



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Phillipe Rocha Silva


**Caracterização de Estações de Tratamento de Esgotos  
descentralizadas adjacentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá  
e a percepção desta população sobre as condições de saneamento**

Rio de Janeiro

2023

Phillipe Rocha Silva

**Caracterização de Estações de Tratamento de Esgotos descentralizadas adjacentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá e a percepção desta população sobre as condições de saneamento**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Tratamento de Efluentes líquidos e Emissões Atmosféricas.

Orientador: Prof. Dr. André Luís de Sá Salomão

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Obraczka

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

S586 Silva, Phillipe Rocha.  
Caracterização de estações de tratamento de esgotos descentralizadas adjacentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá e a percepção desta população sobre as condições de saneamento / Phillipe Rocha Silva. – 2023.  
98 f.

Orientador: André Luís de Sá Salomão.  
Coorientador: Marcelo Obraczka.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Águas residuais - Estações de eliminação - Teses. 3. Esgotos - Teses. 4. Saneamento - Teses. 5. Jacarepaguá (Rio de Janeiro, RJ) - Teses. I. Salomão, André Luís de Sá. II. Obraczka, Marcelo. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 628.32

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Phillipe Rocha Silva

**Caracterização de Estações de Tratamento de Esgotos descentralizadas adjacentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá e a percepção desta população sobre as condições de saneamento**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Tratamento de Efluentes líquidos e Emissões Atmosféricas.

Aprovada em: 15 de dezembro de 2023.

Banca Examinadora:

---

Prof. André Luís de Sá Salomão, D.Sc. (orientador)  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof. Marcelo Obraczka, D.Sc. (coorientador)  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Ana Silvia Pereira Santos - D.Sc.  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Jessica Rodrigues Pires da Silva - D. Sc.  
Engenheira Química – Concessionária Rio+Saneamento

Rio de Janeiro

2023

## DEDICATÓRIA

Ao Arthur, pequena centelha de Deus, fragmento do divino, ser canino que modificou perenemente minha existência.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a UERJ, local de profícuo cultivo do conhecimento e reduto de profissionais voltados para a excelência de suas funções dentro da sociedade, enobrecendo a coisa pública de maneira honrosa e exemplar.

A minha mãe, Eliete, pela compreensão na carência do tempo e pelo exercício do amor incondicional em cada gesto.

Ao meu pai, Athaildes, pelo entendimento das ausências desse período de grande entrega, dúvida e autocobrança.

A minha irmã Andressa por todo carinho e afeto, sempre trazendo luz e zelo em suas palavras, minha fraternidade solar.

Ao José por todo apoio e suporte, pelo diálogo ao longo do caminho, meu melhor interlocutor das angústias e dos apaziguamentos do espírito. O humor e a atenção estiveram comprometidos, mas nunca completamente ausentes.

Aos meus amigos José Sérgio e Ana Paula, ou seja, Zé e Ana, pelos desabafos, risos e inquietações em nosso grupo de “três” no WhatsApp.

As queridas amigas, Maria Beatriz e Maria José, digo, Bia e Zeca pela “arte do encontro”, reconhecimento mútuo e fraternidade.

Ao amigo Julio pela escuta atenta e pela troca durante a caminhada até o fim.

A amiga Bianca pelo compartilhar da trilha sinuosa desde os tempos da faculdade.

Ao Rodrigo pelo constante trabalho de autoconstrução, que possibilitou uma maior credibilidade no “eu” e na minha autoconfiança.

A minha tia Elizete por sempre emanar as mais altas vibrações para mim, sempre.

A Santa Sobrinho pelo apoio fundamental desde início de tudo.

Aos colegas de mestrado pela parceria virtual durante tempos pandêmicos, sabendo que estávamos numa mesma jangada.

A Face Ambiental por ser o lugar onde todo dia eu aprendo e tento melhorar profissionalmente, pela confiança e ajuda nesse trabalho.

Por último e não menos importante, ao professor Marcelo Obrazcka pelo direcionamento e pelas contribuições assertivas durante o processo.

E ao professor André Salomão pela orientação e possibilidades ofertadas, por acreditar e ver nesse trabalho e em mim, uma possibilidade do fazer científico. A mais pura gratidão.

Não há conhecimento que não esteja ameaçado pelo erro e pela ilusão.

*Edgar Morin*



## RESUMO

SILVA, Phillippe Rocha. *Caracterização de estações de tratamento de esgotos descentralizadas adjacentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá e a percepção desta população sobre as condições de saneamento*. 98 f. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Tratamento, coleta e destinação inadequada de esgoto são problemas complexos recorrentes na cidade do Rio de Janeiro, problemática que não está apenas relacionada a condição social ou nível de escolaridade da população local. O Complexo Lagunar de Jacarepaguá é afetado negativamente pelo recorrente lançamento de esgoto, estando inserido na Região Administrativa da Barra da Tijuca, que compreende oito bairros com perfil socioeconômico heterogêneo. Nesse contexto, o presente estudo avaliou a eficiência de tratamento de esgotos de sistemas condominiais (ETE particulares), contribuintes da bacia do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, quanto a remoção de carga orgânica em termos de DBO<sub>5</sub> e de nutrientes, Nitrogênio Total (N<sub>tot</sub>) e Fósforo Total (P<sub>tot</sub>), consolidando-os e comparando-os com os limites legais vigentes. Avaliou-se também, o perfil socioeconômico da população da Região Administrativa da Barra da Tijuca e sua compreensão sobre as condições sanitárias de seus bairros e o descarte de medicamentos, por meio de formulário *on-line*, contabilizando 211 participantes. Deste modo, foi verificado o alcance de eficiências médias entre 77% e 85% para a redução do DBO<sub>5</sub>, dentro dos níveis previstos de eficiência para tratamentos secundários (60% e 99%), ainda que as cargas médias mensais do esgoto tratado, tenham registrado 1.777,91 kg para DBO, bem como 706,92 kg para Nitrogênio Total e 137,31 kg para Fósforo Total. Ademais, no âmbito do questionário realizado, 20,8% afirmaram residir onde existe algum tipo de sistema de tratamento de esgoto particular, seja este anaeróbio ou aeróbio e 47,3% desconheciam a efetivação de manutenção ou não nos sistemas de suas habitações. Não obstante, 55,5% descartam seus medicamentos não utilizados no lixo comum, ainda que 7,1%, façam o descarte em pias ou vasos sanitários. Mediante ao exposto, o trabalho desenvolvido ressalta a importância do bom funcionamento dos sistemas particulares, face a considerável contribuição de seus efluentes ao frágil complexo lagunar estudado, apontando inclusive, a importância do controle em relação ao descarte adequado e seguro de medicamentos, indicando ainda, a necessidade de maiores estudos de monitoramento quanto à presença e efeitos de compostos fármacos nos corpos hídricos e seus ecossistemas.

Palavras-chave: Tratamento de esgotos; Estações descentralizadas de tratamento; Nutrientes; Saneamento básico; Descarte de medicamentos.

## ABSTRACT

SILVA, Phillipe Rocha. *Decentralized sewage treatment plants characterization adjacent to the Jacarepaguá Lagoon Complex and the perception of this population of sanitation conditions*. 98 f. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Treatment, collection, and disposal of domestic sewage are recurring problems in the city of Rio de Janeiro, problems that are not only related to the social condition or level of education of the local population. The Jacarepaguá Lagoon Complex is negatively affected by recurring sewage releases, it is located in the Administrative Region of Barra da Tijuca, which comprises eight neighborhoods with a heterogeneous socioeconomic profile. In this context, the present study evaluated the efficiency of sewage treatment from condominium systems (private ETE), contributing to the Jacarepaguá Lagunar Complex basin, regarding the removal of organic load in terms of BOD<sub>5</sub> and nutrients, Total Nitrogen (N<sub>tot</sub>) and Total Phosphorus (P<sub>tot</sub>), consolidating them and comparing them with current legal limits. As well as the socioeconomic profile of the population of the Administrative Region of Barra da Tijuca and their understanding of the sanitary conditions of their neighborhoods and the disposal of medicines, through an online form, accounting 211 participants. In this way, the achievement of average efficiencies between 77% and 85% was verified to BOD<sub>5</sub> removal, within the expected levels of efficiency for secondary treatments (60% and 99%), even though the average monthly treated loads were recorded for BOD at 1,777.91 kg, as well as for Total Nitrogen at 706.92 kg and Total Phosphorus at 137.31 kg. Furthermore, within the scope of the questionnaire carried out, 20.8% stated that they lived where there is some type of private sewage treatment system, whether anaerobic or aerobic and 47.3% were unaware of whether or not maintenance was carried out on the systems in their homes. However, 55.5% discard their unused medicines in the general trash, although 7.1% dispose of them in sinks or toilets. Based on the above, the work developed reveals the necessity for attention to the proper functioning of private systems, given the considerable contribution of their effluents to the fragile lagoon complex, including pointing out the importance of control in relation to the adequate and safe disposal of medicines, as well as, the need for further monitoring studies regarding the presence of pharmaceutical compounds that enter water bodies and their chronic effects on this ecosystem.

Keywords: Wastewater treatment; Decentralized sewage treatment plants; Nutrients; Basic sanitation; Pharmaceuticals disposal.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Exemplos de tecnologias de tratamento geralmente adotadas em ETE convencionais: etapas e processos de tratamento junto a objetivos de remoção.....	24
Figura 2: Região Administrativa da Barra da Tijuca, composta por oito bairros, localizados na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, RJ.....	29
Figura 3: Complexo Lagunar de Jacarepaguá: localização geográfica das lagoas constituintes do sistema .....	33
Figura 4: Bacia de drenagem: canais de ligação do Complexo com o oceano e demais áreas contribuintes .....	34
Figura 5: Diferença entre as vazões médias de projeto x vazões aferidas nas 8 ETE particulares avaliadas .....	46
Figura 6: Vazões médias aferidas (m <sup>3</sup> /dia) anuais nas 8 ETE particulares avaliadas.....	47
Figura 7: Diferença entre carga orgânica de projeto x aferida nas 8 ETE particulares avaliadas .....	48
Figura 8: Cargas orgânicas aferidas (kg DBO/dia) anuais nas 8 ETE particulares avaliadas.....	48
Figura 9: Eficiência (%) de redução de DBO das ETE analisadas .....	50
Figura 10: Concentrações de DBO em mg/L no afluente e efluente tratado das 8 ETEs estudadas em relação ao limite da legislação vigente (NOP INEA 45) .....	52
Figura 11: Concentrações Médias de DBO nas Estações avaliadas e os respectivos limites de lançamento de acordo com a NOP-INEA-45.....	53
Figura 12: Concentração médias de Nitrogênio Total (mg/L) no afluente e efluente tratado no período avaliado para as 8 ETEs avaliadas, considerando o limite da NT 202 R10.....	56
Figura 13: Concentração médias de Fósforo Total (mg/L) no efluente tratado no período avaliado para as 8 ETEs avaliadas, considerando o limite da NOP-INEA-45.....	60
Figura 14: Residentes dos bairros da XXIV RA da Barra da Tijuca.....	65
Figura 15: (A) Faixa etária e (B) Estado Civil da população amostrada .....	66
Figura 16: (A) Renda familiar média e (B) Nível de escolaridade da população amostrada .	67
Figura 17: Tipologia das residências da população amostrada.....	67
Figura 18: (A) Avaliação das condições do saneamento básico e (B) O maior problema para a falta de infraestrutura no seu bairro .....	68
Figura 19: Classificação dos serviços de saneamento básico de acordo com o grau de importância conferida pelos entrevistados .....	69
Figura 20: (A) Destinação final do esgoto e (B) Frequência de odores desagradáveis .....	71
Figura 21: (A) Frequência manutenção dos sistemas e (B) Entidade responsável pelo tratamento de esgoto da sua residência .....	72
Figura 22: (A) Destinação final após a ETE e (B) Investimento próprio na melhoria o tratamento dos esgotos .....	73
Figura 23: Representatividade dos tipos de medicamentos consumidos nos dias anteriores a pesquisa .....	75
Figura 24: (A) Estoque privado de medicamentos em casa da população da RA da Barra da Tijuca e (B) Método de descarte de medicamentos informado.....	76
Figura 25: Razões pelas quais medicamentos os são descartados .....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teor típico das características químicas e físico-químicas avaliadas nos esgotos domésticos .....	23
Tabela 2: Exemplos de configurações mais adotadas para o tratamento convencional de esgotos domésticos e as eficiências médias de redução de DBO segundo alguns autores na literatura.....	25
Tabela 3: Comparativo entre DZ-215 e NOP-45: Carga Orgânica x limites de DBO e SST .	27
Tabela 4: Comparativo entre NT-202 e NOP-45: Parâmetros de monitoramento.....	28
Tabela 5: Corpos Hídricos Tributários à Bacia de Drenagem.....	35
Tabela 6: IQA das estações de amostragem nos corpos hídricos tributários às lagoas do complexo .....	36
Tabela 7: Parâmetros, frequências e quantidade de amostras consideradas .....	39
Tabela 8: Informações relevantes dos sistemas de tratamento avaliados no trabalho .....	41
Tabela 9: Valores máximos permitidos (VMP) de DBO no efluente final das ETE de acordo com a NOP-INEA-45 e CONAMA nº 430 .....	51
Tabela 10: Vazões, concentrações e Cargas orgânicas médias lançadas nos corpos receptores pelas estações avaliadas .....	53
Tabela 11: Grau de comprometimento das águas da lagoa de Jacarepaguá (LJPA) com o aporte de carga orgânica diária média lançada pelas 8 estações de tratamento de esgoto particulares avaliadas e qual volume da LJPA estaria comprometido com o processo de autodepuração da carga orgânica gerada pelas 8 estações de tratamento avaliadas.....	54
Tabela 12: Vazão, Concentração e Carga de Nitrogênio Total médio lançado nos corpos receptores pelas estações avaliadas .....	58
Tabela 13: Estimativa de produção de biomassa seca de Eichhornia crassipes a partir do aporte diário e mensal de nitrogênio total oriundo do efluente das 8 estações de tratamento de esgoto particulares de condomínios da Região administrativa da Barra da Tijuca- RJ....	59
Tabela 14: Vazão, Concentração e Carga de Fósforo Total médio lançado nos corpos receptores pelas estações avaliadas .....	63
Tabela 15: Estimativa de produção de biomassa seca de Eichhornia crassipes a partir do aporte diário e mensal de nitrogênio total oriundo do efluente das 8 estações de tratamento de esgoto particulares de condomínios da Região administrativa da Barra da Tijuca- RJ....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
CLP	Controlador Lógico Programável
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DZ	Diretriz
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPP	Instituto Pereira Passos
NBR	Norma Brasileira
NOP	Norma Operacional Padrão
NT	Norma Técnica
PEAMB	Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental
RA	Região Administrativa
RAFA	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SST	Sólidos Suspensos Totais
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1. OBJETIVO GERAL</b>	<b>18</b>
1.1. Objetivo Específico	18
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>19</b>
2.1. Saneamento Ambiental	19
2.2. Esgotos, águas servidas e efluentes	20
2.2.1. Conceito	20
2.2.2. Características	21
2.3. Estações de Tratamento de Esgotos - ETE	23
2.3.1. Tipologias	23
2.3.2. Aspectos da Legislação Ambiental Estadual	26
2.4. Ocupação da Região Administrativa da Barra da Tijuca	28
2.5. Complexo Lagunar de Jacarepaguá	32
2.6. Utilização e impactos dos fármacos no meio ambiente	37
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>39</b>
3.1. Avaliação e estudo das ETE Particulares	39
3.1.1. Descrição das Estações Avaliadas	42
3.2. Realização de Pesquisa sobre a percepção do Saneamento Básico na Região Administrativa da Barra da Tijuca	44
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>46</b>
4.1. Eficiência de tratamento das ETE particulares selecionadas	49
4.1.1. Carga orgânica	49
4.1.2. Nitrogênio	55
4.1.3. Fósforo Total	59
4.2. Percepção: condições sanitárias pela população da RA da Barra da Tijuca	64
4.2.1. Caracterização socioeconômica e demográfica	64
4.2.2. Saneamento Básico: Condições e Percepção	68
4.2.3. Descarte de medicamentos	74
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>79</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>91</b>

## INTRODUÇÃO

A universalização do saneamento básico é um tema multidimensional (GINÉ-GARRIGA & PÉREZ-FOGUET, 2018), que possibilita ampla discussão entre profissionais de diversas áreas e disciplinas, podendo ser analisado sob a ótica da engenharia, urbanismo, economia, ciências sociais e outras áreas do conhecimento. A Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2017) aborda a universalização do saneamento em seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), visando alcançar até 2030, o acesso à higiene e ao saneamento adequados e equitativos para toda a população, acabando com o lançamento irregular de esgoto doméstico a céu aberto, especialmente em locais com populações em condições de vulnerabilidade.

Assim, pretende-se melhorar a qualidade da oferta de água, reduzindo a presença de produtos químicos diversos, resultando no aumento da qualidade de vida das populações e na redução das doenças de veiculação hídrica. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, o acesso ao saneamento básico é um tema que ainda hoje precisa ser melhor discutido e debatido, uma vez que o saneamento básico não é universal e as metas de avanço estabelecidas ainda estão longe de serem alcançadas (GUIMARÃES et al., 2016; RAUPP et al., 2019).

Com efeito, outra questão relacionada à importância da universalização do saneamento básico é a destinação adequada dos esgotos e a consequente redução do número das internações por doenças de veiculação hídrica (MENDES et al., 2000). Também se espera a recuperação de áreas degradadas pelo lançamento de esgoto e pela disposição irregular de resíduos sólidos, reduzindo a reconhecida degradação dos ambientes naturais e aumentando a qualidade da oferta de água para consumo.

No entanto, além do complexo e recorrente problema da veiculação de doenças causadas pelo lançamento irregular dos esgotos, ainda existe a problemática das ocorrências de eutrofização, de assoreamento e da redução do espelho d'água (SOUZA & AZEVEDO, 2020; PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021). Não obstante, o aumento do lançamento de micropoluentes emergentes, especialmente compostos farmacêuticos no ambiente aquático é outra questão que merece atenção global e urgência na adequada abordagem e discussão sobre o tema (STARLING et al. 2018).

O aumento na produção e no consumo de compostos farmacêuticos tornou-se um assunto de interesse público em todo o mundo (QUADRA et al., 2019). Uma vez no meio ambiente, o fármaco pode atuar como um composto químico biologicamente ativo, induzindo diversos efeitos e impactos no ecossistema alcançado, como desregulação endócrina em humanos e em outros animais (STARLING et al. 2018).

Nesse sentido, uma das ferramentas que auxiliam no enfrentamento do problema, compilando informações objetivas sobre o comportamento relacionado ao uso e ao desuso de medicamentos (QUADRA et al., 2019) é a avaliação da percepção da população sobre o descarte inadequado de medicamentos que aumentam a presença desses compostos no meio ambiente, além da significativa excreção dessas substâncias (BILA & DEZOTTI, 2003).

A falta de sistema de esgotamento sanitário adequado tem trazido um contínuo dano à qualidade ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, significativo e relevante sistema lacustre do Estado do Rio de Janeiro, dano este, que precisa ser reparado e principalmente, resolvido. A rápida urbanização da Região Administrativa da Barra da Tijuca, composta por oito bairros (Camorim, Grumari, Itanhangá, Joá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Barra da Tijuca), com infraestrutura de acesso, lazer e consumo, ainda possui uma cobertura insuficiente de rede de esgoto, não sendo atendida de forma adequada e uniforme.

Desta forma, a região possui parte de seus esgotos tratados por estações particulares, as Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), desempenhando um papel de grande importância para os empreendimentos residenciais e comerciais que não são atendidos pela rede pública. Nesse sentido, as ETE devem ser dimensionadas e operadas da melhor e mais eficiente maneira possível, haja vista que seus efluentes aportam na rede pública de drenagem, devendo haver assim, atenção para que os limites estabelecidos pela legislação estejam sendo atendidos, evitando a geração de efluentes parcialmente tratados que reforcem aqueles *in natura* oriundos dos aglomerados subnormais.

Em razão da constituição sensível do complexo lagunar e a ocupação dos bairros em seu entorno, o aporte de matéria orgânica e nutrientes trazem continuados danos, como alteração da qualidade da água (contaminação), eutrofização, assoreamento e redução do espelho d'água, assim como da mortalidade de espécies animais e vegetais (SOUZA & AZEVEDO, 2020; PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021).



Portanto, a avaliação das cargas de contribuição das ETE descentralizadas, ponderando as tipologias existentes, assim como a realização de pesquisa direcionada aos moradores da região estudada, incluindo o comportamento sobre descarte de medicamentos, auxilia no entendimento holístico em relação a potenciais impactos no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, subsidiando tomada de decisões e ações que visem melhorias consistentes.

## 1. OBJETIVO GERAL

Visando contribuir com uma visão global integrada das condições ambientais e sanitárias do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, o objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de tratamento de esgotos de sistemas condominiais (ETE particulares), contribuintes da bacia do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, quanto à remoção de carga orgânica e de nutrientes. Objetivou-se, ainda, conhecer o perfil socioeconômico da população da Região Administrativa da Barra da Tijuca-RJ e sua compreensão sobre as condições sanitárias e descarte de medicamentos nos corpos hídricos em questão.

### 1.1. Objetivo Específico

- Averiguar a performance de tratamento das ETE particulares selecionadas quanto a redução da Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $DBO_5$ ) e das concentrações de Nitrogênio Total ( $N_{tot}$ ) e Fósforo Total ( $P_{tot}$ );
- Comparar a eficiência do tratamento de diferentes tecnologias adotadas nos diferentes sistemas particulares e o seu enquadramento nos limites máximos permitidos pela NOP-INEA-45;
- Apontar a necessidade de uma operação adequada que possa propiciar um desempenho satisfatório dos sistemas, evitando ineficiência de tratamento que potencialize a carga tratada de matéria orgânica e nutrientes no complexo lagunar;
- Avaliar o perfil socioeconômico da população da Região Administrativa da Barra da Tijuca e a sua percepção sobre questões relacionadas as condições de saneamento básico, hábitos de consumo e descarte de medicamentos, impactos e poluição ambiental;

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Saneamento Ambiental

O entendimento do significado de “saneamento” possui relação de origem no verbo sanear, sanar, consistindo, portanto, em ação ou efeito de tornar salutar, favorável à preservação ou restauração da saúde (MICHAELIS, 2021). Desta forma, a conotação de higiene e por conseguinte, saúde, se fazem presentes, trazendo a noção da aplicação de medidas para melhoria das condições higiênicas de um local, área ou região, tornando-o salubre.

Conceitualmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) corrobora com o sentido exposto, definindo que o saneamento é essencial para a saúde, prevenindo infecções, melhorando e mantendo o bem-estar mental e social da população (OMS, 2018), ou seja, o saneamento visa controlar e evitar efeitos deletérios e nocivos ao homem tanto no campo da saúde física propriamente dita, bem como mental, que abarca no psicológico humano (OMS, 2018).

Os conceitos de “saneamento ambiental” e “saneamento básico” se confundem a partir do histórico da cunhagem de tais termos. Mançano (2010) descreve a gênese do termo “saneamento básico” no bojo da década de 50 do século XX, oriundo das dificuldades de se abranger toda a dimensão, significado e significância do termo “saneamento”, em virtude da escassez de recursos para o atendimento integral deste tema em indispensáveis obras de infraestrutura daquela época, adotou-se, deste modo, o vocábulo “básico” para escalonar as intervenções prioritárias.

Face às restrições e limitações, o “saneamento básico” figura como um conceito que busca designar as ações concernentes às disciplinas de abastecimento de água, drenagem pluvial, esgotamento sanitário e coleta e destinação de resíduos, sendo estas condutas intimamente ligadas ao controle dos fatores potencialmente patogênicos e seus respectivos vetores. Este entendimento norteará o conhecimento comum acerca do tema (PHILIPPI JR & SILVEIRA, 2004).

Em vista da definição de “saneamento básico”, surge em paralelo, o termo “saneamento ambiental” exposto por Menezes (1984, apud MANÇANO, 2010), onde este teria um sentido mais amplo e abrangente, buscando alcançar a administração do equilíbrio ecológico, relacionando-se, também, com os aspectos culturais, econômicos, administrativos e as medidas de uso e ocupação do solo.

Contribuindo para à assimilação do termo “saneamento ambiental”, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA, 2004) estabeleceu seu entendimento como sendo um conjunto de ações socioeconômicas, visando a salubridade ambiental, acrescentando além do abastecimento de água, drenagem pluvial, esgotamento sanitário e coleta de resíduos, também, os poluentes gasosos, assim como os cuidados sanitários referentes ao controle de vetores e doenças transmissíveis, contemplando ainda a ocupação e uso do solo, em condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida tanto no meio urbano como rural.

A profundidade deste entendimento pode ser ainda complementada pela observação de Philippi Jr. & Silveira (2004) que soma aos conceitos expostos, o saneamento da habitação, educação em saúde pública e ambiental, o controle da poluição ambiental, o saneamento dos alimentos, dos locais de trabalho e de recreação, assim como o saneamento em situações de caráter emergenciais.

Desta forma, atualmente, a noção de “saneamento ambiental” além de abarcar às definições notabilizadas pelo “saneamento básico”, traz consigo um sentido holístico, transpassando a saúde humana no campo da prevenção de doenças e seus males, bem como abrangendo de maneira intrínseca, a saúde do meio ambiente e os danos causados pela poluição ao meio. Há uma confluência conceitual dinâmica da convergência dos preceitos de saúde, meio ambiente, saneamento e a saúde pública.

## **2.2. Esgotos, águas servidas e efluentes**

### **2.2.1. Conceito**

Os esgotos podem ser notabilizados como sendo águas residuais, ou seja, águas que foram utilizadas em um dado momento para suprir alguma necessidade humana. De acordo com Santos & Jordão (2021), os esgotos caracterizam os despejos provenientes de diversas modalidades de uso, como o doméstico, o comercial, o industrial, de utilidades públicas, de superfície (JORDÃO & PÊSSOA, 2005), bem como oriundos de infiltração e também da parcela pluvial parasitário, estas contribuições igualmente evidenciadas na NBR 9648 (ABNT, 1986).

