jardim, posteriormente desativada, este sistema foi denominado como 7º Distrito (SILVA, 2002).

A primeira metade do século XX foi de grandes transformações urbanas no entorno da Lagoa inclusive em sua lâmina d'água. A expansão urbana vinda desde o bairro de Copacabana chegava agora aos bairros de Ipanema e Leblon, pelo outro lado, na região da Gávea e Jardim Botânico a expansão se processava através de aterros nas áreas ribeirinhas, onde a profundidade era baixa e a inundação era presente somente nas épocas de cheias. Foram então sendo modificados os contornos da lagoa, com a implantação do Hipódromo da Gávea, do Clube de Regatas do Flamengo e das ilhas do Piraquê e dos Caiçaras. Neste

período estima-se que foram retirados cerca de 1,5 milhões de m² da superfície da Lagoa. A **Figura 2.2** apresenta esta comparação.



Figura 2.2. Comparação entre áreas do espelho d'água da Lagoa entre 1870 e 2001. *Fonte:* Ambiental, 2001.

A qualidade das águas da Lagoa sempre foi uma preocupação, visto que desde o início da ocupação da região já se falavam das águas mal cheirosas advindas dos “gases nocivos” emanados pela lagoa. Segundo Cony (2000), dizia o barão de Teffé no final do séc. XIX: “*A Lagoa Rodrigo de Freitas é um infecto depósito de águas estagnadas, verdadeiro foco de infecções palustres, com camadas de lodo pútrido e em meio a uma atmosfera de gases deletérios*”. Com isto, algumas intervenções foram efetuadas na década de 20 por solicitação da Prefeitura do Distrito Federal ao engenheiro Saturnino de Brito, procurando solucionar os problemas de inundação e renovação das águas da lagoa. As obras resultantes foram a abertura de dois canais de ligação com o mar, o Canal da Barra (hoje Canal do Jardim de Alah) e o Canal da Visconde de Albuquerque (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001).

Esta época foi também de intervenções urbanas intensas. Em Abreu (1997) é possível observar uma análise do início do século XX como uma mudança de postura a partir da Reforma Passos (denominação dada em referências as intervenções efetuadas no urbanismo da cidade pelo prefeito Pereira Passos) na relação entre o Estado e o Urbano. O Estado passou da ação indireta, como regulador e controlador, para a ação direta de intervenção sobre o urbano. Esta mudança provocou uma transformação acelerada na forma da cidade a curto

prazo. A longo prazo, é possível observar o efeito de uma divisão cada vez maior entre bairros burgueses e bairros proletários, com o Estado privilegiando apenas o primeiro com os seus recursos. Isto se refletiu na expansão da cidade para a Zona Sul, principalmente na região do entorno da Lagoa e bairros de Ipanema e Leblon, que receberam grandes investimentos. A mudança do tipo de ocupação do solo também é comentário de sua análise: *“Finalmente, deve-se à administração Carlos Sampaio (1920-1922) a integração de mais uma nova (e extensa) “área nobre” à cidade: as margens da Lagoa Rodrigo de Freitas. Desde a Proclamação da República, que a ocupação da Lagoa vinha se realizando de forma morosa, e por uma população diferente daquela que se fixava nos demais bairros da zona sul. Era na verdade uma população operária, atraída à área pela instalação de grandes indústrias têxteis no último quartel do século passado, ou que simplesmente ia procurar aí “uma residência gratuita, em terrenos abandonado (e pantanosos), e que pagava com a saúde o que não podia pagar pecuniariamente”.*

Iniciou-se neste período a complementação da urbanização do entorno da Lagoa com a inauguração da Av. Epitácio Pessoa, em 1922. Com estas obras uma população mais elitista passou a convergir para o bairro, expulsando assim, através de leis de zoneamento, a atividade industrial remanescente. O período entre as décadas de 20 e 40 foi de consolidação desta urbanização, sendo completada na década de 60 com a abertura do Túnel Rebouças e a finalização da volta em torno da Lagoa.

A década de 50 foi de grande explosão demográfica, não só na Zona Sul como em toda a região metropolitana do Rio de Janeiro e a partir dos anos 60 este crescimento se transforma em verticalização da área urbana, com o aumento da densidade populacional. Este crescimento teve seu ápice no final dos anos 70.

Ainda segundo Abreu (1997), no período pós-golpe militar (1964) o Estado intensifica ainda mais ação sobre o espaço, concentrando os investimentos nas áreas mais ricas da cidade, especialmente o centro e a zona sul. Esta intensificação da concentração de renda resultou em um primeiro momento, num processo de remoção de favelas dos locais mais valorizados da zona sul, como a Favela do Pinto e da Catacumba. Posteriormente, levou a um processo de especulação imobiliária que intensificou a expansão horizontal da zona sul carioca em direção aos bairros de São Conrado e Barra da Tijuca, com as implantações da Auto Estrada Lagoa-Barra e os túneis Dois Irmãos e do Joá.

Nos anos 80, a expansão da cidade em direção a Barra da Tijuca estabilizou o crescimento da região no entorno da Lagoa, porém intensificou o crescimento das áreas de favelas, sendo que as principais, Vidigal, Rocinha e a do Cantagalo, estão situadas nas regiões limitrofes, com sua maior parte fora da área de estudo. Inseridas nos limites definidos estão as

Favelas Parque da Cidade e do Humaitá. Ainda dentro do limite definido para a área de estudo estão abrangidos a vertente de Ipanema da Favela do Cantagalo e a vertente da Gávea da Favela da Rocinha, contribuindo para a bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas.

A bacia de contribuição da Lagoa Rodrigo de Freitas está, politicamente, situada em sua maior parte na VI Região Administrativa do Município do Rio de Janeiro e abrange os bairros de Ipanema, Leblon, Lagoa, Jardim Botânico e Gávea. A exceção é a região situada no entorno da Rua Humaitá, pertencente à IV Região Administrativa. Os censos demográficos realizados em 1970, 1980, 1991 e 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) apresentam um crescimento da região até 1980 e a partir daí um esvaziamento da região, sendo verificado um crescimento constante somente nas áreas de ocupação irregular (favelas) conforme apresentado graficamente na **Figura 2.3**. Para o censo de 1970 não foi possível obter os dados referentes aos bairros, somente o total da Região Administrativa. Na **Tabela 2.1** estão apresentados os dados referentes aos Censos Demográficos para a População Residente por Região Administrativa e respectivos bairros.

Tabela 2.1. População Residente das VI e XXVII Regiões Administrativas por Bairro.

	Censo 1970	Censo 1980	Censo 1991	Censo 2000
VI Região Administrativa – Lagoa	175.586	239.363	177.072	174.062
Ipanema	-	63.602	48.245	46.808
Leblon	-	62.871	49.930	46.670
Lagoa	-	23.815	18.652	18.675
Jardim Botânico	-	21.084	19.434	19.560
Gávea(1)	-	49.774	15.350	17.475
São Conrado	-	8.421	13.591	11.155
Vidigal	-	9.696	11.870	13.719
XXVII Região Administrativa – Rocinha	-	-	42.892	56.338
Rocinha	-	-	42.892	56.338
TOTAL GERAL	175.586	239.363	219.964	230.400

(1) – A área da Rocinha era considerada no Bairro da Gávea até o censo do ano de 1980, sendo desmembrada coma a criação da XXVII R.A.

Fonte: Censo Demográfico 2000 – IBGE e Anuário Estatístico do Rio de Janeiro – 1998.

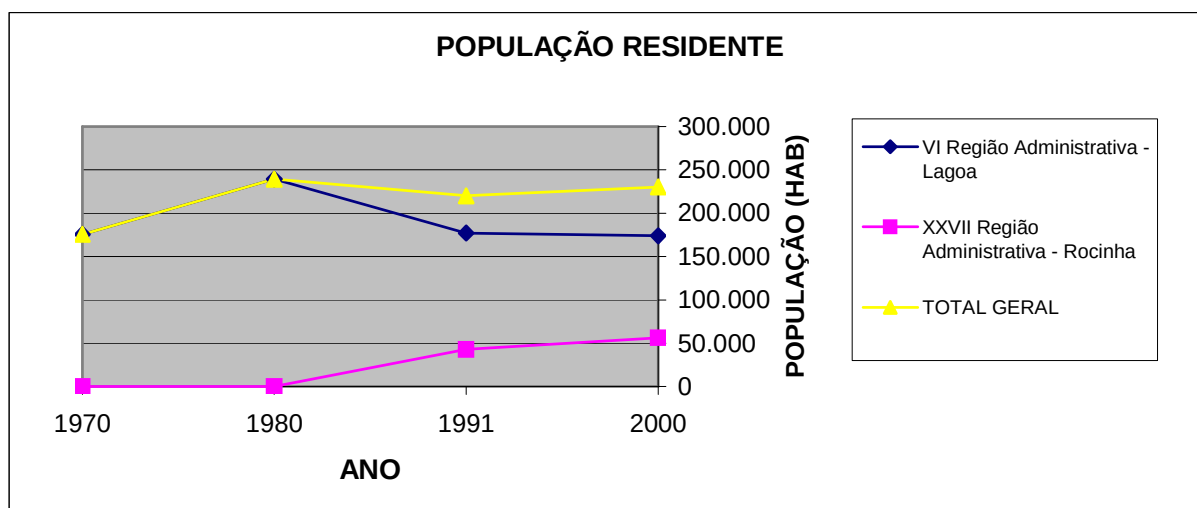


Figura 2.3. Representação gráfica da população residente das VI e XXVII Regiões Administrativas entre 1970 e 2000.

Considerando somente os bairros inseridos na área de estudo tem-se a população total da bacia contribuinte a Lagoa Rodrigo de Freitas. Procurando manter a mesma área contribuinte para todos os dados censitários pesquisados, estimou-se uma população para o bairro da Gávea, desvinculando-o da nova região administrativa, relativa a área da Rocinha, criada a partir de 1980.

Observa-se pela **Tabela 2.2** e **Figura 2.4** que apresenta os dados censitários de 1980, 1991 e 2000 (IBGE, 2000) uma significativa redução da população na bacia contribuinte entre os anos de 80 e 90 e a partir daí uma estabilização, fruto em grande parte, como já citado anteriormente, da expansão do crescimento do bairro da Barra da Tijuca e adjacências.

Tabela 2.2. População residente nos bairros contribuintes à LRF.

	Censo 1980	Censo 1991	Censo 2000
Total da Bacia Contribuinte	184.490	151.611	149.188
Ipanema	63.602	48.245	46.808
Leblon	62.871	49.930	46.670
Lagoa	23.815	18.652	18.675
Jardim Botânico	21.084	19.434	19.560
Gávea	13.118 ⁽¹⁾	15.350	17.475

⁽¹⁾ Valor estimado

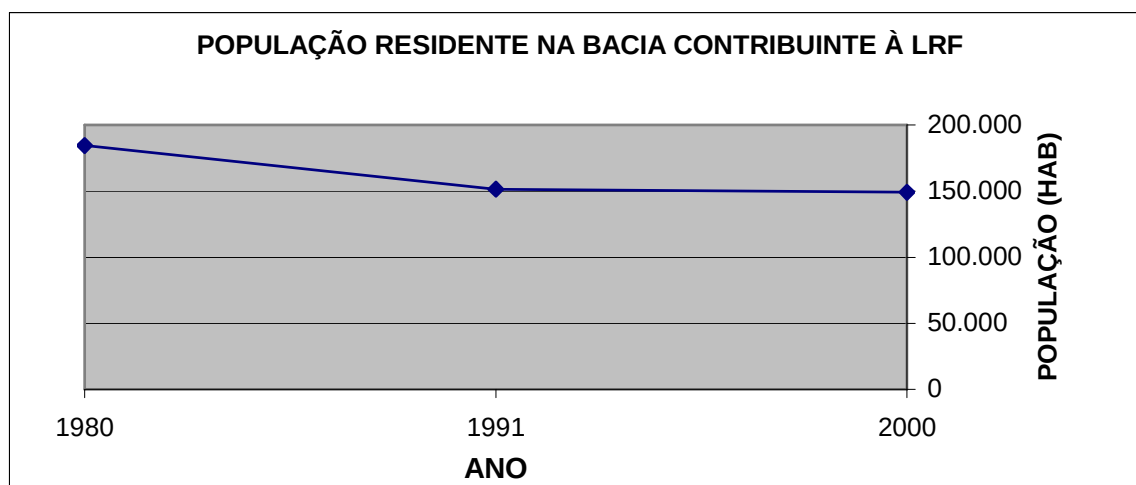


Figura 2.4. Representação gráfica da população residente na bacia contribuinte à LRF entre 1980 e 2000.

2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Segundo o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para os projetos de reabilitação ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas (AMBIENTAL,2001), o clima do Rio de Janeiro é tropical úmido e a localização do Maciço da Tijuca e da Serra da Carioca são importantes fatores geográficos para a dinâmica envolvida nas condições meteorológicas da região. A temperatura média anual é acima de 22°C e nos maciços costeiros o clima é próprio, em função do relevo, da cobertura vegetal e exposição ao vento.

Na área de estudo considerada, situada na parte plana, o clima é mais ameno devido estar situada entre o mar e as encostas, tendo temperaturas médias inferiores a 22,7°C e umidade acima de 78%, sendo classificado como tropical chuvoso com pequena estação seca. Já as áreas situadas na base do Maciço, como a região da Gávea e Jardim Botânico, o clima é tropical chuvoso o ano todo.

Como característica geral para o litoral fluminense, no inverno, a Frente Polar, vinda dos Andes, provoca pouca chuva e a Frente, vinda da Patagônia, é ainda mais seca. Essa condição ocorre, normalmente, entre maio e setembro, quando somente as encostas de serra situadas na direção dos ventos, recebem alguma precipitação leve. No verão, ainda segundo o EIA, as frentes são predominantemente vindas da Patagônia e trazem chuvas pesadas. Este período se situa entre outubro e março.

As medidas pluviométricas exprimem a quantidade de chuva pela altura de água acumulada sobre uma superfície plana, avaliada por meio de aparelhos denominados pluviômetros ou pluviógrafos, conforme sua função de receptação e registro das alturas com o tempo. Os pluviômetros têm seus registros periódicos, em geral, em intervalos de 24 horas,

enquanto os pluviógrafos os registros são constantes, permitindo o estudo da relação intensidade-duração-frequência (VILELA *et al*, 1975).

Quanto ao aspecto da pluviosidade da bacia contribuinte, pode se ressaltar a diferença dos totais pluviométricos registrados na Estação Meteorológica do Jardim Botânico que abrange a região plana da bacia e a Estação Meteorológica do Sumaré que abrange a região da Serra da Carioca. Durante o período compreendido entre 1997 e 2002, o levantamento de dados registrado entre as duas Estações Meteorológica, indicou que o total precipitado no Jardim Botânico corresponde, em média, a cerca de 58% da precipitação levantada na Serra da Carioca.

As **Tabelas 2.3** e **2.4** apresentam o registro das alturas pluviométricas das Estações do Jardim Botânico e do Sumaré seguidos das respectivas representações gráficas apresentadas nas **Figuras 2.5** e **2.6**:

Tabela 2.3. Alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Jardim Botânico (em mm).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	MÉDIA
JAN	188,50	302,80	178,50	131,30	50,00	54,20	150,88
FEV	29,60	255,80	55,00	101,70	39,40	164,20	107,62
MAR	78,60	162,50	157,00	41,80	87,40	44,60	95,32
ABR	56,30	72,80	35,80	23,70	46,40	18,80	42,30
MAI	49,00	158,90	41,40	28,40	119,60	148,80	91,02
JUN	40,80	94,90	72,96 ⁽¹⁾	29,90	81,60	117,60	72,96
JUL	38,10	54,30	124,00	42,90	173,00	38,00	78,38
AGO	104,90	43,70	76,90	54,70	7,60	21,80	51,60
SET	103,80	196,80	85,10	200,00	69,40	194,20	141,55
OUT	89,50	241,70	128,10	52,40	75,20	54,80	106,95
NOV	78,60	107,50	111,30	94,20	81,40	250,40	120,57
DEZ	87,90	251,30	93,10	249,00	274,80	179,40	189,25
ANO	945,60	1.943,00	1.159,16	1.050,00	1.105,80	1.286,80	1.248,39

Fonte: Internet (GEORIO, 2003)

⁽¹⁾ Dado não disponível, foi considerado o valor médio dos outros anos.

ESTAÇÃO JARDIM BOTÂNICO

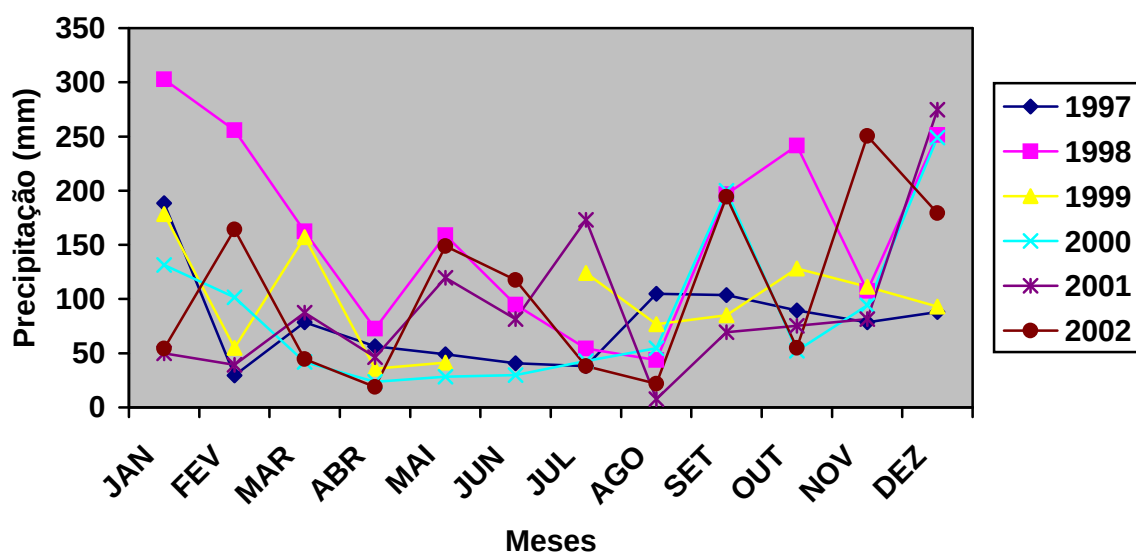


Figura 2.5. Representação gráfica das alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Jardim Botânico.

Tabela 2.4. Alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Sumaré (em mm).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	MÉDIA
JAN	221,00 ⁽¹⁾	377,70	148,20	137,20	87,00	92,00	168,42
FEV	45,00	401,50	50,70	139,20	49,20	165,60	141,87
MAR	99,20	290,00	241,30	135,70	99,60	64,60	155,07
ABR	133,50	211,70	167,50	51,50	55,60	64,60	114,07
MAI	135,00	222,90	73,30	60,40	192,60	182,20	144,40
JUN	38,70	81,20	335,20	30,90	143,60	135,60	127,53
JUL	78,90	102,90	288,00	72,70	259,60	69,60	145,28
AGO	85,60	123,50	152,70	191,90	7,80	36,00	99,58
SET	253,00	484,20	203,10	463,60	136,20	244,20	297,38
OUT	174,70	468,50	415,90	108,60	96,60	138,80	233,85
NOV	222,90	281,60	188,80	126,40	146,20	344,80	218,45
DEZ	126,10	395,60	89,2	257,60	418,60	544,00	305,18
ANO	1.613,60	3.441,30	2.353,80	1.775,70	1.692,60	2.082,00	2.151,09

Fonte: Internet (GEORIO, 2003).

⁽¹⁾ Dado não disponível, considerado o valor médio dos outros anos.

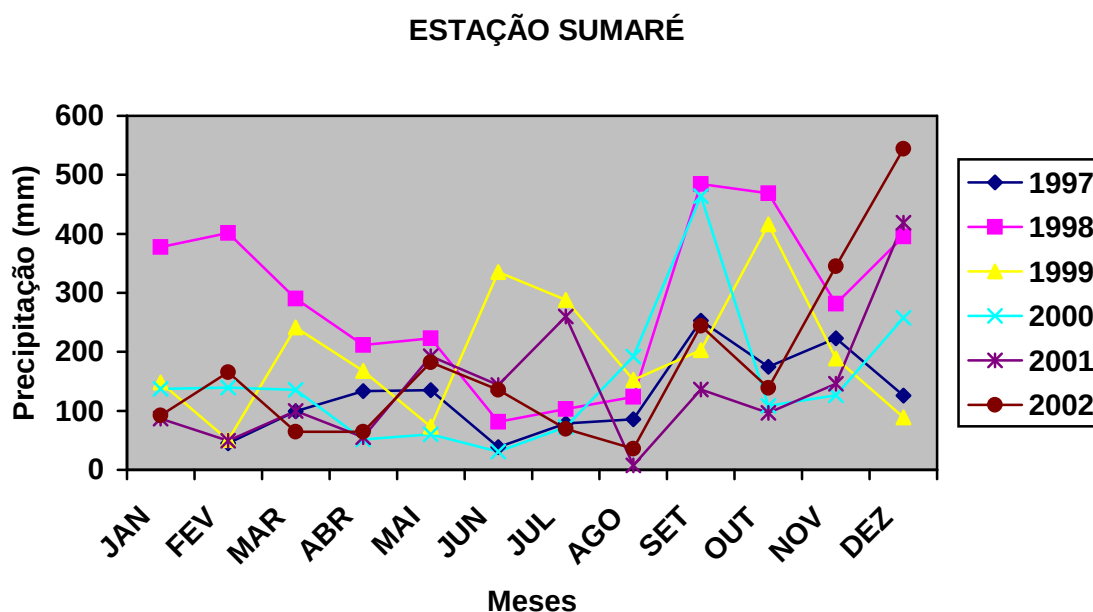


Figura 2.6. Representação gráfica das alturas pluviométricas registradas na Estação Meteorológica do Sumaré.

Outro ponto observado pode-se perceber nestes dados apresentados, que é a melhor distribuição das precipitações na Estação do Sumaré, não sendo acentuada a estação seca. A discrepância entre as precipitações medidas pelas Estações é explicada pela diferença altimétrica entre os dois pontos (AMBIENTAL, 2001).

O EIA/RIMA para os projetos de reabilitação ambiental da Lagoa (AMBIENTAL, 2001) cita também os dados históricos apresentados pelo Instituto Nacional de Meteorológica (INMET) das Normais Climatológicas para o período de 1961 a 1990 da Estação Meteorológica Principal, situada no Aterro do Flamengo, distante cerca de 6 km da Lagoa Rodrigo de Freitas. Esta estação encontra-se atualmente desativada. Entretanto, embora distante, esta estação se situa na mesma bacia atmosférica da Lagoa. Os dados apresentados na **Tabela 2.5**, são do período de 1973 a 1990 e segundo o EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001) não formam uma série de dados completa para o cálculo das normais, mesmo sendo publicados pelo INMET. As Normais são o ajuste da série de valores anuais segundo uma equação de análise estatística (VILELA *et al*, 1975).

Tabela 2.5. Normais climatológicas das precipitações registradas na Estação Principal a partir de dados dos anos de 1973 a 1990.

	Precipitação Total (mm)	Precipitação máxima em 24 hs (mm – Data)	Número de dias chuvosos	Umidade relativa (%)
JAN	114,10	68,26 – 1989	12	79,0
FEV	105,30	126,8 – 1988	9	79,0
MAR	103,30	125,6 – 1983	9	80,0
ABR	137,40	154,4 – 1990	11	80,0
MAI	85,60	127,7 – 1976	9	80,0
JUN	80,40	98,2 – 1989	7	79,0
JUL	56,40	97,8 – 1977	6	77,0
AGO	50,50	44,2 – 1979	7	77,0
SET	87,10	57,4 – 1983	10	79,0
OUT	88,20	64,2 – 1988	11	80,0
NOV	95,60	58,6 – 1980	11	79,0
DEZ	169,00	157,9 – 1981	14	80,0
ANO	1.172,90	157,9 – 8/12/81	116	79,0

Fonte: Adaptado de AMBIENTAL, 2001.

Considerando os dados registrados pela Estação Principal, ajustados para as Normais Climatológicas, a média anual de precipitação é de 1.172,9 mm sendo duas épocas do ano mais chuvosas, o mês de abril, início do outono e o mês de dezembro, início do verão. Ainda segundo os dados registrados pela Estação Principal ajustados para as Normais Climatológicas, ocorreram em média 116 dias chuvosos.

A **Figura 2.7** apresenta graficamente a comparação das médias de precipitação registradas entre as Estações do Sumaré, do Jardim Botânico e Principal.

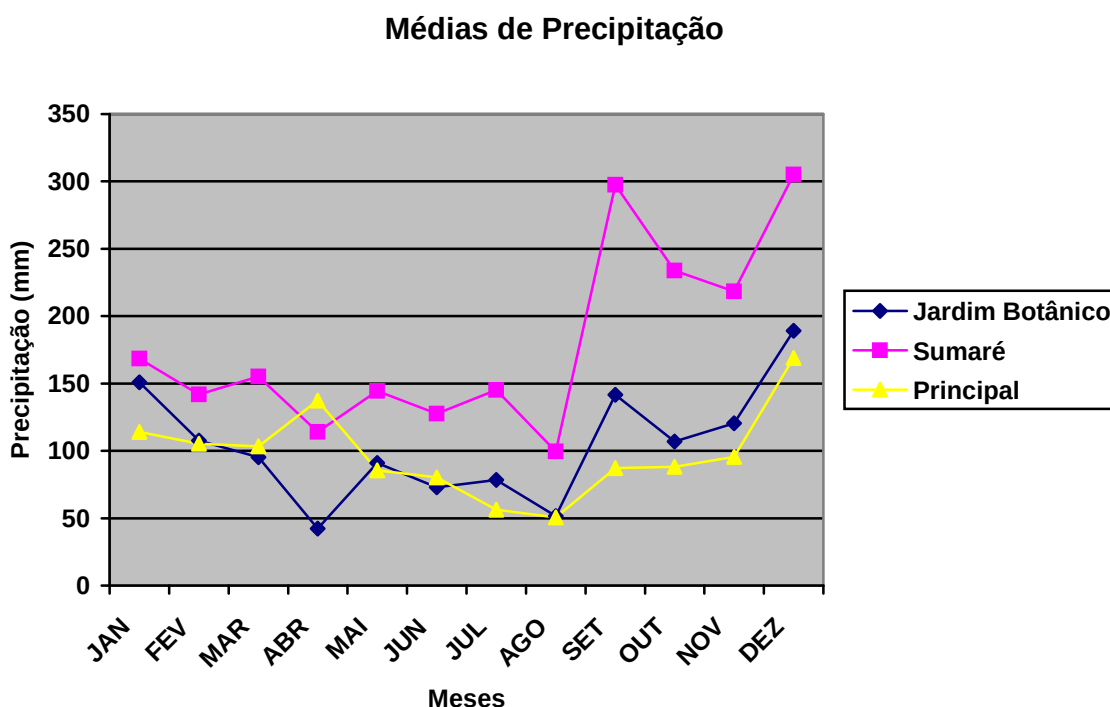


Figura 2.7. Representação gráfica comparativa entre as precipitações registradas pelas Estações Meteorológica do Sumaré, Jardim Botânico e Principal.

A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), desenvolve um trabalho de monitoramento ambiental nas praias e lagoas do município e tem por objetivo manter a população informada sobre as condições de balneabilidade das praias e alertar quanto às condições de poluição nas lagoas abrangidas no programa, procurando através dos parâmetros medidos, efetivar soluções imediatas ou formular ações futuras para melhorar as condições da qualidade das águas monitoradas. Através deste programa, pôde-se analisar também os efeitos climáticos sazonais (precipitação pluviométrica) e interanuais relacionando-os à poluição das praias, conforme apresentado por BITTON *et al* (2002). Segundo os autores, os dados pluviométricos entre 1997 e 2002 foram comparados com os dados de balneabilidade das praias monitoradas, procurando avaliar os efeitos sazonais da pluviometria na poluição das praias. Constatou-se em alguns anos os efeitos interanuais produzidos pelos fenômenos do *El Niño* e *La Niña*. Estes fenômenos, de características opostas, atuam de forma cíclica e alternada no Oceano Pacífico, causando alterações climáticas significativas em diversas regiões do Brasil, com duração entre 12 e 18 meses.

Durante o período analisado, os melhores resultados, na questão da balneabilidade, foram os anos de 1997, 1999 e 2001, período em que os dados de pluviometria se apresentaram na média histórica ou abaixo desta. Destaque para o ano de 1997, que apresentou resultados melhores do que os anos de 1999 e 2001 e baixa pluviometria. Os anos

de 1998 e 2000 foram aqueles que apresentaram piores resultados em relação a qualidade das águas das praias oceânicas. Este fato pode ser relacionado com o alto índice pluviométrico no ano de 1998, porém o índice para o ano 2000 se encontra na média histórica, sendo a baixa qualidade das águas fundamentada em “...ocorrências de perturbações antropogênicas...” (BITTON *et al*, 2002).

2.4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS

A qualidade das águas da Lagoa tem sido objeto de discussão, certamente devido aos seus fenômenos naturais como a exalação de gases e mortandade de peixes, desde o início da ocupação urbana de seu entorno. Muitas foram as propostas e projetos para a melhoria da qualidade de sua água, tanto na tentativa de transformá-la em ambiente marinho quanto em água doce. Mas sempre tem sido a principal tônica a melhora na renovação de suas águas. Assim ocorreu no passado, quando da construção dos canais da Rua Visconde de Albuquerque e do Jardim de Alah, como se encontram atualmente, no qual se estudam os impactos do projeto para reabilitação ambiental da LRF com a ampliação do canal do Jardim de Alah, projeto executado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) em 2000 (AMBIENTAL, 2001).

A mortandade de peixes ocorrida em fevereiro de 2000 fez com o que a Assembléia Legislativa em conjunto com a Câmara dos Vereadores do Rio de Janeiro dessem prosseguimento a convocação do Ministério Público Estadual, culminando com a Resolução CECA/CLF Nº 3914, de 11/07/2000:

“Art. 1º - Determinar à COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS – CEDAE que apresente relatórios anuais de Auditoria Ambiental no Sistema de Esgotamento da Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro, envolvendo a bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas.”

Esta Auditoria Ambiental foi entregue ao Ministério Público Estadual no final do ano de 2001 (CONSÓRCIO COPPETEC/LOGOS, 2001).

É complexo analisar as causas dos fenômenos naturais que ocorrem na LRF e mais ainda determinar soluções definitivas. São diversas as variáveis causadoras, naturais e antrópicas e também devem ser diversas e multidisciplinares as ações para a melhoria desta qualidade. Certamente o mau funcionamento do sistema de esgotamento sanitário, no qual este trabalho procura analisar algumas causas, com constantes extravasamentos de esgotos –

relacionado muitas vezes às contribuições indevidas de águas pluviais – são responsáveis pela baixa qualidade das águas da Lagoa, com a ressalva de que não deve ser considerado como único responsável por esta condição.

Não faz parte do escopo deste trabalho apresentar um diagnóstico nem uma conclusão quanto as causas e efeitos da qualidade das águas da Lagoa. Assim, através dos últimos estudos realizados, procurou-se caracterizar alguns parâmetros monitorados, em uma tentativa de compreender as principais influências que atuam sobre este ecossistema.

A poluição da água é definida como alteração de suas características seja por causas naturais ou antrópicas, produzindo impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos. Segundo Braga *et al* (2002), a origem do vocábulo está associado ao ato de manchar ou sujar, apresentando uma conotação estética em seu impacto. Porém, a aparência de suas águas não determina a qualidade, podendo estas conterem microrganismos patogênicos, enquanto outras, esteticamente desagradáveis, poderem ser utilizadas para determinados usos. Sendo assim, como diz Braga *et al* (2002) na pg. 81: “... a noção de poluição deve estar associada ao uso que se faz da água.”

Objetivando atender tal definição o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução nº 20/86 “*Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas, em todo o Território Nacional, bem como determina os padrões de lançamento*”. Uma vez indicado o tipo de uso, pode-se determinar as restrições aos quais os parâmetros são analisados.

Segundo a Resolução CONAMA nº 20/86, as classificações para água salobra, na qual está incluída a LRF, são as de nº 7 e 8, sendo utilizada nos estudos analisados (AMBIENTAL, 2001 e CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001) a de Classe 7, mais restritiva, para as águas que se destinam à:

“... ”

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.”

Dentro do programa de monitoramento ambiental das praias e lagoas do Rio de Janeiro, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) disponibiliza diariamente pela Internet, através do site <http://www.rio.rj.gov.br/smac>, os dados relativos ao dia anterior de

informações sobre as condições da qualidade das águas da Lagoa, para os parâmetros de Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Temperatura da água, salinidade e pH, além de observações de campo sobre as condições dos canais, comportas e deságuas das galerias de águas pluviais. De acordo com os valores apresentados pelos parâmetros analisados é indicado o Estado de Alerta, configurando-se a situação de bandeira Amarela, quando a qualidade da água se apresentar por 3(três) dias consecutivos os seguintes sintomas: $OD < 4,0 \text{ mg/l}^3$, temperatura $> 31^\circ\text{C}$, na situação de bandeira Vermelha é acionado o Esquema de Emergência, quando, por mais de um dia, os dados se apresentarem: $pH < 9,0$, turbidez baixa (perto de zero), estratificação, pouca resposta de OD à fotossíntese e comportamento dos peixes caracterizado por ficarem parados na superfície ou preferirem maciçamente as zonas dos dois canais e a bandeira Verde nos demais casos quando os parâmetros se apresentarem de forma a não configurar risco de mortandade de peixes. Para a Lagoa Rodrigo de Freitas são 5 os pontos monitorados conforme mostra a **Figura 2.8** (SMAC, 2003).

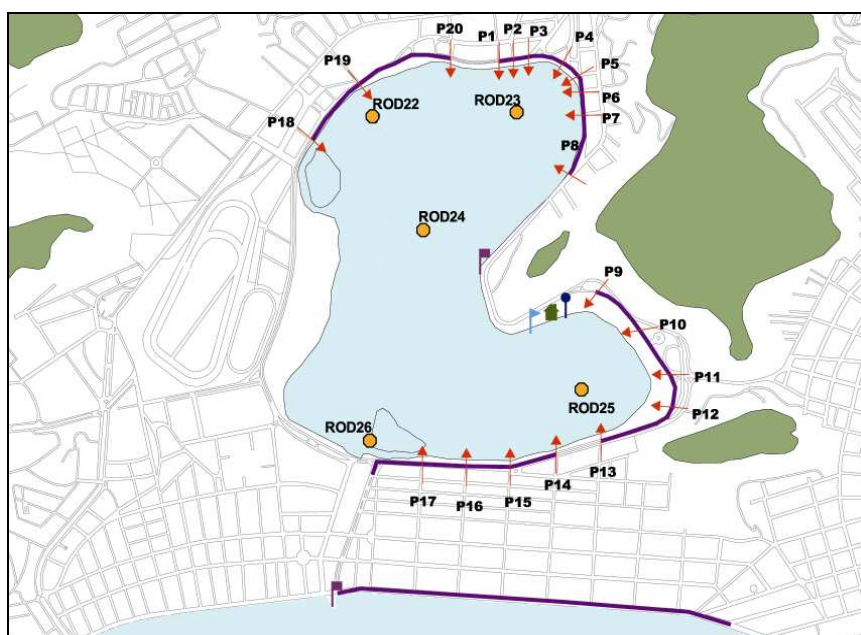


Figura 2.8. Pontos de monitoramento da SMAC. Fonte: <http://www.rio.rj.gov.br/smac>. SMAC, 2003.

Para caracterizar a qualidade da água da LRF procurou-se analisar os parâmetros de Temperatura, Salinidade, pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), Material Particulado em Suspensão, Nitrogênio, Fósforo e Amônia, com base nos estudos emitidos para o EIA/RIMA dos projetos de reabilitação ambiental da LRF, para a Auditoria Ambiental no Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte para LRF, relatórios de monitoramento e medições realizadas pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) e pela Secretaria de Meio Ambiente (SMAC).

Temperatura

A temperatura da água da Lagoa acompanha a sazonalidade originada pelas estações do ano, apresentando temperaturas menores no inverno e maiores no verão, comportando-se de forma homogênea em toda a sua superfície. Segundo a Auditoria Ambiental (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001) a temperatura média do verão chega a 30°C, enquanto no inverno a temperatura média é de 23°C. Entre os dias 26 e 30 de junho de 2003 a temperatura variou entre 23,67 a 24,11°C, medida sempre às 9h (SMAC, 2003).

A temperatura exerce influência na solubilidade dos gases e na cinética das reações químicas, sendo responsável pelo fenômeno denominado como estratificação térmica, quando as temperaturas das camadas superficiais e profundas apresentam uma considerável distinção (BRAGA *et al*, 2002). Este fenômeno ocorre em função da pequena absorção das radiações solares fora das regiões superficiais, fazendo com que a camada inferior de uma lagoa não sofra grande influência da temperatura ambiente, observando-se uma variação acentuada de temperatura a partir de uma certa profundidade. Essa variação de temperatura implica em alterações significativas na densidade da água, formando camadas distintas, sendo denominadas *epilímnio*, a camada mais próxima da superfície, *metalímnio*, *camada de descontinuidade ou termoclina*, a camada intermediária onde se verifica uma queda brusca de temperatura e *hipolímnio*, a camada inferior onde se apresenta a região com a temperatura mais baixa (BRANCO, 1986), conforme representação teórica e esquemática apresentada na **Figura 2.9**.

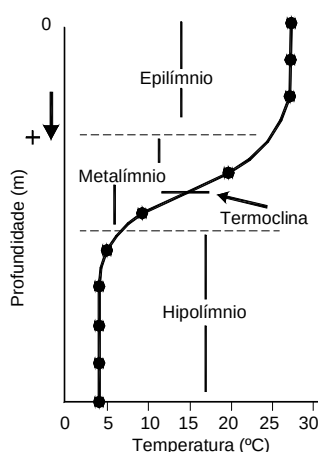


Figura 2.9. Representação esquemática das camadas formadas pela estratificação térmica de um lago. *Fonte:* Adaptado de Braga *et al*, 2002.

Esta diferenciação de densidades dificulta a mistura das camadas que poderia provocar a uniformização da temperatura. A camada mais fria funciona como uma barreira ao movimento de descida das moléculas das águas mais quentes, de densidades menores.

Salinidade

A concentração de sais dissolvidos também afeta a densidade da água, tendo a água salgada uma densidade cerca de 2% maior do que a água pura, nas mesmas condições de temperatura e pressão.

Definido como salinidade, o conjunto de sais dissolvidos na água, formado pelos bicarbonatos, cloretos, sulfatos e em menor escala por outros sais. Inicialmente era medida diretamente pela massa de sais dissolvidos (g) em uma massa de uma solução (kg) (BRAGA *et al*, 2002). Sua determinação atualmente pode ser de forma indireta, através da condutividade elétrica, pela densidade ou pela velocidade do som (AMBIENTAL, 2001). A Resolução nº 20 do CONAMA indica como água salobra, classificação da Lagoa, as águas com teores entre 0,5 e 30 ‰.

Os valores observados entre 1995 e 2000 mostram uma acentuada redução do valor médio da salinidade entre os anos de 1996 e 1998, com uma leve recuperação no ano de 2000. Os valores, que variavam entre 17 e 25 ‰ em 1995 (AMBIENTAL, 2001), passaram a ser de 5,2 ‰ na média do ano de 1999 e 7,44 ‰ em 2000 (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001). Esta redução tão acentuada não tem uma razão em particular, mas alguns fatores podem estar associados, como uma chuva muito forte em fevereiro de 1996 que levou para a Lagoa cerca de 3 milhões de m³ de água doce e a constante obstrução do Canal Jardim de Alah (AMBIENTAL, 2001). No período de obstrução do Canal a tendência é o nível de a salinidade se apresentar mais baixo, revertendo esta tendência quando de sua desobstrução.

Entre os dias 26 e 30 de junho de 2003 a salinidade variou entre 20,16 a 20,54 ‰ (SMAC, 2003), valores bem acima das médias de 1999 e 2000, possivelmente indicando uma melhora na troca entre as águas da Lagoa e do mar através do Canal Jardim de Alah. Estas medições são efetuadas próximo a superfície do espelho d'água.

Uma característica freqüente que ocorre na troca entre a água do mar com as águas da Lagoa através do Canal Jardim de Alah, é o escoamento da água do mar, de temperatura mais baixa e densidade e salinidade mais alta, pelo fundo da Lagoa, criando ambiente propício para o fenômeno da estratificação. A homogeneização dos níveis de salinidade das águas, só ocorre pela ação dos ventos e ou pela circulação natural da lagoa.

Os valores indicativos ao perfil vertical da Lagoa são apresentados pelo EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001), através de medições realizadas pela FEEMA nos anos de 1995, 1996 e 1998. Os dois primeiros anos apresentaram um perfil que sugere uma estratificação salina, com valores entre 15 e 17 ‰ na superfície e maiores do que 25 ‰ na camada inferior da Lagoa. Já os dados relativos ao ano de 1998 apresentam valores quase uniformes, entre 5 e 10‰, em toda sua profundidade.

pH (Potencial Hidrogeniônico)

Em geral, em ambientes salinos, com a presença de carbonatos e bicarbonatos, a tendência é se encontrar um pH alcalino, isto é, elevado. Na Lagoa, o pH encontrado se situa na média em 8,45 no inverno e 8,59 no verão (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001). Valores ácidos, pH abaixo de 7, foram encontrados esporadicamente sem ser uma tendência constante. As informações da SMAC (2003) apresentam para os dias 26 e 30 de junho valores de pH variando entre 8,42 e 8,57.

O elevado valor do pH deve-se possivelmente a ação fotossintética. A entrada excessiva de nutrientes cria um ambiente propício para reprodução de vegetais, como por exemplo as algas, responsável em grande parte pelo fenômeno da fotossíntese na Lagoa. A freqüente obstrução do Canal do Jardim de Alah diminui o aporte de água do mar, impedindo uma melhor renovação das águas da Lagoa. Desta forma, a contribuição de águas pluviais e fluviais contaminadas com esgotos domésticos, principais transportadores de nutrientes, pode influenciar na tendência do aumento dos valores do pH.

Observou-se também que a tendência de variação encontrada nos parâmetros de pH e OD (oxigênio dissolvido) é a mesma, quanto mais baixo o pH menor também é a concentração de OD (AMBIENTAL, 2001). A Resolução nº 20/86 do CONAMA indica para a Classe 7, pH variando entre 6,5 e 8,5, mostrando que os valores apresentados para as águas da Lagoa estão freqüentemente fora dos limites.

Turbidez

Um dos fatores que mais influenciam nos valores da turbidez é a quantidade de matéria orgânica e inorgânica em suspensão no ambiente aquático. Altos valores de turbidez afetam também transparência da água, fator importante na reflexão, dispersão e absorção da energia luminosa que por sua vez é importante para a produção primária dos ecossistemas aquáticos. Os valores da turbidez se apresentam de uma forma homogênea em toda a área da Lagoa, com

um comportamento um pouco diferenciado na desembocadura dos rios do Macaco e Cabeça pelo aporte de material em suspensão e de sedimentos carregados. No período de inverno, com a ocorrência mais frequentes de frentes frias e ventos, os valores apresentam um pequeno acréscimo em relação aos meses de verão. Numa série de medições entre os anos de 1996 e 2000 os valores médios se mantiveram estáveis em 1996, 1997, 1998 e 2000, entre 4 a 6 NTU. O ano de 1999 apresentou o maior valor médio desta série de anos, 9,2 NTU (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001). Com dados de 5 dias consecutivos, entre 26 e 30 de junho de 2003 os valores foram bem variados, sendo 5,8 NTU o menor valor no dia 27 e 9,8 NTU o maior, no dia 29 (SMAC, 2003).

Oxigênio Dissolvido (OD)

A produção de oxigênio dissolvido no meio aquático tem sua origem na fotossíntese ou na passagem de oxigênio da atmosfera para o meio aquático, através da reaeração (BRAGA *et al*, 2002). Devido a baixa solubilidade na água, as condições encontradas no ar (cerca de 21 % de O₂) não se repetem no meio aquático. Considerando ainda o meio salobro ou salino, as condições são ainda mais restritivas, segundo o EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001), citando as normas APHA/AWWA/WEF, a solubilidade do oxigênio em águas doces é de 8,26 mg/l enquanto em ambientes com salinidade de 35TM esta mesma solubilidade cai para 6,73 mg/l, nas mesmas condições de temperatura e pressão, ou seja, 25°C e 1 atm.

O OD constitui um dos mais importantes parâmetros para indicação da qualidade da água, embora não seja o único. Está diretamente relacionado aos tipos de organismo que podem sobreviver neste meio. O consumo de oxigênio no meio está relacionado com a decomposição de matéria orgânica, com a respiração dos organismos aquáticos, com a oxidação de íons e com as perdas para a atmosfera.

A ausência de oxigênio permite a existência de organismos anaeróbios que liberam substâncias, como amônia (NH₃), gás sulfídrico (H₂S) e metano (CH₄) que produzem odor, sabor e outros aspectos indesejáveis para a água. Esta condição se apresenta frequentemente em ambientes com profundidades maiores, onde as condições de produção de oxigênio são pouco propícias e a existência de matéria orgânica é farta.

Numa condição de estabilidade, devido a estratificação térmica de um lago, a produção de oxigênio se situa predominantemente na superfície enquanto o consumo para decomposição da matéria orgânica é efetuada no fundo. A *termoclina*, região intermediária onde apresenta-se grande variação de temperatura, além de ser considerada como uma barreira na passagem das moléculas da camada menos densa para a mais densa dificulta

também a passagem do oxigênio dissolvido. Neste caso, esta passagem se dará apenas por difusão molecular em taxas bastante pequenas (BRAGA *et al*, 2002).

Nos dados verificados para a Lagoa entre os anos de 1996 e 2000, os valores médios dos anos de 1996 e 1997 são semelhantes (8,50 e 8,51 mg/l, respectivamente), o mesmo acontecendo nos anos de 1998 e 1999 com valores um pouco maiores (10,10 e 10,90 mg/l). Já o ano de 2000 apresentou valor médio menor que os demais anos, 6,80 mg/l (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001). Vale ressaltar que estes valores são de amostras coletadas a uma profundidade de 0,50 m, região considerada em boas condições para produção de oxigênio dissolvido. Já o EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001) indica a oscilação dos valores na coluna d'água com uma variação entre 0,60 mg/l (fundo) a 22,00 mg/l (superfície), mostrando claramente um perfil vertical estratificado. Também relata as variações do OD durante o dia, ocorrendo os maiores valores na parte da tarde, em função da produção fotossintética, enquanto os menores valores são registrados na parte da manhã, indicando um alto consumo de oxigênio durante à noite. Esta variação demonstra um grande desequilíbrio do sistema.

Segundo os dados apresentados pelo EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001), é possível observar uma certa diferenciação na distribuição dos valores de OD em função da localização superficial. Os maiores valores são encontrados em estação seca na região próxima ao bairro do Humaitá, enquanto na estação chuvosa esta mesma região, junto com a área próxima ao Canal do Jardim de Alah, apresentam os menores valores de Oxigênio Dissolvido, muito provavelmente pelo aporte de matéria orgânica nas saídas das Galerias de Águas Pluviais (GAP).

