



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de
Recursos Hídricos

Marina Nunes dos Santos

**Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Pedro,
sub-bacia do Rio Guandu – RJ**

Rio de Janeiro
2024

Marina Nunes dos Santos

**Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Pedro,
sub-bacia do rio Guandu – RJ**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Instrumentos da Política de Recursos Hídricos.

Orientadora Prof.^a Dra. Claudia Hamacher

Coorientador Prof. Friedrich Wilhelm Herms

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

S237 Santos, Marina Nunes dos.
Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Pedro, sub-bacia do rio Guandu – RJ / Marina Nunes dos Santos. – 2024.
115 f. : il.
Orientador: Claudia Hamacher.
Coorientador: Friedrich Wilhelm Herms.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências.

1. Índice de qualidade de água – Teses. 2. Água – qualidade - Teses. 3. Guandu, Rio, Bacia (RJ) – Teses. I. Hamacher, Claudia. II. Herms, Friedrich Wilhelm. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia e Ciências. III. Título.

CDU 628.1(815.3)

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

Assinatura

Data

Marina Nunes dos Santos

**Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Pedro,
sub-bacia do rio Guandu – RJ**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Instrumentos da Política de Recursos Hídricos.

Aprovada em: 17 de outubro de 2024.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Cláudia Hamacher (Orientadora)

Faculdade de Oceanografia - UERJ

Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Herms (Coorientador)

Faculdade de Oceanografia – UERJ

Prof.^a Dra. Cleonice Puggian

Faculdade de Oceanografia - UERJ

Prof.^a Dra. Cassia de Oliveira Farias

Faculdade de Oceanografia – UERJ

Dra. Priscila Borba

Prefeitura Municipal de Japeri

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sérgio e Lenice (in memorian).

AGRADECIMENTOS

Gratidão

Substantivo Feminino

1 – qualidade de quem é grato

2 – reconhecimento de uma pessoa por alguém que lhe prestou um benefício, um auxílio, um favor etc.; agradecimento.

Nenhuma batalha é vencida sozinha. No decorrer desta luta algumas pessoas estiveram ao meu lado e percorreram este caminho como verdadeiros soldados, estimulando que eu buscasse a minha vitória e conquistasse meu sonho.

Agradeço a Deus pelo dom da vida. Sou grata por cada conquista ao longo deste percurso, e também pelas derrotas, as quais me serviram de aprendizado. Em tempos de angústias, seu amor e seu conforto se fizeram presente e não me permitiram desistir. Você é o maior responsável por esta conquista.

Gratidão eterna aos meus pais (im memorian), que enquanto estiveram em vida, sempre sonharam os meus sonhos, ofertando apoio, compreensão e estímulo.

Ao meu pai Sérgio, o homem da minha vida, meu maior e eterno amor. A pessoa que me ensinou o significado da palavra caráter. A primeira pessoa a comemorar comigo, mesmo num leito de hospital, quando meu nome saiu na lista de aprovados. A pessoa que enquanto esteve aqui, em vida, não deixou em nenhum segundo que eu me sentisse sozinha.

À minha mãezinha Lenice, a mulher mais forte que eu já conheci na vida, com o coração mais lindo e mais puro que um ser humano pode ter. Quem me fez entender o verdadeiro significado de amor. Obrigada por não medir esforços em tornar a minha caminhada mais leve, por nunca ter soltado a minha mão e por toda felicidade em cada conquista minha. Se eu pudesse fazer um único pedido, seria que você pudesse estar aqui, vivenciando isto comigo.

Mãe, Pai... essa conquista só foi possível por vocês, e é única e exclusivamente a vocês ao qual eu dedico. Obrigada por me escolherem! Sei que onde quer que estejam, estão felizes e vibrando comigo. Nos vemos na eternidade.

À minha irmã, Victória, meu anjo da guarda, minha alma gêmea. Obrigada por sempre me incentivar e acreditar que tudo daria certo, mesmo quando eu não acreditava. Por nunca

me deixar e por sempre sonhar os meus sonhos. Eu te amo além da vida.

Ao meu irmão Pedro Henrique, meu exemplo de força e perseverança. Saber que tenho e que posso contar com você me traz segurança e torna minha vida mais tranquila. Você também é minha fonte de inspiração.

Aos meus amados sobrinhos, Pedro Henrique Junior, Talita, Stephanie e Patrícia. Isso também é por vocês.

Às minhas amigas de vida que seguraram a minha mão nos momentos mais difíceis, e que se fazem mais presentes que parentes próximos.

À minha psicóloga, Rosiane, que além de acreditar em mim, me ajudou a entender que eu era capaz.

Aos meus amigos do Profágua, que nunca mediram esforços em incentivos e ajudas quando precisei.

Aos colegas da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Japeri por me aceitarem como sou e terem ouvidos pacientes.

À minha orientadora Claudia Hamacher por toda paciência, incentivo e auxílio. Você faz parte disso.

Ao coordenador Geral do Profágua UERJ, Friedrich Hermes, por todo apoio não só na jornada acadêmica. Obrigada pelas palavras de carinho e entendimento perante as minhas dificuldades.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas (ANA) através do Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pelo apoio técnico científico oferecido, e à ANA e à CAPES pelo apoio ao ProfÁgua aportado até o momento.

Não importa o que aconteça, continue a nadar.

*WALTERS, Graham;
PROCURANDO NEMO,
2003*

RESUMO

SANTOS, Marina Nunes dos. **Avaliação da Qualidade da bacia hidrográfica do rio São Pedro, sub-bacia do rio Guandu-RJ**. 2024. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Apesar de sua importância, a água não tem recebido o valor que merece, sendo sua qualidade comprometida por diversas atividades humanas, como as industriais, comerciais, domésticas e rurais. Para avaliar a qualidade da água, é necessário analisar vários parâmetros, mas a complexidade dos dados gerados dificulta a compreensão do público leigo. Nesse contexto, o Índice de Qualidade da Água (IQA) surge como uma ferramenta valiosa que sintetiza essas informações em um único valor, facilitando sua interpretação e divulgação. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água do rio São Pedro, afluente do rio Guandu através da aplicação do IQA proposto pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME), para o período de 2013 a 2023. Para tal, foram utilizados dados secundários da estação de monitoramento do INEA, SP310, no rio São Pedro. Neste estudo foi adotado como referência de qualidade de água os limites da Resolução CONAMA 357 de 2005 para água doce classe 2. Foi realizada a descrição dos dados do monitoramento, o tratamento estatístico e o cálculo do IQA-CCME. A partir da análise dos dados foi identificado o uso inadequado do IQA-NSF pelo INEA, o que não permitiu a comparação entre os resultados dos índices, que era a ideia original deste índice. Os resultados demonstraram melhorias significativas na qualidade da água do rio São Pedro ao longo dos anos em estudo (2013-2023). A aplicação do IQA-CCME evidenciou uma evolução gradual, com a água passando de uma classificação "regular" para "boa". Ao realizar o teste de Mann-Whitney entre as variáveis foi verificada a influência de chuvas 24 horas antes das amostragens sobre a qualidade da água, havendo uma piora após as chuvas. A localização do ponto de monitoramento próximo a Unidades de Conservação e a áreas rurais que possuem atividades pecuárias podem ser uma possível hipótese para a presença de coliformes termotolerantes na água do rio. Por fim, conclui-se que o IQA-CCME é uma ferramenta eficaz na indicação da qualidade das águas, com metodologia simples, com a vantagem de permitir a incorporação de novos parâmetros. No entanto, sua desvantagem é a necessidade de pelo menos quatro campanhas de monitoramento, o que pode ser uma grande limitação para sua aplicação em um monitoramento inconstante.

Palavras-chave: Índice de qualidade de água; monitoramento; CCME.

ABSTRACT

SANTOS, Marina Nunes dos. **Avaliação da Qualidade da bacia hidrográfica do rio São Pedro, sub-bacia do rio Guandu-RJ.** 2024. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Despite its importance, water has not received the value it deserves, with its quality compromised by various human activities, including industrial, commercial, domestic, and agricultural ones. To assess water quality, it is necessary to analyze several parameters; however, the complexity of the generated data complicates understanding for the lay public. In this context, the Water Quality Index (WQI) emerges as a valuable tool that synthesizes this information into a single value, facilitating interpretation and dissemination. The primary objective of this study was to evaluate the water quality of the São Pedro River, a tributary of the Guandu River, through the application of the WQI proposed by the Canadian Council of Ministers of the Environment (WQI-CCME) for the period from 2013 to 2023. Secondary data from the INEA monitoring station, SP310, on the São Pedro River were used. For this study, the quality reference for water was based on the limits set by CONAMA Resolution 357 of 2005 for freshwater class 2. A description of the monitoring data, statistical treatment, and calculation of the WQI-CCME were conducted. Data analysis identified the inappropriate use of the NSF WQI by INEA, which hindered the comparison between index results, contrary to the original intent of this index. The results showed significant improvements in the water quality of the São Pedro River over the study years (2013-2023). The application of the WQI-CCME revealed a gradual evolution, with water quality improving from "fair" to "good." A Mann-Whitney test between variables confirmed the influence of rainfall 24 hours before sampling on water quality, showing deterioration post-rainfall. The location of the monitoring point near Conservation Units and rural areas with livestock activities may explain the presence of thermotolerant coliforms in the river water. In conclusion, the WQI-CCME is an effective tool for indicating water quality, featuring a simple methodology and the advantage of allowing the incorporation of new parameters. However, its disadvantage is the need for at least four monitoring campaigns, which can be a significant limitation for inconsistent monitoring.

Keywords: Water quality index; monitoring; CCME.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Classes de enquadramento das águas doces e qualidade da água segundo a Resolução Conama nº 357/2005.....	23
Figura 2 –	Classes de enquadramento das águas doces e seus usos respectivos.....	24
Figura 3 –	Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA-NSF.....	29
Figura 4 –	Localização da RH II composta por seus respectivos municípios e unidades hidrológicas de planejamento.....	36
Figura 5 –	Localização da bacia hidrográfica do rio São Pedro.....	38
Figura 6 –	Geologia da região hidrográfica II subdividida por UHP's.....	41
Figura 7 –	Geomorfologia da região hidrográfica II subdividida por UHP's.....	43
Figura 8 –	Distribuição das classes de uso do solo por UHP da RH II – UHP 5 corresponde aos rios São Pedro e Santana.....	45
Figura 9 –	Mapa do zoneamento do município de Japeri de acordo com o plano diretor instituído em 2019.....	47
Figura 10 –	Mapa das UC's presentes na região da bacia hidrográfica do rio São Pedro.....	48
Figura 11 –	Unidade de Tratamento de Água São Pedro.....	52
Figura 12 –	Represa Ribeirão das Lajes.....	53
Figura 13 –	Mapa de projeção do esgotamento sanitário de Japeri.....	55
Figura 14 –	Localização da estação de monitoramento de qualidade de água do INEA SP310, no rio São Pedro.....	57
Figura 15 –	Correlação entre os parâmetros fósforo total e turbidez para os anos de 2013 a 2023 na estação de monitoramento do INEA no rio São Pedro, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.....	74
Figura 16 –	Correlação entre os parâmetros de fósforo total e oxigênio dissolvido para os anos de 2013 a 2023, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.....	74
Figura 17 –	Correlação entre os parâmetros de turbidez e coliformes termotolerantes para os anos de 2013 a 2023, a partir da aplicação do Teste de	

	correlação de	
	Speraman.....	75
Figura 18 –	Correlação entre os parâmetros de temperatura do ar e da água para os anos de 2013 a 2023, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.....	76
Figura 19 –	Boxplots das medianas para os parâmetros turbidez, coliformes termotolerantes, sólidos totais dissolvidos, temperatura do ar, condutividade e cor verdadeira, que apresentatam durante o teste de Mann-Whitney diferenças significativas nas coletas com chuva 24 horas antes para o período de 2013 a 2023.....	77
Figura 20 –	Resultados do cálculo do IQA-CCME anual para os anos de 2013 a 2023 na estação de monitoramento do INEA SP310, localizada no rio São Pedro.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Parâmetros de qualidade da água utilizados no cálculo do IQA-NSF, suas unidades de medida e seus respectivos pesos.....	30
Tabela 2 –	Classificação dos valores do IQA-NSF em faixas de qualidade.....	31
Tabela 3 –	Categorização da qualidade da água pelo IQA – CCME.....	34
Tabela 4 –	Classes de uso do solo para os rios São Pedro e Santana com sua proporção por área para cada tipo de uso.....	46
Tabela 5 –	Consumo estimado de água da bacia hidrográfica do rio São Pedro por segmento de usuário de acordo com o PERH GUANDU 2018.....	51
Tabela 6 –	Localidades e quantidades de soluções individuais de biodigestores instaladas no município de Japeri.....	56
Tabela 7 –	Limites de concentração definidos pela Resolução CONAMA nº 357, para água doce classe 2 (BRASIL, 2005), dos parâmetros selecionados para o cálculo do IQA – CCME.....	60
Tabela 8 –	Limite estabelecido para nitrogênio amoniacal de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005 em função do pH.....	61
Tabela 9 –	Total de campanhas de monitoramento do INEA realizadas por ano para o período de 2013 a 2023, para o rio São Pedro, com número de campanhas com ausência de algum parâmetro que compõe o cálculo do IQA-NSF.....	64
Tabela 10 –	Levantamento de ausência de valores de cada parâmetro na planilha de dados de monitoramento do rio São Pedro disponibilizada pelo INEA..	65
Tabela 11 –	Valores calculados de mediana, máximo e mínimo de cada parâmetro monitorado pelo INEA na estação SP310, no rio São Pedro, entre os anos de 2013 a 2023 e percentual de valores menores que o limite de detecção (LD).....	67
Tabela 12 –	Coeficientes de correlação entre os parâmetros monitorados pelo INEA no rio São Pedro a partir da aplicação do Teste de Correlação de Spearman. Valores grifados em vermelho representam coeficientes significativos com $p < 0,05$	72

Tabela 13 – Resultados do teste de Mann-Whitney entre as variáveis monitoradas pelo INEA no rio São Pedro em amostragens com e sem chuva 24 horas anteriores à coleta das amostras. Valores grifados em vermelho representam variáveis cujas medianas são estatisticamente diferentes entre os tratamentos adotados (com e sem chuva).....	77
Tabela 14 – Classificação dos resultados em relação a faixa de qualidade do IQA-CCME para o rio São Pedro.....	80
Tabela 15 – Tabela 15 - Valores de F1, F2 e F3 para os anos de 2015 a 2023.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGENERSA	Agência Reguladora de Energia e Saneamento
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento
APPs	Áreas de Preservação Ambiental
Bdia	Banco de Dados de Informações Ambientais
CERHI – RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONOMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IAP	Índice de Qualidade das Águas Brutas Para Fins de Abastecimento Público
IB	Índice de Balneabilidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice de Estado Trófico
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INEA – RJ	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
IQA	Índice de Qualidade de Águas
IQA – BCWQI	Índice de Qualidade de Água British Minister of Environment Lands and Parks
IQA – CCME	Índice de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of The Environment
IQA – NSF	Índice de Qualidade de Água National Sanitation Foundation
LD	Limite de Detecção
NTU	Nephelometric Turbidity Units
OD	Oxigênio Dissolvido
PDA	Plano Diretor de Águas
PDE	Plano Diretor de Esgoto
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos

PSNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PRMRJ	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
REBIO	Reserva Biológica
RH	Região Hidrográfica
SEAS	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade
SEMADES	Secretaria Municipal do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SINGREH	Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
UC	Unidade de Conservação
UHP	Unidade Hidrológica de Planejamento
UT	Unidade de Tratamento
ZAIL	Zona Agrícola, Industrial e Logística
ZRC	Zona Residencial e Comercial
ZR	Zona Rural
ZEIE	Zona Especial de Interesse Energético
ZT	Zona de Tratamento
ZTE	Zona de Turismo e Esporte

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	14
	JUSTIFICATIVA.....	16
1	OBJETIVOS	18
1.1	Geral	18
1.2	Específicos	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1	Legislação brasileira.....	19
2.2	Enquadramento dos corpos d'água.....	22
2.3	Indicadores e índices.....	25
2.4	Índices de qualidade de água.....	26
2.5	IQA – NSF.....	28
2.6	IQA – CCME.....	31
3	ÁREA DE ESTUDO.....	35
3.1	Localização Geográfica.....	35
3.2	Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs) que compõem a RH II.....	37
3.3	População.....	39
3.4	Geologia, Geomorfologia e Solos.....	40
3.4.1	<u>Geologia Regional</u>	40
3.4.2	<u>Geomorfologia.....</u>	41
3.4.3	<u>Pedologia.....</u>	44
3.5	Clima.....	44
3.6	Uso e ocupação do solo, cobertura vegetal e zoneamento.....	45
3.7	Unidades de conservação.....	47
3.7.1	<u>Reserva Biológica do Tinguá.....</u>	49
3.7.2	<u>Área de Proteção Ambiental Jaceruba.....</u>	49
3.7.3	<u>Área de Proteção Ambiental Pedra Lisa.....</u>	49
3.7.4	<u>Área de Proteção Ambiental do Guandu.....</u>	50
3.8	Saneamento Básico.....	50
3.8.1	<u>Recursos Hídricos.....</u>	50
3.8.2	<u>Qualidade da água.....</u>	51

3.8.3	<u>Demandas Hídricas</u>	51
3.8.4	<u>Sistemas de abastecimento de água no município de Japeri</u>	51
3.8.5	<u>Esgotamento Sanitário</u>	53
4	METODOLOGIA	56
4.1	Levantamento dos dados	57
4.2	Compilação e tratamento dos dados do monitoramento de qualidade da água do INEA em planilhas Excel	58
4.3	Definição de limites para aplicação do IQA-CCME	59
4.4	Realização dos cálculos de IQA-CCME	61
4.5	Comparação entre os resultados do IQA-CCME e IQA-NSF	61
4.6	Tratamento Estatístico dos Dados	62
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
5.1	Descrição dos dados de monitoramento de qualidade da água do rio São Pedro	63
5.2	Análises estatísticas	71
5.3	Análise dos resultados do do IQA – CCME	79
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
	REFERÊNCIAS	87
	APÊNDICE A – Dados sistemáticos do INEA para estação SP310, localizado no rio São Pedro, planilhados e organizados para o período temporal de 2013 a 2023	94

INTRODUÇÃO

Embora seja um recurso natural, a água doce é um recurso finito.