Mediante ao pontuado por Santos & Jordão (2021), a parcela dos esgotos sanitários apresenta concentrações de diversos poluentes distintos em sua composição, podendo causar danos à saúde da população e ao meio ambiente,

devendo, portanto, serem submetidos à tratamento adequado, objetivando a redução das concentrações de poluentes específicos, que visam atender aos padrões e critérios de lançamento nos corpos hídricos.

A constituição dos esgotos domésticos é essencialmente de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes, águas de lavagem. Estas contribuições são provenientes de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer instalações que possuam banheiro, lavanderias, cozinhas ou algum dispositivo de utilização da água para fins domésticos (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

No cerne do entendimento dos esgotos domésticos, Von Sperling (1996) elucida que 99,9% de sua composição é água, sendo a fração restante, ou seja, 0,1%, formado por sólidos orgânicos e inorgânicos, suspenso e dissolvidos, bem como por microrganismos. Devido a esta menor fração, impõe-se a necessidade de tratamento do esgoto para posterior lançamento no meio.

Não obstante, além dos esgotos tipicamente domésticos, parcelas características das variadas atividades específicas que compõem o enredamento da malha urbana também podem ser englobadas nos esgotos domésticos, como aqueles provenientes de postos de combustíveis, lavanderias, açougues, padarias, supermercados, laboratórios, oficinas mecânicas, lava-rápidos, restaurantes e lanchonetes, hospitais, prontos-socorros, consultórios médicos e dentários (BASSOI & GAUZELLI, 2010; SANTOS & JORDÃO, 2021).

### **2.2.2. Características**

As águas residuárias dos esgotos domésticos possuem algumas propriedades típicas que as definem, apresentando, portanto, certos atributos previstos, sem a variabilidade dos esgotos industriais, que possuem particularidades de acordo com o seu respectivo objeto de produção e processo, como por exemplo, a indústria têxtil, a metalúrgica e a de celulose (JORDÃO & PESSÔA, 2005; GIORDANO, 2008).

De maneira universal, o esgoto doméstico apresentará potencial contaminante para propagação de doenças de veiculação hídrica, em razão da presença de microrganismos como bactérias, fungos, protozoários, vírus, helmintos e algas (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO & PESSÔA, 2005; VON SPERLING, 1996).

A relevância da atenção quanto aos parâmetros biológicos, se traduz no iminente dano causado à saúde humana, sobretudo do grupo de bactérias coliformes,

indicador de contaminação fecal, sendo vetor de agentes patogênicos. Assim, destacam-se, os coliformes totais, os coliformes termotolerantes (fecais) e a *Escherichia coli* (*E. coli*), pertencente a este último grupo (PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021; JORDÃO & PESSÔA, 2005; VON SPERLING, 1996).

Em referência as características físicas dos esgotos domésticos, estes invariavelmente apresentarão temperatura levemente superior à água de abastecimento, variabilidade de cor mediante ao estágio de sua depuração, odor igualmente presente em virtude dos gases oriundos do processo de decomposição e turbidez que está ligada aos sólidos em suspensão (JORDÃO & PESSÔA, 2005; VON SPERLING, 1996).

Cabe ressaltar, que os sólidos ou a matéria sólida também figuram em meio as características físicas dos esgotos, sendo segmentados de acordo com o seu tamanho, dimensão das partículas e estado - sólidos em suspensão, coloidais e dissolvidos - mediante a sua característica química - sólidos voláteis e fixos - e em razão da sua decantação ou sedimentabilidade - sedimentáveis ou não sedimentáveis - (PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021; JORDÃO & PESSÔA, 2005; VON SPERLING, 1996).

Jordão & Pessôa (2005) segmenta a classificação das características químicas do esgoto em dois grandes grupos, face a sua origem: matéria orgânica e matéria inorgânica. A matéria orgânica do esgoto é composta principalmente por proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gordura e óleos (8 a 12%), e demais constituintes em menor proporção, tais como uréia, surfactantes e fenóis. Quanto aos compostos inorgânicos, figuram as substâncias minerais dissolvidas derivadas de areais eventualmente carregadas pela lavagem de ruas.

No tocante as características químicas e físico-químicas, pode-se enumerar como presentes no esgoto, o nitrogênio total - constituído por nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato - fósforo total, formado pelo orgânico e o inorgânico, matéria orgânica carbonácea, ácidos graxos (óleos vegetais e minerais), surfactantes, metais, fenóis e o pH - indicando características entre ácidas e alcalinas (PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021; VON SPERLING, 1996).

As principais propriedades físico-químicas dos esgotos domésticos são acompanhadas pelos parâmetros que as monitora. Na mesma medida que foram estabelecidos limites máximos permitidos na legislação, existe o teor típico aferido nos esgotos brutos (Tabela 1).

Tabela 1: Teor típico das características químicas e físico-químicas avaliadas nos esgotos domésticos

<b>Características típicas/médias dos esgotos domésticos brutos (mg/L)</b>		
<b>Parâmetros de controle</b>	<b>Jordão &amp; Pessôa (2005)</b>	<b>Von Sperling (1996)</b>
Sólidos Suspensos Totais	230	200-450(~400)
DQO	400	400-800 (~700)
DBO <sub>5</sub>	200	200-500(~350)
Nitrogênio Total	40	35-70(~50)
Nitrogênio Amoniacal	20	20-40(~30)
Fósforo Total	10	5-25(~14)
Sólidos Sedimentáveis	10	10-20(~15)

Fonte: Adaptado Jordão & Pessôa (2005) e Von Sperling (1996)

## **2.3. Estações de Tratamento de Esgotos - ETE**

### **2.3.1. Tipologias**

As ETEs e as suas diversas tipologias são concebidas para tratamento dos esgotos industriais e/ou sanitários, buscando-se aplicar o grau de tratamento exigido mediante ao enquadramento legal ou aquele desejado. Desta maneira, há uma variação de acordo com a necessidade em si, que transpassam desde a população a ser atendida, o espaço disponível, os recursos tangíveis até a carga orgânica obrigatória de ser reduzida antes do lançamento na rede pública, e por conseguinte, no corpo receptor final.

De forma assaz clara, é possível depreender que a ETE se assemelha ao conceitual do funcionamento de uma indústria, que trabalha transformando uma matéria-prima (esgoto bruto) em determinado produto final (esgoto tratado). Portanto, os mesmos cuidados e a busca pela otimização e pela qualidade dos serviços das indústrias modernas devem estar presentes nesta “indústria” de tratamento de esgotos (LA ROVERE, 2002, apud VON SPERLING & CHERNICHARO, 2007).

Através do entendimento deste paralelo didático, os esgotos sanitários são submetidos ao tratamento desempenhado pelos processos físicos, biológicos e químicos, geralmente combinados entre si, que de maneira objetiva, buscam a redução de sólidos em suspensão e sedimentáveis, da matéria orgânica, dos patogênicos e dos nutrientes, (JORDÃO & PESSÔA, 2005; METCALF & EDDY, 2016). No diagrama da Figura 1, busca-se resumir o fluxograma de tratamento ofertado pelas ETE com as equivalências dos níveis de remoção.

Figura 1: Exemplos de tecnologias de tratamento geralmente adotadas em ETE convencionais: etapas e processos de tratamento junto a objetivos de remoção



\*Upflow Anaerobic Sludge Blanket \*\*Reator Anaeróbio Compartimentado \*\*\*Filtro Aerado Submerso  
 Fonte: Adaptado Jordão & Pessôa (2005), Chernicharo (2007), Von Sperling (1996), La Rovere (2002), NBR 13969:1997

Depreendemos a partir do exposto, que os processos compreendidos dentro das apreciações da classificação preliminar e primário, são predominantemente de ordem física, removendo-se materiais grosseiros por intermédio de peneiras e do gradeamento, assim como de sólidos suspensos por intermédio de decantadores primários, por exemplo. Não obstante, há ainda, a redução de cerca de 30-40% de DBO, matéria orgânica presente nos sólidos em suspensão sedimentáveis (VON SPERLING, 1996)

No cerne dos processos biológicos, estão representados os tratamentos que buscam reduzir a carga orgânica do esgoto, empregando os microrganismos anaeróbios e/ou aeróbios em reatores que procuram reproduzir o comportamento destes organismos e as condições naturais de autodepuração em ambientes



controlados e em menor escala, e num curto espaço temporal. Os tanques constituintes dos tratamentos anaeróbios e aeróbios podem ser dimensionados em conformações separadas e/ou conjuntas, a critério do objetivo almejado e da *expertise* do projetista (VON SPERLING, 1996; CHERNICHARO, 2007).

Assim sendo, os processos de lodos ativados e variantes figuram como a máxima expressão dos processos aeróbios (além dos filtros biológicos), enquanto a pródiga tecnologia do UASB e similares, representam a parcela dos processos anaeróbios, ambos representantes do tratamento secundário.

No que diz respeito aos processos químicos, entende-se por aqueles que utilizam compostos químicos que catalisam reações de redução ou remoção de nutrientes (precipitação do fósforo) e/ou microrganismos patogênicos (desinfecção por cloro). Neste âmbito, os recursos do tratamento químico são conjugados como um polimento potencializador de eficiência dos processos físico e biológico, permanecendo, portanto, no nível terciário de tratamento.

Em relação às eficiências observadas em sistemas em operação e suas respectivas conformações de unidades de tratamento, a literatura é vasta e possui registros das eficiências observadas, contribuindo para a percepção dos valores esperados nos distintos tipos de sistema concebidos.

Na Tabela 2 foram apresentadas as eficiências listadas por diferentes autores e algumas daquelas compiladas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020), a partir dos variados sistemas contabilizados em âmbito nacional.

Tabela 2: Exemplos de configurações mais adotadas para o tratamento convencional de esgotos domésticos e as eficiências médias de redução de DBO segundo alguns autores na literatura

Configurações de processos de tratamento	VON SPERLING (1996)	LA ROVERE (2002)	SANTOS & JORDÃO (2021)	Eficiência média (%)
FOSSA SÉPTICA + FILTRO ANAERÓBIO/BIOLOGICO				~70%*
REATOR ANAERÓBIO	60-80	40-80%	60%	~68%*
REATOR ANAERÓBIO + FILTRO ANAERÓBIO/BIOLOGICO + DECANTADOR SECUNDÁRIO				~76%*
REATOR ANAERÓBIO + FILTRO ANAERÓBIO/BIOLOGICO				~73%*
REATOR ANAERÓBIO + FILTRO ANAERÓBIO/BIOLOGICO				~73%*
REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS DE AERAÇÃO PROLONGADA				85-88%*

LODOS ATIVADOS DE AERAÇÃO PROLONGADA	93-98	40-90%	95%	~90%*
LODOS ATIVADOS CONVENCIONAL	85-93	75-95%		~88%*
LODOS ATIVADOS EM BATELADA	85-95	50-75%	95%	~90%*
LODOS ATIVADOS - REM. N (MBBR/IFAS)			90-95%	88%
REATOR ANAERÓBIO + FÍSICO-QUÍMICO (DECANTAÇÃO/FLOTAÇÃO) - REM. P				88%
LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE NUTRIENTES - REM. N & P				91%
REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO DE NUTRIENTES				~85%*
LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NUTRIENTES - REM. N & P				95%

Fonte: Adaptado de Atlas Esgoto – Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017)

### 2.3.2. Aspectos da Legislação Ambiental Estadual

As diretrizes e normas vigentes para atendimento aos limites previstos de lançamento do esgoto sanitário no Estado do Rio de Janeiro, evoluíram a partir do conhecimento adquirido pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA ao longo de sua trajetória de pioneirismo, alinhada à habilidade de deliberação conferida à Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA, concebendo assim, ainda em 1994, a primeira aprovação da Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária, a DZ-215 (INEA, 1994).

Assim, anterior aos preceitos arrematados na Resolução CONAMA nº 357/2005 e por conseguinte, na Resolução CONAMA nº 430/2011, o estado do Rio de Janeiro já despontava com a diretriz normativa que regia, orientava, restringia e enquadrava o controle dos limites de lançamento de DBO e SST, mediante ao valor gerado de matéria orgânica biodegradável, entendida de forma quantitativa em carga orgânica (kg O<sub>2</sub>/dia).

Deste modo, lançava-se atenção sobre a carga orgânica de origem sanitária, que deve ser notabilizada e tratada a fim de que haja a eficiência mínima de remoção do sistema projetado e que os limites da concentração final de DBO e SST, estivessem inferiores aos valores estipulados nas quatro distintas faixas da diretriz.

Para esta identificação e o seu consequente atendimento, utilizava-se a tabela 7 no anexo 6 da DZ-215-R.04, que correspondia as Concentrações Máximas de Matéria Orgânica, em DBO e SST, permitidas para o lançamento de efluentes sanitários de atividades residenciais. Para atendimento dos limites de lançamento de

efluentes sanitários de origem industrial, estabelecimentos comerciais e canteiros de obras, por exemplo, lançava-se mão da tabela 8 da respectiva diretriz.

Juntamente com a citada DZ-215-R.04, vigorava em paralelo, a Norma Técnica 202-R.10, que definia os Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos no Estado do Rio de Janeiro, aplicada pelo INEA e demais órgãos ambientais conveniados, constando em seu domínio a fixação dos padrões limítrofes para lançamento dos parâmetros de pH, temperatura, materiais ou resíduos sedimentáveis, óleos e graxas (vegetais/animais e minerais), fósforo total e nitrogênio total, entre outros.

A citada NT-202-R.10, abrangia desde os efluentes de origem doméstica quanto os efluentes de origem industrial. Existe ainda, a previsão de atendimento aos níveis de toxicidade máximos para os principais poluentes passíveis de serem gerados no tocante às atividades industriais, tais quais metais pesados, sulfetos e pesticidas, a partir de indicação do INEA para cada caso em específico.

Em consonância com a dinâmica de evolução e atualização das legislações, em 2021, passou a vigorar o conteúdo da Norma Operacional Padrão 45 (NOP-INEA-45) que alterou integralmente tanto a DZ-215 quanto a NT-202, no âmbito da regulamentação dos padrões de lançamento do esgoto sanitário.

Com efeito, a DZ-215-R.04 permanece como instrumento de orientação para dimensionar um sistema de tratamento, seja para um canteiro de obras ou um sistema definitivo residencial ou comercial, mas cedeu para a NOP-INEA-45, o norteamento para enquadrar os limites de concentração permitidos para lançamento do DBO e SST mediante suas respectivas faixas, assim como os parâmetros balizados pela NT-202. Uma síntese das alterações implementadas, segue nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Comparativo entre DZ-215 e NOP-45: Carga Orgânica x limites de DBO e SST

<b>DZ-215-R04</b>		<b>NOP-INEA-45</b>		
Carga Orgânica Bruta Total (C) Kg DBO/dia	<i>DBO e SST</i>	Carga Orgânica Bruta Total (C) Kg DBO/dia	DBO	SST
$C \leq 5$	180*	$C \leq 20$	120	110
$5 < C \leq 25$	100*	$20 < C \leq 60$	90	80
$25 < C \leq 80$	60	$60 < C \leq 80$	60	50
$C > 80$	40	$C > 80$	40	40

Fonte: O Autor

Tabela 4: Comparativo entre NT-202 e NOP-45: Parâmetros de monitoramento

<b>Parâmetros de controle</b>	<b>NT-202-R10</b>	<b>NOP-INEA-45</b>
pH	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0
	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>
MBAS	2,0	2,0
Óleos e Graxas Vegetais Animais	30,0	-
Óleos e Graxas Minerais	20,0	-
Óleos e Graxas Totais	-	50,0
Nitrogênio Total	10,0	-
Nitrogênio Amoniacal	-	10,0 ou 20,0*
Fósforo Total	1,0	1,0 ou 4,0*
	<b>(ml/L)</b>	<b>(ml/L)</b>
Sólidos Sedimentáveis	1,0	1,0

\* Ambiente lótico menos restritivo e ambiente lêntico mais restritivo.

Fonte: O Autor

#### **2.4. Ocupação da Região Administrativa da Barra da Tijuca**

A Região Administrativa da Barra da Tijuca é a 24ª região de um total de 33 regiões estabelecidas na cidade do Rio de Janeiro, sendo composta por um grupo de oito bairros, dentre eles: Camorim, Grumari, Itanhangá, Joá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Barra da Tijuca, conforme a Figura 2. Segundo o Instituto Pereira Passo (2020), a população total estimada desta área para 2020 era de 394.037 habitantes, ocupando uma área total de 16.597,10 hectares.

Figura 2: Região Administrativa da Barra da Tijuca, composta por oito bairros, localizados na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, RJ



Fonte: Adaptado Google Earth e Data. Rio-IPP, 2021.

Fundamentalmente, o crescimento urbano da Região Administrativa da Barra da Tijuca iniciou-se na década de 70 do século XX, por intermédio da expansão imobiliária promovida por construtoras focadas nas classes de média e alta renda, alterando a paisagem ora predominantemente rural e capitaneando este crescimento por meio do bairro da Barra da Tijuca (SILVA, 2007).

Em paralelo, o crescimento dos aglomerados subnormais das favelas também foi observado, onde passou a residir a parcela da população de baixa renda, especialmente em áreas onde aparentemente a propriedade era de terceiros (pública ou privada), através da posse destas terras e da construção irregular e desordenada, ocupando-se densamente em específico, as Faixas Marginais de Proteção (FMP) que foram aterradas indevidamente e estão à margem do processo de licenciamento ambiental (SILVA, 2007; MENDES & BARCELLOS, 2015).

A expressiva e rápida transformação da paisagem da região, pode ser explicada, de acordo com Silva (2007) e Mendes & Barcellos (2015), pela ampla concentração de terras em poder de quatro grandes proprietários destas, por intermédio de recursos advindos do Sistema Financeiro de Habitação (SFH) do Governo Federal ao longo das décadas de 70 e 80 do século XX.

Houve, portanto, a promoção imobiliária que se favoreceu dos recursos citados e fomentou o *marketing* da nova “zona sul” envolta na natureza, no verde e adjacente ao mar, por exemplo, aliada aos investimentos públicos em obras de infraestrutura, sobretudo viárias de acesso à região, permitindo a construção dos grandes condomínios residenciais na década de 70 (GONÇALVES, 1999 apud SILVA, 2007).

De forma peculiar, a vultuosidade de obras de infraestrutura urbana, como intervenções na pavimentação, desenvolvimento de autopistas, oferta de iluminação pública, provisão de abastecimento de água, energia elétrica, gás e oferta de coleta de lixo em confluência ao fomento habitacional ordenado, não se traduziu na implementação da rede de esgotamento sanitário em igual proporção (SILVA, 2007).

Esta realidade encontra explicação no elevado custo das obras necessárias para coleta, transporte e tratamento do esgoto (SILVA, 2007), mas também, encontra reflexo no crescimento baseado no conceito do “espetáculo urbano”, onde a estética e a subjetividade do *life style* ofertado, suplantam a estrutura básica esperada de uma cidade, tornando os bairros da Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes e transpassando toda a região administrativa em questão, em um exemplo de insustentabilidade ambiental, apesar de esteticamente bem visto e apreciado por parte da população (MENDES & BARCELLOS, 2015).

Isto posto, como conhecido resultado da transformação da paisagem alavancada pela expansão imobiliária, nota-se o crescente passivo ambiental traduzido no processo de degradação do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, uma vez que a ausência da coleta, transporte e tratamento do esgoto em detrimento das demais infraestruturas urbanas foi delegado formalmente às estações de tratamento de esgotos particulares (SANTIAGO, 2004 apud SILVA, 2007).

Assim, os sistemas de tratamento de esgotos tornaram-se indispensáveis dentro da tramitação das aprovações legais dos órgãos licenciadores dos empreendimentos desprovidos da rede de esgotamento sanitário, sendo, portanto, construídos como contrapartida legal, atrelados à emissão do “Habite-se” e o consequente aceite das obras. Estes vêm atrelados a um custo operacional que exige acompanhamento, operação e manutenção contínuas para que o papel esperado seja minimamente desempenhado.

Neste contexto, Silva (2007) abaliza que a ausência de infraestrutura de saneamento ambiental na Região Administrativa da Barra da Tijuca figura como exemplo máximo da contradição entre desenvolvimento urbano e sustentabilidade

ambiental na cidade do Rio de Janeiro, assinalando um contorno nítido da incapacidade do Poder Público em atender e entender a demanda primária por esgotamento que resvala na degradação continuada do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Diante do exposto, cabe salientar que o Programa de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá – PSBJ, iniciado em 2001 (CEDAE, 2020) pela concessionária ora atuante e que contabilizava um extenso prazo de 30 anos, não concluiu grande parte das obras previstas mesmo após transcorridos 20 anos. A nova concessionária assumiu os serviços de distribuição de água e tratamento de esgoto em 2022, com expectativa de investimentos durante os 35 anos do contrato de concessão (IGUÁ SANEAMENTO, 2022).

Na última compilação de dados referentes aos domicílios particulares permanentes<sup>1</sup> com existência de banheiro ou sanitário na RA da Barra da Tijuca, identificou-se que 75% possuíam rede de esgoto ou pluvial, um total de 15% eram atendidos por sistemas de fossa séptica e em 9,9% das residências, o esgotamento era então feito em vala, rio, mar, lago, entre outros meios (IPP, 2010).

Nesse sentido, o Plano Diretor Municipal (2018) desenvolveu o Programa de Recuperação Ambiental da Bacia de Jacarepaguá, voltado às intervenções de macrodrenagem em quarenta rios da região da bacia, provendo a canalização e drenagem de 180 km de cursos d'água, implantando 76 km de avenida canal, além de ações voltadas para o reflorestamento dos maciços da Pedra Branca e da Tijuca, educação ambiental e reassentamento de moradias e remoção de vazadouros, além de obras de eliminação de ligações clandestinas.

Interessantemente, a exigência e a reivindicação por oferta de esgotamento sanitário adequado, emerge das classes média e média-alta da RA em questão, como a constituição da Associação de Moradores da Barra da Tijuca em 1981; pleiteando, sobretudo, uma solução sanitária; indo de encontro ao normalmente observado quanto a temática por saneamento, ou seja, sendo aquela, uma cobrança atrelada às classes sociais mais pobres para as suas ruas e bairros (EVANGELISTA, 1989 apud SILVA, 2007).

---

<sup>1</sup> Domicílio construído exclusivamente para habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas.

No âmbito deste cenário de exigências legítimas, Mendes & Barcellos (2015) tomam em específico o bairro do Recreio dos Bandeirantes, trazendo o conflito socioespacial concentrado no quesito sanitário e as conseqüentes sobreposições de atribuições quando a lacuna da oferta desta infraestrutura se impõe, concebendo assim, os três agentes distintos: Estado, moradores das áreas abastadas e moradores dos aglomerados subnormais, e associações de moradores (gestores de território nas áreas dos citados aglomerados).

Dentro deste âmbito, cabe ainda ressaltar que a Região Administrativa de Jacarepaguá, adjacente e também tributária à bacia de drenagem do complexo lagunar, reflete o paradigma da ocupação observada na RA da Barra da Tijuca, ou seja, ausência da ampliação do saneamento em contraponto à expansão imobiliária.

Assim, a Bacia de Jacarepaguá, que drena os corpos hídricos que chegarão ao complexo lagunar, com grande diferença altimétrica entre as encostas e áreas planas, foi considerada região estratégica de municipalização do saneamento, haja vista a ausência de planejamento conjunto das bacias costeiras de forma ampla, bem como a adoção de soluções isoladas de saneamento por parte da pregressa concessionária atuante (RIO DE JANEIRO, 2018).

Desta forma, o Plano Diretor (RIO DE JANEIRO, 2018) notabilizou que o esgotamento sanitário da região fora desenvolvido até então apresentando deficiência no transporte até as ETE existentes, havendo falhas em trechos das rede, tronco-coletor e travessias, portanto, conferindo os reconhecidos problemas do complexo: assoreamento, contaminação e eutrofização, que culminam com a degradada qualidade de suas águas.

## **2.5. Complexo Lagunar de Jacarepaguá**

O Complexo Lagunar de Jacarepaguá é formado por quatro lagoas urbanas, cujo somatório da superfície total de água é de aproximadamente 12,8 km<sup>2</sup> e onde os espelhos d'água são subdivididos entre os quatro corpos lânticos, conforme a Figura 3, denominados: Lagoa do Camorim (0,80 km<sup>2</sup>), Lagoa de Jacarepaguá (4,07 km<sup>2</sup>), Lagoa de Marapendi (3,5 km<sup>2</sup>) e Lagoa da Tijuca (4,34 km<sup>2</sup>) (SONDOTÉCNICA, 1998; AGEVAP, 2021).

Segundo a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP (2021), a Lagoa de Jacarepaguá figura como a mais



interiorizada dentre as quatro, sendo conectada à Lagoa da Tijuca, a maior delas, através da Lagoa do Camorim, um genuíno canal de ligação e a menor dentre as lagoas. A água do mar acessa a Lagoa da Tijuca pela Canal da Joatinga, abarcando desta forma na Lagoa de Marapendi por meio do canal de mesmo nome, o Canal de Marapendi (SONDOTÉCNICA, 1998).

Figura 3: Complexo Lagunar de Jacarepaguá: localização geográfica das lagoas constituintes do sistema



Fonte: Google Earth, 2021.

A área compreendida pelo Complexo Lagunar de Jacarepaguá é de grande relevância ecológica, social e econômica para a cidade do Rio de Janeiro encontrando-se inserido na Região Administrativa da Barra da Tijuca, região esta que foi selecionada para comportar o Parque Olímpico (1,18 milhão de m<sup>2</sup>) e a Vila Olímpica (800.000 m<sup>2</sup>, 31 edifícios com 17 pavimentos cada) construídos para os Jogos Olímpicos de 2016 (RIO DE JANEIRO, 2020).

