



REVISÃO DO
PLANO MUNICIPAL DE
SANEAMENTO BÁSICO
PARA OS SERVIÇOS
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

MUNICÍPIO DO
RIO DE JANEIRO

ETAPA 1

Caracterização do Município; Indicadores Sanitários, Epidemiológicos, Ambientais e Socioeconômicos; Diagnóstico Institucional; Estudo Populacional; e Estudo de Demanda para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário e Interfaces

Relatório: Estudo de Demanda para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário e Interfaces



REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO PARA OS SERVIÇOS
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO (PMSB-AE) DO
MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO - RJ

CONTRATO N° 06/2020
PROCESSO N° 06/600.273/2020

CONTRATANTE



PREFEITURA DA CIDADE DO
RIO DE JANEIRO
FUNDAÇÃO RIO-ÁGUAS

FUNDAÇÃO INSTITUTO DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO
RUA VOLUNTÁRIOS DA PÁTRIA, 169, BOTAFOGO
CEP: 22270-001 – RIO DE JANEIRO, RJ

CONTRATADA



DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA LTDA.
AVENIDA HIGIENÓPOLIS, 32, 4º ANDAR, CENTRO
CEP: 86020-080 – LONDRINA, PR

2020



ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO



DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA LTDA.

CNPJ: 04.915.134/0001-93 • CREA Nº 41972

Avenida Higienópolis, 32, 4º andar, Centro

Tel.: 43 3026 4065 • CEP: 86020-080 • Londrina / PR

Home: www.drz.com.br • e-mail: drz@drz.com.br

DIRETORIA:

Agostinho de Rezende – Diretor Geral

José Roberto Hoffmann – Diretor Técnico

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

José Roberto Hoffmann – Engenheiro Civil – CREA-PR 6125/D

APOIO TÉCNICO:

Agenor Martins Junior – Arquiteto e Urbanista

Aila Carolina Theodoro de Brito – Analista Ambiental

Bruno Martinez Francisconi – Analista Ambiental

Gabriela Calça Evaristo – Analista Ambiental

Karen Sayuri Ito Sakurai – Analista Ambiental

Mayra Curti Bonfante – Analista Ambiental

Agostinho de Rezende

Diretor Geral

CRA-PR 6459



APRESENTAÇÃO

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município do Rio Janeiro abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de dois dos quatro componentes do saneamento básico, sendo eles: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Com isso, estabelece um planejamento de ações para a cidade, atendendo aos princípios das Leis Federais n.º 11.445/2007 e n.º 14.026/2020, e visa a universalização dos serviços para a melhoria da salubridade ambiental, a proteção dos recursos hídricos e a promoção da saúde pública.

A construção do Plano Municipal de Saneamento Básico para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (PMSB-AE) se dará nas seguintes etapas:

- **Etapa 1:** Caracterização do Município; Indicadores Sanitários, Epidemiológicos, Ambientais e Socioeconômicos; Diagnóstico Institucional; Estudo Populacional; e Estudo de Demanda para os Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e Interfaces;
- **Etapa 2:** Diagnóstico dos Sistemas Existentes de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (Áreas de Planejamento 1, 2 e 3);
- **Etapa 3:** Diagnóstico dos Sistemas Existentes de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (Áreas de Planejamento 4 e 5);
- **Etapa 4:** Articulação com Outros Instrumentos de Planejamento Local; Premissas para Desenvolvimento e Sustentabilidade do Plano; Prioridades e Metas Temporais; e Identificação das Alternativas para Melhorias e Ampliações;
- **Etapa 5:** Intervenções no Sistema de Abastecimento de Água;
- **Etapa 6:** Intervenções no Sistema de Esgotamento Sanitário;
- **Etapa 7:** Diretrizes para Participação e Controle Social; e Plano de Ações para Emergências e Contingências;
- **Etapa 8:** Planos de Investimentos; Sustentabilidade Econômico-Financeira; Estrutura Tarifária; Recomendações para a Melhoria na Prestação dos Serviços; Manual Operativo do Plano; Aprovação do Plano; e Relatório Final Consolidado do PMSB-AE do Município do Rio de Janeiro.



Este arquivo se refere ao relatório do **Estudo de Demanda para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário e Interfaces**, pertencente à **Etapa 1** de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Rio de Janeiro / RJ.

De maneira geral, o PMSB-AE visa dotar o município de instrumentos e mecanismos que permitam a implantação de ações articuladas, duradouras e eficientes, que possam garantir o acesso universalizado aos serviços com qualidade, equidade e continuidade, por meio de metas definidas em um processo participativo.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
3. ESTUDO DE DEMANDA PARA OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E INTERFACES	17
3.1. ESTUDO DOS PARÂMETROS BÁSICOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA	17
3.1.1. Índice de Perdas	17
3.1.2. Consumo <i>per capita</i>	18
3.1.3. Vazão Média	19
3.1.4. Coeficientes de Variações de Consumo	20
3.1.5. Reservação	21
3.1.6. Qualidade da Água	21
3.1.7. Consumos Industriais	23
3.1.8. Densidades Populacionais Mínimas a Serem Atendidas	23
3.1.9. Localização das Áreas com Ausência de Rede de Abastecimento de Água	23
3.2. ESTUDO DOS PARÂMETROS BÁSICOS PARA ESGOTAMENTO SANITÁRIO	25
3.2.1. Carga Orgânica <i>per capita</i>	26
3.2.2. Coeficiente de Retorno	27
3.2.3. Coeficiente de Infiltração	28
3.2.4. Diâmetros e Declividades das Redes Coletoras	29
3.2.5. Profundidades Mínimas e Máximas das Redes Coletoras e Interceptores	31
3.2.6. Tipos de Tratamento de Efluentes	32
3.2.7. Localização das Áreas com Ausência de Rede Coletora de Esgoto	35
3.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	37
3.3.1. Contextualização do Serviço Público de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos	37
3.3.2. Interface do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos com os Sistemas de Água e Esgoto	45
3.4. SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	47
3.4.1. Contextualização do Serviço Público de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	47



3.4.2. Interface do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas com os Sistemas de Água e Esgoto	52
4. CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas com ausência de rede de distribuição de água.	24
Figura 2 – Áreas com ausência de sistemas de esgotamento sanitário.	36
Figura 3 – Composição gravimétrica dos resíduos domésticos da cidade do Rio de Janeiro.....	38
Figura 4 – Coleta de resíduos domésticos no município do Rio de Janeiro.	38
Figura 5 – Vista aérea da CTR - Rio em Seropédica.	40
Figura 6 – Superintendências regionais e Diretoria de Serviços Urbanos de Manejo Arbóreo.	41
Figura 7 – Serviços de limpeza pública executados na cidade do Rio de Janeiro.	42
Figura 8 – Caminhões devidamente identificados realizando a coleta seletiva na cidade do Rio de Janeiro.	43
Figura 9 – Disposição irregular e retirada de resíduos sólidos nas lagoas da cidade do Rio de Janeiro.	46
Figura 10 – Locais vistoriados pela Fundação Rio-Águas.....	50
Figura 11 – Exemplo de locais na cidade do Rio de Janeiro onde o sistema de drenagem está recebendo despejo de esgoto.	51
Figura 12 – Danos ocasionados a população devido à ausência de um sistema eficiente de drenagem e manejo de águas pluviais.....	52



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações das variáveis do sistema de abastecimento de água disponibilizadas pelo SNIS.....	17
Tabela 2 – Dados de qualidade da água.....	22
Tabela 3 – Informações básicas de esgotamento sanitário da cidade do Rio de Janeiro.....	25
Tabela 4 – Carga orgânica por sistema de esgotamento sanitário.	26
Tabela 5 – Resíduos sólidos encaminhados às unidades de disposição final de sistema público da cidade do Rio de Janeiro.....	44
Tabela 6 – Panorama da drenagem e manejo das águas pluviais no município do Rio de Janeiro.	48



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação das ETRs, com área de atendimento e localização. 39



LISTA DE NOMENCLATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMJG	Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho
ANA	Agência Nacional de Águas
AP	Área de Planejamento
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTR	Centro de Tratamento de Resíduos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ETR	Estação de Transferência de Resíduos
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FUNDACÃO RIO-ÁGUAS	Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro
IQA	Índice de Qualidade da Água
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMSB-AE	Plano Municipal de Saneamento Básico para os Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário
PPA	Plano Plurianual
PV	Poço de Visita
RCC	Resíduo de Construção Civil
RJ	Rio de Janeiro



SECONSERVA Secretaria Municipal de Conservação

SES Sistema de Esgotamento Sanitário

SMAC Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TIL Tubo de Inspeção e Limpeza

TL Terminal de Limpeza



1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal n.º 11.445/2007, que institui a Política Nacional de Saneamento Básico, dispõe que o saneamento básico engloba quatro componentes¹ distintos (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas), os quais um sem o outro não são suficientes para melhorar a prestação dos serviços públicos.

Acompanhando a preocupação das diferentes esferas de governo, a referida lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e determina a obrigatoriedade de elaboração dos Planos Municipais. Ademais, a Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020, na busca de promover a universalização do acesso e a prestação adequada dos serviços, com atendimento pleno aos usuários, atualiza o marco legal do saneamento básico.

A legislação brasileira está bem fundamentada quando se trata de questões ligadas ao saneamento, porém, a realidade vivenciada por grande parte da população se difere do estabelecido em lei. A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais, resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos.

A ausência de saneamento ou a adoção de soluções ineficientes trazem danos ao meio ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo, que, por consequência, influenciam diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde. É necessário que o governo e a população olhem para o assunto com a devida importância.

Deste modo, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) pode contribuir para o aumento da salubridade ambiental do município, uma vez que contempla um planejamento de longo prazo (20 anos). É um instrumento que, a partir do diagnóstico da atual situação do saneamento na cidade, definirá um planejamento de ações e metas de melhorias, prioridades de

¹ O município do Rio de Janeiro, além do Plano Municipal de Saneamento Básico – Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, o qual está sendo revisado por meio do Contrato n.º 06/2020 (celebrado entre Fundação Rio-Águas e DRZ Geotecnologia e Consultoria), também já possui Plano para os outros dois componentes do saneamento básico, sendo eles: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.



investimentos, forma de regulação da prestação dos serviços, aspectos econômicos e sociais, aspectos técnicos e forma de participação e controle social, de modo a orientar a atuação dos prestadores de serviços, dos titulares e da sociedade.

Ademais, com o Plano, o município pode ter acesso a recursos federais (recursos orçamentários da União ou financiamentos de instituições financeiras da administração pública federal destinados ao saneamento) e subsidiar obras de melhorias em todo o território municipal.

Este trabalho técnico se traduz na revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Rio de Janeiro / RJ, caracterizando as ações, as intervenções e os investimentos com o intuito de universalização e prestação adequada dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, tendo como premissa básica o desenvolvimento de alternativas e a indicação de soluções de engenharia para os sistemas, em consonância com os demais equipamentos públicos do município.