No que se diz respeito à disponibilidade de água no planeta, estima-se que a superfície da Terra é formada por 70% de água, e deste total, menos de 1% é próprio para consumo. Do total disponível de água no planeta, 97% estão nos mares e oceanos (água salgada), não sendo diretamente utilizáveis para agricultura, indústrias ou consumo humano. Apenas os 3% restantes são de água doce. Desta pequena fração 2,7% encontram-se em geleiras, ou sob a forma de água subterrânea com profundidades superiores a 800m, o que em geral torna inviável economicamente sua extração para consumo humano (FUNASA, 2006).

Resulta-se que apenas 0,3% da quantidade de água total do planeta pode ser prontamente utilizada para consumo, sendo 0,01% em lagos e rios, o restante de 0,29% está distribuído em águas subterrâneas em profundidades menores que 800m (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

No entanto, mesmo diante da importância da água, este bem não tem recebido seu devido valor. A qualidade da água vem se deteriorando expressivamente devido à falta de políticas públicas e ao crescimento exponencial da população (MERTEN et al. 2002).

A qualidade da água pode ser alterada por diversas atividades antrópicas, ou seja, atividades realizadas pelo homem, sejam elas industriais, comerciais, domésticas ou rurais.

De acordo com Von Speling (2005) poluição das águas pode ser entendida como “qualquer adição de substâncias que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos”.

A Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA - regida pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 em seu Art. 3º Inc. III define poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

A Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece os padrões de qualidade da água no Brasil, e é responsável pela classificação dos corpos hídricos e pelas diretrizes ambientais para seu enquadramento, assim como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

Para verificar a qualidade das águas se fazem necessárias determinações de diversos parâmetros, a partir dos quais se torna possível a caracterização geral do corpo hídrico. No entanto, essa grande quantidade de variáveis de qualidade torna complexa a análise e a disseminação dos resultados, assim como limita o entendimento para públicos leigos. Nesse sentido, surge o uso de índices de qualidade de água - IQAs, que são uma ferramenta de grande importância, pois são capazes de sintetizar e de simplificar um grande número de informações em apenas um único valor, o que facilita o entendimento de todos os públicos (SILVEIRA, 2018).

O uso dos IQAs é de extrema utilidade na gestão dos recursos hídricos, pois estes descrevem em uma linguagem fácil e simplificada o estado do corpo hídrico, assim como classifica a qualidade das águas para usos múltiplos, como por exemplo consumo humano e conservação de ecossistemas (FERREIRA, 2019).

Vários são os índices empregados no Brasil, porém o mais utilizado é o índice de Qualidade de Águas da National Sanitation Foundation (IQA-NSF), ou o adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que é conhecido como o IQA-CETESB. Entre os demais índices utilizados pode – se citar o Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP), Índice do Estado Trófico (IET) e Índice de Balneabilidade (IB) (FERREIRA, 2019).

De acordo com Almeida (2014), todos os índices citados anteriormente possuem limitações, e a principal característica em comum é possuírem parâmetros rigidamente definidos.

No Brasil, nos últimos anos, pesquisas em busca de outros IQAs que tragam uma melhor tradução da qualidade da água em determinadas situações vem ganhando força, e estudos empregando o IQA desenvolvido pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME) tem obtido bons resultados (SILVEIRA, 2018).

O presente trabalho pretende avaliar a qualidade da água do rio São Pedro, importante afluente do rio Guandu, a partir do cálculo do IQA desenvolvido pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME), utilizando os dados disponíveis nos boletins consolidados de monitoramento do corpo hídrico divulgados pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA-RJ) para os anos de 2013 a 2023, e realizar a comparação deste índice com o IQA-NSF calculado pelo INEA para o mesmo período.

JUSTIFICATIVA

A avaliação da qualidade da água do rio São Pedro, afluente do rio Guandu, localizado na Região Hidrográfica II do Rio de Janeiro, é essencial por várias razões. O rio Guandu é a principal fonte de abastecimento de água potável para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, e municípios vizinhos. Como afluente, o rio São Pedro contribui diretamente para a qualidade da água que chega ao rio Guandu (CEDAE, acesso em 25 de agosto de 2024).

Sendo assim, o monitoramento regular da qualidade da água do rio São Pedro permite a identificação precoce de possíveis problemas ambientais, possibilitando a adoção de medidas preventivas e corretivas para evitar a contaminação do rio Guandu e garantir a sustentabilidade do fornecimento de recursos hídricos da região. Portanto, a avaliação da qualidade da água do rio São Pedro é uma ação estratégica para a preservação ambiental e a segurança hídrica da população.

Além do ponto já mencionado, a avaliação da qualidade da água do rio São Pedro é fundamental para o cumprimento das legislações ambientais e para o atendimento dos padrões de qualidade exigidos pelas autoridades de saúde e meio ambiente. A legislação brasileira, por meio da Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), estabelece os critérios e parâmetros de qualidade para as águas doces, incluindo os limites para a presença de substâncias químicas, níveis de oxigênio dissolvido e presença de organismos patogênicos. Realizar o monitoramento da água do rio São Pedro é, portanto, uma obrigação legal que visa garantir a sua qualidade.

O rio São Pedro desempenha um papel crucial na manutenção dos ecossistemas aquáticos e terrestres da região. A qualidade da água influencia diretamente a biodiversidade local, afetando a reprodução de espécies aquáticas, a vegetação ribeirinha e as cadeias alimentares. Um rio com boa qualidade de água contribui para a estabilidade dos habitats naturais, promovendo a conservação da biodiversidade e o equilíbrio ecológico da bacia hidrográfica.

Também é importante considerar o impacto social e econômico da qualidade da água. Comunidades que vivem nas proximidades do rio São Pedro dependem diretamente do rio para atividades como pesca, irrigação e até mesmo lazer. A degradação da qualidade da água pode acarretar prejuízos econômicos, restringir o uso desses recursos naturais e gerar custos adicionais para tratamento de água para consumo humano.

Por fim, a verificação contínua da qualidade da água do rio São Pedro é essencial para

embasar políticas públicas e planos de gestão integrada dos recursos hídricos na região. Dados precisos e atualizados sobre a qualidade da água permitem que as autoridades tomem decisões, direcionem investimentos em infraestrutura de saneamento e implementem ações de conservação de maneira mais eficaz.

Portanto, a justificativa para avaliar a qualidade da água do rio São Pedro é robusta, englobando aspectos legais, ambientais, sociais e econômicos, todos interligados pela necessidade de proteger e garantir a sustentabilidade desse recurso hídrico.

1 OBJETIVOS

A seção de objetivos desta dissertação apresenta as metas que nortearam o desenvolvimento do trabalho, detalhando tanto o propósito geral quanto os objetivos específicos a serem realizados.

1.1 Geral

Avaliar a qualidade da água do rio São Pedro, bacia do rio Guandu, localizado no Rio de Janeiro pela aplicação do Índice de Qualidade de Águas proposto pelo CCME, a partir de dados de monitoramento sistemático entre 2013 e 2023.

1.2 Específicos

- a) Consolidar e avaliar os dados de monitoramento da qualidade da água do rio São Pedro disponibilizados pelo INEA para o período temporal de 2013 – 2023,
- b) Verificar a qualidade da água do rio São Pedro através do cálculo do IQA-CCME para o período entre 2013 e 2023,
- c) Comparar os resultados de qualidade do rio São Pedro obtidos pelo cálculo do IQA-CCME e do IQA-NSF disponibilizado pelo INEA,
- d) Disponibilizar a tabela consolidada dos dados do INEA e os valores calculados para o IQA-CCME ao Comitê de Bacia da região hidrográfica II - Comitê Guandu.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho tem como objetivo aprofundar a compreensão das principais legislações brasileiras relacionadas aos recursos hídricos, esclarecer as diferenças conceituais entre índices e indicadores, e analisar os dois índices de qualidade de água utilizados nesta pesquisa: o IQA-NSF e o IQA-CCME.

2.1 Legislação brasileira

Considerada como a primeira lei a tratar sobre o uso de águas, o Código das Águas de 1934, nome pelo qual ficou conhecido, foi instituído pelo Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Sua criação surge a partir da crise econômica do fim do século XIX e início do século XX, no contexto da troca de modelo econômico, de agrário para industrial, onde foi exigido uma maior utilização de energia elétrica para geração de riquezas (CETESB, 2024).

O Código das Águas tratou de vários assuntos, incluindo o uso da água, a prioridade de seu uso e classificou as águas em particulares, comuns ou públicas. Definiu ainda competências em relação a águas públicas de uso comum, sendo divididas como da União, dos estados e dos municípios, com o objetivo de facilitar o controle de seu uso e sua fiscalização (BRASIL, 1934).

Considerado um marco na legislação ambiental do país, instituído pela Lei 4.771, em 1965, o Código Florestal teve como um dos seus pontos principais a definição de matas ciliares como Áreas de Preservação Permanente (APPs). Estas áreas têm a função ambiental de ajudar a preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana. Nestas APPs a vegetação deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante (BRASIL, 1965). As matas ciliares desempenham um papel crucial na preservação e conservação dos recursos hídricos, entre suas funções pode-se destacar a promoção da recarga de aquíferos (EMBRAPA, 2022).

Em 2012 a Lei de Nº 4.771 foi revogada pela Lei Nº 12.651, com o novo código florestal, que manteve as APPs como áreas que devem permanecer intactas pelos proprietários rurais, ou seu possuidor, não apenas por obrigação legal, mas também para garantir a

sustentabilidade ambiental a longo prazo e os benefícios associados à conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade (BRASIL, 2012).

Para a área de saneamento básico, no ano de 1967, foi instituída a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) através da Lei 5.138, com diretrizes para o saneamento, normatizando e estabelecendo o saneamento básico no país (BRASIL, 1967).

Em 1981, foi instituída a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) pela Lei nº 6.938, cujo objetivo era a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, incluindo os recursos hídricos. A PNMA também criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), onde o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) foi definido como órgão consultivo e deliberativo. O CONAMA passou a ser responsável por propor diretrizes de políticas governamentais relacionadas ao meio ambiente e aos recursos naturais, além de deliberar sobre normas e padrões compatíveis com a preservação ambiental (BRASIL, 1981).

A Resolução CONAMA nº 20, de 30 de junho de 1986, foi um avanço significativo no que diz respeito à gestão da qualidade das águas. Ela definiu o enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso preponderante, estabeleceu padrões de qualidade de água e limites para o lançamento de efluentes, que deveriam ser seguidos para garantir a preservação da qualidade da água no país (BRASIL, 1986).

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado foi garantido como um direito de todos, sendo considerado essencial para a qualidade de vida. A Constituição impôs ao Poder Público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Em seu artigo 20º, inciso III, a Constituição tratou das questões de dominialidade das águas, definindo como bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de domínio público, que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham, extinguindo assim a dominialidade privada e dos municípios (BRASIL, 1988).

Num momento em que aumenta a preocupação com a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, em 1997, através da Lei 9.433, é instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecendo o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997). Seus principais objetivos foram: assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o controle

da poluição e o atendimento prioritário dos usos da água; a preservação e a recuperação da qualidade dos corpos d'água; a proteção dos ecossistemas aquáticos e a articulação entre os diferentes agentes envolvidos na gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Entre os seus fundamentos, a PNRH define que a água é um bem de domínio público e um recurso limitado e dotado de valor econômico; a gestão deve sempre proporcionar os usos múltiplos das águas; e em situação de escassez a prioridade é para o consumo humano e dessedentação de animais; onde a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades; e que a unidade territorial para implementação da PNRH é a bacia hidrográfica (BRASIL, 1997).

Entre as diretrizes gerais para implementação da PNRH pode-se destacar: a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; e a integração na gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras (BRASIL, 1997).

Os instrumentos definidos pelo PNRH são (BRASIL, 1997):

- a) **Planos de Recursos Hídricos:** são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos. São planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, e serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.
- b) **Enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes da água:** visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanentes.
- c) **Outorga de direitos de uso de recursos hídricos:** tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.
- d) **Cobrança pelo uso de recursos hídricos:** objetiva reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.
- e) **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH):** um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações

sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Em 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), pela Lei Nº 9.984, com a responsabilidade de implementar a PNRH e promover a gestão adequada dos recursos hídricos no Brasil. A ANA passou a ser o órgão federal responsável pela regulação, controle e planejamento da política de recursos hídricos no país (BRASIL, 2000b).

Já em 2005, foi publicada a Resolução CONAMA nº 357, que substituiu a Resolução CONAMA nº 20, dispondo sobre a classificação dos corpos d'água e estabelecendo diretrizes ambientais para o seu enquadramento. A resolução também definiu as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos. Em 2011, a Resolução CONAMA nº 430 complementou a Resolução nº 357, atualizando os padrões de qualidade e ampliando os critérios para o controle do lançamento de efluentes (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011).

No ano de 2020, a Lei nº 14.026 (Marco Legal do Saneamento) foi criada com o objetivo de modernizar o setor de saneamento básico no Brasil. A nova legislação visava estimular investimentos no setor e melhorar os índices de cobertura e qualidade dos serviços de saneamento básico. Com essa lei, a Agência Nacional de Águas (ANA) passou a se chamar Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, mantendo sua sigla original, mas ampliando suas competências regulatórias, com a edição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil (BRASIL, 2020). A falta de saneamento básico continua sendo um dos maiores desafios para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, impactando tanto a quantidade quanto a qualidade da água disponível.

2.2 Enquadramento dos corpos d'água

Um dos instrumentos de gestão estabelecidos na PNRH é o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes. Seu escopo visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes (BRASIL, 1997). A Lei Federal nº 9.433, estabelece em seu Art. 10 que as classes de corpos de água serão estabelecidas por meio de legislação ambiental (BRASIL, 1997), o que ocorreu por meio da Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

Esta resolução em seu Capítulo II, Art. 3º dispõe que a classificação dos corpos de

água em Território Nacional, é definida em águas doces, salobras e salinas e classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade (BRASIL, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) são definidas cinco classes de qualidade para as águas doces (Figura 1).