Os valores medidos entre os dias 26 e 10 de junho de 2003 estão entre 3,14 a 4,19 mg/l, apresentando-se abaixo da média descrita anteriormente (SMAC, 2003). Estes dados são coletados às 9 h da manhã, próximo a hora onde se registra o menor valor, 7 h da manhã. Segundo a Resolução nº 20 do CONAMA indica para a Classe 7, que o OD em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5 mg/l. Assim, é possível observar que nas amostras mais recentes os valores estão fora do limite.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A quantidade de oxigênio dissolvido necessário para a decomposição da matéria orgânica é denominada de DBO. Já a DQO se expressa pela quantidade de OD necessário para consumo na oxidação química. Tanto a DBO quanto a DQO são importantes parâmetros indicativos da qualidade da água, medindo o potencial poluidor de certas substâncias biodegradáveis presentes no meio em relação ao consumo de oxigênio (BRAGA *et al*, 2002),

porém não devem ser tomados como valor absoluto na determinação da qualidade (BRANCO, 1986). Este consumo, ocorre em um certo intervalo de tempo, convencionando-se que as medições experimentais de DBO devem ser feitas com ensaios em um período de cinco dias, numa temperatura de 20°C, adotando-se o símbolo de DBO_{5,20}. A presença de alto teor de matéria orgânica pode diminuir consideravelmente o oxigênio dissolvido na água. Por outro lado, no caso de lagoas, a DQO pode ser influenciada pela biomassa de fitoplânctons presentes nas águas.

Os valores de DBO_{5,20} medidos entre os anos de 1997 e 2000 na Lagoa Rodrigo de Freitas apresentam valores decrescentes, sendo o ano de 1997 o de maior média, 24,4 mg/l (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001). Esta redução continuou até o ano de 2000 (média abaixo de 20,0 mg/l), que por sua vez registrou as maiores variações, atingido valores de até 200 mg/l no mês de fevereiro, quando houve uma grande mortandade de peixes. Porém foi observado pelo EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001) que as outras estações apresentaram valores acima da média, mas não tão altos quanto a máxima registrada. Os valores de DQO apresentaram variações semelhantes aos da DBO, com valores entre 97,8 a 262,2 mg/l.

Os valores medidos nas estações de seca e de chuva não apresentaram grandes variações, apresentando apenas uma pequena diferença na região próxima ao Canal do Jardim de Alah, principalmente na estação de chuva, podendo ser interpretado como uma contaminação das GAP's por esgotos sanitários (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001).

Os limites preconizados pela Resolução nº 20 do CONAMA indicam para a DBO₅ a 20°C valores até 5 mg/l O₂, para a Classe 7. Os valores encontrados estão superiores aos preconizados.

Material particulado em suspensão

A principal preocupação com os sólidos em suspensão no meio aquático é quanto a redução da transparência da água que estes causam. A diminuição da penetração de luz na água reduz as taxas de fotossíntese, prejudicando a alimentação de algumas espécies, levando a desequilíbrios na cadeia alimentar (BRAGA *et al*, 2002). Os valores médios encontrados entre os anos de 1997 e 2000 apresentaram um ligeiro declínio, passando de 36,8 mg/l em 1997 para 20,83 mg/l, em 2000 (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001), porém, principalmente no ano de 1997, ocorreram grandes variações em seus números, com valores de até 218 mg/l. A Auditoria Ambiental (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001) observou que os menores valores ocorreram na estação de chuva, na região próxima ao deságue dos rios Cabeça e dos Macacos, presumindo-se que a diluição faz com que estes

valores diminuíam. Os maiores valores ocorreram próximo ao bairro do Humaitá e no Corte do Cantagalo, possivelmente pela resuspensão do material depositado no fundo provocada pelos ventos, na estação seca.

O EIA/RIMA (AMBIENTAL, 2001) apresenta dados que fazem demonstrar que uma grande parte do material em suspensão é de origem orgânica, chegando-se a consideração de que um dos principais responsáveis pela baixa transparência da Lagoa é o fitoplâncton.

Nutrientes inorgânicos (Amônia, Nitrogênio Total e Fósforo Total)

A maior fonte de nutrientes inorgânicos (nitrogênio e fósforo) é devido à presença dos esgotos domésticos, desta forma, os parâmetros indicativos destes compostos indicam um aporte de esgotos no corpo d'água. O nitrogênio total é constituído de compostos orgânicos, amoniacais, de nitritos e nitratos. A amônia é a forma mais importante. Está presente nas águas da Lagoa principalmente nas regiões próxima ao deságue dos Rios Cabeça e dos Macacos e Corte do Cantagalo, em áreas próxima a deságues de GAP's, onde ocorreram os maiores valores médios, 41,21 e 39,99 $\mu\text{mol/L}$ respectivamente. Pelos dados obtidos entre 1997 e 2000, os anos de 1997 e 1998 apresentaram os menores valores (11,9 e 8,5 $\mu\text{mol/L}$) enquanto o ano de 2000 apresentou valor médio superior a 50 % em relação a 1999 (42,96 contra 28,6 $\mu\text{mol/L}$) (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 20001).

O nitrogênio e o fósforo são os nutrientes que mais contribuem para o aumento da produtividade biológica do corpo d'água com a proliferação de algas e outros vegetais aquáticos. Com o aumento de nutrientes e pouca penetração de luz, as águas começam a apresentar baixa concentração de oxigênio e grande crescimento de algas, conhecido como o processo da eutrofização. A insuficiência de um destes nutrientes pode limitar o crescimento desses organismos fotossintetizantes aquáticos, principalmente o fósforo (BRAGA *et al*, 2002).

Entre 1996 e 2001 o nitrogênio total apresentou valores entre 0,1 e 5,1 mg/L com média de 1,3 mg/L, enquanto o fósforo total apresentou valores entre 0,1 mg/L e 2,1 mg/L, com média de 0,2 mg/L (AMBIENTAL, 2001). Estes dados classificam as águas da Lagoa como em estado eutrófico e com uma degradação moderada (CONSÓRCIO COPPETEC-LOGOS, 2001).

Considerações sobre a qualidade das águas da LRF

Com os dados observados a única conclusão incontestável é a que a LRF possui um corpo de água salobra com parâmetros fora dos limites especificados na classificação do CONAMA para a Classe 7.

Possui ainda uma baixa qualidade de suas águas e um grande desequilíbrio em seu sistema. O aporte de esgotos apresenta-se como uma grande fonte de nutrientes para a produção de algas e outros vegetais aquáticos, aumentando a biomassa disponível para alimentação dos peixes, criando um ambiente propício para a reprodução e aumento da quantidade de peixes. Uma maior quantidade de vida subaquática acarreta também um maior consumo de oxigênio, podendo provocar as conhecidas mortandades de peixes.

Vale ressaltar que, mesmo sem o aporte de esgotos, os rios contribuintes para a bacia da LRF, no seu estado natural, já carregam nutrientes oriundos de decomposição de vegetais ou animais que vivem nas encostas.

Outro fator observado, a estratificação térmica, é uma característica de lagos profundos, porém, apesar de suas baixas profundidades, a LRF possui, em alguns períodos, características típicas de um lago estratificado. A diversidade de valores apresentados em diferentes anos impedem uma conclusão definitiva.

As alterações no aporte de água do mar, pela abertura ou obstrução do Canal Jardim de Alah, são de grande influência em praticamente todos os parâmetros medidos, sendo importante na influência da qualidade das águas da LRF. Os últimos dados obtidos da SMAC (2003), para os parâmetros apresentados, demonstram uma melhoria na qualidade das águas da LRF, possivelmente causada pela constante desobstrução do Canal Jardim de Alah, responsável pela troca de água entre o mar e a LRF. Este maior aporte de água do mar pode causar também a diminuição dos valores de parâmetros influenciados pela contribuição de esgotos sanitários, como os relativos aos nutrientes. Esta redução pode não ser necessariamente a diminuição das contribuições de esgotos, e sim a maior diluição das águas da LRF com a água do mar.

3. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ENTORNO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS

Conforme relato de SILVA (2002), o sistema de esgotamento sanitário da área no entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas começou a ser implantado no final do século XIX, por volta do ano de 1890, já no governo Republicano do Marechal Deodoro da Fonseca.

As condições sanitárias apresentadas na cidade do Rio de Janeiro na metade do século XIX eram precárias e consideradas gravíssimas, estando a cidade exposta a epidemias como de varíola e de febre amarela. Deste modo, o Governo Imperial de D. Pedro II procurava solução para os problemas de saneamento enfrentados, quando em 1852, João Frederico Russell, Joaquim Pereira Vianna de Lima Júnior e o engenheiro inglês Edward Gotto apresentaram proposta para a “...*limpeza das casas e esgoto das águas pluviais*”(SILVA, 2002). A partir desta proposta o Imperador, em 1853, autorizou o Governo a contratar João Frederico Russell para os serviços apresentados. Devido a algumas dificuldades de ordem técnica, o contrato de início da construção da rede de esgotos sanitários e pluviais só foi estabelecido em 1857, assinado entre o Governo e os senhores Russell e Lima Júnior, com prazo de concessão de 90 anos.

Ainda assim os serviços iniciais para as obras da rede de esgotos foram mais uma vez protelados, segundo Silva (2002), já devido aos entendimentos com o Eng. Edward Goto para transferência do contrato assinado com o Governo Imperial. Esta mudança consolidou-se em maio 1863, quando o contrato firmado em 1857 com Russel e Lima Júnior foi transferido para a empresa *The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited*, ou simplesmente *City*, como passou a ser conhecida posteriormente.

O esgotamento da região do entorno da Lagoa teve início a partir do Terceiro Contrato assinado entre o Governo Federal e a *City*, em 1890, onde ficou aprovada a expansão da rede coletora para os bairros do Jardim Botânico, Andaraí Pequeno e alguns subúrbios da Central do Brasil. O sistema implantado nos bairros do Jardim Botânico e da Gávea ficou como um prolongamento do sistema do 5º Distrito, que até então era composto da Praia Vermelha e de Botafogo até os limites do Túnel Velho e Largo do Leão. Com o início de operação da elevatória construída na rua Dr. Dias Ferreira, denominada posteriormente de *Casa de Machinas do*

Jardim, este sistema passou a ser denominado como o 7º distrito. Esta elevatória entrou em funcionamento em 1894 lançando os efluentes recolhidos dos bairros do Jardim Botânico, Gávea e parte da Lagoa Rodrigo de Freitas, na praia do Leblon.

Em 1906, deu-se início o projeto do sistema de esgotamento sanitário dos bairros de Copacabana, Leme e parte de Ipanema, até a rua Farne de Amoedo. Quando implementado, este sistema se integrou ao 5º distrito, como já havia ocorrido na implantação do sistema dos bairros do Jardim Botânico e Gávea.

Assim, até o ano de 1934, o sistema de esgotamento sanitário dos bairros do Jardim Botânico, Gávea e parte de Ipanema, implantado pela *City*, era assim constituído:

- Bairro do Jardim Botânico/Gávea – Principal e mais antigo sistema, iniciou-se como um prolongamento do distrito que atendia o bairro de Botafogo. Logo após o início da operação do sistema foi implantada a Elevatória do Jardim, situada na rua Bartolomeu Mitre. Desta forma, o sistema tornou-se independente e coletor dos esgotos dos bairros da Gávea e Jardim Botânico até o início do Humaitá, recalando os efluentes até a praia do Leblon, na altura da rua Almirante Guilhem. Parte dos esgotos da Rua Jardim Botânico eram coletados pela Elevatória do Jardim Botânico, localizada próxima a rua Maria Angélica recalando os esgotos até a Elevatória do Jardim. Entre os anos 1930 e 1954 esteve em operação a Elevatória da Fonte da Saudade, que recalava seus esgotos até a Elevatória do Jardim Botânico.
- Bairro de Ipanema – Uma pequena parte do bairro foi incluído no sistema da *City*, coletando os esgotos entre o limite de Copacabana e a rua Farne de Amoedo, onde se localizava a Elevatória que encaminhava os esgotos à linha de recalque da Elevatória Francisco Sá na Rua Vieira Souto. A Elevatória Francisco Sá recalava os esgotos coletados do Leme e Copacabana até ao lançamento na praia do Leblon, passando pelas ruas Vieira Souto e Delfim Moreira até a rua Almirante Guilhem.

O destino final dos efluentes sanitários do sistema dos bairros do Leme, Copacabana e parte de Ipanema (até a rua Farne de Amoedo) era no mesmo local onde já estavam sendo lançados os esgotos das bacias dos bairros do Jardim Botânico e da Gávea, na Praia do Leblon em frente a rua Almirante Guilhem. Este fato ocorreu até 1923, quando foram executadas obras de mudança do lançamento para um túnel escavado em rocha, cerca de 1200m afastado do ponto inicial, no início da Av. Niemeyer.

Desde 1857, e durante 90 anos, a *Companhia City* teria a concessão dos sistemas de esgotamento sanitário do Rio de Janeiro, entretanto em uma área de atuação bastante reduzida em relação ao atendimento a todo o município do Rio de Janeiro. Na década de 20, começaram as negociações da empresa com o Governo Federal para ampliação da rede de esgotos em bairros ainda não atendidos, visando com isto, a renovação do contrato de concessão dos serviços que terminariam em 1947. Porém estas negociações foram bastante demoradas e acabaram tornando-se inviáveis do ponto de vista econômico para o Poder Público. Assim, embora a *City* mantivesse a concessão dos serviços já contratados até o prazo estipulado, o Governo Federal encerrou negociações com a empresa em 1934, tornando responsável pela continuação da ampliação da rede de esgotos do município.

Ainda neste período, em 1924, foi criada a *Inspetoria de Água e Esgotos*, ficando responsável por executar o esgotamento do restante do bairro de Ipanema, Urca, Lagoa Rodrigo de Freitas, Leblon e Penha.

Entre os anos de 34 e 36, a *Inspetoria de Água e Esgotos* executou os serviços de implantação do sistema de esgotamento sanitário nos bairros de Ipanema, Leblon e Lagoa Rodrigo de Freitas, complementando assim, com o sistema existente da *City* para aquela área, todo o entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas. As principais obras executadas pela *Inspetoria* em cada sistema foram:

- Leblon – Foi construído um coletor principal na R. General San Martin desde a esquina com a Rua Ataulfo de Paiva passando pela Rua Jerônimo Monteiro até o despejo final no túnel construído pela *City*, no início da Av. Niemeyer. A parte restante do Leblon contribuía para a Elevatória do Largo da Memória, construída em 1936 e atualmente desativada, que recebia também os esgotos de outras áreas da orla da Lagoa para serem recalcados para o coletor principal do Leblon.
- Ipanema – O coletor principal desta parte de Ipanema, visto que até a Rua Farma de Amoedo o sistema já era existente implantado pela *City*, foi construído ao longo da Av. Epitácio Pessoa até a Elevatória de Caiçaras, ainda em hoje em operação, recalcando os esgotos até a cabeceira do coletor do Leblon.
- Lagoa – Para a orla da Lagoa foram construídas mais três elevatórias, a Elevatória de Cantagalo, recalcando os esgotos para a Elevatória de Caiçaras, e as Elevatórias de José Mariano e Hípica, onde se formou um sistema em série com a Elevatória de José Mariano recalcando os esgotos para a Elevatória da Hípica e desta para a Elevatória do Largo da Memória. Deste ponto, conforme já descrito anteriormente, os esgotos eram

recalcados para o coletor principal do Leblon, tendo como destino final, o mar, pelo túnel construído no início da Av. Niemeyer. As Elevatórias da orla da Lagoa ainda hoje continuam em operação.

Pode-se dizer que, a partir desta intervenção o sistema de coleta da bacia contribuinte para Lagoa praticamente havia se completado. Todo seu entorno se interligava por elevatórias e linhas de recalque conforme observado na **Figura 3.1**. Embora o destino final dos esgotos fosse em conjunto, existia a separação operacional dos sistemas implantados pela *City* e pela *Inspetoria*, por força do contrato de concessão. Esta situação se estendeu pelo menos até 1947, prazo final do contrato firmado pelo Império com os senhores Russel e Lima Júnior, primeiros detentores da concessão, posteriormente transferidos para a empresa *City*.

Durante o período entre 1937 e 1947, aconteceram diversas mudanças administrativas na gerência dos serviços de água e esgotos, a cargo do Governo Federal. A *Inspetoria de Água e Esgotos*, que foi criada como um órgão da administração pública, foi absorvida pelo Serviço de Água e Esgotos do Distrito Federal, SAEDF, em 1937, procurando dotá-la de uma maior autonomia administrativa e financeira. Esta situação se manteve até outubro de 1941, quando uma reestruturação do Ministério de Educação e Saúde, do qual o SAEDF era vinculado, criou o Departamento Nacional de Saúde que passou a ser responsável por esses serviços. A administração dos serviços de água e esgotos ficou então sob a responsabilidade do Serviço Federal de Água e Esgotos, SFAE, até os serviços serem transferidos para a Prefeitura do Distrito Federal, que atuaria como Departamento de Água e Esgotos, DAE.

Com a aproximação do fim do contrato de concessão, o Governo Federal, devido suas transformações administrativas, tinha como inevitável a transferência dos serviços da *City* para a Prefeitura do Distrito Federal, procurando diminuir a ingerência da União nos assuntos da cidade. Assim, a partir de 1947, todo o sistema de esgotos do Rio de Janeiro, incluindo os sistemas pertencentes a *City*, passou a ser operado pelo Serviço de Esgotos, no DAE.

Conforme apresentado por SILVA (2002), a unificação dos serviços de esgotos com o setor de águas, no DAE, foi bastante prejudicial para a manutenção e operação do sistema de esgotos. As deficiências do setor de águas eram grandes, o que gerou uma concentração de pessoal e recursos na tentativa de supri-las, esvaziando desta forma os serviços de esgotos.

Estas circunstâncias desfavoráveis fizeram com que em 1953, seis anos após a incorporação dos serviços da *City* para o DAE, o sistema de esgotos da cidade do Rio de Janeiro praticamente entrasse em colapso, com importante influência no sistema do entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas. Tal afirmativa pode ser observada por SILVA (2002) sobre a situação operacional nesta época:

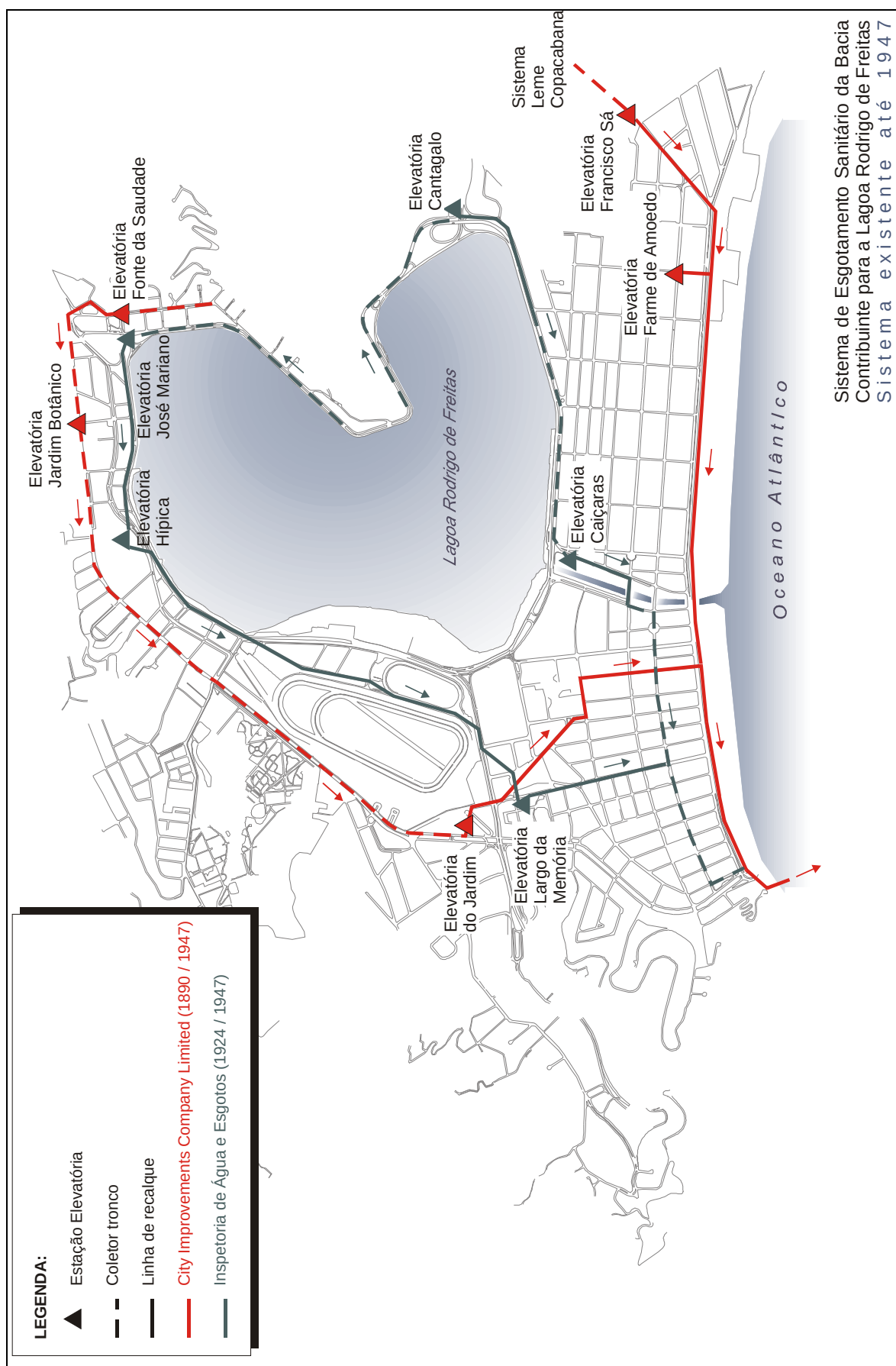


Figura 3.1. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte à LRF Implantado e em Operação até 1947.

“As Estações Elevatórias paralisavam, constantemente, porque as bombas e motores acusavam acentuado desgaste. A fundição de novas palhetas e carcaças para essas bombas e os enrolamentos dos respectivos motores eram serviços demorados, por falta de pessoal, material e máquinas, nas oficinas de São Cristóvão. A substituição desses antigos equipamentos por outros mais modernos era providência fora de cogitação, dada a falta de recursos orçamentários, o vulto exagerado das reformas e adaptações a fazer nas Elevatórias.

O funcionamento intermitente e deficiente das Elevatórias prejudicava, enormemente, a rede, que se comportava como um grande reservatório ou fossa séptica, originando vários inconvenientes, dentre os quais destacamos os seguintes:

- *Transbordamentos de águas servidas pelos tampões dos poços de visita, no período de peak, entre 10 e 14hs;*
- *Fuga do efluente de esgotos pelos extravasores da rede, para as galerias de águas pluviais e cursos de água, que os conduziam, na Zona Sul, para as praias e a Lagoa Rodrigo de Freitas;*
- *Intenso assoreamento dos coletores e galerias, que ficavam com suas seções de vazão bastante reduzidas;*
- *Vazamentos do efluente sanitário pelas juntas dos coletores cerâmicos, em virtude deles trabalharem em condições anormais, à plena seção, sob pressão, provocando a poluição do solo e o abatimento ou arriamento dessas canalizações;*
- *Maior frequência de obstruções na rede pública e nos coletores prediais, por causa das crostas endurecidas que flutuavam no efluente, durante o dia, invadindo depois, à noite, os coletores;*
- *Dificuldade e, às vezes, completa impossibilidade de executar as ligações prediais aos coletores públicos e de fazer a limpeza e desobstrução da rede, durante o dia, principalmente na Zona Sul.*

O pessoal disponível para a operação das Elevatórias era insuficiente, por isso muitas delas, como as que circundavam a Lagoa Rodrigo de Freitas, só

funcionavam das 7 às 16 horas. Esse era, aliás, o horário de trabalho do pessoal do DAE, que operava as Elevatórias, quando ocorreu a incorporação dos serviços da City aos do DAE.

Durante a noite, o efluente represado na rede escoava para a Lagoa, através de extravasores abertos em pontos estratégicos.”

Entre 1947 e 1953, a única alteração no sistema de esgotamento do entorno da Lagoa, foi a construção da Elevatória do Leblon, que passou a lançar os esgotos da encosta inicial da Av. Niemeyer para a Ponta do Vidigal, cerca de 1200 m adiante. Inicialmente estava previsto também a construção de um emissário submarino a partir do poço final na Praia do Vidigal. Esta obra não realizada em função de problemas no assentamento da tubulação no mar. Ainda, segundo SILVA (2002) “...Face a inexperiência da firma, para construir o emissário submarino, o lançamento dos esgotos terminou no poço, onde o emissário deveria começar.”

No período entre 1954 a 1956 o Serviços de Esgotos do DAE foi alçado a Divisão de Esgotos, adquirindo maior autonomia e conseqüentemente maior dotação orçamentária. Este fato foi fundamental para a realização de obras, principalmente de melhorias, visando reverter o quadro apresentado no período anterior. Apresenta-se a seguir, um resumo das principais obras realizadas neste período. A **Figura 3.2** apresenta o sistema de esgotos após estas modificações:

- Lagoa – Eliminação da Elevatória da Fonte da Saudade e interligação com o poço da Elevatória José Mariano. Reforma dos equipamentos elétricos e mecânicos de todas as elevatórias do entorno.
- Jardim Botânico/Gávea – Construção da Elevatória Saturnino de Brito, substituindo a antiga Elevatória do Jardim. Eliminação da Elevatória do Largo da Memória e interligação com a nova Elevatória Saturnino de Brito. Os esgotos eram recalcados para a Elevatória do Leblon e deste ponto para a Ponta do Vidigal.
- Leblon – Implantação de nova galeria de esgotos, em diâmetro de 1,0m na Av. Vieira Souto e Delfim Moreira visando a melhoria do escoamento dos esgotos provenientes de Copacabana (Elev. André Azevedo) e parte de Ipanema (Elev. Farne de Amoedo).

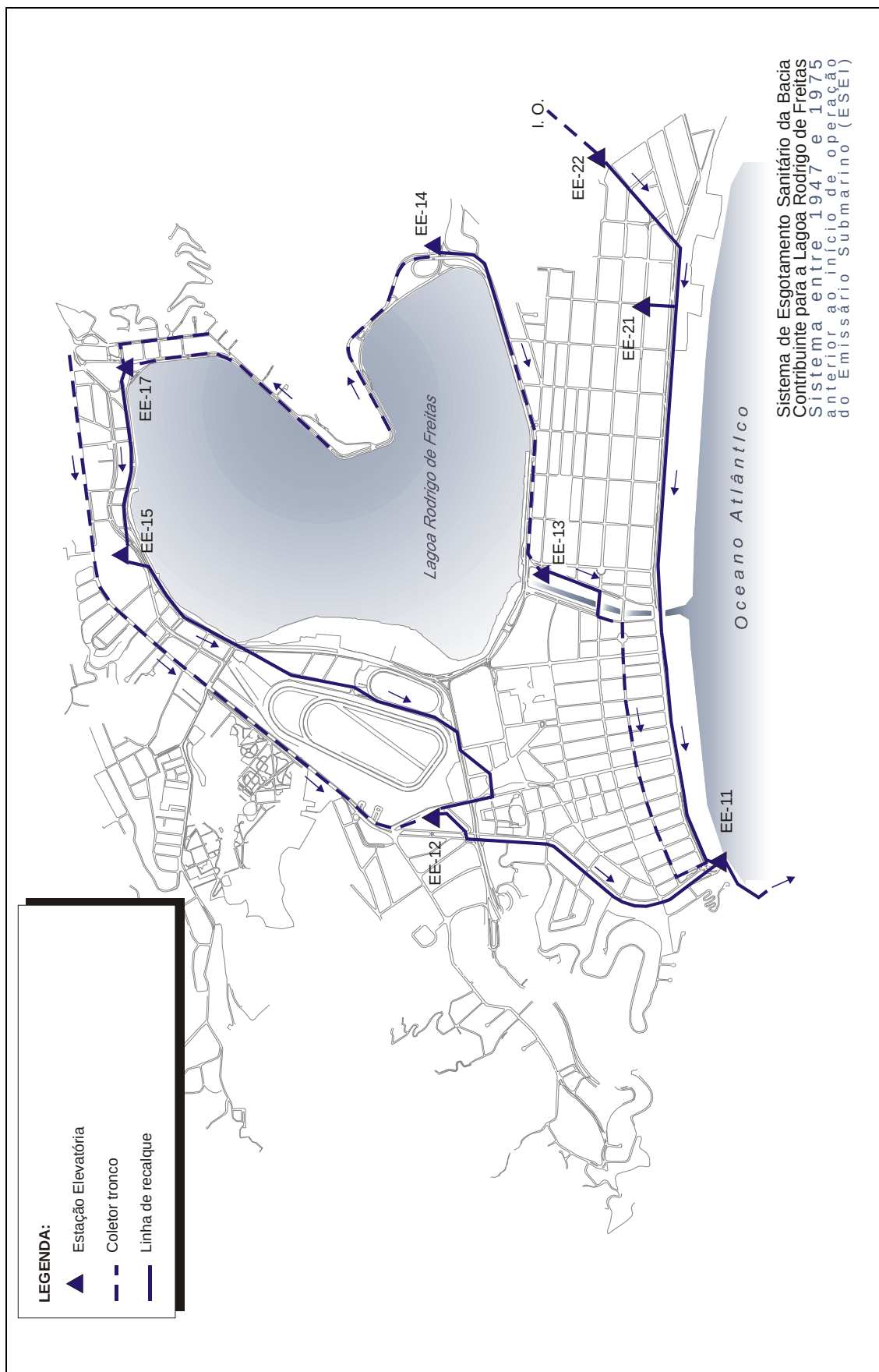


Figura 3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte à LRF em operação com as modificações efetuadas entre 1947 e 1975.

Durante o período de realização das obras, algumas alterações administrativas também ocorreram. Em outubro de 1956, o Departamento de Água e Esgotos, DAE, foi transformado em dois departamentos distintos, o Departamento de Águas, DAA, e o Departamento de Esgotos, DES. Esta estrutura administrativa durou somente até fim de 1957, quando foi criada a Superintendência de Urbanização e Saneamento, SURSAN, constituída, no início, pelos Departamentos de Esgotos, DES, e de Urbanização, DURB. Posteriormente, em 1961 e 62, foram incorporados ainda o Departamento de Água, DAA, e de Limpeza Urbana, DLU.

Em 1960, com a transferência da Capital Federal para Brasília, o antigo Distrito Federal transformou-se em Estado da Guanabara, com os mesmos limites do antigo município. Após a transferência, a SURSAN foi mantida com o seu Departamento de Esgotos responsável por projetar, construir, operar e manter o sistema de esgotos do agora Estado da Guanabara. Esta estrutura se manteve até 1973 com uma alteração do nome do Departamento de Esgotos para Departamento de Saneamento, ocorrido em 1965, mantendo-se a sigla DES.

Na década de 60, a grande preocupação do DES, principalmente nos sistemas que abrangiam a Zona Sul da cidade, era com o destino final dos esgotos, lançado em dois principais pontos: no Costão do Pão de Açúcar e na Ponta do Vidigal. A criação da Comissão de Planejamento do Sistema de Esgotos Sanitários do Distrito Federal, COPES, em 1958, prolongando-se por toda a década de 60, obedeceu a diretriz de estudar o planejamento global do esgotamento sanitário da área suburbana e a solução do destino final dos esgotos da Cidade do Rio de Janeiro. Neste sentido foram criados Grupos de Trabalhos, GT's, atuando nas seguintes áreas:

- a) Rede Coletora de Esgotos;
- b) Interceptores;
- c) Oceanografia;
- d) Hidrologia e Pesquisa.

O DES também contratou uma firma de consultoria, que junto com os estudos desenvolvidos pela COPES, para elaboração de soluções para o destino final dos esgotos do Rio de Janeiro. Tais estudos, apresentaram como sugestão a proposição da disposição final dos esgotos do sistema Zona Sul através do lançamento oceânico dos esgotos, após tratamento preliminar a ser construído sob a Praça General Osório, através do Emissário Submarino de Ipanema. Foram previstos também neste estudo a implantação do Interceptor Oceânico e o Interceptor da Lagoa, que circundaria toda a Lagoa, eliminando assim as elevatórias existentes.

O Interceptor Oceânico (IO) já era uma proposta do próprio DES, constituído de dois trechos distintos, o Glória – Botafogo e o Botafogo – Leblon. Inicialmente o destino final dos esgotos era a Elevatória do Leblon que recalrava os esgotos para a Ponta do Vidigal. O primeiro trecho, Glória-Botafogo, foi construído entre os anos de 1963 a 1967. O segundo trecho, Botafogo-Leblon, já com a proposta do Emissário Submarino, teve seu traçado modificado quando se iniciou sua construção, e uma segunda vez, agora por questões construtivas, no trecho em que o interceptor teria seu encaminhamento sob o maciço do Morro do Cantagalo até a elevatória e o tratamento preliminar previstos inicialmente em Ipanema. O IO tem seu término na, desde então, provisória Elevatória Parafuso, situada na Av. Atlântica com Almirante Gonçalves, que recalca os esgotos para a Elevatória André Azevedo, na rua Francisco Sá. Este sistema iniciou sua operação em 1972, quando o Emissário Submarino ainda não estava em carga, os esgotos, então, eram recalcados para a Elevatória do Leblon e daí para a Ponta do Vidigal.

Durante a década de 60, como o foco dos investimentos eram os macro-sistemas para a destinação final dos esgotos, o sistema do entorno da Lagoa sofreu poucas alterações. A maior delas foi a eliminação da antiga elevatória do Jardim Botânico, situado próximo a rua Maria Angélica, que teve seu poço de reunião ligado ao coletor da Rua Jardim Botânico.

A construção do Emissário Submarino foi iniciada já sob a vinculação da Empresa de Saneamento da Guanabara, ESAG, que assumiu as atividades do Departamento de Saneamento da SURSAN no início de 1973. As obras se prolongaram até 1975 quando o emissário entrou em carga, modificando também a ligação dos esgotos do sistema do entorno da Lagoa com a Elevatória do Leblon, agora recalcando os esgotos para a Caixa de Confluência do Emissário, situada junto a praia, na Rua Teixeira de Melo com Av. Vieira Souto, conforme mostrado na **Figura 3.3**.

Dentro das propostas aprovadas para o destino final dos esgotos da Zona Sul, não foram implantadas, por razões construtivas e/ou econômicas, a Elevatória do Cantagalo e a Estação de Pré-Condicionamento com Remoção de Sólidos Flutuantes, que se situariam a montante do Emissário Submarino. E ainda o Interceptor da Lagoa, importante solução para a eliminação das Elevatórias do entorno da Lagoa, que levaria os esgotos até a Elevatória do Cantagalo e daí até o Emissário Submarino.

Em 1974, os Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro passaram a se constituir um só, estabelecendo o município do Rio de Janeiro como sua capital. Neste período, foram unificadas a Companhia Estadual de Água da Guanabara, CEDAG, a Empresa de Saneamento da Guanabara, ESAG, e a Companhia de Saneamento do Estado do Rio de Janeiro, SANERJ, formando a Companhia Estadual de Águas e Esgotos, CEDAE, que a partir de 1975 passou a

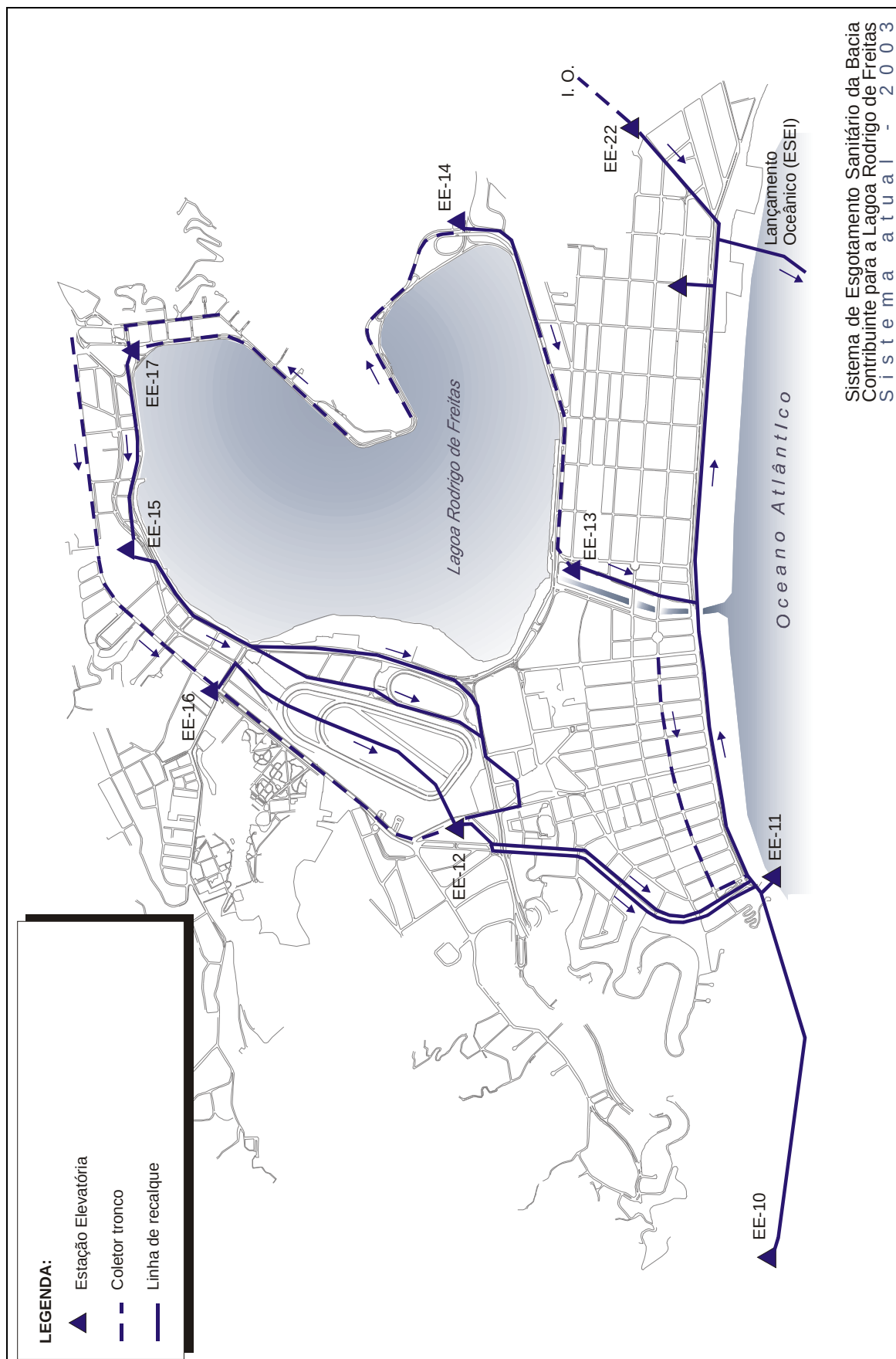


Figura 3.3. Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte a LRF em operação após 1975 até os dias atuais.

ser responsável pelos serviços de água e esgotos de todo o Estado do Rio de Janeiro. Esta estrutura se mantém até os dias de hoje.

A partir da implantação do Emissário Submarino de Ipanema, pouco se alterou no sistema do entorno da Lagoa, com os investimentos voltados para a manutenção de rede coletora, substituição de conjuntos motor-bomba das elevatórias e ampliação das linhas de recalque, com a implantação de linhas paralelas às existentes. Foi implantada uma nova Elevatória do Jardim Botânico, agora situada na esquina das Ruas Pacheco Leão e Jardim Botânico, que recalca os esgotos afluentes para a Elevatória Saturnino de Brito.

3.2. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DO SISTEMA EXISTENTE

O sistema de esgotamento sanitário existente atende praticamente toda a região contribuinte à bacia da LRF com rede coletora, principalmente as constituídas pelas áreas formais, considerando os bairros de Ipanema, Leblon, Gávea, Jardim Botânico, Lagoa e uma pequena parte de Humaitá. Após a coleta, o sistema possui uma série de estações elevatórias situadas no entorno da Lagoa, transportando os esgotos para o emissário submarino de Ipanema. As elevatórias têm as seguintes denominações, conforme cadastro da CEDAE:

- **EE-11** – Estação Elevatória do Leblon – Situada no fim da praia do Leblon e início da Av. Niemeyer, atualmente recebe os esgotos de parte do Leblon, mas está capacitada para receber os esgotos de todo o sistema Zona Sul no caso de uma operação de emergência. Recalca seus esgotos para a caixa de carga inicial do emissário terrestre.
- **EE-12** – Estação Elevatória Saturnino de Brito – Situada na Rua Bartolomeu Mitre, substituiu a antiga elevatória do Jardim. É o ponto de concentração de grande parte dos esgotos da Gávea, Jardim Botânico e Leblon e ainda recebe as contribuições das elevatórias da Hípica e Jardim Botânico. Recalca os esgotos diretamente para o emissário terrestre.
- **EE-13** – Estação Elevatória Caiçaras – Situada junto ao Jardim de Alah, recebe a contribuição de parte de Ipanema e ainda os esgotos provenientes da Elevatória Cantagalo (**Figura 3.4**).



Figura 3.4. Vista da Casa de Operação e da Régua de Controle do Poço de Sucção da Elevatória Caiçaras – EE-13.

- **EE-14** – Estação Elevatória Cantagalo – Situada em praça próxima ao Corte do Cantagalo, recebe a contribuição dos esgotos da região adjacente e os recalca para a Sub-bacia Caiçaras (**Figura 3.5**).



Figura 3.5. Vista da Casa de Operação e da Régua de Controle do Poço de Sucção da Elevatória Cantagalo – EE-14.

- **EE-15** – Estação Elevatória Hípica – Situada junto ao muro da Hípica, na rua Lineo de Paula Machado, recebe os esgotos da sub-bacia local e ainda os provenientes da Elevatória José Mariano.
- **EE-16** – Estação Elevatória Jardim Botânico – Situada na esquina das ruas Pacheco Leão e Jardim Botânico, recebe a contribuição da região situada ao longo da rua Pacheco Leão e recalca seus esgotos para a Elevatória Saturnino de Brito.

- **EE-17** – Estação Elevatória José Mariano – Situada na saída do Túnel Rebouças, recebe a contribuição de parte do Humaitá, Jardim Botânico e da Fonte da Saudade (**Figura 3.6**). Recalca seus esgotos até a Elevatória da Hípica.



Figura 3.6. Vista do local onde está situado o poço de sucção da Elevatória José Mariano – EE-17.

- **EE-21** – Estação Elevatória Farme de Amoedo – Situada na esquina das ruas Prudente de Moraes e Farme de Amoedo, esta Elevatória recebe contribuição de parte de Ipanema, lançando os esgotos diretamente no emissário terrestre, na Av. Vieira Souto.

Cada estação elevatória tem em sua área de influência uma região atendida por rede coletora, que denominou-se como sub-bacia da elevatória em referência, por exemplo, bacia contribuinte à Elevatória Cantagalo: sub-bacia Cantagalo.

Uma das principais características operacional deste sistema é a sua atuação em série, com as linhas de recalque de uma elevatória lançando os esgotos em outra elevatória, até o lançamento no emissário terrestre, situado na Av. Delfim Moreira e Vieira Souto, que transporta os esgotos até a Caixa de Confluência do Emissário Submarino. Desta maneira, o sistema se divide em duas vertentes, que pode-se denominar vertente leste, com as sub-bacias de Cantagalo e Caiçaras e a oeste, com as sub-bacias de José Mariano, Hípica, Jardim Botânico e Saturnino de Brito. As outras duas sub-bacias, a do Leblon e a Farme de Amoedo, atuam independentes, lançando seus esgotos diretamente no emissário terrestre.

Segundo o resultado apresentado pela Auditoria Ambiental realizada em 2001 no Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia da LRF (CONSÓRCIO COPETEC/LOGOS,2001) no que se refere à suas características operacionais, os principais problemas detectados no sistema de coleta e transporte da bacia da Lagoa são:

- a) Mais de 80% dos trechos da rede coletora são em manilha cerâmica e concreto armado/simples, estes tipos de materiais são os mais sujeitos a danos físicos e a infiltrações;
- b) A idade em que se encontra grande parte da rede coletora situa-se acima dos padrões de vida útil para os materiais apresentados, que seria em torno de 30 anos.
- c) Foi verificada a suficiência da seção hidráulica da maior parte da rede coletora quando utilizada a premissa de escoamento considerando somente as vazões de esgotos domésticos, porém isto não condiz com as condições verificadas *in loco*, encontrando-se rede coletora operando à seção plena ou afogada.
- d) Para os fatores causadores das condições de escoamento à seção plena ou afogada, foram apresentados os seguintes argumentos:
 - d.1)- Existência de pontos de desníveis em locais como antigas elevatórias desativadas, provocando o represamento hidráulico a montante da rede provocando perdas nas condições de escoamento;
 - d.2)- Falta de volume regulador nas elevatórias e falta de submergência mínima das sucções das bombas pelo tipo de poço de sucção encontrado em algumas elevatórias existentes, sem uma condição de desnível entre a chegada da rede e nível máximo do poço, causando uma condição de escoamento à meia-seção ou à seção plena na rede coletora a montante da elevatória;
- e) Influência excessiva das águas pluviais na contribuição final das elevatórias, causando acréscimos de 30 a 100% na vazão de esgotos domésticos a serem veiculadas no sistema. Esta influência aumenta em função, principalmente, da extensão total da rede coletora.

Serviram como base de estudo para este trabalho, as análises dos itens d.2) e e) visando a confirmação destas condições como fatores de vulnerabilidade operacional do sistema.

3.3. LEGISLAÇÃO E NORMAS PERTINENTES

Procurando analisar as ações governamentais, pode-se constatar que a Política Nacional do Meio Ambiente iniciou-se com a promulgação da Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 objetivando a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, tendo como alguns de seus princípios a recuperação de áreas degradadas e a proteção de áreas ameaçadas de degradação e ainda, o estabelecimento de critérios e padrões da qualidade am-

biental. Estabeleceu também como imposição, ao poluidor e ao predador de recursos ambientais, a obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados.

A Lei Nº 6.938 instituiu e estruturou o Sistema Nacional do Meio Ambiente, SISNAMA, projetando os diversos órgãos em um sistema descentralizado. Dentre estes, estabeleceu o Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, como Órgão Consultivo e Deliberativo com o objetivo de formular diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar sobre normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos naturais, principalmente os hídricos. Visando o cumprimento destes objetivos, esta lei instituiu alguns instrumentos, sendo um deles o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental.

No uso de suas atribuições o CONAMA, através da Resolução Nº 20 de 18 de junho de 1986, classificou as águas doces, salobras e salinas, em todo o Território Nacional. Dentro de suas considerações é interessante notar que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não em seu estado atual, mas no nível que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade. Das nove classes criadas, cinco delas são classificadas para as águas doces, duas para águas salinas e outras duas restantes para águas salobras. A partir do seu Art. 21, a Resolução estabelece condições para lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora, direta ou indiretamente.

Após a Constituição Federal (CF) de 1998, o Capítulo VI, que se refere especificamente ao meio ambiente, incorpora várias disposições da Lei Federal Nº 6.938, dando a essas disposições status constitucional.

A CF de 1998 alterou o sistema de competências ambientais, podendo agora a parte global das matérias ambientais serem legisladas nos três planos, conforme Arts. 21, 22, 23 e 24. Assim, o meio ambiente não ficou de competência exclusiva da União, apesar de alguns setores ambientais importantes estarem na competência privativa federal.

Para o zoneamento ambiental a Constituição deu competência à União para elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social. Os Estados, com base na competência comum e na concorrente, poderão estabelecer seus zoneamentos ambientais, incluindo o zoneamento em áreas críticas de poluição prevendo a compatibilização das atividades industriais com a proteção ambiental. Ao município cabe prever na lei do Plano Diretor, conforme Art. 182, alínea 1º da CF, o zoneamento ambiental ao lado do urbanístico, que se confundirão por meio de lei própria num só esquema.

Quanto a avaliação de impacto ambiental a Constituição declarou como sendo um dos deveres do Poder Público “...exigir, na forma da Lei, para instalação de obra ou impacto ambiental a que se dará publicidade”(art. 222, inciso IV, alínea 1º). A Resolução CONAMA Nº

001, de 23. de janeiro de 1986, veio estabelecer a exigência de realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Entre as obras e atividades enumeradas, podem ser citados os troncos coletores e emissários de esgotos sanitários e também os aterros sanitários.