2. OBJETIVOS

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (PMSB-AE) do Rio de Janeiro / RJ tem como objetivo geral realizar o diagnóstico destes componentes em todo o território municipal e redefinir o planejamento para o setor nos próximos 20 anos, em atendimento à Política Federal de Saneamento Básico.

Também objetiva formular as linhas de ações estruturantes e estruturais no que se refere ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, com vistas à universalização destes serviços, um dos princípios fundamentais da Lei n.º 11.445/2007.

São objetivos específicos do PMSB-AE:

- Formular diagnóstico da situação local, atualizado, com base em sistemas de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos;
- Possibilitar a racionalização do uso da água bruta nos sistemas de abastecimento, bem como garantir a universalização do abastecimento de água potável, em quantidade e qualidade adequados, com observância das peculiaridades de cada local;
- Possibilitar a coleta, tratamento e destinação final adequada dos efluentes domésticos, quando esta se mostre a melhor alternativa tecnológica, de forma a minimizar as cargas de poluição lançadas nos cursos de água;
- Redefinir os objetivos e metas para a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico com qualidade, integralidade, segurança, sustentabilidade (ambiental, social e econômica), regularidade e continuidade;
- Redefinir critérios para a priorização dos investimentos, em especial para o atendimento à população de baixa renda;
- Fixar metas físicas e financeiras baseadas no perfil do déficit de saneamento básico e nas características locais;
- Redefinir os programas, projetos e ações e os investimentos correspondentes e sua inserção no PPA e no orçamento municipal, e as ações para emergências e contingências;



- Redefinir os instrumentos e canais da participação e controle social, e os mecanismos de monitoramento e avaliação do Plano;
- Estabelecer estratégias e ações para promover a salubridade ambiental, a qualidade de vida e a educação ambiental nos aspectos relacionados ao saneamento básico;
- Estabelecer condições técnicas e institucionais para a garantia da qualidade e segurança da água para consumo humano e os instrumentos para a informação da qualidade da água à população;
- Estabelecer diretrizes para a busca de alternativas tecnológicas apropriadas com métodos, técnicas e processos simples e de baixo custo que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- Orientar a identificação, a aplicação e o incentivo ao desenvolvimento de tecnologias sociais conforme a realidade socioeconômica, ambiental e cultural;
- Fixar as diretrizes para a elaboração dos estudos e a consolidação e compatibilização dos planos setoriais específicos relativos aos componentes do saneamento básico: abastecimento de água potável e esgotamento sanitário;
- Estabelecer diretrizes e ações em parceria com os setores de gerenciamento dos recursos hídricos, meio ambiente e habitação, para preservação e recuperação do ambiente, em particular do ambiente urbano, dos recursos hídricos e do uso e ocupação do solo;
- Dotar o município com um instrumento indispensável para solicitação de verbas federais para implantação das obras e benfeitorias relacionadas no PMSB, o qual deve ser aprovado e sancionado na forma de Lei.



3. ESTUDO DE DEMANDA PARA OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E INTERFACES

3.1. ESTUDO DOS PARÂMETROS BÁSICOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O estudo de demandas de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município carioca. Esse estudo é baseado no histórico de informações disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes ao número de habitantes atendidos, extensão da rede de água, consumo *per capita* e aos índices de atendimento e de perdas na distribuição nos últimos anos, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Informações das variáveis do sistema de abastecimento de água disponibilizadas pelo SNIS.

Ano	População Total Atendida com Abastecimento de Água (habitantes)	Índice de Atendimento Total de Água (percentual)	Consumo Médio <i>per capita</i> de Água (l/hab./dia)	Extensão da Rede de Água (km)	Índice de Perdas na Distribuição (percentual)
2012	5.824.344	91,14	312,17	10.112,00	32,82
2013	5.874.342	91,36	329,78	10.210,69	28,49
2014	5.912.546	91,62	329,54	10.290,60	28,59
2015	6.366.564	98,30	339,25	10.352,52	26,39
2016	6.435.405	99,02	328,94	10.891,20	25,36
2017	6.465.474	99,16	327,89	10.710,21	24,92
2018	6.515.724	97,41	328,22	10.736,86	29,47
2019	6.614.095	98,44	220,08	10.839,45	40,99

Fonte: SNIS, 2019.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Esse estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água dos sistemas e o crescimento populacional. Desta maneira, para conhecer a demanda de água necessária para atendimento de toda a população carioca, serão estabelecidos alguns critérios e parâmetros que nortearão essa estimativa, conforme segue:

3.1.1. Índice de Perdas

No sistema de abastecimento de água há dois tipos de perdas: as aparentes e as reais. As perdas reais correspondem aos vazamentos e extravasamentos nas redes e nos



reservatórios, e os vazamentos em ligações até os hidrômetros. Já as perdas aparentes são referentes ao consumo não autorizado e a imprecisão na hidrometriação.

Atualmente, no município carioca, o índice de perdas de água na distribuição se encontra em 40,99%. Este fato se deve por certos fatores, como o baixo índice de hidrometriação de 53,23% (SNIS, 2019). Conforme apresentado por Sanchez et al. (2000), o índice de perdas no sistema de abastecimento de água associado à imprecisão na medida feita pelos hidrômetros, a submedição, representa parcela significativa das perdas, que podem variar entre 8,0 a 23,4% dos volumes micromedidos.

Quanto as condições atuais das estruturas de distribuição e reservação de água, que contribuem no índice de perdas de água, serão mais bem abordadas na etapa do diagnóstico do sistema de abastecimento de água

O investimento na diminuição das perdas, através de um plano de combate efetivo, é uma forma de aumentar o volume disponível de água (subterrânea ou superficial). Além do ganho ambiental, os aquíferos e rios da região não sofrerão excesso de exploração.

3.1.2. Consumo *per capita*

O consumo médio de água por pessoa por dia, conhecido por "consumo médio *per capita*", é obtido dividindo-se o total consumido de água por dia pelo número de pessoas atendidas pelo serviço. Para o cálculo da demanda de água, considera-se o consumo *per capita* conforme a seguinte fórmula:

$$C = \frac{Va}{\text{Pop. A}}$$

Onde:

- C: consumo médio *per capita* de água (l/hab./dia);
- Va: volume de água consumido (l/dia);
- Pop.A: população total atendida com abastecimento de água.

Conforme foi possível observar na Tabela 1, das informações disponibilizadas pelo SNIS, o consumo médio *per capita* de água dos últimos anos obtiveram grandes variações, oscilando de 220,08 l/hab./dia até 339,25 l/hab./dia. Segundo a CEDAE (2020), deverá considerado o consumo médio *per capita* de água de 220,08 l/hab./dia.



É importante destacar que, segundo o direcionamento da Organização das Nações Unidas (ONU), para assegurar a satisfação das necessidades básicas e a minimização dos problemas de saúde, são necessários 110 litros de água por pessoa, por dia.

A média de consumo de água no Brasil, incluindo todas as regiões do país, é de 153,87 l/hab./dia, no entanto, existem regiões em que a média é bem inferior a este patamar. O estado do Rio de Janeiro apresenta uma média de consumo de 206,97 l/hab./dia (SNIS, 2019), ou seja, quase duas vezes o ideal recomendado pela ONU. Já a cidade do Rio de Janeiro tem uma média de consumo *per capita* de 220,08 l/hab./dia (SNIS, 2019), levemente superior à média estadual.

Esta é uma das prerrogativas do Plano, ou seja, fornecer subsídio ao gestor do serviço para que o mesmo tenha ferramentas concretas para tomada de decisões. Logicamente, uma queda significativa no consumo diminui os gastos de um prestador de serviço, corroborando assim para uma melhor condição de atendimento, além de investimentos e melhorias no sistema.

3.1.3. Vazão Média

Para a elaboração de um projeto de um sistema de abastecimento de água faz-se necessário o conhecimento das vazões de dimensionamento das diversas partes constituintes. Por sua vez, a determinação dessas vazões implica no conhecimento da demanda de água na cidade, que é função do número de habitantes a serem abastecidos e da quantidade de água necessária a cada indivíduo.

Desta forma, para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte fórmula:

$$Q_{med} = \frac{P * C * (1 + Pe)}{86400}$$

Onde:

- Q_{med} : vazão média (l/s);
- P : população inicial e final (hab.);
- Pe : perdas de água na distribuição (l/s);
- C : consumo *per capita* (l/hab./dia).



3.1.4. Coeficientes de Variações de Consumo

Em um sistema de abastecimento de água ocorrem variações significativas de consumo, que podem ser mensais, diárias, horárias e instantâneas. Ao longo do ano, por exemplo, o consumo costuma ser maior no verão.

Desta maneira, para o cálculo da demanda de água, algumas dessas variações devem ser levadas em consideração. Neste estudo serão usadas as variações de consumo diária e horária.

- **Variações Diárias:**

A vazão média diária anual é obtida através do volume distribuído em um ano dividido por 365 dias. Porém, existem dias em que o consumo é maior, e a relação entre o maior consumo diário verificado e a vazão média diária anual fornece o coeficiente do dia de maior consumo (K1).

O valor de K1 varia entre 1,2 e 2,0 dependendo das condições locais. Para o estudo em questão adotou-se K1 igual a 1,2 (VON SPERLING, 1996).

A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

$$Q_{\text{maxd}} = Q_{\text{med}} * K1$$

Onde:

- Q_{maxd} : vazão máxima diária (l/s);
- K1: coeficiente de consumo máximo diário = 1,2;
- Q_{med} : vazão média (l/s).

- **Variações Horárias:**

Assim como o consumo de água varia entre os dias do ano, ao longo do dia também há valores distintos de pico de vazões horárias. Em determinada hora do dia a vazão de consumo é máxima e, para obter o seu valor é utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K2), que é a relação entre o máximo consumo horário e o consumo médio horário do dia de maior consumo. Geralmente, o consumo é maior nos horários de refeições e menores no início da madrugada.



Para o estudo em questão adotou-se K2 igual a 1,5 (VON SPERLING, 1996), valor este que está relacionado com o dimensionamento de redes adutoras e elevatórias do sistema.

A vazão máxima horária é obtida através da fórmula que se apresenta a seguir:

$$Q_{maxh} = Q_{maxd} * K2$$

Onde:

- Q_{maxh} : vazão máxima horária (l/s);
- K2: coeficiente de consumo máximo horário = 1,5;
- Q_{maxd} : vazão máxima diária (l/s).

3.1.5. Reservação

Os reservatórios são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água, situados em pontos estratégicos do sistema de modo a atenderem as seguintes situações: garantia da quantidade de água, garantia de adução com vazão e altura manométrica constante, menores diâmetros no sistema e melhores condições de pressão (GUIMARÃES, 2009).

A NBR 12217:1994 estabelece critérios para o cálculo do volume de reservação a ser adotado. Este volume de reservação deve ser igual ou superior a 1/3 do volume do dia de maior consumo de água.

O volume de reservação é obtido através da seguinte fórmula:

$$V_{re} = \frac{P * C * K1 / 1000}{3}$$

Onde:

- V_{re} : volume de reservação (m^3);
- P: população inicial e final (hab.);
- C: consumo *per capita* (l/hab./dia);
- K1: coeficiente de consumo máximo diário = 1,2.