Figura 1 - Classes de enquadramento das águas doces e qualidade da água segundo a Resolução Conama nº 357/2005.



Fonte: ANA, acesso em 17 de julho de 2024.

As águas doces podem ser classificadas em:

- Classe especial, que são águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral
- Classe 1, destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2000); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas
- Classe 2, que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades

aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2000); à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca

- Classe 3, destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais
- Classe 4, destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.

As recomendações de uso previstas entre as classes de enquadramento para águas doces, citadas anteriormente, são ilustradas na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Classes de enquadramento das águas doces e usos respectivos.

USOS DAS ÁGUAS DOCES		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação			Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Fonte: ANA, acesso em 17 de julho de 2024

Para o rio São Pedro, objeto de estudo, o seu enquadramento surge através da proposta apresentada ao INEA por meio do Plano de Bacia (PERH, 2006; AGEVAP, 2006) elaborado pelo Comitê Guandu, onde é classificado em sua extensão dentro da Rebio Tinguá, por classe especial e classe 2 do limite da Rebio Tinguá até a sua foz. A aprovação do seu

enquadramento ocorre através da Resolução Comitê Guandu nº 107, de 29 de abril de 2014, sendo aprovada posteriormente pela Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (CERHI-RJ), nº 127 de 27 de agosto de 2014 (PERH, 2018; AGEVAP, 2018).

2.3 Indicadores e índices

O termo “indicador” é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar.

Para Bellen (2005), o indicador comunica ou informa sobre o progresso em direção a uma determinada meta, e é utilizado como um recurso para deixar mais perceptível uma tendência ou fenômeno não imediatamente detectável por meio de dados isolados.

Mueller et al. (1997) aponta que um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações, onde o indicador deve conter atributos de fácil entendimento, com quantificação e linguagem coerente, onde deve se comunicar eficientemente com o estado do fenômeno observado.

De acordo com Mueller et al. (*Op. Cit.*) um bom indicador deve conter:

- Simplificação: deve descrever de forma sucinta o estado do fenômeno estudado e mesmo com coisas complexas, deve ter a capacidade de sintetizar e refletir da forma mais próxima possível à realidade;
- Quantificação: enquanto número, a natureza representativa do indicador deve permitir coerência estatística e lógica com as hipóteses levantadas na sua consecução;
- Comunicação: deve comunicar eficientemente o estado do fenômeno observado. Um bom indicador simplifica para tornar quantificável aspectos do fenômeno, de forma a permitir a comunicação;
- Validade: deve ser produzido em tempo oportuno, pois é um importante elemento do processo decisório dos setores públicos e privados;
- Pertinência: deve atender às necessidades dos seus usuários, transmitindo informações de forma fácil com base científica e métodos adequados.

De acordo com Magalhães Junior (2007) indicadores são modelos simplificados da realidade que possuem a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, eventos ou percepções, de maneira a aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e ajustar as

informações à linguagem e aos interesses dos diferentes atores sociais.

Na gestão, os indicadores são ferramentas fundamentais ao processo de tomada de decisões e para sociedade são instrumentos de extrema importância para o controle social. Não são elementos explicativos ou descritivos, porém contém informações pontuais no tempo e no espaço, ao qual a integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade (MAGALHÃES JÚNIOR, *Op. Cit.*).

Siche et al. (2007) apontam que é comum que ocorra certa confusão entre o significado de índice e indicador, e que frequentemente sejam utilizados como sinônimos. Porém o índice se enquadra como um nível acima do indicador, e apresenta o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem.

Para Januzzi (2004), os índices são elaborados mediante a agregação de dois ou mais indicadores simples, referidos a uma mesma dimensão, ou a diferentes dimensões da realidade sendo uma das maneiras de agregar um conjunto de indicadores e facilitar sua comunicabilidade em virtude de um grande número de dados e informações disponíveis.

A utilização de índices tem aumentando por conta, principalmente, da vantagem que apresentam de realizar uma avaliação integrada, o que deixa o problema simplificado e facilita a comunicação e mobilização de opiniões públicas, de maneira mais eficiente do que utilizar uma lista de indicadores. Índices representam um instrumento gerencial, utilizado para decisão e previsão. Porém quando se necessita de uma compreensão mais detalhada da realidade que os índices descrevem, se faz necessário a consulta a outros indicadores, qualitativos e quantitativos (MARANHÃO, 2007).

2.4 Índices de qualidade de água

Há uma diversidade de parâmetros utilizados para monitorar a qualidade da água, cada um com características distintas. Isso torna desafiador consolidar informações precisas sobre a qualidade da água em um ambiente hídrico específico. No entanto, a divulgação dessas informações é crucial para a gestão adequada dos recursos hídricos, conforme preconizado pela PNRH (ALMEIDA, 2014).

A qualidade da água é essencial e deve ser adequada ao seu uso específico. Para

avaliar se a água está apta para determinado uso, são utilizados indicadores de qualidade, que podem ser variáveis individuais ou um conjunto de variáveis, conhecidos como índices de qualidade da água (AMARO, 2009).

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta matemática que sintetiza múltiplos parâmetros de qualidade da água em um único valor numérico (ALMEIDA, 2014).

A ideia do IQA é proporcionar uma maneira simplificada de avaliar e comunicar a qualidade da água de forma compreensível para gestores, cientistas, autoridades regulatórias e o público em geral. Ele é calculado com base em dados coletados através de programas de monitoramento ambiental, que incluem medições de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água (SILVEIRA, 2018).

Os primeiros desenvolvimentos no uso de categorias de qualidade (classes) conforme seu grau de pureza ou poluição é de longa data, sendo introduzido na Alemanha em 1848 (OTT, 1948; DESÍRIO, 1992 *apud* MMA, 2003).

O índice de Saprobia (SI), proposto por Kolkwitz e Marsson em 1909, foi um dos primeiros índices biológicos de qualidade de água, e seu objetivo era indicar os diversos níveis de deterioração e recuperação dos organismos em resposta à carga orgânica poluidora no corpo d'água (LUMB et al., 2011 *apud* SILVEIRA, 2018).

Desenvolvido em 1965, o Índice de Horton foi o primeiro IQA desenvolvido para avaliar programas de redução da poluição e comunicar informações ao público, projetado para uso geral, sem considerar o tipo específico de utilização do recurso hídrico (AMARO, 2009).

As variáveis escolhidas por Horton para compor o índice foram oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, coliformes fecais, condutividade elétrica, alcalinidade, cloretos, tratamento de esgoto (porcentagem da população atendida) e carbono extraído por clorofórmio (CCME), temperatura e poluição aparente (SILVEIRA, 2018).

Com base no índice de Horton, a Fundação Nacional de Saneamento dos Estados Unidos (National Sanitation Foundation – NSF) desenvolveu, em 1970, um novo índice, o IQA-NSF. Esse índice leva em conta nove parâmetros frequentemente usados para avaliar a qualidade das águas e atribui um peso específico a cada um, relacionando-os por meio de uma equação. O valor final varia de 0 a 100, sendo que valores mais altos indicam melhor qualidade da água (SILVEIRA, 2018).

No Brasil, a intensificação pela utilização de IQAs aconteceu depois que o CONAMA, em seu relatório anual de 1972, enfatizou a necessidade de adotar índices para a avaliação ambiental (MMA, 2003).

Em 1975, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo criou um índice adaptado ao contexto brasileiro, baseado no IQA-NSF (CETESB, 2014).

Nos anos seguintes, vários outros índices foram desenvolvidos em diferentes países. Alguns tinham o objetivo de fornecer uma avaliação geral da qualidade das águas, enquanto outros eram destinados a usos mais específicos, como abastecimento, proteção da vida aquática ou recreação. Também foram criados índices específicos para diferentes tipos de recursos hídricos, como águas subterrâneas ou águas em ambientes lênticos (SANTOS, 2016 *apud* SILVEIRA 2018).

Os IQAs utilizados atualmente diferem entre si em relação à escolha dos parâmetros em sua composição e a consolidação estatística dos mesmos. Uma das principais limitações encontradas nos IQAs é a sua rigidez quanto a composição dos parâmetros, de acordo com a finalidade pretendida. Caso se pretenda a inclusão de outros parâmetros para aquela avaliação, isto não é possível. O mesmo ocorre se há falta de algum parâmetro que faça parte do índice, o que inviabiliza o cálculo (SILVEIRA, 2018).

Em contrapartida, o índice desenvolvido pelo Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente (IQA-CCME), em 1997, não delimita quais os parâmetros que devem ser empregados em seu cálculo, permitindo uma maior flexibilidade na composição do índice (CCME, 2001). Sua criação partiu da premissa de unificar diversos índices utilizados no Canadá e têm sido amplamente utilizado por muitos países.

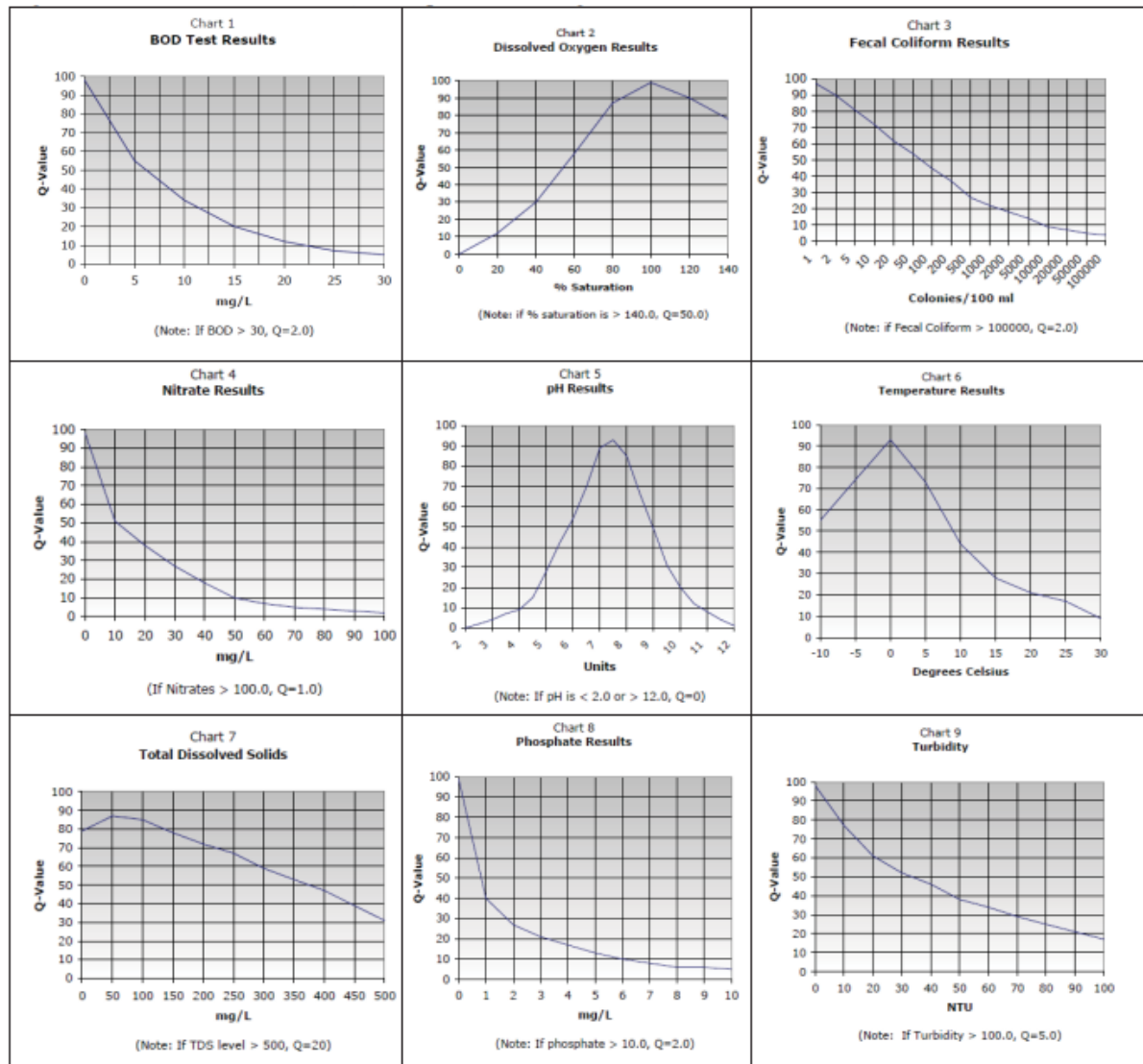
2.5 IQA – NSF

O IQA – NSF foi criado pela National Sanitation foundation (NSF), nos Estados Unidos, no ano de 1970. Foi elaborado a partir de uma pesquisa produzida por um grupo de pesquisadores coordenado por Robert M. Brown, que contou com a participação de 142 especialistas (INEA, 2024).

Foi desenvolvido com o intuito de comparar a qualidade de corpos hídricos e monitorar alterações na qualidade da água, avaliando contaminações por esgotos domésticos, atividades rurais, resíduos industriais e ações antrópicas (FERREIRA *et al.*, 2015).

O IQA – NSF possui 9 variáveis que são consideradas mais representativas para qualidade de água, e para cada uma dessas variáveis foi traçada uma curva de qualidade que atribui valor a cada parâmetro de 0 a 100 (qi) em função da sua concentração ou medida no corpo hídrico, conforme pode ser observado na Figura 3 (ANA, 2024).

Figura 3 - Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA-NSF



Fonte: Pathfinder Science (2018)

Além do valor de qualidade (qi) em si, cada parâmetro considerado possui um peso relativo (wi), conforme a sua importância para caracterização da qualidade da água (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade da água utilizados no cálculo do IQA-NSF, suas unidades de medida e seus respectivos pesos.

Variáveis IQA – NSF	Unidade de Medida	Pesos (wi)
Coliformes Termotolerantes	NMP / 100 Ml	0,17
DBO	mg /L O2	0,11
Fosfato Total	mg / L	0,10
Nitratos	mg / L	0,10
Oxigênio Dissolvido	% Saturação	0,17
pH	-	0,11
Sólidos Totais Dissolvidos	mg / L	0,07
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	Ut	0,08

Fonte: Adaptado de Silveira, 2018.

Desta forma, determina-se o valor de IQA – NSF pelo produtório ponderado da qualidade de água correspondente às variáveis que integram o índice. Utiliza-se a Equação 1, em conjunto com os dados da Tabela 1 e Figura 3 (MOREIRA; SANTOS, 2019).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

(1)

Onde:

IQA = índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A partir do valor do IQA obtido, a qualidade da água pode ser classificada como

de qualidade excelente, boa, média, ruim e muito ruim, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação dos valores do IQA-NSF em faixas de qualidade

Categoria	Ponderação
EXCELENTE	$90 \leq \text{IQA} \leq 100$
BOA	$70 \leq \text{IQA} < 90$
MÉDIA	$50 \leq \text{IQA} < 70$
RUIM	$25 \leq \text{IQA} < 50$
MUITO RUIM	$0 \leq \text{IQA} < 25$

Fonte: Silveira, 2018

2.6 IQA CCME

Diversos métodos de cálculos de índices de qualidade da água eram utilizados até o ano de 1997 no Canadá pelos programas de monitoramento de qualidade da água no país, até que no referido ano foi criado pelo Conselho Canadense de Ministros do Ambiente (CCME) o sub-comitê técnico de índice de qualidade de água. Este possuía o propósito de avaliar e desenvolver um índice que simplificasse os relatórios de qualidade e que pudesse ser utilizado por todos os programas de monitoramento em todas as províncias canadenses (CCME, 2001).

O IQA-CCME consiste em uma adaptação de outros dois índices canadenses utilizados nas províncias do Canadá, e é embasado na fórmula do índice de qualidade de água do BCWQI (British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks) com incorporações do índice desenvolvido pela Albert Environment (CCME, 2001).

Atualmente, no Canadá, este índice é amplamente utilizado para relatórios no âmbito do Programa de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental Canadense, e serve de fundamentação para outros índices, como índice de qualidade de sedimentos, índices de água potável e índices agrícolas (STRADA, 2021).