Na esfera estadual a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, FEEMA, é o órgão responsável pela fiscalização e controle das atividades impactantes ao meio ambiente, buscando o combate à poluição. Para isto, tem o apoio de suas Instruções Técnicas, IT, e Diretrizes, DZ, com a regulamentação dos parâmetros mínimos de lançamentos de efluentes e orientações de projetos a serem seguidas. O órgão gestor dos recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro é a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA, criada como autarquia em 1975 e transformada em Fundação através do Decreto-Lei nº 1.671 de 21 de junho de 1990. Tem entre suas atribuições a responsabilidade de proteção dos corpos d’água e de mananciais, o fornecimento de autorizações e licenças de obras e serviços que interfiram em corpos d’água e ainda de fiscalização da ocupação marginal de rios e lagoas. A Lei Estadual nº 3239 de 02 de agosto de 1999 instituiu a política estadual de recursos hídricos, criando também o sistema estadual de gerenciamento destes recursos.

A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, conforme prevê a CF, tem sua legislação voltada para a organização setorial, com a ordenação do zoneamento urbanístico. Um fato relevante para a área de estudo é o recente convênio com a Prefeitura com Estado, assumindo assim as operações e controle da Lagoa Rodrigo de Freitas. Nos termos constitucionais, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito, são bens públicos de uso comum estadual. No entanto, devido a importância da LRF para a cidade do Rio de Janeiro, o Estado cedeu sua administração ao município.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, é responsável pelas principais normas técnicas aceitas pelas Companhias Públicas para execução de projetos e obras na área da Engenharia Sanitária. Segundo a ABNT (2003) a normalização é *“A atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto”*. Os principais objetivos são a economia, a segurança e a proteção ao consumidor.

Nos **Anexos** estão listadas as Leis, Decretos, Diretrizes e Normas Técnicas pertinentes ao trabalho aqui apresentado.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS SANITÁRIOS

O esgotamento sanitário se apresenta como necessidade primordial desde que o crescimento e a concentração urbana trouxeram para as comunidades o desconforto de se conviver com os excrementos humanos muito próximos. O crescimento da população aliado as poucas condições sanitárias foram fatores que favoreceram a propagação de doenças, surgindo algumas epidemias, principalmente no século XIX, inclusive no Rio de Janeiro, conforme comentado no capítulo 3, sobre epidemias de varíola e febre amarela. Deste desconforto, começaram a surgir soluções para uma melhor disposição dos esgotos acumulados. Fica assim evidente que as civilizações mais antigas tenham sido as primeiras a propor estas soluções.

Os primeiros sistemas de esgotos, segundo Tsutiya *et al* (1999), foram constituídos considerando principalmente os esgotamentos pluviais, acrescidos das contribuições domésticas e eventualmente contribuições industriais. Estes primeiros sistemas, mesmo que inicialmente sem planejamento, indicavam que a solução que melhor convinha era a idéia de afastamento.

Os sistemas que reuniam as contribuições de águas pluviais e esgotos domésticos obtiveram bom desempenho em regiões de clima mais ameno e com índices pluviométricos baixos, condições típicas das cidades européias. A medida que os sistemas foram sendo implantados em cidades em climas tropicais ou em condições não propícias, foram surgindo alternativas ao sistema unitário. Desta forma, os esgotos domésticos começaram a ser coletados em sistemas parcialmente independentes, somente com a inclusão das águas pluviais internas dos domicílios, como pátios e telhados. Posteriormente surgiu o sistema separador absoluto que passou a coletar somente os esgotos domésticos e industriais. Sendo assim, até os dias atuais, estes sistemas são utilizados para coleta e afastamento de esgotos sanitários.

4.1. TIPOS DE SISTEMAS EXISTENTES

Existem então, três tipos de sistema possíveis de implantação: o unitário, o separador parcial e o separador absoluto.

- Sistema unitário – São consideradas para dimensionamento do sistema as contribuições provenientes das águas pluviais, das águas residuárias (domésticas e industriais) e das águas de infiltração.
- Sistema separador parcial – Neste caso, são consideradas para o dimensionamento do sistema as contribuições das águas pluviais provenientes dos telhados e pátios internos dos domicílios, das águas residuárias (domésticas e industriais) e das águas de infiltração.
- Sistema separador absoluto – Somente serão consideradas para o dimensionamento do sistema, as contribuições das águas residuárias (domésticas e industriais) e das águas de infiltração.

Como já exposto, os primeiros sistemas implantados eram do tipo unitário. A soma das contribuições de águas pluviais e residuárias resulta em condutos de grandes dimensões e em conseqüência um custo maior na implantação. Desta forma, com o passar do tempo, procurou-se reduzir a contribuição das águas pluviais, mantendo-a parcialmente, somente com a contribuição interna dos telhados e pátios dos domicílios. Este tipo de sistema, o separador parcial, foi utilizado até o ano de 1912 (SILVA, 2002) na implantação do sistema de esgotos do Rio de Janeiro.

O sistema separador absoluto surgiu com o objetivo de diminuir os custos de implantação do sistema de esgotamento sanitário, em 1879, nos Estados Unidos, sendo o eng. George Waring o pioneiro, com a implantação do sistema em Memphis (TSUTIYA *et al*, 1999). A partir desta experiência a maioria dos sistemas implantados foi deste tipo.

A definição de sistema de esgotos, segundo Azevedo Neto *et al* (1982) é *”... o conjunto de obras e instalações destinadas a propiciar a coleta, afastamento, condicionamento (tratamento, quando necessário) e disposição final, adequadas do ponto de vista sanitário, das águas servidas de uma comunidade.”*

4.2. PRINCIPAIS UNIDADES DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE

Sem considerar o condicionamento e o destino final dos esgotos, relaciona-se a seguir as principais unidades pertencentes a um sistema de coleta e transporte (TSUTIYA *et al*, 1999) e (CRESPO, 2001):

- Rede Coletora – conjunto de canalizações responsáveis por receber as contribuições prediais. É composta de coletores secundários, que recebem as ligações domiciliares e os coletores

troncos. Estes coletores são considerados como os principais das bacias contribuintes, recebendo a contribuição dos coletores secundários e conduzindo os efluentes até um interceptor ou emissário.

- Interceptor – Tubulação que recebe a contribuição dos coletores troncos, não recebendo ligações domiciliares diretamente.
- Emissário – Canalização que conduz os efluentes a um destino conveniente (estação de tratamento ou lançamento em corpo receptor), sem receber contribuição em marcha.
- Estação Elevatória – Estrutura com um conjunto de instalações de bombeamento utilizados para:
 - recuperação de cota – com o objetivo de recolher o esgoto de um coletor situado a profundidade máxima e elevá-lo até uma canalização com profundidade mínima;
 - transposição de bacia – tem por finalidade transportar os esgotos de uma bacia para outra.

A seguir apresentam-se os critérios que orienta o dimensionamento dos sistemas coletores, principal foco do trabalho.

4.3. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO PARA SISTEMA DE COLETA

A primeira condição a ser observada no dimensionamento das canalizações dos coletores e interceptores de esgotos é quanto ao seu regime hidráulico. Estas unidades devem funcionar como conduto livre, regido pela força da gravidade e controlado pela declividade do tubo. As linhas de recalque, parte integrante do sistema de bombeamento instalado nas Estações Elevatórias, funcionam como condutos forçados e os emissários, não recebendo contribuição em marcha, podem funcionar como conduto livre ou forçado.

As principais considerações quanto ao dimensionamento dos coletores (MACHADO NETO *et al*, 1985 e LEME, 1977) devem ser:

- garantia de funcionamento como condutos livres;
- capacidade de transportar as vazões máximas e mínimas previstas.

No entanto, outros aspectos devem ser analisados para um perfeito funcionamento dos coletores:

- controle da geração de sulfeto de hidrogênio (H_2S);
- ação de autolimpeza, evitando a deposição de materiais sólidos encontrados nos esgotos.

Como os fundamentos hidráulicos que norteiam o dimensionamento de coletores com escoamento livre são frutos de experiências acumuladas durante muitos anos e já estão bastante consolidados, é importante também a análise das considerações sobre a geração de sulfeto e os estudos sobre as ações de autolimpeza, que são fundamentos mais recentes e com conceitos que estão se renovando nos procedimentos para o dimensionamento dos coletores de esgoto.

4.3.1. Hidráulica dos Coletores

Para o dimensionamento hidráulico das redes coletoras o princípio básico estabelecido, para efeito de cálculo, é o escoamento em canais abertos, atendendo as condições de regime **permanente** e **uniforme** (MENDONÇA, 1991 e TSUTIYA *et al*, 1999). Esta condição está disposta na classificação do escoamento nos critérios de tempo e da distância. Deve ficar claro que esta é uma condição teórica, não sendo o que ocorre na prática.

Para o critério de tempo tem-se:

- escoamento permanente: a vazão e a profundidade do líquido permanecem constantes em qualquer seção;
- escoamento não permanente: os elementos vazão e a profundidade variam em cada seção.

Quanto ao critério da distância, tem-se:

- escoamento uniforme: quando a vazão e a profundidade do líquido permanecem as mesmas ao longo do canal;
- escoamento variado: quando a vazão e a profundidade do líquido variam ao longo da extensão do canal.

Para dimensionamento de interceptores estas premissas podem ser diferentes, utilizando a consideração do escoamento variado ao longo da extensão do canal.

Sendo assim, o dimensionamento hidráulico dos coletores deve atender as condições das Equações de Energia e da Continuidade para canais abertos (CHOW,1959; MENDONÇA,1991 e TSUTIYA et al, 1999).

Equação de Energia

A energia total de um escoamento em uma seção qualquer de um canal, pode ser expressa pela carga total em altura de lâmina líquida em igualdade com a soma da elevação acima de um plano de referência, da carga piezométrica e da carga cinética (CHOW,1959). Isto é:

$$H = z + y \cos \theta + \frac{V^2}{2 * g} \quad (4.1)$$

Onde:

H = Energia ou carga total (m);

z = Elevação em relação a um plano de referência (m);

$y \cos \theta$ = Carga piezométrica, sendo θ , o ângulo que o fundo do canal faz com a horizontal (m);

$\frac{V^2}{2 * g}$ = Carga cinética, (sendo g = aceleração da gravidade e V = velocidade do escoamento (m));

Para o caso de uma declividade baixa, $\theta \approx 0$, então $y \cos \theta = y$.

Em escoamento de regime uniforme a linha de energia ou de carga é paralela a lâmina líquida e de acordo com o princípio da Conservação de Energia, a carga total de uma seção A deve ser igual carga total de uma seção B de um mesmo canal, somada a perda de carga (h_f) entre os dois pontos (**Figura 4.1**). Esta equação é conhecida como a equação de Bernoulli:

$$z_a + y_a + \frac{V_a^2}{2 * g} = z_b + y_b + \frac{V_b^2}{2 * g} + h_f \quad (4.2)$$

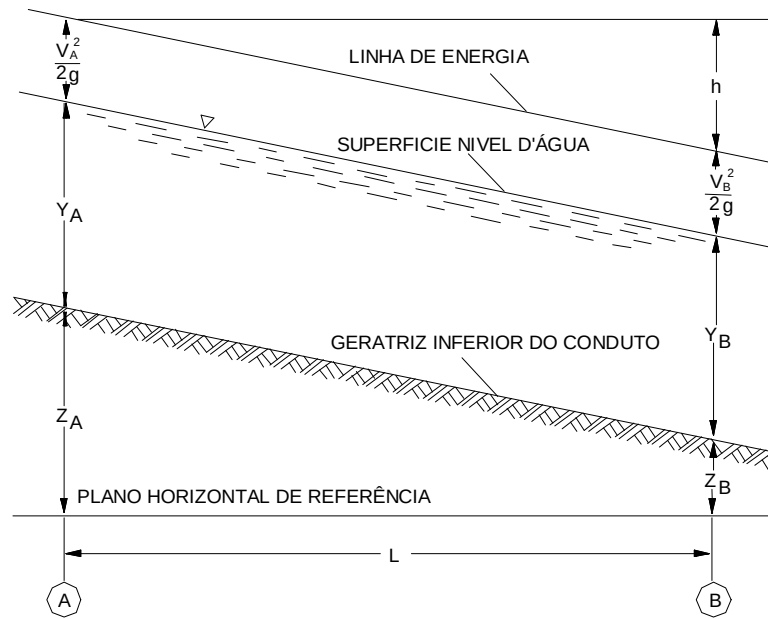


Figura 4.1. Elementos do conduto livre em regime permanente e uniforme. *Fonte: Tsutiya et al, 1999.*

Da equação de Bernoulli, para o regime permanente e uniforme, tem-se que a diferença entre as superfícies livres nos pontos A e B é igual a diferença entre as soleiras, pois $V_a = V_b$ e $y_a = y_b$. então $z_a - z_b = h_f$ e $h_f = I.L$, sendo I a perda de carga unitária, que neste caso coincide com a declividade do conduto.

Equação da Continuidade

A equação da continuidade mostra a conservação da massa líquida no conduto, ao longo do escoamento considerando que:

$$Q = V_a * A_a = Vm_b * A_b = cte \quad (4.3)$$

onde:

Q = Vazão (m^3/s);

Vm = Velocidade média da seção de escoamento (m/s);

A = Área molhada da seção (m^2).

Equações de perda de carga

Estabelecidas as premissas básicas do escoamento livre, no regime uniforme e permanente, o dimensionamento é efetuado através do cálculo da perda de carga. Existem várias equações que podem ser utilizadas para este cálculo, todas elas descritas na literatura técnica especializada em Hidráulica Geral, como Chézy, Manning, Universal, Hazen-Williams, Bazin, Kutter, etc.

A mais utilizada para o cálculo em escoamento livre é equação de Manning, embora mais recentemente alguns programas computacionais para este fim, tenham inserido como opção o cálculo através de outra equação, como a fórmula Universal.

- Equação de Manning

A equação de Manning se baseia na expressão de Chezy, para o escoamento do conduto livre:

$$V = C \sqrt{R_H * I} \quad (4.4)$$

Onde:

R_H = Raio Hidráulico (m);

I = Perda de carga unitária ou declividade da linha de energia (m/m);

C = Coeficiente de Chezy, relativo a natureza, estado e forma do conduto.

Os coeficientes de resistência de Manning (η), foram obtidos a partir da equação de Chezy, em função do raio hidráulico, que é a relação entre a área molhada (A_m) de uma seção de escoamento pelo perímetro molhado (P_m).

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{\eta} \quad (4.5)$$

Sendo:

η = Coeficiente de rugosidade de Manning;

Substituindo a equação (4.5) em (4.4), tem-se:

$$V = \frac{1}{\eta} * R_H^{2/3} * I^{1/2} \quad (4.6)$$

Considerando a equação da continuidade (4.3) na equação de Manning, tem-se:

$$Q = \frac{A}{\eta} * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad (4.7)$$

O coeficiente de rugosidade de Manning depende do diâmetro, da forma e do material da tubulação, entre outros. São propostos alguns valores relacionando o coeficiente de rugosidade com o material dos condutos, porém, o valor mais utilizado para o dimensionamento e análise de coletores de esgotos é 0,013.

4.3.2. Geração de sulfeto nas tubulações de esgotos

As ações de controle dos sulfetos de hidrogênio (H_2S) em tubulações de esgotos estão ligadas principalmente ao controle de odor, e por conseguinte da toxidez, no caso de altas concentrações de sulfeto na rede e a também na preocupação com a corrosão do material das tubulações utilizado para o encaminhamento dos esgotos. Na rede coletora estes efeitos são minimizados, pelo fato de que os esgotos logo após coletados, apresentam uma quantidade considerável de oxigênio dissolvido, que inibe sua saída para a atmosfera. Além disso, as redes coletoras normalmente são implantadas com materiais em manilha cerâmica e policloreto de vinila (PVC), que não são atacados pelo ácido sulfúrico (H_2SO_4), formado pela ação de bactérias aeróbias de gênero *Thiobacillus* a partir do sulfeto de hidrogênio (TSUTIYA *et al*, 1999).

Os efeitos da geração de sulfetos são notados principalmente nos coletores-tronco, interceptores e emissários, quando os esgotos escoam por grandes extensões, baixando gradativamente a concentração de oxigênio dissolvido ocorrendo as condições anaeróbias no esgoto, propiciando assim o seu aparecimento.

Outro ponto importante, destacado por MACHADO NETO *et al*, (1985) e TSUTIYA *et al*, (1999), são as películas de limo formada nas paredes submersas da tubulação, considerada como principal fonte de geração de sulfetos. Machado Neto *et al* (1985) também relaciona o desenvolvimento desta película com a tensão trativa, ocorrendo um limite crítico para o qual não há formação desta película de limo geradora de sulfetos.

4.3.3. Ação da autolimpeza nas tubulações de esgotos

Um dos critérios para o dimensionamento hidráulico de rede coletora é a consideração da autolimpeza nos coletores de esgotos procurando evitar a deposição de material sólido, principalmente no período inicial de operação do sistema, quando as contribuições são menores que as previstas para a capacidade máxima de dimensionamento. Neste item ocorreu a modificação mais sentida no último século, época em que ocorreu a maior parte da implantação do sistema de esgotamento sanitário do Rio de Janeiro, com a adoção do critério de dimensionamento a partir da tensão trativa.

Atualmente, a norma brasileira que fixa os principais critérios e parâmetros para projetos de rede coletora é a NBR-9649 de Nov/86 – “Projetos de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário” (ABNT, 1986). Nela estão descritos os principais procedimentos e condições específicas para o dimensionamento hidráulico. Esta norma, adotada a partir de 1986, trouxe uma novidade no critério utilizado para a ação da autolimpeza dos coletores, que foi a consideração do conceito da tensão trativa média para evitar a deposição do material sólido.

Este conceito veio substituir o critério da autolimpeza pela consideração da velocidade mínima de escoamento, utilizada até aquele tempo no Brasil. Ainda hoje, a maioria dos países utiliza o critério da velocidade mínima para dimensionamento dos coletores. Abaixo, descreve-se o texto na NBR-9649 onde se destacam as condições necessárias para o dimensionamento hidráulico:

“5.1- Dimensionamento Hidráulico

5.1.1 – Para todos os trechos da rede devem ser estimadas as vazões inicial e final (Q_i e Q_f).

5.1.1.1 – Inexistindo dados pesquisados e comprovados, com validade estatística, recomenda-se como menor valor de vazão, 1,5 l/s em qualquer trecho.

5.1.2 – Os diâmetros a empregar devem ser os previstos nas normas e especificações brasileiras relativas aos diversos materiais, o menor não sendo inferior a DN (Diâmetro Nominal) 100.

5.1.3 – A declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à mínima admissível calculada de acordo com o item 5.1.4 e nem superior à máxima calculada segundo o critério de (item) 5.1.5.

5.1.4 – Cada trecho deve ser verificado pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo $\sigma_t=1,0$ Pa, calculada para vazão inicial (Q_i), para coeficiente de Manning $\eta=0,013$. A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão aproximada:

$$I_0 \text{mín} = 0,0055 * Q_i^{-0,47}, \text{ sendo } I_0 \text{mín em m/m e } Q_i \text{ em l/s}$$

5.1.4.1 – Para coeficiente de Manning diferente de 0,013, os valores de tensão trativa média e declividade mínima a adotar devem ser justificados.

5.1.5 – A máxima declividade admissível é aquela para a qual se tenha $v_f = 5,0$ m/s

5.1.5.1 – Quando a velocidade final v_f é superior a velocidade crítica v_c , a maior lâmina admissível deve ser 50% do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho; a velocidade crítica é definida por:

$$v_c = 6(g * R_H)_i^{1/2}, \text{ sendo } g = \text{aceleração da gravidade}$$

5.1.6 – As lâminas d'água devem ser sempre calculadas admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo, para vazão final (Q_f), igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor.

5.1.7 – Condição de controle de remanso. Sempre que a cota do nível d'água na saída de qualquer PV ou TIL está acima de qualquer das cotas dos níveis d'água de entrada, deve ser verificada a influência do remanso no trecho de montante.”

Considerações Gerais sobre a Comparação do Critério da Tensão Trativa e a Velocidade Mínima de Autolimpeza

Num sistema de esgotos, embora se utilize para o dimensionamento dos coletores a condição de escoamento uniforme em relação ao tempo, é fato que as descargas ocorrem de forma variada, no decorrer do dia, podendo ocorrer certa deposição dos sólidos contido nos esgotos em horas de menor demanda. No entanto, deve-se garantir que pelo menos uma vez ao dia, ocorram as condições mínimas de autolimpeza. Esta condição é mais crítica no início da operação do sistema, quando as vazões de dimensionamento são menores. Destas vazões, chamadas de inicial ou atual, sairão as condições mínimas para um escoamento sem deposição de sólidos.

No critério da velocidade mínima, a autolimpeza é a velocidade mínima capaz de transportar materiais sólidos encontrados no esgoto, evitando-se, assim, sua deposição. Machado Neto *et al* (1985), indica que convencionalmente a velocidade mínima para ação da autolimpeza com escoamento a meia ou a seção plena é de 0,60 m/s. Nestas condições a velocidade será menor para seções menores que meia seção. No mesmo artigo, Machado Neto *et al* (1985) diz que Camp justifica menores velocidades para lâmina menores, porque nessas condições haveria mais turbulência do líquido junto as paredes da tubulação. Outros autores, como Metcalf & Eddy (1972 *apud* MACHADO NETO, 1985) dizem que a velocidade média

de 0,30 m/s previne a deposição de partículas orgânicas, porém, para evitar a deposição de partículas inorgânicas esta velocidade média deveria ser de 0,75 m/s.

LEME (1977) mostra alguns valores indicando que as partículas de sólidas maiores de 0,2 mm, são depositadas em velocidades menores que 0,15 m/s e carregadas em velocidades maiores de 0,40 m/s. Sendo assim, obedecendo o limite mínimo de velocidade de 0,15 m/s nas horas de menor demanda, a autolimpeza será garantida se na hora da demanda máxima ocorrer a velocidade mínima de 0,60 m/s simultaneamente com a lâmina de 20% do diâmetro.

A antiga Norma Brasileira, PNB 567/75, utilizada até 1986, indica para a condição de lâmina mínima de 20% a velocidade de 0,50 m/s, que para as mesmas condições hidráulicas e lâmina de 75% resulta em uma velocidade de 0,92 m/s. Machado Neto *et al* (1985) apresentam então que os valores indicados pela PN567/75 estão a favor da segurança em relação aos demais órgãos e literatura estrangeira.

Já os estudos hidráulicos sobre a tensão trativa se iniciaram nos estudo de canais e segundo a literatura técnica e foi introduzido inicialmente por Du Boys em 1879 (MACHADO NETO *et al*, 1985 e TSUTIYA *et al*, 1999), sendo definida como sendo a tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido escoado, ou seja é a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste, ver **Figura 4.2**.

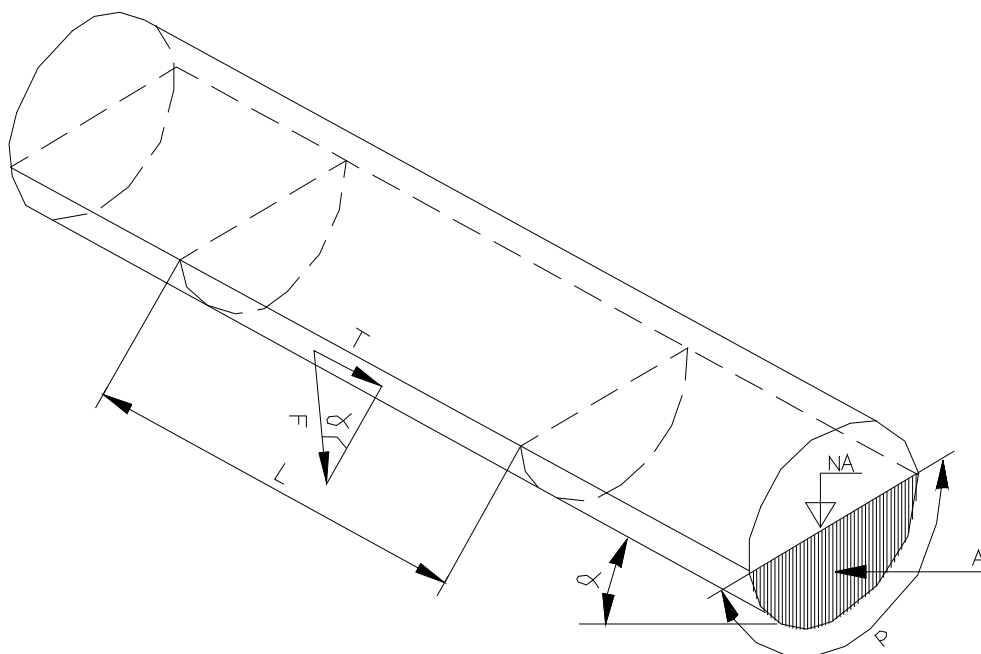


Figura 4.2. Esquema para o conceito de tensão trativa. *Fonte: Tsutiya et al, 1999.*

$$\sigma = \frac{T}{P * L} \quad (4.8)$$

Onde:

σ = Tensão trativa média (Pa);

P = Perímetro molhado (m);

L = Comprimento unitário (m);

T = Componente tangencial do peso do líquido, dado por:

$$T = F \sin \alpha \quad (4.9)$$

Sendo:

F = peso do líquido de um trecho unitário L , dado por:

$$F = \gamma * A * L \quad (4.10)$$

Onde:

γ = peso específico do líquido, 10^4 (N/m² para esgoto);

A = Área molhada da seção considerada (m²);

α = ângulo de inclinação da tubulação (grau);

Para α pequeno, $\sin \alpha \cong \tan \alpha$ e $\tan \alpha = I$, sendo I =declividade (m/m)

Substituindo 4.9 e 4.10 em 4.8 tem-se:

$$\sigma = \gamma * R_H * I \quad (4.11)$$

Atuando em todo o perímetro molhado do conduto, a tensão trativa representa um valor médio, sendo a máxima tensão ocorrendo próximo a geratriz inferior da tubulação, enquanto a mínima ocorre próximo a superfície da água. Para lâminas maiores que 50% a tensão trativa tende a ser mais uniforme, ao longo do perímetro molhado e para lâminas menores há uma sensível variação ao longo do perímetro molhado, conforme **Figura 4.3**. Machado Neto *et al* (1985) concluiu que, como o material sedimentado localiza-se no quinto inicial da seção, a tensão trativa é uniforme mesmo para lâminas pequenas.

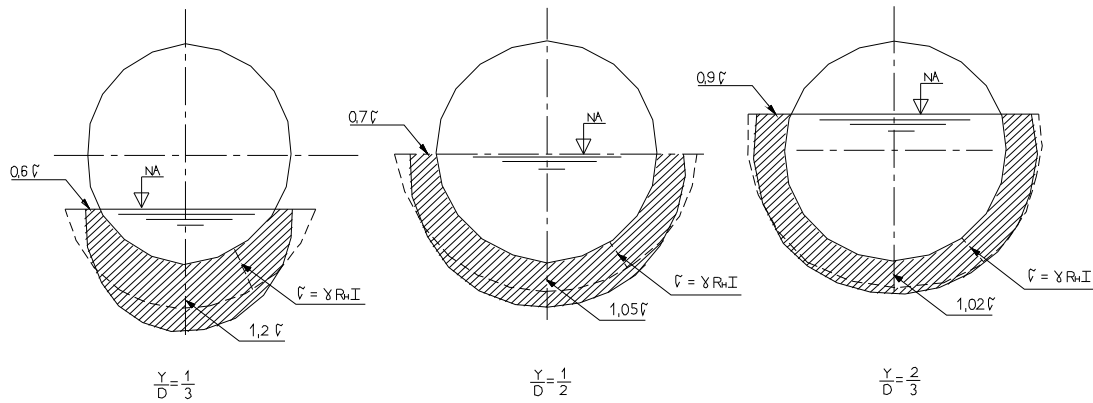


Figura 4.3. Distribuição experimental da tensão trativa em conduto circular. *Fonte:* Tsutiya *et al*, 1999.

No estudo comparativo entre a tensão trativa e a velocidade mínima de autolimpeza feito por Machado Neto e Tsutiya (1985), foi observado que a maioria das pesquisas realizadas a respeito da tensão trativa para a autolimpeza em coletores de esgoto deram valores variando entre 1,0 e 2,0 Pa. Estes valores foram obtidos considerando o escoamento a seção plena. Como os coletores de esgotos devem funcionar parcialmente cheios, dependendo da relação altura da lâmina (y) sobre o diâmetro (D) (y/D), a tensão trativa pode ser menor. Relacionando a equação de Manning (4.6) e a equação relativa a tensão trativa (4.11), determinou-se a velocidade em função da tensão trativa, do diâmetro do coletor e das lâminas, utilizando as tensões trativas de 0,6; 0,8; 1,0; 1,5 e 2,0 Pa, ver **Figura 4.4**.

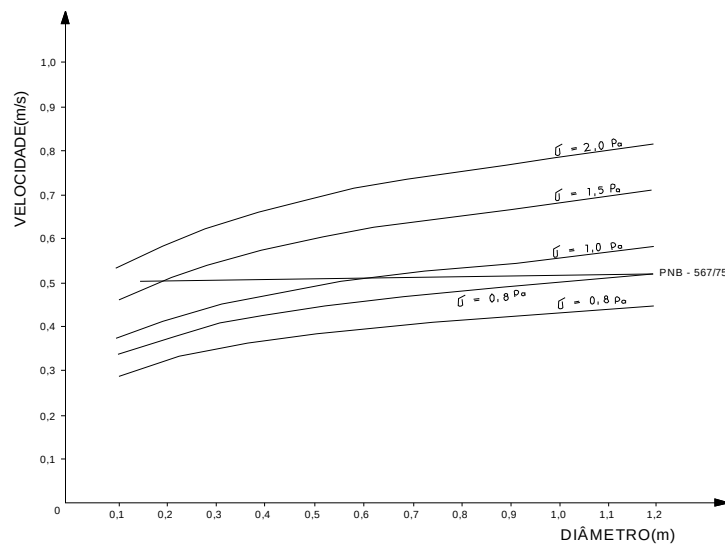


Figura 4.4. Comparação entre o critério da tensão trativa com o da velocidade de auto limpeza. *Fonte:* adaptado de Machado Neto *et al*, 1985.

A associação da velocidade mínima de autolimpeza considerada pela norma PNB 567/75 para a condição de lâmina mínima de 20 %, com a velocidade determinada em função da tensão trativa, do diâmetro e das lâminas, mostra que a tensão trativa de 1,0 Pa, adotada pela norma brasileira atual, atende a velocidade mínima de autolimpeza, principalmente para diâmetros até 600 mm e ainda torna mais econômico o dimensionamento dos coletores. Além disso, a tensão trativa diminui o desenvolvimento da película de limo, um dos fatores geradores de sulfeto em tubulações de esgoto.

4.4. VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO PARA SISTEMA DE COLETA

Para o dimensionamento dos sistemas coletores as vazões de contribuição serão a soma dos efluentes provenientes de:

- Esgotos Sanitários Domésticos (Q_{ed}) – É a parcela que considera as águas de despejos do uso doméstico;
- Contribuições Indevidas ($Q_{inf.}$) – É a parcela que considera as águas subterrâneas que se infiltram no sistema através das tubulações e/ou as contribuições de águas pluviais indevidamente captadas pelo sistema ;
- Contribuições Singulares (Q_c).- É a parcela que considera as contribuições de esgotos substanciais, provenientes geralmente de escolas, hospitais, quartéis, shoppings e indústrias que utilizam água em seu processo de produção.

4.4.1. Esgotos Sanitários Domésticos

Esta parcela geralmente é a de maior influência, principalmente num sistema situado em região residencial como o da Lagoa, e tem como principais fatores as seguintes variáveis (TSUTIYA *et al*, 1999 e NUVOLARI *et al*, 2003):

a) população da área contribuinte (Pop_i e Pop_f):

Devem ser consideradas, para a avaliação das vazões de dimensionamento, as populações atuais que compõe a área contribuinte e as futuras, estimadas para o alcance do sistema, isto é, ano para o qual o sistema irá operar com sua máxima capacidade.

A população atual deve ser estimada a partir de pesquisas de campo e dados oficiais como: censo demográfico, ligações de água, luz e imposto predial. A população futura deve ser estimada através de métodos demográficos como expressões matemáticas, que melhor se ajustem aos dados levantados, entre outros métodos existentes. É importante também o conhecimento da distribuição da população no solo urbano, com sua divisão por zonas demográficas homogêneas, determinando densidades populacionais iniciais e finais.

b) contribuição *per-capita* (q):

A contribuição de esgotos depende essencialmente do abastecimento de água, sendo a taxa *per-capita* de esgoto geralmente uma função da taxa *per-capita* de consumo de água, não incluindo as perdas de água. Os valores adotados para a taxa *per-capita* são extremamente variáveis, com influência de fatores ligados ao clima da região, hidrografia, níveis culturais e sociais, e outros aspectos como a existência de medição de água distribuída e valores de tarifa. No Rio de Janeiro os valores adotados para projetos variam desde 120 l/hab.dia nas favelas até 400 l/hab.dia nas áreas mais nobres.

c) coeficiente de retorno esgoto/água (C):

O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume efetivamente fornecido à população. Entende-se por consumo efetivo aquele registrado na micromedição, sem as perdas de água no sistema. Parte deste consumo efetivo não retorna ao sistema de esgotos, se perdendo por evaporação, infiltração ou escoamento superficial, através da rega de jardins e parques públicos, lavagens de calçadas, carros, terraços ou veículos. Os valores deste coeficiente situam-se na faixa entre 0,5 e 0,9, sendo indicado pela norma NBR-9649 o valor de 0,8, quando inexistirem medições. A multiplicação do coeficiente de retorno pela taxa *per-capita* efetiva terá como resultado a taxa *per-capita* de esgoto.

d) coeficientes de variação de vazão (k_1 e k_2).

A vazão não é distribuída uniformemente ao longo do dia, pois é consumida diretamente pelo usuário, variando conforme a demanda dos meses, dos dias ou da hora. As influências são as mais diversas, dependendo de fatores como clima, hábitos da população, jornada de trabalho e outros.

As variações mais significativas são as diárias e as horárias, representadas pelos coeficientes k_1 e k_2 . Na falta de valores obtidos através de medição a recomendação da Norma NBR-9649 é a utilização de $k_1=1,2$ e $k_2=1,5$. Somente com medições constantes em sistemas existentes poderá ter-se valores mais compatíveis com cada região. Também poderá se analisar a influência das contribuições de águas pluviais nas variações máximas e seu tempo de recor-

rência, conforme estudo em comunidades do Distrito Federal (HARADA *et al*, 1999), onde se chegou a valores de $k_1 \times k_2$ de cerca de 4,0 vezes acima da vazão média.

Para definição dos valores de vazão de esgoto a serem utilizadas em um dimensionamento de rede coletora poderão ser utilizados alguns procedimentos distintos, sendo estes: quando não existirem medições de vazão, quando existirem medições de vazão ou pelo processo das áreas edificadas (TSUTIYA *et al*, 1999).

Quando não existirem medições de vazão

Neste caso, a determinação das vazões de dimensionamento dever ser feita pelo método clássico considerando-se:

$$\text{Para vazão atual de esgotos domésticos - } Q_i = \frac{Pop_i * q * k_2 * C}{86400} \text{ (l/s)} \quad (4.12)$$

Onde:

Q_i = Vazão de contribuição atual de esgoto doméstico do sistema (l/s);

Pop_i = população contribuinte atual do sistema (hab);

Q = contribuição per-capita (l/hab.dia);

k_2 = coeficiente de máxima variação horária;

C = coeficiente de retorno

$$\text{Para vazão máxima de esgotos domésticos - } Q_f = \frac{Pop_f * q * k_1 * k_2 * C}{86400} \text{ (l/s)} \quad (4.13)$$

Onde:

Q_f = Vazão de contribuição máxima de esgoto doméstico no sistema (l/s);

Pop_f = população contribuinte máxima do sistema (hab);

k_1 = coeficiente de máxima variação diária;

Quando existirem medições de vazão

Neste caso, as vazões devem ser calculadas através de hidrograma medido para o sistema considerando-se:

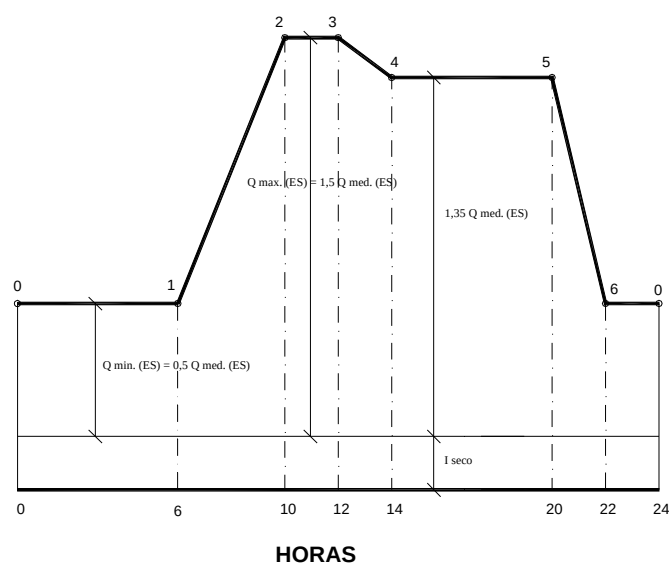
- Para vazão atual e final de esgotos domésticos - Q_i e Q_f = vazão máxima do hidrograma considerando a situação atual e em fim de plano, composto com ordenadas proporcionais às do hidrograma medido (l/s).

O desenvolvimento de um hidrograma é a finalização de um trabalho de medidas efetuadas desde o consumo de água em edifícios até a medição de vazão de escoamento de esgotos sanitários em bacias de naturezas diferentes (residencial, comercial e industrial). A sistematização dos dados coletados é capaz de produzir hidrogramas característicos para qualquer origem que seja predominante, formulando conclusões próprias para os dados coletados.

A somatória dos diversos hidrogramas medidos pontualmente em um sistema apresenta uma atenuação natural em suas vazões horárias, em virtude da simultaneidade e defasagem encontrada nas contribuições ao longo do sistema. Conforme informações de LEME (1977), *“... as vazões a cada hora ocorrem muito aproximadamente em torno de um valor médio respectivo.”* E ainda prossegue: *“Esta regularidade estatística das vazões reflete o regime de contribuição da economia média, figurando ela própria como um aparelho ideal complexo, cuja vazão unitária e cuja probabilidade de contribuição, aproximadamente constante em cada instante, variam ao longo do hidrograma diário em harmonia com o regime de solicitação habitual do conjunto de peças da economia no decorrer do dia.”*

Admite-se também que a vazão máxima verificada cresce com área edificada, tornando-se a extrapolação indicada na proporção das respectivas bacias contribuintes. Não havendo hidrograma medido, pode-se adotar modelo padrão, como o indicado na **Figura 4.5** para a estimativa de as vazões nas redes de esgotos.

PONTOS DO HIDROGRAMA	HORA	VAZÃO
0	0	$0,5 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$
1	6	$0,5 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$
2	10	$1,5 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$
3	12	$1,5 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$
4	14	$1,35 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$
5	20	$1,35 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$
6	22	$0,5 \times Q_{\text{med.}}(\text{ES}) + I$



Q max.(ES) - Vazão máxima de esgoto sanitário

Q med.(ES) - Vazão média de esgoto sanitário

Q min.(ES) - Vazão mínima de esgoto sanitário

I - Vazão de infiltração, em tempo seco

Figura 4.5. Hidrograma padrão de contribuições para estudo de escoamento de cheias das redes de esgotos.

Fonte: DACACH, 1984.

Os procedimentos para o cálculo das vazões de dimensionamento existindo ou não medições de vazão estão em conformidade com a Norma Brasileira – NBR 9649 (ABNT,1986). O procedimento dos processos das áreas edificadas não está incluído na Norma Brasileira, porém foi bastante utilizado nas décadas de 60 e 70, quando grandes investimentos foram aplicados em ampliação e construção de sistemas de esgotamento sanitário no Rio de Janeiro, desta foram torna-se um importante modelo a ser analisado.

Processo das áreas edificadas

Conforme descrito no item 3.1, no início da década de 60, época em que o sistema de esgotos era administrado pela Superintendência de Urbanização e Saneamento, SURSAN, o Departamento de Esgotos possuía o Serviço de Controle da Rede, que contava com três serviços: Setor de Medição, Setor de Controle Técnico e Setor de Pesquisas. O setor de medição ficou responsável por fazer medições do consumo d'água dos edifícios residenciais, comerciais e industriais, assim como das vazões escoadas pelas redes coletoras existentes. Estas medições foram de grande importância para o estudo de remanejamento de redes de esgotos e também para os projetos em elaboração, atendendo ao setor de pesquisa (SILVA, 2002). Neste período, o Eng. Eugênio Silveira de Macedo apresentou o método de Cálculo do Escoamento na Rede de Esgotos Sanitários do Sistema Separador Absoluto (Trabalho apresentado no VIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Washington, D.C., USA-Julho, 1962, segundo LEME, 1977) que dentre as etapas, apresenta: “Cálculo das vazões de escoamento baseado no inter-relacionamento de vazões medidas na rede e da área edificada contribuinte, minuciosamente cadastrada na bacia contribuinte”.

SILVA (2002), descreve sucintamente a metodologia do Eng. Macedo, que também é indicado por LEME (1977) e TSUTIYA *et al* (1999). Este critério foi bastante utilizado nos anos 60 e 70 no Rio de Janeiro e é descrito da seguinte forma:

“...

- *A relação entre o número de unidades de descarga dos domicílios e as vazões para dimensionamento dos coletores é, provavelmente, invariável, quando são similares os tipos e a natureza das economias contribuintes, o número e tipo dos aparelhos sanitários nelas instalados e os usos e costumes de seus usuários;*
- *Na prática, há diferença entre a descarga real unitária, medida diretamente, em relação a um certo valor médio;*
- *Para facilitar a elaboração de projetos e a comparação do comportamento hidráulico de diferentes tipos de bacia-padrão, o Eng. Macedo criou o conceito de descarga média virtual, que correspondia à contribuição de uma economia média de 100 m², de uma família-padrão de 5 pessoas e um consumo per capita diário de 400 l, equivalente a:*

$$q_{mv} = \frac{5 * 400}{100 * 86400} = 232 \times 10^{-6} \text{ l / s / m}^2$$

- *A descarga média real da economia é q_{mv} , sendo $\frac{q_{mv}}{A}$ a descarga média virtual e A a área da economia, (m²);*

- O diagrama percentual das variações horárias das vazões, em relação às descargas médias diárias, dava do coeficiente de "peak", que multiplicado pela descarga média real, indicava a vazão de cálculo;
- A descarga q_e , em determinada hora h , na bacia em estudo, seria dada pela fórmula:

$$q_{mv} = mq_{re} + 6\left(1 - \frac{q_{re}}{q_{rp}}\right), \text{ onde}$$

m = ordenada do hidrograma percentual da bacia padrão, correspondente à hora h em relação à sua descarga média;

q_{re} = descarga média real total da bacia em estudo;

q_{rp} = descarga média real total da bacia padrão;

Para dimensionar os coletores troncos e secundários, foram adotadas decargas virtuais para a época atual e para a saturação urbanística.

A saturação urbanística foi avaliada para zonas urbanizadas e as não urbanizadas.

Para as urbanizadas foi adotado o seguinte procedimento:

- medição das testadas dos lotes, agrupados em classes de profundidades com 20,25 e 30 m;
- cálculo das áreas virtuais totais de cada classe, multiplicando, em cada grupo, a profundidade pela testada encontrada;
- cálculo das áreas de provável ocupação, multiplicando, em cada classe de profundidade, as áreas virtuais pelas taxas virtuais de ocupação, obtidas de amostras tiradas, se possível, de regiões saturadas. As taxas virtuais resultam da relação entre a área real ocupada e a área virtual do grupo;
- cálculo das áreas prováveis edificadas, multiplicando as áreas prováveis de ocupação pelos números máximos de andares autorizados pelas posturas municipais;
- cálculo das descargas médias virtuais, multiplicando as áreas edificadas prováveis pelo valor da descarga média virtual $q_{mv} = 232 \times 10^{-6} \text{ l / s / m}^2$.

Para as áreas não urbanizadas, o procedimento era idêntico ao das áreas urbanizadas, avaliando-se o comprimento total das testadas futuras contribuintes à razão de 250 l/ha e lotes com 30m de profundidade virtual.

Para a época atual, as taxas virtuais de ocupação e o número de pavimentos da região ou gabarito médio eram obtidos por amostragens locais.

...”

4.4.2. Contribuições Indevidas

As contribuições indevidas são provenientes principalmente das águas subterrâneas e águas pluviais. São contribuições independentes dos efluentes gerados pelo uso da água de abastecimento e também de magnitude distinta. Estão relacionadas, com maior influência, aos aspectos construtivos da rede coletora como, tipo de material da tubulação, nível do lençol freático e ainda com a hidrologia da região e sua extensão total. Sendo assim, têm-se:

Águas subterrâneas

Esta contribuição está prevista nos procedimentos da Norma NBR-9649, na determinação das vazões de dimensionamento da rede coletora como vazão de infiltração. A taxa de infiltração, por quilômetro de rede, deve ser adicionada à parcela dos esgotos domésticos, sendo indicado, pela Norma, os valores entre 0,05 a 1,0 l/s.km, devendo ser justificado, aquele adotado, em função de:

- Tipo de material da tubulação a ser utilizado;
- Tipo de junta utilizado;
- Nível de água do lençol freático;
- Material do sub-solo onde a tubulação está assentada.

São poucos os estudos e medições efetuadas para verificação da influência desta contribuição no sistema. Os valores preconizados na Norma e adotados nos projetos são baseados em dados relativamente antigos (AZEVEDO NETO, 1979; NUVOLARI *et al*, 2003). É certo que a melhoria da tecnologia construtiva e a utilização de materiais com menos possibilidade de infiltração, como a tubulação em policloreto de vinila (PVC), tem ajudado a diminuir os valores da taxa de infiltração. Em estudos mais recentes (HANAI e CAMPOS, 1999) percebe-se a preocupação em indicar essa diminuição, porém, vale ressaltar que, principalmente a utilização do PVC como material para tubulação da rede coletora, é recente e que mais estudos deveriam ser realizados com novas indicações para sistemas coletores com tubulações em material mais poroso, como a manilha cerâmica. Os estudos realizados por Frederico Hanai e Campos (1999) na cidade de Araraquara, interior paulista, encontraram valores em torno de 0,17 l/s.km para o sistema situada acima do lençol freático e 0,42 l/s.km para a região onde as tubulações coletoras estariam submersas. Não foi especificado o tipo de material da tubulação

da rede existente. Nos projetos executados para a Companhia Estadual de Água e Esgotos (CEDAE) no Rio de Janeiro, as taxas de infiltração utilizadas variam entre 0,1 e 0,5 l/s.km. É importante ressaltar que a contribuição de vazão de infiltração não sofre influência dos coeficientes de variação de vazão (k_1 e k_2) utilizados na parcela dos esgotos domésticos.

Águas Pluviais Parasitárias

As contribuições provenientes das águas pluviais, a rigor, não deveriam ser consideradas em um sistema separador absoluto. Tanto assim, que a Norma de procedimento para projetos de rede coletora NBR-9649 (ABNT, 1986) não prevê nenhuma parcela de contribuição visando atender as possíveis intromissões das águas pluviais no sistema de esgoto.

Porém o problema não pode ser ignorado, tendo em vista os muitos caminhos encontrados pelas águas pluviais para o sistema coletor. O prof. Azevedo Neto ressaltar alguns desses caminhos (AZEVEDO NETO, 1979; NUVOLARI *et al*, 2003):

- ligações de canalizações pluviais prediais à rede de esgoto;
- interligações de galerias de águas pluviais à rede de esgoto;
- tampões de poços de visitas e outras aberturas;
- ligações abandonadas.