3.1.6. Qualidade da Água

A Portaria de Consolidação n.º 05/2017, do Ministério da Saúde, estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. A norma determina um número mínimo de



amostras para controle da qualidade da água, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por conta de cada sistema e do tipo de manancial.

A Tabela 2 apresenta variáveis e indicadores de qualidade da água disponíveis no SNIS (2019) para o município do Rio de Janeiro.

Tabela 2 – Dados de qualidade da água.

Ano	Cloro Residual		Turbidez		Coliformes Totais	
	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostra (%)	Incidência das Análises de Cloro Residual Fora do Padrão (%)	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostra (%)	Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão (%)	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostra (%)	Incidência das Análises de Coliformes Totais Fora do Padrão (%)
2012	106,88	1,40	106,88	9,11	106,88	6,86
2013	106,81	2,32	106,81	9,18	106,81	8,26
2014	106,74	2,02	106,36	8,69	106,66	7,54
2015	120,33	1,20	119,66	6,17	103,68	8,43
2016	102,93	5,81	101,51	8,04	103,11	0,81
2017	106,63	0,65	104,88	6,88	105,67	5,91
2018	105,64	0,52	103,87	10,92	105,40	7,95
2019	80,37	0,39	80,01	45,81	105,81	7,42

Fonte: SNIS, 2019.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Em relação aos dados de qualidade da água, a legislação vigente considera inadequado o sistema possuir mais de 5% de amostras fora do padrão em relação aos dados de turbidez e coliformes totais. O município do Rio de Janeiro apresenta amostras de turbidez e coliformes totais fora do padrão permitido em quase todos os anos desde 2012, com exceção ao ano de 2016, em que apenas as análises de coliformes totais estavam dentro dos padrões. É importante destacar que o município apresentou, no ano de 2019, as porcentagens de 45% e 7,42% fora do padrão para amostras de turbidez e coliformes totais, respectivamente.

Já para o cloro residual, a portaria não estabelece uma quantidade permitida de amostras fora do padrão, porém determina que assim que as análises estejam fora do padrão, deve-se realizar serviços de correção para deixar a quantidade de cloro na água de acordo com o intervalo estabelecido na legislação. Fato este que indica a necessidade de correção dos níveis de cloro em todos os anos desde 2012 na cidade carioca.



No índice de quantidade de amostras, o município não atingiu a quantia necessária de amostras de cloro residual e turbidez no ano de 2019, chegando à uma porcentagem de 80% em ambos. Dessa forma, somente os coliformes totais ficaram dentro do índice exigido, com 105,81%.

Os resultados apresentados posteriormente remetem aos próximos gestores a tomada de decisões no intuito de ampliação da produção ou medidas socioambientais que propiciem o atendimento satisfatório do serviço de abastecimento de água.

3.1.7. Consumos Industriais

O município do Rio de Janeiro é o segundo no país que mais capta água para uso industrial, consumindo uma vazão de 5,01 m³/s. Desta, 1,31 m³/s não retorna ao corpo hídrico ou ao tratamento de efluentes por ter sido incorporada no produto, evaporada ou indisponibilizada do seu ambiente para reuso ou outros propósitos (ANA, 2017).

Este consumo industrial é significativo e deve ser levada em conta para os cálculos do sistema de abastecimento de água do Rio de Janeiro.

3.1.8. Densidades Populacionais Mínimas a Serem Atendidas

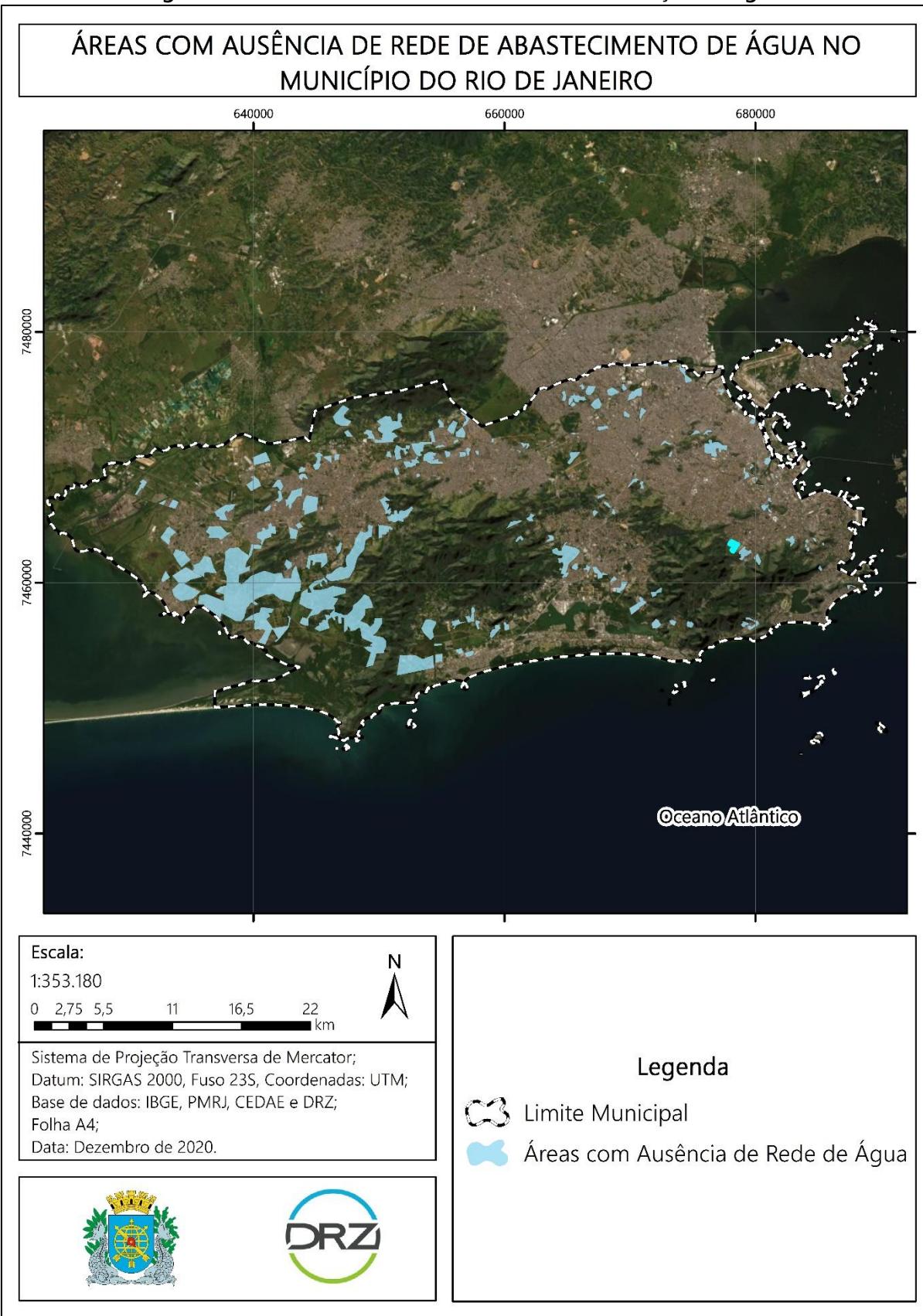
A Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n.º 11.445/2007, estabelece princípios fundamentais para os serviços públicos de saneamento básico, como a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço. Deste modo, não serão analisadas densidades populacionais mínimas a serem atendidas, será considerado o acesso a água tratada para toda a população do município do Rio de Janeiro.

3.1.9. Localização das Áreas com Ausência de Rede de Abastecimento de Água

Na Figura 1 é possível observar as áreas no município do Rio de Janeiro onde não existem rede distribuidora de água. Estas manchas serão confirmadas no diagnóstico, com a sobreposição dos dados de rede distribuidora mais atualizados.



Figura 1 – Áreas com ausência de rede de distribuição de água.



Elaboração: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.



3.2. ESTUDO DOS PARÂMETROS BÁSICOS PARA ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema de esgotamento sanitário elimina os problemas decorrentes do uso da água, seja residencial ou industrial, uma vez que evita a poluição do solo, dos corpos hídricos e do lençol freático, controlando, assim, a proliferação de doenças e outros transtornos à população em geral.

É necessário que o referido sistema seja estruturado com um conjunto de obras, instalações e equipamentos, que juntos, devem atender toda a demanda em quatro etapas, as quais devem ser implantadas seguindo as normativas ambientais: coleta, transporte, tratamento e destinação final.

O estudo dos parâmetros básicos para esgotamento sanitário também tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda pelo serviço para o município carioca. Esse estudo é baseado no histórico de informações disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes à população atendida, índice de atendimento, total de ligações ativas e inativas, extensão de rede, esgoto coletado, esgoto tratado e percentual do tratado em relação ao coletado nos últimos oito anos, conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 – Informações básicas de esgotamento sanitário da cidade do Rio de Janeiro.

Ano	População Total Atendida com Esgotamento Sanitário (habitantes)	Índice de Atendimento (percentual)	Total de Ligações (ativas + inativas)	Extensão da Rede de Esgoto (km)	Esgoto Coletado (1000 m ³ /ano)	Esgoto Tratado (1000 m ³ /ano)	Percentual de Esgoto Tratado do Coletado
2012	5.000.279	74,42	802.196	5.394,00	414.798,20	330.157,72	79,59
2013	5.204.870	77,47	831.730	5.396,00	461.896,83	332.189,48	71,92
2014	5.363.621	79,83	884.290	5.982,00	469.285,69	334.572,81	71,29
2015	5.381.010	80,09	880.906	6.254,23	455.815,22	338.008,67	74,15
2016	5.534.163	82,37	949.587	6.665,05	449.063,98	342.099,71	76,18
2017	5.606.350	83,44	924.976	6.428,24	449.781,11	355.103,17	78,95
2018	5.694.900	84,76	946.447	6.555,57	455.922,73	333.332,19	73,11
2019	5.796.792	86,28	1.154.935	6.765,73	427.367,57	346.019,45	80,97

Fonte: SNIS, 2019.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Cada etapa conta com uma gama de equipamentos e fases, como, por exemplo, a rede coletora que recebe todo efluente de esgoto gerado nos domicílios, por intermédio das ligações residenciais e, ainda, os interceptores, dispositivos que recebem o efluente das redes



coletoras, e tem como finalidade encaminhar o esgoto até o ponto de tratamento (ETE) ou para estações elevatórias (EEE) que são implantadas para auxiliar o transporte do esgoto em locais com topografia irregular. Já a etapa de tratamento consiste em um conjunto de obras e equipamentos que devem suprir as exigências ambientais de qualidade para, em seguida, lançar o esgoto tratado, via emissários, em corpos receptores.

O estudo dos parâmetros básicos para o esgotamento sanitário tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da geração de esgoto para o município, a partir do consumo *per capita* de água. Esse estudo é baseado no histórico das informações disponibilizadas pelas concessionárias dos serviços, pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e pela Prefeitura Municipal.