O IQA-CCME destaca-se por sua abrangência e flexibilidade, pois não define parâmetros específicos para sua aplicação, o que o torna flexível em relação ao tipo, à

quantidade de parâmetros, ao período de monitoramento a ser analisado e à categoria de corpo hídrico, dessa forma a sua utilização torna-se favorável nas diferentes regiões e respectivas condições locais (CCME, 2001).

A escolha das premissas do índice é de responsabilidade do profissional que realizará monitoramento e deve ser estabelecida antes do índice ser calculado. Entretanto, é recomendado pelo CCME um mínimo de quatro campanhas de monitoramento e um mínimo de quatro parâmetros analisados em cada ponto para o cálculo do índice (CCME, *Op. Cit.*).

O IQA-CCME é baseado em uma metodologia estatística que analisa a frequência das falhas relativas às condições esperadas de qualidade da água, em que as referências são os padrões de qualidade da legislação ou critérios de qualidade cientificamente fundamentados e escolhidos pelo analista (CCME, *Op. Cit.*).

A composição do índice se baseia na combinação de três medidas ou fatores de conformidade ou de desvio de um padrão ou objetivo estabelecido para a qualidade de água desejada (abastecimento público, recreação, vida aquática, irrigação, etc.). Sua fórmula incorpora os fatores: Alcance (F1); Frequência (F2) e Amplitude (F3). A integração destes fatores produzirá um número entre 0 e 100, onde 0 é considerado de pior qualidade e 100 de melhor qualidade (CCME, *Op. Cit.*).

Os cálculos de Alcance (F1) e Frequência (F2) são relativamente simples e diretos, porém para o cálculo de Amplitude (F3) são necessárias algumas etapas adicionais.

O Alcance (F1), calculado a partir da Equação 2, equivale ao percentual de parâmetros em não conformidade com os seus padrões, pelo menos uma vez durante o período considerado para a análise, em relação ao número total de parâmetros medidos (CCME, *Op. Cit.*):

$$F1 = \frac{\text{Nº de parâmetros não conformes}}{\text{Nº de parâmetros não monitorados}} \times 100 \quad (2)$$

A Frequência (F2), calculada pela Equação 3, equivale ao percentual de análises individuais que não atendem aos padrões estabelecidos em relação ao total das análises realizadas (CCME, *Op. Cit.*):

$$F2 = \frac{\text{Nº de análises não conformes}}{\text{Nº de análises realizadas}} \times 100 \quad (3)$$

A Amplitude (F3) representa o quanto o valor não conforme é diferente dos padrões estabelecidos para cada parâmetro, sendo calculada em três etapas: discrepâncias (Δ); soma normalizada das discrepâncias ($\Sigma n\Delta$); e; finalizando com o cálculo da amplitude (CCME, *Op. Cit.*).

Cálculo das Discrepâncias (Δ): A diferença entre o valor medido e o valor padrão de um dado parâmetro (podendo ser maior ou menor, quando considerando o padrão um valor mínimo), é denominada "discrepância". A discrepância é calculada pelas Equações 4 e 5 conforme o caso especificado (CCME, *Op. Cit.*):

Quando o valor da análise excede o padrão máximo estabelecido:

$$\text{Discrepância} = \frac{\text{Valor da análise não conforme}}{\text{Padrão}} - 1 \quad (4)$$

Para os casos em que o valor da análise é inferior ao padrão mínimo estabelecido:

$$\text{Discrepância} = \frac{\text{Padrão}}{\text{Valor da análise não conforme}} - 1 \quad (5)$$

Cálculo da soma normalizada das discrepâncias ($\Sigma n\Delta$): O resultado total das análises não conformes é calculado através da soma das discrepâncias das análises individuais, com relação aos padrões estabelecidos, dividida pelo número total de análises. Essa variável, chamada de soma normalizada das discrepâncias ($\Sigma n\Delta$), é calculada pela Equação 6 (CCME, *Op. Cit.*):

$$\Sigma n\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Discrepância})}{\text{N}^\circ \text{ total de análises}} \quad (6)$$

Cálculo da Amplitude (F3): O F3 é então calculado por uma função assintótica (Equação 7), a qual escalona a soma normalizada das discrepâncias ($\Sigma n\Delta$), para se obter uma variação entre 0 e 100 (CCME, *Op. Cit.*).

$$F3 = \frac{\Sigma n\Delta}{0,01 \times \Sigma n\Delta + 0,01} \quad (7)$$

Após o cálculo dos três fatores (F1, F2 e F3), o índice final é calculado pela soma

desses fatores como se fossem vetores, ou seja, a soma dos quadrados de cada fator é, por conseguinte, igual ao quadrado do índice (Equação 8). Esta abordagem trata o índice como um espaço tridimensional definido por cada um dos fatores ao longo de um eixo. Com este modelo, as mudanças no índice ocorrerão em proporção direta com alterações em todos os três fatores (CCME, *Op. Cit.*).

$$IQA - CCME = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right] \quad (8)$$

O fator 1,732 adicionado à fórmula, faz com que o valor do índice esteja entre 0 e 100, uma vez que cada um dos três fatores individuais pode atingir até 100.

Desta forma o índice será redimensionado para valores entre 0 e 100, ao dividirmos o vetor pelo valor 1,732 certificando que o resultado do termo seja no máximo 100.

São consideradas cinco categorias descritivas para o índice, conforme é apresentado na Tabela 3. Cada categoria refere-se à condição natural da água, baseada na preservação da vida aquática e na melhoria das informações disponíveis para uma avaliação técnica ou leiga da qualidade da água. Essas categorias podem ser ajustadas de acordo com os objetivos do monitoramento (CCME, *Op. Cit.*).

Tabela 3 - Categorização da qualidade da água pelo IQA – CCME

VALOR	CLASSE	SIGNIFICADO
95 - 100	ÓTIMA	Protegida com uma ausência virtual de ameaça ou comprometimento, condições muito próximas dos níveis naturais ou primitivos.
80 - 94	BOA	Protegida com apenas um menor grau de ameaça ou comprometimento, as condições raramente se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
65 - 79	REGULAR	Protegida, mas ocasionalmente ameaçada ou prejudicada, as condições às vezes se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
45 - 64	RUIM	Frequentemente ameaçada ou prejudicada, as condições geralmente se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
0 - 44	PÉSSIMA	Quase sempre ameaçada ou prejudicada, as condições geralmente se afastam de níveis naturais ou desejáveis.

Fonte: SILVA, 2021

3 ÁREA DE ESTUDO

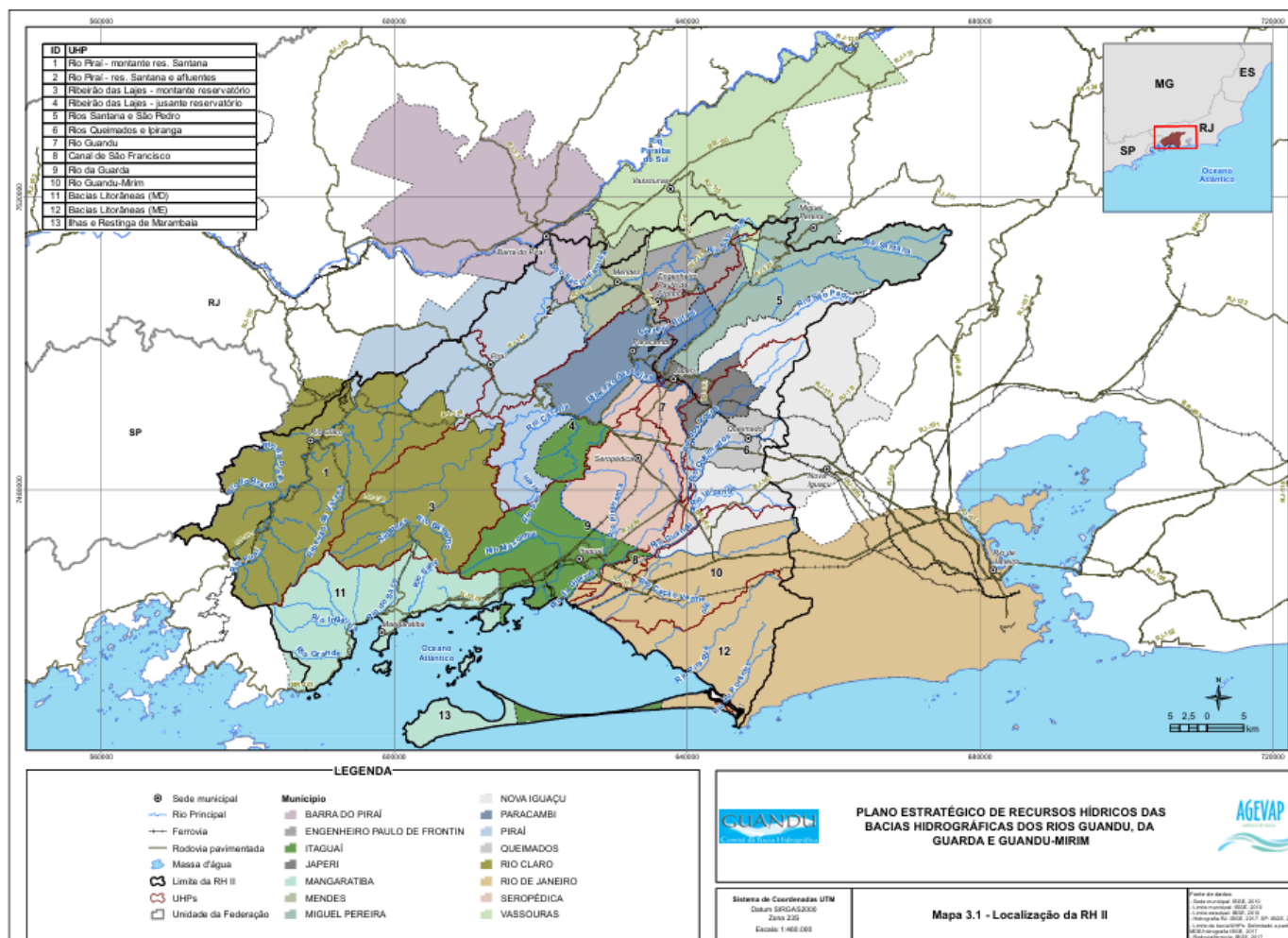
Este capítulo trata da área de estudo, a qual se desenvolveu a dissertação.

3.1 Localização Geográfica

A bacia hidrográfica do rio São Pedro é uma sub-bacia do rio Guandu e está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, conforme a Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) através da Resolução N° 32 (CNRH, 2003) (PERH, 2018; AGEVAP, 2018). Está inserida integralmente na Região Hidrográfica II (RH II) do Rio de Janeiro, denominada Região Hidrográfica do Guandu, sob a gestão do Comitê de Bacia Hidrográfica do Guandu. Este foi criado pelo Decreto Estadual N° 31.178 em 03 de abril de 2002, com área de atuação ampliada através da Resolução CERHI N° 18 de 08 de novembro de 2006 (CERHI, 2006) (PERH, 2018; AGEVAP, 2018).

A RH II, ilustrada na Figura 4, compreende os municípios de Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica em suas totalidades e parcialmente os municípios de Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras.

Figura 4 - Localização da RH II composta por seus respectivos municípios e unidades hidrológicas de planejamento.



Fonte: PERH GUANDU, 2018

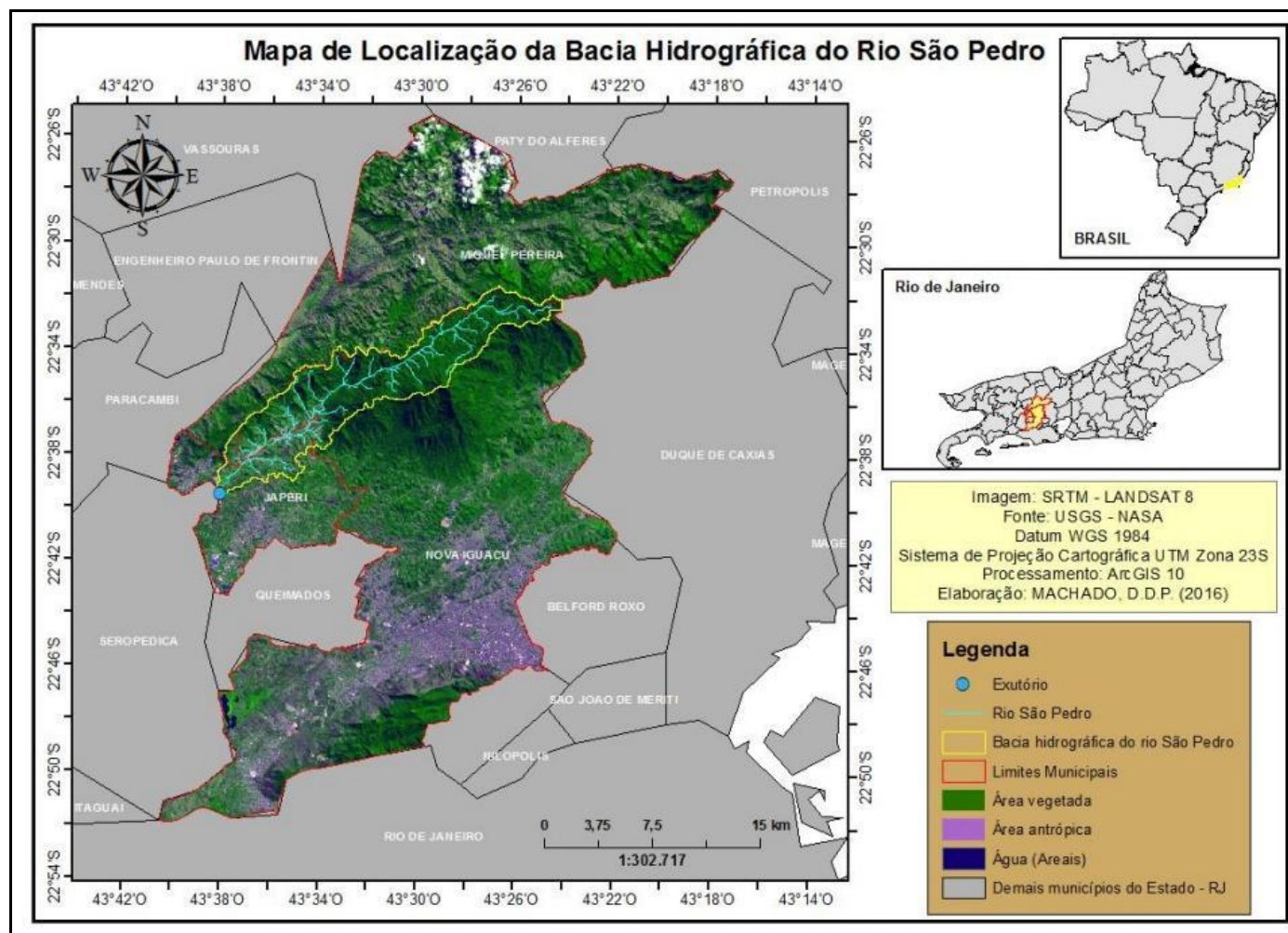
3.2 Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs) que compõem a RH II

A RH II ocupa uma área de 3.815,6 km² e tem suas sub-bacias distribuídas em 13 UHPs. As Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs) consistem em uma prática usual para divisão de bacias hidrográficas em tramos de planejamento de recursos hídricos. Decorre da necessidade do conhecimento de um conjunto a partir do entendimento de todas as partes (PERH, 2018; AGEVAP, 2018.).

A bacia do rio São Pedro está inserida na UHP-5 em conjunto com o rio Santana. Possui áreas relativamente bem preservadas e com única sede municipal localizada no município de Japeri.

A bacia do rio São Pedro abrange os municípios de Japeri e Nova Iguaçu, inseridos na Baixada Fluminense e com um pequeno trecho no município de Miguel Pereira, conforme pode ser observado na Figura 5. A extensão da bacia do rio São Pedro é de 95,82 km

Figura 5- Localização da bacia hidrográfica do rio São Pedro



Fonte: MACHADO, 2017.