Outra importante estrutura por onde acontece a inserção de águas pluviais no sistema de esgotos, é a captação de tempo seco (CTS) e foi descrita pela Auditoria Ambiental da Rede Coletora da Bacia Contribuinte da Lagoa e Bacia do Rio Rainha (CONSÓRCIO COPE-TEC/LOGOS, 2001), como elemento atípico do sistema de esgotamento sanitário. Esta captação é executada geralmente próxima as áreas de ocupação sub-normal (favelas) visando coletar as contribuições indevidamente lançadas no sistema de águas pluviais. Podem ser de dois tipos, conforme visto nas **Figuras 4.6 e 4.7**, a mais comum, do tipo II, estão inseridas nas galerias de águas pluviais, possuindo uma pequena barragem que, em tempo seco, são utilizadas para desviar as vazões provenientes de ligações clandestinas de esgotos sanitários no sistema de drenagem para o sistema de coleta. Quando acontece a chuva, a lâmina líquida ultrapassa a barragem seguindo pela galeria.

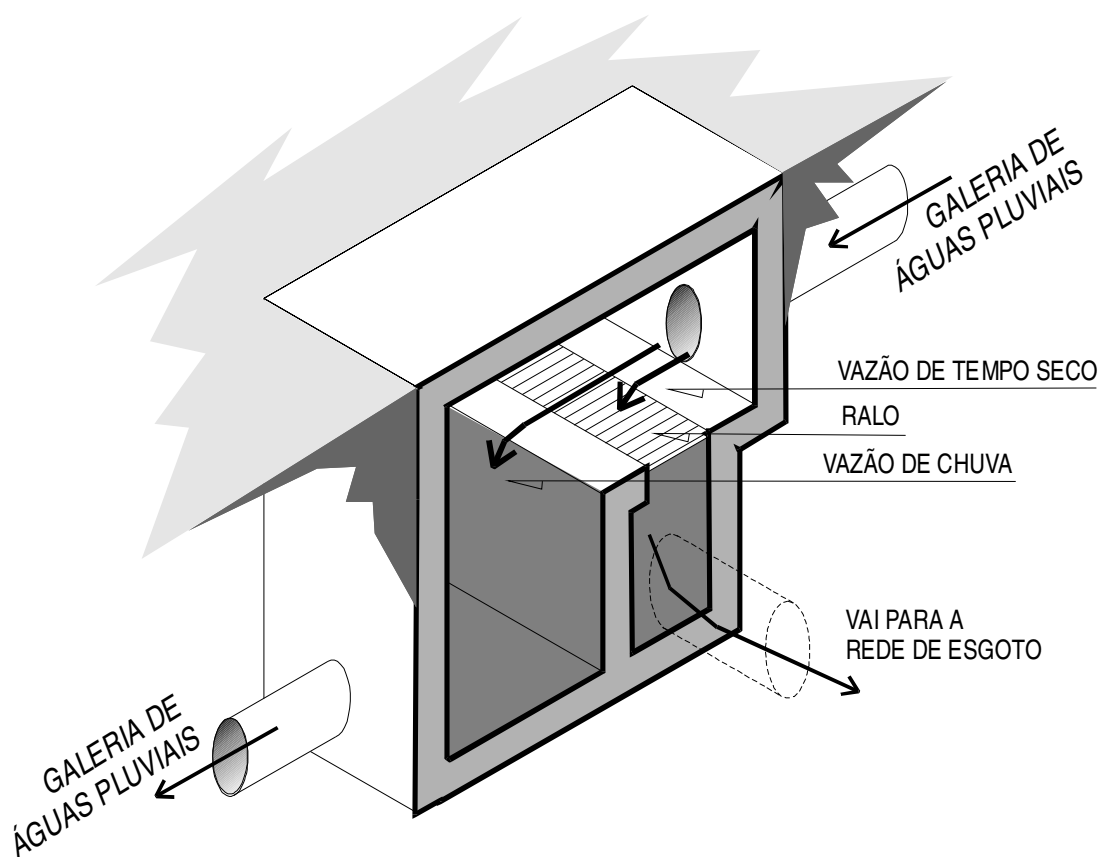


Figura 4.6. Captação de Tempo Seco (CTS) Tipo I. *Fonte:* Arquivo Técnico da Paralela I Cons. em Eng. Ltda.

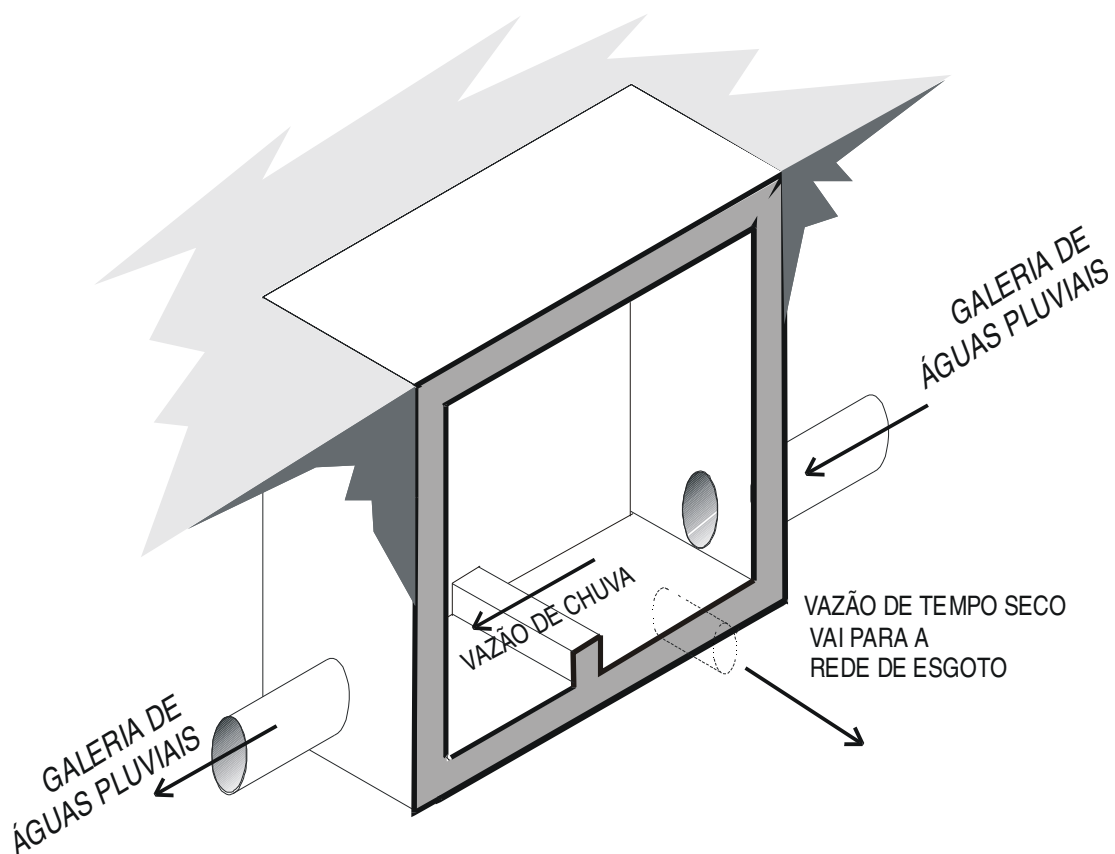


Figura 4.7. Captação de Tempo Seco (CTS) Tipo II. *Fonte:* Arquivo Técnico da Paralela I Cons. em Eng. Ltda.

Foram encontradas, pela Auditoria Ambiental, 6 (seis) captações de tempo seco no sistema da Lagoa e através de uma análise hidráulica sucinta, encontraram-se valores entre 15 e 87 l/s para as contribuições destas captações no sistema de coleta, considerando uma chuva de intensidade média, quando a lâmina líquida ultrapassa a barragem imposta na galeria.

Valores para a contribuição de águas pluviais foram estudados pelo antigo DES (SURSAN), no Rio de Janeiro, com medições efetuadas na Bacia da Rua Rainha Elizabeth (LEME, 1977) em Copacabana, que conduziram a um valor de 6 l/s.km de contribuição excedente, por deflúvios acontecidos em período diurno.

Este valor não é adotado para o dimensionamento da rede coletora secundária, porém foi incluído na norma brasileira NBR-12207 (ABNT, 1989) para dimensionamento de interceptores, na ausência de medições locais.

Uma consideração deve ser feita quanto a utilização deste valor nos projetos dos interceptores. Por ser uma unidade coletora das redes secundárias, os interceptores já operam com um amortecimento nas contribuições dos esgotos, podendo no dimensionamento hidráulico se considerar o regime como variado e não uniforme, que é aplicado à rede coletora. Isto indica que o efeito das contribuições das águas pluviais será distribuído nas extensões que antecedem a descarga no interceptor.

Em recente estudo, visando a confirmação dos coeficientes de variação de vazão em comunidades do Distrito Federal (HARADA *et al*, 1999) constatou-se uma grande influência das águas pluviais nos sistemas de esgotamento em duas bacias pesquisadas, Samambaia e Riacho Fundo. São sistemas de recente implantação, possuindo coletores com tubulação em PVC que reduzem a entrada de águas subterrâneas. Outro ponto interessante a ressaltar, no estudo em referência, é a comparação dos valores máximos para as duas bacias. Os valores menores (entre 1,39 e 2,37 vezes a vazão média) são encontrados na bacia de Samambaia, que possui maiores extensões de interceptores em relação a bacia de Riacho Fundo, onde foram encontrados valores entre 1,45 e 3,98 vezes a vazão média medida, confirmando o exposto no parágrafo anterior.

O prof. Azevedo Neto (AZEVEDO NETO, 1979; NUVOLARI *et al*, 2003) mostra a experiência americana, para o sistema separador absoluto, onde a contribuição das águas pluviais parasitárias é utilizada como parâmetro de projeto para definição das vazões de dimensionamento das redes coletoras, com um acréscimo de 115 l/hab.dia nas contribuições per-capita.

4.4.3. Contribuições Singulares

As contribuições singulares são acrescentadas às vazões de dimensionamento de uma forma pontual, quando esta contribuição supera àquelas lançadas na rede coletora ao longo de seu caminho e altera sensivelmente a vazão do trecho de jusante na rede. Estas contribuições são provenientes de grandes estabelecimentos comerciais, indústrias que utilizam a água em seu processo, escolas, grandes edificações residenciais e outros estabelecimentos em que a vazão de seu efluente se enquadre nas condições expostas.

5. METODOLOGIA APLICADA

Conforme apresentado na introdução esse trabalho tem como objetivo principal ressaltar de forma teórica, através da análise do dimensionamento hidráulico de uma das sub-bacias que compõe o Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas, alguns fatores que possam demonstrar a vulnerabilidade do sistema em foco.

O desenvolvimento deste estudo teve como base principal a definição das contribuições e características operacionais possíveis na rede coletora analisada, para quando confrontados em hipóteses, pudessem revelar possíveis falhas no sistema. Outro ponto fundamental foi a obtenção das informações sobre os dados físicos da rede coletora e suas unidades principais. Deste modo, pôde-se analisar hidraulicamente, utilizando o aplicativo SewerCAD® desenvolvido pela Haestad Methods, Inc. a capacidade operacional da rede coletora. Neste processo, procurou-se utilizar parâmetros que pudessem representar condições reais em que está exposto o sistema, visando determinar sua vulnerabilidade a partir da variação de alguns desse parâmetros.

Os passos utilizados para se chegar ao conhecimento ou a demonstração destes fatores consistiram de:

- Coleta de dados do sistema de esgotamento da LRF;
- Análise de informações sobre a operação do sistema;
- Escolha da sub-bacia para análise;
- Coleta de dados da sub-bacia escolhida;
- Análise e definição dos critérios e parâmetros a serem adotados;
- Definição das hipóteses para avaliação hidráulica;
- Entrada de dados;
- Avaliação hidráulica com a utilização do aplicativo SewerCAD®;
- Análise dos resultados;

A vulnerabilidade do sistema pode ser entendida como sendo o estado do sistema, ou ainda, em que condições o sistema se apresenta em um determinado momento. Esta condição pode ser física, operacional, ambiental ou administrativa, podendo ser estudada em conjunto ou separadamente. No caso apresentado, serão analisados alguns fatores físicos e operacionais do sistema que possam alterar o comportamento hidráulico do sistema.

Vale ressaltar ainda que a análise de vulnerabilidade de um sistema é importante também para estabelecimento de planos de emergência e medidas mitigatórias necessárias

para implantação em casos extremos e na reabilitação do sistema no caso de algum impacto. As regiões sujeitas a desastres naturais, como furacão, terremotos, erupções vulcânicas, inundações e secas extremas, sofrem com a desorganização dos serviços e pelos altos custos da reabilitação da infra-estrutura. Neste casos, as análises de vulnerabilidade ajudam a definir prioridades e organizar a entrada de ação do Plano de Emergência. O Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente, a Organização Pan-Americana de Saúde e a Organização Mundial de Saúde (CEPIS/OPS/OMS) prepararam um “Guia para Elaboração de Análise de Vulnerabilidade de Sistemas de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário” (FERRER, 1996) como ferramenta para ajudar neste diagnóstico e análise, frente a estas ameaças de desastres naturais.

Assim, nesta análise procura-se verificar pontos de fragilidade nas unidades pesquisadas, quantificando-as. O conhecimento da magnitude da vulnerabilidade permite determinar melhor que medidas serão importantes para recuperação do sistema. Tais estudos podem ser efetuados em uma única unidade (sub-sistema) ou no sistema inteiro. Em uma rede coletora de sistema de esgotamento sanitário, a principal pesquisa na análise operacional deverá ser a capacidade máxima de veiculação. Na análise física as condições de uso, material, idade e manutenção são fundamentais para determinação desta vulnerabilidade. Estas condições, física e operacional, podem também representar uma vulnerabilidade ambiental, através do extravasamento de esgotos do sistema para o meio ambiente. Segundo a SMAC são detectados lançamentos de esgotos sanitários em diversos pontos da LRF. Em levantamento efetuado para o ponto P4 (ver **Figura 2.8**), foi verificado que cerca de 40% dos dias (75 de 185 possíveis), no período de Maio a Outubro de 2003, apresentava vazamento de esgotos neste ponto, conforme pode ser visualizado na **Figura 5.1**. Este ponto está situado na sub-bacia da Elevatória José Mariano, escolhida para a análise hidráulica.



Figura 5.1: Lançamento de esgotos na LRF no ponto P4. *Fonte:* Arquivo Técnico da Paralela I

5.1. ESCOLHA DA SUB-BACIA DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS PARA ANÁLISE HIDRÁULICA

Após a coleta de dados e a análise das informações obtidas sobre a operação do sistema de esgotamento sanitário da bacia contribuinte à LRF, descritas no Capítulo 3, foi selecionada uma região representativa, para se verificar as condições hidráulicas da rede coletora. Tal escolha foi pela sub-bacia contribuinte para a Elevatória José Mariano, em virtude das seguintes características apresentadas:

- Área situada a montante do sistema: A Elevatória José Mariano, que recebe as contribuições deste sistema, é a primeira de uma série de elevatórias situadas no sistema oeste da Lagoa, lançando suas contribuições na Elevatória da Hípica;
- Aporte de Águas Pluviais: O sistema oeste está situado próximo ao Maciço da Tijuca, sendo influenciado em grande parte por sua maior área contribuinte no sistema de águas pluviais.
- Captação de Tempo Seco: Uma das CTS existentes no Sistema da Lagoa está situada na sub-bacia José Mariano, com o objetivo de coletar os efluentes provenientes de ligações clandestinas da região e ainda os esgotos não coletados provenientes da favela Humaitá, situada nessa região.

Desta forma, apresentam-se a seguir as principais características do sub-sistema escolhido como representativo para avaliação hidráulica e análise de sua vulnerabilidade.

Características urbanas da Sub-bacia José Mariano

A sub-bacia da Elevatória José Mariano compreende as regiões da Fonte da Saudade, pertencente VI Região Administrativa – Lagoa – e do Humaitá, situada na IV Região Administrativa – Botafogo. É uma região eminentemente residencial, com características topográficas diversas, possuindo áreas planas, próximo a Lagoa e regiões íngremes, situadas no Morro da Saudade.

O zoneamento urbano da cidade é definido pela Secretaria Municipal de Urbanismo através do Decreto nº 322 de 3 março de 1976 que aprovou o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro. Para a área de estudo foram encontrados quatro tipos de zoneamento permitidos, ver **Figura 5.2**, segundo a Secretaria de Urbanismo (RIO DE JANEIRO, 1999), as Zonas Residenciais (ZR) 1, 2 e 3 que são adequadas para prédios residenciais uni e multifamiliares e tolerantes a algumas atividades comerciais, segundo regulamentação atualizada através de legislação apropriada (RIO DE JANEIRO, 1997). As restrições são maiores na ZR-1 e ZR-2, sendo mais tolerantes na ZR-3. A região possui ainda

a Zona Especial (ZE) 1, que são áreas consideradas de proteção e “non edificandi”, não sendo permitido loteamento ou arruamento de iniciativa particular. No caso de lotes com testada para logradouro público reconhecido, como é o caso da rua Vitória Régia situada na área em estudo, as condições de uso nas áreas situadas acima da cota 100 são assim definidas no Cap. IX do Decreto nº 322 (RIO DE JANEIRO, 1997):

“I- uso residencial unifamiliar;

II- uma única edificação unifamiliar por lote;

III- gabarito máximo: dois pavimentos (qualquer que seja sua natureza);

IV- área livre mínima:

1 – lotes existentes com área até 1.000m² 80% da área do lote;

2 – lotes existentes com área superior a 1.000 m² – variável nos lotes com área entre 1.000 m² e 2.000 m², de forma a permitir, no máximo, a ocupação até 200 m², com edificação, e 90% da área do lote, quando esta área for igual ou superior a 2.000 m²;

V- afastamento frontal mínimo: 5 m.”

A **Figura 5.2** apresenta as principais características urbanas da sub-bacia da Elevatória José Mariano.

População residente

A população residente, de acordo com o censo demográfico de 2000 (IBGE, 2000), foi definida através da verificação dos setores censitários que abrangem a região atendida pela rede coletora contribuinte para a Elevatória José Mariano. A **Tabela 5.1**, indica os dados de população residente, na área de estudo, para o ano de 2000.

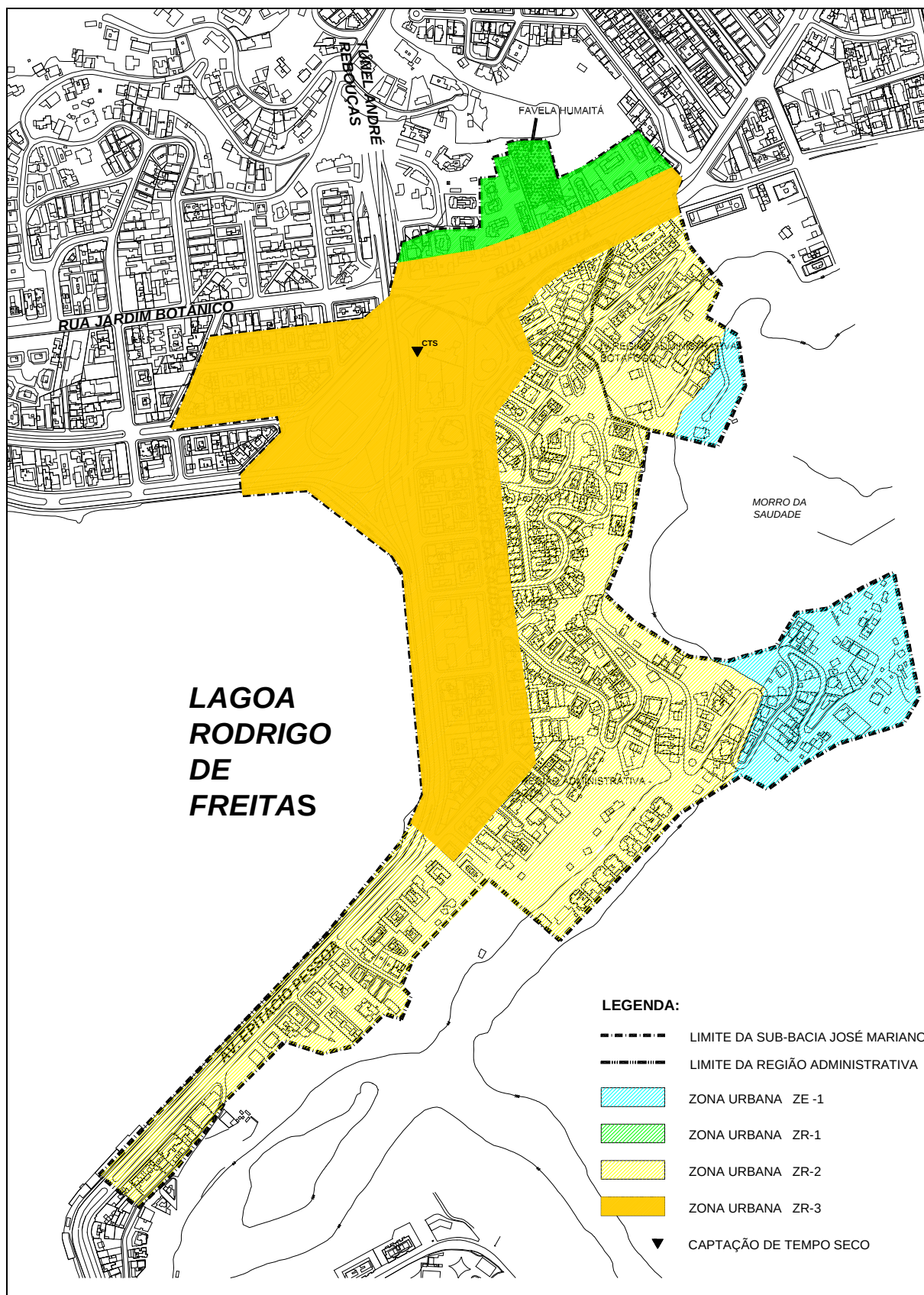


Figura 5.2. Principais características urbanas da Bacia Contribuinte para a Elevatória José Mariano. *Fonte:* Zoneamento Urbano. RIO DE JANEIRO, 1999.

Tabela 5.1. População Residente – Sub-bacia da Elevatória José Mariano

Código do Setor Censitário	Região Administrativa	População Residente (hab)	No. De Domicílios	Área (ha)	Densidade (hab/ha)
330455705110035	VI – Lagoa	201	57	2,46	81,65
330455705110036	VI – Lagoa	999	358	4,31	232,03
330455705110037	VI – Lagoa	862	299	5,79	148,85
330455705110038	VI – Lagoa	326	119	1,67	195,09
330455705110098	VI – Lagoa	449	160	3,24	138,67
330455705110099	VI – Lagoa	816	278	1,48	550,86
330455705110100	VI – Lagoa	798	287	2,39	333,69
330455705110101	VI – Lagoa	642	255	3,41	188,36
330455705110102	VI – Lagoa	579	224	2,40	240,83
330455705110103	VI – Lagoa	617	222	3,35	184,05
330455705110104	VI – Lagoa	1.078	354	2,35	459,21
330455705110105	VI – Lagoa	512	211	1,58	324,76
330455705110106	VI – Lagoa	872	300	9,51	91,65
330455705110114	VI – Lagoa	400	156	1,39	288,04
330455705090151	IV – Botafogo	618	219	4,54	135,99
330455705090152	IV – Botafogo	429	185	0,55	778,52
330455705090153	IV – Botafogo	323	108	0,92	352,36
330455705090154	IV – Botafogo	657	270	0,91	723,88
330455705090155	IV – Botafogo	522	260	1,71	305,45
330455705090156	IV – Botafogo	110	41	0,56	195,92
330455705090157	IV – Botafogo	291	171	0,46	636,30
330455705090177	IV – Botafogo	389	97	0,50	773,15
TOTAL		12.490	4.631	55,48	225,12

Fonte: Setores Censitários. IBGE, 2002; ESTATCART, 2002.

Na região onde está situada a sub-bacia da Elevatória José Mariano, observam-se duas situações urbanas distintas, podendo ser visualizadas nas **Figuras 5.3 e 5.4**. A área situada na VI – Região Administrativa da Lagoa apresenta uma característica bastante residencial com densidade urbana média de 200,0 hab/ha, enquanto a área situada na IV – Região Administrativa apresenta características comerciais mais intensas e densidades urbanas médias maiores, cerca de 340 hab/ha (**Figura 5.4**), estando situada nesta região uma pequena favela (**Figura 5.3**), localizada na rua Humaitá, atrás do nº 270. O Censo Demográfico (IBGE, 2000), registra a população residente da favela do Humaitá através do setor censitário de número com o final 090177, conforme apresentado na **Tabela 5.1**.



Figura 5.3: Vista Parcial da Favela do Humaitá. *Fonte:* Arquivo Técnico da Paralela I Cons. em Eng. Ltda.

Características do sistema de coleta da Sub-bacia José Mariano

O sub-sistema escolhido como base para a análise hidráulica, como todo o sistema coletor de esgotos sanitários da bacia contribuinte à Lagoa, é bastante antigo. Possui dois setores distintos, implantados em épocas diferentes e também por Companhias distintas. Inicialmente, foi implantada a rede coletora da rua Humaitá, com destino ao coletor tronco da rua Jardim Botânico em direção à antiga Elevatória do Jardim, na rua Bartolomeu Mitre (**Figura 3.1**). Nesta mesma época, foi implantado o coletor na rua Fonte da Saudade, com uma elevatória localizada na esquina com a rua Frei Solano, recalcando os esgotos até a rede coletora da rua Humaitá. Este sistema foi implantado entre o fim do século XIX e início do século XX pela empresa *City*, detentora da concessão dos sistemas do Rio de Janeiro neste período, conforme descrito no Capítulo 3.

A maior parte do sub-sistema em estudo foi implantado entre os anos de 1930 e 1945 pela *Inspetoria de Água e Esgotos*, criada pelo Governo Federal para ampliação dos sistemas do Rio de Janeiro, constituído pelo coletor principal da Av. Epitácio Pessoa e pela Elevatória José Mariano. Este sistema operava independente do setor inicialmente implantado pela *City*.

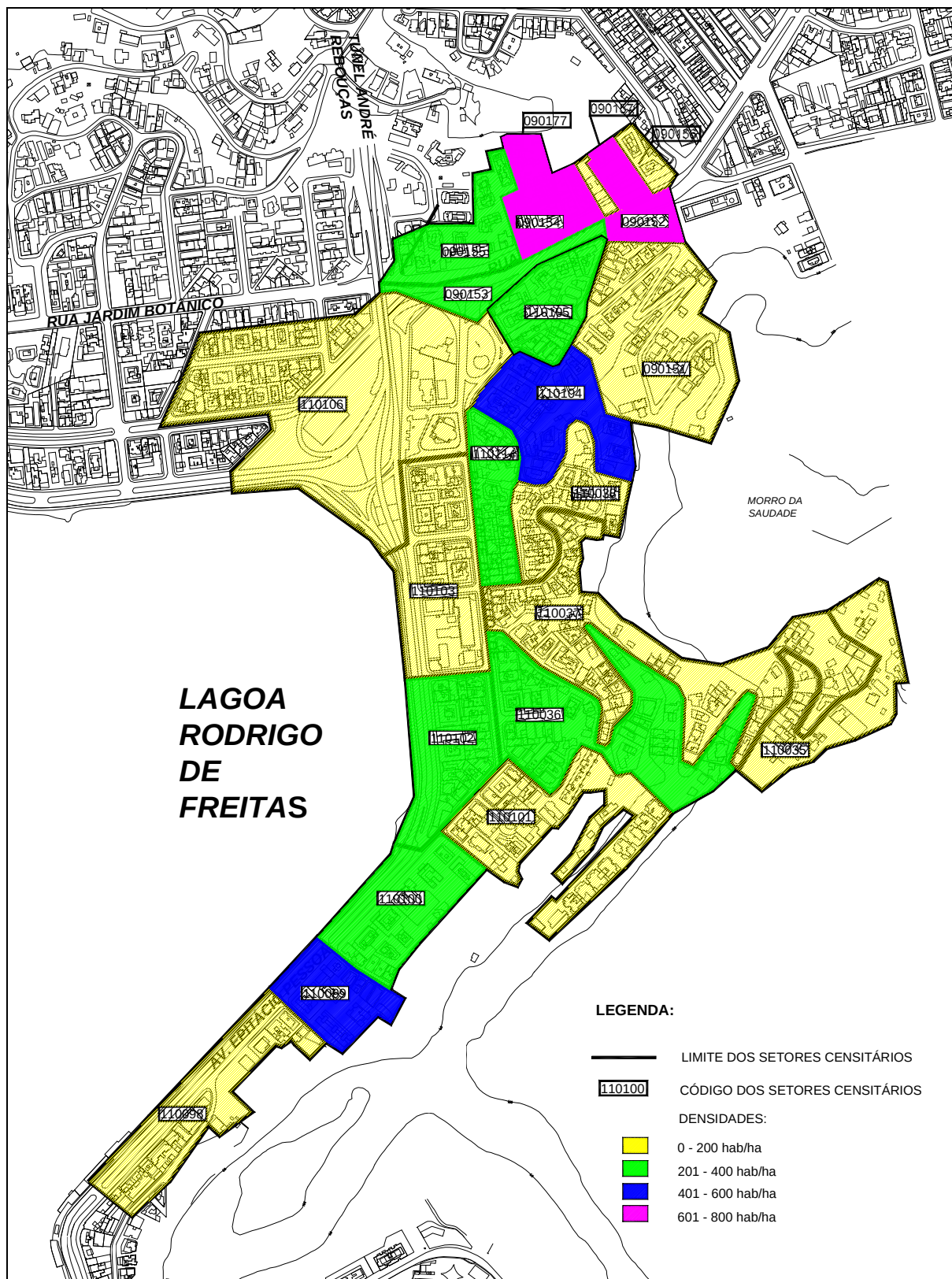


Figura 5.4. Densidades segundo os setores censitários da Bacia Contribuinte da Elevatória José Mariano. *Fonte:* Setores Censitários. IBGE, 2002; ESTATCART, 2002.

Com o fim da concessão dos serviços da *City* os sistemas passaram a ser operados em conjunto, surgindo algumas modificações. A primeira alteração foi a desativação da Elevatória da Fonte da Saudade, com a interligação do coletor da rua Fonte da Saudade no antigo sistema da Inspetoria, com destino a Elevatória José Mariano, pela rua Frei Solano. A ligação entre a antiga Elevatória da Fonte da Saudade e o coletor da Rua Humaitá continuou em operação, agora por gravidade. Nos anos 70 esta ligação foi redirecionada, sendo acrescentada uma tubulação em direção oposta interligando este trecho também a Elevatória José Mariano. Contudo, a rede coletora da rua Humaitá continuava independente, lançando os esgotos no coletor tronco da rua Jardim Botânico.

Procurando reduzir os esgotos conduzidos pelo coletor tronco do Jardim Botânico, a CEDAE, já na década de 80, interligou a rede coletora da rua Humaitá à Elevatória de José Mariano, através de um coletor com diâmetro de 300 mm assentado na rua Frei Veloso. Nessa mesma época foi implantada a captação de tempo seco (CTS) interligando o sistema de drenagem a essa mesma tubulação, em frente a Escola Municipal Pedro Ernesto. A **Figura 5.5** apresenta a vista do tampão onde está situada a CTS.



Figura 5.5: Vista do tampão que encobre a captação de tempo seco, situada na rua Frei Veloso.

Observa-se que as intervenções ocorridas no sistema foram no intuito principal de desviar os esgotos encaminhados ao coletor da rua Jardim Botânico, cujo estado físico e operacional se encontra em seu limite, para a Elevatória de José Mariano. Estas alterações efetuadas ao longo do tempo trouxeram algumas distorções ao sistema, como a diversidade de formas, diâmetros e tipos de materiais que foram sendo acrescentados. A **Figura 5.6** apresenta o sistema da sub-bacia da Elevatória José Mariano conforme a época de implantação dos trechos existentes.

O sub-sistema em estudo, atualmente, possui um total de 6.202 m de rede coletora.

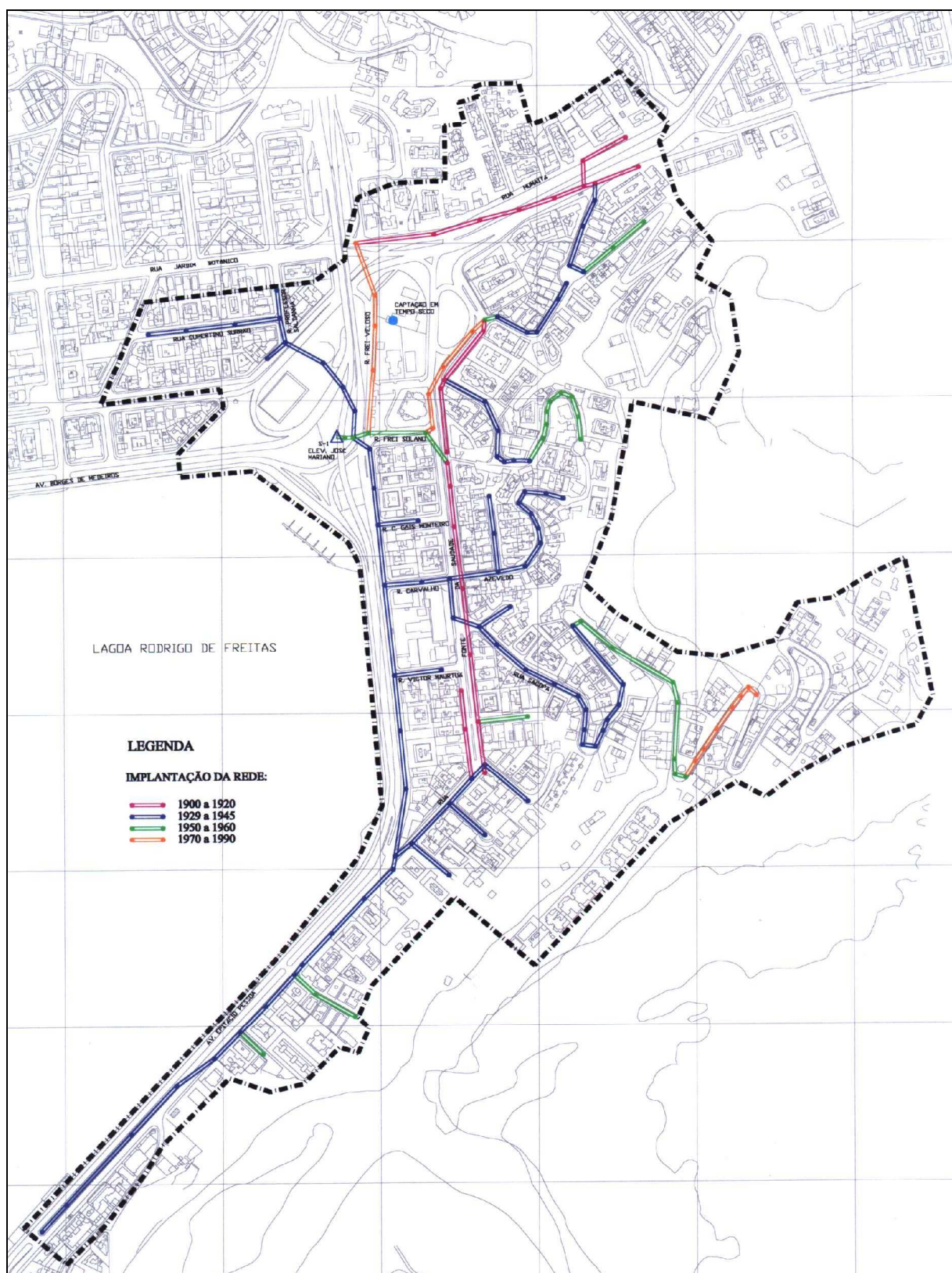


Figura 5.6. Identificação da rede coletora da sub-bacia contribuinte à Elevatória José Mariano conforme o período de implantação. *Fonte:* Cadastro Técnico da CEDAE.

5.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS A SEREM ADOTADOS

Conforme descrito no Capítulo 4 as principais parcelas a serem consideradas na vazão total para dimensionamento de um sistema de esgotamento sanitário são:

- Esgotos sanitários domésticos;
- Contribuições singulares;
- Contribuições indevidas.

Para a avaliação da capacidade máxima de escoamento do sistema deverão ser consideradas as condições extremas de ocorrência para cada uma dessas parcelas, ou seja, deverão atender as condições com maior probabilidade de se realizar. Sendo assim, têm-se as seguintes possibilidades:

Parcela de esgotos sanitários domésticos

No caso de não existirem medições de vazão, a parcela dos esgotos domésticos é definida pela vazão média produzida em função da população esgotada, multiplicada pelos coeficientes de variação diária e horária (k_1 e k_2).

Os coeficientes de variação temporal podem ser diferentes de acordo com a região estudada. Para uma melhor avaliação, seria necessária uma série histórica de medições efetuadas no sistema coletor para apresentação de uma justificativa desses valores. Como não existem tais estudos, optou-se por adotar os valores preconizados na Norma da ABNT para Projetos de Rede Coletora, NBR-9649 (ABNT, 1986), com os seguintes valores:

- Coeficiente de máxima variação diária (k_1) = 1,2;
- Coeficiente de máxima variação horária (k_2) = 1,5.

Para o cálculo da vazão média de esgoto o parâmetro básico é a taxa per-capita de esgoto, normalmente em função da disponibilidade do abastecimento de água. Para a relação água/esgoto ou coeficiente de retorno (C), que também pode ser variável em função da região, foi adotado o valor de 0,8, preconizado pela Norma (ABNT, 1986).

Segundo o Relatório da Auditoria Ambiental para o Sistema de Esgotamento Sanitário da bacia da Lagoa (CONSÓRCIO COPPETEC/LOGOS, 2001), a taxa per-capita de esgotos tem como valor médio cerca de 370 l/hab.dia (**Tabela 5.2**), considerando o consumo de água medido e estimado, no mês de Janeiro de 2001, pela CEDAE, para os logradouros situados na

área de estudo e adotando um coeficiente de retorno (C) de 0,8. O valor encontrado considera uma redução de 20% em função do coeficiente de variação máxima diária (k_1) para o mês de janeiro, historicamente considerado como um dos meses de maior consumo.

Tabela 5.2. Quadro de Consumo x Taxa per-capita.

Sub-bacia	População (hab) ⁽¹⁾	Consumo de Água (m ³)	Consumo (m ³) ⁽²⁾	“per capita” água (l/hab.dia)	“per capita” esgoto (l/hab.dia)
Saturnino	39.317	676.082	563.402	462	370
Caiçaras	27.485	531.073	442.561	519	416
Cantagalo	5.641	74.574	62.295	356	285
Hípica	7.163	123.831	103.193	465	372
J. Botânico	7.079	102.963	85.802	391	313
J. Mariano	9.538	146.596	122.163	413	331
Farme	14.715	272.710	227.258	498	399
TOTAL	134.274	2.327.399	1.939.500	466	373

Fonte: Relatório da Auditoria Ambiental (CONSÓRCIO COPPETEC/LOGOS, 2001)

⁽¹⁾ as populações das sub-bacias são as encontradas neste relatório e não inclui áreas informais;

⁽²⁾ sem coeficiente k_1 , k_2 e k_3 .

Os dados preconizados pelo Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana (STE, 1991) estima um valor de 320 l/hab.dia para a taxa per-capita de esgotos nos estudos realizados para a Bacia de Esgotamento da Zona Sul do Rio de Janeiro.

Dentre os valores analisados, adotou-se para este trabalho a taxa per-capita de esgotos de 370 l/hab.dia, podendo ser considerado um valor mais conservador na análise de vulnerabilidade do sistema.

A partir dessas considerações, para a parcela de esgotos domésticos os valores encontrados para a sub-bacia José Mariano são:

- População total da área de estudo: 12.490 habitantes;
- Taxa per-capita de esgoto: 370 l/hab.dia;
- Vazão média de Esgotos Domésticos: 53,49 l/s;
- Vazão máxima (considerando k_1 e k_2): 96,23 l/s.

Contribuições singulares

Não foram encontradas na área de estudo unidades que representassem significativa contribuição de esgotos sanitários a ser considerada em um ponto específico da rede coletora.

Contribuições Indevidas

As contribuições indevidas são provenientes das águas subterrâneas e águas pluviais. Certamente esta é a variável com maior grau de incerteza na avaliação da vazão total em um sistema de esgotamento sanitário. Somente com medições constantes e específicas é possível encontrar um valor próximo ao real quanto a contribuição desta parcela no sistema. Além disso, este valor está intrinsecamente relacionado às condições de manutenção da rede coletora e controle de ligações irregulares.

Os valores adotados para a parcela das águas subterrâneas ou de infiltração variam principalmente segundo o tipo de material da tubulação utilizada no sistema coletor e pelo nível do lençol freático da região e são usualmente considerados nos projetos de sistemas de esgotamento sanitários com taxas variando entre 0,05 a 1 l/s.km, segundo a Norma Brasileira (ABNT, 1986). Para o sistema coletor de esgotos sanitários da sub-bacia José Mariano o tipo de material da tubulação existente é em sua maioria de manilha de barro vidrado (MV) com alguns trechos em concreto armado (CA), conforme pode ser visualizado na relação dos trechos existentes (**Tabela A1 dos Anexos**). A manilha de barro é um material poroso, sendo fabricada em tubos de pequena extensão, cerca de 1m, propiciando uma maior quantidade de juntas por trechos, favorecendo ainda mais a elevação da taxa de infiltração. Não foi possível obter informações concretas sobre o nível do lençol freático, porém, na região plana da área de estudo, situada entre as cotas +2,5 m e +5,0 m, os trechos da rede coletora estão assentados em cotas próxima ao nível +0,00 m, provavelmente abaixo do nível do lençol freático.

Considerando os estudos realizados para determinação de taxas de infiltração em sistemas de esgotos sanitários (HANAI e CAMPOS, 1999), mencionados no item 4.4.2, as taxas indicadas pela Norma Brasileira (ABNT, 1986) e ainda os valores praticados regularmente pelas empresas projetistas sob o aval das concessionárias, observa-se que as taxas de infiltração para as condições encontradas na sub-bacia da Elevatória José Mariano não devem ser inferior a **0,5 l/s.km**, sendo este o valor a ser adotado neste trabalho.

As contribuições provenientes das águas pluviais não são usualmente consideradas no cálculo das vazões de dimensionamento em projetos de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto. Porém, de fato, a inserção de água pluvial na rede coletora é uma realidade presente em todos os sistemas existentes, mesmo quando em boas condições, causando transtornos nas unidades de transporte e tratamento, ainda expondo a vulnerabilidade do sistema quanto a este impacto.

As únicas medições efetuadas, visando-se determinar valores de contribuições de águas pluviais superficiais em sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto no Rio de Janeiro, foram as efetuadas pelo Serviço de Controle da Rede do DES – SURSAN, na

década de 60 (LEME,1977). O sistema pesquisado foi a bacia contribuinte da Av. Rainha Elizabeth, em Copacabana. Os resultados apresentados foram de registros contínuos no período superior a dez meses, mostrando 16 chuvas fortes, com taxa quilométrica da vazão infiltrada variando entre 4,4 a 22,4 l/s por km de rua. Destas chuvas, dois terços caíram à noite. Durante o dia, entre 7 e 18 h, onde o padrão de consumo apresenta as maiores variações, ocorreram quatro chuvas fortes com taxas entre 4,4 e 13,3 l/s.km. Como valor aceitável, o deflúvio unitário pode ser considerado com o valor de 6,0 l/s.km.

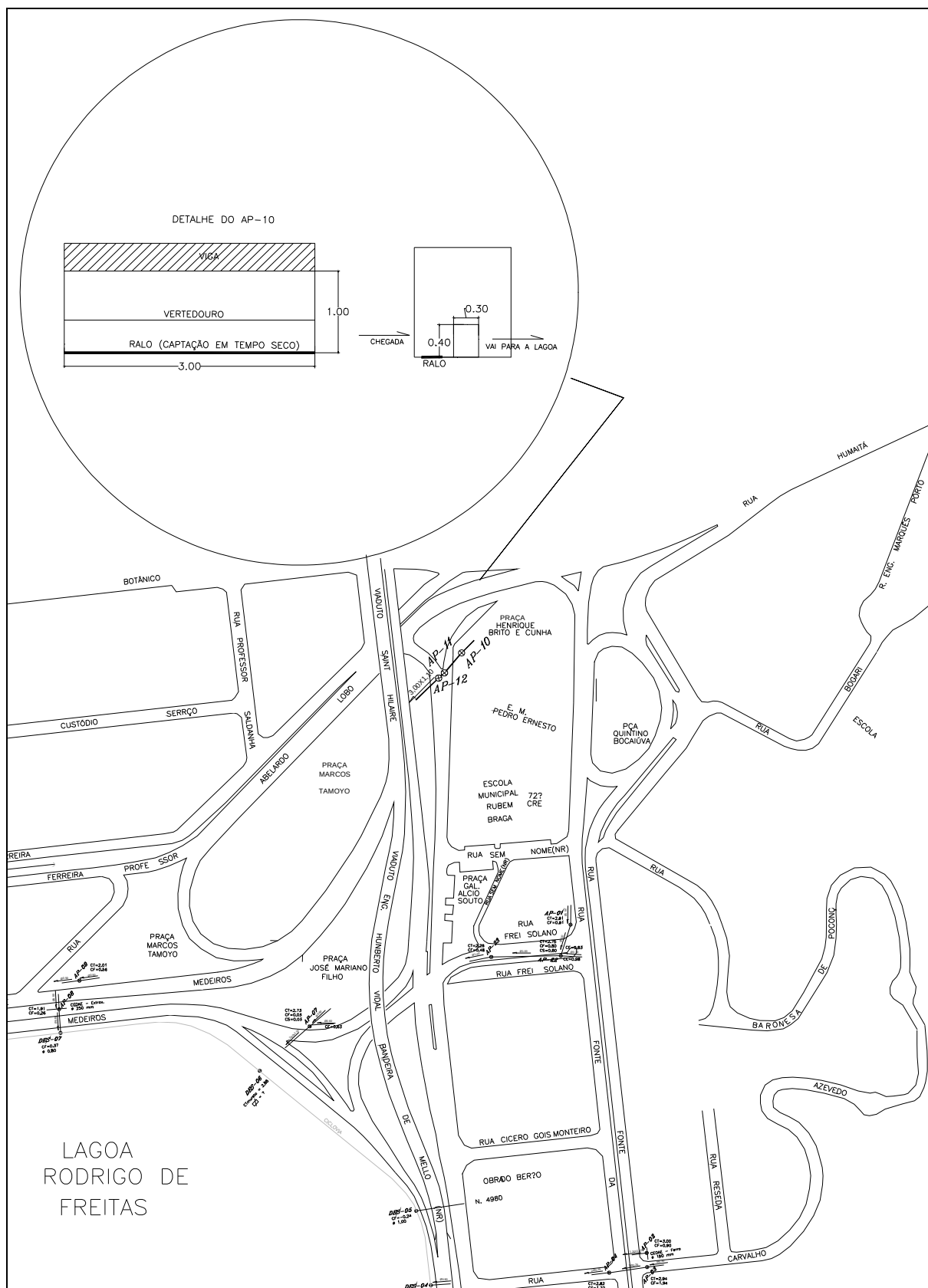
A sub-bacia da elevatória José Mariano possui uma extensão de rua de aproximadamente 7,5 km, que para a taxa de 6 l/s.km corresponde a uma vazão de águas pluviais de superfície de 45 l/s. Adicionando-se os valores calculados à parcela de esgotos domésticos, tem-se:

- Vazão média de esgotos domésticos: 53,49 l/s;
- Vazão máxima considerando os coeficientes k_1 e k_2 : 96,23 l/s;
- Vazão máxima considerando as águas pluviais de superfície: 141,23 l/s;
- Acréscimo para a condição com chuva: 51,5 %;
- Coeficiente em relação a vazão média: 2,64.