Os parâmetros básicos que serão definidos para o esgotamento sanitário são: carga orgânica *per capita*; coeficiente de retorno; coeficientes de variação; taxas de infiltração; diâmetros, declividades e profundidades mínimas; profundidades máximas; materiais da rede, coletores e interceptores; graus e tipos de tratamento, como segue:

3.2.1. Carga Orgânica *per capita*

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio utilizada na oxidação bioquímica de matéria orgânica. A DBO é expressa em mg O₂/l (concentração), e também pode ser expressa em kg/dia (carga), considerando-se a concentração medida e a vazão média diária do esgoto.

Segundo o Plano Metropolitano de Água e Esgoto, onde foram levantados dados em todo o sistema de esgotamento sanitário da cidade do Rio de Janeiro, a carga orgânica no município chega a um valor de 55 g/hab./dia (Tabela 4). Este valor pode sofrer alterações sazonais, de acordo com o aumento ou diminuição da população flutuante.

Tabela 4 – Carga orgânica por sistema de esgotamento sanitário.

CARGA ORGÂNICA DOS SES DO RIO DE JANEIRO	
Sistemas de Esgotamento Sanitário	Carga (kg/dia)
SES EPC Barra	53.691,40
SES Zona Sul	115.052,90
Conjunto de Pequenas ETEs	7.733,60
SES Deodoro	4.026,90
SES Alegria	46.021,20



CARGA ORGÂNICA DOS SES DO RIO DE JANEIRO

Sistemas de Esgotamento Sanitário	Carga (kg/dia)
SES Pavuna	37.407,60
SES Penha	23.019,50
SES Ilha do Governador	6.451,90
Soluções Individuais	5.768,90
Lançamentos Diretos	48.041,90
Total	347.215,80
População (Projeção FGV, 2020)	6.351.322
<i>per capita</i> (kg/hab./dia)	0,055

Fonte: Plano Metropolitano de Saneamento Básico - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário - Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2019.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Este indicador é muito importante para o município, especialmente para a realização de projetos adequados de coleta, tratamento e destino final dos efluentes, evitando prejuízos com obras subdimensionadas. Além disso, atualmente este é um indicador preocupante para o meio ambiente, pois grande parte desta carga ainda é lançada *in natura* nos rios, córregos e baía da cidade.

3.2.2. Coeficiente de Retorno

O coeficiente de retorno é a relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida. O mesmo considera o volume infiltrado, evaporado e ingerido de toda quantidade de água consumida dentro de um sistema de abastecimento, e o esgoto gerado a partir desse consumo.

De acordo com o especificado na Norma Brasileira NBR 9649:1986 (Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário), inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisas, adota-se o valor de 0,8 como coeficiente de retorno, ou seja, toda água consumida possui um retorno de 80% para a rede de esgotamento sanitário.

Embora exista o estudo e a Norma Brasileira que indica que 80% da água consumida tem destino a rede coletora de esgoto e serve como base para a cobrança da tarifa de esgoto em grande parte das concessionárias e autarquias do território brasileiro, o município do Rio de Janeiro utiliza como base para cobrança do serviço de esgoto o mesmo valor gasto no consumo de água, ou seja, um coeficiente de retorno de 100%.



3.2.3. Coeficiente de Infiltração

Os projetos para implantação de redes de esgotos podem ser executados acima ou abaixo do lençol freático, conforme a topografia e a pedologia do terreno. Quando executado acima do lençol, o problema da infiltração é minimizado na prática, porém os cuidados com a execução das obras não devem ter menor rigor. Os maiores problemas de infiltração de água subterrânea nos sistemas de esgotamento sanitário ocorrem quando a rede está assentada abaixo do nível do lençol freático.

As águas de infiltração podem ser águas subterrâneas originárias do subsolo (lençol freático alto) ou através das chuvas excessivas, onde penetram indesejavelmente nas canalizações da rede coletora de esgotos por diversos meios, como segue:

- Pelas paredes das tubulações danificadas;
- Pelas juntas das tubulações mal executadas;
- Pelas estruturas dos poços de visita e das estações elevatórias, e demais equipamentos do sistema de esgotamento sanitário.

Como o escoamento em sistemas coletores de esgotos geralmente não ocorre sob pressão e sim por gravidade, tal infiltração é possível e pode comprometer o tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

A quantidade de infiltração contribuinte ao sistema depende da qualidade e do tipo de construção das tubulações e das juntas (tipos de materiais empregados, estado de conservação, condições de assentamento destas tubulações e juntas, etc.), e também das características relativas ao meio (nível de água do lençol freático, clima, composição do solo, permeabilidade, vegetação, etc.).

O conhecimento das taxas de infiltração em redes coletoras de esgotos é muito importante para os novos projetos, pois a determinação de vazões influenciará no dimensionamento das redes coletora, das elevatórias e das estações de tratamento de esgoto.

Geralmente, os projetistas não se preocupam em verificar os valores reais de infiltração de um território, adotando assim valores muito diferentes dos que realmente ocorrem, este fato pode ocasionar erro de dimensionamento do sistema.



A Norma Técnica ABNT NBR 9649:1986 fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto hidráulico-sanitário de redes coletoras de esgoto, funcionando em lâmina livre, e ainda recomenda que a taxa de contribuição de infiltração depende exclusivamente das condições locais de implantação, tais como:

- Nível de água do lençol freático;
- Pedologia;
- Qualidade de execução da obra;
- Qualidade do material a ser utilizado na tubulação;
- Qualidade das juntas a serem utilizadas;
- Tipos de poços de visita (PV).

A referida norma recomenda que se não houver estudos prévios feitos na região a ser implantada uma rede coletora, adota-se a seguinte Taxa de Infiltração - T_{xl} : de 0,05 a 1,0 l/s/km. A norma adota valores bastante conservadores, como se a rede estivesse inteiramente sob o nível de lençol freático, justamente para se evitar erros cruciais em sistemas.

Desta forma, é recomendável que sejam adotados estudos especiais de geotécnica, em fases de anteprojetos de sistemas de esgotos, permitindo a realização de cálculos e dimensionamentos mais precisos e fundamentados, proporcionando um projeto ajustado a realidade, e podendo-se fazer mais com menos recursos financeiros.

A cidade do Rio de Janeiro possui uma pluviosidade anual significativa (1.278 mm/ano), possui dois tipos de aquíferos (fissural e poroso) e uma gama de tipos de solo heterogêneos, fatores que dificultam as concepções de projetos, uma vez que seriam necessários vários estudos de infiltração para diferentes regiões no município. Desta maneira, quando não houver estudo já realizado, é importante utilizar taxas de infiltração bastante conservadoras como determina a norma.

3.2.4. Diâmetros e Declividades das Redes Coletoras

Os diâmetros e materiais das tubulações de esgotamento sanitário objetivam facilitar o transporte, manuseio e rapidez de execução do serviço. Existem hoje tubulações de PVC com diâmetros variados, iniciando com os de 100 mm que são utilizados exclusivamente para as



ligações prediais, ou seja, da calçada até a rede coletora, e aqueles diâmetros que variam de 150 mm a 300 mm, que são utilizados nas redes coletoras. Diâmetros superiores são normalmente utilizados em interceptores, recalques, etc.

Os requisitos mínimos para se realizar um dimensionamento de rede coletora de esgoto devem seguir padrões hidráulicos e sanitários tais como:

- Capacidade de condução das tubulações em relação às vazões máximas e mínimas;
- Regime de escoamento: livre nos coletores e interceptores;
- Regime de escoamento: forçado nos sifões invertidos e linhas de recalque;
- Garantia de auto limpeza nas tubulações (declividade mínima);
- Velocidade máxima obedecida.

A NBR 8160:1999 recomenda que toda a rede de ventilação deve ser instalada com um aclive mínimo de 1%, fazendo com que qualquer líquido que venha a ser introduzido nesta rede seja escoado, evitando assim acúmulo de água nos condutos.

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 $n = 0,013$. A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela seguinte expressão aproximada (NBR 9649:1986):

$$I_0 \text{mín.} = 0,0055 * Q_i^{-0,47}$$

Onde:

- $I_0 \text{min.}$: declividade mínima (m/m);
- Q_i : vazão inicial (l/s).

Neste momento ainda não é possível realizar qualquer análise com relação aos tipos, condições, diâmetros e declividades dos tubos e conexões da rede existente na cidade do Rio de Janeiro devido à carência de dados. Sendo assim, este item será aprofundado nas próximas etapas, que se referem ao diagnóstico dos sistemas de esgotamento sanitário existentes.



3.2.5. Profundidades Mínimas e Máximas das Redes Coletores e Interceptores

A profundidade das canalizações deve estar minimamente de acordo com o que estabelece a norma ABNT NBR 9649:1986. A profundidade mínima adotada é aquela que permite um recobrimento mínimo de 0,90 m, quando a rede estiver instalada no leito das vias de tráfego de veículos. Em situações onde a rede estiver com seu traçado sob a via de tráfego e o cobrimento for menor que 0,90 m, a rede deverá sofrer proteção contra as cargas transmitidas pela passagem de veículos sobre as vias. Esta proteção poderá ser por envelopamento. Admite-se 0,65 m quando instalada no passeio ou sem tráfego de veículos, apenas veículos particulares ao lote. A profundidade máxima adotada fica limitada as condicionantes físicas e executivas peculiares a cada trecho, definidas em projeto.

Em geral as profundidades de coletores de esgoto na via pública ocorrem da seguinte maneira:

→ Profundidades mínima dos coletores:

- Passeio: recobrimento superior a 0,65 m;
- Via de Tráfego: recobrimento superior a 0,90 m.

→ Profundidades máximas dos coletores:

- Passeio: de 2,00 a 2,50 m, dependendo do tipo de solo;
- Via de Tráfego e nos terços: de 3,00 a 4,00 m.

Outro fato determinante está relacionado com a topografia do terreno em que a rede for implantada. Dependendo do local, as redes podem ser locadas em profundidades acima do estabelecido na norma, já que é utilizado a cota de fundo da vala ou do tubo para instalação das redes determinado pelo projeto executivo.

Segundo a NBR 12207:2016, o projeto de interceptores de esgoto sanitário especifica os requisitos necessários para sua execução, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento de sistemas. Pela definição da NBR, o interceptor de esgotos é a "canalização cuja função precípua é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizada pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas". Este amortecimento possui influência direta no dimensionamento do interceptor e, consequentemente, no custo de aquisição da tubulação a ser



utilizada na obra. Isso porque, como as áreas de contribuição são cada vez maiores, as vazões de pico diminuem em função do tempo de deslocamento do lançamento, desde os coletores até o interceptor. Este amortecimento deverá ser levado em consideração apenas para os interceptores de grande porte (TSUTIYA & ALÉM SOBRINHO, 2000).

Os órgãos complementares são as estações elevatórias, extravasores e outros dispositivos ou instalações permanentes incorporadas ao interceptor. A contribuição de tempo seco é a descarga de cursos d'água ou do sistema de drenagem superficial recebida no sistema de esgoto sanitário, não incluídas as águas de precipitação pluvial na bacia correspondente. As distâncias máximas entre equipamentos de inspeções são definidas por parâmetros que limitam entre 60,00 e 100,00 m a distância entre PV, TIL ou TL, como o alcance dos equipamentos de desobstrução, diâmetro e material das tubulações.