A bacia de drenagem do Complexo Lagunar de Jacarepaguá é constituída por uma área de aproximadamente 280 km<sup>2</sup> à 300 km<sup>2</sup>, abastecida pelas linhas da crista do Maciço da Pedra Branca e do Maciço da Tijuca, bem como pelas contribuições da Baixada de Jacarepaguá, conforme a Figura 4 (SONDOTÉCNICA, 1998; INEA, 2020). Esse complexo lacustre se liga ao Oceano Atlântico localizado ao sul, por meio do

Canal da Joatinga, na extremidade leste e pelo Canal de Sernambetiba, na extremidade oposta, ao oeste (Figura 4).

No tocante aos cursos d'água contribuintes ao complexo lagunar (Tabela 5), os mais relevantes são: os rios Guerenguê e Passarinhos; provenientes do Maciço da Pedra Branca e que contribuem à Lagoa de Jacarepaguá; o Rio Grande; originário do Maciço da Tijuca e tributário à Lagoa do Camorim e pelos rios das Pedras e Anil; igualmente procedentes do Maciço da Tijuca, desembocando na lagoa de mesmo nome, da Tijuca. (AGEVAP, 2021).

Figura 4: Bacia de drenagem: canais de ligação do Complexo com o oceano e demais áreas contribuintes



Fonte: Google Earth, 2022.

Ressalta-se, de acordo com a AGEVAP (2021), as péssimas condições de saúde ambiental dos rios Anil, Grande e do Arroio Fundo (Lagoa do Camorim), dos rios Guerenguê, Pavuninha, do Marinho e do Arroio Pavuna (Lagoa de Jacarepaguá) e dos rios Retiro e da Cachoeira (Lagoa da Tijuca), resultando na conhecida degradação do complexo lagunar, a partir da deterioração continuada dos rios contribuintes às lagoas, fruto da rápida urbanização das últimas décadas e da precariedade do esgotamento sanitário daquela região.

Não obstante, Barile (2018) assinala que a situação de franca fragilidade dos ecossistemas estuarinos se deve em grande escala à pressão aplicada pela alteração do uso do solo, onde o crescimento populacional humano propicia o enriquecimento de nutrientes aportados no ambiente lacustre, impulsionando assim, o seu colapso.

Dentre os agravantes desta conjuntura, pode-se enumerar a própria característica geográfica deficitária na troca de água e a contribuição constante dos sistemas de tratamento particulares (BARILE, 2018).

Os ecossistemas lacustres são considerados naturalmente sensíveis, no entanto, lagoas urbanas são exemplos de ecossistemas impactados negativamente pela pressão das ações antrópicas, sejam diretamente ou indiretamente (BARILE, 2018), demonstrando uma relação de ação e reação, que culminam com os problemas de alteração da qualidade da água (contaminação), de eutrofização, do assoreamento e da redução do espelho d'água, assim como da mortandade de espécies animais e vegetais (SOUZA & AZEVEDO, 2020; PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021).

Tabela 5: Corpos Hídricos Tributários à Bacia de Drenagem

Lagoa do Camorim	Arroio Fundo	Lagoa da Tijuca	Rio das Pedras	
	Rio Banca da Velha		Rio Retiro	
	Rio Tindiba		Rio Carioca	
	Rio Pechincha		Rio Muzema	
	Rio Palmital,		Rio Itanhangá	
	Rio Covanca		Rio Leandro	
	Rio Grande		Rio da Cachoeira	
	Rio Pequeno		Rio da Tijuca	
	Rio Anil		Rio da Barra	
	Rio Sangrador		Rio da Gávea Pequena	
	Rio Panela		Rio Jacaré	
	Rio São Francisco		Córrego Santo Antônio	
	Rio Quitite		Lagoa de Marapendi	Rio das Piabas
	Rio Papagaio			Canal das Taxas
Lagoa de Jacarepaguá	Rio Guerenguê	Rio Camorim	Rio Vargem Pequena	
	Rio Monjolo	Rio do Marinho	Rio Canudo	
	Rio Areal	Rio Ubaeté	Arroio Pavuna	
	Rio Pavuninha	Rio Firmino	Córrego Engenho Novo	
	Rio Passarinhos	Rio Calembá	Canal do Portelo	
	Rio Caçambé	Rio Cancela	Canal do Cortado	

Fonte: Adaptado de SONDOTÉCNICA, 1988.

Os bairros adjacentes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá são vetores de crescimento urbano na cidade do Rio de Janeiro, onde o crescimento populacional e urbano sem o devido planejamento, levou a alteração do uso do solo na região, além da ocupação irregular em áreas de baixa habitabilidade.

A carência de saneamento ambiental agravada pela infraestrutura insuficiente, é caracterizada pelo lançamento de efluentes domésticos (tratados parcialmente ou sem tratamento) nos corpos hídricos, e, conseqüentemente em trechos das lagoas do

complexo. Abaixo, segue a Tabela 6 do IQA – Índice de Qualidade da Água<sup>2</sup> médio dos anos de 2019 a 2021, referente à Bacia do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, onde é possível visualizar as estações de monitoramento do INEA nos corpos hídricos tributários à sua respectiva lagoa do complexo.

Tabela 6: IQA das estações de amostragem nos corpos hídricos tributários às lagoas do complexo

Código INEA	Corpo hídrico	Lagoa	IQA Média 2019	IQA Média 2020	IQA Média 2021
AN040	Rio do Anil	Lagoa do Camorim	21,6	25,7	25,1
FN090	Arroio Fundo	Lagoa do Camorim	19,5	15,4	20,5
FN100			21,1	23,1	18,6
GR140	Rio Grande	Lagoa do Camorim	19,6	27,7	30,1
GR144			39,1	52,5	49,1
CM220	Rio Camorim	Lagoa de Jacarepaguá	46,4	62,9	51,7
GN400	Rio Guerenguê	Lagoa de Jacarepaguá	16,5	16,8	17,1
MN240	Rio do Marinho	Lagoa de Jacarepaguá	20,0	33,8	16,0
PN480	Rio Pavuninha	Lagoa de Jacarepaguá	31,4	14,6	14,4
PV180	Arroio Pavuna	Lagoa de Jacarepaguá	14,9	17,2	14,7
CC000	Rio Cachoeira	Lagoa da Tijuca	43,8	46,9	49,3
RT020	Rio Retiro	Lagoa da Tijuca	18,4	18,8	18,9

MUITO RUIM 25 > IQA ≥ 0  
 RUIM 50 > IQA ≥ 25  
 MÉDIA 70 > IQA ≥ 50  
 BOA 90 > IQA ≥ 70  
 EXCELENTE 100 ≥ IQA ≥ 90

Fonte: Adaptado do INEA, 2023.

O IQA confere níveis de categorias para os resultados obtidos a partir do consolidado em uma única classificação dos seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH<sub>3</sub>), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (T), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Temperatura da Água e do Ar e Coliformes Termotolerantes (INEA, 2023).

Desta forma, pode-se notar que em 58,0% das médias, o índice apresentou resultado “muito ruim”, em 33% dos resultados do período a classificação encontrava-se como “ruim” e em apenas 8% das ocasiões os resultados exibiram categorização

<sup>2</sup> Criado no ano de 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* (NSF). Com base numa pesquisa de opinião desenvolvida junto a 142 especialistas, foram selecionadas 9 variáveis consideradas mais representativas em relação a qualidade de água. Para cada variável foi traçada uma curva de qualidade, a qual correlaciona sua concentração a uma nota (*qi*), pontuada de zero (a pior nota) a 100 (a melhor nota).

de qualidade “média”. Cabe registrar, que não houve registro do IQA com a ponderação “boa” ou “excelente”.

## **2.6. Utilização e impactos dos fármacos no meio ambiente**

Os compostos fármacos, bem como suplementos nutricionais, agentes de diagnósticos e produtos de cuidado/higiene pessoal, por exemplo, têm sido detectados no meio ambiente ao longo do anos, onde estas substâncias são encontradas em cursos d’água e em efluentes oriundos dos sistemas de tratamento de esgotos (BILA & DEZOTTI, 2003; SOUZA et al., 2020; SOUZA et al., 2021).

Nesse sentido, os fármacos tornaram-se objeto de atenção em razão da sua larga escala de utilização, muitos deles sem controle via receituário, além de serem considerados contaminantes emergentes (SOUZA et al., 2020). Os fármacos consumidos pelo seres humanos e outros animais, chegam ao sistema aquático de forma inalterada ou como metabólitos, parcialmente metabolizadas, em ambas as situações, eliminados por intermédio da excreção, alcançando assim, o meio ambiente (BILA & DEZOTTI, 2003).

Não obstante, a legislação ambiental vigente ainda não estabeleceu padrões e limites para o aporte dessas substâncias nos corpos hídricos, portanto, os sistemas de tratamento dimensionados e operados não preveem o remoção de tais compostos, o que acarreta a presença de fármacos em mananciais superficiais, fator preocupante no que diz respeito à distribuição de água potável, em diversos locais do mundo (BILA & DEZOTTI, 2003; SOUZA et al., 2020; SOUZA et al., 2021).

Em meio a grande variedades de medicamentos e suas respectivas atividades metabólicas, pode-se enumerar os analgésicos, anti-inflamatórios, antibióticos e os hormônios, Souza et al. (2020) segmenta a ocorrência de diversas classes de fármacos em vários estados brasileiros, tanto em mananciais como nos efluentes tratados das estações, a partir de os testes de toxicidade aquática, genotoxicidade e citotoxicidade.

Dentre os efeitos adversos dos fármacos na saúde e bem-estar de seres humanos a animais, Bila & Dezzoti (2007) reportam a capacidade de atuarem como desreguladores endócrinos, que abrangem uma considerável faixa de hormônios

sintéticos e naturais, que podem interferir na reprodução de diversas espécies de animais e na alteração no sistema imunológico, dentre outros. Além disso, há ainda a eventual resistência antimicrobiana (antibiótica), cujas bactérias se apresentam resistentes frente ao uso de antibióticos (BILA & DEZZOTI, 2007; SOUZA et al., 2020).

Cabe acrescentar, que o interesse indelével sobre o estudo dos compostos fármacos que alcançam o meio ambiente, também perpassa pela compreensão sobre o comportamento dos usuários sobre armazenamento, consumo e o modo de descarte dos medicamentos, por intermédio de pesquisas que identificam e mapeiam essas condutas por parte das populações (SCHENKEL et al., 2005; MASTROIANNI et al., 2011; QUADRA et al., 2019).

Desta maneira, a partir da presença de fármacos nos esgotos tratados, a Ecotoxicologia emerge sublimando não apenas a sua utilidade na prática laboratorial, mas ganhando uma funcionalidade na detecção e quantificação dos compostos emergentes que são constantemente lançados nos cursos d'água e em concentrações muito baixas (SALOMÃO et al., 2020; SOUZA et al., 2020), mas que mesmo assim podem ser identificadas como relevantes a partir de métodos mais eficazes, devidamente adequados e interpretados.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Avaliação e estudo das ETE Particulares

A presente pesquisa possui um caráter exploratório, no que tange a verificação dos resultados físico-químicos de um conjunto de oito (08) sistemas particulares operantes durante o período entre os meses de março de 2019 e maio de 2021 (totalizando 27 meses), cujos parâmetros, frequências e quantidades das amostras consideradas, encontram-se dispostos na Tabela 7. Ao mesmo tempo, o trabalho se objetiva a caracterizar tais sistemas, descrevendo-os quanto aos respectivos projetos, manutenção e funcionamento.

Tabela 7: Parâmetros, frequências e quantidade de amostras consideradas

ETE	Parâmetros e Frequência			Quantidade de Amostras
	DBO	Fósforo Total	Nitrogênio Total	
Estação A	Mensal	Mensal	Quinzenal	81
Estação B	Mensal	Mensal	Quinzenal	63
Estação C	Mensal	Mensal	Quinzenal	81
Estação D	Mensal	Mensal	Quinzenal	81
Estação E	Mensal	Mensal	Quinzenal	81
Estação F	Mensal	Mensal	Mensal	54
Estação G	Mensal	Mensal	Quinzenal	75
Estação H	Mensal	Mensal	Mensal	32
Total de Amostras:				548

Fonte: O Autor, 2023.

As oito estações objeto de análise para inclusão no atual estudo foram selecionadas a fim de que houvesse uma distribuição espacial homogênea nos bairros que compõem a RA da Barra da Tijuca, além daquelas em que houvesse contribuição mais significativa ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá e às praias que abrangem a orla compreendida entre o bairro do Joá até o de Grumari.

Assim sendo, foram avaliadas oito ETE de variadas tipologias, que se encontravam em condições operacionais consideradas de conformidade pelo autor, como o histórico satisfatório dos resultados das análises físico-químicas disponíveis, o acompanhamento diário por parte dos operadores previamente treinados pela consultoria técnica, onde as rotinas operacionais e as atividades cotidianas da

aferição da vazão de entrada, da temperatura e do pH de entrada e saída, eram efetivadas, bem como a existência das respectivas licenças ambientais emitidas pelo órgão licenciador competente.

Desta forma, as estações foram identificadas por letras (A - H), sendo os endereços omitidos em atendimento as condições de confidencialidade e sigilo pré-estabelecidas junto aos empreendimentos em questão via contrato de prestação de serviço.

Torna-se importante salientar, que as estações E e F foram incluídas neste trabalho haja vista a relevância da amplitude dos dados disponíveis, bem como o fato de se situarem adjacentes à Lagoa de Jacarepaguá. Ainda que as duas ETEs não pertençam estejam a RA da Barra da Tijuca, levou-se em conta suas contribuições à bacia de drenagem tributária ao Complexo Lagunar em estudo.

As amostras foram coletadas e preservadas pela empresa contratada pelo serviço de supervisão de operação e manutenção e analisadas por laboratório devidamente credenciado pela INEA (parâmetros  $DBO_5$ , Nitrogênio Total, Fósforo Total), seguindo as normas padronizadas da *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2018) e a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

As características dos sistemas foram tabeladas utilizando planilhas em Microsoft Office Excel®, contemplando informações relevantes, como a legenda informativa constante da nomenclaturada adotada, logradouro aproximado, bairro, tipologia, população teórica atendida, vazão (Q) média de projeto, vazão (Q) real média aferida, carga orgânica de projeto e carga orgânica média aferida ao longo do período selecionado, a (Tabela 8).

Visando a otimização e uma maior confiabilidade dos dados aferidos, contornando eventuais erros materiais relacionados à medição da vazão média mensal, que é diariamente aferida pelos profissionais de cada condomínio treinados pela consultoria, optou-se por desconsiderar dentro do espaço amostral, as leituras das vazões consideradas muito elevadas ou muito reduzidas do período.

As leituras de vazão realizadas são executadas por meio de régua graduada de metal ou madeira, trocadas conforme a necessidade, no ponto de passagem do líquido no Vertedor Thompson ou no ponto indicado após estrangulamento da Calha Parshall na entrada do esgoto. Os valores são então anotados diariamente em planilha, onde ao término de cada mês é obtida a média mensal.



Tabela 8: Informações relevantes dos sistemas de tratamento avaliados no trabalho

Nomenclatura	Logradouro	Bairro	Tipo de sistema	População teórica atendida (habitantes)	Q média Projeto (m³/dia)	Q real média Aferida (m³/dia)	Carga Orgânica Projeto (Kg DBO/dia)	Carga Orgânica média Aferida (Kg DBO/dia)
Estação A	Estrada dos Bandeirantes	Vargem Grande	UASB + Reator Sequencial por Batelada	205	49,20	46,93	12,30	8,25
Estação B	Rua Aldemir Martins	Recreio dos Bandeirantes	Reator Sequencial por Batelada	1404	259,20	89,10	75,82	23,85
Estação C	Avenida Di Cavalcanti	Barra da Tijuca	Reator Sequencial por Batelada	1650	424,80	224,22	89,10	47,95
Estação D	Rua Horus Vital Brazil	Barra da Tijuca	Reator Sequencial por Batelada	1430	343,20	224,63	85,80	60,80
Estação E	Rua Franz Weissman	Jacarepaguá	Reator Sequencial por Batelada	4708	941,60	594,19	254,23	124,59
Estação F	Avenida Vice-Presidente José Alencar	Jacarepaguá	Reator Sequencial por Batelada	2800	560,00	222,83	151,20	49,19
Estação G	Rua Sílvia Pozzano	Recreio dos Bandeirantes	Lodos Ativados por Aeração Prolongada + remoção de nutrientes	2005	400,89	164,43	108,27	35,04
Estação H	Estrada Benvindo de Moraes	Recreio dos Bandeirantes	Lodos Ativados por Aeração Prolongada + remoção de nutrientes	1476	295,20	80,55	79,70	17,94

Fonte: O Autor, 2022.

As eficiências dos sistemas listados foram avaliadas segundo o preconizado nas normas e diretrizes aplicadas no estado do Rio de Janeiro, em vigor no período do monitoramento, ou seja, a DZ-215.R-4 e a NT-202.R-10.

Cabe ressaltar, que apenas duas estações incluídas no trabalho possuem tratamento de esgoto em nível terciário, com remoção de nutrientes, para o Fósforo Total ( $P_{tot}$ ) e o Nitrogênio Total ( $N_{tot}$ ). As demais cinco estações são sistemas de tratamento em nível secundário onde o órgão licenciador não exigia a remoção de nutrientes e seus respectivos limites de atendimento à época de suas aprovações, apesar do preconizado na legislação estadual então vigente, a NT202.R10. No entanto, estas estações possuem o monitoramento dos valores de  $P_{tot}$  e  $N_{tot}$ .

Todas as estações possuem acompanhamento diário realizado pelo próprio condomínio, por intermédio do profissional previamente treinado pela empresa responsável técnica no que diz respeito à execução das tarefas diárias inerentes a operação dos sistemas, tais como: a) a realização da limpeza da grade retentora do canal de entrada no mínimo duas vezes ao dia (ou conforme a necessidade averiguada), b) execução das leituras diárias de vazão de entrada em horários

alternados, de temperatura e pH de entrada e saída, bem como as manobras operacionais específicas pertinentes aos distintos sistemas de tratamento em questão.

### **3.1.1. Descrição das Estações Avaliadas**

**Estação A:** ETE considerada híbrida, isto é, o projeto proposto previu a configuração conjunta de um UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) (também conhecido como Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente - RAFA), acrescido da tecnologia do Reator Sequencial por Bateladas (RSB). Antes de chegar ao UASB, o esgoto bruto era precedido da etapa preliminar, composta de gradeamento, medidor de vazão e caixa de areia. O tratamento era iniciado no UASB e complementado pelo Reator Sequencial em Bateladas (RSB). O UASB era responsável pela retenção e digestão dos sólidos advindos do efluente bruto, reduzindo em aproximadamente 45% a 50% a carga orgânica do afluente (CHERNICHARO, 2007). A carga orgânica remanescente era então tratada pelo RSB, a partir da adição de ar por intermédio de um aerador de superfície, consistindo na operação cíclica do processo de lodos ativados, combinando equalização (enchimento), aeração e sedimentação em um único tanque com aeração de superfície, alimentação contínua e descartes intermitentes, tudo controlado por um Controlador Lógico Programável (CLP). Neste contexto, como aspectos positivos pode-se elencar o elevado nível de automação do processo, as instalações mais compactas e a elevada taxa de redução de poluentes, incluindo nitrificação total e desnitrificação parcial. Cabe citar que o excesso de lodo gerado no RBS era encaminhado para o UASB, minimizando assim, os custos e a frequência das remoções do excesso de lodo adensado.

**Estações B, C, D, E e F:** ETE concebidas unicamente com a tecnologia do Reator Sequencial em Bateladas (RSB). Todas as estações possuíam a etapa preliminar, com gradeamento, medidor de vazão e caixa de areia. O tratamento secundário era realizado pelo RBS, conforme descrito anteriormente, no entanto, em quatro (4) ciclos operacionais diários de seis horas cada, incluindo: quatro horas (4h) de aeração, com a adição de ar por intermédio de um aerador de superfície, quarenta e cinco minutos de sedimentação (45min.) e uma hora e quinze minutos de descarte do efluente tratado (1h15min.). A utilização de um digestor aeróbio de lodo possibilitou eliminar a ocorrência de odores desagradáveis através do emprego de um segundo aerador de

superfície, objetivando a possibilidade de redução do volume de lodo e a consequente economia e autonomia nos custos relacionados ao transporte do excesso de lodo.

**Estação G:** ETE com tecnologia de Lodos Ativados por Aeração Prolongada com remoção físico-química do Fósforo (P), a partir de adição de coagulante e Nitrogênio (N), precedido da etapa preliminar composta por gradeamento, medidor de vazão e caixa de areia. A montante do sistema contínuo do tipo Lodos Ativados por Aeração Prolongada, o início do tratamento é realizado no Tanque Anóxico, onde ocorre a redução de compostos nitrogenados à compostos mais simples, como o nitrogênio gasoso. A perfeita homogeneização da mistura livre de decantação de partículas sólidas é garantida por um misturador submerso rápido. No âmbito da etapa anóxica, ainda transcorre o processo de desnitrificação dos compostos nitrogenados, que já passaram pelo processo de nitrificação em condições aeróbicas, ou seja, por intermédio da recirculação do lodo ativo.

**Estação H:** ETE com tecnologia de tratamento tipo Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) em um primeiro estágio, estando associado ao processo de Lodos Ativados Convencional com remoção de Nutrientes (N e P) no segundo estágio e presença de Tanque Anóxico com misturador de fundo. A ETE é precedida pela etapa preliminar, composta de gradeamento e caixa de areia. No tratamento primário o RAC foi responsável pela retenção e digestão dos sólidos suspensos, sendo capaz de reduzir em aproximadamente 50% a carga orgânica do afluente. Após isto, o efluente passou pelo Tanque Anóxico, que recebia o efluente proveniente do RAC e parte do efluente do Tanque de Aeração que era recirculado em vazão previamente estabelecida. Isso ocorria para que o nitrogênio convertido em nitrato no processo de digestão aeróbica pudesse ser convertido em gás nitrogênio, atóxico e não poluente, reduzindo sensivelmente a carga poluidora de nutrientes do efluente. O efluente era então direcionado para o sistema de Lodos Ativados Convencional (tanque de aeração + decantador secundário), sendo submetido à aeração artificial no tanque de aeração (Ar Difuso, por meio da malha de difusores de bolha fina no fundo do tanque). Nessa etapa, o processo consiste na agitação de uma mistura de águas residuárias com um certo volume de lodo biologicamente ativo, mantido em suspensão na presença de uma quantidade adequada de oxigênio, durante o tempo necessário para elaborar e flocular uma grande parte de substâncias coloidais. Na sequência, ocorria a decantação no decantador secundário, onde a fase sólida (lodo) era separada da

fase líquida (efluente tratado). Entre o tanque de aeração e decantador secundário era realizada a adição dos coagulantes (solução de sulfato de alumínio ou cloreto férrico) por intermédio de uma bomba dosadora, objetivando a remoção do fósforo presente em esgotos domésticos por meio de processo físico-químico. Assim sendo, o efluente do decantador secundário, com características físico-químicas compatíveis aos limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente, era então direcionado ao sistema público de águas pluviais, sendo conduzido ao corpo receptor mais próximo. O excesso era encaminhado ao RAC no primeiro estágio de tratamento, possibilitando a redução do volume de lodo e minimizando custos com transporte para as ETE públicas que possuem dispositivos de secagem de lodo.

### **3.2. Realização de Pesquisa sobre a percepção do Saneamento Básico na Região Administrativa da Barra da Tijuca**

O estudo transversal sobre a percepção das condições sanitárias por parte da população da Região Administrativa (RA) da Barra da Tijuca foi realizado no período entre abril de 2020 e outubro de 2021, com foco na população com acesso à internet, maiores de 18 anos e residentes dos oito bairros dessa RA. O levantamento e a coleta de dados foram realizados por meio de questionários *on-line*, via *Google Forms*, resultando em 211 formulários válidos respondidos em um período de um ano e seis meses.

Todos os participantes da pesquisa foram instruídos previamente de que sua participação era voluntária, além de declarar aceite ao Termo de Consentimento e Esclarecido, deixando claro o entendimento de sua concordância em participar. O questionário foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Processo nº 4.717.220 de 2021, atendendo aos preceitos éticos da pesquisa científica.

A amostragem foi baseada no Método *Snowball* (DÖRNYEI & TAGUCHI, 2009) no qual os participantes receberam um questionário e foram também incentivados a divulgá-lo após o preenchimento. Este método permitiu obter um maior número de participantes e uma maior diversidade e representatividade dos respondentes (QUADRA et al., 2019).

O tamanho mínimo da amostra foi calculado de acordo com a metodologia adotada por Quadra et al. (2019), utilizando uma ferramenta *on-line* (SURVEY

MONKEY, 2020). O nível de confiança adotado foi de 90% e margem de erro aceitável de 6%.

O questionário (Apêndice 1) foi composto por questões fechadas sobre: a) perfil socioeconômico (bairro, idade, gênero, escolaridade, estado civil, renda familiar, número de habitantes na mesma casa, tipo de residência); b) condições sanitárias e percepções sobre saneamento básico (opinião sobre as condições de saneamento, investimento em saneamento, tipo de tratamento e destinação de esgoto, frequência de manutenção em relação às estações privadas de tratamento de esgoto, destino de esgoto); c) descarte de medicamentos (quais são utilizados, estoque de medicamentos em casa, formas de descarte, motivo do descarte, consciência dos danos do descarte) e d) uma pergunta final sobre a percepção do dano ou efeito ambiental causado pelo descarte incorreto dos medicamentos.