A bacia do rio São Pedro conta com o ponto de monitoramento de águas denominado SP310, situado nas coordenadas geográficas latitude 22° 38' 32,99'' S e longitude 43° 37' 22,76'' W. Todo o processo de monitoramento, incluindo a definição da estação SP310, foi estabelecido pelo INEA.

No rio São Pedro, a estação de monitoramento SP310 se encontra localizada em um ponto do rio São Pedro que drena aproximadamente 87,6 km², cerca de 91% da área total da bacia. Esta estação está localizada a menos de 50m do limite territorial do município de Japeri, após o curso d'água deixar Nova Iguaçu, na Rebio Tinguá, Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral. Portanto, o ponto não é influenciado por contribuições significativas de esgotos sanitários provenientes de domicílios de Japeri (PDA, 2024).

No entanto à jusante da estação de monitoramento do INEA, o rio São Pedro recebe contribuições de núcleos urbanos de Japeri, como os bairros da Chacrinha, Fazenda Americana, Proletário, São Pedro, Santa Inês e São Jorge, antes de efetivamente desaguar no rio Guandu. Nesse sentido, os resultados de qualidade de água neste ponto específico de monitoramento não são representativos para caracterizar a água do rio São Pedro que contribui para o rio Guandu.

3.3 População

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2022, último censo realizado no Brasil, a população total do município de Japeri, que pertence integralmente a área da bacia, era de 96.289 habitantes. No que tange à taxa de urbanização, correspondia a 100% da população. Embora o rio São Pedro receba aporte de esgotos desta população de Japeri, a localização da estação de monitoramento do INEA, conforme já mencionado, fica a jusante do núcleo urbano.

É importante destacar que a opção por considerar apenas o número de habitantes do município de Japeri neste estudo se deve ao fato de que a bacia hidrográfica do rio São Pedro drena áreas pertencentes a Unidades de Conservação de Proteção Integral nos municípios de Miguel Pereira e Nova Iguaçu.

No município de Japeri, a bacia hidrográfica do rio São Pedro drena basicamente áreas de floresta e pastagens.

3.4 Geologia, Geomorfologia e Solos

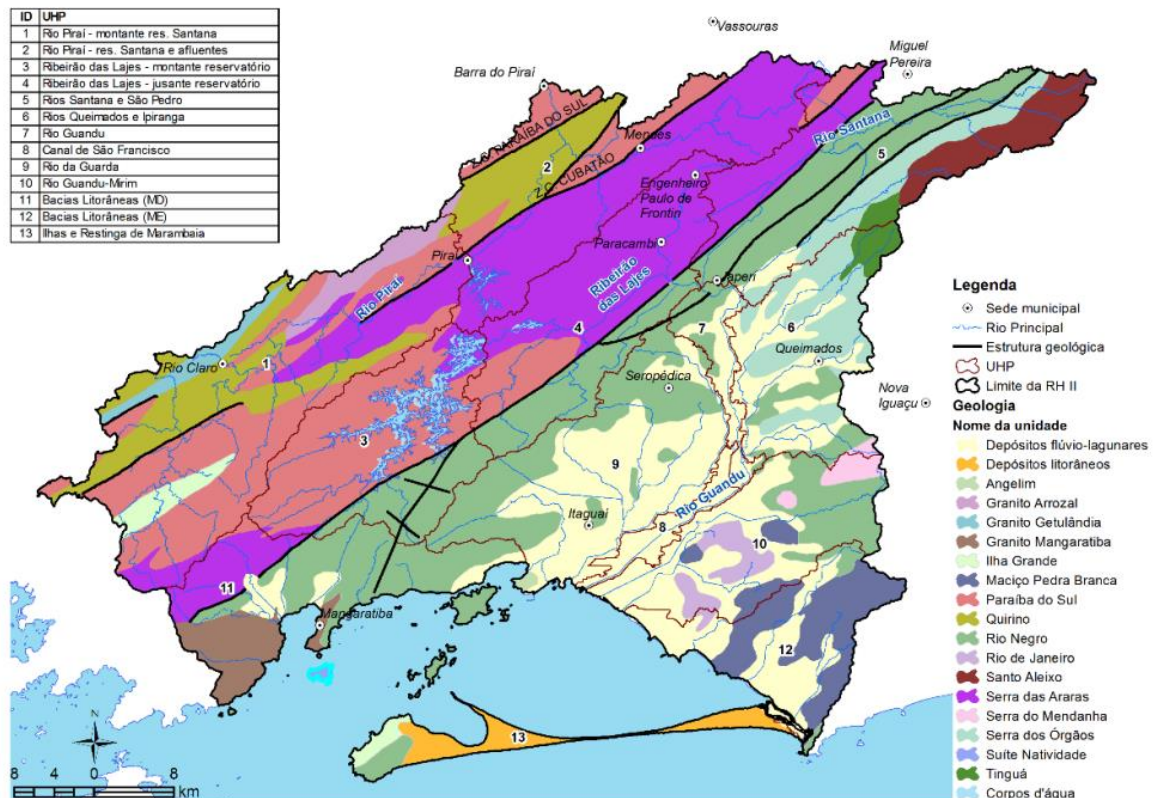
3.4.1 Geologia Regional

Assim como as demais regiões hidrográficas do Rio de Janeiro, a RH II, onde está localizada a bacia hidrográfica do Rio São Pedro, encontra-se inserida na Província Geotectônica Mantiqueira (PERH, 2018; AGEVAP, 2018).

Esta representa um sistema orogênico neoproterozoico que se estende numa faixa de direção NE-SW com mais de 3.000 km de comprimento e largura média de 200 km, paralelo à costa atlântica do sudeste e sul do Brasil, desde a latitude 15° S até o Uruguai (HEILBRON et al., 2004).

A Província Geotectônica Mantiqueira na Região Hidrográfica do Guandu reúne principalmente rochas ígneas e metamórficas de idade pré-cambriana, rochas metassedimentares e metavulcânicas neoproterozoicas e rochas intrusivas alcalinas de idade mezóica. Recobrando as rochas pré-cambrianas aparecem sedimentos cenozoicos coluviais, marinhos e fluviais (SILVA, 2001) (Figura 6).

Figura 6 - Geologia da região hidrográfica II subdividida por UHP's



Fonte: PERH GUANDU, 2018

3.4.2 Geomorfologia

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2000 *apud* Machado 2017), a bacia hidrográfica do rio São Pedro apresenta as seguintes unidades geomorfológicas: escarpas serranas, maciços alcalinos intrusivos e planícies fluviais.

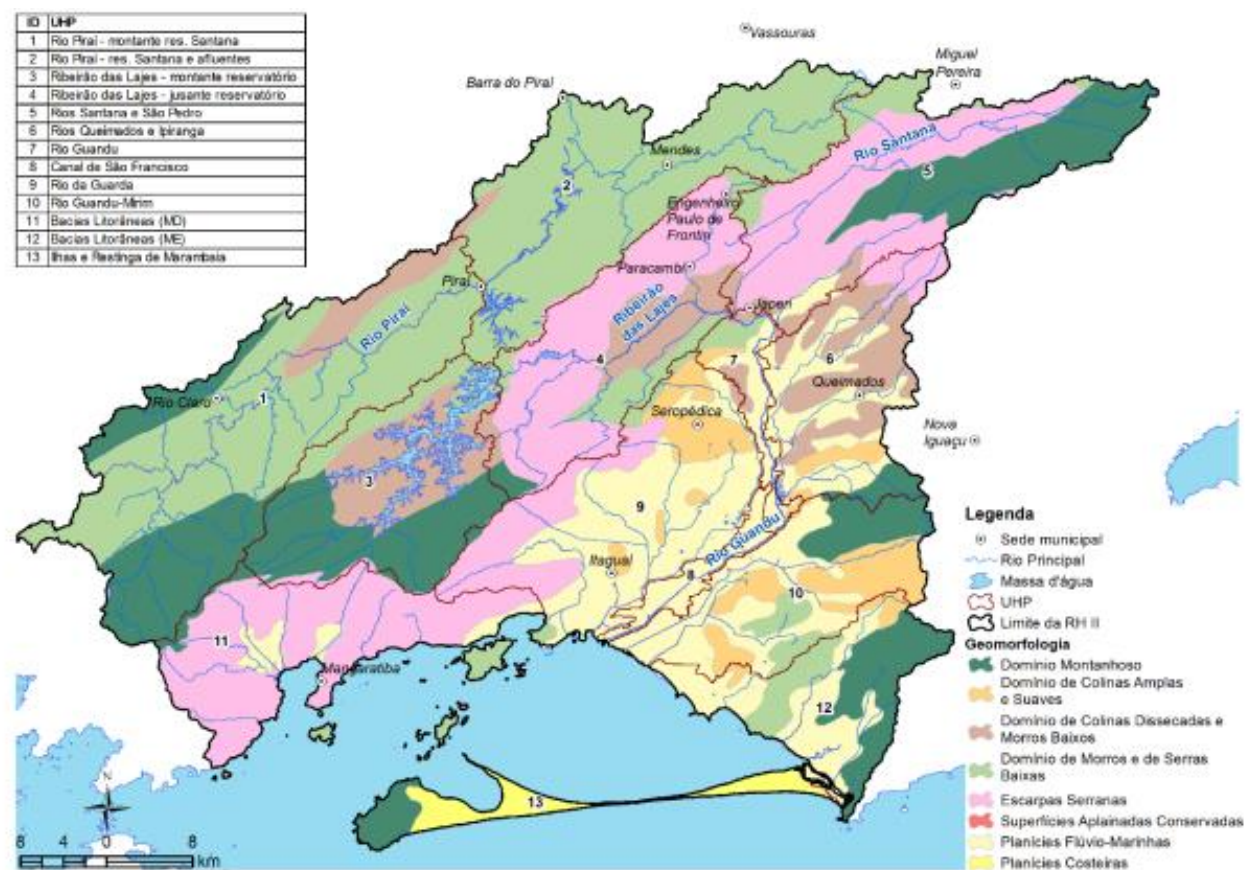
As áreas de escarpas serranas são caracterizadas por relevos montanhosos, fortemente acidentados, transição entre dois sistemas de relevo. São vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e com topos de cristas alinhadas, aguçadas ou levemente arredondadas. Possuem uma densidade de drenagem muito alta e com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, ou treliça a retangular. Amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes muito elevados, com a ocorrência de colúvios e depósito de tálus, solos raros e afloramentos de rochas (CPRM, 2000 *apud* Machado, 2017).

De acordo com CPRM (2000, *apud* Machado, 2017) maciços alcalinos intrusivos têm por característica vertentes predominantemente de retilíneas a côncavas, escarpadas com topos

arredondados, por vezes preservando uma borda circular. Possui uma densidade de drenagem alta e predomínios de amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes elevados a muito elevados, com sedimentação de colúvios e depósito de tálus e solos rasos.

Ainda, de acordo com CPRM (2000, *apud* Machado, 2017), as áreas de planícies colúvio-alúvio-marinhas possuem superfícies subhorizontais com gradientes suaves e convergentes à linha de costa, de interface com os sistemas deposicionais continentais, processos fluviais e de encostas, e marinhos. Possui terrenos mal drenados e com padrão de canais meandantes e divagantes. Contemplam a presença de superfícies de aplainamento e pequenas colinas ajustadas ao nível de base da baixada. Na Figura 7 é possível observar a representação geomorfológica da RH II, que contém a UHP-5, que representa a bacia hidrográfica do rio São Pedro.

Figura 7 - Geomorfologia da região hidrográfica II subdividida por UHP's.



Fonte: PERH GUANDU, 2018

3.4.3 Pedologia

Com base no Banco de Dados de informações Ambientais (BDiA), a pedologia de Japeri se divide em duas ordens, argissolos e planossolosplanossolos (BDiA, 2023).

De acordo com a EMBRAPA, argissolos são solos que apresentam processo de acumulação de argila. São altamente intemperizados, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico (EMBRAPA, 2023). A área do município com a presença do Argissolo é de aproximadamente 58,82 km², representando cerca de 72% do território municipal (BDiA, 2023).

Já os planossolos, segundo a EMBRAPA, são um tipo de solo caracterizado por ser desenvolvido em planos ou depressões. Este tipo de solo abrange uma área de 11,64 km² do município de Japeri, representando cerca de 14% do território (BDiA, 2023).

Para Nova Iguaçu e Miguel Pereira, a área que compõe a bacia hidrográfica do rio São Pedro fica localizada dentro da Rebio Tinguá. Esta UC de Proteção Integral possui em sua composição basicamente, sete classes de solos, classificadas conforme EMBRAPA (1999): Latossolo Vermelho-Escuro álico, Luvisolos (Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico), Planossolos, Neossolos Flúvicos Distróficos (Solos Aluviais distróficos) e Neossolos Flúvicos Eutróficos (Solos Aluviais eutróficos) (EMBRAPA, 1999 apud MMA/IBAMA, 2006).

3.5 Clima

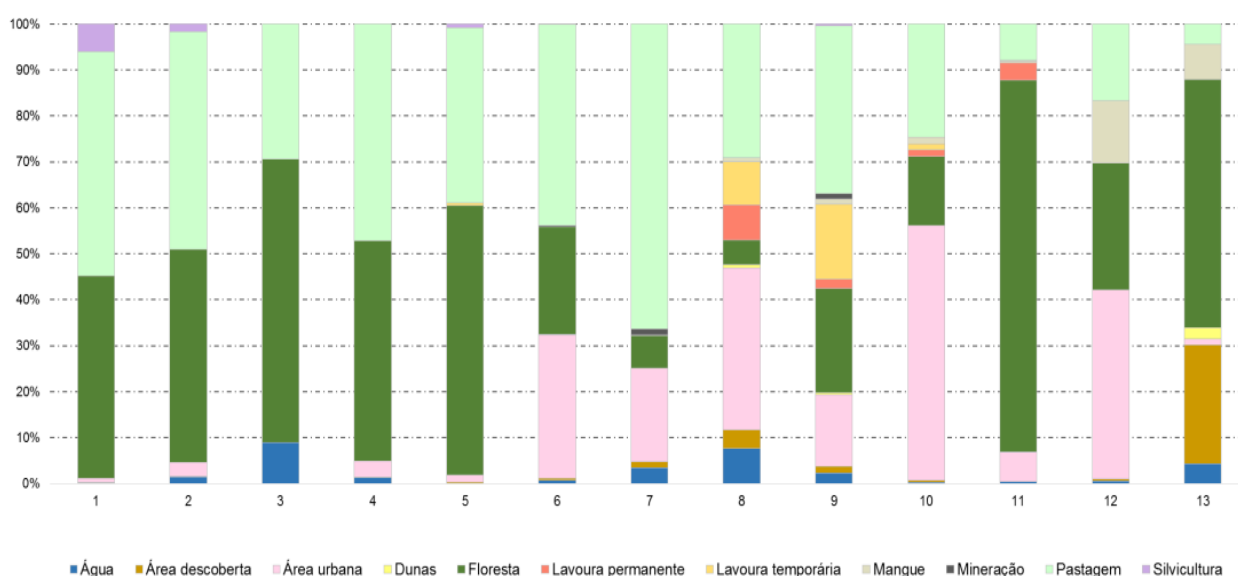
Segundo a classificação climática de Koppen (1991), a bacia hidrográfica do rio São Pedro possui um clima do tipo (Aw) – clima tropical com estação seca de inverno. Apresenta índices pluviométricos médios nos meses de verão com variação de 119 mmmm a 211 mmmm, o que é considerado alto em comparação com os meses de inverno, com precipitação média de cerca de 42 mmmm. A média anual de sua temperatura corresponde a 23,4° C (MACHADO, 2017).

3.6 Uso e ocupação do solo, cobertura vegetal e zoneamento

De acordo com Brasil (2004), a vegetação predominante na área de estudo corresponde ao bioma Mata Atlântica, que se estende ao longo de toda a faixa leste do continente brasileiro, com sua formação em florestas do tipo densas, abertas ou mistas e estacionais (BRASIL, 2004).