Os interceptores estão locados em sua maioria em regiões de cotas mais baixas do terreno (fundos de vale), onde existem muitos conflitos urbanos, sejam eles por obras realizadas pelo poder público (avenidas sanitárias) ou privado ou por motivo de ocupações irregulares. Pode-se salientar também a questão legal, ou seja, o licenciamento da obra para implantação dos interceptores serem muito próximas ao leito de rios e córregos do território.

3.2.6. Tipos de Tratamento de Efluentes

No Brasil e no mundo existem vários tipos de tecnologias utilizadas para o tratamento de efluentes. O tratamento ideal é definido de acordo com a carga poluidora e/ou a presença de contaminantes, para isso são coletadas amostras dos efluentes para realização de análises que definem os parâmetros que representam a carga orgânica e a carga tóxica dos efluentes.

No Brasil existe a Resolução n.º 357 deliberada pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que estabelece parâmetros aos efluentes que são lançados à natureza e classifica os corpos de água em nove tipos deferentes.

De acordo com alguns especialistas, os processos de tratamento podem ser separados em três tipos, que são definidos conforme as operações utilizadas na remoção dos poluentes. Outros especialistas preferem determinar o tipo de processo de tratamento conforme as tecnologias utilizadas.



Nas ETEs convencionais são estabelecidas cinco etapas de tratamento como segue: pré-tratamento, tratamento primário, tratamento secundário, tratamento do lodo e tratamento terciário. Em geral, tratam-se de tratamentos físico-químicos ou biológicos.

No processo físico-químico são removidos os contaminantes por meio de reações químicas que separam o sólido do líquido. Já no processo biológico são utilizadas bactérias e microrganismos que consomem a matéria orgânica poluente através do processo respiratório.

- **Pré-Tratamento:**

Existem dois tipos de pré-tratamento que consistem basicamente em separação dos sólidos de maneira eficiente para não comprometer o restante do processo. Em geral, são utilizados o gradeamento e o desarenador.

O primeiro é realizado por grades metálicas de diferentes tamanhos e espaçamentos que promovem a remoção de sólidos grosseiros em suspensão ou flutuação. Os mesmos são detidos por elas e então, os sólidos de maiores dimensões são retirados com o auxílio de ferramentas ou de forma mecânica.

A desarenação tem a função de remover os flocos de areia através da sedimentação, ou seja, os grãos de areia vão para o fundo de tanque instalado na entrada do sistema devido à sua densidade ser maior que as matérias orgânicas que permanecem na superfície. Esse processo serve para facilitar o transporte e para conservar os equipamentos.

- **Tratamento Primário:**

O tratamento primário constitui-se de processos físico-químicos que buscam remover os sólidos em suspensão sedimentáveis, materiais flutuantes e matéria orgânica.

Após a floculação, tem-se a decantação primária que separa o sólido (lodo) e o líquido (efluente bruto). Os efluentes passam por decantadores onde o lodo fica no fundo do tanque.

- **Tratamento Secundário:**

Essa etapa é constituída por processos bioquímicos que podem ser aeróbicos ou anaeróbicos. Esse processo objetiva remover a matéria orgânica que não foi removida no



tratamento anterior permitindo que os efluentes possam estar em conformidade com a legislação ambiental.

Os processos aeróbicos e anaeróbicos trabalham na composição da matéria orgânica suspensa e na dissolvida na água, este processo tem como resultados o gás carbônico, material celular e água. O tratamento do efluente ao final desse processo pode ficar com até 95% livre de poluentes e de acordo com a legislação vigente.

- **Tratamento do Lodo:**

O tratamento do lodo tem a finalidade de reduzir o volume e o teor de matéria orgânica através do adensamento, onde acontece a diminuição da quantidade de água presente no lodo, e consequentemente, do seu volume.

A segunda etapa consiste na digestão anaeróbica para reduzir os microrganismos patogênicos, reduzir o volume e permitir a utilização do lodo para outros fins.

A terceira etapa submete o lodo a processos químicos e desidratação, permitindo a coagulação dos sólidos e remoção da umidade.

O produto oriundo destas etapas é rico em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e nutrientes, possibilitando seu uso na agricultura ou em reflorestamento ou descarte em aterros sanitários.

- **Tratamento Terciário:**

Após o tratamento secundário, a água já pode retornar aos recursos hídricos, entretanto, ainda é possível passar por outro tratamento para que possa ser utilizada para fins não potáveis. Utiliza-se o efluente não tratado para fins não potáveis (lavagem de ruas, por exemplo), porque mesmo tratado, ainda é possível conter elementos como nitrogênio e fósforo.

O tratamento terciário serve para remover essas substâncias como o nitrogênio e o fósforo que ainda podem estar presentes, através de técnicas de filtração, ozonização, cloração, osmose reversa, dentre outras. Essa operação pode consistir em diversas etapas que dependem do tipo de poluição do efluente e do grau de depuração que se deseja obter.

No município do Rio de Janeiro existem inúmeras Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) com as mais variadas etapas de tratamento, desde aquelas com tratamentos primários até

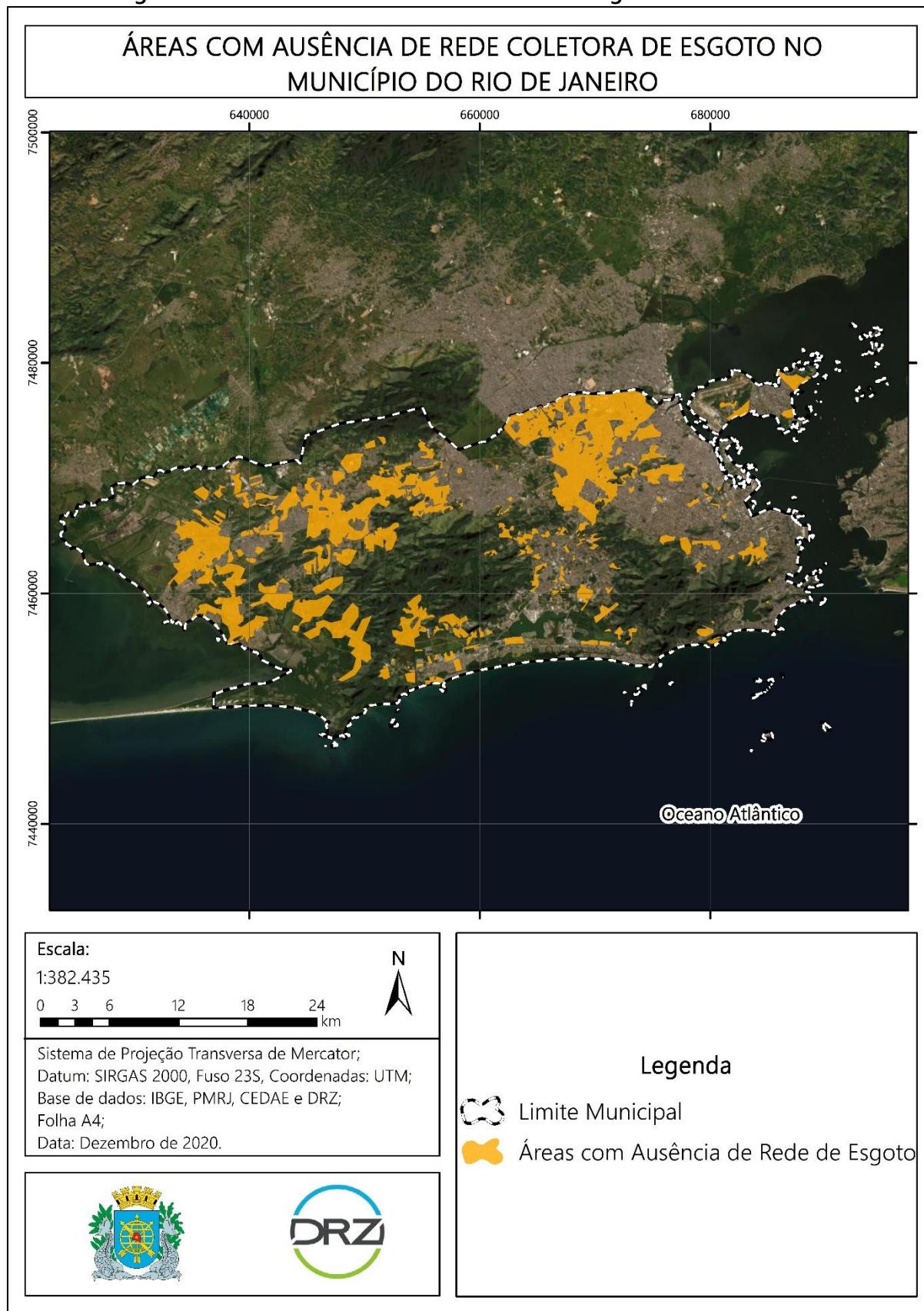


aqueelas com tratamento secundário e de lodo. Estes fatos serão mais bem detalhados ao longo deste Plano para a definição de ações que serão necessárias para a ampliação da coleta e tratamento do esgoto no município e, consequentemente, para as melhorias na qualidade do esfluente lançado na Baía de Guanabara.

3.2.7. Localização das Áreas com Ausência de Rede Coletora de Esgoto

Na Figura 2 é possível observar as áreas no município do Rio de Janeiro onde não existem rede coletora de esgoto e, consequentemente, o tratamento. Estas manchas serão confirmadas no diagnóstico, com a sobreposição dos dados de rede coletora mais atualizados.

Figura 2 – Áreas com ausência de sistemas de esgotamento sanitário.



Elaboração: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.



3.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

3.3.1. Contextualização do Serviço Público de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos

A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos são o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos domésticos e originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.

No Brasil e no estado do Rio de Janeiro, as diretrizes legais que orientam as ações em relação à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são as Leis n.º 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), n.º 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento Básico) e n.º 4.191/2003 (Política Estadual de Resíduos Sólidos). Já para o município do Rio de Janeiro, a principal legislação é o Decreto Municipal n.º 46.605/2016, que instituiu o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) para o período de 2017 a 2020, elaborado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), em parceria com a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) e a Secretaria Municipal de Conservação (SECONSERVA), atualizando o Plano anterior instituído pelo Decreto Municipal n.º 37.775/2013.