Os dados codificados obtidos nos questionários foram transcritos para tabelas no Microsoft Office Excel®. Os dados foram organizados, compilados e analisados, sendo os resultados calculados em números absolutos e percentuais e apresentados em tabelas e gráficos. As análises estatísticas foram realizadas por meio de rotinas disponíveis no Microsoft Office Excel® 365 e GraphPad Prism (versão 5.02 para Windows, San Diego, EUA).

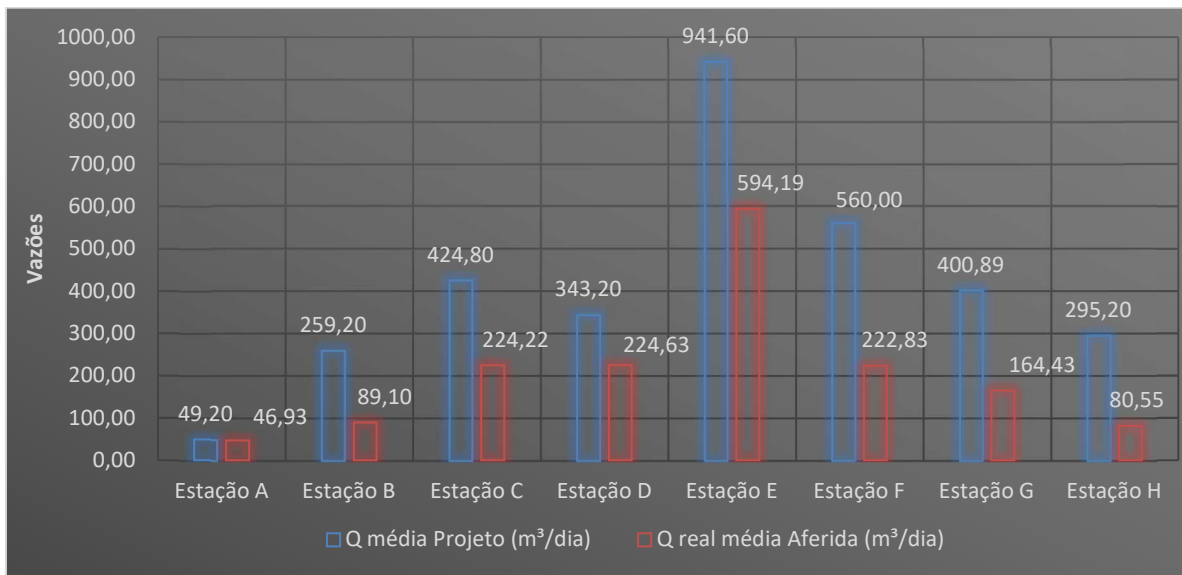
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No tocante aos valores das vazões apresentadas, a Figura 5 apresenta uma comparação da diferença entre as vazões médias diárias reais aferidas e as vazões médias de dimensionamento dos projetos, destacando-se a diferenciação sempre para menor dos valores reais em comparação aos valores estabelecidos em projeto.

Foram descartados os maiores e menores valores assinalados, buscando-se uma maior fidelidade quanto aos valores então registrados. Os dados das estações de A a G foram obtidos de março de 2019 até maio de 2021. A estação H iniciou seu funcionamento em dezembro de 2019.

Com uma população contribuinte menor, logo, com menor vazão afluente, a Estação A apresentou a menor diferença entre os valores real e o teórico (de projeto), contudo, as Estações E e F – que atendem a maiores populações - revelaram um comportamento contrário, e, portanto, as diferenças mais expressivas entre a vazão real média aferida e a teórica.

Figura 5: Diferença entre as vazões médias de projeto x vazões aferidas nas 8 ETE particulares avaliadas



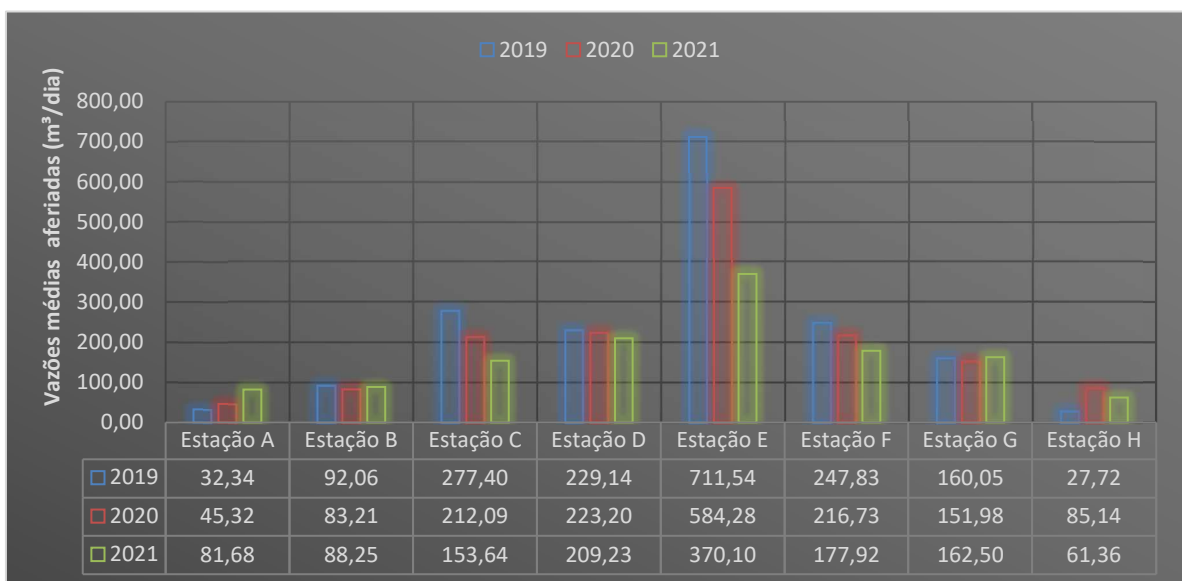
Fonte: O Autor.

A Figura 6 ilustra as diferenças de vazões reais médias aferidas para cada estação dentro dos anos estudados. As Estações C, E e F apresentaram decréscimo das vazões, podendo ser assim inferido que com o passar dos anos houve redução da população contribuinte e/ou a execução de ações de sensibilização e/ou

racionalização quanto ao uso da água, como a adoção de dispositivos que otimizem o consumo de menos água e até mesmo reuso interno nos condomínios.

As Estações B, D e G mantiveram suas vazões estabilizadas. Todavia, a Estação A foi única que demonstrou crescimento da vazão afluyente. A Estação H aponta para consolidação futura de sua vazão, haja vista a ocupação inicial de seus habitantes, logo, poucas unidades ocupadas e sujeitas às atividades de reforma e ajustes que demandam uso de água pontualmente em maior volume.

Figura 6: Vazões médias aferidas ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ) anuais nas 8 ETE particulares avaliadas

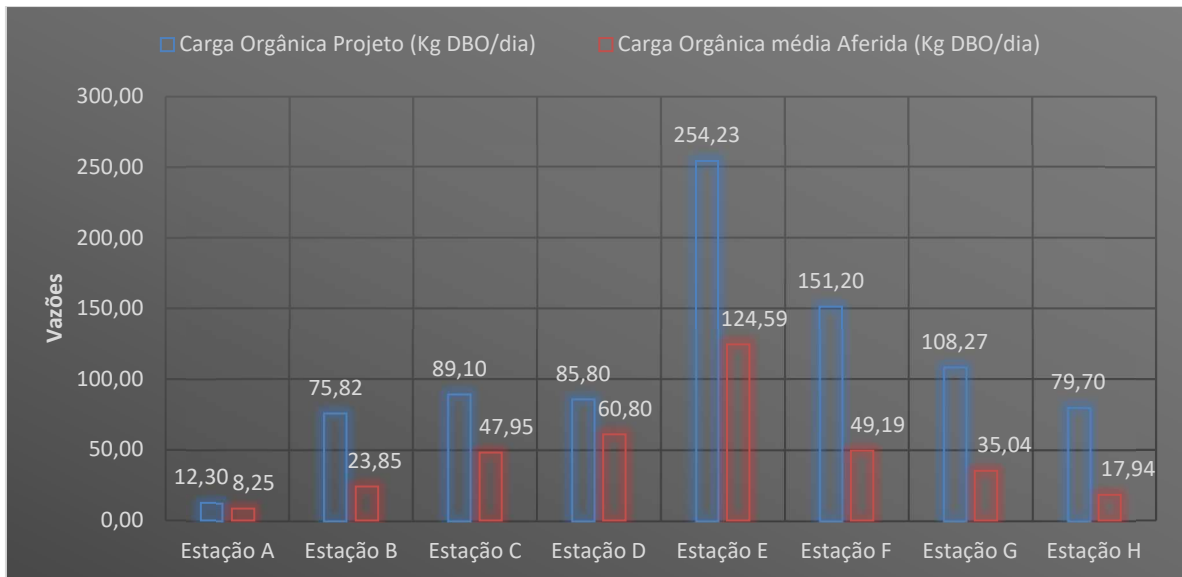


Fonte: O Autor.

No que diz respeito aos valores de carga orgânica aferida em comparação com os valores de carga orgânica de projeto, os resultados apresentados na Figura 7 revelam uma tendência similar aos resultados de vazão, com os valores reais aferidos sendo inferiores àqueles utilizados para o dimensionamento dos projetos.

O cenário em questão geralmente é observado na avaliação de dados aferidos de estações, indicam um eventual superdimensionamento dos valores referenciais das normas e diretrizes para projetos de sistemas de tratamento ou ainda a adoção de valores mais conservadores quando da concepção do projeto, considerando por exemplo uma projeção futura de maior ocupação dos apartamentos.

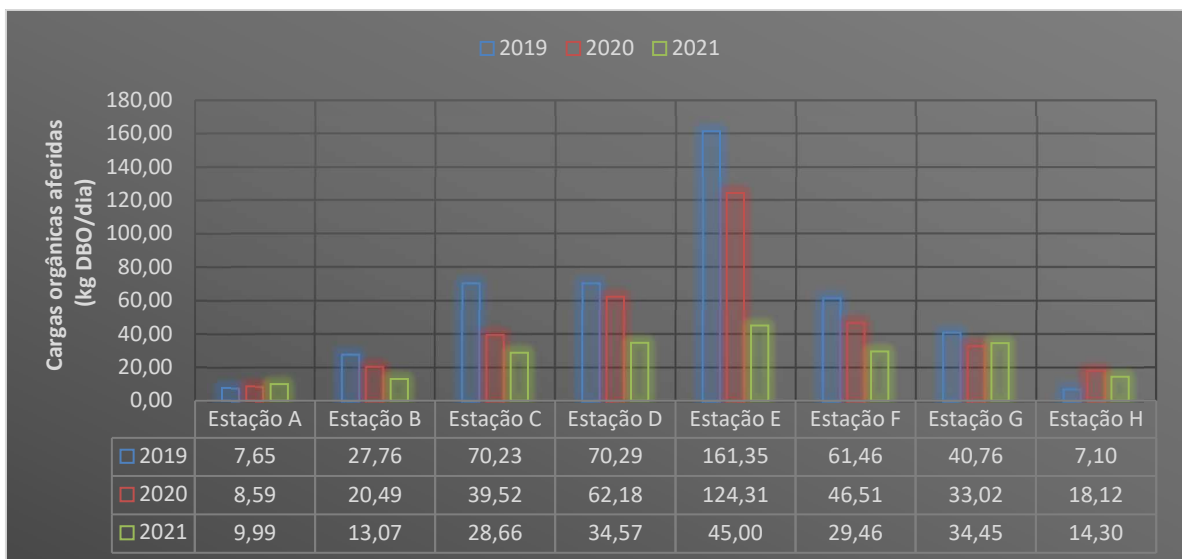
Figura 7: Diferença entre carga orgânica de projeto x aferida nas 8 ETE particulares avaliadas



Fonte: O Autor.

Na Figura 8, evidencia-se a diferença das cargas orgânicas de projeto e as aferidas para os anos analisados como demonstrado pelas Estações B a F, de forma análoga ao ocorrido em relação às variações de vazão (Figura 6). Ainda que menos expressiva, isso também ocorre com os dados da Estação A, em contraste com a tendência de crescimento observada em relação às vazões.

Figura 8: Cargas orgânicas aferidas (kg DBO/dia) anuais nas 8 ETE particulares avaliadas



Fonte: O Autor.



## **4.1. Eficiência de tratamento das ETE particulares selecionadas**

### **4.1.1. Carga orgânica**

A carga orgânica bruta está intimamente relacionada ao consumo do oxigênio necessário para degradar a fração biodegradável de matéria orgânica presente nos esgotos. Assim, a DBO retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar a matéria orgânica carbonácea (VON SPERLING, 1996; LA ROVERE et al., 2002).

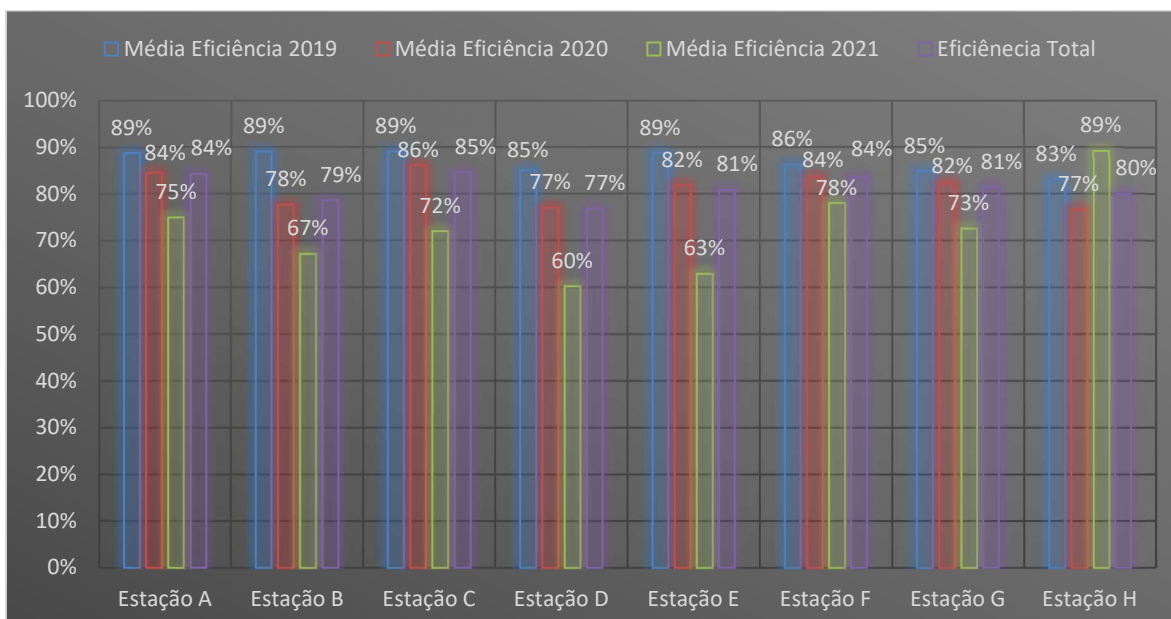
Desta forma, a aferição de DBO nos afluentes e efluentes mostra-se um relevante indicador de eficiência das ETEs, sendo um parâmetro bastante observado no controle e no monitoramento (JORDÃO & PESSÔA, 2005), seja nos processos de tratamento aeróbicos, quanto nos anaeróbios.

O principal efeito da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido por parte dos microrganismos degradadores da matéria orgânica disponível para consumo, por este motivo, além da eficiência, deve-se atentar para o limite das concentrações em mg O<sub>2</sub>/L de DBO, sendo este, um importante indicador, que deve ser observado nos laudos físico-químicos das ETEs (SANTOS & JORDÃO, 2021).

Na Figura 9, encontram-se os valores médios de eficiência de redução de DBO das ETE em cada ano do estudo e a média de todo período. No conjunto das estações avaliadas, observa-se que, a menor média é de 77% (Estação D) e a maior, 85% (Estação C), logo, dentro do apontado por Von Sperling (1996), onde o tratamento secundário alcança níveis de eficiência de remoção de DBO entre 60% e 99%. Notadamente, o ano de 2021 apresentou uma redução das eficiências de todas as ETE em relação ao ano de 2020.

Cabe mencionar, que nos sistemas de tratamento biológico, a degradação da matéria orgânica, culminando na eficiência e na efetividade do tratamento desejado, requer uma biota de microrganismos ativos em equilíbrio que possa formar flocos de qualidade e estabilizar a matéria orgânica (LA ROVERE et al., 2002).

Figura 9: Eficiência (%) de redução de DBO das ETE analisadas



Fonte: O Autor.

Seja de modo preventivo ou corretivo, a manutenção dos equipamentos das estações é essencial para o pleno funcionamento do sistema (LA ROVERE et al., 2002). A identificação de desgastes de componentes e sua célere substituição evita paralisações prolongadas e consequentes retomadas de tratamento, que comprometem a performance da estação, o que pode explicar as menores eficiências notadas com base nos resultados das análises físico-químicas que foram consideradas.

A operação diária da ETE deve seguir a orientação do responsável técnico, no intuito de garantir a execução dos procedimentos diários pré-estabelecidos, controlando e evitando desvios que comprometam o padrão de operação. Dentro desse bojo, La Rovere et al. (2002) destaca que o ideal é a implementação de um Programa de Gestão Ambiental da ETE, onde delimitação de responsabilidade, treinamento, conscientização e competência reduziriam não conformidades operacionais.

As estações do tipo Reator Sequencial em Bateladas (RSB) – Estação A a F – podem apresentar necessidade de manutenções mais frequentes dos aeradores de superfície (eixo vertical). A fim de evitar a interrupção de funcionamento, recomenda-se a aquisição de motor, eixo e propulsor reservas para casos de eventualidade.

Todavia, a compra destes equipamentos, deve ser aprovada pelo empreendimento, que pode possuir outras prioridades para uso de seus recursos financeiros. Assim, a continuidade do tratamento pode ser prejudicada por conta do maior tempo necessário para se providenciar o reparo dos equipamentos existentes, considerando a necessidade de desinstalação, conserto e reinstalação dos itens em questão.

Por meio da Norma Operacional Padrão 45 – NOP-INEA-45 (INEA, 2021), o estado do Rio de Janeiro estabelece o limite de lançamento do efluente em termos de concentração final de DBO (mg/L), de acordo com a carga orgânica afluyente, (Tabela 9). Os limites então estabelecidos se mostram mais restritivos do que aqueles dispostos na Resolução CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011), que adota como valor máximo de 120 mg/L de DBO para os lançamentos dos efluentes provenientes dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Tabela 9: Valores máximos permitidos (VMP) de DBO no efluente final das ETE de acordo com a NOP-INEA-45 e CONAMA nº 430

Carga Orgânica Bruta Total (C) Kg DBO/dia	Concentração Máxima de DBO (mg O <sub>2</sub> /L) – NOP-INEA-45	Concentração Máxima de DBO (mg O <sub>2</sub> /L) – CONAMA nº 430
$C \leq 20$	120	120
$20 < C \leq 60$	90	120
$60 < C \leq 80$	60	120
$C > 80$	40	120

Fonte: Adaptado de NOP-INEA-45 e CONAMA nº 430/2011, 2021.

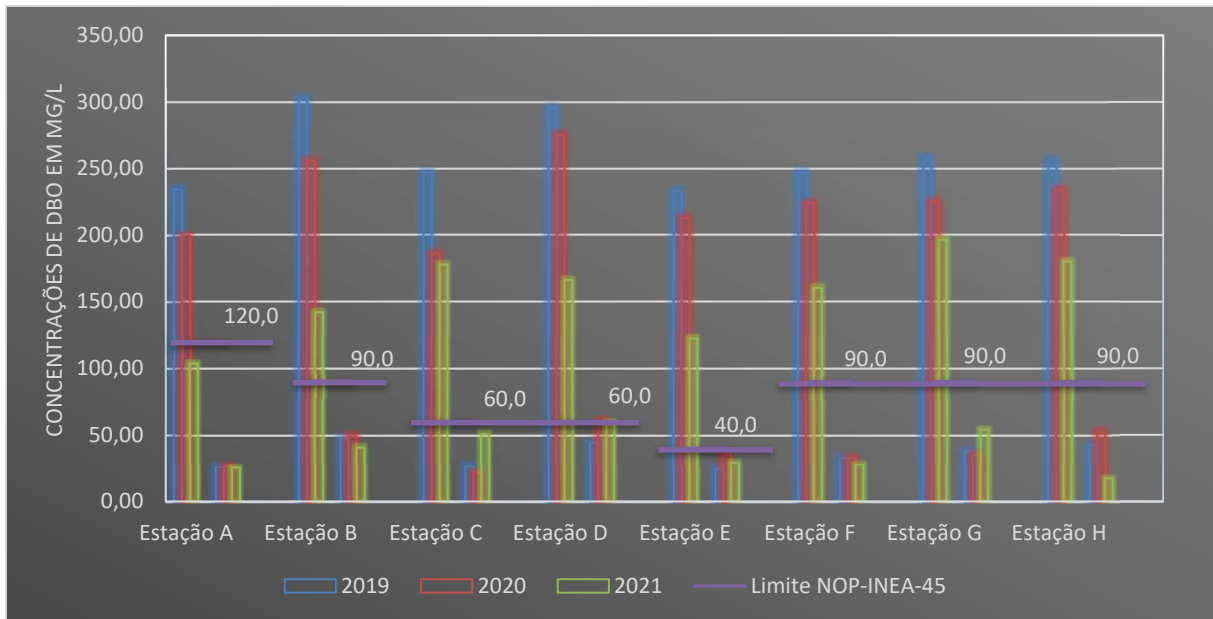
Desta forma, as médias dos valores da concentração de DBO no efluente bruto e tratado em mg/L, para cada ano e sistema averiguado, juntamente dos respectivos valores máximos permitidos (VMP) para o efluente tratado, previstos na NOP-INEA-45 (INEA, 2021) e definidos com base na carga orgânica bruta aferida, estão apresentados na Figura 10.

Registrou-se para a Estação D, a média obtida de 60,22 mg/L no ano de 2020 que foi ligeiramente superior ao limite de 60 mg/L, considerando-se a NOP-INEA-03<sup>3</sup>,

<sup>3</sup> A Norma Operacional Padrão 03 (NOP-INEA-03) estabelece critérios técnicos de avaliação para credenciamento de laboratórios e aceita um erro relativo para ensaios físico-químicos da ordem de 20% (vinte por cento).

considera-se o atendimento da NOP-INEA-45. Em relação as demais estações, aquelas apresentaram médias anuais que atendem aos limites preconizados na legislação supracitada.

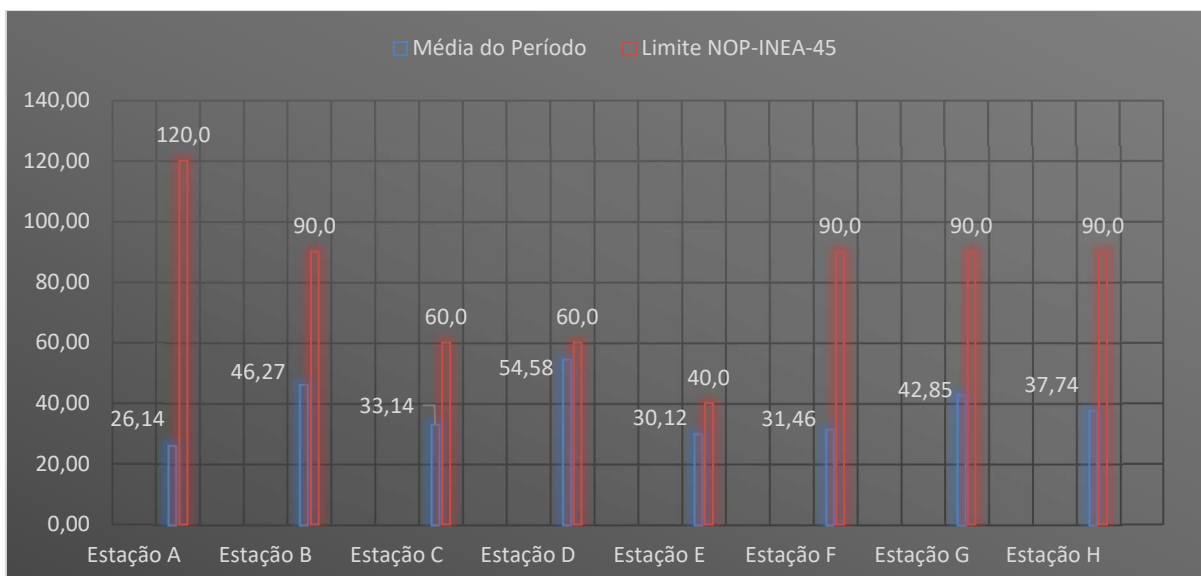
Figura 10: Concentrações de DBO em mg/L no afluente e efluente tratado das 8 ETEs estudadas em relação ao limite da legislação vigente (NOP INEA 45)



Fonte: O Autor.

Apesar de haver registro de valores que excederam os limites normativos, de acordo com a carga orgânica afluente, que ocorreram devido a interrupção temporária no funcionamento dos sistemas para manutenção, todas as estações apresentaram suas médias do período dentro dos limites da NOP-INEA-45 (INEA, 2021), como exposto na Figura 11.

Figura 11: Concentrações Médias de DBO nas Estações avaliadas e os respectivos limites de lançamento de acordo com a NOP-INEA-45



Fonte: O Autor.

Não obstante, em termos de aporte da carga orgânica média oriunda das estações estudadas nesta pesquisa, obtêm-se os dados da Tabela 10, relacionando os valores das vazões médias registradas as concentrações médias de DBO no efluente tratado e a carga orgânica média lançada diária e mensalmente nos respectivos corpos receptores, por Estação avaliada.