Captação de Tempo Seco

Conforme apresentado no Capítulo 4, as captações de tempo seco são estruturas atípicas inseridas nos sistemas de águas pluviais, visando à captação de esgotos lançados indevidamente nos sistemas de drenagem. Estão localizadas, freqüentemente, próximas a locais com problemas para uma completa coleta através de sistemas convencionais de esgotamento sanitário.

As estruturas de captação em tempo seco (CTS) são construídas, basicamente, de duas maneiras: com barragem implantada no mesmo nível do fundo da galeria ou sem a barragem, somente com abertura no fundo da galeria, coberta por grelha, conforme pode ser visualizado nas **Figura 4.6 e 4.7**. A captação situada na rua Frei Veloso, pertencente a sub-bacia da Elevatória José Mariano, apresenta-se com uma elevação no fundo da galeria onde está implantada, formando uma barreira para as pequenas lâminas que o escoamento em tempo seco produz, fruto, provavelmente, de ligações clandestinas de esgotos sanitários. A **Figura 5.7** apresenta o cadastro da captação de tempo seco executada na galeria de águas pluviais existente, com dimensões retangulares de 3,00 x 1,10m. A barragem, de 0,40m de altura, desvia o escoamento integralmente para o sistema de esgotos até a lâmina atingir o nível máximo da estrutura implantada.



Com o aumento da vazão de escoamento, no caso de deflúvio, a lâmina líquida ultrapassa a barragem, seguindo pela galeria de águas pluviais. A derivação para a rede coletora é feita através de tubulação em diâmetro de 200 mm, situada lateralmente, em cota inferior à galeria.

A montante da barragem existe uma caixa de ralo com tampa grelhada, com o objetivo de captar os efluentes de tempo seco, de onde a tubulação de derivação com o sistema de esgotos está interligada. Em época de chuva, a derivação passa a funcionar como orifício, visto que o nível máximo da lâmina líquida projetada para a galeria de águas pluviais é superior a barragem implantada, mantendo neste caso a tubulação em carga, tendo como nível mínimo a soleira da barragem. A estimativa de vazão inserida no sistema de esgotos efetuada pela Auditoria Ambiental (CONSÓRCIO COPETEC/LOGOS, 2001) pela captação de tempo seco contribuinte para a elevatória José Mariano foi de 75 l/s. Esta estimativa teve como premissa básica uma altura de lâmina (carga) sobre o centro da tubulação de derivação, considerada como orifício, de 0,60 m. Utilizou-se a fórmula de geral para pequenos orifícios (AZEVEDO NETO, 1986):

$$Q = C_d * S * \sqrt{2 * g * h} \quad (5.1)$$

Onde:

Q= vazão (m³/s)

C_d= coeficiente de descarga, (valor médio utilizado 0,61);

S = área do orifício (m²);

h= carga sobre o centro do orifício (m);

g= aceleração da gravidade, 9,81 m²/s.

De acordo com o cadastro da CTS a barragem possui 0,40m de altura e a tubulação de derivação é de 0,20 m. Considerando uma carga de 0,60 m acima do centro da tubulação de derivação para o cálculo da vazão admite-se um escoamento na galeria de águas pluviais com profundidade/diâmetro (h/D) de 45 %. O valor máximo aceitável para projeto de sistemas de águas pluviais é de 85 %. Desta forma, o valor de 75 l/s para a CTS é aceitável para a formulação de uma hipótese na avaliação do sistema de esgotos.

5.3. DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES PARA AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DO SISTEMA

Em conformidade com os critérios e parâmetros adotados, definiu-se 06 (seis) hipóteses consideradas viáveis, para representar os impactos causados pelas seguintes situações:

- Situação urbana atual;
- Contribuições indevidas devido a águas pluviais de superfície;
- Contribuições indevidas devido a captação de tempo seco.
- Condições operacionais de lançamento no poço de sucção da Elevatória José Mariano;

1ª Hipótese

Nesta hipótese procurou-se representar a situação urbana atual da área em estudo, considerando somente a parcela da vazão de esgotos domésticos obtida em função da população residente e da taxa per-capita de consumo. Foi adicionada a esta parcela a contribuição das águas subterrâneas, definida como taxa de infiltração. Sendo assim adotou-se os seguintes dados para avaliação hidráulica desta 1ª hipótese:

- Vazão média de esgotos domésticos: 53,49 l/s;
- Vazão máxima considerando os coeficientes de variação (k_1 e k_2): 96,23 l/s;
- Taxa de infiltração: 0,5 l/s.km;
- Extensão total da rede coletora: 6.202 m;
- Taxa de contribuição por metro de rede: 0,01620 l/s.m.

2ª Hipótese

A segunda hipótese procurou acrescentar à parcela dos esgotos domésticos a contribuição indevida das águas pluviais de superfícies em sistemas do tipo separador absoluto. Buscando, desta forma, analisar a vulnerabilidade do sistema com o impacto causado pela inserção de águas pluviais na rede coletora.

- Vazão média de esgotos domésticos: 53,49 l/s;
- Vazão máxima considerando os coeficientes de variação (k_1 e k_2): 96,23 l/s;
- Vazão de contribuição das águas pluviais utilizando a taxa de 6 l/s.km de rua: 45 l/s;
- Vazão total do sistema: 141,23 l/s;

- Extensão total da rede coletora: 6.202m;
- Taxa de contribuição por metro de rede: 0,02277 l/s.m.

3ª Hipótese

A terceira hipótese procurou avaliar o sistema considerando a inserção de água pluvial no sistema de esgotamento sanitário através da Captação de Tempo Seco situada na Rua Frei Veloso e interligada ao sistema no Poço de Visita (PV) 127, início do trecho 19-10, ver **Figura 6.1**. Para a vazão total do sistema foi considerada a 2ª hipótese com soma das parcelas de esgotos domésticos e águas pluviais.

- Vazão total do sistema: 141,23 l/s;
- Extensão total da rede coletora: 6.202 m;
- Taxa de contribuição por metro de rede: 0,02277 l/s.m.
- Inserção de vazão devido a CTS: 75 l/s no trecho 19-10.

4ª, 5ª e 6ª Hipóteses

Nestas hipóteses procurou-se avaliar as condições de lançamento da rede coletora do sistema em seu destino final. Os efluentes desta sub-bacia são encaminhados para o poço de sucção da Elevatória José Mariano.

Nas primeiras hipóteses, as condições hidráulicas de lançamento não levam em consideração o nível de chegada no poço de sucção da Elevatória José Mariano. Assim, adotou-se sempre um nível inferior ao último trecho do sistema, admitindo-se um lançamento com escoamento livre.

Para as hipóteses 4, 5 e 6, estudou-se as condições reais de chegada do escoamento na elevatória, procurando avaliar o comportamento da rede coletora em condições adversas aquela a qual foi projetada, ou seja, o nível de chegada no poço de sucção da elevatória acima do nível necessário para o escoamento em conduto livre, no último trecho da rede coletora.

Isto é possível devido as condições construtivas impostas ao poço de sucção, inviabilizando a constituição de um nível máximo operacional abaixo da lâmina líquida necessária para um escoamento livre no trecho final da rede coletora, conforme apresentado nas **Figuras 5.8 e 5.9**.

Para a avaliação da 4ª hipótese considerou-se as vazões calculadas para a 1ª hipótese, sendo a vazão total a parcela de esgotos domésticos para a situação urbana atual. Para a 5ª hipótese foi considerada as vazões calculadas na 2ª hipótese, com a parcela considerada para as contribuições indevidas adicionadas a vazão de esgotos domésticos e para a 6ª hipótese

considerou-se as vazões formuladas na 3ª hipótese com o acréscimo pontual da vazão da captação de tempo seco.

Para a adoção dos níveis de operação do poço de sucção utilizados na avaliação hidráulica da rede coletora, considerou-se as seguintes características:

- Vazão máxima de bombeamento (sem a contribuição de águas pluviais): 105,0 l/s;
- 4 (quatro) conjuntos motor-bomba, sendo 3 em funcionamento + 1 reserva;
- Vazão adotada para um conjunto motor-bomba: 35,0 l/s;
- Área do poço de sucção: 7,20 m²;
- Nível mínimo para garantir a submersão mínima: 0,50 m;
- Volume útil considerando o tempo de partida sucessiva entre duas bombas de 10 minutos: 5,25 m³;
- Níveis de operação: 0,80 m acima do nível mínimo para a 1ª bomba, acrescentando-se mais 0,20m para o acionamento dos demais conjuntos;
- Nível de operação máximo considerado para as hipóteses 4, 5 e 6: -0,60 m.

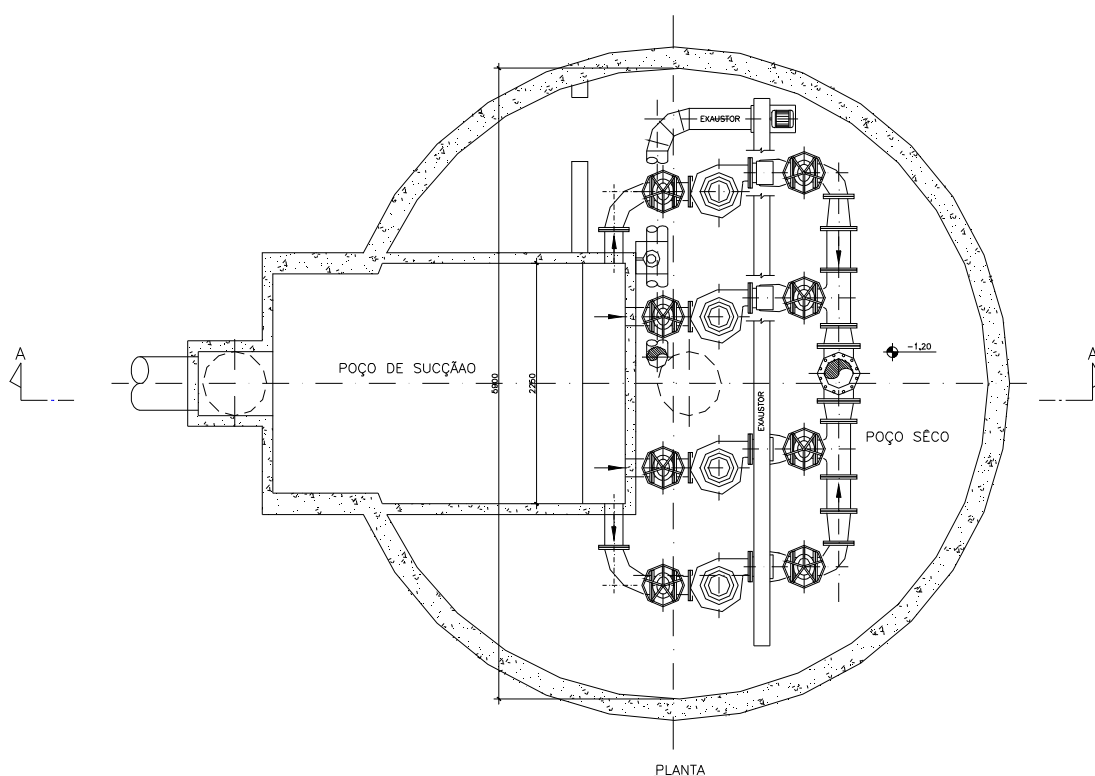


Figura 5.8. Planta da Elevatória José Mariano. *Fonte:* Adaptado do Cadastro Técnico da CEDAE – Arquivo Técnico da Paralela I Consult em Eng. Ltda.

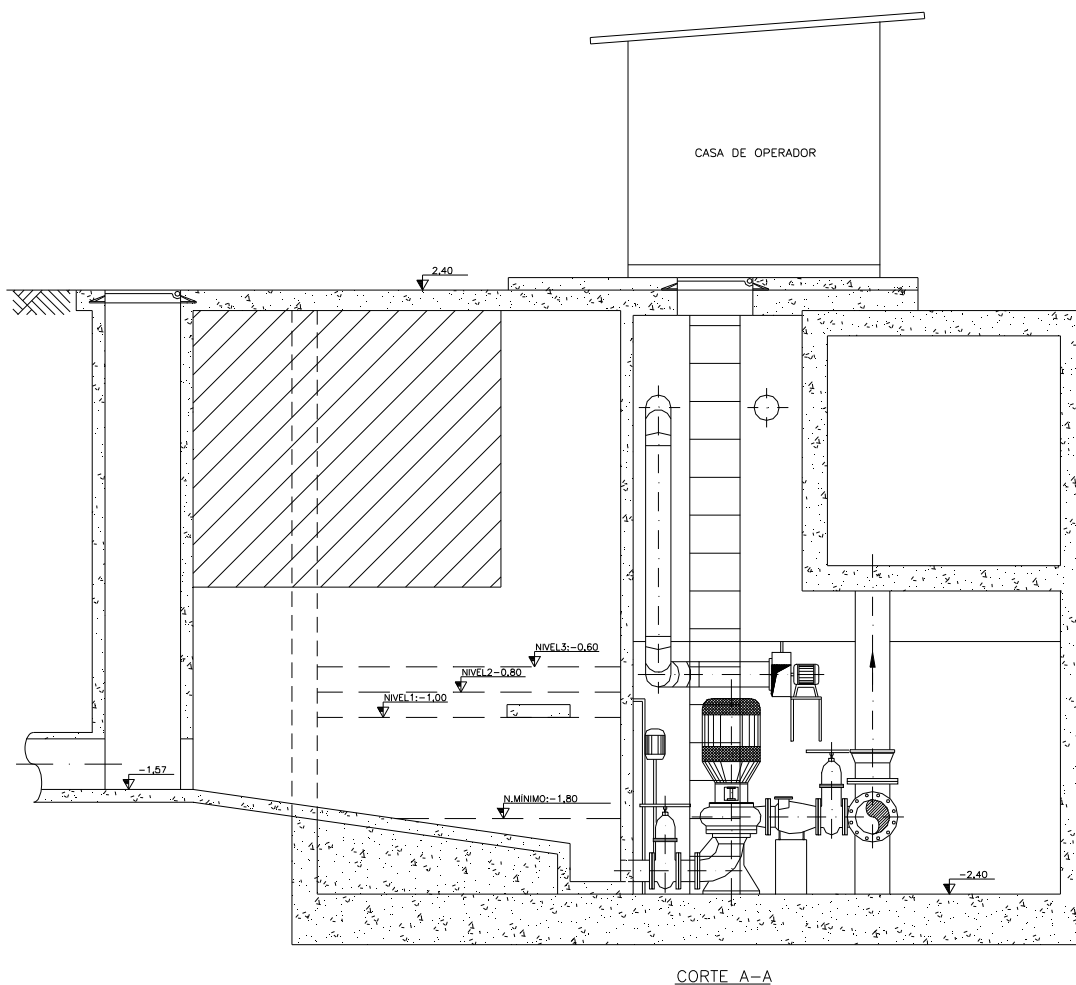


Figura 5.9. Corte da Elevatória José Mariano com a indicação dos níveis adotados para operação. *Fonte:* Adaptado do Cadastro Técnico da CEDAE – Arquivo Técnico da Paralela I Consult em Eng. Ltda.

5.4. UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO COMPUTACIONAL SEWERCAD®

O SewerCad® foi o aplicativo computacional escolhido para o desenvolvimento hidráulico das hipóteses selecionadas. Trata-se de um aplicativo produzido pela Haestad Methods, Inc. para projetos e análises de escoamentos por gravidade e estações de bombeamento com tubulações sob pressão. O programa pode trabalhar associado ao aplicativo AutoCAD, muito utilizado em empresas de engenharia, aproveitando-se dos recursos oferecidos por esta interface gráfica.

Os trechos por gravidade são calculados por modelos matemáticos que utilizam os critérios hidráulicos tanto para o escoamento uniforme quanto para o escoamento variado, de acordo com as condições encontradas durante o procedimento de cálculo.

O aplicativo possibilita a análise do sistema para diversas condições de vazão, destacando-se duas opções, a primeira denominada “Steady State” quando o dimensionamento é efetuado para uma única condição de vazão e a segunda opção

denominada “Extended Period”, onde o dimensionamento pode ser efetuado para um período de 24hs, determinando-se a variação de tempo e vazão.

A análise hidráulica também pode ser feita em conjunto, com elementos do sistema em escoamento por gravidade ou sob pressão, trechos em paralelo ou em série, de maneira tal que se apresentem o mais próximo possível do encontrado em campo.

O aplicativo considera a possibilidade da diversificação das opções estudadas com a apresentação de cenários distintos para cada alternativa. Para cada sistema analisado pode-se ter vários cenários de apresentação sem perda dos dados iniciais de entrada. Desta forma, uma base de entrada de dados é suficiente para as diversas hipóteses consideradas para área de estudo.

6. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DO SISTEMA

6.1. ENTRADA DE DADOS

A utilização do aplicativo SewerCad®, adquirido pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UERJ, foi essencial para o desenvolvimento da avaliação hidráulica das hipóteses selecionadas, visando proporcionar resultados suficientes para uma análise do sistema bem fundamentada.

O primeiro passo para a utilização do aplicativo foi a preparação de um cenário representativo do sistema existente. Para isto foi utilizada base digital preparada pelo Instituto Pereira Passos (IPP), órgão ligado à Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, a partir de levantamento aerofotogramétrico na escala gráfica de 1:2000, estando disponível para compra aos setores técnicos interessados. Os dados principais relativos ao sistema existente foram obtidos em pesquisa no cadastro técnico da CEDAE, empresa responsável pela manutenção e operação do sistema em estudo, e basicamente são formados de:

- Indicação de caminhamento dos trechos e posicionamento dos órgãos acessórios;
- Indicação de profundidade dos órgãos acessórios;
- Indicação de diâmetro, material e data de implantação das tubulações existentes, por rua.

Os dados coletados foram lançados na base digital aproveitando a possibilidade da interface do SewerCad® com aplicativos gráficos. Outros dados foram definidos a partir dos recursos existentes, como as cotas de terreno, definidas pelo levantamento aerofotogramétrico da base digital, desta forma pôde-se calcular a cota de fundo do coletor através da subtração da cota de terreno arbitrada pela profundidade, obtida através do cadastro técnico. Outras informações, como a nomenclatura utilizada para identificação dos trechos e poços de visita, foram adotadas conforme a prática freqüente em projetos de esgotamento sanitário. Desta forma, todas informações do cenário base, sejam estas obtidas no cadastro técnico ou calculadas a partir da base digital, estão apresentadas na **Tabela A2 dos Anexos**. A **Figura 6.1** mostra o cenário base com as identificações dos Poços de Visitas (PV's) e Coletores através de suas numerações.

FIGURA 6.1

6.2. AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DAS HIPÓTESES CONSIDERADAS

Com os dados do sistema existente inseridos no aplicativo, formou-se o cenário base (**Figura 6.1**) para a avaliação hidráulica. Em todas as hipóteses consideradas os trechos foram dimensionados hidraulicamente pela equação de Manning, considerando-se para todo o tipo de material existente o coeficiente de Manning (n) de 0,013.

A variável escolhida como referência para apresentação dos resultados foi a altura da lâmina líquida em relação a seção do trecho considerado. Com o escoamento em conduto livre e regime uniforme e permanente, a lâmina d'água deve ter o seu valor igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor (ABNT, 1986). Desta forma, foi possível destacar, nos resultados da avaliação hidráulica de cada hipótese, os valores finais para a lâmina d'água em relação ao diâmetro do trecho, mostrando em cores os trechos com escoamento nas faixas até 50% (cor verde), entre 51 e 75% (limite máximo de projeto, apresentados em cor amarela), entre 76 e 100% (limite máximo para conduto em escoamento livre, apresentados em cor vermelha) e acima de 100% (conduto sob pressão ou afogado, apresentados em cor azul).

6.2.1. Hipótese 1

Esta hipótese tem como objetivo avaliar o sistema considerando as vazões contribuintes da parcela de esgotos domésticos, segundo a situação urbana atual da área de estudo. Os resultados são apresentados na **Figura 6.2** e mostram alguns trechos do coletor 1, situado na Av. Epitácio Pessoa, em situação crítica, representados pelas cores azul e vermelha, iniciando-se na chegada à elevatória José Mariano até os trechos situados próximo a Rua Vitor Maurtua. Os trechos finais dos coletores 4 e 9, situados nas ruas Fonte da Saudade e Carvalho Azevedo respectivamente, estão também em situação crítica.

6.2.2. Hipótese 2

A hipótese 2 inclui na avaliação hidráulica as contribuições indevidas provenientes das águas pluviais. Os resultados, apresentados na **Figura 6.3**, mostram a ampliação da situação crítica no coletor 1, atingindo todos os trechos situados na Av. Epitácio Pessoa até a rua Fonte da Saudade. Esta situação se reflete também nos coletores 13, 9, 8 e 4, nos trechos de interligação com o coletor 1, situados nas ruas Cícero Góis Monteiro, Carvalho Azevedo, Vítor Maurtua e Fonte da Saudade. Uma nova vertente, próximo da situação crítica – com

lâmina entre 50 e 75% - aparece através do coletor 22, que encaminha os esgotos das ruas Prof. Saldanha e Custódio Serrão.

6.2.3. Hipótese 3

A avaliação hidráulica da hipótese 3 possui a inclusão de vazão pontual no PV127 do coletor 19, situado na rua Frei Veloso, proveniente da interligação da captação de tempo seco na rede coletora de esgotos. Os resultados desta simulação estão apresentados na **Figura 6.4** e mostram a situação crítica do coletor 19 com este acréscimo de vazão desde a rua Frei Solano até os primeiros trechos situados na rua Humaitá. Outra situação observada é a piora da condição hidráulica do coletor 22, que encaminha os esgotos provenientes da rua prof. Saldanha e Custódio Serrão.

6.2.4. Hipóteses 4, 5 e 6

As avaliações hidráulicas das hipóteses 4, 5 e 6 repetem os valores estimados das vazões consideradas nos cenários apresentados para as hipóteses 1, 2 e 3. A nova condição considerada para estas hipóteses foi a possibilidade real do nível de chegada no poço de sucção da elevatória José Mariano estar situado acima da geratriz inferior do último trecho da rede coletora, fazendo com que parte do sistema opere afogado. Os resultados apresentados nas **Figuras 6.5, 6.6 e 6.7** mostram respectivamente a sensível piora nas condições de operação na comparação das hipóteses com as mesmas vazões consideradas, ou seja, hipóteses 1 e 4 com a parcela de esgotos domésticos, hipóteses 2 e 5 com o acréscimo da parcela para as contribuições indevidas de águas pluviais e hipóteses 3 e 6, considerando a vazão pontual da captação de tempo seco.

A **Figura 6.2** apresenta os resultados da hipótese 1 com a simulação do sistema considerando somente a parcela estimada para os esgotos domésticos. A vazão total do sistema nesta situação é 100,5 l/s e as planilhas de dimensionamento estão apresentadas na **Tabela A3 dos Anexos**.

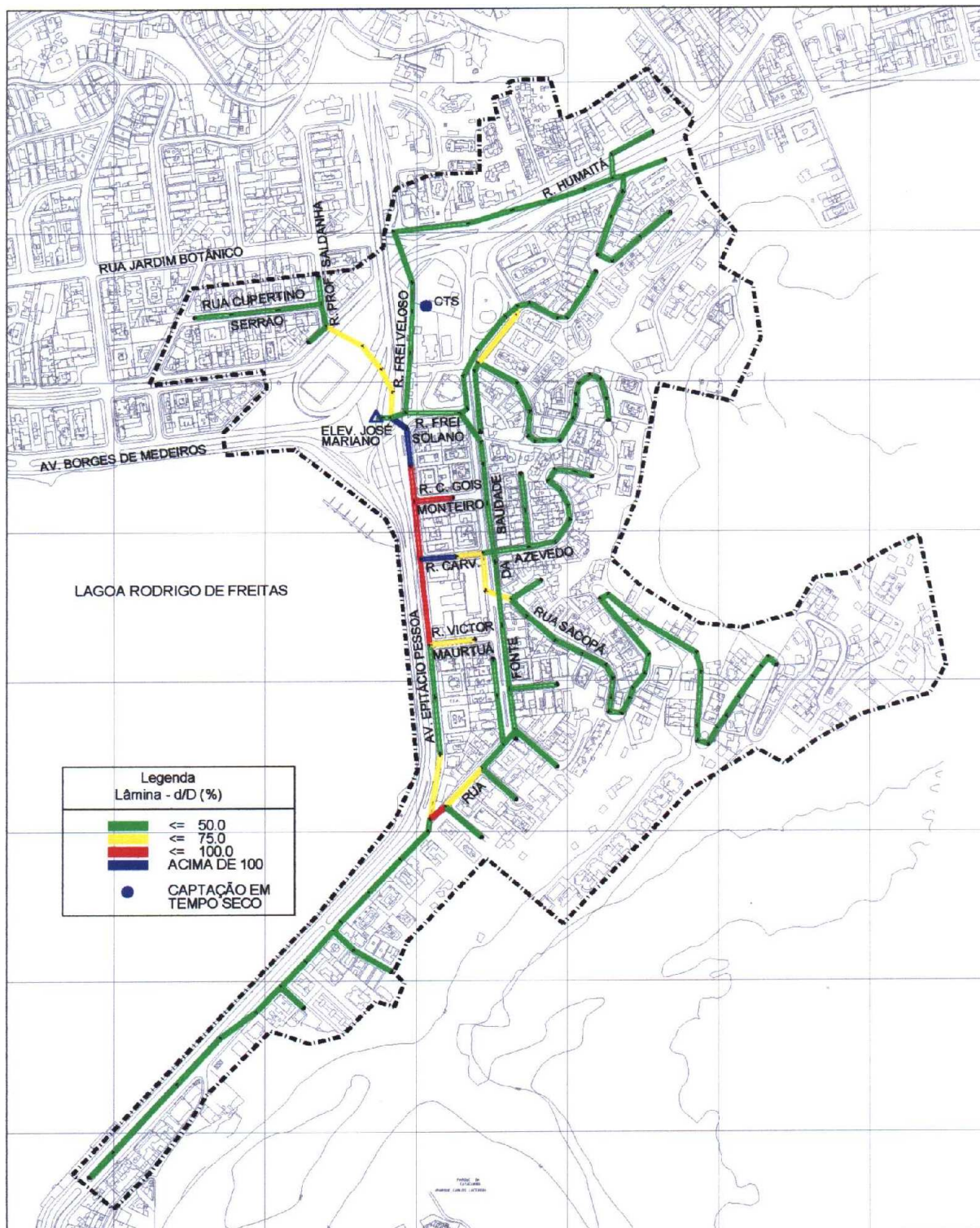


Figura 6.2. Apresentação dos Resultados da hipótese 1.

A **Figura 6.3** apresenta os resultados da hipótese 2 com a simulação do sistema considerando a vazão de esgotos domésticos somada a parcela considerada como contribuição indevida de águas pluviais. A vazão total final do sistema nesta situação é de 141,2 l/s e as planilhas de dimensionamento estão apresentadas na **Tabela A4 dos Anexos**.

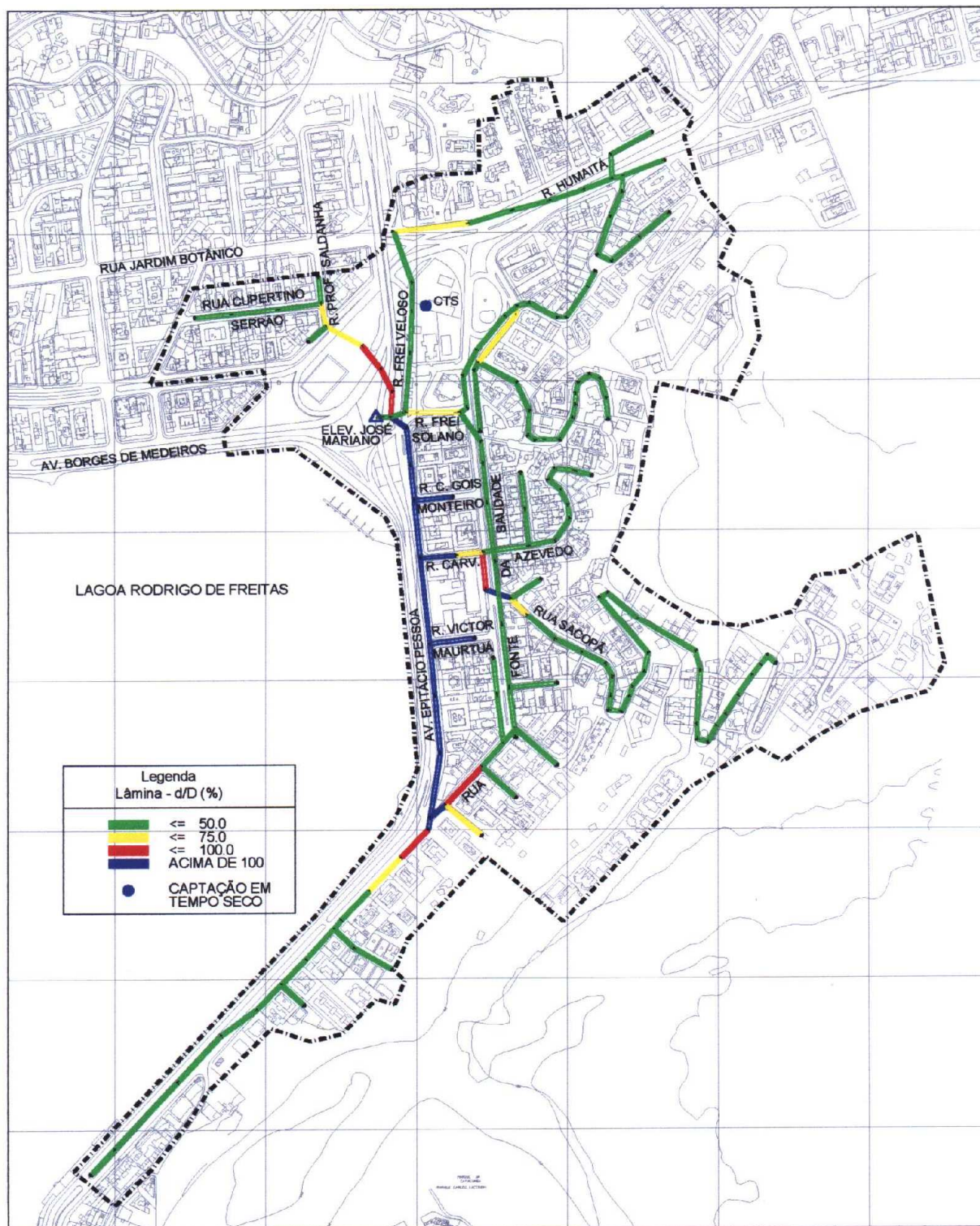


Figura 6.3. Apresentação dos Resultados da hipótese 2.

A **Figura 6.4** apresenta os resultados da hipótese 3 com a simulação do sistema considerando além da vazão de esgotos domésticos somada a parcela de contribuição indevida de águas pluviais, uma vazão pontual de 75 l/s oriunda da captação de tempo seco existente. A vazão final total do sistema nesta situação é de 216,2 l/s e as planilhas de dimensionamento estão apresentadas na **Tabela A5 dos Anexos**.

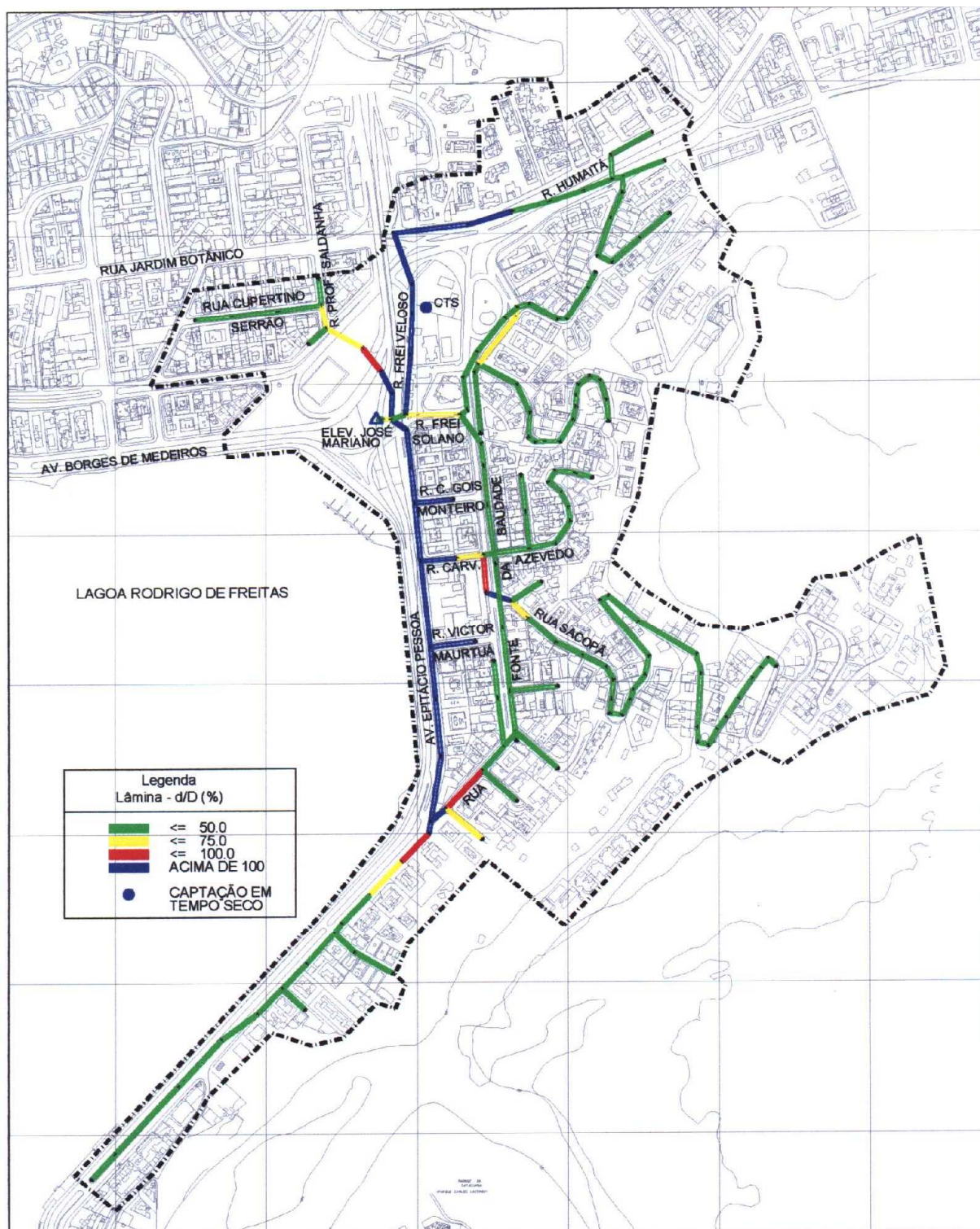


Figura 6.4. Apresentação dos Resultados da hipótese 3.

A **Figura 6.5** apresenta os resultados da hipótese 4 com a simulação do sistema considerando as mesmas vazões determinadas para a hipótese 1 (vazão de esgotos domésticos), com diferença na condição de chegada na Elevatória José Mariano, que para esta hipótese tem o nível máximo de operação no poço de sucção determinado em $-0,60$ m. As planilhas de dimensionamento estão apresentadas na **Tabela A6 dos Anexos**.

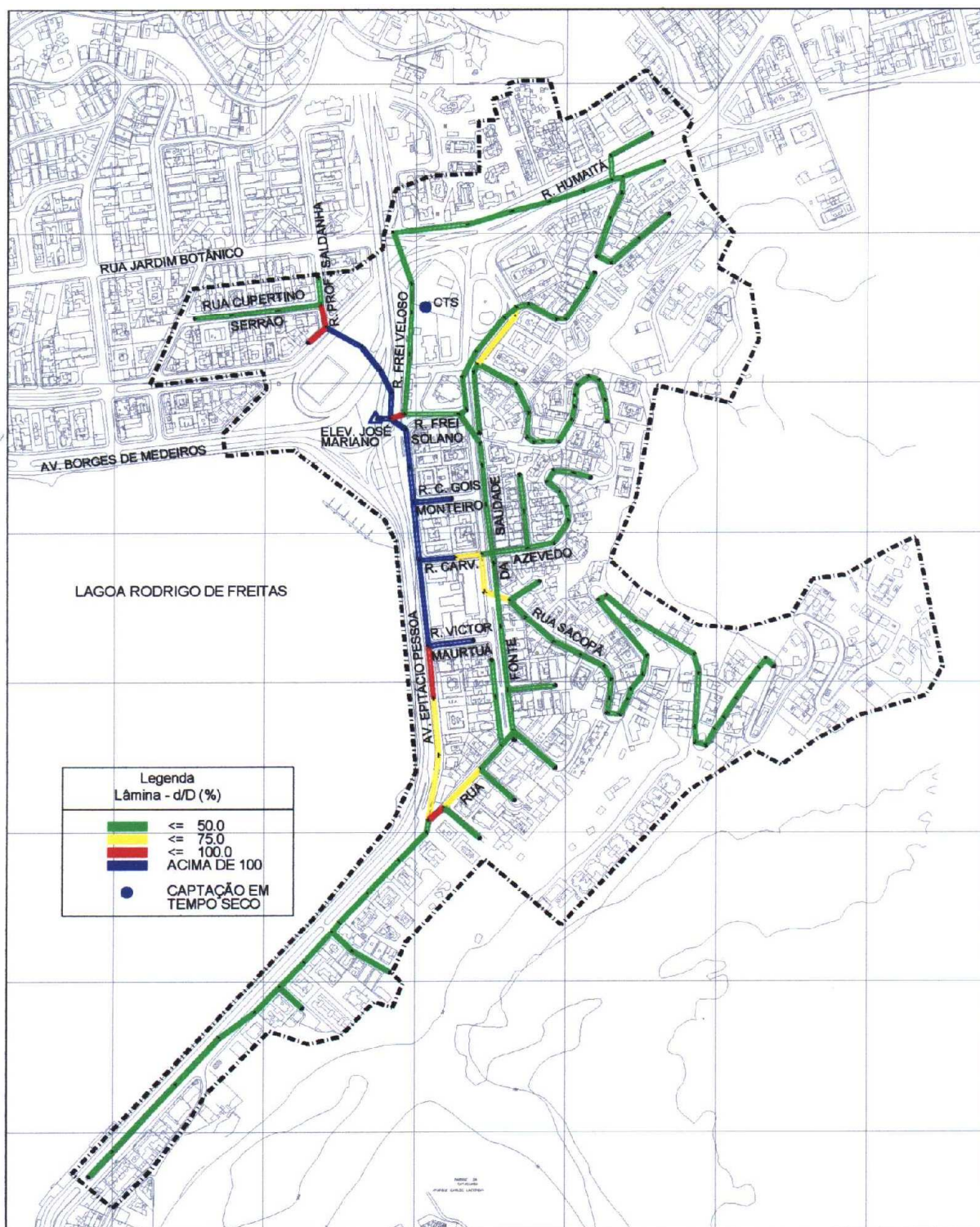


Figura 6.5. Apresentação dos Resultados da hipótese 4.

A **Figura 6.7** apresenta os resultados da hipótese 6 com a simulação do sistema considerando as mesmas vazões determinadas para a hipótese 3 (vazão de esgotos domésticos + contribuição de águas pluviais + captação de tempo seco), com diferença na condição de chegada na Elevatória José Mariano, que para esta hipótese tem o nível máximo de operação no poço de sucção determinado em $-0,60$ m. As planilhas de dimensionamento estão apresentadas na **Tabela A8 dos Anexos**.

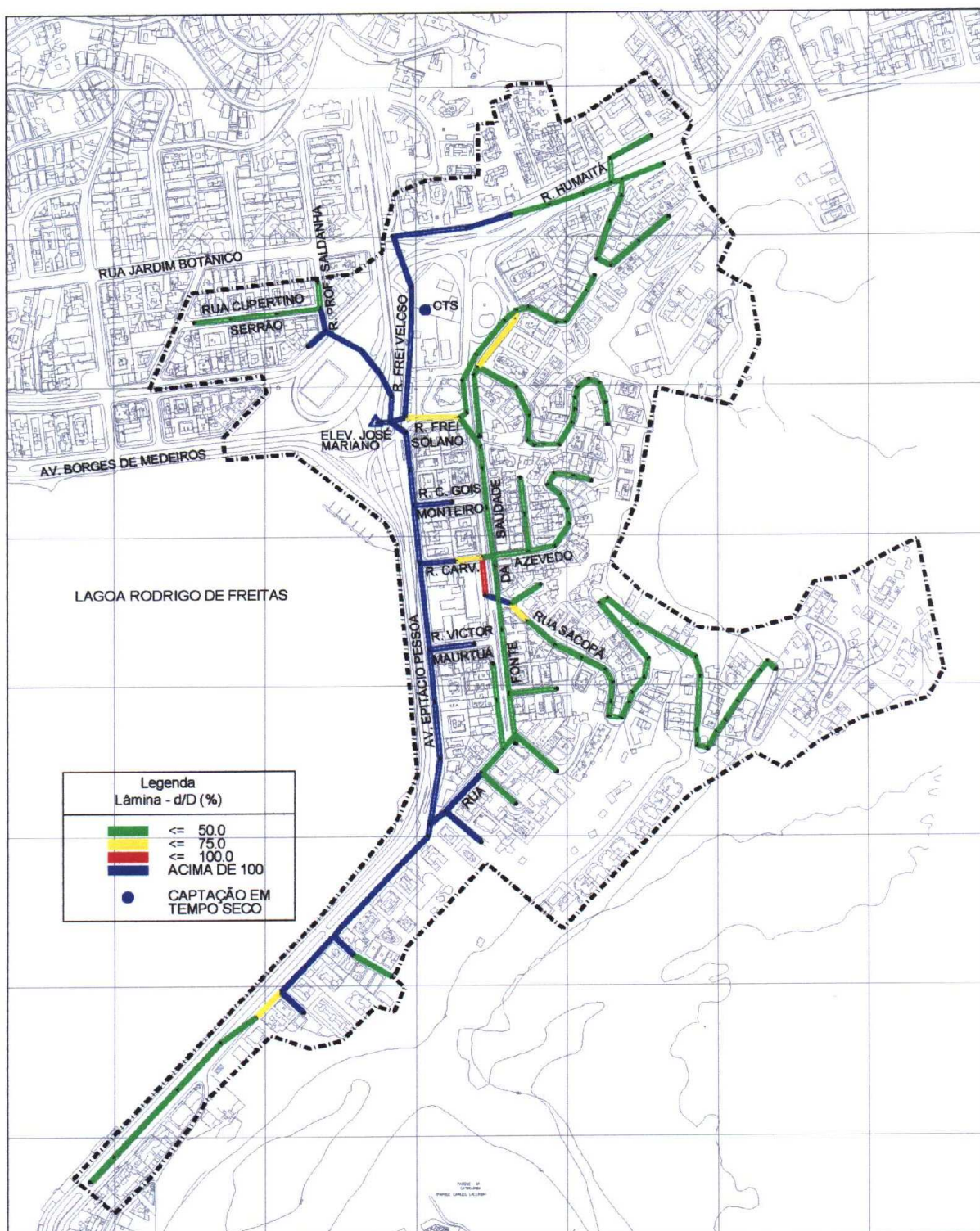


Figura 6.7. Apresentação dos Resultados da hipótese 6.

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES FINAIS

As simulações apresentadas neste trabalho procuraram mostrar fatores que demonstrem a vulnerabilidade operacional do sistema de esgotamento sanitário da bacia contribuinte à elevatória José Mariano, parte integrante da bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas, quanto à capacidade de escoamento da rede coletora através das avaliações hidráulicas das hipóteses consideradas. Embora cada simulação efetuada indique as condições de operação no momento extremo de sua ocorrência, procurou-se na diversificação das conjecturas abranger todas as possibilidades ao longo do tempo.

7.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados indicam a vulnerabilidade do sistema quanto à capacidade de escoamento em todas as hipóteses consideradas. Uma análise geral das simulações formuladas mostra que os trechos mais vulneráveis estão concentrados próximo à chegada da Elevatória José Mariano e no coletor situado na Av. Epitácio Pessoa, localizado junto à Lagoa, em uma região plana, recebendo ao longo de sua extensão os esgotos das áreas mais elevadas. Assemelha-se a um interceptor recebendo a contribuição dos coletores-tronco.

A maneira utilizada para analisar o nível de comprometimento do sistema foi através da extensão total dos trechos em que a avaliação hidráulica indicou o escoamento com lâmina superior a 100%, conforme pode ser constatado na **Tabela 7.1**. A pior situação ocorre na hipótese 6, com o comprometimento de cerca de 31 % da extensão total da rede coletora.

Tabela 7.1. Extensão de rede coletora operando sob pressão.

	Vazão Máxima do Sistema para a Avaliação Hidráulica (l/s)	Extensão Total de Rede (m)	Extensão de Rede sob pressão (m)	Percentual da Rede sob pressão
Hipótese 1	100,50	6.202,00	123,00	2%
Hipótese 2	141,20	6.202,00	787,00	13%
Hipótese 3	216,20	6.202,00	1.263,50	20%
Hipótese 4	100,50	6.202,00	704,50	11%
Hipótese 5	141,20	6.202,00	1.495,00	24%
Hipótese 6	216,20	6.202,00	1.903,00	31%

De acordo com os resultados apresentados, dois pontos observados foram definidos como sendo de fundamental importância para o maior comprometimento das condições hidráulicas de escoamento do sistema em estudo:

- A condição operacional da rede coletora com os níveis máximo no poço de sucção da estação elevatória José Mariano apresentou aumento acima de 400 % na extensão de rede coletora sob pressão, quando comparado com as hipóteses em condições livres, conforme pode ser observado na **Tabela 7.2**. Desta forma, a simples modificação das condições funcionamento do poço de sucção em relação à chegada da rede coletora, reduziria o comprometimento da rede coletora nas condições de operação.

Tabela 7.2. Comparação das hipóteses considerando o nível operacional da Elevatória José Mariano.

	Sem influência do nível operacional	Com influência do nível operacional	Diferença
Hipóteses 1 / 4	123,00m	704,50m	473%
Hipóteses 2 / 5	787,00m	1.495,00m	90%
Hipóteses 3 / 6	1.263,50m	1.903,00m	51%

- A utilização da Captação de Tempo Seco como forma paliativa de esgotamento das ligações irregulares no sistema de drenagem é responsável pela ampliação da situação crítica do sistema entre 27% a 61% com relação à extensão da rede sob pressão.

Tabela 7.3. Comparação das hipóteses considerando a influência da Captação de Tempo Seco.

	Sem a Vazão estimada para a Captação de Tempo Seco	Com a Vazão estimada para a Captação de Tempo Seco	Diferença percentual
Hipóteses 2 / 3	787,00	1.263,50	61%
Hipóteses 5 / 6	1.495,00	1.903,00	27%

Os pontos críticos observados atingem principalmente as situações avaliadas nas hipóteses 3, 4, 5 e 6, que se eliminados melhorariam a capacidade de escoamento do sistema, mantendo-se apenas as situações previstas nas hipóteses restantes, 1 e 2.

Um dos fatores marcantes do sistema em estudo e que ajuda na compreensão da situação atual foi sua constituição inicial. O sistema que hoje contribui para a Elevatória de José Mariano foi constituído partir da interligação de dois sistemas independentes implantados em épocas diferentes e por empresas distintas, conforme descrito nos capítulos 3 e 5 deste trabalho e apresentados nas **Figuras 3.1, 3.2, 3.3 e 5.5**. Esta interligação foi efetuada de forma gradual, ao longo do tempo, procurando buscar a minimização dos efeitos provocados por condições não favoráveis na operação do sistema.

Estas alterações efetuadas ao longo do tempo trouxeram algumas distorções ao sistema, como a diversidade de formas, diâmetros e tipos de materiais que foram sendo acrescentados sem um critério definido, podendo afetar o desempenho hidráulico do sistema.