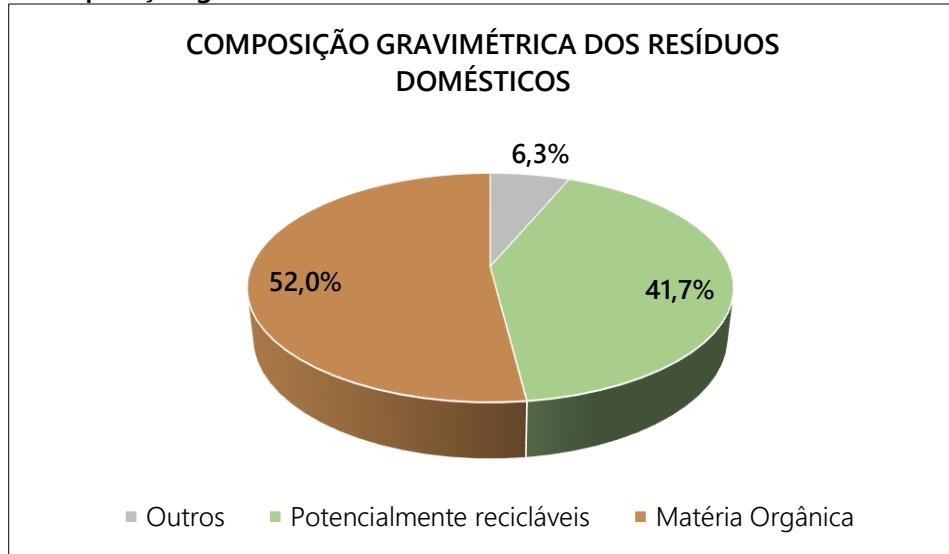
De acordo com as informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2019, os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos contemplavam 6.718.903 habitantes do município do Rio de Janeiro, sendo coletadas por ano 2.216.294,0 (SNIS, 2019) toneladas de resíduos sólidos. Esta quantidade considera os resíduos coletados e destinados adequadamente pelo poder público (doméstico, público, de remoção gratuita, de emergências, resíduos de serviço de saúde e outros), abstraindo do total os valores dos resíduos produzidos por grandes geradores e resíduos de construção civil.

Considerando a população apresentada pelo SNIS em 2019 (6.718.903 habitantes) e apenas a quantidade de resíduos domésticos coletada por ano (1.793.247,00 toneladas), foi possível calcular a média que cada morador da cidade do Rio de Janeiro gerou de resíduo doméstico no ano de 2019 por dia, que é de 0,731 kg/hab./dia.

De acordo com o PMGIRS da cidade do Rio de Janeiro, a composição gravimétrica dos resíduos domésticos apresentou que a matéria orgânica corresponde a maior fração (52,0%), enquanto os materiais potencialmente recicláveis representam 41,7% do total. A última fração,

que corresponde a 6,3% do total, é composta de restos de madeira, cerâmica, ossos, tecidos e folhas, entre outros resíduos (Figura 3).

Figura 3 – Composição gravimétrica dos resíduos domésticos da cidade do Rio de Janeiro.



Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro, 2017.

A cidade do Rio de Janeiro é dividida em cinco áreas de planejamento, que são administradas pela COMLURB. Os resíduos coletados (Figura 4) no município são encaminhados pela empresa CICLUS, por meio de um contrato de concessão às cinco Estações de Transferência de Resíduos (ETRs), que estão devidamente licenciadas e funcionando. Posteriormente, os resíduos são encaminhados para o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) – Rio, localizado no município de Seropédica.

Figura 4 – Coleta de resíduos domésticos no município do Rio de Janeiro.



Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro, 2016 e Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro, 2009.



As ETRs são unidades instaladas próximas ao centro de massa de geração de resíduos, para que os caminhões da coleta domiciliar possam descarregar os resíduos coletados e voltar rapidamente às suas atividades de coleta, já que são veículos projetados para esta função (PMGIRS, 2017). O Quadro 1 apresenta as ETRs que estão em operação no município do Rio de Janeiro, sua área de atendimento e localização.

Quadro 1 – Identificação das ETRs, com área de atendimento e localização.

Identificação da ETR	Área de Atendimento	Localização
Caju	- Integralmente a Área de Planejamento (AP) 1 e AP-2 - Parcialmente a AP-3	Centro geométrico da Zona Sul e do Centro da Cidade
Jacarepaguá	- Integralmente a AP-4	Centro geométrico da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá
Marechal Hermes	- Parcialmente a AP-3 e a AP-4	Centro geométrico da Zona Norte
Santa Cruz	- Integralmente a AP-5	Centro geométrico de Santa Cruz, Campo Grande e imediações
Bangu	- AP-5 e parcialmente a AP-4	Centro geométrico de Bangu

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro, 2017.
Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

De acordo com o PMGIRS do Rio de Janeiro, os resíduos que são encaminhados para as ETRs são transportados em veículos de maior porte até o CTR – Rio (Figura 5). A área de disposição final, que está localizada em Seropédica, possui 220 hectares e foi inaugurado em 20 de abril de 2011, passando a receber gradativamente os resíduos gerados na cidade do Rio de Janeiro, e com isto, viabilizou o processo de desativação do Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho (AMJG), em Duque de Caxias, encerrado suas atividades em junho de 2012.

Figura 5 – Vista aérea da CTR - Rio em Seropédica.

Fonte: Jornal Atual, 2019.

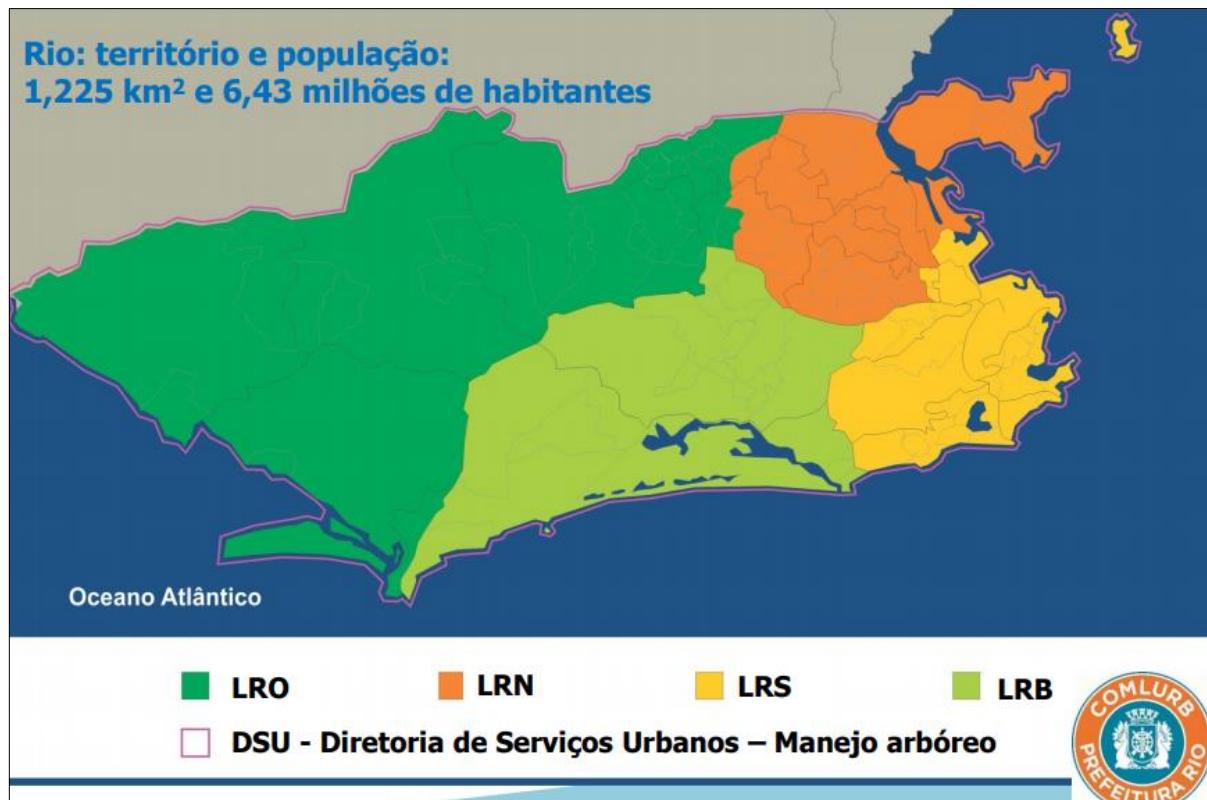
Outra ação que está sendo executada na cidade do Rio de Janeiro, é a produção do composto orgânico FERTILURB. Produzido na Usina do Caju, o composto orgânico é proveniente da fração do lixo proveniente da Usina. Este produto vem sendo empregado nas ações de reflorestamento na cidade, dentro do Programa de Reflorestamento e Preservação de Encostas do município e o que não é utilizado pelo poder público é comercializado.

Em relação a limpeza urbana, na cidade do Rio de Janeiro estão sendo executados os seguintes serviços: limpeza de vias públicas, manejo arbóreo, fiscalização dos grandes geradores, caçamba da COMLURB, fornecimento de caçamba particular, manutenção do escoamento das águas de chuvas e remoção gratuita de resíduos.

A COMLURB é quem administra os serviços, mas a Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) é a responsável pela operacionalização, que ocorre por meio de quatro superintendências regionais: Sul (LRS), Norte (LRN), Oeste (LRO) e Barra (LRB). Além das superintendências regionais, existe uma Diretoria de Serviços Urbanos (DSU), que é exclusiva para o manejo arbóreo em todo território municipal.

Na Figura 6, é possível visualizar o mapa elaborado pela COMLURB em 2017, com as divisões operacionalizadas pelas superintendências regionais.

Figura 6 – Superintendências regionais e Diretoria de Serviços Urbanos de Manejo Arbóreo.



Fonte: COMLURB, 2017.

De acordo com as macro informações disponibilizadas pela COMLURB, estão sendo coletadas cerca de 10.000 ton./dia de resíduos oriundos da limpeza pública, que são encaminhados para a destinação final. Segundo o SNIS (2019), na cidade do Rio de Janeiro são varridos 1.259.484 km de vias por ano. No total são 1.892 praças, 29 parques, 650.000 árvores, 1.052 escolas e 5 hospitais contemplados pelos serviços de limpeza urbana oferecidos pelo poder público (COMLURB, 2017) (Figura 7). Para executar todas as atividades a companhia possui 19.864 funcionários e cerca de 1.300 equipamentos e veículos.

Figura 7 – Serviços de limpeza pública executados na cidade do Rio de Janeiro.



1 - Varrição de vias; 2 - Limpeza de praias; 3 - Limpeza nas comunidades; 4 - Manutenção de praças e parques; 5 - Limpeza nas escolas; 6 - Serviços automatizados.

Fonte: Sistema de Limpeza Urbana e Gestão dos Resíduos Sólidos, COMLURB, 2017.

A coleta seletiva na cidade do Rio de Janeiro, é realizada porta a porta nos principais logradouros de 115 dos 160 bairros do município (COMLURB, 2017). De acordo com o SNIS foram coletadas 17.222 toneladas em 2019. No total, nove mil logradouros são atendidos por 26 roteiros diários de coleta, com caminhões devidamente identificados (Figura 8).

Figura 8 – Caminhões devidamente identificados realizando a coleta seletiva na cidade do Rio de Janeiro.



Fonte: Tupi FM, 2020 e Meia Hora, 2018.

Os materiais recicláveis que são coletados são encaminhados para 25 núcleos de cooperativas e associações de catadores cadastradas pelo município, sendo que dois deles funcionam como centrais de triagem da COMLURB, uma em Irajá e outra em Bangu. Os núcleos realizam a triagem e a segregação dos diversos tipos de materiais recicláveis, comercializando-os, direta ou indiretamente para alimentar a indústria da reciclagem.