Tabela 10: Vazões, concentrações e Cargas orgânicas médias lançadas nos corpos receptores pelas estações avaliadas

	Vazão média Aferida (m <sup>3</sup> /dia)	Concentração média de DBO (mg/L) no efluente tratado	Carga orgânica média lançada no corpo receptor (kg DBO/dia)	Carga orgânica média lançada em 30 dias (kg DBO/mês)
Estação A	46,93	26,14	1,23	36,80
Estação B	89,10	46,27	4,12	123,68
Estação C	224,62	33,10	7,43	222,92
Estação D	224,63	54,58	12,26	367,82
Estação E	594,19	30,12	17,90	536,91
Estação F	222,83	31,42	7,01	210,30
Estação G	156,83	42,85	6,72	201,60
Estação H	68,78	37,74	2,60	77,88
Total:	1627,50	302,30	59,26	1777,91

Fonte: O Autor.

Mediante ao expressado acima, constata-se uma estimativa de uma média mensal total de 1777,90 kg de DBO oriundo do conjunto de ETE em questão, inseridas na região contribuinte ao mar e ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá, ainda que os limites máximos permitidos de lançamento das concentrações de DBO, estejam em atendimento à legislação ora vigente, como já evidenciado na Figura 11.

Desta forma, buscando uma maior compreensão do aporte da carga orgânica diária média de 59,26 kg de DBO gerada pelas estações estudadas, a Tabela 11 tomou como exemplo a Lagoa de Jacarepaguá e o seu volume, onde o grau de comprometimento de suas águas, mediante a quantidade máxima de oxigênio que poderia ser dissolvido (saturação de 8,5 mg OD/L), revelaria a necessidade de cerca de 7 milhões de litros de água limpa por dia (6.973.000,00 litros) para degradação da referida carga orgânica.

Tabela 11: Grau de comprometimento das águas da lagoa de Jacarepaguá (LJPA) com o aporte de carga orgânica diária média lançada pelas 8 estações de tratamento de esgoto particulares avaliadas e qual volume da LJPA estaria comprometido com o processo de autodepuração da carga orgânica gerada pelas 8 estações de tratamento avaliadas

	Carga orgânica diária (kg DBO/dia)	Saturação OD em água* (mg/L)	Volume diário necessário segundo a DBO (m <sup>3</sup> /dia)	Qual volume diário da LJPA# seria necessário?	Qual volume mensal da LJPA# seria necessário?
Estação A	1,23	8,5	144,7	0,001%	0,04%
Estação B	4,12	8,5	484,7	0,004%	0,12%
Estação C	7,43	8,5	874,1	0,007%	0,21%
Estação D	12,26	8,5	1442,4	0,012%	0,35%
Estação E	17,9	8,5	2105,9	0,017%	0,51%
Estação F	7,01	8,5	824,7	0,007%	0,20%
Estação G	6,72	8,5	790,6	0,006%	0,19%
Estação H	2,6	8,5	305,9	0,002%	0,07%
<b>Total</b>	<b>59,27</b>	<b>8,5</b>	<b>6.973**</b>	<b>0,057%</b>	<b>1,70%</b>

\* Temperatura de referência 24°C em altitude igual a 0 m; #volume adotado para o cálculo igual a 12.276.000 m<sup>3</sup> (Rebello, 2016); \*\* volume equivalente a 6.973.000 litros por dia.

Neste sentido, cabe acrescentar que os bairros da Região Administrativa da Barra da Tijuca e adjacências possuem um montante significativo de empreendimentos similares aos ora avaliados, assim, entende-se que aqueles que

possuem estações de tratamento também contribuem do forma equivalente para o lançamento de carga orgânica nos corpos hídricos receptores.

O saneamento básico e mais especificamente, o esgotamento sanitário na cidade do Rio de Janeiro apresenta índices médios de coleta de esgoto de 58,63% e de tratamento de esgoto em 73,22% (SNIS, 2018). Trata-se de indicadores ainda distantes das metas do PLANSAB, mas ainda assim são bem melhores do que os específicos para determinadas regiões, como das Regiões Administrativas da Barra da Tijuca e Jacarepaguá, e outras onde há uma cobertura insuficiente de rede de esgoto e a população não é atendida de forma adequada.

Recentemente, encontram-se em andamento iniciativas voltadas para a melhoria e aumento da abrangência de atendimento da rede de esgotos como o Programa de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá – PSBJ, iniciado em 2001 (CEDAE, 2020). Em 2021, houve o leilão para concessão e exploração dos serviços de saneamento à iniciativa privada por 35 anos por uma nova concessionária (IGUÁ SANEAMENTO, 2022), com o objetivo de aumentar os investimentos na infraestrutura sanitária e implementar as imperativas melhorias do esgotamento sanitário da região.

#### **4.1.2. Nitrogênio**

As Estações A até F foram sistemas implementados entre os anos de 2010 e 2013, tendo sido dimensionadas e licenciadas junto ao órgão ambiental competente com o objetivo principal de reduzir a matéria orgânica afluyente, sem a previsão de remoção de nutrientes. Em contraponto, as Estações G e H são sistemas mais recentes, estando sujeitas a nova legislação a partir de 2016 na qual o órgão ambiental passou a exigir a previsão de remoção de nutrientes.

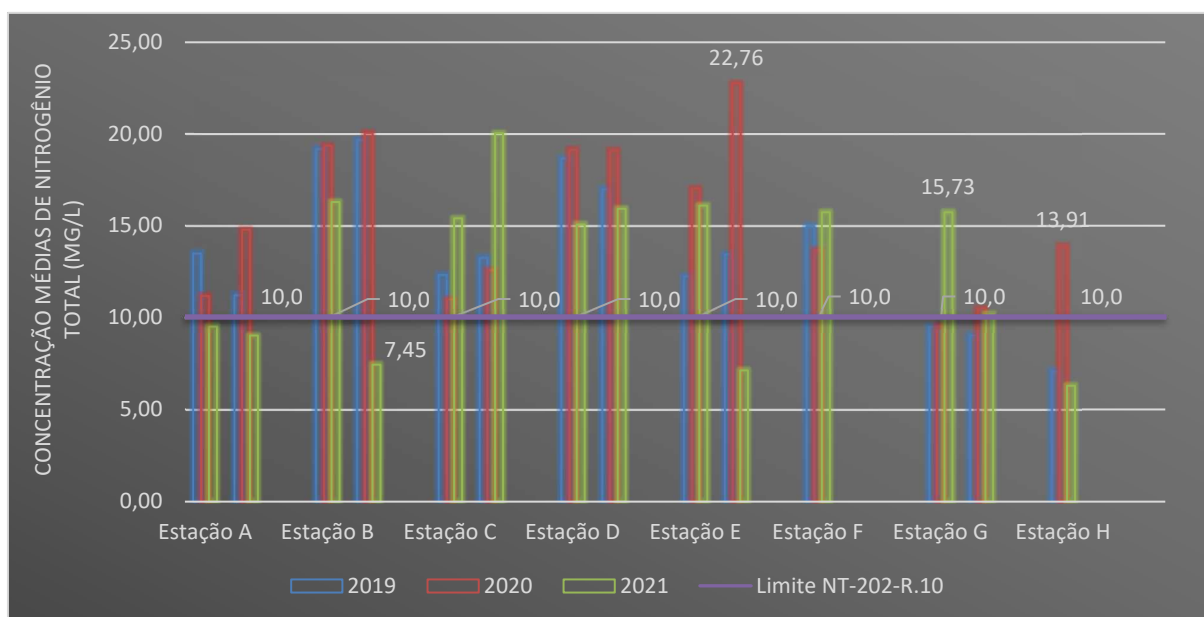
O monitoramento do parâmetro Nitrogênio Total foi realizado a partir da solicitação do órgão ambiental no entendimento do potencial eutrofizante desse nutriente para os corpos lânticos, neste contexto, o Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

A legislação então em vigor era a NT-202-R.10, exigindo-se o monitoramento do parâmetro Nitrogênio Total, sendo substituída em agosto de 2021 pela NOP-INEA-45, que passou a exigir e acompanhar o Nitrogênio Amoniacal Total (INEA, 2021).

A NOP-INEA-45 introduziu a modificação dos valores máximos permitidos de Nitrogênio Amoniacal Total, dependendo do ambiente no qual é recebido o efluente tratado. Para lançamento em ambientes lóticos, o limite é de 20,0 mg/L enquanto para ambientes lênticos o limite é mais restritivo, de 10,0 mg/L. No âmbito da CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011), o valor máximo permitido de Nitrogênio Amoniacal Total é 20 mg/L para quaisquer circunstâncias de lançamento.

Na Figura 12, são apresentadas as concentrações médias do parâmetro Nitrogênio Total de acordo com a NT-202-R.10, com limite de 10,0 mg/L para lançamentos em corpos d'água contribuintes de lagoas, para cada estação ao longo do período de estudo. Nas Estações A a E, o monitoramento foi realizado de forma quinzenal enquanto nas Estações F a H foi realizado mensalmente.

Figura 12: Concentração médias de Nitrogênio Total (mg/L) no afluente e efluente tratado no período avaliado para as 8 ETEs avaliadas, considerando o limite da NT 202 R10



Fonte: O Autor.

Assim sendo, verifica-se nas Estações A até F, que não possuem tecnologia para redução de Nitrogênio Total, uma variação de concentração média alternante entre 7,45 mg N/L (Estação B em 2021) e 22,76 mg N/L (Estação E em 2020), sendo ambos, sistemas do tipo Reator Sequencial por Batelada. Desta forma, podemos identificar que em apenas 12,1% das médias obtidas, os valores estiveram menores que o limite de 10 mg N/L estipulado na NT-202.R-10.



Nas estações que possuem tratamento para redução de nutrientes (Estações G e H), identificaram-se valores mais reduzidos de Nitrogênio Total no efluente, sendo os dois sistemas do tipo Lodos Ativados por Aeração Prolongada. Na Estação G, verificou-se pico da concentração média em 2021, com 15,73 mg N/l e na Estação H um registro/valor de 13,91 mg N/l. Todavia, em 77,7% das médias obtidas os valores se encontravam em acordo e atendimento ao limite de 10 mg N/L previsto na NT-202.R-10.

Segundo assinalado por Von Sperling (2002), nos esgotos brutos domésticos constata-se uma faixa de concentração de Nitrogênio Total entre 35-70 mg N/l, adotando-se o valor típico de 50 mg N/l. Assim, estimando-se a eficiência média de remoção de Nitrogênio Total para as estações analisadas neste estudo, constata-se uma variação entre 54% e 86% para as estações sem tecnologia de remoção de nutrientes e uma variação entre 69% e 87% para as estações que possuem tecnologia de tratamento para este tipo de remoção.

De acordo com Von Sperling (1996), os sistemas de Lodos Ativados e suas variantes possuem eficiência teórica entre 15% e 40% na remoção do Nitrogênio Total enquanto Jordão & Pessôa (2005) sustentam uma eficiência de cerca de 10 a 30% para remoção do Nitrogênio Total em tratamentos convencionais secundários. No tocante aos processos biológicos com nitrificação, há uma obtenção de eficiência de remoção entre 5% e 20%, ao passo que com a desnitrificação se alcance uma variação entre de 70% a 95%.

Na literatura, há um consenso da necessidade de adoção de uma etapa anóxica para a ocorrência da desnitrificação, objetivando a eficiência de remoção de Nitrogênio Total, além do estabelecimento de uma razão de 300% recirculação interna, ou seja, da zona aeróbia para a zona anóxica, além de uma razão de 100% da recirculação de lodo (VON SPERLING, 2002).

Cabe ressaltar, que o parâmetro Nitrogênio Amoniacal Total é o atualmente controlado e exigido, sendo compreendido pelo gás amônia dissolvida ( $\text{NH}_3$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) (PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021), que substituiu o parâmetro Nitrogênio Total, que abarca o somatório de nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato (VON SPERLING, 2002), monitorado na época do estudo.

No que tange ao aporte da carga de Nitrogênio Total média oriunda das estações estudadas nesta pesquisa, os dados da Tabela 12 relacionam os valores das vazões médias registradas, as concentrações médias de Nitrogênio Total efluente

atingidas e os valores das vazões médias registradas, além das cargas lançadas diária e mensalmente nos corpos receptores.

Tabela 12: Vazão, Concentração e Carga de Nitrogênio Total médio lançado nos corpos receptores pelas estações avaliadas

	Vazão média Aferida (m <sup>3</sup> /dia)	Concentração média de Nt (mg/L) no efluente tratado	Carga média lançada no corpo receptor (kg Nt/dia)	Carga média lançada em 30 dias (kg Nt/mês)
Estação A	46,93	26,14	0,54	16,28
Estação B	89,10	46,27	1,52	45,47
Estação C	224,62	33,10	3,17	95,08
Estação D	224,63	54,58	3,93	117,86
Estação E	594,19	30,12	8,80	264,0
Estação F	222,83	31,42	3,30	98,87
Estação G	156,83	42,85	1,69	50,58
Estação H	68,78	37,74	0,63	18,78
Total:	1627,50	302,30	23,56	706,92

Fonte: O Autor.

O relevante aporte da carga de Nitrogênio Total apresentado na tabela acima, com uma contribuição mensal de 706,91 kg/mês na rede pública de drenagem no entorno dos empreendimentos em questão, a partir de somente 8 ETEs, auxilia no entendimento do atual grau de deterioração ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, considerando que inúmeros outros empreendimentos similares – muitos sem qualquer tipo de tratamento – contribuem com seus esgotos aos corpos hídricos afluentes das lagoas, corroborando com o comprometimento da qualidade das águas e a degradação dos ecossistemas aquáticos do complexo lagunar.

Esse estado de desequilíbrio pode ser traduzido de diversas formas. Considerando o aporte de N proveniente somente das oito estações avaliadas nas lagoas do complexo lagunar, se consumido pela espécie de macrófita aquáticas mais abundante nas lagoas (*Eichhornia crassipes*), resultaria – onde a biomassa seca representa 6% do peso total da macrófita em seu ambiente natural, segundo Jacob (2023) - em uma produção diária de biomassa seca equivalente a 0,55 toneladas (9,18 toneladas de biomassa úmida, aproximadamente) e 16,5 toneladas por mês, equivalendo a 275,5 toneladas de biomassa úmida (Tabela 13).

Tabela 13: Estimativa de produção de biomassa seca de *Eichhornia crassipes* a partir do aporte diário e mensal de nitrogênio total oriundo do efluente das 8 estações de tratamento de esgoto particulares de condomínios da Região administrativa da Barra da Tijuca- RJ

	Carga diária de Nt (Kg Nt/dia)	Proporção de N por grama de biomassa seca (mg/g)*	Quilogramas de biomassa seca produzidos por dia (kg BS/dia)*	Quilogramas de biomassa seca produzidos por mês (kg BS/mês)*
Estação A	0,54	42,8	13,0	378,5
Estação B	1,52	42,8	36,0	1065,4
Estação C	3,17	42,8	74,0	2222,0
Estação D	3,93	42,8	92,0	2754,7
Estação E	8,8	42,8	206,0	6168,2
Estação F	3,3	42,8	77,0	2313,1
Estação G	1,69	42,8	39,0	1184,6
Estação H	0,63	42,8	15,0	441,6
<b>Total</b>	<b>23,58</b>	<b>42,8</b>	<b>551</b>	<b>16.528,0</b>

\* Metodologia proposta por SALOMÃO et al., 2012.

O impacto ambiental em corpos lânticos, seja pela ocupação irregular - incluindo a faixa marginal de proteção - seja pelo expressivo volume de esgoto tratado e/ou parcialmente tratado oriundo dos empreendimentos residências e comerciais da região, acarretam a floração das algas e cianobactérias que culminam na eutrofização (PROSAB, 2009; BARILE, 2018), destacando-se em especial nesse contexto, as lagoas da Tijuca, Camorim e a de Jacarepaguá (SOUZA & AZEVEDO, 2020).

#### 4.1.3. Fósforo Total

Em vista da alusão feita anteriormente, as Estações A até F eram sistemas mais antigos, sendo dimensionados e licenciados sem a previsão de remoção de nutrientes, enquanto as Estações G e H eram mais recentes, dotadas de tecnologia para a remoção de nutrientes. Assim como no monitoramento do Nitrogênio Total, o órgão ambiental responsável requisitou o acompanhamento do parâmetro Fósforo Total, face ao seu potencial eutrofizante.

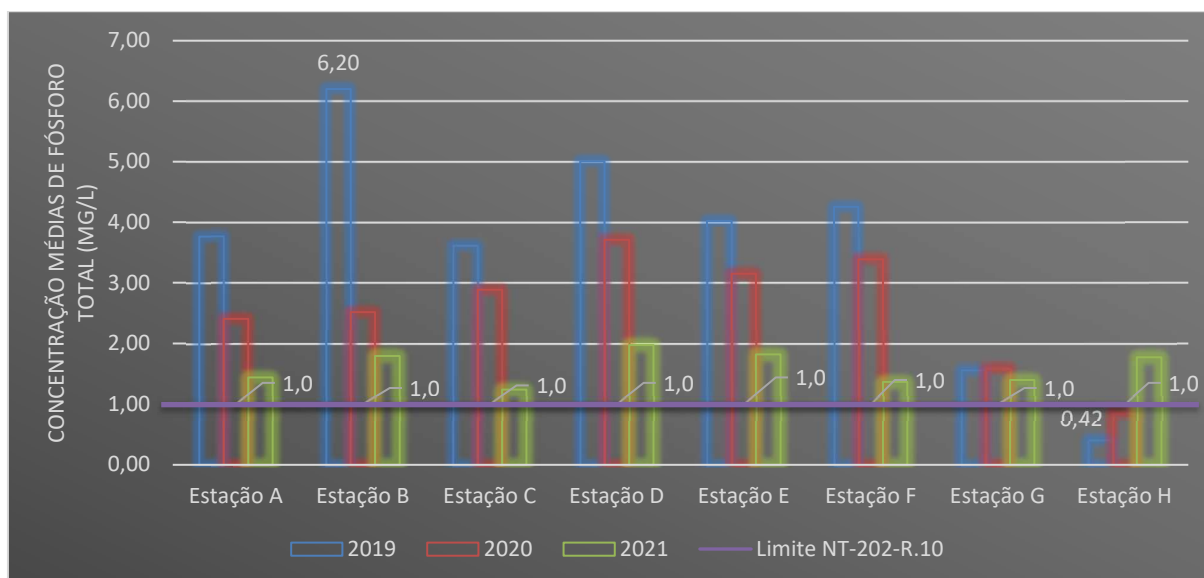
Preconizado na antiga NT-202-R.10, o limite de atendimento de 1,0 mg P/L de Fósforo Total para corpos d'água contribuintes de lagoas permaneceu inalterado

quando da atualização da legislação ambiental no estado do Rio de Janeiro, com o advento da NOP-INEA-45.

Cabe registrar que a Resolução CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011) não estabeleceu os valores máximos permitidos de lançamento para o parâmetro Fósforo Total, delegando aos demais órgãos ambientais competentes do SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente, a liberdade de definir os limites e padrões específicos no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público.

A Figura 13 apresenta as concentrações médias do parâmetro Fósforo Total, incluindo o limite de 1,0 mg P/L para lançamentos em corpos d'água contribuintes de lagoas, para cada estação ao longo do período de estudo. A frequência de monitoramento de todas as 8 estações é mensal.

Figura 13: Concentração médias de Fósforo Total (mg/L) no efluente tratado no período avaliado para as 8 ETEs avaliadas, considerando o limite da NOP-INEA-45



Fonte: O Autor.

Em face ao exposto, identifica-se que naquelas Estações que não possuem tecnologia para remoção de Fósforo Total (Estações A a F), há uma variação de concentração média entre 1,24 mg P/L (Estação C em 2021) e 6,20 mg P/L (Estação B em 2019), sendo ambos os sistemas do tipo Reator Sequencial por Batelada. Constata-se ainda, que todos os valores efluentes de concentração de fósforo encontram-se acima do limite estipulado na NT-202.R-10 e na NOP-INEA-45.

Em relação às estações G e H, do tipo Lodos Ativados por Aeração Prolongada e que possuem a previsão de tratamento para redução de nutrientes, foram constatados valores acima do limite para a Estação G, onde a maior média encontra-se no ano de 2020, com 1,59 mg P/L e a menor média no ano de 2021, com 1,36 mg P/L.

Na Estação H, a média de 1,77 mg P/L para o ano de 2021 encontrava-se acima do limite, porém, as médias dos anos de 2019 e 2020 - 0,42 mg P/L e 0,86 mg P/L, respectivamente – se situaram abaixo do limite. Na Estação H, em 66,6% das médias obtidas, os valores estão em atendimento ao limite de 1,0 mg P/L, definido na NT-202.R-10 e seguido na NOP-INEA-45.

Nas Estações G e H emprega-se o tratamento físico-químico para a redução do Fósforo Total, através da adição de um agente coagulante que propicia a aglutinação dos sais de fósforo junto ao lodo. Esta adição de coagulante é feita por meio de bomba dosadora na linha do tratamento: no caso da Estação G, entre a Câmara Anóxica e o Tanque de Aeração e no caso da Estação H, entre o Tanque de Aeração e o Decantador Secundário.

A remoção de fósforo depende de um controle operacional rígido, que garanta o adequado lançamento de solução coagulante, incluindo sua preparação, calibragem da bomba dosadora e sobretudo, continuidade de administração da solução, que depende da aquisição e estocagem do produto químico para que não haja descontinuidade de lançamento.

Desta forma, é importante um maior e constante controle junto aos condomínios/ETE que propicie ajustes operacionais visando a remoção de fósforo e o atendimento do limite legal.

Teoricamente, nos esgotos brutos domésticos considera-se uma faixa de concentração entre 5-25 mg P/L, adotando-se o valor típico de 14 mg P/L (VON SPERLING, 1996). Com base nesse valor, no que concerne a eficiência média de remoção de Fósforo Total para as estações avaliadas neste estudo, estimou-se uma variação entre 56% e 91% para as estações sem tecnologia de remoção de nutrientes (A a F) e uma variação entre 87% e 97% para as estações que possuem tecnologia de tratamento para este tipo de remoção (G e H).

Desta forma, de acordo com Von Sperling (1996), as variadas tecnologias de Lodos Ativados apresentam uma eficiência de remoção entre 30-45% para Fósforo

Total, enquanto o estudo detectou que mesmo as eficiências das estações sem tecnologia de remoção de nutrientes se mostraram superiores.

Assim como o nitrogênio, a importância do monitoramento e controle do fósforo no âmbito do tratamento de efluentes domésticos se deve sobretudo ao seu caráter de nutriente vital para o processo de eutrofização, que ocorre quando um aporte excessivo de nutrientes (nitrato e fosfato), aliado a outros fatores como os climáticos, proporciona a floração excessiva das espécies clorofiladas, como algas e cianobactérias, comprometendo as condições naturais dos ecossistemas aquáticos e a capacidade de autodepuração dos corpos hídricos (VON SPERLING, 1996; PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021).

O fósforo está presente no meio aquático compondo moléculas orgânicas, como as de proteínas (fósforo orgânico) ou na versão de ortofosfatos e polifosfatos (fósforo inorgânico), que são assimilados no metabolismo biológico (PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021). Vale ressaltar, que além da origem na degradação da matéria orgânica no esgotos domésticos, os ortofosfatos também estão presentes na composição de fertilizantes e detergentes (VON SPERLING, 1996; PEREIRA; BOTTREL; BILA, 2021).

A Tabela 14 apresenta os valores das vazões médias registradas bem como as concentrações médias de Fósforo Total efluente e as respectivas cargas diárias e mensais lançadas nos corpos receptores.

Tabela 14: Vazão, Concentração e Carga de Fósforo Total médio lançado nos corpos receptores pelas estações avaliadas

	Vazão média Aferida (m <sup>3</sup> /dia)	Concentração média de NT (mg/L) no efluente tratado	Carga média lançada no corpo receptor (kg/dia)	Carga média lançada em 30 dias (kg/mês)
Estação A	46,93	2,5	0,12	3,52
Estação B	89,10	3,5	0,31	9,36
Estação C	224,62	2,6	0,58	17,52
Estação D	224,63	3,6	0,81	24,26
Estação E	594,19	3,0	1,78	53,48
Estação F	222,83	3,0	0,67	20,05
Estação G	156,83	1,5	0,24	7,06
Estação H	68,78	1,0	0,07	2,06
Total:	1627,50	20,7	4,58	137,31

Fonte: O Autor.

Pode-se notar que assim como na carga orgânica média e na carga de nitrogênio total média, a carga de fosforo total média também se mostra pertinente de monitoramento e controle, ao passo que ainda existem, as demais contribuições paralelas derivadas das estações adjacentes aos corpos hídricos que desembocam no complexo lagunar.

Considerando o aporte de P proveniente somente das oito estações avaliadas nas lagoas do complexo lagunar, se consumido pela espécie de macrófita aquáticas mais abundante nas lagoas (*Eichhornia crassipes*), resultaria – onde a biomassa seca representa 6% do peso total da macrófita em seu ambiente natural, segundo Jacob (2023) - em uma produção diária de biomassa seca equivalente a 0,7 toneladas (11,74 toneladas de biomassa úmida, aproximadamente) e 21,1 toneladas por mês, equivalendo a 352,3 toneladas de biomassa úmida (Tabela 15).

Tabela 15: Estimativa de produção de biomassa seca de *Eichhornia crassipes* a partir do aporte diário e mensal de nitrogênio total oriundo do efluente das 8 estações de tratamento de esgoto particulares de condomínios da Região administrativa da Barra da Tijuca- RJ

	Carga diária de Pt (Kg Pt/dia)	Proporção de P por grama de biomassa seca (mg/g)*	Quilogramas de biomassa seca produzidos por dia (kg BS/dia)*	Quilogramas de biomassa seca produzidos por mês (kg BS/mês)*
Estação A	0,12	6,5	18	553,8
Estação B	0,31	6,5	48	1430,8
Estação C	0,58	6,5	89	2676,9
Estação D	0,81	6,5	125	3738,5
Estação E	1,78	6,5	274	8215,4
Estação F	0,67	6,5	103	3092,3
Estação G	0,24	6,5	37	1107,7
Estação H	0,07	6,5	11	323,1
<b>Total</b>	<b>4,58</b>	<b>6,5</b>	<b>705</b>	<b>21.138,5</b>

\* Metodologia proposta por SALOMÃO et al., 2012.