Desta forma, após estas observações, pôde-se analisar com mais clareza os resultados obtidos nas avaliações hidráulicas das hipóteses 1 e 2. No caso da hipótese 1, a simulação foi desenvolvida para o funcionamento da rede coletora recebendo as contribuições somente da parcela das vazões de esgotos domésticos, em função da população existente na bacia contribuinte. Segundo a **Tabela 2.5** a média de dias chuvosos no período de 1973 a 1990 foi de 116 dias, podendo-se afirmar que esta hipótese é representativa para cerca de 70 % no período de um ano. Já a hipótese 2 simula as condições do sistema operando com a vazão máxima de esgotos sanitários acrescida das contribuições indevidas de águas pluviais.

Nestas simulações, observa-se que a região mais crítica está localizada no coletor 1, situado na av. Epitácio Pessoa, nos trechos próximos à Elevatória José Mariano, esta situação reflete-se nos coletores que esgotam as ruas perpendiculares, destacando-se o coletor 9, situado na rua Carvalho Azevedo, conforme se pode visualizar nas **Figuras 7.1 e 7.2.**, que apresentam os perfis dos coletores 1 e 9 nas condições simuladas para as hipóteses 1 e 2.

Pode-se destacar no perfil do coletor 1 apresentado, situado na Av. Epitácio Pessoa, o trecho 1-20 entre os PV's 20 e 21 possuindo diâmetro de 250mm, sendo este, menor que os trechos de montante (trecho 1-19 – diâmetro de 300 mm) e jusante (trecho 1-21 – diâmetro de 400 mm). Esta situação, provavelmente causada pelas diversas interligações e modificações no sistema, conforme comentado anteriormente, prejudica o escoamento nos trechos de montante, causando um remanso produzido pela menor capacidade hidráulica deste trecho.

Em uma simulação adicional para as hipóteses 1 e 2, procurou-se avaliar as condições hidráulicas no caso da modificação dos diâmetros dos trechos a partir do PV 17 do coletor 1, após a contribuição do coletor 9 da rua Carvalho de Azevedo, com a ampliação para 400 mm até o trecho 1-21 de chegada à Estação José Mariano. Estas novas avaliações hidráulicas, denominadas hipóteses 1A e 2A mostram o sistema com uma capacidade de escoamento bastante superior as hipóteses originais.

Na hipótese 1A (**Figura 7.3**) a avaliação hidráulica apresenta o sistema sem nenhum trecho operando sob pressão, quando as condições definidas para a vazão consideraram somente a contribuição de esgotos domésticos.

Considerando a parcela de esgotos domésticos acrescida das contribuições indevidas de águas pluviais a simulação da hipótese 2A (**Figura 7.4**) apresenta apenas dois pequenos trechos com escoamento sob pressão, praticamente sem os problemas detectados na hipótese 2 (**Figura 6.3**) original, quando cerca de 13% do sistema estava comprometido em sua capacidade de escoamento, operando sob pressão.

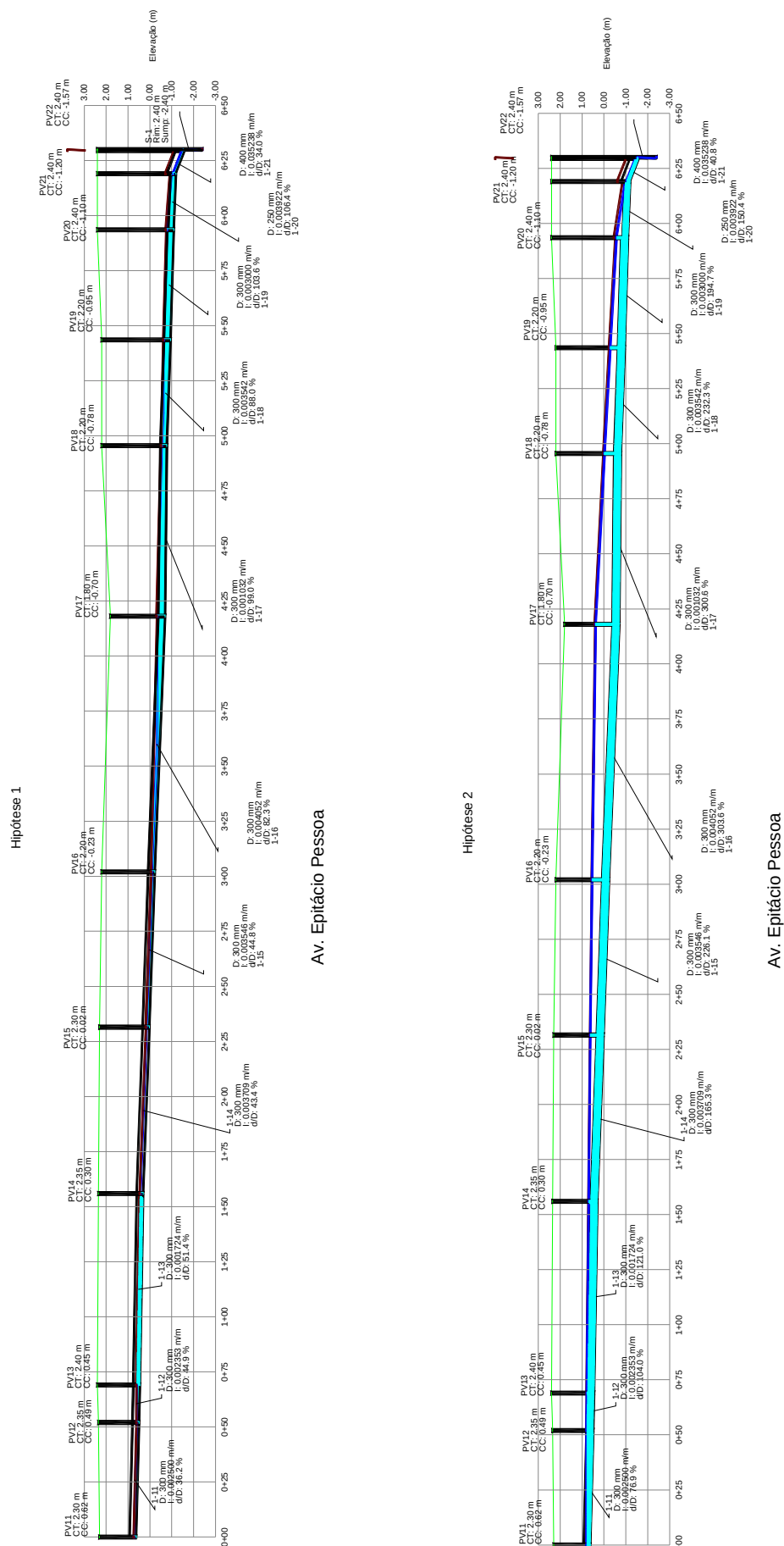
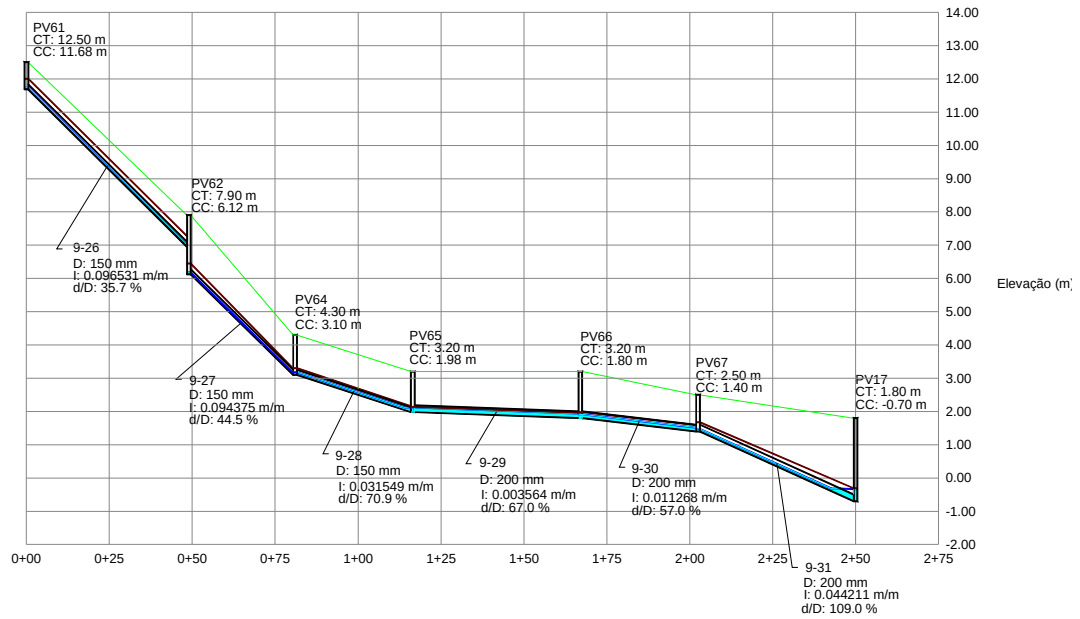


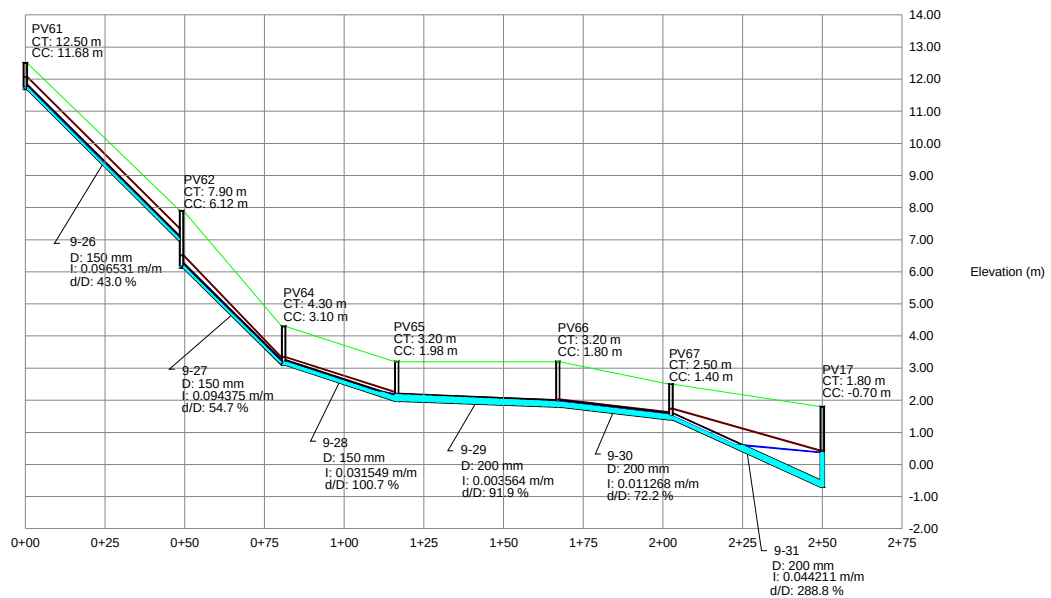
Figura 7.1. Perfis do Coletor 1 na Av. Epitácio Pessoa em operação nas hipóteses 1 e 2.

Hipótese 1



Rua Carvalho Azevedo

Hipótese 2



Rua Carvalho Azevedo

Figura 7.2. Perfis do Coletor 9 da Rua Carvalho Azevedo em operação nas hipóteses 1 e 2.

7.2. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho procurou buscar um conhecimento histórico e técnico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia Contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas com o objetivo de apresentar fatores que demonstrem a vulnerabilidade do sistema através de avaliações hidráulicas que simulassem as diversas condições possíveis de ocorrência no sistema de coleta. Estas condições foram simuladas através das 6 (seis) hipóteses propostas, considerando as vazões de esgotos domésticos, contribuições indevidas de águas pluviais e situações operacionais atípicas atuantes no sistema. Após a análise dos resultados obtidos, alguns fatores podem ser ressaltados com o objetivo de buscar soluções para melhoria operacional e evitar a contaminação, através de extravasamento de esgotos, da Lagoa Rodrigo de Freitas. Os principais fatores considerados e as sugestões apresentadas são:

- a) As condições expostas na avaliação hidráulica indicam como um dos principais fatores de vulnerabilidade do sistema, o poço de sucção e os níveis operacionais da Estação Elevatória José Mariano. A modificação da chegada na elevatória, tornando a influência dos níveis operacionais nula perante a rede coletora, traria benefícios nas condições de escoamento livre previsto para o sistema. As **Figuras 7.5 e 7.6** apresentam esquematicamente a situação atual e a indicação da situação desejada para o funcionamento do poço de sucção em relação a chegada da rede coletora.

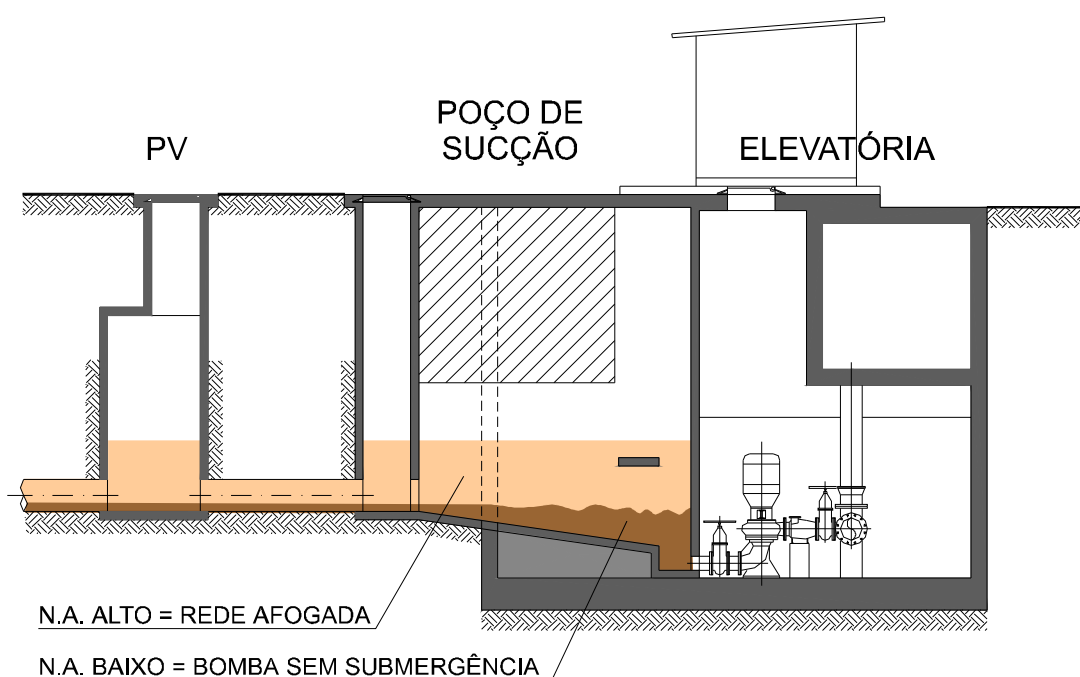


Figura 7.5. Esquema indicativo da situação atual do poço de sucção em relação a rede coletora. *Fonte:* Adaptado do Relatório da Auditoria Ambiental – CONSÓRCIO COPPETEC/LOGOS, 2001 – Arquivo Técnico da Paralela I Consultoria em Eng. Ltda.

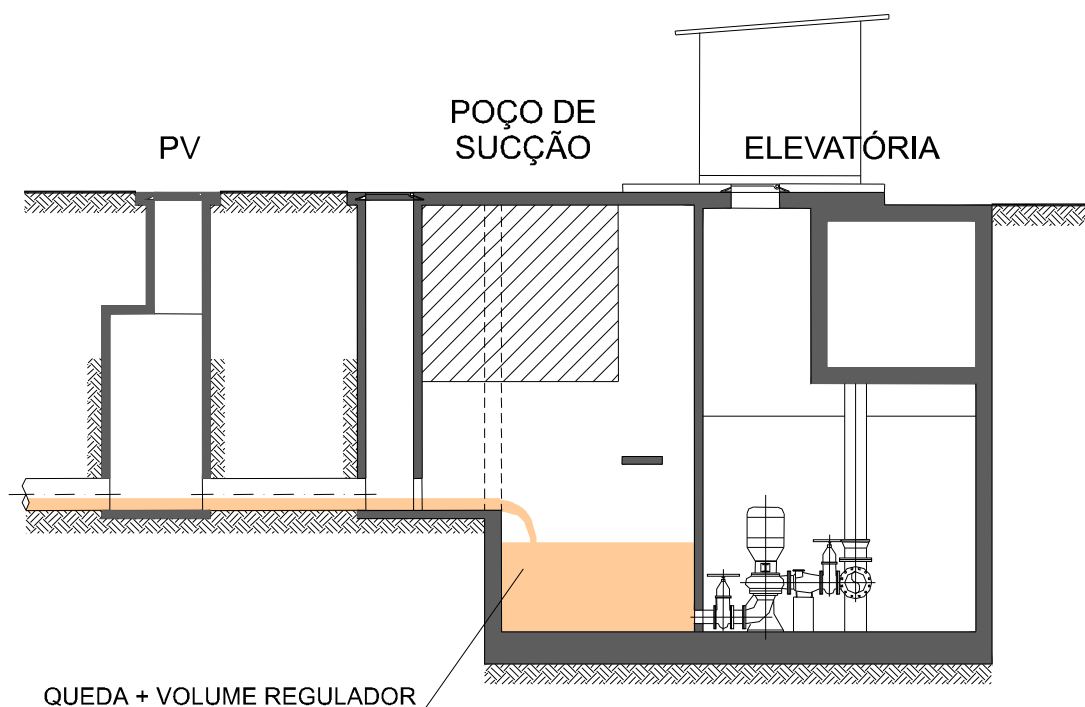


Figura 7.6. Esquema indicativo da situação desejada do poço de sucção em relação a rede coletora. *Fonte:* Adaptado do Relatório da Auditoria Ambiental -CONSÓRCIO COPPETEC/LOGOS, 2001 – Arquivo Técnico da Paralela I Consultoria em Eng. Ltda.

- b) A contribuição de águas pluviais no sistema é outro fator importante e indicativo da vulnerabilidade do sistema. Esta contribuição não encontra-se prevista nas normas brasileiras de projeto de sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto sendo assim são consideradas indevidas. Porém, são responsáveis pelos principais extravasamentos do sistema em chuvas intensas, que no sistema em estudo tem como destino final a Lagoa Rodrigo de Freitas, contribuindo ainda mais com a piora da qualidade da água de seu espelho d'água. Existem estudos, como apresentados por ENNES (1998), que procuram relacionar a vulnerabilidade do sistema de esgotamento por inundações à diminuição da qualidade da água potável distribuída à população, não sendo o objetivo deste trabalho. Outros, como o estudo de caso da cidade de Franca (TISUTYA *et al*, 2003), mostra na prática, a incapacidade de se evitar por completo a inserção da contribuição de águas pluviais no sistema de esgotos. A ausência de medições próprias para investigação da magnitude desta influência colabora também para que esta parcela não seja incluída em novos projetos de rede coletora. Uma das propostas é, então, incluir, na vazão final para o dimensionamento de sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários, uma taxa similar a existente na NBR 12.207 (ABNT, 1989) para interceptores, com uma faixa de valores a serem adotados, sendo estes valores definidos através de estudos e medições em sistemas existentes com características diversas relacionando-os

com os índices pluviométricos. Este novo parâmetro melhoraria as condições operacionais dos sistemas de esgotos nos dias de precipitação intensa, evitando assim extravasamentos indesejados em certas regiões, melhorando também, nos casos como o da LRF, as condições ambientais neste período.

- c) As condições físicas das tubulações e o tipo de material adotado para a rede coletora são mais dois outros fatores importantes que influenciam na magnitude das contribuições indevidas absorvidas nos sistemas de esgotamento sanitário, aumentando assim sua vulnerabilidade. As tubulações instaladas no sistema analisado, de acordo com o levantamento efetuado no cadastro técnico da CEDAE (**Figura 5.5 e Tabela A1 do Anexo**), possuem entre 18 e 100 anos, sendo cerca de 90% com idade acima de 55 anos. Além das condições físicas precárias das tubulações, o tipo de material predominante, a Manilha de Barro Vidrado (MV), apresenta uma disposição maior a infiltração de águas subterrâneas comparado a materiais como o Policloreto de Vinila (PVC), utilizado em sistemas mais recentes. Os investimentos em manutenção e troca das tubulações existentes, iniciando com as mais antigas, devem ser considerados como essenciais para a continuidade da operação do sistema de coleta e transporte.
- d) Os dispositivos utilizados para captação de tempo seco, conforme citado anteriormente, são estruturas provisórias, destinadas a coletar os esgotos lançados no sistema de águas pluviais irregularmente. A ausência de um planejamento a longo prazo e a falta de investimentos necessários para coibir as ligações clandestinas transformam as captações de tempo seco em unidades definitivas. As hipóteses 3 e 6 simulam o aporte de águas pluviais no sistema de esgotos provocado por uma destas unidades, tornando-se um dos fatores que contribuem para a vulnerabilidade do sistema.
- e) A operação em regime sob pressão, como verificado pela avaliação hidráulica em parte do sistema coletor, não é uma condição normal e deve ser evitada. O funcionamento dos coletores sob pressão não indica necessariamente o comprometimento da capacidade de escoamento do sistema. A condição de regime sob pressão pode ocorrer por interferência, como demonstrado nas hipóteses 4, 5 e 6, de lâmina de controle a jusante do escoamento, modificando o regime para o qual o sistema foi dimensionado. Esta mudança nas condições de escoamento, passando de um regime livre para um regime sob pressão, pode alterar as condições mínimas previstas para a autolimpeza dos coletores, não alcançando os valores da tensão trativa mínima necessária para o arraste do material sedimentado. Neste caso, o sistema torna-se vulnerável pela condição imposta pelo novo regime de escoamento, provocando a sedimentação do material sem as condições ideais de autolimpeza e diminuindo a capacidade de escoamento dos coletores.

- f) Conforme demonstrado nas hipóteses 1A e 2A (**Figuras 7.4 e 7.5**) o sistema de esgotamento sanitário contribuinte para a Elevatória José Mariano apresenta uma capacidade de escoamento para o esgotamento da população residente próximo da suficiência, com exceção de alguns trechos do coletor 1, situado na Av. Epitácio Pessoa. O sistema, embora em funcionamento desde a primeira metade do século XX, mantém em parte, a capacidade de escoamento mesmo com a verticalização urbana verificada ao longo do século passado. Esta situação pode ser fruto das metodologias utilizadas para o dimensionamento do sistema na época de sua implantação, como o critério das áreas edificadas, bem mais conservadoras que as atuais. O menor crescimento verificado nas duas últimas décadas pode também ser um fator determinante para a manutenção da capacidade de escoamento do sistema.
- g) Uma das sugestões deste trabalho é a formação de grupos de trabalhos (GT) como os organizados pela Superintendência de Saneamento (SURSAN), na década de 50 e 60, separados por área de atuação, como Medição e Pesquisa, Operação e Análise de Sistemas Existentes e Projetos e Ampliações de Sistemas. Estes GT's seriam fundamentais para o diagnóstico seguido de indicação das melhorias e ampliações necessárias para a operação do sistema. A formação de um banco de dados com medições e outros resultados possíveis, seria interessante na busca de parâmetros que ajudem a racionalizar os projetos de novos sistemas de esgotamento.
- h) Dentre os fatores analisados para verificação da vulnerabilidade do sistema de esgotamento sanitário destacam-se os problemas encontrados com as instalações existentes da Elevatória José Mariano e a combinação de fatores operacionais com as contribuições indevidas de águas pluviais. Na caracterização do sistema relata-se a existência de uma série de elevatórias, cada qual com uma bacia contribuinte, interligadas até o destino final, sendo este o Emissário Submarino de Ipanema. Não foi analisado neste trabalho as linhas de recalque existentes nem a capacidade instalada nas Elevatórias, relativa aos conjuntos motor-bomba em relação a vazão prevista para o transporte dos efluentes. Porém, as condições analisadas na sub-bacia de José Mariano indicam a propagação dos problemas encontrados a medida que se transporta os efluentes até o seu destino final. Dentre os projetos previstos pelos grupos de estudo (GT's) nos anos 60, merece atenção o Interceptor da Lagoa que, iniciando-se na bacia da Elevatória de José Mariano circundaria toda a Lagoa eliminando-se as elevatórias existentes. O Interceptor da Lagoa, complementaria o sistema da Zona Sul junto com o Interceptor Oceânico, responsável pela coleta dos esgotos desde o bairro da Glória até Copacabana e a Estação de Pré-Condicionamento antes do lançamento no Emissário Submarino de Ipanema. Não

foi possível, naquela época, a implantação do Interceptor da Lagoa e da Estação de Pré-Condicionamento. Uma outra sugestão deste trabalho é o Estudo de Viabilidade da complementação do macro sistema da Zona Sul, tendo em vista as novas tecnologias de assentamento de tubulação por métodos não destrutivos que poderiam favorecer a implantação desta proposta. A implantação do Interceptor da Lagoa favoreceria a retirada de funcionamento das elevatórias existentes, com economia em manutenção e operação dos equipamentos eletro-mecânicos. O Interceptor da Lagoa poderia diminuir também a influência das contribuições de águas pluviais, tanto pela consideração inicial no dimensionamento quanto no amortecimento natural que ocorre ao longo de seu caminhamento.

Com os resultados e análises apresentadas espera-se contribuir com informações, tecnologia e considerações que possam auxiliar a comunidade técnica no desenvolvimento e aperfeiçoamento de critérios e parâmetros no diagnóstico e dimensionamento de sistemas de coleta de esgotos sanitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. – <http://www.abnt.org.br>. Acesso em 06/07/2003.
- NBR-9.649 – *Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- NBR-12.207 – *Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário*. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ABREU, Maurício. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. 3 ed. Rio de Janeiro: IPLANRIO, 1997. 156 p. il.
- AMBIENTAL Engenharia e Consultoria Ltda. *Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental(RIMA): Solução Integrada de Reabilitação da Lagoa Rodrigo de Freitas, Canal do Jardim de Alah e Praias do Arpoador, Ipanema e Leblon*. PCRJ/SMAC/RIO-ÁGUAS, 2001.
- AZEVEDO NETO, José M.;ALVAREZ, Guillermo A., *Manual de Hidráulica*, 7 ed. rev. e amp., São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda, 1982. 2v. il.
- AZEVEDO NETO, José M.. *Contribuições Indevidas para Rede de Esgotos*. Revista DAE, nº 120 p.36-38, 1979.
- BRAGA, Benedito et al. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo, Prentice Hall, 2002.
- BRANCO, Samuel Murgel. *Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária*. São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1986. 640 p. il.
- BITTON, Carlos Carvalho; LUCARINY, Carmen D. G.; SAMPAIO, Carmen T. D.; GIORDANO, Gandhi. *Monitoramento Ambiental das Praias do Município do Rio de Janeiro: Avaliação da Balneabilidade em Associação com os Forçantes Climáticos*. In: Anais do XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, México, 2002.
- CHOW, Ven Te. *Open-Channel Hydraulics*. International Student Edition. Tokyo: Ed. McGraw-Hill, 1959. 680p.
- CONSÓRCIO COPPETEC/LOGOS. *Relatório Final da Auditoria Ambiental realizada no Sistema de Esgotamento Sanitário da bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas e sub-bacia do Rio Rainha*. SERH/CEDAE-RJ, 2001- 1 CD-ROM.
- CONY, Carlos Heitor. *Lagoa: história, morfologia e sintaxe*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Prefeitura, 1996.

- CRESPO, Patrício Gallegos. *Elevatórias nos Sistemas de Esgotos*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001. 290p.
- ENNES, Ysnard Machado. *Vulnerabilidade dos Sistemas de Água Potável e de Esgotos Sanitários, da Cidade Brasileira de Belo Horizonte, Frente a Inundações e a Chuvas Intensas*. CEPIS/OPAS/OMS, 1998.
- ESTATCART: Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciadas. Versão 1.1, Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 CD-ROM.
- FARRER, Herbert. *Guias para la Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. CEPIS/OPS/OMS. Lima, Perú, 1996.
- GEORIO, Fundação Instituto de Geotécnica. <http://www.rio.rj.gov.br/georio>. Acessado em 07/07/2003.
- HARADA, Antônio Luiz; FELIZATTO, Mauro R..A. *Variação dos Valores de Vazões Máximas de Esgotos Domésticos, em Comunidades do Distrito Federal*. In: Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro 1999,
- HANAI, Frederico Y.; CAMPOS, José Roberto. *Avaliação da Infiltração na Rede Coletora de Esgotos na Bacia do Ribeirão do Oura da Cidade Araraquara-SP*. In: Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, 1999.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <http://ibge.gov.br>. Acessado em 05/07/2003.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Base de Informações por Setor Censitário – Censo Demográfico 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 2 CD-ROM.
- IPP, Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. *Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro, 1998*. Rio de Janeiro: IPP/PCRJ, 2000, 864 p.
- LEME, Francílio Paes. *Planejamento e projeto dos sistemas urbanos de esgotos sanitários*. São Paulo: CETESB, 1977. 213 p.
- MACHADO NETO, Joaquim Gabriel O.; TSUTIYA, Milton Tomoyuki. *Tensão trativa: um critério econômico para o dimensionamento das tubulações de esgoto*. Revista DAE, nº 140, p. 73-87, 1985.
- MENDONÇA, Sérgio Rolim. *Projeto e Construção de Redes de Esgotos Sanitários: Hidráulica dos Coletores de Esgotos*. Rio de Janeiro: ABES, 1991, 2 ed. rev. e atual., Cap.2.
- METCALF & EDDY, Inc. *Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal*. New York: MacGraw-Hill, 1972.

- NUVOLARI, Ariovaldo et al. *Esgoto Sanitário: Coleta Transporte Tratamento e Reúso Agrícola*. São Paulo: Ed. Edgard Blüncher Ltda, 2003. 520 p.
- RIO DE JANEIRO, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. *Zoneamento Urbano da Cidade do Rio de Janeiro*. Secretaria Municipal de Urbanismo, 1999 - 1 CD-ROM.
- RIO DE JANEIRO, *Código de Obras do Município do Rio de Janeiro*. Gráfica Auriverde Ltda, 1997, 9 ed., 3 v.
- SEMADS; Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Bacias Hidrográficas e Rios Fluminense: Síntese Informativa por Macroregião Ambiental*. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 73 p. il.
- SILVA, José Ribeiro da. *Os Esgotos do Rio de Janeiro: História do Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade do Rio de Janeiro 1857-1997*. Rio de Janeiro: Centro Cultural da SEARJ-CREA RJ, 2002. v. 1, 356 p., v.2, 368 p.
- SMAC, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. <http://www.rio.rj.gov.br/smac>. Acesso em 30 jun 2003.
- STE, Serviços Técnicos de Engenharia . *Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e das Bacias Contribuintes a Baía de Guanabara – Síntese*. Rio de Janeiro: CEDAE, 1994.
- TSUTIYA, Milton Tomoyuki; ALÉM SOBRINHO, Pedro. *Coleta e Transporte de esgoto sanitário*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 548 p.
- TSUTIYA, Milton Tomoyuki; BUENO, Rui César Rodrigues; CINTRA, Emerson de Melo; REAMI, Luciano. *Contribuição de Águas Pluviais em Sistemas de Esgotos Sanitários. Estudo de Caso da Cidade de Franca, Estado de São Paulo*. In: Anais do 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville –SC, 2003.
- VILELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo, McGraw-Hill, 1975.

ANEXOS

Tabela A1 - Descrição do Cadastro dos Coletores pertencentes a Sub-bacia Contribuinte à Elev. José Mariano.

Localização	Descrição do trecho	Diâmetro	Material	Ano de Implantação
Rua Alm. Guillobel	Do início ao J/D do nº 58 (lado par)	150	MV	1938
Rua Alm. Guillobel	Do nº 29 ao nº 131 (lado ímpar)	150	CF	1952
Rua Almeida Godinho	Toda esgotada	150	MV	1942
Rua Baronesa de Poconé	Do início ao nº 122	150	MV	1940
Rua Baronesa de Poconé	Daí ao nº 222	150	MV	1945
Rua Baronesa de Poconé	Daí ao final	150	MV	1960
Rua Bogari	Do início ao nº 127	150	MV	1939
Rua Bogari	Daí ao nº 133	150	MV	1940
Rua Carvalho Azevedo	Do início até a esq. Fonte da Saudade (lado par)	200	MV	1930
Rua Carvalho Azevedo	Daí ao final (lado par)	150	MV	1937
Rua Casuarina	Do início até 10 m depois do nº 29	150	MV	1956
Rua Casuarina	Daí até 10 m depois do nº 87	150	MV	1956
Rua Cícero Gois Monteiro	Do início até J/D do nº 20	150	MV	1942
Rua Cons. Macedo Soares	Toda esgotada	150	MV	1950
Rua Custódio Serrão	Toda esgotada (lado ímpar)	150	MV	1942
Rua Eng. Marques Porto	Do início até 5 m depois do nº 77	150	MV	1939
Rua Eng. Marques Porto	Daí até a ligação no col. da rua Casuarina	150	FF/MV	1956
Rua Eng. Marques Porto	Do nº 82 ao nº 108	100	FF	1943
Rua Eng. Marques Porto	Toda esgotada (ligada para a rua Humaitá através dos nºs 249/261)	150	FF	1943
Rua Epitácio Pessoa	Do nº 3930 ao nº 4180 (centro)	300	MV	1934
Rua Epitácio Pessoa	Do nº 4180 ao nº 4254 (travessias)	300	MV	1934
Rua Epitácio Pessoa	Do nº 4254 ao final (lado par)	300	MV	1934
Rua Epitácio Pessoa	No final da r. em direção elev. Subt. José Mariano(travessias)	250	MV	1934
Rua Ferreira de Resende	Toda esgotada	150	MV	1942
Rua Fonte da Saudade	Do início até o nº 115	230	MV	1902
Rua Fonte da Saudade	Daí ao nº 247	380x250	CA	1913
Rua Fonte da Saudade	Daí ao nº 281	230	MV	1914
Rua Fonte da Saudade	Daí ao final (lado ímpar)	150	MV	1942
Rua Fonte da Saudade	Do nº 122 ao nº 132	150	MV	1930
Rua Fonte da Saudade	Do nº 240 ao nº 280	150	MV	1913

Localização	Descrição do trecho	Diâmetro	Material	Ano de Implantação
Rua Fonte da Saudade	Da esq. r. Carvalho de Azevedo até esq. R. Sacopã	200	MV	1930
Rua Fonte da Saudade	Da esq. r. Bogari até 20m depois r. Baronesa de Poconé	250	MV	1978
Rua Fonte da Saudade	De 20m após a esq. da r. Baronesa de Poconé até a r. Frei Solano	300	MV	1978
Rua Fonte da Saudade	E/F ao nº 131 (travessias)	150	MV	1930
Rua Fonte da Saudade	E/F a rua Frei Solano - diagonal (travessias)	150	MV	1956
Rua Fonte da Saudade	E/F a rua Bogari (travessias)	150	FF	1951
Rua Frei Solano	Do início ao nº 22 (lado par)	150	MV	1931
Rua Frei Solano	Do início ao final (lado ímpar)	150	MV	1931
Rua Frei Solano	Da travessia r. Frei Veloso até r. Fonte da Saudade(lado ímpar)	380	MV	1952
Rua Frei Veloso	Toda esgotada - Humaitá	300	MV	1985
Rua Frei Veloso	E/F a rua Frei Solano (travessia)	400	CA	1951
Rua Humaitá	Lado par - De j/a n. 240 até 15 m depois do n. 256	230	MV	1914
Rua Humaitá	Lado par - De j/a n. 262 até j/d n. 266	180	MV	1902
Rua Humaitá	Lado ímpar - de j/a ao n. 229 até 40 m depois	150	MV	1908
Rua Humaitá	Lado ímpar - Daí até a rua Fonte da Saudade	230	MV	1901
Rua Humaitá	Lado ímpar - Daí até o final	230	MV	1901
Rua Humaitá	Travessia e/f ao n. 256	180	MV	1902
Rua Humaitá	Travessia j/d do n. 318-A	150	MV	1932
Rua Humaitá	Travessia e/f ao n. 261	230	MV	1904
Rua Humaitá	Travessia e/f ao n. 238	230	MV	1901
Rua Humaitá	Travessia do n. 234 ao n. 238 (lig. ao coletor da rua)	230	MV	1901
Rua Ildefonso Simões Lopes	Toda esgotada	150	MV	1950
Rua Min. Armando de Alencar	Toda esgotada	150	MV	1959
Rua Negreiros Lobato	Toda esgotada	150	MV	1943
Rua Pio Coreia	Toda esgotada - por ambos os lados	150	MV	1941
Rua Prof. Saldanha	Do início até j/d do n. 76	150	MV	1943
Rua Prof. Saldanha	Da rua J. Bontânico até 64 m depois	150	MV	1929
Rua Prof. Saldanha	Daí ao n. 142	150	MV	1930
Rua Prof. Saldanha	Daí ao n. 150	150	MV	1930
Rua Prof. Saldanha	Do n. 150 ao final	150	MV	1964
Rua Prof. Saldanha	Travessia - E/f ao n. 142 (diagonal)	150	FF	1943
Rua Prof. Saldanha	E/f ao n. 125 - Toda esgotada	150	MV	1964

Localização	Descrição do trecho	Diâmetro	Material	Ano de Implantação
Rua Prof. Saldanha	E/f ao n. 134 - Toda esgotada	150	MV	1964
Rua Reseda	Lado ímpar - Da rua Carvalho de Azevedo até o final	150	MV	1941
Rua Sacopã	Do início ao n. 499	150	MV	1943
Rua Sacopã	Daí ao final (esq. Rua Vitória Régia)	150	MV	1956
Rua Vítor Maurtuá	De j/a n. 11 até o lado par Av. Eptácio Pessoa	150	MV	1943
Rua Vitória Régia	Do início a 166m depois	150	MV	1979

Tabela A2 - Dados básicos do sistema existente utilizado para o cenário base.

Trecho	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção	Declividade (m/m)	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	46.50	300 mm	0.01312	MBV
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	121.00	300 mm	0.00636	MBV
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	84.50	300 mm	0.00769	MBV
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	59.00	300 mm	0.00136	MBV
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	46.50	300 mm	0.01097	MBV
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	46.50	300 mm	0.00151	MBV
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	54.50	300 mm	0.00147	MBV
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	16.00	300 mm	0.00500	MBV
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	54.50	300 mm	0.00092	MBV
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	60.50	300 mm	0.00132	MBV
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	52.00	300 mm	0.00250	MBV
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	17.00	300 mm	0.00235	MBV
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	87.00	300 mm	0.00172	MBV
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	75.50	300 mm	0.00371	MBV
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	70.50	300 mm	0.00355	MBV
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	116.00	300 mm	0.00405	MBV
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	77.50	300 mm	0.00103	MBV
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	48.00	300 mm	0.00354	MBV
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	50.00	300 mm	0.00300	MBV
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	25.50	250 mm	0.00392	MBV
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	10.50	400 mm	0.03524	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.50	400 mm	1.66000	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	40.50	150 mm	0.02444	MBV
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	57.50	150 mm	0.03270	MBV
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	37.50	150 mm	0.03040	MBV
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	72.50	150 mm	0.05324	MBV
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	25.50	150 mm	0.02039	MBV
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	42.00	150 mm	0.00952	MBV
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	70.00	150 mm	0.00786	MBV
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	26.50	150 mm	0.00189	MBV
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	49.50	150 mm	0.00505	MBV
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	65.00	150 mm	0.00108	MBV
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	60.50	150 mm	0.08760	MBV
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	62.50	150 mm	0.07568	MBV
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	60.00	150 mm	0.03567	MBV
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	14.00	150 mm	0.09286	MBV
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	15.50	150 mm	0.04516	MBV
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	17.50	150 mm	0.14286	MBV
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	33.50	150 mm	0.11940	MBV
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	30.00	150 mm	0.07333	MBV
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	19.00	150 mm	0.26842	MBV
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	24.50	150 mm	0.09796	MBV
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	14.00	150 mm	0.09286	MBV
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	20.00	150 mm	0.07500	MBV
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	72.50	150 mm	0.09793	MBV
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	26.00	150 mm	0.06615	MBV
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	88.50	150 mm	0.09130	MBV
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	52.50	150 mm	0.10705	MBV
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	12.00	150 mm	0.13167	MBV
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	98.50	150 mm	0.10335	MBV

Trecho	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção	Declividade (m/m)	Material
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	26.50	150 mm	0.09321	MBV
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	24.00	150 mm	0.13833	MBV
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	14.50	150 mm	0.12276	MBV
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	23.00	150 mm	0.08261	MBV
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	17.00	150 mm	0.08529	MBV
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	19.00	150 mm	0.09474	MBV
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	25.50	150 mm	0.11177	MBV
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	19.50	150 mm	0.10513	MBV
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	34.00	150 mm	0.14353	MBV
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	40.50	150 mm	0.10963	MBV
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	49.00	150 mm	0.09653	MBV
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	32.00	150 mm	0.09438	MBV
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	35.50	150 mm	0.03155	MBV
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	50.50	200 mm	0.00356	MBV
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	35.50	200 mm	0.01127	MBV
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	47.50	200 mm	0.04421	MBV
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	46.50	150 mm	0.02366	MBV
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	22.50	150 mm	0.18489	MBV
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	27.00	150 mm	0.11111	MBV
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	16.50	150 mm	0.15273	MBV
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	21.00	150 mm	0.08857	MBV
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	21.50	150 mm	0.09349	MBV
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	19.00	150 mm	0.09737	MBV
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	35.50	150 mm	0.12113	MBV
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	34.50	150 mm	0.04319	MBV
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	7.20	2.00	62.50	150 mm	0.01616	MBV
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	49.00	150 mm	0.04122	MBV
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	49.50	150 mm	0.01919	MBV
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	51.00	150 mm	0.04137	MBV
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	66.50	230 mm	0.03053	MBV
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	85.50	380x230 mm	0.00351	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	85.50	380x230 mm	0.00351	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	79.50	380x230 mm	0.00315	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	53.00	380x230 mm	0.00208	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	29.50	380x230 mm	0.00576	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	47.50	380 mm	0.00716	MBV
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	72.50	380 mm	0.00110	MBV
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	20.00	400 mm	0.05250	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	63.00	150 mm	0.03333	MBV
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	22.50	150 mm	0.11333	MBV
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	50.00	150 mm	0.09140	MBV
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	12.00	150 mm	0.14750	MBV
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	42.50	150 mm	0.10471	MBV
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	17.00	150 mm	0.05882	MBV
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	21.00	250 mm	0.00762	MBV
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	58.50	250 mm	0.00923	MBV
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	39.00	250 mm	0.00897	MBV
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	44.00	300 mm	0.00409	MBV
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	11.00	300 mm	0.03546	MBV
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	81.50	230 mm	0.00503	MBV
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	12.00	230 mm	0.01417	MBV

Trecho	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção	Declividade (m/m)	Material
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	80.00	230 mm	0.00113	MBV
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	13.50	230 mm	0.00074	MBV
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	28.50	150 mm	0.06456	MBV
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	27.00	150 mm	0.09704	MBV
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	15.00	150 mm	0.15000	MBV
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	18.50	150 mm	0.14324	MBV
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	13.50	150 mm	0.16519	MBV
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	16.00	150 mm	0.11688	MBV
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	18.00	150 mm	0.13889	MBV
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	33.50	150 mm	0.13463	MBV
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	20.00	150 mm	0.13500	MBV
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	12.00	150 mm	0.24167	MBV
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	11.00	150 mm	0.11909	MBV
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	33.00	150 mm	0.07970	MBV
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	41.00	150 mm	0.11902	MBV
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	58.00	150 mm	0.03897	MBV
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	61.50	230 mm	0.00244	MBV
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	32.50	230 mm	0.04031	MBV
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	40.50	230 mm	0.05284	MBV
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	47.00	230 mm	0.02851	MBV
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	51.00	230 mm	0.02863	MBV
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	61.00	230 mm	0.00574	MBV
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	99.00	230 mm	0.00253	MBV
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	72.00	300 mm	0.00250	MBV
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	39.00	300 mm	0.00590	MBV
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	57.00	300 mm	0.00368	MBV
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	80.00	300 mm	0.00375	MBV
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	50.50	150 mm	0.12238	MBV
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	49.00	150 mm	0.02143	MBV
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	20.00	150 mm	0.02750	MBV
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	53.50	150 mm	0.08131	MBV
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	36.00	150 mm	0.11056	MBV
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	21.50	150 mm	0.03581	MBV
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	9.20	6.34	14.50	150 mm	0.05241	MBV
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	2.80	7.10	59.00	150 mm	0.02119	MBV
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	48.00	150 mm	0.01333	MBV
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	62.00	150 mm	0.00823	MBV
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	58.00	150 mm	0.00828	MBV
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	32.00	150 mm	0.01563	MBV
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	54.00	150 mm	0.00352	MBV
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	40.00	150 mm	0.00350	MBV
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	34.00	150 mm	0.00353	MBV
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	34.50	150 mm	0.00493	MBV
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	36.00	150 mm	0.01389	MBV
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	30.50	150 mm	0.01639	MBV

Tabela A3 - Planilha de Dimensionamento da Sub-bacia da Elevatória José Mariano para a Hipótese 1.