De acordo com o Plano Estratégico de Recursos Hídricos, 2018 (PERH, 2018; AGEVAP, 2018), a área em que se localiza a bacia do rio São Pedro tem seu solo ocupado basicamente por florestas e pastagens, com uma pequena parte subdividida por área urbana, lavoura temporária, água, sivicultura e área descoberta. A Figura 8 apresenta essa proporção para a UHP-5, referente aos rios São Pedro e Santana.

Figura 8 - Distribuição das classes de uso do solo por UHP da RH II – UHP 5 corresponde aos rios São Pedro e Santana.



Fonte: PERH GUANDU, 2018

A UHP-5, representada pelas bacias hidrográficas do rio São Pedro e rio Santana está entre as UHPs com maior área ocupada por florestas na RHII (Figura 8), com 249,23 km² (Tabela 4).

Na Tabela 4 é possível observar a área ocupada por diferentes classes de uso do solo na bacia do Rio São Pedro e Santana.

Tabela 4 - Classes de uso do solo para os rios São Pedro e Santana com sua proporção por área para cada tipo de uso

CLASSES	ÁREA (km ²)
Floresta	249,23
Pastagem	161,93
Área urbana	6,93
Lavoura Temporária	2,23
Água	0,03
Silvicultura	3,47
Área descoberta	0,82

Fonte: elaborado pela autora adaptado de PERH, 2018.

Os fragmentos de floresta que estão contidos na RH II são representantes de duas tipologias florestais, ao qual a nomenclatura se identifica a partir do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), a saber: *Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual*, ambas as formações integrantes do bioma Mata Atlântica (PERH, 2018; AGEVAP, 2018).

O zoneamento municipal define uma divisão do município de Japeri em zonas com características semelhantes quanto ao uso, ocupação e condições físicas.

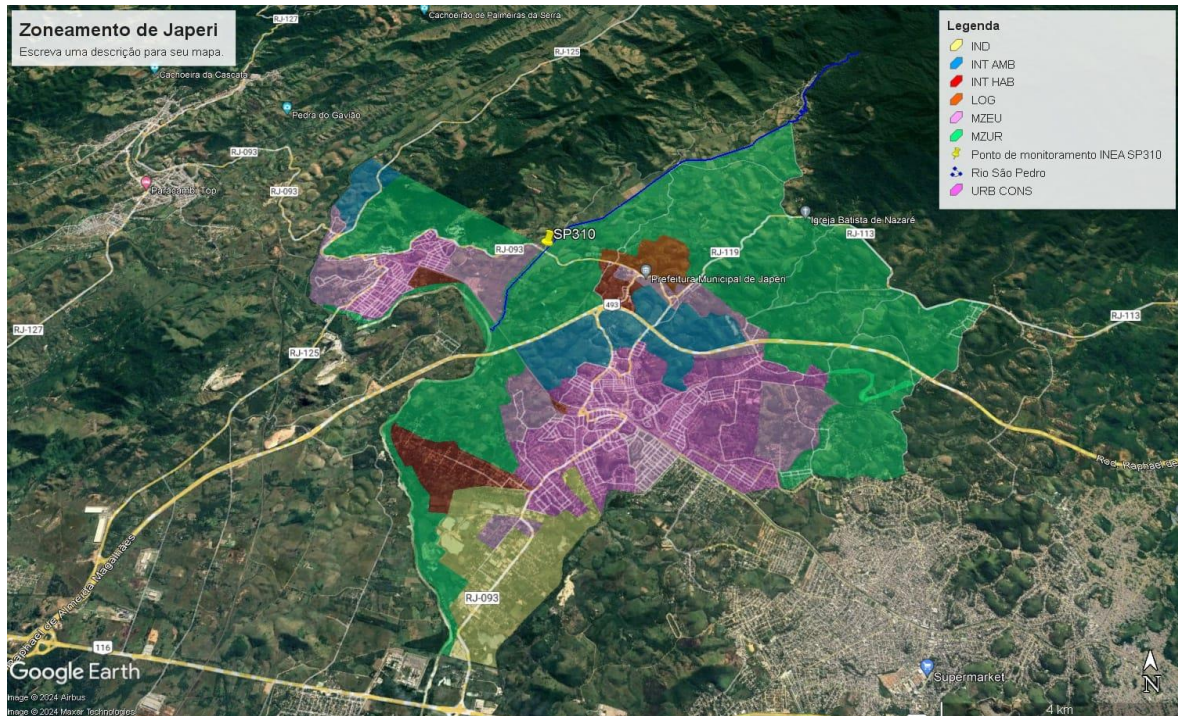
Segundo o Plano Diretor vigente do município, instituído pela Lei nº 1.408 (Japeri, 2019) ficam estabelecidas no território de Japeri as seguintes zonas:

- Zona Residencial e Comercial (ZRC);
- Zona de Transição (ZT);
- Zona de Turismo e Esporte (ZTE);
- Zona Agrícola, Industrial e Logística (ZAIL);
- Zona Rural (ZN)
- Zona Especial de Interesse Energético (ZEIE).

Cabe salientar que, em concordância com o definido no Plano Diretor em vigência, as Zonas Rurais são aquelas a que são destinadas, majoritariamente, á produção de gêneros alimentícios de origem agrícola e animal, com a utilização de áreas de características rurais com baixa densidade habitacional e lotes com áreas superiores a 1 hectare.

A divisão do zoneamento de Japeri pode ser observado na Figura 9:

Figura 9 - Mapa do zoneamento do município de Japeri de acordo com o plano diretor instituído em 2019.



Fonte: Própria autora, 2024.

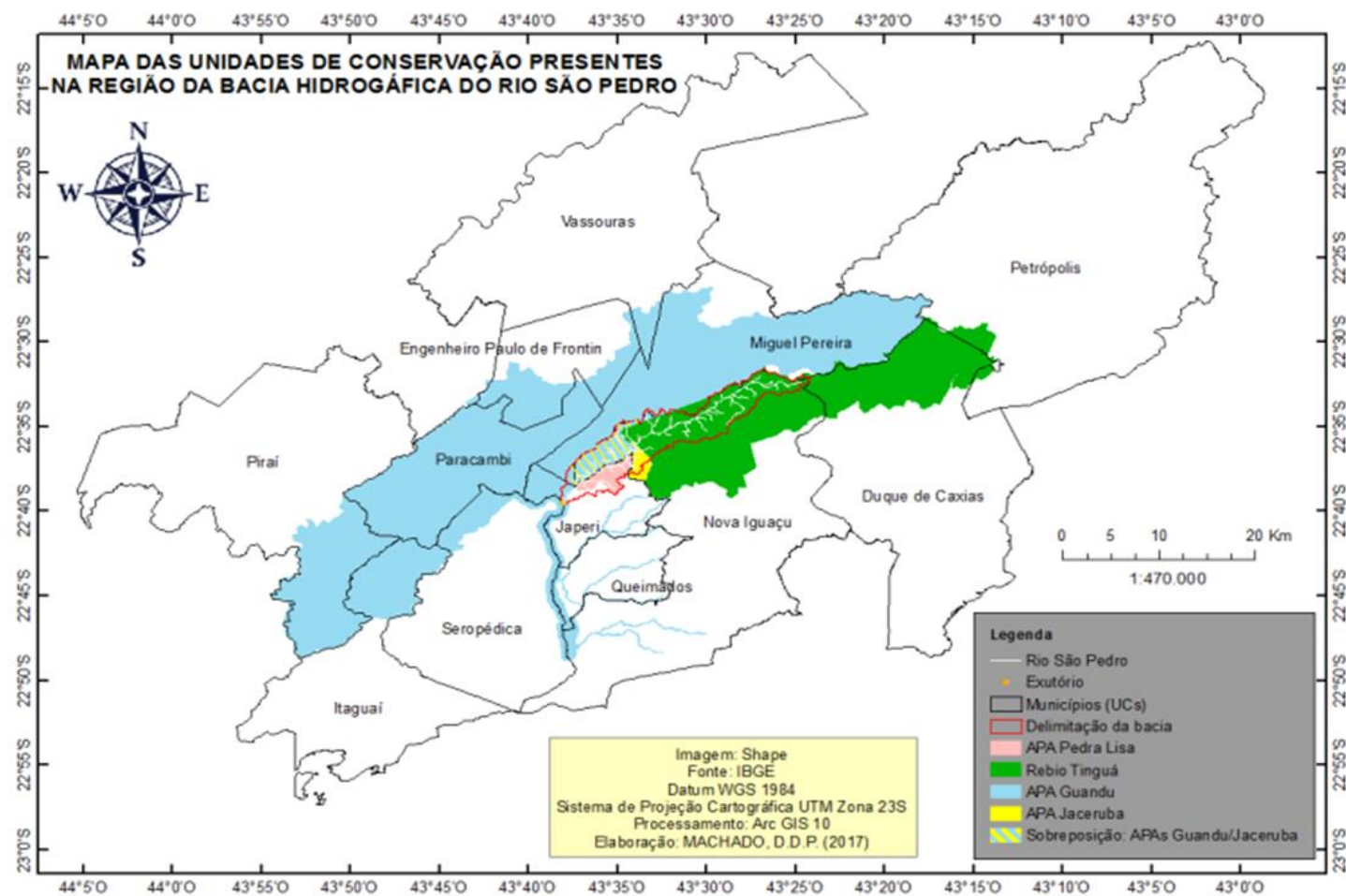
A partir do mapa de zoneamento é possível identificar que a bacia hidrográfica do rio São Pedro está em quase toda a sua totalidade inserida em áreas rurais. Até o ponto de monitoramento do INEA, SP310, seu recorte está integrado totalmente em áreas menos adensadas, consideradas áreas rurais.

3.7 Unidades de conservação

A bacia hidrográfica do rio São Pedro tem seu recorte espacial inserido em 4 unidades de conservação, sendo elas: Reserva Biológica do Tinguá, Área de Proteção Ambiental Jaceruba, Área de Proteção Ambiental Pedra Lisa e Área de proteção Ambiental do rio Guandu (Figura 10).

Na Figura 10 é possível identificar a bacia hidrográfica do rio São Pedro e as Unidades de Conservação que estão incluídas em seu recorte espacial.

Figura 10 - Mapa das UC's presentes na região da bacia hidrográfica do rio São Pedro



Fonte: Machado, 2017

3.7.1 Reserva Biológica do Tinguá

O rio São Pedro tem grande parte de seu percurso dentro dos limites da Reserva Biológica do Tinguá (ReBio Tinguá), uma UC de Proteção Integral. Seu curso superior está localizado nessa área protegida, cujos limites são definidos e monitorados. A circulação de pessoas na reserva é restrita, sendo permitida apenas para atividades de pesquisa científica e educação ambiental. A ReBio Tinguá foi estabelecida pelo Decreto 97.780, de 23 de maio de 1989, com o objetivo principal de preservar uma amostra representativa da floresta atlântica de encosta, incluindo sua flora, fauna e demais recursos naturais, com especial atenção para os recursos hídricos (BRASIL, 1989).

A ReBio Tinguá possui grande relevância devido à sua extensa área, que abrange 26.260 hectares, e por abrigar as nascentes que alimentam as principais bacias hidrográficas do Rio de Janeiro (MMA, 2016). Os seguintes rios nascem dentro desta UC: Iguaçu, Tinguá, Boa Esperança, Pati, João Pinto, Registro, Santo Antônio, rio D'Ouro e rio São Pedro (MACHADO, 2017).

3.7.2 Área de Proteção Ambiental Jaceruba

A Área de Proteção Ambiental (APA) Jaceruba foi criada pelo Decreto Nº 6.942, de 6 de junho de 2002, originalmente com o nome de APA São Pedro de Jaceruba (Nova Iguaçu, 2002). No entanto, em 5 de novembro de 2002, foi renomeada para APA Jaceruba por meio do Decreto Nº 6.547 (Nova Iguaçu, 2002). A gestão da APA está sob a responsabilidade do município de Nova Iguaçu. A área, que faz divisa com os municípios de Japeri e Miguel Pereira, possui aproximadamente 2.353 hectares. Seu principal objetivo é preservar o conjunto natural e paisagístico da região, com foco especial na proteção das florestas e na qualidade das águas e mananciais que compõem a bacia hidrográfica do rio São Pedro (MACHADO, 2017).

3.7.3 Área de Proteção Ambiental Pedra Lisa

Segundo a Prefeitura de Japeri (2012), a Área de Proteção Ambiental da Pedra Lisa (APA Pedra Lisa) foi estabelecida pela Lei Ordinária Nº 1.238, de 21 de outubro de 2012. Localizada no município de Japeri - RJ, a APA abrange uma área de 2.294,67 hectares em um bioma de Mata Atlântica. Seu principal objetivo é a preservação do conjunto natural e paisagístico da região, com ênfase na proteção das florestas e na qualidade das águas e mananciais que compõem a bacia do rio Guandu, especialmente os rios São Pedro, Santo Antônio e D'Ouro. A gestão da APA está sob a responsabilidade da Secretaria Municipal do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Japeri - RJ.

3.7.4 Área de Proteção Ambiental do Guandu

De acordo com o Decreto 40.670, de 22 de março de 2007, art. 1º, foi criada a Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu (APA Guandu) com o objetivo de proteger a qualidade das águas, nascentes e margens do rio Guandu, além dos remanescentes florestais em seu entorno. A gestão da APA é de responsabilidade do INEA e do Comitê de Bacias do Guandu. A APA faz divisa com os municípios de Nova Iguaçu, Queimados, Japeri, Miguel Pereira, Vassouras, Piraí, Paracambi, Engenheiro Paulo de Frontin e Seropédica, e abrange uma área de 74.250 hectares (Rio de Janeiro, 2007).

3.8 Saneamento Básico

3.8.1 Recursos Hídricos

O município de Japeri, para o ano de 2021, de acordo com o Painel de Saneamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), possuía 92% em seu índice de atendimento total de água.

3.8.2 Qualidade da água

No que diz respeito à qualidade da água superficial, o INEA (2023) apresentou o Boletim Consolidado de Qualidade das Águas Região Hidrográfica II – Guandu, que divulga a média dos resultados do monitoramento dos corpos de água doce, em 2022, por meio da aplicação do IQA-NSF.

De acordo com o INEA, o ponto de monitoramento localizado no rio São Pedro (SP310), que desagua no rio Guandu, apresentou, em 2022, um valor de IQA-NSF igual a 68,9 que se configura em uma qualidade “Média”.

3.8.3 Demandas Hídricas

Neste tópico é apresentado o consumo estimado para cada segmento de usuários de água, de acordo com o Plano Estratégico de Recursos Hídricos (PERH, 2018; AGEVAP, 2018) (Tabela 5).

Tabela 5 - Consumo estimado de água da bacia hidrográfica do rio São Pedro por segmento de usuário de acordo com o PERH GUANDU 2018

Consumo Total (L/s)								
UHP	Abast. Urbano	Abast. Rural	Indústria	Termoelétrica	Irrigação	Mineração	Criação Animal	Total
Rio Santana e São Pedro	75,00	3,27	0,03	0	12,40	0,66	14,90	106,26

Fonte: elaborado pela autora, 2024

Conforme pode ser observado na tabela 5 o abastecimento urbano ainda é o setor que possui o maior consumo estimado de água do rio São Pedro, seguido da dessedentação animal e da irrigação.

3.8.4 Sistemas de abastecimento de água no município de Japeri

Para o município de Japeri, o abastecimento é realizado a partir de 2 sistemas produtores: Acari e Lajes (PDA, 2023).

No Sistema Acari, a CEDAE realiza a captação em 5 mananciais superficiais: São Pedro, D'Ouro, Tinguá, Xerém e Mesquita. Todos levam água para o Reservatório do Pedregulho no bairro de São Cristóvão, na cidade do Rio de Janeiro (OLIVEIRA, *apud* Machado, 2007).

A água captada nesse sistema é enviada para uma Unidade de Tratamento, onde passa pelo processo de desinfecção com cloro. Após esse processo, cada um dos mananciais dá origem a uma linha adutora que caminha em paralelo até chegar no reservatório Pedregulho, no Rio de Janeiro. Vale ressaltar que esse sistema adutor recebe água do Sistema Guandu após a ligação das adutoras da Baixada Fluminense às linhas adutoras do Acari, contribuindo para o abastecimento do município (PDA, 2023).