Assim como o nitrogênio, o fósforo figura como um nutriente que oportuniza a floração de algas e cianobactérias que caracterizam o processo de eutrofização em ecossistemas aquáticos e estuarinos, sendo as contribuições humanas oriundas dos sistemas particulares de tratamento - sejam estações ou fossas sépticas - fontes significativas de manutenção do processo eutrófico (BARILE, 2018), no entanto, as contribuições majoritárias aportam nos rios por meio do sistema de drenagem que recebe esgotos brutos gerados pela população, principal fonte de poluição do sistema lagunar (AGEVAP, 2021).

## 4.2. Percepção: condições sanitárias pela população da RA da Barra da Tijuca

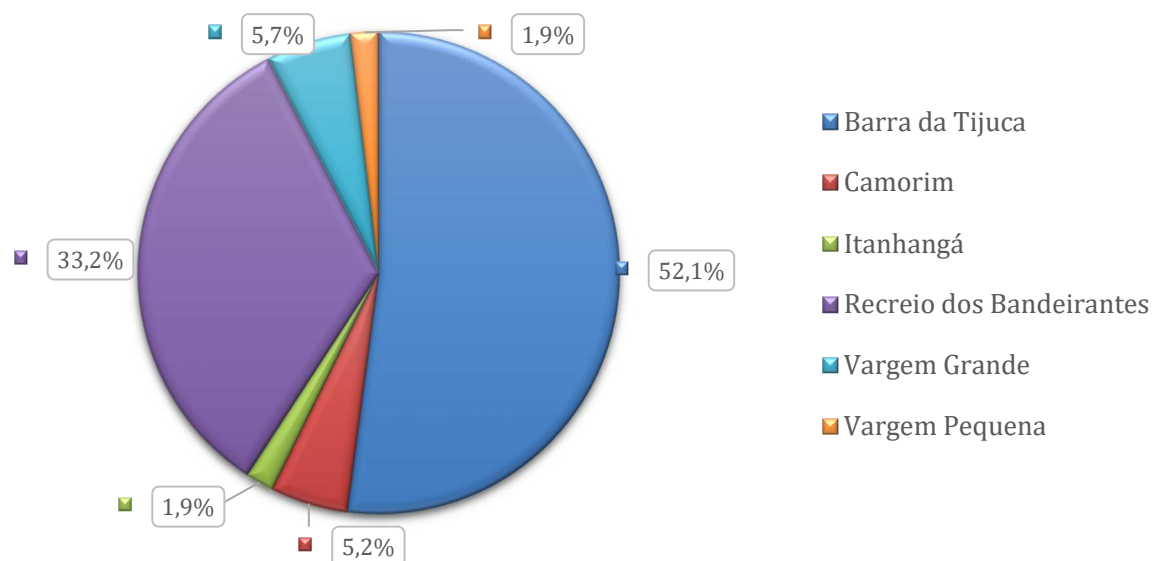
### 4.2.1. Caracterização socioeconômica e demográfica

O campo amostral dos 211 respondentes da pesquisa se situa nos bairros que compõem a Região Administrativa da Barra da Tijuca ou XXIV Região (Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Camorim, Grumari e Joá).



A Figura 14 demonstra que 52,1% dos entrevistados habitavam o bairro da Barra da Tijuca, acompanhado pelo bairro do Recreio dos Bandeirantes com 33,2%. Em seguida, 5,2% dos partícipes se encontravam no bairro de Vargem Grande e 5,2% no do Camorim. Não foram computados participantes dos bairros de Grumari e do Joá.

Figura 14: Residentes dos bairros da XXIV RA da Barra da Tijuca



Fonte: O Autor.

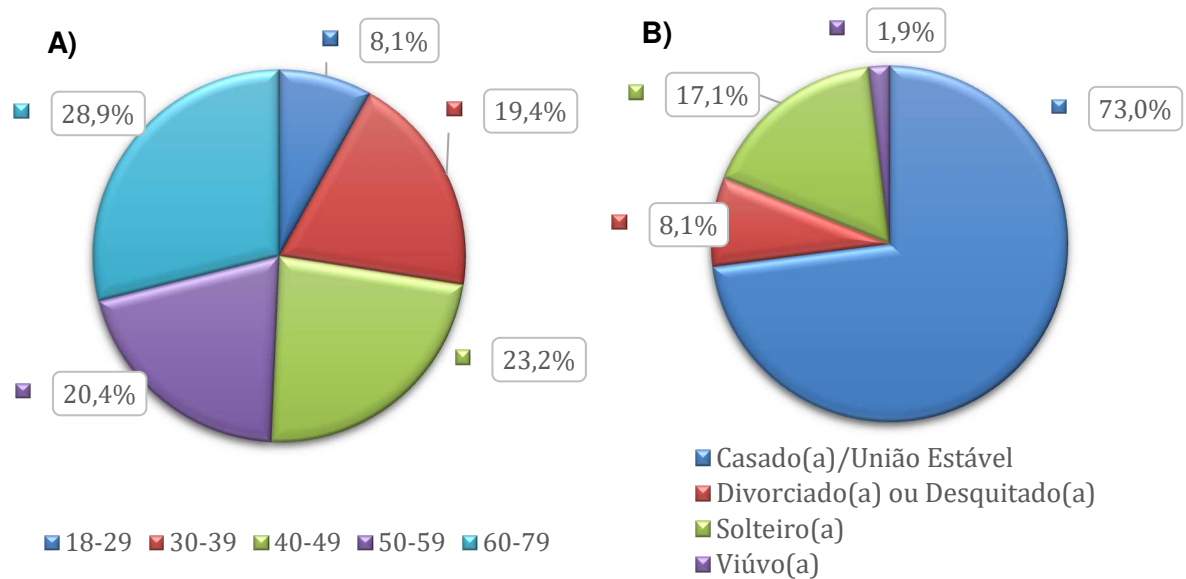
No tocante ao perfil socioeconômico dos respondentes, identificou-se que 53,6% eram do sexo feminino e 46,4% do masculino, dados estes consonantes com os números registrados na última pesquisa oficial do município do Rio de Janeiro, realizada em 2010 pelo Instituto Pereira Passos – IPP, onde 52,1% da população da RA da Barra da Tijuca eram mulheres enquanto 47,9% eram homens (IPP, 2010).

Identificou-se que a média etária predominante se encontra dentro da faixa de 60-79 anos com 28,9%, seguida da faixa etária de 40-49 anos com 23,2% dos partícipes, não sendo computada a participação de respondentes acima dos 80 anos de idade (Figura 15A). Em relação ao estado civil, 73,0% dos participantes declararam-se manter união estável ou encontram-se casados enquanto 17,1% se disseram solteiros e 8,1% figuram como divorciados, desquitados ou separados (Figura 15B).

No que diz respeito a ocupação ou a área de trabalho, foi apurado que 15,2% eram aposentados, 14,2% eram funcionários públicos, 10,9% atuavam na área da

saúde, 9,5% eram autônomos e 7,6% trabalhavam nas áreas de cultura e educação. Houve ainda registros de menor quantificação em outras ocupações, como a área do direito, de segurança, da construção civil, mercado financeiro, tecnologia da informação, *marketing*, indústria do óleo e gás, *startup* e terceiro setor, transparecendo assim, interesse plural pelo tema abordado.

Figura 15: (A) Faixa etária e (B) Estado Civil da população amostrada

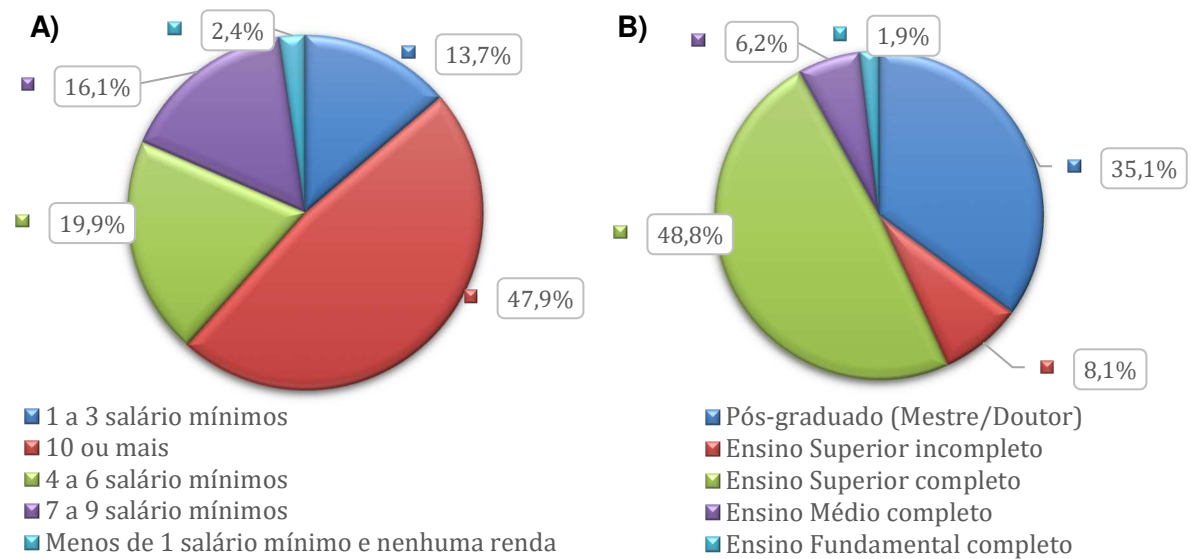


Fonte: O Autor.

Como disposto na Figura 16A, 47,9% da renda familiar média durante o período da pesquisa, era de R\$ 9.523,68, correspondendo a aproximadamente 7 salários-mínimos em 2022 (R\$ 1.212,00). Contudo, cabe salientar que em 2020 - quando a pesquisa foi iniciada - o salário-mínimo vigente era de R\$ 1.045,00, representando desta forma, cerca de 9 salários-mínimos naquele período. Em 2010, o Rendimento nominal médio, excluindo os sem rendimento, de todas as regiões administrativas da cidade do Rio de Janeiro era de R\$ 1.746,10, enquanto o da Região Administrativa da Barra da Tijuca era de R\$ 4.682,00 (IPP, 2010).

Quanto ao nível de escolaridade dos entrevistados, 48,8% declararam possuir nível superior completo e 35,1% afirmaram possuir algum nível de pós-graduação (mestre/doutor), totalizando assim, 83,9% dos respondentes. Paralelamente, 6,2% informaram possuir o ensino médio completo enquanto 8,1% disseram não ter concluído o ensino superior (ensino superior incompleto), conforme gráfico constante na (Figura 16B).

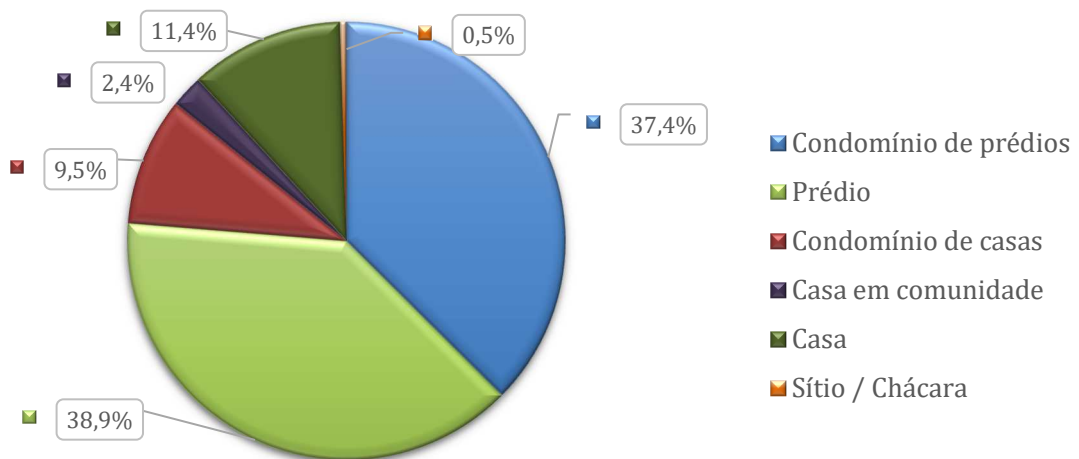
Figura 16: (A) Renda familiar média e (B) Nível de escolaridade da população amostrada



Fonte: O Autor.

No tocante ao tipo de residência em que os respondentes vivem, a Figura 17 ilustra que 37,4% habitavam condomínios de prédios, 38,9% em edifícios, 11,4% em casas, 9,5% em condomínios de casas, 2,4% em casas localizadas em ocupações irregulares ou comunidades (aglomerados subnormais) e 0,5% em sítio ou chácara, sendo a média quantificada do número de pessoas por domicílio de três moradores.

Figura 17: Tipologia das residências da população amostrada



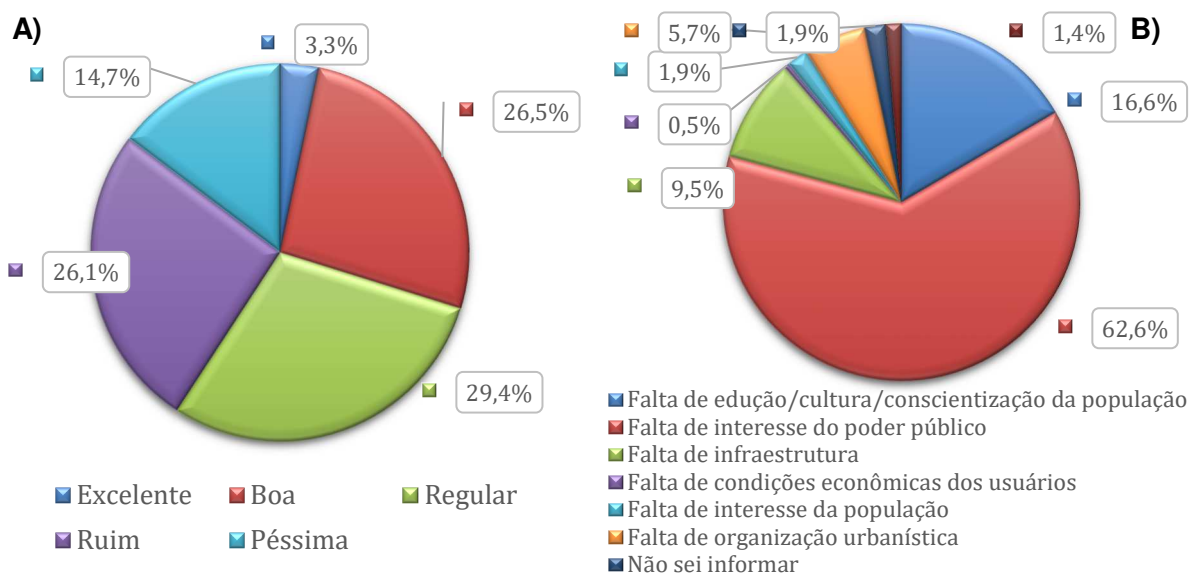
Fonte: O Autor.

Assim, pode ser ainda identificado que as residências majoritárias são de prédios ou condomínios de prédios (total de 76,3%), destacando-se que essa tipologia de ocupação demanda serviços de infraestrutura de saneamento interna própria, como por exemplo, estações de tratamento de esgotos particulares, com seus efluentes tratados podendo ter como corpo receptor o Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

#### 4.2.2. Saneamento Básico: Condições e Percepção

Em um segundo segmento, a pesquisa se direciona a respeito das condições dos serviços de saneamento básico nos bairros avaliados, considerando o conjunto das quatro vertentes comumente adotadas: fornecimento de água, coleta/tratamento de esgoto, coleta de lixo e drenagem urbana, assim, um total de 40,8% dos entrevistados classificou-os como "ruim" ou "péssimo", 29,4% como "regular", 26,5% como "bom" e apenas 3,3% como "excelente" (Figura 18A).

Figura 18: (A) Avaliação das condições do saneamento básico e (B) O maior problema para a falta de infraestrutura no seu bairro



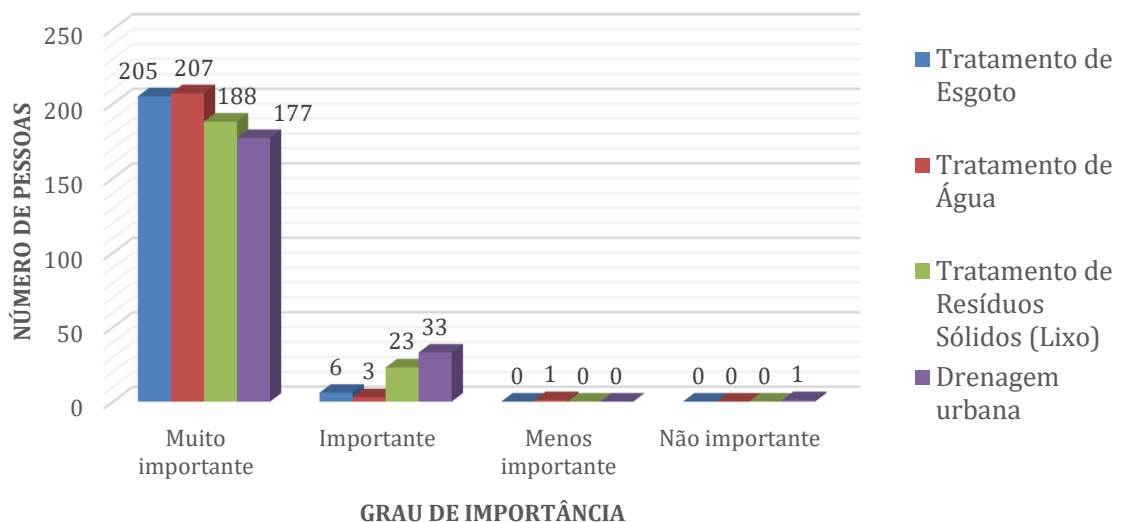
Fonte: O Autor.

Dentro do mesmo tópico, foi realizado o questionamento sobre qual seria o maior problema para a falta ou a ineficiência do saneamento no bairro de cada

participante, sendo esta, uma pergunta com possibilidade de resposta aberta além das alternativas pré-determinadas. Deste modo, a Figura 18B apresenta como resposta majoritária a falta de interesse do poder público com 62,6% das respostas, seguida da falta de educação/cultura/conscientização da população com 16,6% das respostas e a falta de infraestrutura como o maior problema para 9,5% dos entrevistados.

No intuito de aprofundar esse tema, foi indagada a classificação dos serviços de saneamento básico de acordo com o grau de importância, sendo estas: muito importante, importante, menos importante e não importante, assim, pode ser visualizado na Figura 19, que mais de 95% dos participantes atestaram que o tratamento de água e de esgoto são muito importantes. Cabe acrescentar que apenas um respondente considerou não importante um dos itens do saneamento básico (drenagem urbana).

Figura 19: Classificação dos serviços de saneamento básico de acordo com o grau de importância conferida pelos entrevistados



Fonte: O Autor.

Quanto ao tipo de tratamento e destinação final do esgoto aplicado nas residências, 20,8% afirmaram residir onde existe algum tipo de sistema de tratamento de esgoto particular, seja este anaeróbio (12,3%) ou aeróbio (8,5%), 3,8% relataram

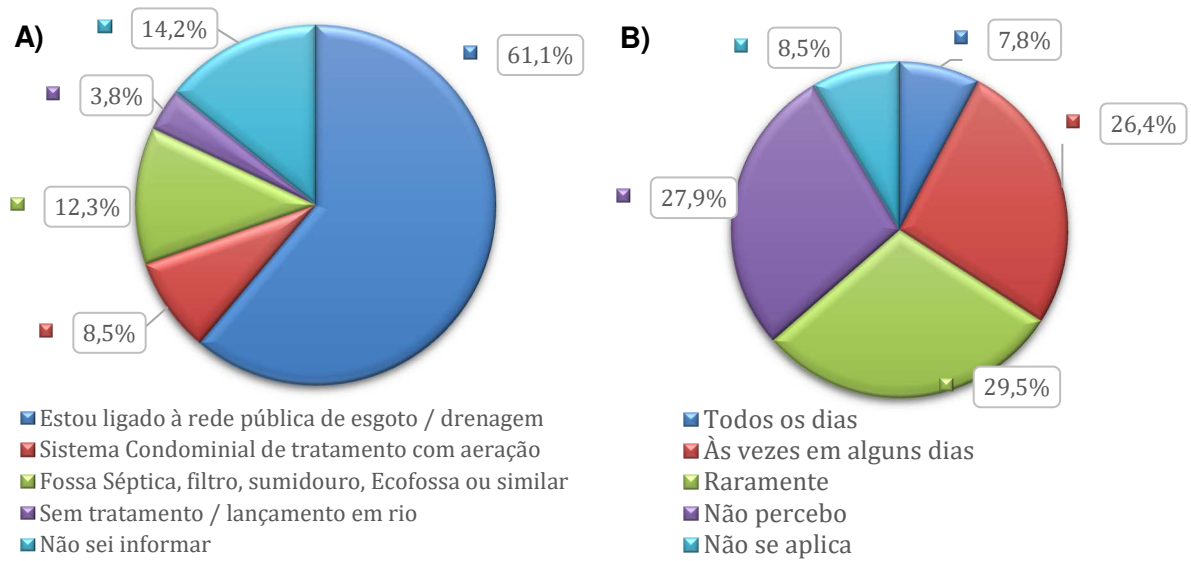
que não havia nenhum tipo de tratamento em suas moradias, o que pode significar o aporte de efluentes sanitários sem tratamento em corpos hídricos tributários ao complexo lagunar ou ao mar.

Os respondentes escolheram as opções livremente dentro de seu conhecimento, onde um conjunto de seis perguntas permitiu assimilar o tipo de tratamento após análise crítica dos dados compilados. A primeira pergunta sobre o tratamento de esgoto além de possuir opções pré-definidas, contabilizada ainda com a opção de resposta aberta, permitindo que houvesse manifestação livre, posteriormente equalizada no trabalho.

Não obstante, 14,2% dos partícipes afirmaram não saber informar qual a destinação final aplicada aos seus esgotos, o que revela o desconhecimento da estrutura sanitária onde se vive. Tendo em vista o nível socioeconômico revelado na pesquisa, pode-se inferir que essa porcentagem se apresente maior na população em geral. Quanto a existência da rede pública de esgoto ou drenagem, 61,1% afirmaram possuir este tipo de destinação (Figura 20A).

Nesse ponto, é importante ressaltar que 38,9% daqueles que afirmaram estar ligados à rede pública de esgoto ou drenagem relatam perceber algum odor (mau cheiro) desagradável característico do esgoto bruto, provavelmente oriundo da rede de drenagem (Figura 20B) que habitualmente é utilizada indevidamente pela população para ligar seus esgotos sem tratamento adequado.

Figura 20: (A) Destinação final do esgoto e (B) Frequência de odores desagradáveis



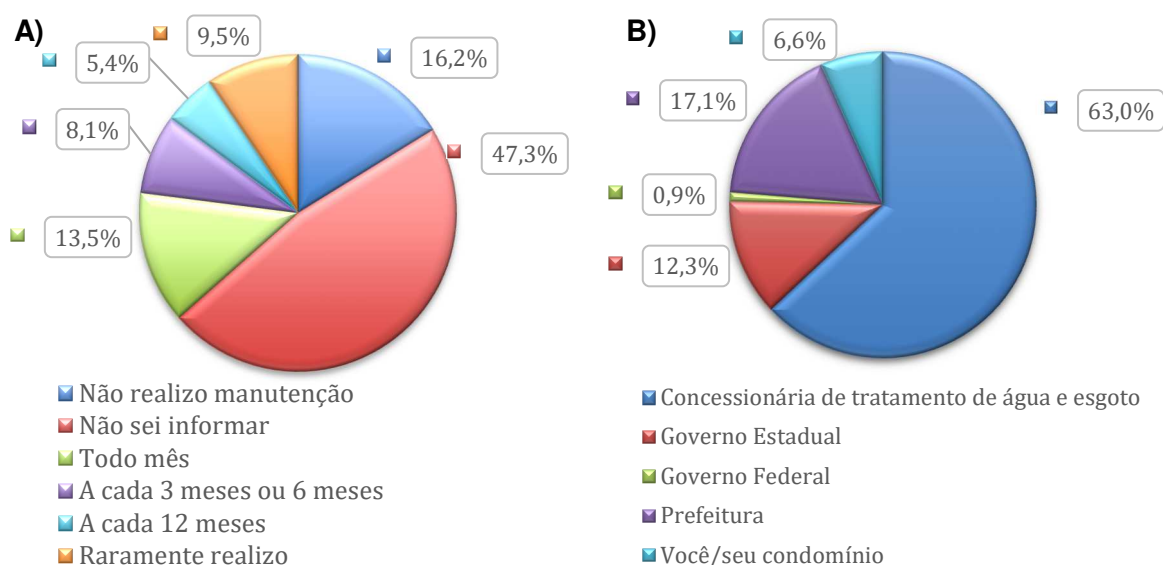
Fonte: O Autor.

Outra questão relevante avaliada foi a frequência das manutenções dos sistemas/estações particulares de tratamento de esgoto. Segundo os dados apresentados na Figura 21A, 13,5% percebem, visualizam ou notam esta realização uma vez por mês. Por outro lado, 16,2% relataram que não realizam nenhuma manutenção em seus sistemas. Nesse sentido, os respectivos sistemas podem possuir ou não acompanhamento, porém não se tem conhecimento.

Ainda, 47,3% relataram desconhecer se há manutenção ou não nos sistemas de suas habitações e 15,6% afirmaram que a manutenção raramente é notada. Além disso, um total de 8,1% informou que alguma manutenção é realizada duas ou três vezes ao ano e 5,4% alegaram que a manutenção é efetivada uma vez ao ano.