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	0.0162	0.75	46.50	300	0.0131	0.45	0.02	9	0.013	Manilha
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	0.0162	2.71	121.00	300	0.0064	0.51	0.04	14	0.013	Manilha
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	0.0162	4.08	84.50	300	0.0077	0.62	0.04	20	0.013	Manilha
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	0.0162	5.04	59.00	300	0.0014	0.36	0.08	25	0.013	Manilha
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	0.0162	5.79	46.50	300	0.0110	0.78	0.05	23	0.013	Manilha
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	0.0162	7.20	46.50	300	0.0015	0.41	0.09	30	0.013	Manilha
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	0.0162	8.08	54.50	300	0.0015	0.42	0.09	31	0.013	Manilha
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	0.0162	9.88	16.00	300	0.0050	0.69	0.08	33	0.013	Manilha
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	0.0162	10.76	54.50	300	0.0009	0.38	0.12	41	0.013	Manilha
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	0.0162	11.75	60.50	300	0.0013	0.45	0.12	39	0.013	Manilha
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	0.0162	12.59	52.00	300	0.0025	0.57	0.10	36	0.013	Manilha
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	0.0162	12.86	17.00	300	0.0024	0.50	0.12	45	0.013	Manilha
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	0.0162	21.95	87.00	300	0.0017	0.58	0.16	51	0.013	Manilha
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	0.0162	23.17	75.50	300	0.0037	0.78	0.13	43	0.013	Manilha
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	0.0162	24.32	70.50	300	0.0035	0.78	0.13	45	0.013	Manilha
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	0.0162	27.17	116.00	300	0.0041	0.84	0.14	82	0.013	Manilha
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	0.0162	51.69	77.50	300	0.0010	0.71	0.36	99	0.013	Manilha
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	0.0162	53.30	48.00	300	0.0035	0.93	0.22	88	0.013	Manilha
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	0.0162	54.11	50.00	300	0.0030	0.74	0.31	104	0.013	Manilha
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	0.0162	54.52	25.50	250	0.0039	1.08	0.32	106	0.013	Manilha
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	0.0162	100.46	10.50	400	0.0352	2.60	0.14	34	0.013	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.0162	100.47	0.50	400	1.6600	10.19	0.05	13	0.013	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	0.0162	0.66	40.50	150	0.0244	0.58	0.02	35	0.013	Manilha
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	0.0162	0.93	57.50	150	0.0327	0.72	0.02	14	0.013	Manilha
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	0.0162	1.54	37.50	150	0.0304	0.82	0.02	33	0.013	Manilha
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	0.0162	1.17	72.50	150	0.0532	0.92	0.02	15	0.013	Manilha
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	0.0162	1.59	25.50	150	0.0204	0.72	0.03	27	0.013	Manilha
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	0.0162	4.12	42.00	150	0.0095	0.72	0.05	41	0.013	Manilha
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	0.0162	6.24	70.00	150	0.0079	0.75	0.07	65	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coefficiente de Mannings n	Material
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	0.0162	7.68	26.50	150	0.0019	0.47	0.13	80	0.013	Manilha
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	0.0162	0.80	49.50	150	0.0051	0.36	0.03	30	0.013	Manilha
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	0.0162	1.85	65.00	150	0.0011	0.26	0.06	41	0.013	Manilha
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	0.0162	0.98	60.50	150	0.0876	1.03	0.02	28	0.013	Manilha
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	0.0162	1.01	62.50	150	0.0757	0.99	0.02	47	0.013	Manilha
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	0.0162	0.97	60.00	150	0.0357	0.75	0.02	52	0.013	Manilha
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	0.0162	0.23	14.00	150	0.0929	0.67	0.01	7	0.013	Manilha
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	0.0162	0.48	15.50	150	0.0452	0.66	0.01	8	0.013	Manilha
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	0.0162	0.76	17.50	150	0.1429	1.13	0.01	9	0.013	Manilha
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	0.0162	1.30	33.50	150	0.1194	1.26	0.02	12	0.013	Manilha
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	0.0162	1.79	30.00	150	0.0733	1.16	0.02	14	0.013	Manilha
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	0.0162	2.10	19.00	150	0.2684	1.92	0.02	13	0.013	Manilha
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	0.0162	2.49	24.50	150	0.0980	1.42	0.02	16	0.013	Manilha
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	0.0162	2.72	14.00	150	0.0929	1.43	0.02	17	0.013	Manilha
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	0.0162	3.05	20.00	150	0.0750	1.37	0.03	19	0.013	Manilha
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	0.0162	4.22	72.50	150	0.0979	1.66	0.03	21	0.013	Manilha
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	0.0162	4.64	26.00	150	0.0662	1.49	0.03	23	0.013	Manilha
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	0.0162	6.08	88.50	150	0.0913	1.80	0.04	24	0.013	Manilha
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	0.0162	6.93	52.50	150	0.1070	1.98	0.04	25	0.013	Manilha
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	0.0162	7.12	12.00	150	0.1317	2.15	0.04	26	0.013	Manilha
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	0.0162	8.72	98.50	150	0.1034	2.09	0.04	29	0.013	Manilha
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	0.0162	9.14	26.50	150	0.0932	2.04	0.04	29	0.013	Manilha
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	0.0162	9.53	24.00	150	0.1383	2.38	0.04	28	0.013	Manilha
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	0.0162	9.77	14.50	150	0.1228	2.30	0.04	30	0.013	Manilha
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	0.0162	10.14	23.00	150	0.0826	2.01	0.05	32	0.013	Manilha
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	0.0162	10.42	17.00	150	0.0853	2.05	0.05	32	0.013	Manilha
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	0.0162	10.72	19.00	150	0.0947	2.15	0.05	32	0.013	Manilha
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	0.0162	11.14	25.50	150	0.1118	2.30	0.05	32	0.013	Manilha
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	0.0162	11.45	19.50	150	0.1051	2.27	0.05	32	0.013	Manilha
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	0.0162	12.00	34.00	150	0.1435	2.57	0.05	32	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coefficiente de Mannings n	Material
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	0.0162	12.66	40.50	150	0.1096	2.37	0.05	35	0.013	Manilha
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	0.0162	13.45	49.00	150	0.0965	2.30	0.05	36	0.013	Manilha
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	0.0162	13.97	32.00	150	0.0944	2.31	0.06	45	0.013	Manilha
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	0.0162	15.30	35.50	150	0.0315	1.58	0.08	71	0.013	Manilha
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	0.0162	16.12	50.50	200	0.0036	0.70	0.14	67	0.013	Manilha
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	0.0162	22.50	35.50	200	0.0113	1.18	0.12	57	0.013	Manilha
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	0.0162	23.27	47.50	200	0.0442	1.98	0.08	109	0.013	Manilha
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	0.0162	0.75	46.50	150	0.0237	0.60	0.02	32	0.013	Manilha
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	0.0162	0.36	22.50	150	0.1849	0.99	0.01	7	0.013	Manilha
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	0.0162	0.80	27.00	150	0.1111	1.06	0.01	9	0.013	Manilha
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	0.0162	1.07	16.50	150	0.1527	1.29	0.01	11	0.013	Manilha
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	0.0162	1.41	21.00	150	0.0886	1.16	0.02	12	0.013	Manilha
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	0.0162	1.76	21.50	150	0.0935	1.26	0.02	14	0.013	Manilha
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	0.0162	2.07	19.00	150	0.0974	1.34	0.02	14	0.013	Manilha
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	0.0162	2.64	35.50	150	0.1211	1.56	0.02	18	0.013	Manilha
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	0.0162	3.20	34.50	150	0.0432	1.15	0.03	29	0.013	Manilha
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	3.20	2.00	0.0162	5.81	62.50	150	0.0162	0.96	0.06	37	0.013	Manilha
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	0.0162	0.79	49.00	150	0.0412	0.75	0.02	15	0.013	Manilha
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	0.0162	1.60	49.50	150	0.0192	0.70	0.03	18	0.013	Manilha
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	0.0162	0.83	51.00	150	0.0414	0.76	0.02	79	0.013	Manilha
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	0.0162	1.08	66.50	230	0.0305	0.70	0.02	9	0.013	Manilha
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	0.0162	3.48	85.50	380x230	0.0035	0.36	0.03	12	0.013	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	0.0162	4.87	85.50	380x230	0.0035	0.41	0.03	15	0.013	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	0.0162	6.16	79.50	380x230	0.0031	0.43	0.04	19	0.013	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	0.0162	7.01	53.00	380x230	0.0021	0.39	0.05	21	0.013	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	0.0162	7.49	29.50	380x230	0.0058	0.56	0.04	21	0.013	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	0.0162	8.26	47.50	380	0.0072	0.72	0.06	29	0.013	Manilha
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	0.0162	23.20	72.50	380	0.0011	0.50	0.16	43	0.013	Manilha
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	0.0162	38.82	20.00	400	0.0525	2.28	0.08	27	0.013	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	0.0162	1.02	63.00	150	0.0333	0.75	0.02	13	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coefficiente de Mannings n	Material
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	0.0162	0.36	22.50	150	0.1133	0.84	0.01	6	0.013	Manilha
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	0.0162	1.17	50.00	150	0.0914	1.11	0.02	11	0.013	Manilha
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	0.0162	1.37	12.00	150	0.1475	1.37	0.02	12	0.013	Manilha
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	0.0162	2.06	42.50	150	0.1047	1.37	0.02	15	0.013	Manilha
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	0.0162	2.33	17.00	150	0.0588	1.16	0.03	34	0.013	Manilha
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	0.0162	11.29	21.00	250	0.0076	0.84	0.08	31	0.013	Manilha
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	0.0162	12.24	58.50	250	0.0092	0.93	0.08	31	0.013	Manilha
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	0.0162	12.87	39.00	250	0.0090	0.93	0.08	35	0.013	Manilha
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	0.0162	13.58	44.00	300	0.0041	0.70	0.09	31	0.013	Manilha
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	0.0162	13.76	11.00	300	0.0355	1.52	0.06	36	0.013	Manilha
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	0.0162	1.32	81.50	230	0.0050	0.39	0.03	13	0.013	Manilha
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	0.0162	1.51	12.00	230	0.0142	0.59	0.03	31	0.013	Manilha
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	0.0162	8.40	80.00	230	0.0011	0.39	0.12	54	0.013	Manilha
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	0.0162	8.62	13.50	230	0.0007	0.33	0.14	58	0.013	Manilha
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	0.0162	0.46	28.50	150	0.0646	0.74	0.01	8	0.013	Manilha
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	0.0162	0.90	27.00	150	0.0970	1.05	0.01	9	0.013	Manilha
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	0.0162	1.14	15.00	150	0.1500	1.31	0.01	10	0.013	Manilha
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	0.0162	1.44	18.50	150	0.1432	1.38	0.02	11	0.013	Manilha
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	0.0162	1.66	13.50	150	0.1652	1.51	0.02	12	0.013	Manilha
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	0.0162	1.92	16.00	150	0.1169	1.40	0.02	13	0.013	Manilha
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	0.0162	2.21	18.00	150	0.1389	1.55	0.02	13	0.013	Manilha
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	0.0162	2.75	33.50	150	0.1346	1.64	0.02	15	0.013	Manilha
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	0.0162	3.08	20.00	150	0.1350	1.69	0.02	16	0.013	Manilha
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	0.0162	3.27	12.00	150	0.2417	2.12	0.02	16	0.013	Manilha
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	0.0162	3.45	11.00	150	0.1191	1.68	0.03	19	0.013	Manilha
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	0.0162	3.99	33.00	150	0.0797	1.52	0.03	20	0.013	Manilha
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	0.0162	4.65	41.00	150	0.1190	1.83	0.03	24	0.013	Manilha
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	0.0162	5.59	58.00	150	0.0390	1.30	0.04	29	0.013	Manilha
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	0.0162	1.00	61.50	230	0.0024	0.28	0.03	14	0.013	Manilha
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	0.0162	1.52	32.50	230	0.0403	0.85	0.02	13	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coefficiente de Mannings n	Material
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	0.0162	7.10	40.50	230	0.0528	1.48	0.04	19	0.013	Manilha
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	0.0162	7.87	47.00	230	0.0285	1.23	0.05	21	0.013	Manilha
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	0.0162	8.69	51.00	230	0.0286	1.27	0.05	28	0.013	Manilha
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	0.0162	9.68	61.00	230	0.0057	0.73	0.08	41	0.013	Manilha
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	0.0162	11.28	99.00	230	0.0025	0.57	0.11	47	0.013	Manilha
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	0.0162	12.45	72.00	300	0.0025	0.57	0.10	34	0.013	Manilha
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	0.0162	13.08	39.00	300	0.0059	0.79	0.08	30	0.013	Manilha
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	0.0162	14.00	57.00	300	0.0037	0.68	0.10	33	0.013	Manilha
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	0.0162	15.30	80.00	300	0.0038	0.70	0.10	34	0.013	Manilha
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	0.0162	0.82	50.50	150	0.1224	1.10	0.01	13	0.013	Manilha
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	0.0162	1.61	49.00	150	0.0214	0.73	0.03	18	0.013	Manilha
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	0.0162	1.94	20.00	150	0.0275	0.84	0.03	18	0.013	Manilha
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	0.0162	2.80	53.50	150	0.0813	1.38	0.03	17	0.013	Manilha
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	0.0162	3.39	36.00	150	0.1106	1.62	0.03	21	0.013	Manilha
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	0.0162	3.73	21.50	150	0.0358	1.12	0.04	24	0.013	Manilha
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	7.70	6.34	0.0162	4.92	14.50	150	0.0524	1.39	0.04	25	0.013	Manilha
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	8.10	7.10	0.0162	0.96	59.00	150	0.0212	0.62	0.02	19	0.013	Manilha
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	0.0162	0.78	48.00	150	0.0133	0.50	0.02	19	0.013	Manilha
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	0.0162	1.78	62.00	150	0.0082	0.54	0.04	27	0.013	Manilha
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	0.0162	2.72	58.00	150	0.0083	0.61	0.04	30	0.013	Manilha
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.0162	3.82	32.00	150	0.0156	0.84	0.05	41	0.013	Manilha
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	0.0162	5.19	54.00	150	0.0035	0.53	0.08	55	0.013	Manilha
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	0.0162	5.84	40.00	150	0.0035	0.54	0.09	59	0.013	Manilha
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	0.0162	6.39	34.00	150	0.0035	0.56	0.09	60	0.013	Manilha
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	0.0162	6.95	34.50	150	0.0049	0.64	0.09	74	0.013	Manilha
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	0.0162	0.58	36.00	150	0.0139	0.46	0.02	12	0.013	Manilha
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.0162	0.49	30.50	150	0.0164	0.47	0.02	32	0.013	Manilha

Tabela A4 - Planilha de Dimensionamento da Sub-bacia da Elevatória José Mariano para a Hipótese 2.

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro / Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	0.02277	1.06	46.50	300	0.0131	0.50	0.02	11	0.013	Manilha
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	0.02277	3.81	121.00	300	0.0064	0.57	0.05	16	0.013	Manilha
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	0.02277	5.74	84.50	300	0.0077	0.68	0.05	23	0.013	Manilha
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	0.02277	7.08	59.00	300	0.0014	0.39	0.09	30	0.013	Manilha
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	0.02277	8.14	46.50	300	0.0110	0.86	0.06	27	0.013	Manilha
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	0.02277	10.12	46.50	300	0.0015	0.45	0.11	36	0.013	Manilha
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	0.02277	11.36	54.50	300	0.0015	0.46	0.11	37	0.013	Manilha
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	0.02277	13.89	16.00	300	0.0050	0.76	0.09	40	0.013	Manilha
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	0.02277	15.13	54.50	300	0.0009	0.42	0.15	50	0.013	Manilha
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	0.02277	16.51	60.50	300	0.0013	0.49	0.14	51	0.013	Manilha
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	0.02277	17.69	52.00	300	0.0025	0.43	0.17	77	0.013	Manilha
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	0.02277	18.08	17.00	300	0.0024	0.25	0.30	104	0.013	Manilha
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	0.02277	30.85	87.00	300	0.0017	0.42	0.33	121	0.013	Manilha
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	0.02277	32.57	75.50	300	0.0037	0.45	0.40	165	0.013	Manilha
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	0.02277	34.18	70.50	300	0.0035	0.47	0.60	226	0.013	Manilha
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	0.02277	38.19	116.00	300	0.0041	0.52	0.77	304	0.013	Manilha
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	0.02277	72.66	77.50	300	0.0010	1.00	1.08	301	0.013	Manilha
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	0.02277	74.91	48.00	300	0.0035	1.03	0.76	232	0.013	Manilha
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	0.02277	76.05	50.00	300	0.0030	1.04	0.66	195	0.013	Manilha
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	0.02277	76.63	25.50	250	0.0039	1.51	0.53	150	0.013	Manilha
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	0.02277	141.21	10.50	400	0.0352	2.86	0.17	41	0.013	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.02277	141.22	0.50	400	1.6600	11.27	0.06	15	0.013	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	0.02277	0.92	40.50	150	0.0244	0.65	0.02	41	0.013	Manilha
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	0.02277	1.31	57.50	150	0.0327	0.80	0.02	17	0.013	Manilha
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	0.02277	2.16	37.50	150	0.0304	0.90	0.03	39	0.013	Manilha
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	0.02277	1.65	72.50	150	0.0532	1.01	0.02	18	0.013	Manilha
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	0.02277	2.23	25.50	150	0.0204	0.79	0.03	32	0.013	Manilha
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	0.02277	5.79	42.00	150	0.0095	0.79	0.06	50	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro / Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	0.02277	8.77	70.00	150	0.0079	0.81	0.09	93	0.013	Manilha
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	0.02277	10.79	26.50	150	0.0019	0.59	0.20	105	0.013	Manilha
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	0.02277	1.13	49.50	150	0.0051	0.40	0.03	36	0.013	Manilha
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	0.02277	2.61	65.00	150	0.0011	0.29	0.08	50	0.013	Manilha
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	0.02277	1.38	60.50	150	0.0876	1.15	0.02	34	0.013	Manilha
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	0.02277	1.42	62.50	150	0.0757	1.10	0.02	71	0.013	Manilha
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	0.02277	1.37	60.00	150	0.0357	0.83	0.02	261	0.013	Manilha
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	0.02277	0.32	14.00	150	0.0929	0.75	0.01	8	0.013	Manilha
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	0.02277	0.67	15.50	150	0.0452	0.73	0.01	10	0.013	Manilha
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	0.02277	1.07	17.50	150	0.1429	1.26	0.01	11	0.013	Manilha
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	0.02277	1.83	33.50	150	0.1194	1.39	0.02	15	0.013	Manilha
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	0.02277	2.52	30.00	150	0.0733	1.29	0.03	16	0.013	Manilha
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	0.02277	2.95	19.00	150	0.2684	2.13	0.02	16	0.013	Manilha
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	0.02277	3.51	24.50	150	0.0980	1.57	0.03	19	0.013	Manilha
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	0.02277	3.83	14.00	150	0.0929	1.58	0.03	20	0.013	Manilha
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	0.02277	4.28	20.00	150	0.0750	1.52	0.03	22	0.013	Manilha
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	0.02277	5.93	72.50	150	0.0979	1.84	0.04	25	0.013	Manilha
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	0.02277	6.52	26.00	150	0.0662	1.64	0.04	28	0.013	Manilha
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	0.02277	8.54	88.50	150	0.0913	1.99	0.04	29	0.013	Manilha
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	0.02277	9.73	52.50	150	0.1070	2.18	0.04	29	0.013	Manilha
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	0.02277	10.01	12.00	150	0.1317	2.37	0.04	31	0.013	Manilha
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	0.02277	12.25	98.50	150	0.1034	2.30	0.05	34	0.013	Manilha
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	0.02277	12.85	26.50	150	0.0932	2.25	0.05	35	0.013	Manilha
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	0.02277	13.40	24.00	150	0.1383	2.62	0.05	33	0.013	Manilha
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	0.02277	13.73	14.50	150	0.1228	2.53	0.05	36	0.013	Manilha
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	0.02277	14.25	23.00	150	0.0826	2.21	0.06	39	0.013	Manilha
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	0.02277	14.64	17.00	150	0.0853	2.25	0.06	39	0.013	Manilha
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	0.02277	15.07	19.00	150	0.0947	2.36	0.06	38	0.013	Manilha
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	0.02277	15.65	25.50	150	0.1118	2.53	0.06	38	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro / Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	0.02277	16.10	19.50	150	0.1051	2.50	0.06	38	0.013	Manilha
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	0.02277	16.87	34.00	150	0.1435	2.83	0.06	38	0.013	Manilha
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	0.02277	17.79	40.50	150	0.1096	2.60	0.06	42	0.013	Manilha
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	0.02277	18.91	49.00	150	0.0965	2.52	0.07	43	0.013	Manilha
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	0.02277	19.64	32.00	150	0.0944	2.53	0.07	55	0.013	Manilha
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	0.02277	21.51	35.50	150	0.0315	1.70	0.10	101	0.013	Manilha
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	0.02277	22.66	50.50	200	0.0036	0.70	0.21	92	0.013	Manilha
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	0.02277	31.63	35.50	200	0.0113	1.26	0.15	72	0.013	Manilha
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	0.02277	32.71	47.50	200	0.0442	2.16	0.10	289	0.013	Manilha
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	0.02277	1.06	46.50	150	0.0237	0.67	0.02	40	0.013	Manilha
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	0.02277	0.51	22.50	150	0.1849	1.10	0.01	8	0.013	Manilha
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	0.02277	1.13	27.00	150	0.1111	1.17	0.02	10	0.013	Manilha
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	0.02277	1.50	16.50	150	0.1527	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	0.02277	1.98	21.00	150	0.0886	1.28	0.02	15	0.013	Manilha
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	0.02277	2.47	21.50	150	0.0935	1.39	0.02	16	0.013	Manilha
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	0.02277	2.90	19.00	150	0.0974	1.48	0.03	17	0.013	Manilha
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	0.02277	3.71	35.50	150	0.1211	1.72	0.03	21	0.013	Manilha
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	0.02277	4.50	34.50	150	0.0432	1.27	0.04	35	0.013	Manilha
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	3.20	2.00	0.02277	8.16	62.50	150	0.0162	1.05	0.07	44	0.013	Manilha
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	0.02277	1.12	49.00	150	0.0412	0.83	0.02	17	0.013	Manilha
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	0.02277	2.24	49.50	150	0.0192	0.78	0.03	22	0.013	Manilha
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	0.02277	1.16	51.00	150	0.0414	0.84	0.02	254	0.013	Manilha
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	0.02277	1.51	66.50	230	0.0305	0.77	0.02	11	0.013	Manilha
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	0.02277	4.90	85.50	380x230	0.0035	0.41	0.03	15	0.013	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	0.02277	6.84	85.50	380x230	0.0035	0.46	0.04	19	0.013	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	0.02277	8.65	79.50	380x230	0.0031	0.48	0.05	23	0.013	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	0.02277	9.86	53.00	380x230	0.0021	0.44	0.06	26	0.013	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	0.02277	10.53	29.50	380x230	0.0058	0.63	0.04	25	0.013	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	0.02277	11.61	47.50	380	0.0072	0.80	0.07	35	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro / Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	0.02277	32.61	72.50	380	0.0011	0.54	0.20	52	0.013	Manilha
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	0.02277	54.57	20.00	400	0.0525	2.52	0.09	32	0.013	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	0.02277	1.43	63.00	150	0.0333	0.83	0.02	15	0.013	Manilha
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	0.02277	0.51	22.50	150	0.1133	0.92	0.01	7	0.013	Manilha
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	0.02277	1.65	50.00	150	0.0914	1.23	0.02	13	0.013	Manilha
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	0.02277	1.92	12.00	150	0.1475	1.52	0.02	14	0.013	Manilha
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	0.02277	2.89	42.50	150	0.1047	1.52	0.02	18	0.013	Manilha
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	0.02277	3.28	17.00	150	0.0588	1.29	0.03	41	0.013	Manilha
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	0.02277	15.87	21.00	250	0.0076	0.93	0.09	37	0.013	Manilha
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	0.02277	17.20	58.50	250	0.0092	1.02	0.09	37	0.013	Manilha
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	0.02277	18.09	39.00	250	0.0090	1.02	0.10	41	0.013	Manilha
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	0.02277	19.09	44.00	300	0.0041	0.77	0.11	37	0.013	Manilha
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	0.02277	19.34	11.00	300	0.0355	1.67	0.07	43	0.013	Manilha
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	0.02277	1.86	81.50	230	0.0050	0.43	0.04	16	0.013	Manilha
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	0.02277	2.13	12.00	230	0.0142	0.65	0.03	38	0.013	Manilha
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	0.02277	11.81	80.00	230	0.0011	0.42	0.15	68	0.013	Manilha
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	0.02277	12.11	13.50	230	0.0007	0.36	0.17	74	0.013	Manilha
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	0.02277	0.65	28.50	150	0.0646	0.82	0.01	10	0.013	Manilha
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	0.02277	1.26	27.00	150	0.0970	1.16	0.02	11	0.013	Manilha
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	0.02277	1.61	15.00	150	0.1500	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	0.02277	2.03	18.50	150	0.1432	1.53	0.02	13	0.013	Manilha
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	0.02277	2.33	13.50	150	0.1652	1.67	0.02	14	0.013	Manilha
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	0.02277	2.70	16.00	150	0.1169	1.55	0.02	15	0.013	Manilha
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	0.02277	3.11	18.00	150	0.1389	1.72	0.02	16	0.013	Manilha
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	0.02277	3.87	33.50	150	0.1346	1.81	0.03	18	0.013	Manilha
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	0.02277	4.33	20.00	150	0.1350	1.88	0.03	18	0.013	Manilha
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	0.02277	4.60	12.00	150	0.2417	2.34	0.03	18	0.013	Manilha
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	0.02277	4.85	11.00	150	0.1191	1.86	0.03	22	0.013	Manilha
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	0.02277	5.60	33.00	150	0.0797	1.68	0.04	24	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro / Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	0.02277	6.53	41.00	150	0.1190	2.02	0.04	29	0.013	Manilha
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	0.02277	7.86	58.00	150	0.0390	1.43	0.05	34	0.013	Manilha
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	0.02277	1.40	61.50	230	0.0024	0.31	0.04	16	0.013	Manilha
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	0.02277	2.14	32.50	230	0.0403	0.94	0.02	15	0.013	Manilha
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	0.02277	9.98	40.50	230	0.0528	1.64	0.05	22	0.013	Manilha
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	0.02277	11.05	47.00	230	0.0285	1.36	0.06	25	0.013	Manilha
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	0.02277	12.22	51.00	230	0.0286	1.40	0.06	34	0.013	Manilha
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	0.02277	13.61	61.00	230	0.0057	0.81	0.10	50	0.013	Manilha
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	0.02277	15.86	99.00	230	0.0025	0.62	0.14	58	0.013	Manilha
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	0.02277	17.50	72.00	300	0.0025	0.63	0.12	41	0.013	Manilha
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	0.02277	18.39	39.00	300	0.0059	0.87	0.10	36	0.013	Manilha
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	0.02277	19.68	57.00	300	0.0037	0.75	0.12	40	0.013	Manilha
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	0.02277	21.51	80.00	300	0.0038	0.77	0.12	41	0.013	Manilha
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	0.02277	1.15	50.50	150	0.1224	1.22	0.02	16	0.013	Manilha
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	0.02277	2.27	49.00	150	0.0214	0.81	0.03	21	0.013	Manilha
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	0.02277	2.72	20.00	150	0.0275	0.93	0.03	22	0.013	Manilha
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	0.02277	3.94	53.50	150	0.0813	1.53	0.03	20	0.013	Manilha
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	0.02277	4.76	36.00	150	0.1106	1.80	0.03	24	0.013	Manilha
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	0.02277	5.25	21.50	150	0.0358	1.24	0.04	29	0.013	Manilha
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	7.70	6.34	0.02277	6.92	14.50	150	0.0524	1.54	0.05	30	0.013	Manilha
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	8.10	7.10	0.02277	1.34	59.00	150	0.0212	0.69	0.02	23	0.013	Manilha
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	0.02277	1.09	48.00	150	0.0133	0.55	0.03	22	0.013	Manilha
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	0.02277	2.50	62.00	150	0.0082	0.59	0.04	32	0.013	Manilha
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	0.02277	3.83	58.00	150	0.0083	0.67	0.05	35	0.013	Manilha
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	5.37	32.00	150	0.0156	0.93	0.05	51	0.013	Manilha
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	0.02277	7.30	54.00	150	0.0035	0.57	0.10	69	0.013	Manilha
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	0.02277	8.21	40.00	150	0.0035	0.58	0.11	75	0.013	Manilha
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	0.02277	8.98	34.00	150	0.0035	0.59	0.12	78	0.013	Manilha
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	0.02277	9.77	34.50	150	0.0049	0.69	0.11	91	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro / Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	0.02277	0.82	36.00	150	0.0139	0.51	0.02	14	0.013	Manilha
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	0.69	30.50	150	0.0164	0.52	0.02	39	0.013	Manilha

Tabela A5: Planilha de Dimensionamento da Sub-bacia da Elevatória José Mariano para a Hipótese 3.

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	0.02277	1.06	46.50	300	0.0131	0.50	0.02	11	0.013	Manilha
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	0.02277	3.81	121.00	300	0.0064	0.57	0.05	16	0.013	Manilha
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	0.02277	5.74	84.50	300	0.0077	0.68	0.05	23	0.013	Manilha
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	0.02277	7.08	59.00	300	0.0014	0.39	0.09	30	0.013	Manilha
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	0.02277	8.14	46.50	300	0.0110	0.86	0.06	27	0.013	Manilha
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	0.02277	10.12	46.50	300	0.0015	0.45	0.11	36	0.013	Manilha
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	0.02277	11.36	54.50	300	0.0015	0.46	0.11	37	0.013	Manilha
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	0.02277	13.89	16.00	300	0.0050	0.76	0.09	40	0.013	Manilha
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	0.02277	15.13	54.50	300	0.0009	0.42	0.15	50	0.013	Manilha
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	0.02277	16.51	60.50	300	0.0013	0.49	0.14	51	0.013	Manilha
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	0.02277	17.69	52.00	300	0.0025	0.43	0.17	77	0.013	Manilha
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	0.02277	18.08	17.00	300	0.0024	0.25	0.30	104	0.013	Manilha
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	0.02277	30.85	87.00	300	0.0017	0.42	0.33	121	0.013	Manilha
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	0.02277	32.57	75.50	300	0.0037	0.45	0.40	165	0.013	Manilha
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	0.02277	34.18	70.50	300	0.0035	0.47	0.60	226	0.013	Manilha
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	0.02277	38.19	116.00	300	0.0041	0.52	0.77	304	0.013	Manilha
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	0.02277	72.66	77.50	300	0.0010	1.00	1.08	301	0.013	Manilha
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	0.02277	74.91	48.00	300	0.0035	1.03	0.76	232	0.013	Manilha
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	0.02277	76.05	50.00	300	0.0030	1.04	0.66	195	0.013	Manilha
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	0.02277	76.63	25.50	250	0.0039	1.51	0.53	150	0.013	Manilha
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	0.02277	216.21	10.50	400	0.0352	3.19	0.21	52	0.013	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.02277	216.22	0.50	400	1.6600	12.81	0.08	19	0.013	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	0.02277	0.92	40.50	150	0.0244	0.65	0.02	41	0.013	Manilha
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	0.02277	1.31	57.50	150	0.0327	0.80	0.02	17	0.013	Manilha
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	0.02277	2.16	37.50	150	0.0304	0.90	0.03	39	0.013	Manilha
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	0.02277	1.65	72.50	150	0.0532	1.01	0.02	18	0.013	Manilha
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	0.02277	2.23	25.50	150	0.0204	0.79	0.03	32	0.013	Manilha
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	0.02277	5.79	42.00	150	0.0095	0.79	0.06	50	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	0.02277	8.77	70.00	150	0.0079	0.81	0.09	93	0.013	Manilha
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	0.02277	10.79	26.50	150	0.0019	0.59	0.20	105	0.013	Manilha
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	0.02277	1.13	49.50	150	0.0051	0.40	0.03	36	0.013	Manilha
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	0.02277	2.61	65.00	150	0.0011	0.29	0.08	50	0.013	Manilha
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	0.02277	1.38	60.50	150	0.0876	1.15	0.02	34	0.013	Manilha
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	0.02277	1.42	62.50	150	0.0757	1.10	0.02	71	0.013	Manilha
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	0.02277	1.37	60.00	150	0.0357	0.83	0.02	261	0.013	Manilha
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	0.02277	0.32	14.00	150	0.0929	0.75	0.01	8	0.013	Manilha
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	0.02277	0.67	15.50	150	0.0452	0.73	0.01	10	0.013	Manilha
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	0.02277	1.07	17.50	150	0.1429	1.26	0.01	11	0.013	Manilha
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	0.02277	1.83	33.50	150	0.1194	1.39	0.02	15	0.013	Manilha
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	0.02277	2.52	30.00	150	0.0733	1.29	0.03	16	0.013	Manilha
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	0.02277	2.95	19.00	150	0.2684	2.13	0.02	16	0.013	Manilha
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	0.02277	3.51	24.50	150	0.0980	1.57	0.03	19	0.013	Manilha
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	0.02277	3.83	14.00	150	0.0929	1.58	0.03	20	0.013	Manilha
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	0.02277	4.28	20.00	150	0.0750	1.52	0.03	22	0.013	Manilha
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	0.02277	5.93	72.50	150	0.0979	1.84	0.04	25	0.013	Manilha
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	0.02277	6.52	26.00	150	0.0662	1.64	0.04	28	0.013	Manilha
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	0.02277	8.54	88.50	150	0.0913	1.99	0.04	29	0.013	Manilha
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	0.02277	9.73	52.50	150	0.1070	2.18	0.04	29	0.013	Manilha
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	0.02277	10.01	12.00	150	0.1317	2.37	0.04	31	0.013	Manilha
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	0.02277	12.25	98.50	150	0.1034	2.30	0.05	34	0.013	Manilha
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	0.02277	12.85	26.50	150	0.0932	2.25	0.05	35	0.013	Manilha
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	0.02277	13.40	24.00	150	0.1383	2.62	0.05	33	0.013	Manilha
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	0.02277	13.73	14.50	150	0.1228	2.53	0.05	36	0.013	Manilha
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	0.02277	14.25	23.00	150	0.0826	2.21	0.06	39	0.013	Manilha
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	0.02277	14.64	17.00	150	0.0853	2.25	0.06	39	0.013	Manilha
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	0.02277	15.07	19.00	150	0.0947	2.36	0.06	38	0.013	Manilha
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	0.02277	15.65	25.50	150	0.1118	2.53	0.06	38	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	0.02277	16.10	19.50	150	0.1051	2.50	0.06	38	0.013	Manilha
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	0.02277	16.87	34.00	150	0.1435	2.83	0.06	38	0.013	Manilha
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	0.02277	17.79	40.50	150	0.1096	2.60	0.06	42	0.013	Manilha
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	0.02277	18.91	49.00	150	0.0965	2.52	0.07	43	0.013	Manilha
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	0.02277	19.64	32.00	150	0.0944	2.53	0.07	55	0.013	Manilha
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	0.02277	21.51	35.50	150	0.0315	1.70	0.10	101	0.013	Manilha
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	0.02277	22.66	50.50	200	0.0036	0.70	0.21	92	0.013	Manilha
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	0.02277	31.63	35.50	200	0.0113	1.26	0.15	72	0.013	Manilha
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	0.02277	32.71	47.50	200	0.0442	2.16	0.10	289	0.013	Manilha
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	0.02277	1.06	46.50	150	0.0237	0.67	0.02	40	0.013	Manilha
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	0.02277	0.51	22.50	150	0.1849	1.10	0.01	8	0.013	Manilha
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	0.02277	1.13	27.00	150	0.1111	1.17	0.02	10	0.013	Manilha
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	0.02277	1.50	16.50	150	0.1527	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	0.02277	1.98	21.00	150	0.0886	1.28	0.02	15	0.013	Manilha
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	0.02277	2.47	21.50	150	0.0935	1.39	0.02	16	0.013	Manilha
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	0.02277	2.90	19.00	150	0.0974	1.48	0.03	17	0.013	Manilha
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	0.02277	3.71	35.50	150	0.1211	1.72	0.03	21	0.013	Manilha
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	0.02277	4.50	34.50	150	0.0432	1.27	0.04	35	0.013	Manilha
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	3.20	2.00	0.02277	8.16	62.50	150	0.0162	1.05	0.07	44	0.013	Manilha
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	0.02277	1.12	49.00	150	0.0412	0.83	0.02	17	0.013	Manilha
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	0.02277	2.24	49.50	150	0.0192	0.78	0.03	22	0.013	Manilha
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	0.02277	1.16	51.00	150	0.0414	0.84	0.02	254	0.013	Manilha
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	0.02277	1.51	66.50	230	0.0305	0.77	0.02	11	0.013	Manilha
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	0.02277	4.90	85.50	380x230	0.0035	0.41	0.03	15	0.013	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	0.02277	6.84	85.50	380x230	0.0035	0.46	0.04	19	0.013	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	0.02277	8.65	79.50	380x230	0.0031	0.48	0.05	23	0.013	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	0.02277	9.86	53.00	380x230	0.0021	0.44	0.06	26	0.013	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	0.02277	10.53	29.50	380x230	0.0058	0.63	0.04	25	0.013	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	0.02277	11.61	47.50	380	0.0072	0.80	0.07	35	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	0.02277	32.61	72.50	380	0.0011	0.54	0.20	52	0.013	Manilha
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	0.02277	129.57	20.00	400	0.0525	3.23	0.14	44	0.013	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	0.02277	1.43	63.00	150	0.0333	0.83	0.02	15	0.013	Manilha
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	0.02277	0.51	22.50	150	0.1133	0.92	0.01	7	0.013	Manilha
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	0.02277	1.65	50.00	150	0.0914	1.23	0.02	13	0.013	Manilha
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	0.02277	1.92	12.00	150	0.1475	1.52	0.02	14	0.013	Manilha
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	0.02277	2.89	42.50	150	0.1047	1.52	0.02	18	0.013	Manilha
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	0.02277	3.28	17.00	150	0.0588	1.29	0.03	41	0.013	Manilha
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	0.02277	15.87	21.00	250	0.0076	0.93	0.09	37	0.013	Manilha
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	0.02277	17.20	58.50	250	0.0092	1.02	0.09	37	0.013	Manilha
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	0.02277	18.09	39.00	250	0.0090	1.02	0.10	41	0.013	Manilha
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	0.02277	19.09	44.00	300	0.0041	0.77	0.11	37	0.013	Manilha
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	0.02277	19.34	11.00	300	0.0355	1.67	0.07	43	0.013	Manilha
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	0.02277	1.86	81.50	230	0.0050	0.43	0.04	16	0.013	Manilha
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	0.02277	2.13	12.00	230	0.0142	0.65	0.03	38	0.013	Manilha
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	0.02277	11.81	80.00	230	0.0011	0.42	0.15	68	0.013	Manilha
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	0.02277	12.11	13.50	230	0.0007	0.36	0.17	74	0.013	Manilha
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	0.02277	0.65	28.50	150	0.0646	0.82	0.01	10	0.013	Manilha
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	0.02277	1.26	27.00	150	0.0970	1.16	0.02	11	0.013	Manilha
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	0.02277	1.61	15.00	150	0.1500	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	0.02277	2.03	18.50	150	0.1432	1.53	0.02	13	0.013	Manilha
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	0.02277	2.33	13.50	150	0.1652	1.67	0.02	14	0.013	Manilha
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	0.02277	2.70	16.00	150	0.1169	1.55	0.02	15	0.013	Manilha
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	0.02277	3.11	18.00	150	0.1389	1.72	0.02	16	0.013	Manilha
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	0.02277	3.87	33.50	150	0.1346	1.81	0.03	18	0.013	Manilha
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	0.02277	4.33	20.00	150	0.1350	1.88	0.03	18	0.013	Manilha
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	0.02277	4.60	12.00	150	0.2417	2.34	0.03	18	0.013	Manilha
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	0.02277	4.85	11.00	150	0.1191	1.86	0.03	22	0.013	Manilha
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	0.02277	5.60	33.00	150	0.0797	1.68	0.04	24	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	0.02277	6.53	41.00	150	0.1190	2.02	0.04	29	0.013	Manilha
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	0.02277	7.86	58.00	150	0.0390	1.43	0.05	34	0.013	Manilha
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	0.02277	1.40	61.50	230	0.0024	0.31	0.04	16	0.013	Manilha
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	0.02277	2.14	32.50	230	0.0403	0.94	0.02	15	0.013	Manilha
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	0.02277	9.98	40.50	230	0.0528	1.64	0.05	22	0.013	Manilha
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	0.02277	11.05	47.00	230	0.0285	1.36	0.06	25	0.013	Manilha
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	0.02277	12.22	51.00	230	0.0286	1.40	0.06	47	0.013	Manilha
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	0.02277	13.61	61.00	230	0.0057	0.44	0.16	134	0.013	Manilha
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	0.02277	15.86	99.00	230	0.0025	0.37	0.47	234	0.013	Manilha
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	0.02277	17.50	72.00	300	0.0025	0.24	0.62	230	0.013	Manilha
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	0.02277	18.39	39.00	300	0.0059	0.25	0.78	292	0.013	Manilha
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	0.02277	94.68	57.00	300	0.0037	1.30	1.00	279	0.013	Manilha
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	0.02277	96.51	80.00	300	0.0038	1.32	0.70	160	0.013	Manilha
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	0.02277	1.15	50.50	150	0.1224	1.22	0.02	16	0.013	Manilha
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	0.02277	2.27	49.00	150	0.0214	0.81	0.03	21	0.013	Manilha
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	0.02277	2.72	20.00	150	0.0275	0.93	0.03	22	0.013	Manilha
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	0.02277	3.94	53.50	150	0.0813	1.53	0.03	20	0.013	Manilha
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	0.02277	4.76	36.00	150	0.1106	1.80	0.03	24	0.013	Manilha
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	0.02277	5.25	21.50	150	0.0358	1.24	0.04	29	0.013	Manilha
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	7.70	6.34	0.02277	6.92	14.50	150	0.0524	1.54	0.05	30	0.013	Manilha
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	8.10	7.10	0.02277	1.34	59.00	150	0.0212	0.69	0.02	23	0.013	Manilha
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	0.02277	1.09	48.00	150	0.0133	0.55	0.03	22	0.013	Manilha
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	0.02277	2.50	62.00	150	0.0082	0.59	0.04	32	0.013	Manilha
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	0.02277	3.83	58.00	150	0.0083	0.67	0.05	35	0.013	Manilha
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	5.37	32.00	150	0.0156	0.93	0.05	51	0.013	Manilha
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	0.02277	7.30	54.00	150	0.0035	0.57	0.10	69	0.013	Manilha
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	0.02277	8.21	40.00	150	0.0035	0.58	0.11	89	0.013	Manilha
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	0.02277	8.98	34.00	150	0.0035	0.49	0.16	109	0.013	Manilha
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	0.02277	9.77	34.50	150	0.0049	0.54	0.17	125	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	0.02277	0.82	36.00	150	0.0139	0.51	0.02	14	0.013	Manilha
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	0.69	30.50	150	0.0164	0.52	0.02	39	0.013	Manilha

Tabela A6: Planilha de Dimensionamento da Sub-bacia da Elevatória José Mariano para a Hipótese 4.

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	0.0162	0.75	46.50	300	0.0131	0.14	0.02	9	0.013	Manilha
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	0.0162	2.71	121.00	300	0.0064	0.41	0.04	14	0.013	Manilha
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	0.0162	4.08	84.50	300	0.0077	0.29	0.04	20	0.013	Manilha
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	0.0162	5.04	59.00	300	0.0014	0.36	0.08	25	0.013	Manilha
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	0.0162	5.79	46.50	300	0.0110	0.33	0.05	23	0.013	Manilha
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	0.0162	7.20	46.50	300	0.0015	0.37	0.09	30	0.013	Manilha
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	0.0162	8.08	54.50	300	0.0015	0.42	0.09	31	0.013	Manilha
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	0.0162	9.88	16.00	300	0.0050	0.35	0.08	33	0.013	Manilha
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	0.0162	10.76	54.50	300	0.0009	0.38	0.12	41	0.013	Manilha
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	0.0162	11.75	60.50	300	0.0013	0.45	0.12	39	0.013	Manilha
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	0.0162	12.59	52.00	300	0.0025	0.49	0.10	36	0.013	Manilha
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	0.0162	12.86	17.00	300	0.0024	0.34	0.12	45	0.013	Manilha
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	0.0162	21.95	87.00	300	0.0017	0.58	0.16	51	0.013	Manilha
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	0.0162	23.17	75.50	300	0.0037	0.49	0.13	52	0.013	Manilha
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	0.0162	24.32	70.50	300	0.0035	0.33	0.19	99	0.013	Manilha
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	0.0162	27.17	116.00	300	0.0041	0.37	0.42	200	0.013	Manilha
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	0.0162	51.69	77.50	300	0.0010	0.71	0.80	243	0.013	Manilha
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	0.0162	53.30	48.00	300	0.0035	0.73	0.68	229	0.013	Manilha
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	0.0162	54.11	50.00	300	0.0030	0.74	0.71	236	0.013	Manilha
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	0.0162	54.52	25.50	250	0.0039	1.08	0.72	265	0.013	Manilha
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	0.0162	100.46	10.50	400	0.0352	0.78	0.62	197	0.013	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.0162	100.47	0.50	400	1.6600	0.78	0.97	342	0.013	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	0.0162	0.66	40.50	150	0.0244	0.06	0.02	35	0.013	Manilha
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	0.0162	0.93	57.50	150	0.0327	0.49	0.02	14	0.013	Manilha
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	0.0162	1.54	37.50	150	0.0304	0.17	0.02	33	0.013	Manilha
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	0.0162	1.17	72.50	150	0.0532	0.53	0.02	15	0.013	Manilha
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	0.0162	1.59	25.50	150	0.0204	0.28	0.03	27	0.013	Manilha
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	0.0162	4.12	42.00	150	0.0095	0.49	0.05	41	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	0.0162	6.24	70.00	150	0.0079	0.38	0.07	65	0.013	Manilha
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	0.0162	7.68	26.50	150	0.0019	0.51	0.13	80	0.013	Manilha
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	0.0162	0.80	49.50	150	0.0051	0.11	0.03	30	0.013	Manilha
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	0.0162	1.85	65.00	150	0.0011	0.26	0.06	41	0.013	Manilha
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	0.0162	0.98	60.50	150	0.0876	0.12	0.02	28	0.013	Manilha
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	0.0162	1.01	62.50	150	0.0757	0.06	0.02	47	0.013	Manilha
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	0.0162	0.97	60.00	150	0.0357	0.05	0.02	143	0.013	Manilha
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	0.0162	0.23	14.00	150	0.0929	0.31	0.01	7	0.013	Manilha
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	0.0162	0.48	15.50	150	0.0452	0.66	0.01	8	0.013	Manilha
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	0.0162	0.76	17.50	150	0.1429	0.73	0.01	9	0.013	Manilha
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	0.0162	1.30	33.50	150	0.1194	0.85	0.02	12	0.013	Manilha
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	0.0162	1.79	30.00	150	0.0733	1.16	0.02	14	0.013	Manilha
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	0.0162	2.10	19.00	150	0.2684	1.20	0.02	13	0.013	Manilha
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	0.0162	2.49	24.50	150	0.0980	1.31	0.02	16	0.013	Manilha
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	0.0162	2.72	14.00	150	0.0929	1.23	0.02	17	0.013	Manilha
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	0.0162	3.05	20.00	150	0.0750	1.20	0.03	19	0.013	Manilha
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	0.0162	4.22	72.50	150	0.0979	1.35	0.03	21	0.013	Manilha
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	0.0162	4.64	26.00	150	0.0662	1.38	0.03	23	0.013	Manilha
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	0.0162	6.08	88.50	150	0.0913	1.74	0.04	24	0.013	Manilha
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	0.0162	6.93	52.50	150	0.1070	1.98	0.04	25	0.013	Manilha
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	0.0162	7.12	12.00	150	0.1317	1.71	0.04	26	0.013	Manilha
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	0.0162	8.72	98.50	150	0.1034	1.95	0.04	29	0.013	Manilha
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	0.0162	9.14	26.50	150	0.0932	2.04	0.04	29	0.013	Manilha
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	0.0162	9.53	24.00	150	0.1383	2.24	0.04	28	0.013	Manilha
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	0.0162	9.77	14.50	150	0.1228	1.94	0.04	30	0.013	Manilha
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	0.0162	10.14	23.00	150	0.0826	2.00	0.05	32	0.013	Manilha
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	0.0162	10.42	17.00	150	0.0853	2.05	0.05	32	0.013	Manilha
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	0.0162	10.72	19.00	150	0.0947	2.15	0.05	32	0.013	Manilha
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	0.0162	11.14	25.50	150	0.1118	2.21	0.05	32	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	0.0162	11.45	19.50	150	0.1051	2.27	0.05	32	0.013	Manilha
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	0.0162	12.00	34.00	150	0.1435	2.25	0.05	32	0.013	Manilha
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	0.0162	12.66	40.50	150	0.1096	2.17	0.05	35	0.013	Manilha
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	0.0162	13.45	49.00	150	0.0965	2.30	0.05	36	0.013	Manilha
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	0.0162	13.97	32.00	150	0.0944	1.44	0.06	45	0.013	Manilha
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	0.0162	15.30	35.50	150	0.0315	0.89	0.08	71	0.013	Manilha
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	0.0162	16.12	50.50	200	0.0036	0.70	0.14	67	0.013	Manilha
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	0.0162	22.50	35.50	200	0.0113	1.18	0.12	57	0.013	Manilha
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	0.0162	23.27	47.50	200	0.0442	0.72	0.08	217	0.013	Manilha
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	0.0162	0.75	46.50	150	0.0237	0.08	0.02	32	0.013	Manilha
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	0.0162	0.36	22.50	150	0.1849	0.48	0.01	7	0.013	Manilha
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	0.0162	0.80	27.00	150	0.1111	0.97	0.01	9	0.013	Manilha
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	0.0162	1.07	16.50	150	0.1527	0.88	0.01	11	0.013	Manilha
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	0.0162	1.41	21.00	150	0.0886	1.01	0.02	12	0.013	Manilha
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	0.0162	1.76	21.50	150	0.0935	1.14	0.02	14	0.013	Manilha
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	0.0162	2.07	19.00	150	0.0974	1.22	0.02	14	0.013	Manilha
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	0.0162	2.64	35.50	150	0.1211	0.95	0.02	18	0.013	Manilha
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	0.0162	3.20	34.50	150	0.0432	0.53	0.03	29	0.013	Manilha
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	3.20	2.00	0.0162	5.81	62.50	150	0.0162	0.96	0.06	37	0.013	Manilha
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	0.0162	0.79	49.00	150	0.0412	0.35	0.02	15	0.013	Manilha
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	0.0162	1.60	49.50	150	0.0192	0.70	0.03	18	0.013	Manilha
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	0.0162	0.83	51.00	150	0.0414	0.05	0.02	228	0.013	Manilha
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	0.0162	1.08	66.50	230	0.0305	0.43	0.02	9	0.013	Manilha
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	0.0162	3.48	85.50	380x230	0.0035	0.29	0.03	12	0.013	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	0.0162	4.87	85.50	380x230	0.0035	0.34	0.03	15	0.013	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	0.0162	6.16	79.50	380x230	0.0031	0.35	0.04	19	0.013	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	0.0162	7.01	53.00	380x230	0.0021	0.39	0.05	21	0.013	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	0.0162	7.49	29.50	380x230	0.0058	0.33	0.04	21	0.013	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	0.0162	8.26	47.50	380	0.0072	0.18	0.06	29	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	0.0162	23.20	72.50	380	0.0011	0.50	0.16	43	0.013	Manilha
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	0.0162	38.82	20.00	400	0.0525	0.30	0.08	87	0.013	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	0.0162	1.02	63.00	150	0.0333	0.75	0.02	13	0.013	Manilha
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	0.0162	0.36	22.50	150	0.1133	0.84	0.01	6	0.013	Manilha
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	0.0162	1.17	50.00	150	0.0914	1.11	0.02	11	0.013	Manilha
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	0.0162	1.37	12.00	150	0.1475	0.91	0.02	12	0.013	Manilha
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	0.0162	2.06	42.50	150	0.1047	1.03	0.02	15	0.013	Manilha
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	0.0162	2.33	17.00	150	0.0588	0.25	0.03	34	0.013	Manilha
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	0.0162	11.29	21.00	250	0.0076	0.84	0.08	31	0.013	Manilha
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	0.0162	12.24	58.50	250	0.0092	0.88	0.08	31	0.013	Manilha
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	0.0162	12.87	39.00	250	0.0090	0.74	0.08	35	0.013	Manilha
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	0.0162	13.58	44.00	300	0.0041	0.70	0.09	31	0.013	Manilha
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	0.0162	13.76	11.00	300	0.0355	0.35	0.06	36	0.013	Manilha
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	0.0162	1.32	81.50	230	0.0050	0.39	0.03	13	0.013	Manilha
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	0.0162	1.51	12.00	230	0.0142	0.07	0.03	31	0.013	Manilha
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	0.0162	8.40	80.00	230	0.0011	0.33	0.12	54	0.013	Manilha
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	0.0162	8.62	13.50	230	0.0007	0.33	0.14	58	0.013	Manilha
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	0.0162	0.46	28.50	150	0.0646	0.54	0.01	8	0.013	Manilha
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	0.0162	0.90	27.00	150	0.0970	1.03	0.01	9	0.013	Manilha
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	0.0162	1.14	15.00	150	0.1500	1.09	0.01	10	0.013	Manilha
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	0.0162	1.44	18.50	150	0.1432	1.31	0.02	11	0.013	Manilha
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	0.0162	1.66	13.50	150	0.1652	1.21	0.02	12	0.013	Manilha
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	0.0162	1.92	16.00	150	0.1169	1.35	0.02	13	0.013	Manilha
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	0.0162	2.21	18.00	150	0.1389	1.55	0.02	13	0.013	Manilha
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	0.0162	2.75	33.50	150	0.1346	1.52	0.02	15	0.013	Manilha
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	0.0162	3.08	20.00	150	0.1350	1.69	0.02	16	0.013	Manilha
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	0.0162	3.27	12.00	150	0.2417	1.59	0.02	16	0.013	Manilha
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	0.0162	3.45	11.00	150	0.1191	1.32	0.03	19	0.013	Manilha
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	0.0162	3.99	33.00	150	0.0797	1.52	0.03	20	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	0.0162	4.65	41.00	150	0.1190	1.08	0.03	24	0.013	Manilha
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	0.0162	5.59	58.00	150	0.0390	1.30	0.04	29	0.013	Manilha
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	0.0162	1.00	61.50	230	0.0024	0.28	0.03	14	0.013	Manilha
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	0.0162	1.52	32.50	230	0.0403	0.32	0.02	13	0.013	Manilha
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	0.0162	7.10	40.50	230	0.0528	1.11	0.04	19	0.013	Manilha
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	0.0162	7.87	47.00	230	0.0285	1.15	0.05	21	0.013	Manilha
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	0.0162	8.69	51.00	230	0.0286	0.66	0.05	28	0.013	Manilha
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	0.0162	9.68	61.00	230	0.0057	0.49	0.08	41	0.013	Manilha
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	0.0162	11.28	99.00	230	0.0025	0.57	0.11	47	0.013	Manilha
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	0.0162	12.45	72.00	300	0.0025	0.57	0.10	34	0.013	Manilha
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	0.0162	13.08	39.00	300	0.0059	0.64	0.08	30	0.013	Manilha
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	0.0162	14.00	57.00	300	0.0037	0.64	0.10	33	0.013	Manilha
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	0.0162	15.30	80.00	300	0.0038	0.70	0.10	34	0.013	Manilha
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	0.0162	0.82	50.50	150	0.1224	0.37	0.01	13	0.013	Manilha
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	0.0162	1.61	49.00	150	0.0214	0.70	0.03	18	0.013	Manilha
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	0.0162	1.94	20.00	150	0.0275	0.84	0.03	18	0.013	Manilha
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	0.0162	2.80	53.50	150	0.0813	1.34	0.03	17	0.013	Manilha
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	0.0162	3.39	36.00	150	0.1106	1.02	0.03	21	0.013	Manilha
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	0.0162	3.73	21.50	150	0.0358	1.06	0.04	24	0.013	Manilha
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	7.70	6.34	0.0162	4.92	14.50	150	0.0524	1.31	0.04	25	0.013	Manilha
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	8.10	7.10	0.0162	0.96	59.00	150	0.0212	0.27	0.02	19	0.013	Manilha
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	0.0162	0.78	48.00	150	0.0133	0.23	0.02	19	0.013	Manilha
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	0.0162	1.78	62.00	150	0.0082	0.40	0.04	27	0.013	Manilha
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	0.0162	2.72	58.00	150	0.0083	0.60	0.04	30	0.013	Manilha
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.0162	3.82	32.00	150	0.0156	0.21	0.05	93	0.013	Manilha
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	0.0162	5.19	54.00	150	0.0035	0.28	0.24	199	0.013	Manilha
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	0.0162	5.84	40.00	150	0.0035	0.32	0.37	270	0.013	Manilha
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	0.0162	6.39	34.00	150	0.0035	0.35	0.46	320	0.013	Manilha
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	0.0162	6.95	34.50	150	0.0049	0.38	0.52	375	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	0.0162	0.58	36.00	150	0.0139	0.46	0.02	12	0.013	Manilha
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.0162	0.49	30.50	150	0.0164	0.03	0.02	83	0.013	Manilha

Tabela A7: Planilha de Dimensionamento da Sub-bacia da Elevatória José Mariano para a Hipótese 5.