Segundo Serla (1995), o manancial denominado São Pedro foi o primeiro a entrar em operação, no ano de 1877.

De acordo com a CEDAE (2016), a Unidade de Tratamento de Água (UT) São Pedro, atualmente é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 340.000 habitantes, operando com uma vazão média de 800 L/s. Na Figura 11 observa-se a Unidade de Tratamento São Pedro.

Figura 11 - Unidade de Tratamento de Água São Pedro.



Fonte: CEDAE, 2016.

A importância do rio São Pedro como tributário do rio Guandu é significativa, pois as águas que não são aduzidas pelo sistema de captação da UT São Pedro seguem o seu curso pelo leito natural e são afluídas no rio Guandu pela sua margem esquerda. Em atenção ao Sistema Acari, atualmente as águas do rio São Pedro atendem quase que exclusivamente as áreas urbanizadas dos municípios de Belford Roxo, Duque de Caxias e Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense (ANA, 2010).

No Sistema Ribeirão das Lajes a captação é realizada à jusante do reservatório de Lajes, após o turbinamento da usina hidrelétrica de Fontes Nova.

As águas da Represa de Lajes são oriundas dos rios Lajes, Pires, Bálsamo, Ponte de Zinco, Passa Vinte, da Prata, Palmeiras e Piraí.

A Figura 12 apresenta a Represa de Ribeirão das Lajes.

Figura 12 - Represa Ribeirão das Lajes.



Fonte: CEDAE, 2024

3.8.5 Esgotamento Sanitário

O atual sistema de esgotamento sanitário de Japeri é gerenciado através do contrato de

concessão da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário nos municípios do bloco 4, do qual Japeri é integrante, assinado no dia 11 de agosto de 2021, entre o Estado do Rio de Janeiro, a Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Rio de Janeiro (AGENERSA) e a concessionária SPE Saneamento Rio 4 S.A. (Águas do Rio) (PDE, 2023).

A concepção do sistema de coleta e o tratamento de esgoto da RH-II adotado pela concessionária baseia-se na divisão dos sistemas pela limitação natural das bacias hidrográficas, com a inclusão de reversões de bacia ou deslocamento à jusante dos polos de tratamento, de forma a obter maior integração do tratamento (MLAYDNER, 2024).

No que tange o município de Japeri, a concepção não propõe a implantação de polos de tratamento. O esgoto coletado será encaminhado por coletor gravitatório até a estação de tratamento de esgoto (ETE) de Queimados, que ficará instalada na Avenida Tancredo Neves – Jardim Alvorada, Queimados/RJ.

A área de abrangência para a concessão de esgotamento sanitário pela empresa Águas do Rio no município de Japeri, será para toda parcela considerada urbana.

Atualmente este sistema encontra-se em fase de implantação das estações elevatórias (PDE, 2023).

A partir destas considerações, conclui-se que o município de Japeri não possui um sistema de esgotamento sanitário em operação e que a maior parte do esgoto gerado pela população é lançado nas redes pluviais ou diretamente nos corpos receptores.

No entanto, com base nas informações do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PRMRJ, 2018), existem sete Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's) no município, sendo elas: ETE Caramujos, ETE Eucalipto 1, ETE Eucalipto 2, ETE Eucalipto 3, ETE Conjunto Residencial Terra Brasil (também chamada de ETE Chacrinha), ETE e EEEB Presídio Milton D Moreira e ETE Nova Belém. Destas que foram identificadas, apenas a ETE Caramujos e a ETE Nova Belém são implantadas em áreas públicas, as demais são ETES são privadas localizadas em conjuntos habitacionais. De acordo com o Plano Diretor de Esgoto (PED, 2023) não há informações sobre a capacidade das ETES existentes, todas encontram-se desativadas e nunca entraram em operação.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Japeri (MLAYDNER, 2024), nas áreas urbanizadas menos adensadas do município de Japeri, as soluções encontradas e fomentadas têm sido a adoção de sistemas individuais de esgotamento sanitário como fossas sépticas e biodigestores. No entanto, não existem informações disponíveis a respeito da

fiscalização e padronização dessas soluções atendendo à legislação vigente. Ressalta-se que o poder público municipal é responsável pela fiscalização e exigência de fossa e filtro para o tratamento individual.

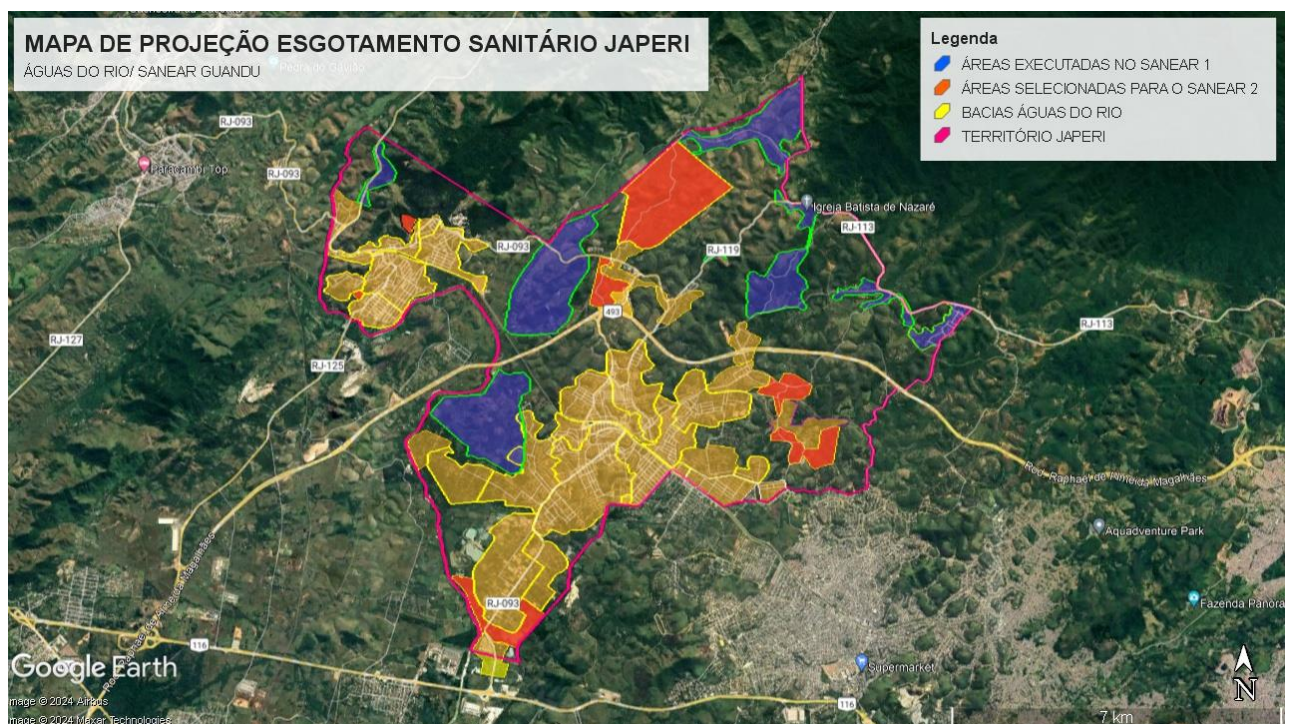
Em outubro de 2022 o Projeto Sanear Guandu, desenvolvido pelo Comitê Guandu – RJ em parceria com o Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), iniciou a implantação de biodigestores nas áreas rurais do município de Japeri.

Este projeto trata-se de um conjunto de obras de esgotamento sanitário com o intuito de impedir que mais de quatrocentos mil litros de esgoto sejam despejados por hora em rios que drenam para o rio Guandu ou no próprio rio Guandu (RIO DE JANEIRO, 2022).

De acordo com a Secretaria Municipal do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADES), Japeri possui 447 economias com fossas registradas. Essas economias estão distribuídas em bairros menos adensados do município, caracterizados como regiões rurais onde a Águas do Rio, atual empresa que possui a concessão para o município não irá atuar.

Na Figura abaixo é possível observar as áreas em que foram instalados os biodigestores, as áreas de concessão da empresa Águas do Rio e as possíveis áreas para novas instalações através do Projeto Sanear Guandu.

Figura 13 - Mapa de projeção do esgotamento sanitário de Japeri.



Fonte: elaborado pela autora a partir de kmz das áreas de concessão fornecido pela concessionária Águas do Rio, 2024.

A Tabela 6 apresenta as localidades do município de Japeri em que os biodigestores foram instalados até ano de 2024, e suas respectivas quantidades. A projeção populacional atendida por estas soluções individuais é de aproximadamente um total de 2.235 habitantes, uma vez que para o cálculo foi adotado o valor de 5 habitantes por residência, que é a capacidade de tratamento por cada instalação de biodigestor.

Tabela 6 - Localidades e quantidades de soluções individuais de biodigestores instaladas no município de Japeri

Localidade	Nº de soluções individuais instaladas
Esperança	98
Ass. Boa Esperança	77
Ass. Fazenda Normandia	77
Ass. Paes Leme	2
Téofilo Cunha	8
Cangote do Porco	38
Santo Antônio	69
Rio São Pedro	78

Fonte: SEMADES, 2024

Conforme apontado na Tabela 6, para as localidades menos adensadas próximo ao rio São Pedro foram instaladas 78 soluções individuais.

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa aqui apresentada compreendeu as seguintes etapas:

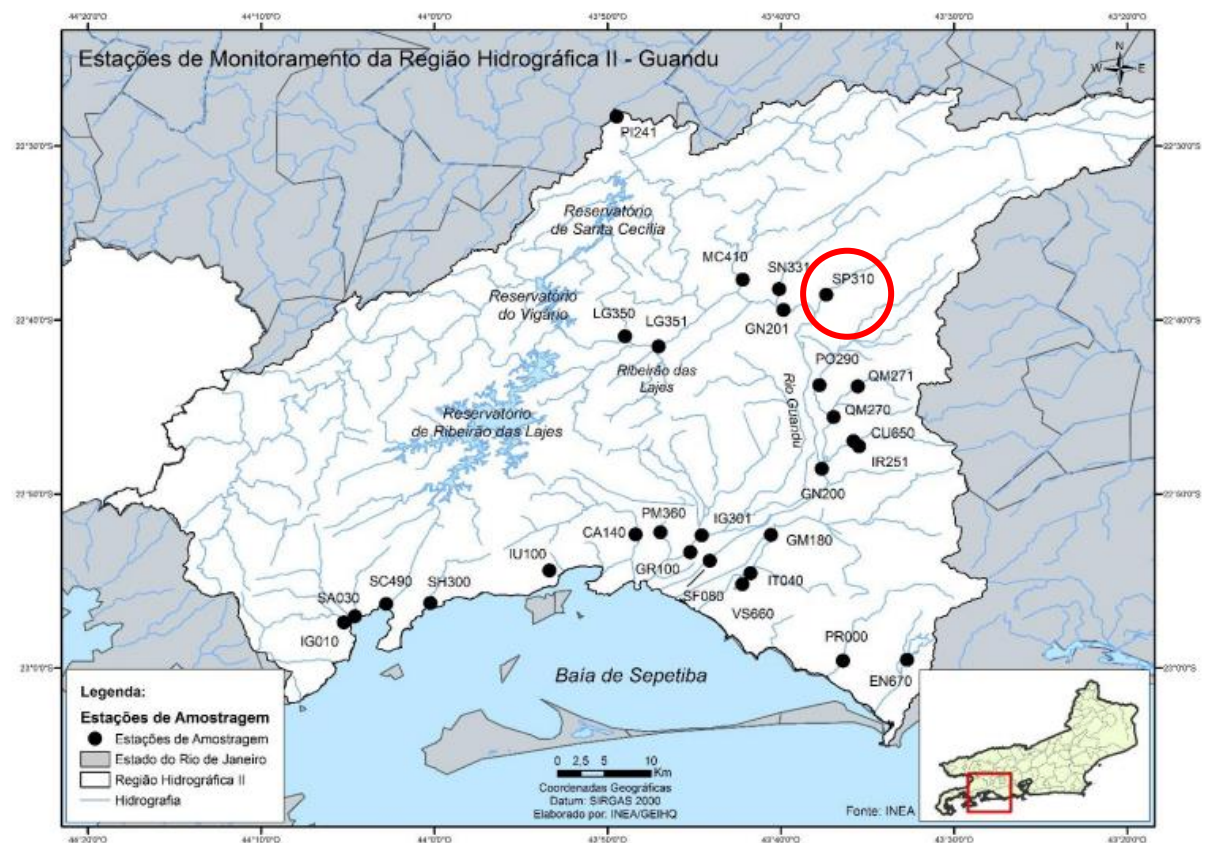
1. Levantamento dos dados de monitoramento de qualidade de água disponíveis no site do INEA para o ponto SP310 (rio São Pedro);
2. Tratamento e compilação dos dados em planilhas Excel;
3. Definição dos limites para aplicação do IQA-CCME;
4. Realização dos cálculos do IQA-CCME;
5. Comparação dos resultados de qualidade do rio São Pedro pelo cálculo do IQA-CCME com os do IQA-NSF calculados pelo INEA para a bacia hidrográfica do rio São Pedro;

6. Tratamento Estatístico dos dados;

4.1 Levantamento dos dados

Os dados utilizados nesta pesquisa, conforme exposto anteriormente, foram coletados no site do INEA (<http://www.inea.rj.gov.br/rh-ii-guandu/>) para a estação SP310 (Figura 14). O monitoramento desta estação tem frequência mensal de coleta. No site do INEA são disponibilizados boletins consolidados anuais para corpos hídricos de água doce subdivididos pelas regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro em dois formatos, extensão PDF e dados brutos em planilha Excel. Os dados brutos em planilha Excel referentes aos anos de 2013 a 2023 para a estação SP310 tiveram seus dados digitalizados e organizados em planilhas e validados antes da realização dos cálculos.

Figura 14 - Localização da estação de monitoramento de qualidade de água do INEA SP310, no rio São Pedro.



Fonte: INEA, 2023

4.2 Compilação e tratamento dos dados do monitoramento de qualidade da água do INEA em planilhas Excel

Os dados do monitoramento da qualidade da água do rio São Pedro, disponíveis em formato Excel no site do INEA. Estes dados foram organizados em uma planilha com todos os parâmetros analisados (oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, fósforo, total, orto-fosfato dissolvido, pH, sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, enterococos, coliformes termotolerantes, E. coli, cor verdadeira, turbidez, condutividade, cloreto, alcalinidade, temperatura da água, temperatura do ar, alumínio total, alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total, cobalto total, cobre total, cobre dissolvido, cromo total, ferro total, ferro dissolvido, manganês total, mercúrio total, níquel total, zinco total, vanádio total, nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal total), Os dados foram agrupados por ano.

Durante a análise dos dados, observou-se que, em diversas campanhas, determinados parâmetros utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA-NSF) não estavam disponíveis, o que impossibilitou o cálculo do índice para esses períodos. O cálculo do IQA-NSF só pode ser realizado quando os dados referentes aos nove parâmetros necessários (coliformes tolerantes, DBO, fósforo total, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez) estão integralmente presentes nas planilhas.

Adicionalmente, foram identificadas discrepâncias entre os valores apresentados na planilha Excel disponível no site e os boletins anuais em formato PDF, as quais podem ter sido ocasionadas por erros de digitação. Para verificar a consistência dos dados, foi elaborada uma planilha comparativa entre os dados brutos (Excel) e os boletins anuais em formato PDF.

A análise dessa comparação revelou diversas divergências entre os dois formatos. Por exemplo, nos anos de 2013 e 2014, os valores de nitrato estavam ausentes nas planilhas de dados brutos, mas presentes nos boletins anuais em PDF e utilizados para o cálculo do IQA-NSF. Outro exemplo refere-se à campanha de dezembro de 2013: enquanto o boletim em PDF indicava a ausência de coleta de dados, os valores correspondentes estavam disponíveis na planilha Excel.