Em relação aos Resíduos de Construção Civil (RCC), o município do Rio de Janeiro possui legislação específica. Segundo o Decreto n.º 27.078/2006, art. 3º, inciso VII, o grande gerador de RCC é aquele que gera volume superior a 2 m³ por semana, sendo enquadrado como gerador de resíduos extraordinário. Para esses geradores a COMLURB disponibiliza em seu site a listagem de empresas licenciadas para realizar o beneficiamento e/ou destinação final ambientalmente adequada.

Para a remoção de RCC de pequenas obras residenciais, a COMLURB oferece o Serviço de Remoção Gratuita, para utilizar este serviço é necessário que os resíduos estejam acondicionados em sacos plásticos de 20 litros e o recolhimento pode ser solicitado de até 150 sacos a cada 10 dias. Atualmente os RCC coletados pela COMLURB são recebidos em área de reservação do CTR Gericinó, além da utilização em serviços de conservação da unidade.

A Tabela 5 apresenta uma síntese da quantidade de resíduos sólidos encaminhados às unidades de disposição final na cidade do Rio de Janeiro.



Tabela 5 – Resíduos sólidos encaminhados às unidades de disposição final de sistema público da cidade do Rio de Janeiro.

Tipo de Resíduo	Quantidade	
	t/dia	%
Resíduos domésticos e coleta seletiva	4.900	53,11
Resíduos de limpeza pública	2.832	30,69
Remoção gratuita	193	
Emergência	303	
Resíduos de Serviços de Saúde	2	6,91
Outros	140	
Total de competência municipal	8.370	90,71
Grandes geradores (incluindo RCC)	857	9,29
Total do município (incluindo GG)	9.227	100,00

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro, 2017.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

É válido ressaltar que existem outros tipos de resíduos que possuem grande relevância, como por exemplo: resíduos sujeitos à logística reversa, resíduos volumosos e resíduos oriundos dos serviços de saúde. Com a finalidade de não comprometer a saúde pública e a qualidade ambiental, todos esses resíduos após coletados devem ser dispostos em locais adequados, de acordo com o que está estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos e nas legislações pertinentes a cada tipo de resíduo. De acordo com as informações disponíveis, existem alguns sistemas de logística reversa funcionando na cidade do Rio de Janeiro, os quais podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Sistemas de logística reversa que estão funcionando na cidade do Rio de Janeiro.

LOGÍSTICA REVERSA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO		
Tipo de Resíduo	Assinatura do Acordo Setorial	Unidade Gestora
Embalagens plásticas usadas de lubrificantes	Assinado em 19/12/2012 e publicado no DOU em 07/02/2013	SINDICON – Jogue Limpo
Lâmpada fluorescentes	Assinado em 27/11/2014 e publicado no DOU em 12/03/2015	A implantar
Embalagens em geral	Assinado em 25/11/2015 e publicado no DOU em 27/11/2015	A implantar
Óleos lubrificantes usados ou contaminados	Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n.º 362/2005 e 450/2012	SINDIRREFINO
Pilhas e baterias	Resolução do CONAMA n.º 401/2008	Parcialmente implantado
Pneus inservíveis	Resolução do CONAMA n.º 416/2009	RECICLANIP
Embalagens de agrotóxicos	Resolução do CONAMA n.º 465/2014	Sistema de logística Reversa Implantado

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro, 2017.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.



Com o objetivo de integrar todos os setores relacionados aos resíduos sólidos, suas atividades e componentes, as ações de gerenciamento na cidade do Rio de Janeiro são voltadas para a definição de responsabilidades, cabendo aos gestores a maior parcela, já que dispõe de meios para conscientizar a população, difundir e intensificar práticas sanitárias que ajudam a manter limpa a cidade, priorizando a saúde pública e a conservação ambiental.

3.3.2. Interface do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos com os Sistemas de Água e Esgoto

Os resíduos sólidos dispostos de maneira inadequada, além de impactos ambientais podem causar problemas estruturais no sistema de abastecimento de água e no sistema de esgotamento sanitário, como por exemplo contaminação do manancial de abastecimento e entupimento das redes coletoras.

O descarte inadequado de resíduo em corpos d'água, provoca o desequilíbrio ambiental, pois além de ser uma ameaça à vida aquática, pode contaminar a água utilizada para consumo humano, tornando-a um veículo transmissor de doenças hídricas. Além disso, os rios desaguam no oceano e, assim, levam os resíduos sólidos para as praias, tornando-as impróprias para o banho.

As principais lagoas da cidade do Rio de Janeiro, que são Rodrigo de Freitas e Complexo Lagunar Barra (Tijuca, Jacarepaguá, Marapendi e a Camorim), estão inseridas na área de atuação do Comitê Baía de Guanabara, sendo protegidas por leis federais, estaduais e municipais, porém, ainda são exemplos de ecossistemas que recebem impactos diretos e indiretos originados pelas ações antrópicas.

Nas lagoas é possível verificar a presença de lançamento de efluentes domiciliares e industriais, ocupação desordenada e depósito irregular de resíduos sólidos pela população (Figura 9). Essas ações provocam alterações na qualidade da água, causam processos de eutrofização por excesso de carga orgânica, assoreamento, mortandade de espécies animais e vegetais, e, em alguns casos, desvalorização do entorno.

Figura 9 – Disposição irregular e retirada de resíduos sólidos nas lagoas da cidade do Rio de Janeiro.



1 - Mutirão de limpeza da Lagoa Rodrigo de Freitas; 2 - Tijuca; 3 - Jacarepaguá; 4 - Marapendi.

Fonte: g1.com, 2019; O Globo Rio, 2015; Jornal Abaixo Assinado de Jacarepaguá, 2016 e Portfólio Mayara Dias, 2017.

A rede coletora de esgoto foi projetada para receber 99% de materiais líquidos e apenas 1% de materiais sólidos, ou seja, qualquer material sólido lançado em vasos sanitários ou ralos podem causar a obstrução da tubulação. O entupimento da rede de esgoto causa inúmeros problemas, como por exemplo: extravasamento, retorno do esgoto para as residências e até a ruptura das tubulações.

Para que não ocorra a interface entre os sistemas é imprescindível o descarte adequado dos resíduos sólidos, evitando assim uma série de problemas e fatores dificultadores que podem prejudicar o saneamento básico na cidade do Rio de Janeiro.



3.4. SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

3.4.1. Contextualização do Serviço Público de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

Segundo a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n.º 11.445/2007 (art. 2º, inciso I, alínea d), drenagem e manejo de águas pluviais é o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção e instalações operacionais de amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização, principalmente, como consequência da impermeabilização da superfície. Com isso, o crescimento urbano tem provocado impactos na população e no meio ambiente, ocasionando um aumento na frequência e no nível das inundações, na presença de materiais sólidos no escoamento pluvial e prejudicando a qualidade da água. Isto ocorre pela falta de planejamento, descontrole do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

A drenagem e manejo das águas pluviais se subdivide em dois termos: microdrenagem e macrodrenagem. A microdrenagem refere-se ao atendimento das vias públicas com a coleta das águas superficiais por meio de pequenas e médias galerias, e a macrodrenagem compreende o sistema de coleta de drenagem natural como córregos, rios e galerias de grande porte.

Segundo o Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais (2015), a cidade do Rio de Janeiro possui, ao todo, 48 bacias hidrográficas inseridas, total ou parcialmente, nos limites do município. Essas bacias drenam para três grandes corpos hídricos receptores, que definem as três macrorregiões de drenagem da cidade:

- **Macrorregião da Baía de Guanabara:** abrange as bacias hidrográficas das Zonas Norte e Central da cidade e concentra 71% da população da cidade;
- **Macrorregião Oceânica:** compreende as bacias da Zona Sul, Barra e Jacarepaguá, que desaguam no oceano Atlântico, e abrange aproximadamente 17% da população da cidade;



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

Com a finalidade de conhecer a situação da microdrenagem e manejo das águas pluviais do município do Rio de Janeiro, a Tabela 6 apresenta informações referentes aos sistemas existentes, de acordo com SNIS (2019).

Tabela 6 – Panorama da drenagem e manejo das águas pluviais no município do Rio de Janeiro.

INDICADORES DE DRENAGEM PLUVIAL	
Tipo de sistema de drenagem urbana	Exclusivo para drenagem
Taxa da cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (%)	49,5
Total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos (km)	9.833,00
Quantidade de bocas de lobo existentes (unidades)	817.702
Parcela de domicílios em situação de risco de inundaçāo (%)	19,8

Fonte: SNIS, 2019.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Em 30 de setembro de 2013, foi assinado o Contrato n.º 021 de Interdependência do uso das galerias de águas pluviais utilizadas como sistema unitário, localizadas na Área de Planejamento 5 (AP-5). Assinado entre o município do Rio de Janeiro e a FAB Zona Oeste S.A., tendo como intervenientes a Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (RIO-ÁGUAS) e a Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos (SECONSERVA).

No ano de 2019, a Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (RIO-Águas) realizou uma vistoria nos pontos de descontinuidade da rede coletora de esgoto do tipo separador absoluto na Área de Planejamento 4 (AP-4), com a finalidade de verificar se existiam ligações de esgotamento sanitário com interferência nas redes de drenagem pluvial. O Quadro 2 apresenta os pontos vistoriados.



Quadro 3 – Pontos vistoriados para verificação das ligações de esgoto na rede de drenagem pluvial.

PONTOS VISTORIADOS NA AP-4	
Barra da Tijuca	Av. das Américas, 1.000 com Eng. César Grillo
	Rua Horus Vital Brazil
	Rua Mário Covas Jr. com Dulcídio Cardoso (Canal de Marapendi)
Recreio dos Bandeirantes	Rua Adolpho de Castro Filho
	Rua Aldemir Martins com Rua Waldyr Leal Lopes
	Rua Leônidas do Amaral
Jacarepaguá	Rua Edgard Werneck com Rua Marcos Pena
	Travessa Cunha Galvão com Av. Geremário Dantas
	Rua Pedro Aleixo com Av. Gerdal Boscoli
	Rua F com Av. Gerdal Boscoli
	Estrada do Engenho D'Água
	Rua Francisco Dantas
	Av. Guilherme de Norwich

Fonte: Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro, 2019.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Foram encontradas irregularidades em todos os pontos vistoriados pela Fundação Rio-Águas. Na Figura 10 é possível visualizar alguns exemplos de locais com interferência do sistema de esgotamento sanitário na rede de drenagem e manejo de águas pluviais.

Figura 10 – Locais vistoriados pela Fundação Rio-Águas.



1 - Av. das Américas, 1.000 com Eng. César Grillo; 2 - Rua Horus Vital Brazil; 3 - Rua Leônidas do Amaral; 4 - Rua Aldemir Martins com a Rua Waldyr Leal Lopes; 5 - Travessa Cunha Galvão com Av. Geremario Dantas; 6 - Rua Gerdal Boscoli (Condomínio Vale do Rio Grande).

Fonte: Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro, 2019.