Visando a garantia da eficiência esperada dos sistemas de tratamento de esgotos, é imprescindível manter um controle operacional adequado do dispositivo, buscando promover o bom controle dos equipamentos e a prevenção de sobrecarga dos mesmos, assim como o estabelecimento de manutenção preventiva (LA ROVERE et al., 2002).

Figura 21: (A) Frequência manutenção dos sistemas e (B) Entidade responsável pelo tratamento de esgoto da sua residência



Fonte: O Autor.

Os sistemas privados de esgoto devem ser fiscalizados pelo órgão público competente, para as estações deste trabalho, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro – SMAC, que realiza a aprovação da tipologia proposta, concede a licença e fiscaliza o cumprimento dos requisitos legais e ambientais preconizados nos itens de restrição da licença, incluindo a existência de responsável técnico e a respectiva prestação de manutenção com o devido acompanhamento, normalmente, no mínimo, de uma vez por mês.

No âmbito da pesquisa, foram também formuladas questões sobre a opinião dos participantes quanto a incumbência legal e/ou responsabilidade pelo tratamento do esgoto. O gráfico da Figura 21B revela que 63,0% dos respondentes creditam a responsabilidade à Concessionária, 12,3% ao Governo Estadual, 17,1% à Prefeitura e 6,6% creem que os próprios condomínios devem ser responsáveis por seu próprio tratamento.

Neste segmento, foi inserida uma pergunta sobre qual deveria ser a destinação final dos efluentes provenientes das ETEs (Figura 22A). Foram formuladas alternativas fixas em paralelo com a disponibilidade de respostas abertas, assim, 38,9% consideram que a disposição final deveria ser feita no mar, através de emissário submarino e 25,6% disseram que a rede de drenagem seria a destinação mais adequada após o tratamento.

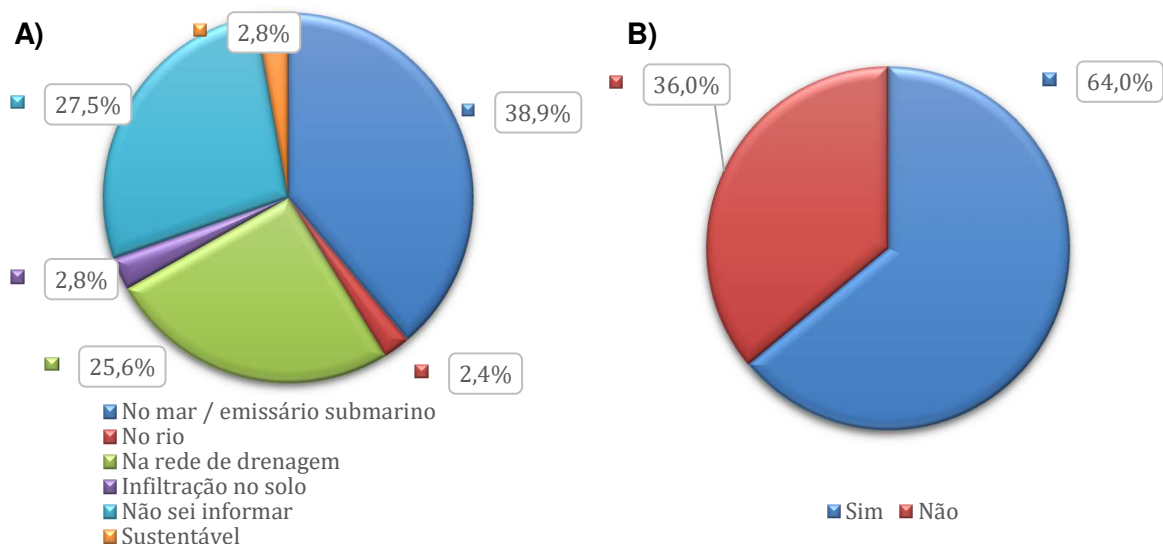


Vale ressaltar que o emissário submarino é uma solução adequada de engenharia para a destinação final dos efluentes sanitários, contando com tratamento primário, previamente ao lançamento dos esgotos no meio (FEITOSA, 2016), sendo esta, a operação desenvolvida no emissário submarino da Barra da Tijuca, apenas com o tratamento primário.

Em complemento, apenas 2,8% dos respondentes, com o perfil socioeconômico acessado, consideraram que após as ETEs, os efluentes e o lodo gerado no processo deveriam sofrer algum nível de reuso sustentável. O reuso tanto do lodo quanto do próprio efluente doméstico tratado, possui considerável número de estudos e pesquisas, que tratam tanto dos usos para fins agrícolas, como biofertilizante e condicionador de solos provenientes dos lodos (RIGO et al., 2014), assim como o reuso do efluente tratado para irrigação de pastagens (CRUVINEL et al., 2021), bem como no beneficiamento de concreto (SILVA JUNIOR & OBRACZKA, 2020).

Não houve registro da opção de disposição final em lagoas, apesar de 2,4% afirmarem que os rios seriam a opção mais adequada. Por último, 27,5% não souberam opinar qual seria o lançamento mais adequado.

Figura 22: (A) Destinação final após a ETE e (B) Investimento próprio na melhoria o tratamento dos esgotos



Fonte: O Autor.

Indagou-se ainda sobre a possibilidade de investimento de recursos próprios por parte dos partícipes/entrevistados na melhoria das condições de saneamento básico de seus esgotos (Figura 22B), assim, 64,0% afirmaram que investiriam em algum grau neste aprimoramento.

Desta forma, em um primeiro momento é possível inferir que o contingente de pessoas que responderam afirmativamente ao questionário, possui interesse na melhoria das condições ambientais de seu entorno e se dispõem ao aporte de recursos financeiro que lhes trouxesse efetivos progressos no tratamento de seus esgotos e assim, bem-estar, mesmo já sendo oneradas pelo pagamento das taxas e impostos públicos devidos.

O lançamento dos esgotos provenientes das ETEs particulares na rede de drenagem e o conseqüente desague nos córregos que escoam para o complexo lagunar, pode se tornar problemático quando os sistemas são ineficientemente operados. Há circunstâncias em que existe desconhecimento até mesmo da existência e da localização destes sistemas, com ausência de histórico de informações sobre as análises físico-químicas, licença ambiental e projeto de dimensionamento.

Cabe ressaltar que os sistemas de coleta e tratamento de esgotos são infraestruturas de serviços essenciais ao desenvolvimento da sociedade, bem como da proteção do meio ambiente e da saúde da população (SANTOS & JORDÃO, 2021).

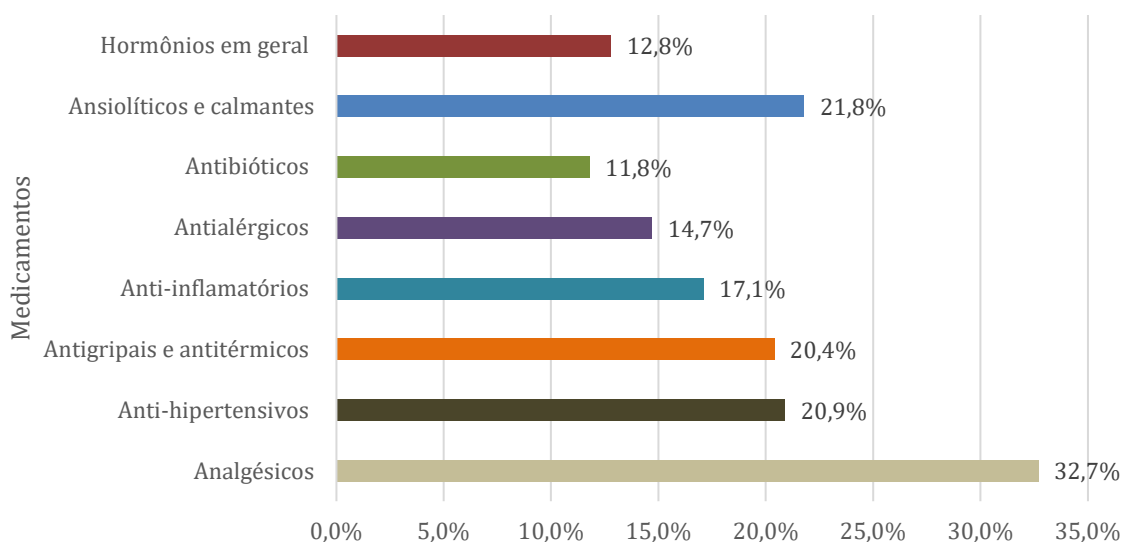
#### **4.2.3. Descarte de medicamentos**

Em relação ao consumo dos medicamentos, os dados obtidos revelam que nos últimos dias anteriores ao preenchimento da pesquisa, os analgésicos foram os mais utilizados pelos entrevistados (32,7%), seguidos dos anti-hipertensivos (20,9%), dos antigripais e antitérmicos (20,4%), anti-inflamatórios (17,1%) e dos antialérgicos (14,7%) (Figura 23).

Vale ainda ressaltar que 11,8% dos entrevistados usaram antibióticos nos dias anteriores a participação na pesquisa, assim como, um total de 21,8% utilizou ansiolíticos e calmantes. Houve ainda registro de uso de hormônios em geral por parte de 12,8% dos respondentes. Outro dado relevante obtido no presente estudo foi o

consumo de vitaminas e suplementos nutricionais por 59,2% e 26,5% dos entrevistados, respectivamente.

Figura 23: Representatividade dos tipos de medicamentos consumidos nos dias anteriores a pesquisa



Fonte: O Autor.

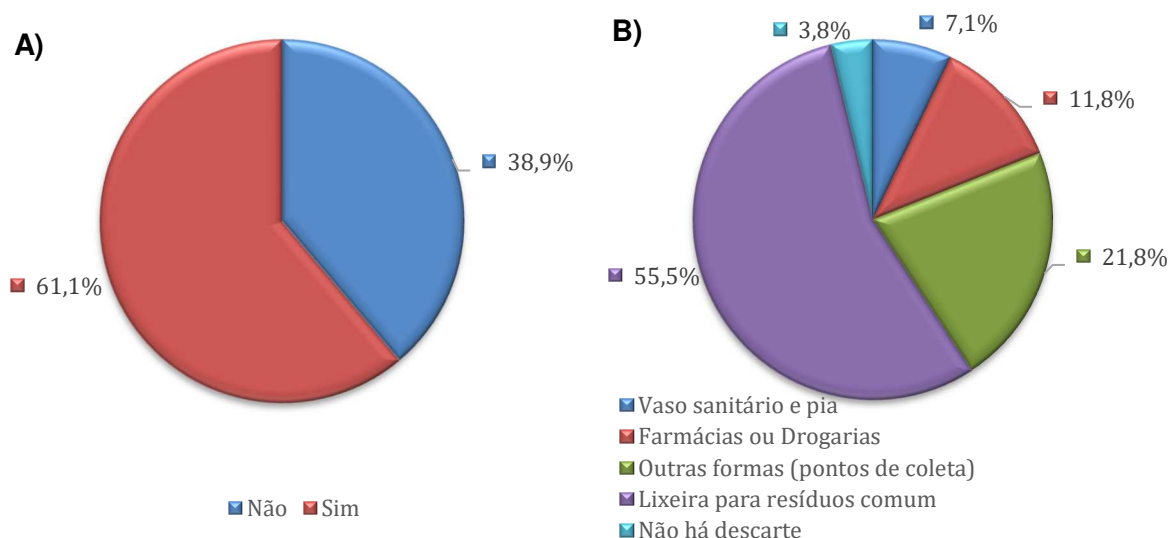
O aumento do consumo de medicamentos em geral pode resultar no aumento da presença desses compostos em corpos d'água, como antibióticos (QUADRA et al., 2019; SOUZA et al., 2020; AQUINO et al., 2020) e hormônios em geral (anticoncepcionais ou reposição hormonal) rotineiramente conhecidos como desreguladores endócrinos (QUADRA et al., 2019; SOUZA et al., 2020; AQUINO et al., 2020)

Um grande percentual de pessoas consome analgésicos no Brasil: entre 30% (QUADRA et al., 2019) e 18% (SCHENKEL et al., 2005). Isso pode ser explicado, em parte, além da própria excreção das substâncias, pelo fato destes serem vendidos sem receita médica, facilitando o seu consumo pela população e tornando conveniente o estoque de medicamentos em geral nas residências. Conseqüentemente, analgésicos também têm sido frequentemente encontrados em corpos d'água brasileiros (QUADRA et al., 2019; SOUZA et al., 2020).

A automedicação e o hábito de manter um pequeno estoque particular de medicamentos em casa tem sido comum de acordo com estudos em diferentes

regiões do Brasil, como 73,8% (RAMOS et al., 2017), 91,1% (MASTROIANNI et al., 2011) e 97% (SCHENKEL et al., 2005), afirmaram que possuíam estoque de medicamentos em casa. No presente estudo, 61,1% dos entrevistados afirmaram possuir um pequeno estoque de medicamentos em casa (Figura 24A).

Figura 24: (A) Estoque privado de medicamentos em casa da população da RA da Barra da Tijuca e (B) Método de descarte de medicamentos informado



Fonte: O Autor.

O descarte de medicamentos é outro ponto que merece atenção, uma vez que 55,5% dos entrevistados afirmaram que descartam seus medicamentos não utilizados no lixo comum e 7,1% em pias ou vasos sanitários (Figura 24B), 21,8% relataram que descartam em hospitais, clínicas, postos de saúde, universidades, supermercados ou pontos de coleta dentro dos condomínios onde residem e 11,8% descartam seus medicamentos indesejados em drogarias e farmácias. Apenas 3,8% dos entrevistados, afirmaram não descartar medicamentos, fazendo uso sem que haja sobra.

Ainda que um percentual superior a 60% faça o descarte inadequado no lixo comum e em pias e sanitários, corroborando com outros estudos realizados com a população brasileira, onde foi constatado que entre 66% e 71% das pessoas descartam seus medicamentos no lixo e 7% e 20% descartam na pia ou vaso sanitário (QUADRA et al., 2019; RAMOS et al., 2017), informação preocupante quanto ao

alcance desses compostos ao meio ambiente, uma parcela do contingente relatou a busca por descartes seguros em locais apropriados.

Quanto ao motivo do descarte, 78,7% relataram ser devido ao fato dos medicamentos se encontrarem vencidos e 5,2% disseram ter abandonado o tratamento médico ou não mais estavam utilizando-os (Figura 25), ainda que 16,1% informem não fazer descarte. A questão do descarte de medicamentos vencidos é comum nos domicílios, como visto em outros estudos: 62,9% (RAMOS et al., 2017), 35,3% (MASTROIANNI et al., 2011) e 16% (SCHENKEL et al., 2005).

Figura 25: Razões pelas quais medicamentos os são descartados



Fonte: O Autor.

Com efeito, alguns estudos reportam que esse número pode ser maior (SCHENKEL et al., 2005), devido ao relato de que alguns produtos farmacêuticos não mais possuíam informações sobre a sua data de validade ou a informação da data não mais encontrava-se legível.

Em relação à pergunta final da pesquisa, a respeito da percepção da população sobre os riscos e impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de medicamentos em pias e vasos sanitários, 20% responderam que nunca haviam pensado a respeito destes impactos e 80% disseram que já haviam pensado sobre o tema.

O descarte adequado, seguro e correto de medicamentos é essencial para evitar danos ao meio ambiente devido aos contaminantes emergentes, entre suas

fontes estão os compostos farmacêuticos, produtos de higiene pessoal e suplementos nutricionais, por exemplo, que são conduzidos a corpos d'água e outras fontes de consumo de água (SOUZA et al., 2020), também por serem eliminados por intermédio da excreção, após o consumo humanos e de outros animais, de forma inalterada ou como metabólitos (BILA & DEZOTTI, 2003).

A facilidade de se obter medicamentos em geral a partir da automedicação, contribui para um maior consumo, bem como para sua armazenagem e consequente perda da validade. (MASTROIANNI et al., 2011; SCHENKEL et al., 2005).

Em 2020, o Brasil instituiu o Decreto nº 10.388 que regulamenta a “Logística Reversa de Medicamentos”, passando a vigorar a partir de 03/12/2020 (BRASIL, 2020). A nova normativa legal prevê que medicamentos vencidos ou em desuso, assim como suas respectivas embalagens, podem ser descartados nas farmácias. Após um período inicial, a indústria farmacêutica deverá providenciar a logística necessária e adequada tanto para a coleta como para o transporte desses materiais até a sua destinação adequada.

## 5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados compilados das oito estações que fazem parte do estudo, onde encontram-se quantificadas as cargas orgânicas médias oriundas do conjunto avaliado, torna-se possível perceber que apesar do devido acompanhamento e funcionamento das ETE, bem como o significativo atendimento aos limites máximos permitidos, há ainda a contribuição desses esgotos na rede pública de drenagem, expressa em uma carga tratada de 706,91 kg DBO/mês.

Nesse sentido, portanto, o aporte dos esgotos tratados na rede de drenagem possui destino final no mar e no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, de tal modo, torna-se possível traçar um paralelo circunstancial em relação aos demais empreendimentos similares situados nas adjacências da área de estudo e a pressão ambiental que estes despejos podem causar aos corpos lacustres imediatos.

Igualmente, revela-se a importância do correto e contínuo funcionamento dos dispositivos de tratamento que reduzem o potencial poluidor ainda presente nos efluentes tratados, desta forma, um acompanhamento técnico eficaz traduzido em um rigoroso controle operacional se mostra indispensável.

Assim sendo, traz-se à reflexão tanto do potencial poluidor das demais contribuições concomitantes de magnitude análoga, quanto a influência do aporte dos nutrientes; ora notabilizados neste estudo nas cargas de Nitrogênio Total e Fósforo Total; bem como os compostos fármacos e demais poluentes emergentes, mediante ao registrado na pesquisa junto à população sobre o consumo e o descarte de medicamentos.

Os nutrientes, enriquecedores dos corpos lênticos e oportunistas do processo de eutrofização foram computados em cargas tratadas de 706,92 kg N/mês para Nitrogênio Total e 137,31 kg P/mês para Fósforo Total para o conjunto das oito estações, sendo mais uma vez possível inferir que demais condomínios de perfis similares também contribuem para o aporte de esgoto tratado, parcialmente tratado ou não tratado, naquele ambiente.

Torna-se importante ressaltar, que o esgoto *in natura* dos aglomerados subnormais da região da bacia de drenagem, bem como demais contribuições sem tratamento, também encontram como destino final o mar e o complexo lagunar, além da contribuição dos efluentes industriais.

No que concerne ao descarte de medicamentos, os dados da pesquisa realizada, apontaram um percentual de pessoas que descartam predominantemente seus medicamentos não utilizados no lixo comum (55,5%), parte delas (7,1%) fazem o descarte em pias ou vasos sanitários. Dentre este agrupamento, 2,8% possuem sistemas particulares de tratamento, o que configura a perspectiva de aporte de fármacos no mar e nos corpos lânticos constituintes do sistema e cujos efeitos crônicos desta conduta, ainda carecem ser mais estudos.

Constatou-se ainda uma significativa taxa de uso de analgésicos (32,7%) e anti-hipertensivos (20,9%), assim como hormônios em geral (12,8). A pesquisa com a população da região estudada ainda registrou a administração de anti-inflamatórios (17,1%), ansiolíticos e calmantes (21,8%) e antibióticos (11,8%), portanto, tais substâncias excretadas alcançam a rede sanitária independente da destinação final dos esgotos, reforçando que o assunto requer atenção quanto a política sanitária no país, face aos riscos toxicológicos desses contaminantes, no nível celular e genético dos organismos aquáticos e a ausência de dados e estudos sobre seus efeitos crônicos para os seres humanos (SOUZA et al., 2020).

Em outro sentido, 21,8% dos participantes da pesquisa afirmaram que realizam seus descartes em pontos de coleta variados, indicando algum cuidado e atenção nesse processo de desuso, assim, entende-se um apontamento de sensibilidade sobre o tema, cujas políticas públicas devem ser fomentadas e pulverizadas.

No âmbito das perguntas relacionadas às condições e percepção do saneamento básico, a pesquisa revelou que 47,3% ignoram se há ou não manutenção dos seus sistemas particulares, demonstrando assim, um desconhecimento da importância de se manter as boas condições operacionais do sistema onde se habita, indicando não haver, deste modo, a consciência do potencial poluidor dos esgotos junto à região habitada e até mesmo, o comprometimento legal de um acompanhamento ineficiente, que pode trazer multas e sanções.

Neste ponto, contrapõe-se o quantitativo de 64,0% que investiriam de seus próprios recursos na melhoria do tratamento dos esgotos de sua moradia. O acesso às informações sobre os sistemas e a conseqüente percepção e sensibilização sobre as ETE gera engajamento nas tomadas de decisão, culminando em melhorias, como na compra de equipamentos reservas ou rápida resposta às manutenções corretivas.

Ainda, a falta de interesse do poder público registrou 62,6% das respostas como sendo o maior problema para a falta ou a ineficiência do saneamento no bairro de



cada participante, deixando assim evidente, que a ausência de resposta assertiva dos poderes governamentais nos temas de coleta de lixo, drenagem urbana, abastecimento de água e tratamento de esgoto são itens sensíveis à população.

Pode-se configurar, a partir das respostas registradas na seção que versa sobre o estrato socioeconômico e demográfico da região contemplada, que o cenário onde há notória degradação do complexo lagunar - causado em grande parte pelas deficiências na coleta, transporte e tratamento dos esgotos - é habitado por uma população que possuía durante o período da pesquisa (47,9%), uma renda média de R\$ 9.523,68, valor sete vezes maior que o salário-mínimo de então.

A maior taxa de respondentes, foi dos moradores do bairro da Barra da Tijuca (52,1%), local da cidade do Rio de Janeiro localizado adjacente ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá, mantenedor de elevado padrão econômico e que mesmo assim, ainda não possui a universalização do tratamento de seus esgotos, apesar de grande infraestrutura de lazer de consumo. Contíguo, encontra-se o bairro do Recreio dos Bandeirantes, que se encontra em rápida urbanização e projeção para replicar o modelo do bairro vizinho.

A pesquisa ainda revelou que na área avaliada, predominantemente (83,9%), o nível de escolaridade dos habitantes se enquadra sendo superior completo e com algum nível de pós-graduação (mestre/doutor), permitindo notar, portanto, que esse perfil populacional possui suas residências no entorno do complexo lagunar continuamente em processo de degradação.

Em referência aos tipos de residências, confirma-se o adensamento populacional significativo bem como a maciça ocupação do espaço urbano, e, por conseguinte, uso do entorno do complexo lagunar, onde majoritariamente existem condomínios de prédios e prédios (76,3%). Este molde de utilização de uma área sensível, portanto, demanda e merece maior atenção dos órgãos municipais que planejam e ordenam o espaço comum da cidade.

## 6. RECOMENDAÇÕES

- Aconselha-se um estudo de tratabilidade para as estações do tipo Lodos Ativados por Batelada, no intuito de que elas possam realizar a redução de Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal de maneira que evite intervenções complexas e alto custo, como a verificação de ajustes na recirculação de lodo no sistema para o Nitrogênio Amoniacal e dispositivo de dosagem de coagulante para o Fósforo Total;
- Recomenda-se a continuidade dos diálogos voltados para aquisição de motores reservas que possam suprimir a manutenção prolongada dos sistemas de tratamento localizados nos condomínios, bem como a recorrência de alertas aos tomadores de decisão sobre aquisição e estoque de coagulantes que permitam a esperada redução físico-química do Fósforo Total;
- Para os descartes de medicamentos, cabe ao poder público a notoriedade e publicidade do assunto para que o tema seja discutido de maneira orgânica na sociedade civil, a fim de que os usuários saibam como proceder de forma prática quanto ao desuso de remédios e demais fármacos;
- Para informações mais concretas sobre o potencial poluidor dos fármacos no ambiente lântico, estudos junto as universidades e centros de pesquisa devem ser financiados como embasamento para adoção de políticas governamentais eficientes e pragmáticas;
- Para conservação do Complexo Lagunar de Jacarepaguá se torna relevante a adoção de políticas públicas que possam identificar e cessar as contribuições irregulares na rede de drenagem, além da expansão do esgotamento que atende a região, tanto de aglomerados urbanos informais quanto de condomínios residenciais, empreendimentos comerciais e indústrias.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Esgoto: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <[https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01/attachments/Encarte\\_AtlasEsgotos.pdf](https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01/attachments/Encarte_AtlasEsgotos.pdf)> Acesso em 10 de ago. 2020.

APHA/AWWA/WEF.EATON et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association. p.1496. 2017.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). **Atlas da Região Hidrográfica V: Baía de Guanabara e Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá**. Resende, RJ, 2021. Disponível em: <[http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Atlas\\_CBH-BG.pdf](http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Atlas_CBH-BG.pdf)>. Acesso em 05 de mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

BARILE, Peter J. **Widespread sewage pollution of the Indian River Lagoon system, Florida (USA) resolved by spatial analyses of macroalgal biogeochemistry**. Marine Pollution Bulletin, Hong Kong, v.128, 557-574, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18300572>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BASSOI, Lineu José; GUAZELLI, Milo Ricardo. Controle Ambiental da Água. In: PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. Cap. 02. p. 19-52.

BILA, Danielle Maia; DEZOTTI, Márcia. **Fármacos no Meio Ambiente**. Quim. Nova, v. 26, n. 4, 523-530, 2003.

BILA, Danielle Maia; DEZOTTI, Márcia. **Desreguladores Endócrinos no Meio Ambiente: Efeitos e Consequências**. Quim. Nova, v. 30, n. 3, 651-666, 2007.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 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. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_ltrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf)> Acessado em: 20 ago. 2020.

\_\_\_\_\_, **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA\\_n.430.2011.pdf](https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf)> Acessado em: 20 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 10.388**, de 5 de junho de 2020. Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10388-5-junho-2020-790285-publicacaooriginal-160824-pe.html>>. Acessado em: 10 set. 2020.

CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro). **Programa De Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá (PSBJ)**. Rio de Janeiro: CEDAE, 2018. Disponível em: <<http://www.cedae.com.br/Portals/0/SITE%20PSBJ%20Mar-18.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2020

\_\_\_\_\_, 2021. Estrutura Tarifária De Vigente. Disponível em: [https://cedae.com.br/Portals/0/tarifas/ESTRUTURA\\_TARIFARIA\\_OUT\\_2019.pdf](https://cedae.com.br/Portals/0/tarifas/ESTRUTURA_TARIFARIA_OUT_2019.pdf). Acessado em: 21 Junho de 2020.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 5. Reatores Anaeróbios**. 2ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFMG), 2007.

CRUVINEL, Karla Alcione da Silva; MACIEL, Hadrya Alves; MACIEL, Lhais Alves; JUNIOR, Klaem José da Silva; GONÇALVES, Ricardo Franci. **Reuso de Água a partir de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgotos para Irrigação de Pastagens na Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v. 9, n. 2, 126-140, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43856/25052>>. Acessado em: 15 fev. 2024.

DÖRNYEI, Z.; TAGUCHI, T. **Questionnaires in second language research: Construction, administration, and processing**, 1ª ed., Routledge, 2009.

FEITOSA, Renato Castiglia. **Emissários submarinos de esgotos como alternativa à minimização de riscos à saúde humana e ambiental**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 22, n. 6, 2037-2048, 2017.

GINÉ-GARRIGA, Ricard; PÉREZ-FOGUET, Agustí. **Measuring Sanitation Poverty: A Multidimensional Measure to Assess Delivery of Sanitation and Hygiene Services at the Household Level**, Oxford Poverty Hum. Dev. Initiat. 116 (2018) 1–18.

GIORDANO, Gandhi. **Apostila do curso de Tratamento de Efluentes Industriais**. Vitória-ES: ABES-ES, 2008.

GUIMARÃES, Ester Feche; MALHEIROS, Tadeu Fabrício; MARQUES, Rui Cunha. **Inclusive governance: New concept of water supply and sanitation services in social vulnerability areas**. Util. Policy. 43 (2016) 124–129. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.06.003> >. Acesso em: 20 set. 2020.

IGUÁ SANEAMENTO. **Iguá dá início à concessão plena dos serviços de água e esgoto no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IGUÁ SANEAMENTO, 2022. Disponível em: < <https://igua.com.br/rio-de-janeiro/noticias/igua-da-inicio-a-concessao-plena-dos-servicos-de-agua-e-esgoto-no-rio-de-janeiro-1> >. Acesso em: 10 abr. 2022.

INEA (Instituto Estadual do Ambiente), 1986, **NT-202.R-10 - Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos**. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/bmvh/mdey/~e disp/inea012974.pdf>>. Acesso em 20 set. 2020.

\_\_\_\_\_, 1991, **DZ-942.R-7 – Diretriz do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos – PROCON Água**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.baktron.com.br/img/ManagerImages/DZ942%20R7.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2020.

\_\_\_\_\_, 1994, **DZ-215.R-1 – Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária**, Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde0/~edisp/inea0014059.pdf> >. Acesso em: 20 set. 2020.

\_\_\_\_\_, 2004, **DZ-1.310.R-7 – Sistema de Manifesto de Resíduos**, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_pres\\_aspres/documents/document/zwff/mda3/~e disp/inea\\_007131.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zwff/mda3/~e disp/inea_007131.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2020.

\_\_\_\_\_, 2007, **DZ-215.R-4 – Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária**, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA\\_DZ-215.pdf](http://www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA_DZ-215.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2020.

\_\_\_\_\_, 2020, **Sistema Laguna de Jacarepaguá**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Qualidadedaagua/Lagoas/SistemaLagunardeJacarepagua/PrincipalSLJ/index.htm>> Acesso em 8 de out. 2020.

\_\_\_\_\_, 2021, **NOP-INEA-45 - Critérios e padrões de lançamento de esgoto sanitário**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/NOP-INEA-45.pdf>>. Acessado em 14 de dez. 2021.

\_\_\_\_\_, 2023, **Bacia do Sistema Lagunar de Jacarepaguá**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br/rh-v-baia-de-guanabara/>>. Acessado em 26 de nov. de 2023.

IPP, **Instituto Pereira Passos**, Data Rio, 2020. Disponível em: <<https://www.data.rio/search?groupIds=0f4009068ec74e17b25eb3e70891b95f&sort=-modified>> Acessado em: 08 de set. 2020.

\_\_\_\_\_, 2010. Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/domic%C3%ADlios-particulares-permanentes-por-exist%C3%AAncia-de-banheiro-ou-sanit%C3%A1rio-e-esgotamento-sanit%C3%A1rio-segundo-as-%C3%A1reas-de-planejamento-ap-regi%C3%B5es-de-planejamento-rp-regi%C3%B5es-administrativas-ra-e-bairros-do-munic%C3%ADpio-do-rio-de-janeiro-2010/about>> Acessado em: 28 de nov. 2023.

JACOB, Rayssa Vogeler Berquó. **Monitoramento de um sistema descentralizado de tratamento de esgotos domésticos com propostas de reúso de água em áreas isoladas**. 2023.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4 ed. Rio de Janeiro RJ: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária, ABES, 2005.

LA ROVERE, Emilio L.; D'AVIGOGNON, Alexandre; PIERRE, Carla Valdetaro; KLIGERMAN, Débora Cynamon; SILVA, Heliana V. de Oliveira; BARATA, Martha M.de Lima; MALHEIROS, Telma Maria Marques. **Manual de Auditoria Ambiental de Estações de Tratamento de Esgotos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

METCALF, L; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5ª. ed. McGraw Hill, Brasil, 2016.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**, 2021. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/saneamento/>>. Acesso em: 02 de ago. de 2021.

PEREIRA, Renata de Oliviera; BOTTREL, Sue Ellen Costa; BILA, Daniela Maia. Poluição e Qualidade da Água. In: SANTOS, Ana Silvia Pereira; OHNUMA Jr., Alfredo Akira. **Engenharia e Meio Ambiente - Aspectos Conceituais e Práticos**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2021. Cap. 05. p. 83-97. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Cadernos MCidades - Saneamento ambiental**. V.5, Brasília, DF: 2004. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=79F1244D2007E27730C12615B5776274.proposicoesWebExterno1?codteor=136295&filenome=Tramitacao-PL+1144/2003#:~:text=2%C2%BA%20A%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Distrito%20Federal%20e%20os%20Munic%C3%ADpios](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=79F1244D2007E27730C12615B5776274.proposicoesWebExterno1?codteor=136295&filenome=Tramitacao-PL+1144/2003#:~:text=2%C2%BA%20A%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Distrito%20Federal%20e%20os%20Munic%C3%ADpios)>. Acesso em 08 de nov. 2021.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; SILVEIRA, Vicente Fernando. Saneamento Ambiental e Ecologia Aplicada. In: PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. Cap. 02. p. 19-52.

QUADRA, G.R.; SILVA, P.S.A.; PARANAÍBA, J.R.; JOSUÉ, I.I.P.; SOUZA, H.; COSTA, R.; FERNANDEZ, M.; VILAS-BOAS, J.; ROLAND, F. **Investigation of medicines consumption and disposal in Brazil: A study case in a developing country**. Sci. Total Environ. 671 (2019) 505–509. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.334>.

MANÇANO, Mona Rotolo. **Planejamento Urbano e Saneamento: contribuições para a elaboração de planos municipais**. 2010. 211 p. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2010.

MENDES, Thiago Monteiro; BARCELLOS, Christovam. **A dimensão territorial do esgotamento sanitário: o caso do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro, Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v.23, n.2, p. 647-658, 2018.

MENDES, ANTÔNIO DA CRUZ GOUVEIA; MEDEIROS, Kátia Rejane; FARIAS, Sidney Feitosa; LESSA, Fábio Delgado; CARVALHO, Carolina Novaes; DUARTE, Petra Oliveira. **Sistema de Informações Hospitalares Fonte Complementar na Vigilância e Monitoramento das Doenças de Veiculação Hídrica**. Informe Epidemiológico do SUS, v. 9, n. 2, p. 111-124, 2000.

MASTROIANNI, Patricia de Carvalho; LUCCHETTA, Rosa Camila; SARRA, Josiane dos Reis; GALDURÓZ, José Carlos Fernandez. **Estoque doméstico e uso de medicamentos em uma população cadastrada na estratégia saúde da família no Brasil**. Rev Panam Salud Publica, v. 29, n. 5, p. 358–64, 2011.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Guidelines On Sanitation And Health**. Switzerland: WHO, 2018. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274939/9789241514705-eng.pdf?ua=1>> Acesso em 10 de ago. 2020.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>> Acessado em 17 out. 2020.

PROSAB. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. FINEP, 2009. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_2.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_2.pdf)> Acessado em 24 out. 2020.

QUADRA, Gabrielle R.; SILVA, Pâmela S.A.; PARANAÍBA, José R.; JOSUÉ, Iollanda I.P.; SOUZA, Helena.; COSTA, Rafaela; FERNANDEZ, Marcos; VILAS-BOAS, Jéssica; ROLAND, Fábio. **Investigation of medicines consumption and disposal in Brazil: A study case in a developing country**. *Science of the Total Environment*. v. 671, p. 505–509, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.334>>. Acessado em: 15 jul. 2020.

RAMOS, Hayssa Moraes Pintel; CRUVINEL, Vanessa Resende Nogueira; MEINERS, Micheline Marie Milward de Azevedo; QUEIROZ, Camila Araújo; GALATO, Dayani. **Descarte de Medicamentos: Uma Reflexão sobre os Possíveis Riscos Sanitários e Ambientais**. *Ambient. e Soc.* v. 20, n. 4, p. 145–168, 2017.

RAUPP, Ludimila; CUNHA, Gerraldo Marcelo; FÁVARO, Thatiana Regina; SANTOS, Ricardo Ventura. **Basic sanitation and inequalities in color/race in urban households with under-five children, with a focus on the indigenous population**. *Cad. Saude Publica*. 35 (2019) 1–14. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311x00058518>>. Acessado em: 20 set. 2020.

RIGO, Michelle M; RAMOS, Rafaela R.; CERQUEIRA, Alexandre A.; SOUZA, Paulo Sérgio A.; MARQUES, Mônica Regina C. **Destinação e reuso na agricultura do lodo de esgoto derivado do tratamento de águas residuárias domésticas no Brasil**. *Gaia Scientia*, v. 8, n. 1, 174-186, 2014.

RIO DE JANEIRO (CIDADE), 2018. Diagnóstico Intersectorial Integrado da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/10402268/4259609/Relatorio\\_CTPD\\_2018\\_Diagnostico\\_Intersectorial\\_Integrado\\_Completo.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/10402268/4259609/Relatorio_CTPD_2018_Diagnostico_Intersectorial_Integrado_Completo.pdf)> Acessado em: 28 de nov. 2023

\_\_\_\_\_, 2020. Autoridade Pública Olímpica. **Caderno de Políticas Públicas Rio 2016 Jogos Olímpicos e Legado**. Disponível em: <[http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4379008/4130519/RIO2016\\_estudos\\_PORT.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4379008/4130519/RIO2016_estudos_PORT.pdf)> Acessado em: 07 de set. 2020.

SALOMÃO, André Luís de Sá; MARQUES, Márcia; SEVERO, Raul Gonçalves; ROQUE, Odir Clécio da Cruz. **Engineered ecosystem for on-site wastewater treatment in tropical areas**. *Water Science and Technology*, v. 66, n. 10, p. 2131-2137, 2012.

SALOMÃO, André Luís de Sá; HAUSER-DAVIS, Rachel Ann; MARQUES, Márcia **Critical knowledge gaps and relevant variables requiring consideration when performing aquatic ecotoxicity assays**. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. v. 203, 110941, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110941>.

SANTOS, Ana Silvia Pereira; JORDÃO, Eduardo Pacheco. Sistema de Esgotamento Sanitário. In: SANTOS, Ana Silvia Pereira; OHNUMA Jr., Alfredo Akira. **Engenharia e Meio Ambiente - Aspectos Conceituais e Práticos**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2021. Cap. 08. p. 167-189.



SCHENKEL, Eloir Paulo; FÉRNANDES, Luciana Carvalho; MENGUE, Sotero Serrate. Como são armazenados os medicamentos nos domicílios? *Acta Farm. Bonaerense*, n. 24, v. 2, p. 266-70, 2005.

SILVA, Gabriela. **O Processo de Ocupação Urbana da Barra da Tijuca (RJ): Problemas Ambientais, Conflitos Sócio-ambientais, Impactos Ambientais Urbanos**. *Pesquisa em Arquitetura e Construção (PARC)*, Campinas, SP, v. 1, n. 1, 65–93, 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634529>. Acessado em: 11 nov. 2021.

SILVA JUNIOR, Luis Carlos Soares da; OBRACZKA, Marcelo. **Reuso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto no Beneficiamento de Concreto**. *Mix Sustentável*, Florianópolis, v.6, n.4, 85-92, 2020. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3901/3212>. Acessado em: 15 fev. 2024.

SONDOTÉCNICA Engenharia de Solos S.A, 1998. Estudo de Impacto Ambiental para o Projeto de Recuperação Ambiental da Macrobacia de Jacarepaguá. Diagnóstico do meio biótico. Rio de Janeiro, v.3., 108, 1998.

SOUZA, C.C.; AQUINO, S.F.; SILVA, S.Q. **Ensaio toxicológicos aplicados à análise de águas contaminadas por fármacos**. *Eng Sanit Ambient.* v. 25, n. 2, p. 217-228, 2020.

SOUZA, F.P; AZEVEDO, J.P.S. **Panorama das lagoas urbanas no Rio de Janeiro: aspectos relevantes na gestão das Lagoas Rodrigo de Freitas, Araruama e Complexo Lagunar de Jacarepaguá**. *Eng Sanit Ambient.* v. 25, n.1, p. 197-204, 2020.

SOUZA, Helena de Oliveira; COSTA, Rafaela dos Santos; QUADRA, Gabrielle Rabelo; FERNANDEZ, Marcos Antonio dos Santos. **Pharmaceutical pollution and sustainable development goals: Going the right way?** *Sustainable Chemistry and Pharmacy.* V. 21, 100428, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100428>.

STARLING, Maria Clara V.M.; AMORIM, Camila C.; LEÃO, Monica M.D. **Occurrence, control and fate of contaminants of emerging concern in environmental compartments in Brazil**. *J. Hazard. Mater.* 372 (2018) 17–36. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.04.043>. Acessado em: 17 set. 2020.

SUBCOMITÊ DO SISTEMA LAGUNAR DE JACAREPAGUÁ. Conheça o Subcomitê Jacarepaguá. Disponível em: <http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/sc-jacarepagua/>. Acessado em: 07 mar. 2021.

SURVEYMONKEY, Sample size calculator, 2020.  
<https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator>.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFMG), 1996.

\_\_\_\_\_. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 4. Lodos Ativados.** 2ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFMG), 2002.

## APÊNDICE 1

Questionário destinado a população da Região Administrativa da Barra da Tijuca.

Pesquisa a respeito das condições e percepções sobre o Saneamento Básico – Rio de Janeiro/RJ (Processo nº 4.717.220 de 2021)

### TERMO DE CONSENTIMENTO E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “Condições e Percepções da População da Região Administrativa da Barra da Tijuca sobre o Saneamento Básico” conduzida pelos professores Dr. André Salomão, Marcelo Obraczka e o mestrando Phillipe Rocha Silva do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PEAMB da UERJ. Este estudo tem por objetivo entender melhor a percepção dos moradores da Área de Planejamento 4.2 da cidade do Rio de Janeiro sobre o tópico saneamento, assim como a maneira de descarte de medicamentos.

Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo. A participação nesse questionário implica em risco nulo (por constrangimento) e não será remunerada nem implicará em custos.

A colaboração em participar desta pesquisa consistirá em responder a um questionário com duração de aproximadamente 5 minutos, breve e sucinto e não haverá nenhum registro de áudio, vídeo ou imagem para fins de transcrição dos dados.

Seu auxílio em responder ajudará a identificar pontos de melhoria que podem contribuir para a região objeto do estudo e seus respectivos bairros, visando levantar dados importantes para tomadas de decisões que envolvem os esgotos recebidos no complexo lagunar da Barra da Tijuca, visando a saúde ambiental das lagoas.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, assegurando o sigilo de sua participação. Os pesquisadores responsáveis se comprometeram em tornar público nos meios

acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, clique em "Próxima" ao final da página para iniciar a pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional dos pesquisadores responsáveis e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento. Contatos dos pesquisadores responsáveis: Professor André Salomão, Professor Marcelo Obraczka e Professora Alena Netto, Rua São Francisco Xavier, 524, sala 5024E, e-mail: uerj.saneamento.area.4.2@gmail.com - Telefone: (021) 2234-0959.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com os pesquisadores responsáveis, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180.

Ao clicar em "Próxima", você declara que entende os objetivos, complexidades e benefícios de sua participação na pesquisa, e que concorda em participar. A UERJ e o Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PEAMB agradecem a sua ajuda.

## QUESTIONÁRIO

Questionário aos moradores da Região Administrativa da Barra da Tijuca, a respeito das condições e percepções sobre o Saneamento Básico. Pesquisa realizada pelo Centro de Pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia Ambiental.

Professor Responsável: André Salomão / Mestrando: Phillipe Rocha Silva

### **Aspectos socioeconômicos e demográficos**

**1 – A população de interesse nesta pesquisa compreende somente os moradores da Região Administrativa da Barra da Tijuca. Em qual bairro você reside?**

- a- Barra da Tijuca
- b- Camorim
- c- Grumari
- d- Itanhangá
- e- Joá
- f- Recreio dos Bandeirantes

- g- Vargem Grande
- h- Vargem Pequena

**2 – Faixa etária:**

- a- 18-29
- b- 30-39
- c- 40-49
- d- 50-59
- e- 60-79
- f- Mais que 80

**3 – Gênero:**

- a- Feminino
- b- Masculino
- c- Outro: \_\_\_\_\_

**4 – Nível de escolaridade:**

- a- Não frequentei a escola
- b- Ensino Fundamental incompleto
- c- Ensino Fundamental completo
- d- Ensino Médio incompleto
- e- Ensino Médio completo
- f- Ensino Superior incompleto
- g- Ensino Superior completo
- h- Pós-graduado (Mestre/Doutor)

**5 – Estado civil:**

- a- Solteiro(a)
- b- Casado(a)
- c- Viúvo(a)
- d- Divorciado(a) ou Desquitado(a)
- e- União Estável
- f- Outro: \_\_\_\_\_

**6 – Qual sua área de ocupação/trabalho?**

- a- Estudante
- b- Área do Comércio
- c- Área da Educação
- d- Área da Segurança
- e- Área da Saúde
- f- Área da construção
- g- Economia/mercado financeiro
- h- Comunicação
- i- Direito
- j- Funcionário Público
- k- Do lar / casa de família

- l- Autônomo
- m- Aposentado
- n- Desempregado
- o- Empresa Privada / Startup
- p- Outro: \_\_\_\_\_

**7 – Qual a sua renda familiar mensal? Considerando o salário mínimo de 2020 no valor de R\$ 1045,00.**

- a- Nenhuma renda
- b- Menos de 1 salário mínimo
- c- 1 a 3 salário mínimos
- d- 4 a 6 salário mínimos
- e- 7 a 9 salário mínimos
- f- 10 ou mais

**8 – Quantas pessoas, incluindo você, residem na sua casa?**

- a- Moro sozinho
- b- 2 pessoas
- c- 3 pessoas
- d- 4 pessoas
- e- 5 pessoas
- f- Mais de 5 pessoas

**9 – Qual o tipo de residência em que você mora?**

- a- Prédio
- b- Condomínio de prédios
- c- Casa
- d- Condomínio de casas
- e- Casa em comunidade
- f- Sítio / Chácara
- g- Outro: \_\_\_\_\_

**10 – Como você avalia as condições de saneamento básico (fornecimento de água, tratamento de esgoto, coleta de lixo, drenagem urbana) no seu Bairro?**

- a- Excelente
- b- Boa
- c- Regular
- d- Ruim
- e- Péssima

**11 – Qual a sua percepção sobre a importância do saneamento básico na saúde da população e do meio ambiente?**

- a- Muito importante
- b- Importante
- c- Pouco importante
- d- Indiferente
- e- Sem importância

**12 – Você acha importante investir em saneamento básico?**

- a- Sim
- b- Não

**13 – Classifique de acordo com a importância, sendo (1) muito importante, (2) importante, (3) menos importante e (4) não importante. OBS: Pode ser usado uma mesma classificação para mais de 1 parâmetro.**

- a- Tratamento de Esgoto ( )
- b- Tratamento de Água ( )
- c- Tratamento de Resíduos Sólidos (Lixo) ( )
- d- Drenagem urbana ( )

**14 – Na sua opinião, qual o maior problema para a falta de saneamento no seu Bairro?**

- a- Falta de condições econômicas dos usuários
- b- Falta de interesse da população
- c- Falta de interesse do poder público
- d- Falta de infraestrutura
- e- Falta de organização urbanística
- f- Não sei informar

**15 – Qual a fonte de abastecimento de água utilizada na sua residência?**

- a- Rede Pública de abastecimento
- b- Poço artesiano
- c- Nascente
- d- Não sei informar
- e- Outros: \_\_\_\_\_

**16 - Qual a forma de descarte do lixo adotado na sua residência?**

- a- Coleta municipal em domicílio
- b- Ponto de coleta coletivo
- c- Queimado
- d- Enterrado
- e- Descarte em terreno baldio
- f- não é coletado

**17 – Qual tipo de tratamento de esgoto é aplicado na sua residência?**

- a- Rede municipal
- b- Fossa Séptica, sistema fossa-filtro-sumidouro, Ecofossa ou similar
- c- Fossa negras ou rudimentares
- d- Sistemas vegetados/ tanques de plantas / Wetlands
- e- Sistema Condominial de tratamento
- f- Sem tratamento / lançamento em rio
- g- Não sei informar
- h- Outro: \_\_\_\_\_

**18 – Com que frequência você percebe odores (cheiros) desagradáveis característicos do tratamento de esgoto aplicado em sua residência?**

- a- Todos os dias
- b- Às vezes em alguns dias
- c- Raramente
- d- Não percebe

**19 – Com que frequência você percebe barulhos desagradáveis resultante do processo de tratamento de esgoto aplicado em sua residência?**

- a- O dia todo
- b- Em alguns momentos do dia
- c- Raramente
- d- Não percebo

**20 - Com que frequência você realiza ou contrata um serviço de manutenção do sistema de tratamento de esgoto da sua residência?**

- a- Estou ligado à rede pública de esgoto
- b- Não realizo manutenção
- c- Não sei informar
- d- Realizo todo mês
- e- Realizo a cada 6 meses
- f- Realizo a cada 12 meses
- g- Raramente realizo

**21 – Na sua opinião, após o tratamento do esgoto numa estação de tratamento, qual deve ser o seu destino (onde ele deve ser lançado)?**

- a- No mar
- b- No rio
- c- Numa lagoa
- d- Infiltração no solo
- e- Não sei informar

**22 – Na sua opinião, quem deve ser o responsável pelo tratamento do seu esgoto?**

- a- Você
- b- Empresa de tratamento de água e esgoto
- c- Prefeitura
- d- Governo do Estado
- e- Governo Federal

**23 – Na sua opinião, o lançamento inadequado de esgoto no meio ambiente pode ser considerado um crime de poluição passível de cadeia?**

- a- Sim
- b- Sim, mas não passível de cadeia
- c- Não

**24 – Você é a favor da privatização dos serviços de saneamento no Brasil?**

- a- Sim
- b- Não



**Descarte de medicamento**

**25 - Quais desses medicamentos você consumiu nos últimos dias? Marque quantas opções forem necessárias**

- a- Vitaminas
- b- Suplementos alimentares
- c- Analgésicos
- d- Anti-Inflamatórios
- e- Anti-hipertensivo
- f- Calmantes
- g- Antibióticos
- h- Ansiolíticos
- i- Antigripal
- j- Antitérmicos
- k- Antiácidos
- l- Antiespasmódicos (cólicas)
- m- Antialérgico
- n- Hormônios (anticoncepcional ou reposição hormonal)
- o- Imunossupressores
- p- Outro: \_\_\_\_\_

**26 – Você possui um estoque domiciliar de medicamentos?**

- a- Sim
- b- Não

**27 – Por qual motivo você descarta (joga fora) os medicamentos?**

- a- Não estava usando
- b- Prazo de validade
- c- Sobrou
- d- Abandonei o tratamento
- e- Não descarto medicamentos
- f- Outro: \_\_\_\_\_

**28 – Como realiza o descarte dos medicamentos?**

- a- Lixeira para resíduos comum
- b- Pia
- c- Vaso sanitário
- d- Coletor do meu condomínio
- e- Posto de saúde / Hospitais / Clínicas
- f- Farmácias ou Drogarias
- g- Universidades
- h- Supermercados
- i- Outros: \_\_\_\_\_

**29 - Você já parou para pensar que o descarte de medicamentos em pias ou vasos sanitários, vai para o esgoto e pode chegar até um corpo hídrico, como o complexo lagunar da Barra da Tijuca (caso não esteja ligado à rede de esgoto), causando algum tipo de dano ambiental?**

- a- Sim

b- Não

**30 – Se houvesse uma lei que regulamentasse o descarte dos medicamentos vencidos ou obsoletos (logística reversa) em pontos específicos de coleta no seu bairro, você estaria disposto a ir a estes locais para realizar o descarte adequadamente?**

a- Sim

b- Não

**31 - Você gostaria de deixar algum comentário a respeito da pesquisa, tanto em relação ao teor das perguntas quanto a sugestões, críticas ou elogios em geral?**