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	0.02277	1.06	46.50	300	0.0131	0.50	0.02	11	0.013	Manilha
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	0.02277	3.81	121.00	300	0.0064	0.57	0.05	16	0.013	Manilha
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	0.02277	5.74	84.50	300	0.0077	0.68	0.05	23	0.013	Manilha
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	0.02277	7.08	59.00	300	0.0014	0.39	0.09	30	0.013	Manilha
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	0.02277	8.14	46.50	300	0.0110	0.86	0.06	55	0.013	Manilha
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	0.02277	10.12	46.50	300	0.0015	0.15	0.28	102	0.013	Manilha
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	0.02277	11.36	54.50	300	0.0015	0.16	0.34	125	0.013	Manilha
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	0.02277	13.89	16.00	300	0.0050	0.19	0.42	150	0.013	Manilha
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	0.02277	15.13	54.50	300	0.0009	0.21	0.49	168	0.013	Manilha
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	0.02277	16.51	60.50	300	0.0013	0.23	0.53	185	0.013	Manilha
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	0.02277	17.69	52.00	300	0.0025	0.24	0.60	214	0.013	Manilha
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	0.02277	18.08	17.00	300	0.0024	0.25	0.71	239	0.013	Manilha
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	0.02277	30.85	87.00	300	0.0017	0.42	0.74	256	0.013	Manilha
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	0.02277	32.57	75.50	300	0.0037	0.45	0.81	300	0.013	Manilha
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	0.02277	34.18	70.50	300	0.0035	0.47	1.01	361	0.013	Manilha
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	0.02277	38.19	116.00	300	0.0041	0.52	1.18	438	0.013	Manilha
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	0.02277	72.66	77.50	300	0.0010	1.00	1.49	435	0.013	Manilha
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	0.02277	74.91	48.00	300	0.0035	1.03	1.17	367	0.013	Manilha
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	0.02277	76.05	50.00	300	0.0030	1.04	1.07	329	0.013	Manilha
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	0.02277	76.63	25.50	250	0.0039	1.51	0.94	312	0.013	Manilha
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	0.02277	141.21	10.50	400	0.0352	1.10	0.65	200	0.013	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.02277	141.22	0.50	400	1.6600	1.10	0.97	342	0.013	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	0.02277	0.92	40.50	150	0.0244	0.65	0.02	98	0.013	Manilha
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	0.02277	1.31	57.50	150	0.0327	0.80	0.02	17	0.013	Manilha
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	0.02277	2.16	37.50	150	0.0304	0.90	0.03	146	0.013	Manilha
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	0.02277	1.65	72.50	150	0.0532	1.01	0.02	18	0.013	Manilha
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	0.02277	2.23	25.50	150	0.0204	0.79	0.03	32	0.013	Manilha
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	0.02277	5.79	42.00	150	0.0095	0.79	0.06	50	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	0.02277	8.77	70.00	150	0.0079	0.81	0.09	133	0.013	Manilha
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	0.02277	10.79	26.50	150	0.0019	0.59	0.32	184	0.013	Manilha
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	0.02277	1.13	49.50	150	0.0051	0.40	0.03	36	0.013	Manilha
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	0.02277	2.61	65.00	150	0.0011	0.29	0.08	50	0.013	Manilha
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	0.02277	1.38	60.50	150	0.0876	1.15	0.02	34	0.013	Manilha
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	0.02277	1.42	62.50	150	0.0757	1.10	0.02	110	0.013	Manilha
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	0.02277	1.37	60.00	150	0.0357	0.83	0.02	396	0.013	Manilha
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	0.02277	0.32	14.00	150	0.0929	0.75	0.01	8	0.013	Manilha
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	0.02277	0.67	15.50	150	0.0452	0.73	0.01	10	0.013	Manilha
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	0.02277	1.07	17.50	150	0.1429	1.26	0.01	11	0.013	Manilha
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	0.02277	1.83	33.50	150	0.1194	1.39	0.02	15	0.013	Manilha
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	0.02277	2.52	30.00	150	0.0733	1.29	0.03	16	0.013	Manilha
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	0.02277	2.95	19.00	150	0.2684	2.13	0.02	16	0.013	Manilha
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	0.02277	3.51	24.50	150	0.0980	1.57	0.03	19	0.013	Manilha
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	0.02277	3.83	14.00	150	0.0929	1.58	0.03	20	0.013	Manilha
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	0.02277	4.28	20.00	150	0.0750	1.52	0.03	22	0.013	Manilha
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	0.02277	5.93	72.50	150	0.0979	1.84	0.04	25	0.013	Manilha
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	0.02277	6.52	26.00	150	0.0662	1.64	0.04	28	0.013	Manilha
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	0.02277	8.54	88.50	150	0.0913	1.99	0.04	29	0.013	Manilha
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	0.02277	9.73	52.50	150	0.1070	2.18	0.04	29	0.013	Manilha
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	0.02277	10.01	12.00	150	0.1317	2.37	0.04	31	0.013	Manilha
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	0.02277	12.25	98.50	150	0.1034	2.30	0.05	34	0.013	Manilha
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	0.02277	12.85	26.50	150	0.0932	2.25	0.05	35	0.013	Manilha
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	0.02277	13.40	24.00	150	0.1383	2.62	0.05	33	0.013	Manilha
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	0.02277	13.73	14.50	150	0.1228	2.53	0.05	36	0.013	Manilha
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	0.02277	14.25	23.00	150	0.0826	2.21	0.06	39	0.013	Manilha
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	0.02277	14.64	17.00	150	0.0853	2.25	0.06	39	0.013	Manilha
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	0.02277	15.07	19.00	150	0.0947	2.36	0.06	38	0.013	Manilha
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	0.02277	15.65	25.50	150	0.1118	2.53	0.06	38	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	0.02277	16.10	19.50	150	0.1051	2.50	0.06	38	0.013	Manilha
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	0.02277	16.87	34.00	150	0.1435	2.83	0.06	38	0.013	Manilha
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	0.02277	17.79	40.50	150	0.1096	2.60	0.06	42	0.013	Manilha
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	0.02277	18.91	49.00	150	0.0965	2.52	0.07	43	0.013	Manilha
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	0.02277	19.64	32.00	150	0.0944	2.53	0.07	55	0.013	Manilha
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	0.02277	21.51	35.50	150	0.0315	1.70	0.10	101	0.013	Manilha
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	0.02277	22.66	50.50	200	0.0036	0.70	0.21	92	0.013	Manilha
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	0.02277	31.63	35.50	200	0.0113	1.26	0.15	72	0.013	Manilha
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	0.02277	32.71	47.50	200	0.0442	2.16	0.10	390	0.013	Manilha
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	0.02277	1.06	46.50	150	0.0237	0.67	0.02	40	0.013	Manilha
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	0.02277	0.51	22.50	150	0.1849	1.10	0.01	8	0.013	Manilha
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	0.02277	1.13	27.00	150	0.1111	1.17	0.02	10	0.013	Manilha
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	0.02277	1.50	16.50	150	0.1527	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	0.02277	1.98	21.00	150	0.0886	1.28	0.02	15	0.013	Manilha
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	0.02277	2.47	21.50	150	0.0935	1.39	0.02	16	0.013	Manilha
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	0.02277	2.90	19.00	150	0.0974	1.48	0.03	17	0.013	Manilha
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	0.02277	3.71	35.50	150	0.1211	1.72	0.03	21	0.013	Manilha
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	0.02277	4.50	34.50	150	0.0432	1.27	0.04	35	0.013	Manilha
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	3.20	2.00	0.02277	8.16	62.50	150	0.0162	1.05	0.07	44	0.013	Manilha
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	0.02277	1.12	49.00	150	0.0412	0.83	0.02	17	0.013	Manilha
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	0.02277	2.24	49.50	150	0.0192	0.78	0.03	22	0.013	Manilha
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	0.02277	1.16	51.00	150	0.0414	0.84	0.02	389	0.013	Manilha
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	0.02277	1.51	66.50	230	0.0305	0.77	0.02	11	0.013	Manilha
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	0.02277	4.90	85.50	380x230	0.0035	0.41	0.03	15	0.013	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	0.02277	6.84	85.50	380x230	0.0035	0.46	0.04	19	0.013	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	0.02277	8.65	79.50	380x230	0.0031	0.48	0.05	23	0.013	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	0.02277	9.86	53.00	380x230	0.0021	0.44	0.06	26	0.013	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	0.02277	10.53	29.50	380x230	0.0058	0.63	0.04	25	0.013	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	0.02277	11.61	47.50	380	0.0072	0.80	0.07	35	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	0.02277	32.61	72.50	380	0.0011	0.54	0.20	52	0.013	Manilha
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	0.02277	54.57	20.00	400	0.0525	2.52	0.09	91	0.013	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	0.02277	1.43	63.00	150	0.0333	0.83	0.02	15	0.013	Manilha
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	0.02277	0.51	22.50	150	0.1133	0.92	0.01	7	0.013	Manilha
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	0.02277	1.65	50.00	150	0.0914	1.23	0.02	13	0.013	Manilha
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	0.02277	1.92	12.00	150	0.1475	1.52	0.02	14	0.013	Manilha
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	0.02277	2.89	42.50	150	0.1047	1.52	0.02	18	0.013	Manilha
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	0.02277	3.28	17.00	150	0.0588	1.29	0.03	41	0.013	Manilha
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	0.02277	15.87	21.00	250	0.0076	0.93	0.09	37	0.013	Manilha
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	0.02277	17.20	58.50	250	0.0092	1.02	0.09	37	0.013	Manilha
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	0.02277	18.09	39.00	250	0.0090	1.02	0.10	41	0.013	Manilha
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	0.02277	19.09	44.00	300	0.0041	0.77	0.11	37	0.013	Manilha
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	0.02277	19.34	11.00	300	0.0355	1.67	0.07	43	0.013	Manilha
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	0.02277	1.86	81.50	230	0.0050	0.43	0.04	16	0.013	Manilha
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	0.02277	2.13	12.00	230	0.0142	0.65	0.03	38	0.013	Manilha
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	0.02277	11.81	80.00	230	0.0011	0.42	0.15	68	0.013	Manilha
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	0.02277	12.11	13.50	230	0.0007	0.36	0.17	74	0.013	Manilha
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	0.02277	0.65	28.50	150	0.0646	0.82	0.01	10	0.013	Manilha
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	0.02277	1.26	27.00	150	0.0970	1.16	0.02	11	0.013	Manilha
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	0.02277	1.61	15.00	150	0.1500	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	0.02277	2.03	18.50	150	0.1432	1.53	0.02	13	0.013	Manilha
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	0.02277	2.33	13.50	150	0.1652	1.67	0.02	14	0.013	Manilha
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	0.02277	2.70	16.00	150	0.1169	1.55	0.02	15	0.013	Manilha
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	0.02277	3.11	18.00	150	0.1389	1.72	0.02	16	0.013	Manilha
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	0.02277	3.87	33.50	150	0.1346	1.81	0.03	18	0.013	Manilha
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	0.02277	4.33	20.00	150	0.1350	1.88	0.03	18	0.013	Manilha
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	0.02277	4.60	12.00	150	0.2417	2.34	0.03	18	0.013	Manilha
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	0.02277	4.85	11.00	150	0.1191	1.86	0.03	22	0.013	Manilha
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	0.02277	5.60	33.00	150	0.0797	1.68	0.04	24	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	0.02277	6.53	41.00	150	0.1190	2.02	0.04	29	0.013	Manilha
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	0.02277	7.86	58.00	150	0.0390	1.43	0.05	34	0.013	Manilha
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	0.02277	1.40	61.50	230	0.0024	0.31	0.04	16	0.013	Manilha
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	0.02277	2.14	32.50	230	0.0403	0.94	0.02	15	0.013	Manilha
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	0.02277	9.98	40.50	230	0.0528	1.64	0.05	22	0.013	Manilha
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	0.02277	11.05	47.00	230	0.0285	1.36	0.06	25	0.013	Manilha
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	0.02277	12.22	51.00	230	0.0286	1.40	0.06	34	0.013	Manilha
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	0.02277	13.61	61.00	230	0.0057	0.81	0.10	50	0.013	Manilha
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	0.02277	15.86	99.00	230	0.0025	0.62	0.14	58	0.013	Manilha
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	0.02277	17.50	72.00	300	0.0025	0.63	0.12	41	0.013	Manilha
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	0.02277	18.39	39.00	300	0.0059	0.87	0.10	36	0.013	Manilha
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	0.02277	19.68	57.00	300	0.0037	0.75	0.12	40	0.013	Manilha
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	0.02277	21.51	80.00	300	0.0038	0.77	0.12	41	0.013	Manilha
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	0.02277	1.15	50.50	150	0.1224	1.22	0.02	16	0.013	Manilha
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	0.02277	2.27	49.00	150	0.0214	0.81	0.03	21	0.013	Manilha
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	0.02277	2.72	20.00	150	0.0275	0.93	0.03	22	0.013	Manilha
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	0.02277	3.94	53.50	150	0.0813	1.53	0.03	20	0.013	Manilha
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	0.02277	4.76	36.00	150	0.1106	1.80	0.03	24	0.013	Manilha
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	0.02277	5.25	21.50	150	0.0358	1.24	0.04	29	0.013	Manilha
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	7.70	6.34	0.02277	6.92	14.50	150	0.0524	1.54	0.05	30	0.013	Manilha
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	8.10	7.10	0.02277	1.34	59.00	150	0.0212	0.69	0.02	23	0.013	Manilha
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	0.02277	1.09	48.00	150	0.0133	0.55	0.03	22	0.013	Manilha
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	0.02277	2.50	62.00	150	0.0082	0.59	0.04	32	0.013	Manilha
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	0.02277	3.83	58.00	150	0.0083	0.67	0.05	35	0.013	Manilha
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	5.37	32.00	150	0.0156	0.93	0.05	178	0.013	Manilha
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	0.02277	7.30	54.00	150	0.0035	0.40	0.49	345	0.013	Manilha
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	0.02277	8.21	40.00	150	0.0035	0.45	0.56	381	0.013	Manilha
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	0.02277	8.98	34.00	150	0.0035	0.49	0.60	395	0.013	Manilha
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	0.02277	9.77	34.50	150	0.0049	0.54	0.61	412	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	0.02277	0.82	36.00	150	0.0139	0.51	0.02	14	0.013	Manilha
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	0.69	30.50	150	0.0164	0.52	0.02	166	0.013	Manilha

Tabela A8: Planilha de Dimensionamento da Sub-bacia da Elevatória José Mariano para a Hipótese 6.

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
1-01	PV01	4.65	3.60	PV02	3.91	2.99	0.02277	1.06	46.50	300	0.0131	0.50	0.02	11	0.013	Manilha
1-02	PV02	3.91	2.99	PV03	3.05	2.22	0.02277	3.81	121.00	300	0.0064	0.57	0.05	16	0.013	Manilha
1-03	PV03	3.05	2.22	PV04	2.57	1.57	0.02277	5.74	84.50	300	0.0077	0.68	0.05	23	0.013	Manilha
1-04	PV04	2.57	1.57	PV05	2.65	1.49	0.02277	7.08	59.00	300	0.0014	0.39	0.09	30	0.013	Manilha
1-05	PV05	2.65	1.49	PV06	2.10	0.98	0.02277	8.14	46.50	300	0.0110	0.86	0.06	66	0.013	Manilha
1-06	PV06	2.10	0.98	PV07	2.10	0.91	0.02277	10.12	46.50	300	0.0015	0.14	0.34	123	0.013	Manilha
1-07	PV07	2.10	0.91	PV08	2.10	0.83	0.02277	11.36	54.50	300	0.0015	0.16	0.41	146	0.013	Manilha
1-08	PV08	2.10	0.83	PV09	2.10	0.75	0.02277	13.89	16.00	300	0.0050	0.19	0.48	171	0.013	Manilha
1-09	PV09	2.10	0.75	PV10	2.20	0.70	0.02277	15.13	54.50	300	0.0009	0.21	0.56	189	0.013	Manilha
1-10	PV10	2.20	0.70	PV11	2.30	0.62	0.02277	16.51	60.50	300	0.0013	0.23	0.60	206	0.013	Manilha
1-11	PV11	2.30	0.62	PV12	2.35	0.49	0.02277	17.69	52.00	300	0.0025	0.24	0.66	235	0.013	Manilha
1-12	PV12	2.35	0.49	PV13	2.40	0.45	0.02277	18.08	17.00	300	0.0024	0.25	0.77	260	0.013	Manilha
1-13	PV13	2.40	0.45	PV14	2.35	0.30	0.02277	30.85	87.00	300	0.0017	0.42	0.81	277	0.013	Manilha
1-14	PV14	2.35	0.30	PV15	2.30	0.02	0.02277	32.57	75.50	300	0.0037	0.45	0.88	321	0.013	Manilha
1-15	PV15	2.30	0.02	PV16	2.20	-0.23	0.02277	34.18	70.50	300	0.0035	0.47	1.08	382	0.013	Manilha
1-16	PV16	2.20	-0.23	PV17	1.80	-0.70	0.02277	38.19	116.00	300	0.0041	0.52	1.25	459	0.013	Manilha
1-17	PV17	1.80	-0.70	PV18	2.20	-0.78	0.02277	72.66	77.50	300	0.0010	1.00	1.55	456	0.013	Manilha
1-18	PV18	2.20	-0.78	PV19	2.20	-0.95	0.02277	74.91	48.00	300	0.0035	1.03	1.23	388	0.013	Manilha
1-19	PV19	2.20	-0.95	PV20	2.40	-1.10	0.02277	76.05	50.00	300	0.0030	1.04	1.13	350	0.013	Manilha
1-20	PV20	2.40	-1.10	PV21	2.40	-1.20	0.02277	76.63	25.50	250	0.0039	1.51	1.00	337	0.013	Manilha
1-21	PV21	2.40	-1.20	PV22	2.40	-1.57	0.02277	216.21	10.50	400	0.0352	1.68	0.71	208	0.013	Concreto
1-22	PV22	2.40	-1.57	S-1	2.40	-2.40	0.02277	216.22	0.50	400	1.6600	1.68	0.98	343	0.013	Concreto
2-01	PV23	3.70	1.97	PV06	2.10	0.98	0.02277	0.92	40.50	150	0.0244	0.65	0.02	119	0.013	Manilha
3-01	PV24	5.30	3.85	PV25	3.22	1.97	0.02277	1.31	57.50	150	0.0327	0.80	0.02	17	0.013	Manilha
3-02	PV25	3.22	1.97	PV08	2.10	0.83	0.02277	2.16	37.50	150	0.0304	0.90	0.03	167	0.013	Manilha
4-01	PV26	7.50	6.33	PV27	4.00	2.47	0.02277	1.65	72.50	150	0.0532	1.01	0.02	18	0.013	Manilha
4-02	PV27	4.00	2.47	PV28	3.70	1.95	0.02277	2.23	25.50	150	0.0204	0.79	0.03	32	0.013	Manilha
4-03	PV28	3.70	1.95	PV29	3.30	1.55	0.02277	5.79	42.00	150	0.0095	0.79	0.06	50	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
4-04	PV29	3.30	1.55	PV30	2.40	1.00	0.02277	8.77	70.00	150	0.0079	0.81	0.09	154	0.013	Manilha
4-05	PV30	2.40	1.00	PV13	2.40	0.95	0.02277	10.79	26.50	150	0.0019	0.59	0.38	226	0.013	Manilha
5-01	PV31	3.30	2.55	PV32	3.60	2.30	0.02277	1.13	49.50	150	0.0051	0.40	0.03	36	0.013	Manilha
5-02	PV32	3.60	2.30	PV28	3.70	2.23	0.02277	2.61	65.00	150	0.0011	0.29	0.08	50	0.013	Manilha
6-01	PV33	8.20	6.85	PV29	3.30	1.55	0.02277	1.38	60.50	150	0.0876	1.15	0.02	34	0.013	Manilha
7-01	PV34	7.00	5.73	PV30	2.40	1.00	0.02277	1.42	62.50	150	0.0757	1.10	0.02	131	0.013	Manilha
8-01	PV35	3.05	1.91	PV16	2.20	-0.23	0.02277	1.37	60.00	150	0.0357	0.83	0.02	417	0.013	Manilha
9-01	PV36	95.00	93.90	PV37	93.70	92.60	0.02277	0.32	14.00	150	0.0929	0.75	0.01	8	0.013	Manilha
9-02	PV37	93.70	92.60	PV38	93.00	91.90	0.02277	0.67	15.50	150	0.0452	0.73	0.01	10	0.013	Manilha
9-03	PV38	93.00	91.90	PV39	90.50	89.40	0.02277	1.07	17.50	150	0.1429	1.26	0.01	11	0.013	Manilha
9-04	PV39	90.50	89.40	PV40	86.50	85.40	0.02277	1.83	33.50	150	0.1194	1.39	0.02	15	0.013	Manilha
9-05	PV40	86.50	85.40	PV41	84.30	83.20	0.02277	2.52	30.00	150	0.0733	1.29	0.03	16	0.013	Manilha
9-06	PV41	84.30	83.20	PV42	79.20	78.10	0.02277	2.95	19.00	150	0.2684	2.13	0.02	16	0.013	Manilha
9-07	PV42	79.20	78.10	PV43	76.80	75.70	0.02277	3.51	24.50	150	0.0980	1.57	0.03	19	0.013	Manilha
9-08	PV43	76.80	75.70	PV44	75.50	74.40	0.02277	3.83	14.00	150	0.0929	1.58	0.03	20	0.013	Manilha
9-09	PV44	75.50	74.40	PV45	74.00	72.90	0.02277	4.28	20.00	150	0.0750	1.52	0.03	22	0.013	Manilha
9-10	PV45	74.00	72.90	PV46	66.80	65.80	0.02277	5.93	72.50	150	0.0979	1.84	0.04	25	0.013	Manilha
9-11	PV46	66.80	65.80	PV47	65.10	64.08	0.02277	6.52	26.00	150	0.0662	1.64	0.04	28	0.013	Manilha
9-12	PV47	65.10	64.08	PV48	57.00	56.00	0.02277	8.54	88.50	150	0.0913	1.99	0.04	29	0.013	Manilha
9-13	PV48	57.00	56.00	PV49	51.50	50.38	0.02277	9.73	52.50	150	0.1070	2.18	0.04	29	0.013	Manilha
9-14	PV49	51.50	50.38	PV50	49.90	48.80	0.02277	10.01	12.00	150	0.1317	2.37	0.04	31	0.013	Manilha
9-15	PV50	49.90	48.80	PV51	39.50	38.62	0.02277	12.25	98.50	150	0.1034	2.30	0.05	34	0.013	Manilha
9-16	PV51	39.50	38.62	PV52	37.00	36.15	0.02277	12.85	26.50	150	0.0932	2.25	0.05	35	0.013	Manilha
9-17	PV52	37.00	36.15	PV53	33.80	32.83	0.02277	13.40	24.00	150	0.1383	2.62	0.05	33	0.013	Manilha
9-18	PV53	33.80	32.83	PV54	32.00	31.05	0.02277	13.73	14.50	150	0.1228	2.53	0.05	36	0.013	Manilha
9-19	PV54	32.00	31.05	PV55	30.00	29.15	0.02277	14.25	23.00	150	0.0826	2.21	0.06	39	0.013	Manilha
9-20	PV55	30.00	29.15	PV56	28.70	27.70	0.02277	14.64	17.00	150	0.0853	2.25	0.06	39	0.013	Manilha
9-21	PV56	28.70	27.70	PV57	27.00	25.90	0.02277	15.07	19.00	150	0.0947	2.36	0.06	38	0.013	Manilha
9-22	PV57	27.00	25.90	PV58	24.00	23.05	0.02277	15.65	25.50	150	0.1118	2.53	0.06	38	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
9-23	PV58	24.00	23.05	PV59	21.90	21.00	0.02277	16.10	19.50	150	0.1051	2.50	0.06	38	0.013	Manilha
9-24	PV59	21.90	21.00	PV60	17.00	16.12	0.02277	16.87	34.00	150	0.1435	2.83	0.06	38	0.013	Manilha
9-25	PV60	17.00	16.12	PV61	12.50	11.68	0.02277	17.79	40.50	150	0.1096	2.60	0.06	42	0.013	Manilha
9-26	PV61	12.50	11.68	PV62	7.90	6.95	0.02277	18.91	49.00	150	0.0965	2.52	0.07	43	0.013	Manilha
9-27	PV62	7.90	6.12	PV64	4.30	3.10	0.02277	19.64	32.00	150	0.0944	2.53	0.07	55	0.013	Manilha
9-28	PV64	4.30	3.10	PV65	3.20	1.98	0.02277	21.51	35.50	150	0.0315	1.70	0.10	101	0.013	Manilha
9-29	PV65	3.20	1.98	PV66	3.20	1.80	0.02277	22.66	50.50	200	0.0036	0.70	0.21	92	0.013	Manilha
9-30	PV66	3.20	1.80	PV67	2.50	1.40	0.02277	31.63	35.50	200	0.0113	1.26	0.15	72	0.013	Manilha
9-31	PV67	2.50	1.40	PV17	1.80	-0.70	0.02277	32.71	47.50	200	0.0442	2.16	0.10	405	0.013	Manilha
10-01	PV68	5.10	4.20	PV64	4.30	3.10	0.02277	1.06	46.50	150	0.0237	0.67	0.02	40	0.013	Manilha
11-01	PV69	25.40	24.20	PV70	21.40	20.04	0.02277	0.51	22.50	150	0.1849	1.10	0.01	8	0.013	Manilha
11-02	PV70	21.40	20.04	PV71	18.20	17.04	0.02277	1.13	27.00	150	0.1111	1.17	0.02	10	0.013	Manilha
11-03	PV71	18.20	17.04	PV72	16.20	14.52	0.02277	1.50	16.50	150	0.1527	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
11-04	PV72	16.20	14.52	PV73	14.00	12.66	0.02277	1.98	21.00	150	0.0886	1.28	0.02	15	0.013	Manilha
11-05	PV73	14.00	12.66	PV74	11.50	10.65	0.02277	2.47	21.50	150	0.0935	1.39	0.02	16	0.013	Manilha
11-06	PV74	11.50	10.65	PV75	9.60	8.80	0.02277	2.90	19.00	150	0.0974	1.48	0.03	17	0.013	Manilha
11-07	PV75	9.60	8.80	PV76	6.00	4.50	0.02277	3.71	35.50	150	0.1211	1.72	0.03	21	0.013	Manilha
11-08	PV76	6.00	4.50	PV77	4.30	3.01	0.02277	4.50	34.50	150	0.0432	1.27	0.04	35	0.013	Manilha
11-09	PV77	4.30	3.01	PV66	3.20	2.00	0.02277	8.16	62.50	150	0.0162	1.05	0.07	44	0.013	Manilha
12-01	PV78	7.20	6.22	PV79	5.30	4.20	0.02277	1.12	49.00	150	0.0412	0.83	0.02	17	0.013	Manilha
12-02	PV79	5.30	4.20	PV77	4.30	3.25	0.02277	2.24	49.50	150	0.0192	0.78	0.03	22	0.013	Manilha
13-01	PV80	2.71	1.33	PV18	2.20	-0.78	0.02277	1.16	51.00	150	0.0414	0.84	0.02	410	0.013	Manilha
14-01	PV81	4.00	3.43	PV82	3.60	1.40	0.02277	1.51	66.50	230	0.0305	0.77	0.02	11	0.013	Manilha
14-02	PV82	3.60	1.40	PV83	3.20	1.10	0.02277	4.90	85.50	380x230	0.0035	0.41	0.03	15	0.013	Concreto
14-03	PV83	3.20	1.10	PV84	3.20	0.80	0.02277	6.84	85.50	380x230	0.0035	0.46	0.04	19	0.013	Concreto
14-04	PV84	3.20	0.80	PV85	3.10	0.55	0.02277	8.65	79.50	380x230	0.0031	0.48	0.05	23	0.013	Concreto
14-05	PV85	3.10	0.55	PV86	3.10	0.44	0.02277	9.86	53.00	380x230	0.0021	0.44	0.06	26	0.013	Concreto
14-06	PV86	3.10	0.44	PV87	3.00	0.27	0.02277	10.53	29.50	380x230	0.0058	0.63	0.04	25	0.013	Concreto
14-07	PV87	3.00	0.27	PV88	2.80	-0.07	0.02277	11.61	47.50	380	0.0072	0.80	0.07	35	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
14-08	PV88	2.80	-0.07	PV89	2.40	-0.15	0.02277	32.61	72.50	380	0.0011	0.54	0.20	52	0.013	Manilha
14-09	PV89	2.40	-0.15	PV21	2.40	-1.20	0.02277	129.57	20.00	400	0.0525	3.23	0.14	105	0.013	Concreto
15-01	PV90	5.10	3.80	PV82	3.60	1.70	0.02277	1.43	63.00	150	0.0333	0.83	0.02	15	0.013	Manilha
16-01	PV91	17.30	16.30	PV92	15.20	13.75	0.02277	0.51	22.50	150	0.1133	0.92	0.01	7	0.013	Manilha
16-02	PV92	15.20	13.45	PV93	10.20	8.88	0.02277	1.65	50.00	150	0.0914	1.23	0.02	13	0.013	Manilha
16-03	PV93	10.20	8.77	PV94	8.00	7.00	0.02277	1.92	12.00	150	0.1475	1.52	0.02	14	0.013	Manilha
16-04	PV94	8.00	7.00	PV95	3.80	2.55	0.02277	2.89	42.50	150	0.1047	1.52	0.02	18	0.013	Manilha
16-05	PV95	3.80	2.55	PV96	2.80	1.55	0.02277	3.28	17.00	150	0.0588	1.29	0.03	41	0.013	Manilha
16-06	PV96	2.80	1.55	PV97	2.90	1.39	0.02277	15.87	21.00	250	0.0076	0.93	0.09	37	0.013	Manilha
16-07	PV97	2.90	1.39	PV98	2.90	0.85	0.02277	17.20	58.50	250	0.0092	1.02	0.09	37	0.013	Manilha
16-08	PV98	2.90	0.85	PV99	2.80	0.50	0.02277	18.09	39.00	250	0.0090	1.02	0.10	41	0.013	Manilha
16-09	PV99	2.80	0.50	PV100	2.80	0.32	0.02277	19.09	44.00	300	0.0041	0.77	0.11	37	0.013	Manilha
16-10	PV100	2.80	0.32	PV88	2.80	-0.07	0.02277	19.34	11.00	300	0.0355	1.67	0.07	43	0.013	Manilha
17-01	PV101	3.00	2.23	PV102	2.70	1.82	0.02277	1.86	81.50	230	0.0050	0.43	0.04	16	0.013	Manilha
17-02	PV102	2.70	1.82	PV103	2.70	1.65	0.02277	2.13	12.00	230	0.0142	0.65	0.03	38	0.013	Manilha
17-03	PV103	2.70	1.65	PV103A	2.90	1.56	0.02277	11.81	80.00	230	0.0011	0.42	0.15	68	0.013	Manilha
17-04	PV103A	2.90	1.56	PV96	2.80	1.55	0.02277	12.11	13.50	230	0.0007	0.36	0.17	74	0.013	Manilha
18-01	PV104	40.50	39.46	PV105	38.80	37.62	0.02277	0.65	28.50	150	0.0646	0.82	0.01	10	0.013	Manilha
18-02	PV105	38.80	37.62	PV106	36.00	35.00	0.02277	1.26	27.00	150	0.0970	1.16	0.02	11	0.013	Manilha
18-03	PV106	36.00	35.00	PV107	33.80	32.75	0.02277	1.61	15.00	150	0.1500	1.43	0.02	12	0.013	Manilha
18-04	PV107	33.80	32.75	PV108	31.10	30.10	0.02277	2.03	18.50	150	0.1432	1.53	0.02	13	0.013	Manilha
18-05	PV108	31.10	30.10	PV109	29.00	27.87	0.02277	2.33	13.50	150	0.1652	1.67	0.02	14	0.013	Manilha
18-06	PV109	29.00	27.87	PV110	27.00	26.00	0.02277	2.70	16.00	150	0.1169	1.55	0.02	15	0.013	Manilha
18-07	PV110	27.00	26.00	PV111	24.50	23.50	0.02277	3.11	18.00	150	0.1389	1.72	0.02	16	0.013	Manilha
18-08	PV111	24.50	23.11	PV112	19.80	18.60	0.02277	3.87	33.50	150	0.1346	1.81	0.03	18	0.013	Manilha
18-09	PV112	19.80	18.60	PV113	17.00	15.90	0.02277	4.33	20.00	150	0.1350	1.88	0.03	18	0.013	Manilha
18-10	PV113	17.00	15.90	PV114	14.20	13.00	0.02277	4.60	12.00	150	0.2417	2.34	0.03	18	0.013	Manilha
18-11	PV114	14.20	13.00	PV115	13.20	11.69	0.02277	4.85	11.00	150	0.1191	1.86	0.03	22	0.013	Manilha
18-12	PV115	13.20	11.69	PV116	10.20	9.06	0.02277	5.60	33.00	150	0.0797	1.68	0.04	24	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
18-13	PV116	10.20	9.06	PV117	6.00	4.18	0.02277	6.53	41.00	150	0.1190	2.02	0.04	29	0.013	Manilha
18-14	PV117	6.00	4.18	PV103	2.70	1.92	0.02277	7.86	58.00	150	0.0390	1.43	0.05	34	0.013	Manilha
19-01	PV118	8.90	7.80	PV119	8.50	7.65	0.02277	1.40	61.50	230	0.0024	0.31	0.04	16	0.013	Manilha
19-02	PV119	8.50	7.65	PV120	7.70	6.34	0.02277	2.14	32.50	230	0.0403	0.94	0.02	15	0.013	Manilha
19-03	PV120	7.70	6.34	PV121	6.50	4.20	0.02277	9.98	40.50	230	0.0528	1.64	0.05	22	0.013	Manilha
19-04	PV121	6.50	4.20	PV122	4.30	2.86	0.02277	11.05	47.00	230	0.0285	1.36	0.06	25	0.013	Manilha
19-05	PV122	4.30	2.86	PV123	2.50	1.40	0.02277	12.22	51.00	230	0.0286	1.40	0.06	47	0.013	Manilha
19-06	PV123	2.50	1.40	PV124	2.50	1.05	0.02277	13.61	61.00	230	0.0057	0.44	0.16	134	0.013	Manilha
19-07	PV124	2.50	1.05	PV125	2.50	0.80	0.02277	15.86	99.00	230	0.0025	0.37	0.47	234	0.013	Manilha
19-08	PV125	2.50	0.80	PV126	2.60	0.62	0.02277	17.50	72.00	300	0.0025	0.24	0.62	230	0.013	Manilha
19-09	PV126	2.60	0.62	PV127	2.40	0.39	0.02277	18.39	39.00	300	0.0059	0.25	0.78	292	0.013	Manilha
19-10	PV127	2.40	0.39	PV128	2.40	0.18	0.02277	94.68	57.00	300	0.0037	1.30	1.00	279	0.013	Manilha
19-11	PV128	2.40	0.18	PV89	2.40	-0.12	0.02277	96.51	80.00	300	0.0038	1.32	0.70	160	0.013	Manilha
20-01	PV129	25.20	23.98	PV130	19.00	17.80	0.02277	1.15	50.50	150	0.1224	1.22	0.02	16	0.013	Manilha
20-02	PV130	19.00	17.80	PV131	18.30	16.75	0.02277	2.27	49.00	150	0.0214	0.81	0.03	21	0.013	Manilha
20-03	PV131	18.30	16.75	PV132	17.70	16.20	0.02277	2.72	20.00	150	0.0275	0.93	0.03	22	0.013	Manilha
20-04	PV132	17.70	16.20	PV133	13.00	11.85	0.02277	3.94	53.50	150	0.0813	1.53	0.03	20	0.013	Manilha
20-05	PV133	13.00	11.85	PV134	9.00	7.87	0.02277	4.76	36.00	150	0.1106	1.80	0.03	24	0.013	Manilha
20-06	PV134	9.00	7.87	PV135	8.10	7.10	0.02277	5.25	21.50	150	0.0358	1.24	0.04	29	0.013	Manilha
20-07	PV135	8.10	7.10	PV120	7.70	6.34	0.02277	6.92	14.50	150	0.0524	1.54	0.05	30	0.013	Manilha
21-01	PV136	9.20	8.35	PV135	8.10	7.10	0.02277	1.34	59.00	150	0.0212	0.69	0.02	23	0.013	Manilha
22-01	PV137	2.80	1.55	PV138	2.50	0.91	0.02277	1.09	48.00	150	0.0133	0.55	0.03	22	0.013	Manilha
22-02	PV138	2.50	0.91	PV139	2.10	0.40	0.02277	2.50	62.00	150	0.0082	0.59	0.04	32	0.013	Manilha
22-03	PV139	2.10	0.40	PV140	1.60	-0.08	0.02277	3.83	58.00	150	0.0083	0.67	0.05	45	0.013	Manilha
22-04	PV140	1.60	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	5.37	32.00	150	0.0156	0.53	0.08	208	0.013	Manilha
22-05	PV141	1.60	-0.58	PV142	3.00	-0.77	0.02277	7.30	54.00	150	0.0035	0.40	0.55	387	0.013	Manilha
22-06	PV142	3.00	-0.77	PV143	5.00	-0.91	0.02277	8.21	40.00	150	0.0035	0.45	0.63	422	0.013	Manilha
22-07	PV143	5.00	-0.91	PV144	3.20	-1.03	0.02277	8.98	34.00	150	0.0035	0.49	0.66	437	0.013	Manilha
22-08	PV144	3.20	-1.03	PV21	2.40	-1.20	0.02277	9.77	34.50	150	0.0049	0.54	0.67	454	0.013	Manilha

	Poço de Visita Montante	Cota de Terreno Montante (m)	Cota de Fundo Montante (m)	Poço de Visita Jusante	Cota de Terreno Jusante (m)	Cota de Fundo Jusante (m)	Taxa de Contribuição (l/s.m)	Vazão (l/s)	Extensão (m)	Diâmetro/ Seção (mm)	Declividade (m/m)	Velocidade (m/s)	Lâmina (m)	Lâmina/ Diâmetro (%)	Coef. de Manning n	Material
23-01	PV145	2.10	1.10	PV140	1.60	0.60	0.02277	0.82	36.00	150	0.0139	0.51	0.02	14	0.013	Manilha
24-01	PV146	1.70	-0.08	PV141	1.60	-0.58	0.02277	0.69	30.50	150	0.0164	0.13	0.05	198	0.013	Manilha

A seguir apresenta-se os fundamentos legais que procuram nortear as diretrizes básicas da política e ações propícias para a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental pertinentes ao trabalho apresentado.

Constitucionais

- Constituição Federal – Título VIII – Da Ordem Social – Capítulo VI – Do Meio Ambiente:
 - “Art.255 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever e defendê-lo e preservá-lo para as futuras gerações.”
- Constituição Federal – Título III – Da Organização do Estado – Capítulo II – Da União:
 - Artigos 20, 21, 22, 23 e 24.
- Constituição Federal – Título III – Da Organização do Estado – Capítulo IV – Dos Municípios:
 - Artigo 30.
- Constituição Federal – Título VII – Da Ordem Econômica e Financeira – Capítulo II – Da Política Urbana:
 - Artigo 182.

Legislação Federal

- Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, sus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Legislação Estadual

- Lei 650, de 11 de janeiro de 1983 – Dispõe sobre a política estadual de defesa e proteção das bacias fluviais e lacustres do Rio de Janeiro;
- Lei 3239, de 02 de agosto de 1999 – Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º ,inciso VII; e dá outras providências.

Legislação Municipal

- Decreto nº 322, de 3 de março de 1976 – Aprova o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro;
- Decreto nº 9396, de 13 de junho de 1990 – Determina o tombamento definitivo do espelho d’água da Lagoa Rodrigo de Freitas;

- Decreto nº 21191, de 26 de março de 2002 – Altera o art. 3º e o Anexo II do Decreto nº 9396 de 13 de junho de 1990;
- Decreto nº 25255 de 8 de novembro de 2002 – Municipaliza as operações e controle da Lagoa Rodrigo de Freitas.

Atos Normativos do Poder Administrativo

- Resolução CONAMA Nº 20 de 18 de junho de 1986; - Estabelece a classificação das água, os parâmetros de balneabilidade e os padrões de lançamento de efluentes em corpo hídrico;
- Resolução CONAMA No 01 de 23 de janeiro de 1986; - Estabelece a realização de Estudo de Impacto Ambiental;
- NT 202R.10 – Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos. Aprovada pela Deliberação CECA nº 1007, de 4 de dezembro de 1986;
- DZ 205R.1- Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes de origem não industrial. Aprovada pela Deliberação CECA nº 3154, de 26 de abril de 1994;

Normas Técnicas

- NBR-9.648, promulgada em 1986. Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- NBR-9.649, promulgada em 1986. Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- NBR-12208, promulgada em 1992. Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).