No caso específico do município do Rio de Janeiro, de acordo com as informações disponíveis, existe um sistema exclusivo para a drenagem urbana. O índice da taxa de cobertura de vias públicas com rede ou canais pluviais, pode ser considerado mediano, visto que a cidade possui aproximadamente 50% de vias com redes ou canais pluviais.

De acordo com o Termo de Referência do Plano Diretor de Drenagem, apesar do sistema ser exclusivo, determinada parcela do sistema de drenagem pluvial, ainda de forma clandestina, recebe despejo de esgoto de origem doméstica e industrial (Figura 11). Segundo a Fundação Rio-Águas (2020), 66,7% das economias de água da Área de Planejamento 5 (AP-5) são atendidas por sistema absoluto de esgoto, ou seja, possuem sistema próprio de esgotamento sanitário. No restante das economias da AP-5, opera ainda o sistema disfuncional, no qual existem ligações irregulares de esgotos nas galerias pluviais e lançados diretamente no meio natural sem nenhum tipo de tratamento.

Figura 11 – Exemplo de locais na cidade do Rio de Janeiro onde o sistema de drenagem está recebendo despejo de esgoto.



1 - Complexo Lagunar da Barra; 2 - Complexo de favelas da Maré.

Fonte: Ministério Pùblico do Estado do Rio de Janeiro, 2015; Projeto Colabora, 2020.

A ausência de um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais ocasiona sérios problemas para a população carioca, para o meio ambiente e para a economia, através de enchentes, alagamentos (Figura 12), prejuízos de bens materiais, destruição da pavimentação, erosões, deslizamentos e doenças por veiculação hídrica.

Figura 12 – Danos ocasionados a população devido à ausência de um sistema eficiente de drenagem e manejo de águas pluviais.



Fonte: G1.com, 2020.

Na cidade do Rio de Janeiro, existem muitas causas naturais e antrópicas que favorecem a ocorrência de inundações. Entre as mais comuns pode-se destacar: a ocupação das baixadas e áreas de várzea, expansão do sistema viário, operação da rede ferroviária e do sistema de transportes públicos, implantação de grandes construções e equipamentos urbanos, somados a expansão da ocupação dos morros, encostas e áreas improprias, por meio da execução de aterros sobre o mar e sobre áreas de mangue.

O sistema de drenagem urbano e manejo das águas pluviais tem a função de prevenir danos ao patrimônio público e privado, causados por acúmulo de água em locais com cotas altimétricas menores, e poupar transtornos à população. Para isso é necessário que o sistema seja projetado de acordo com as características do local e funcione de maneira efetiva.

3.4.2. Interface do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas com os Sistemas de Água e Esgoto

A impermeabilização das superfícies sem qualquer tipo de regulamentação aumenta o volume de escoamento, o que diminui a capacidade de recarga dos aquíferos subterrâneos, reduzindo a vazão de base dos rios. Esse acontecimento está diretamente relacionado com ações antrópicas, como por exemplo ocupações de maneira desordenada, impermeabilização do solo e ausência de um sistema de drenagem urbana eficiente, resultando na deterioração dos corpos hídricos e consequentemente na qualidade das águas.



Assim como em diversas cidades brasileiras, o município do Rio de Janeiro sofre com problemas ocasionados pela interface inadequada entre os sistemas de esgotamento sanitário e drenagem e manejo das águas pluviais. Os rios municipais estão recebendo efluentes domésticos e industriais de maneira irregular, por meio de ligações irregulares no sistema de drenagem urbana do município. O Quadro 4 apresenta o último levantamento do Observando Rios, da instituição SOS Mata Atlântica, onde nenhum dos rios urbanos tem indicadores bons ou ótimos de qualidade de água.

Quadro 4 – Indicadores de Qualidade de Água em 2018 e 2019 nos pontos de monitoramento levantados pelo Observando Rios.

IQA NOS PONTOS DE MONITORAMENTO		
Ponto de Monitoramento	IQA (2018)	(IQA 2019)
Rio dos Macacos	Regular	Regular
Rio Pavuna	Ruim	Ruim
Rio Joana (remanescente)	Ruim	Ruim
Rio das Pedras	Ruim	Ruim
Rio Cabuçu	Regular	Regular
Rio Tijuca	Regular	Regular
Rio Catarino	Ruim	Regular
Rio Cascata	Regular	Regular
Rio Joana	Regular	Regular
Lagoa de Jacarepaguá	Regular	Regular

Fonte: Observando Rios, SOS Mata Atlântica.

Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria, 2020.

Outro problema que intensifica a contaminação dos corpos receptores, danifica os ecossistemas e submete as populações a riscos epidemiológicos é ausência de rede coletora de esgoto e sistema de drenagem adequados nas áreas onde as ocupações são irregulares, como por exemplo nas favelas e comunidades do município.

Quando há uma interface inadequada entre o sistema de drenagem e o sistema de esgotamento sanitário, existe a presença indevida de águas pluviais nas redes coletoras de esgoto, principalmente quando ocorre as chuvas mais intensas, acarretando diversos problemas operacionais nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), tornando o sistema de tratamento ineficiente e causando extravasamento de águas residuais contaminadas.

Para que não ocorra a interface entre os sistemas é necessário que seja adotado um sistema eficiente, de separador absoluto, que não seja disfuncional e exclusivo para coletar e transportar águas pluviais.



4. CONCLUSÃO

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (PMSB-AE) do Rio de Janeiro / RJ objetiva obter melhorias na qualidade de vida da população e na qualidade ambiental, para isso, os setores do saneamento devem buscar a integralidade de suas atividades e componentes, a fim de tornar as ações mais eficazes, alcançando resultados satisfatórios na prestação dos serviços, além de planejar o desenvolvimento progressivo, possibilitando a todos o acesso ao saneamento básico.

Também cabe ressaltar a importância de a Prefeitura Municipal, juntamente com os órgãos responsáveis pela prestação dos serviços públicos de saneamento básico, assumir o compromisso de efetivar as atividades previstas no PMSB-AE e dar continuidade às ações de planejamento, promovendo sua revisão periódica em prazo não superior a dez anos, conforme prevê o art. 19, inciso V, §4º da Lei n.º 11.445/2007. Além disso, a atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico é essencial à adequação do gerenciamento dos serviços de saneamento e sua revisão contribui para manter a qualidade dos serviços prestados.

A próxima etapa de elaboração do PMSB-AE, a Etapa 2, se refere ao **Diagnóstico dos Sistemas Existentes de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário das Áreas de Planejamento 1, 2 e 3**. Nesta etapa, os dados e as informações serão levantadas, atualizadas e consolidadas, de modo que se possa construir adequadamente o diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do município do Rio de Janeiro, com destaque tanto para as potencialidades quanto para as carências e déficits existentes.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12207**: Projeto de interceptores de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2016.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Saneamento básico**. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua/aguanaaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf. Acesso em: 18 de novembro de 2020.

BRASIL. Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 13 de novembro de 2020.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

BRASIL. Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasília, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

G1.COM. **RJ tem chuva forte e alagamentos**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/09/22/fotos-rj-tem-chuva-forte-alagamentos-e-vias-interditadas.ghtml>. Acesso em: 19 de novembro de 2020.

G1.COM. **Mutirão de limpeza na Lagoa Rodrigo de Freitas comemora a Semana Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/o-que-fazer-no-rio-de-janeiro/noticia/2019/05/30/mutirao-de-limpeza-na-lagoa-rodrigo-de-freitas-comemora-a-semana-nacional-do-meio-ambiente-no-rio.ghtml>. Acesso em: 17 de dezembro de 2020.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%2020179/Cap%201.pdf>. Acesso em: 18 de novembro de 2020.



JORNAL ABAIXO ASSINADO DE JACAREPAGUÁ. **Lagoas da Barra e Jacarepaguá: estão morrendo?** Disponível em: <http://jaajrj.com.br/jaajrj/index.php/2019/01/14/lagoas-da-barra-e-jacarepagu-a-estao-morrendo/>. Acesso em: 17 de dezembro de 2020.

JORNAL ATUAL. **Secretários de Meio Ambiente de cidades europeias visitarão a CTR de Seropédica.** Disponível em: <https://jornalatual.com.br/2019/09/23/secretarios-de-meio-ambiente-de-cidades-europeias-visitarao-a-ctr-de-seropedica/>. Acesso em: 17 de novembro de 2020.

MEIA HORA. **COMLURB realiza coleta seletiva uma vez por semana no Rio.** Disponível em: <https://www.meiahora.com.br/colunas/vida-e-meio-ambiente/2018/05/5538826-comlurb-realiza-coleta-seletiva-uma-vez-por-semana-no-rio.html>. Acesso em: 18 de novembro de 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.** Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida---o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 27 de novembro de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 27 de novembro de 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **MPRJ e MPF realizam vistoria com o INEA para averiguar pontos clandestinos de lançamento de esgoto no Complexo Lagunar da Barra.** Disponível em: http://www.mprj.mp.br/home/-/detalhe-noticia/visualizar/73302?p_p_state=maximized. Acesso em: 18 de dezembro de 2020.

O GLOBO Rio. **O retrato das lagoas da Barra e de Jacarepaguá.** Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/bairros/o-retrato-das-lagoas-da-barra-jacarepagua-1-15839391>. Acesso em: 17 de dezembro de 2020.

PROJETO COLABORA. **Pandemia reforça prioridade para saneamento na agenda local da Maré.** Disponível em: <https://projetocolabora.com.br/ods6/falta-de-saneamento-na-mare-prejudica-a-vida-dos-moradores-e-a-preservacao-da-baia-de-guanabara/>. Acesso em: 18 de dezembro de 2020.

RIO DE JANEIRO, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Decreto n.º 27.078, de 27 de setembro de 2006 **Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/DLFE-262099.pdf>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.



RIO DE JANEIRO, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro.** 2015. Disponível em: https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5302963/4152314/PMSB_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

RIO DE JANEIRO, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** 2012. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/4123401/PMGIRS.pdf>. Acesso em: 19 de novembro de 2020.

RIO DE JANEIRO, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** 2017 a 2020. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/4177431/D.O._28112016DECRETO42.605_2016PMGIRScopletocomanexos.pdf. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

RIO DE JANEIRO, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Sistema de limpeza urbana e gestão dos resíduos sólidos.** COMLURB. 2017. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/documents/91370/3648679b-caf3-4f70-bcac-92c849916220>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

SANCHEZ, J.G.; MOTTA, A.S.; ALVES, W.C. **Estimativa de volume de água não medido em ligações residenciais por perda de exatidão nos hidrômetros, na cidade de Juazeiro - BA.** In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27^a, 2000, Porto Alegre. Anais eletrônicos. Porto Alegre, RS: ABES.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2019.** Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2019.** Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas – 2019.** Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Alem. **Coleta e transporte de esgoto sanitário.** 2^a edição. Editora São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 548 p.

TUPI FM. **Coleta de lixo reciclável na cidade do Rio aumenta durante o isolamento social.** Disponível em: <https://www.tupi.fm/rio/coleta-de-lixo-reciclavel-na-cidade-do-rio-aumenta-durante-o-isolamento-social/>. Acesso em: 18 de novembro de 2020.



VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.