Para resolução das divergências e com o intuito de optar por quais dados deveriam ser utilizados nesta pesquisa, a planilha consolidada de comparação entre os dados disponibilizados em planilha Excel e os digitalizados dos boletins em pdf foi apresentada ao

setor do INEA responsável pela compilação dos dados. Segundo o técnico responsável do INEA (Leonardo Fidalgo, Técnico) os dados disponibilizados nos boletins anuais consolidados disponíveis no site do INEA, em pdf, encontram-se com diversas divergências, e não é aconselhável sua utilização. Para a presente pesquisa foi disponibilizada, pelo referido funcionário do INEA, uma outra planilha de dados para utilização.

Após a realização de validação dos dados apresentados na nova planilha se verificou algumas inconsistências. Não estavam reportados na planilha os limites de detecção de alguns parâmetros e não havia a unidade dos compostos da série nitrogenada (nitrato, nitrito e amônia). Uma outra questão foi a dúvida de qual dos parâmetros que compõem a série nitrogenada foi utilizado para os cálculos do IQA - NSF.

Sendo assim, após novo questionamento ao INEA, foi relatado que para nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal, a unidade utilizada era mg/L N e que para o cálculo do índice, nos anos de 2013 à 2019 utilizou-se o nitrato e que a partir de 2020 utiliza-se o nitrogênio amoniacal total.

Diante disto, configura-se um erro considerar a nomenclatura de IQA-NSF para o índice calculado pelo INEA, uma vez que não é empregado os parâmetros do índice original do NSF.

4.3 Definição de limites para aplicação do IQA-CCME

Após a verificação e validação dos dados do monitoramento da qualidade da água na estação SP310 do INEA foi necessário definir o valor padrão que seria utilizado para cada parâmetro a fim de calcular o IQA-CCME. Neste caso foi adotado como referência os limites baseados na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), para águas doce de classe 2, uma vez que o rio São Pedro possui esse enquadramento definido. Desta definição, se observou na planilha de dados consolidados, para cada parâmetro, o número de dados validados. Com base nesta observação, optou-se por considerar no cálculo do IQA-CCME somente os parâmetros que tivessem apresentado 70% de dados.

Entre os parâmetros definidos para o cálculo do IQA-CCME; oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal total, potencial hidrogeniônico, turbidez, sólidos totais dissolvidos, coliformes termotolerantes e fósforo total, seis deles

possuem limites definidos na Resolução CONAMA nº 357. São eles: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal total, potencial hidrogeniônico, turbidez e sólidos dissolvidos totais.

A Tabela 7 apresenta os parâmetros utilizados com seus respectivos limites de concentração, conforme estabelece a legislação (BRASIL, 2005).

Tabela 7- Limites de concentração definidos pela Resolução CONAMA nº 357, para água doce classe 2 (BRASIL, 2005), dos parâmetros selecionados para o cálculo do IQA-CCME.

Parâmetro	Unidade	Limite para Classe 2
Oxigênio Dissolvido	mg L ⁻¹	≥ 5
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg L ⁻¹	≤ 5
Nitrogênio Amoniacal	mg L N ⁻¹	≤ 3,7
Potencial Hidrogeniônico		6 a 9
Turbidez	UNT	≤ 100
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	≤ 500
Coliformes Termotolerantes	NMP 100 mL ⁻¹	1000
Fósforo Total	mg L ⁻¹	≤ 0,10

Fonte: elaborado pela própria autora, 2024

Cabe ressaltar que para fósforo total a Resolução CONAMA nº 357 traz uma variação para seus valores limites de acordo com as características do ambiente que será monitorado, podendo ser lântico, lótico ou intermediário (BRASIL, 2005). No caso do rio São Pedro, por ser um ambiente lótico, o limite utilizado é de 0,1 mg L⁻¹, conforme consta na Tabela 5, acima.

Para coliformes termotolerantes, a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) define que “não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral”. No caso para o cálculo do IQA-CCME do rio São Pedro foi adotado o valor fixo de 1.000 NMP de coliformes termotolerantes por 100 mililitros como padrão de qualidade.

Para o nitrogênio amoniacal total a Resolução CONAMA nº 357 traz limites em função do pH da água. Esta faixa de valores pode ser observada na Tabela abaixo:

Tabela 8 – Limite estabelecido para nitrogênio amoniacal de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005 em função do pH.

Parâmetros	Valor Máximo
Nitrogênio amoniacal total	3,7 mg.L ⁻¹ N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg.L ⁻¹ N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg.L ⁻¹ N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg.L ⁻¹ N, para pH > 8,5

Fonte: BRASIL, 2005

No monitoramento do rio São Pedro, como mais de 92,11% dos dados observados durante as amostragens possuem valores abaixo de 7,5 para pH, utilizou-se o valor 3,7 mg.L⁻¹, que é definido para águas com pH ≤ 7,5.

4.4 Realização dos cálculos de IQA-CCME

Após a escolha de quais parâmetros utilizar e a definição de limite para cada um deles, foi possível realizar os cálculos do IQA-CCME para a estação de monitoramento SP310 do INEA no rio São Pedro.

O índice foi calculado para cada ano, no espaço temporal de 2013 a 2023, em planilha Excel, conforme descrito anteriormente calculando-se F1, F2 e F3 e por fim o IQA-CCME.

4.5 Comparação entre os resultados do IQA-CCME e IQA-NSF

Este objetivo não pode ser realizado devido à metodologia utilizada pelo INEA para o cálculo do IQA-NSF ser divergente da metodologia original do índice desenvolvida pela National Sanitation Foundation. Maiores detalhes serão apresentados nos resultados e discussão do presente estudo.

4.6 Tratamento Estatístico dos Dados

A primeira etapa do tratamento dos dados constituiu na descrição dos dados disponibilizados pelo INEA. Para a descrição foi computado o número total de coletas e, a partir daí, o percentual da presença de dados válidos para cada parâmetro no período considerado (2013 a 2023).

Após esta etapa foi testada a normalidade das variáveis: demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, turbidez, coliformes termotolerantes, sólidos dissolvidos totais, temperatura da água, temperatura do ar, condutividade, ortofosfato-P e cor verdadeira através da aplicação do teste Shapiro Wilk, com $p < 0,05$. O teste foi aplicado exclusivamente a esses parâmetros, pois são os que possuem 70% de dados válidos dispostos na tabela atualizada disponibilizada pelo INEA. Ficou constatado que de todas, apenas duas variáveis apresentaram distribuição normal. Optou-se, por tanto, pela aplicação de testes estatísticos não paramétricos neste estudo, todos com $p < 0,05$.

Foi aplicado o teste de correlação de Spearman entre as variáveis que apresentaram maior número de dados ao longo de todo o monitoramento. Também foi testada a influência da chuva 24 horas antes da coleta sobre as variáveis através do teste de Mann-Whitney.

Todos os testes estatísticos foram feitos no programa Statistica, versão 10.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A ideia principal deste estudo quando foi idealizado era utilizar os dados secundários da estação de monitoramento de qualidade da água do INEA, SP310, do rio São Pedro, localizado na RH II, para o cálculo do IQA-CCME e, a partir dos resultados, realizar a comparação dos valores obtidos com os valores do IQA-NSF calculados pelo INEA. Nesse sentido os dados foram coletados a partir do portal do INEA, e posteriormente validados. No entanto, durante a validação dos dados se observou diversas incongruências.

Conforme a metodologia desenvolvida pela NSF, o cálculo do IQA se dá a partir de 9 parâmetros considerados mais representativos para avaliar a qualidade da água. Para cada um desses parâmetros, foram criadas curvas de qualidade, que são representações gráficas correlacionando a concentração do parâmetro a uma nota, variando de 0 (pior qualidade) a 100 (melhor qualidade). Além disso, cada parâmetro possui um peso relativo, refletindo sua importância e sensibilidade ambiental (INEA, 2019).

Para o IQA-NSF, em seu cálculo, um dos parâmetros utilizado é o nitrato, no entanto ao analisar os dados do INEA, se verificou que para os anos de 2020, 2021, 2022 e 2023, o órgão utilizou em seus cálculos nitrogênio amoniacal e não houve a análise de nitrato.

Alterar qualquer um dos parâmetros que são usados para o cálculo do IQA-NSF afeta toda a metodologia, já que cada parâmetro tem sua própria curva e peso ajustado.

Em função disso, optou-se por não comparar o índice calculado pelo INEA (IQA-NSF, segundo o INEA) e o índice o CCME, calculado nesta dissertação, uma vez que o INEA adota em seus cálculos parâmetros distinto ao utilizados na metodologia do IQA-NSF.

Abaixo será apresentado de forma detalhada a análise e descrição dos dados e os seus resultados para os demais objetivos deste trabalho.

5.1 Descrição dos dados de monitoramento de qualidade da água do rio São Pedro

Considerando-se uma periodicidade mensal de coletas no monitoramento do INEA do rio São Pedro e o período selecionado para o estudo (2013 a 2023, 11 anos), haveria um total de 132 campanhas mensais previstas. Dessas, 16 não foram realizadas de acordo com a planilha disponibilizada pelo INEA para o ponto SP310.

Do total de 116 campanhas realizadas no período estipulado, verificou-se que 16 dessas apresentaram alguma ausência de dado dos parâmetros que compõem o IQA-NSF (Tabela 8), não possibilitando o cálculo do índice uma vez que, conforme dito anteriormente, a falta de resultado de algum parâmetro inviabiliza o seu cálculo.

Tabela 9 - Total de campanhas de monitoramento do INEA realizadas por ano para o período de 2013 a 2023, para o rio São Pedro, com número de campanhas com ausência de algum parâmetro que compõe o cálculo do IQA-NSF.

Ano	Total de Campanhas	Total de Campanhas com ausência de parâmetros do IQA-NSF
2013	9	2
2014	9	1
2015	11	2
2016	10	1
2017	11	2
2018	12	1
2019	12	1
2020	8	2
2021	10	1
2022	12	1
2023	12	2
TOTAL	116	16

Fonte: elaborado pela autora, 2024.

Observando a Tabela 9 é possível identificar que em 2018, 2019, 2022 e 2023, foram realizadas coletas mensais no monitoramento do INEA no rio São Pedro. Pode-se destacar que 2020 foi o ano com menor número de campanhas um total de 8, provavelmente em função da epidemia de COVID-19. Os meses em que não ocorreram campanhas neste ano foram abril, maio, junho e julho.

Observou-se também que no período temporal em análise, o número anual de campanhas com ausências de resultados de parâmetros de qualidade não ultrapassou o valor de 2.

Também foi verificada a frequência de dados que faltavam na planilha para cada parâmetro (Tabela 10). Esta observação é importante, pois expressa a irregularidade nas análises de forma individualizada, uma vez que mesmo que ocorra a coleta, nem todos os parâmetros são mensurados, o que como dito anteriormente, inviabiliza o cálculo para o índice IQA – NSF.

Tabela 10 - Levantamento de ausência de valores de cada parâmetro na planilha de dados de monitoramento do rio São Pedro disponibilizada pelo INEA.

Parâmetros	Células com valor	Nº de dados ausentes	% de dados ausentes	Parâmetros	Células com valor	Nº de dados ausentes	% de dados ausentes
OD (mg.L ⁻¹)	116	0	0	Cor verdadeira (mg Pt/L)	106	10	8,62%
DBO (mg.L ⁻¹)	115	1	0,86%	Turbidez (UNT)	116	0	0
DQO (mg.L ⁻¹)	111	5	4,31%	Condutividade (µS/cm)	116	0	0
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	116	0	0%	Cloreto (mg.L ⁻¹)	45	71	61,21%
Orto-fosfato dissolvido (mg.L ⁻¹)	115	1	0,86%	Alcalinidade total (mg.L ⁻¹)	57	59	50,86%
pH	114	2	1,72%	Temperatura da Água (°C)	115	1	0,86%
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	96	20	17,24%	Temperatura do Ar (°C)	115	1	0,86%
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	114	2	1,72%	Nitrato (mg.L ⁻¹)	78	38	32,76%
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	101	15	12,93%	Nitrito (mg.L ⁻¹)	78	38	32,76%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	95	21	18,10%	Nitrogênio amoniacal total (mg/L N)	116	0	0
Escherichia coli (NMP/100mL)	16	100	86,21%				

Fonte: elaborado pela autora, 2024

Nota: O número total de análises para cada parâmetro é de 116.

A partir da compilação dos dados dispostos na Tabela 10 pode-se observar que o parâmetro que apresentou o menor número de determinações foi a *Escherichia coli* (NMP/100mL), que foi determinada em apenas 16 amostragens, o que representa 86,2% de dados ausentes, seguido da alcalinidade (mg.L^{-1}) com 57 determinações e do cloreto (mg.L^{-1}), que foi determinado em apenas 45 coletas.

Já os parâmetros oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), fósforo total (mg.L^{-1}), turbidez (UNT) e condutividade ($\mu\text{S/cm}$), foram os que tiveram sua medição realizada em todas as 116 amostragens realizadas na estação de monitoramento do INEA no rio São Pedro sem nenhum dado ausentes no período estudado.

Para os metais alumínio dissolvido (mg.L^{-1}), cádmio total (mg.L^{-1}), chumbo total (mg.L^{-1}), cobre total (mg.L^{-1}), cobre dissolvido (mg.L^{-1}), cromo total (mg.L^{-1}), ferro total (mg.L^{-1}), ferro dissolvido (mg.L^{-1}), manganês total (mg.L^{-1}), mercúrio total (mg.L^{-1}), níquel total (mg.L^{-1}) e zinco total (mg.L^{-1}) se observou um número muito pequeno de determinações, nenhuma superior a 10 e com frequência amostral irregular, por isso optou-se por não incluí-los na planilha. Os parâmetros de alumínio total (mg.L^{-1}), cobalto total (mg.L^{-1}) e vanádio total (mg.L^{-1}) embora estivessem na planilha enviada pelo INEA, não foram analisados em nenhuma campanha para o período selecionado para o do estudo.

No intuito de verificar a variabilidade de cada parâmetro no monitoramento realizado pelo INEA nos anos de 2013 a 2023 no rio São Pedro, de forma individualizada, foi realizado o cálculo para os valores mínimos, máximos e a mediana de cada um deles, assim como o valor do LD, a quantidade de valores menores que o LD e seu percentual.

Um grande número de concentrações abaixo do LD tem impacto na aplicação da estatística, uma vez que ser menor do que o LD não implica necessariamente em ter concentração igual a zero mas, sim, ter uma concentração muito pequena, onde não é possível precisar seu valor.

Uma outra questão importante que envolve o LD dos métodos é assegurar que este valor seja sempre menor que o limite de qualidade que será aplicado, para, desta forma, realmente se conseguir acessar a qualidade através de sua determinação.

Estes dados encontram-se disponíveis na Tabela 11, a seguir.

Tabela 11 - Valores calculados de mediana, máximo e mínimo de cada parâmetro monitorado pelo INEA na estação SP310, no rio São Pedro, entre os anos de 2013 a 2023 e percentual de valores menores que o limite de detecção (LD).

Parâmetros	Valor do LD	Valores menores que o LD	% de dados menores que o LD	Mediana	Mínimo	Máximo	Parâmetros	Valor do LD	Valores menores que o LD	% de dados menores que o LD	Mediana	Mínimo	Máximo
OD (mg/L)	-	-	-	7,80	5,40	9,40	Cor verdadeira (mg Pt/L)	-	-	-	29,00	12,70	98,00
DBO (mg/L)	2,00	109,00	95%	1,00*	1,00	10,00	Turbidez (UNT)	-	-	-	10,10	1,64	304,00
DQO (mg/L)	10,00	40,00	36%	16,00*	5,00	72,00	Condutividade (µS/cm)	-	-	-	58,40	1,10	196,30
Fósforo Total (mg/L)	0,01	1,00	1%	0,05*	0,01	0,27	Cloreto (mg/L)	-	-	-	6,00	0,02	909,70
Orto-fosfato dissolvido (mg/L)	0,01	80,00	70%	0,01*	0,00	0,09	Alcalinidade total (mg/L)	-	-	-	11,00	1,00	19,00
pH	-	-	-	7,20	5,50	8,00	Temperatura da Água (°C)	-	-	-	23,00	14,10	27,10
Sólidos suspensos totais (mg/L)	-	-	-	9,00	1,00	140,00	Temperatura do Ar (°C)	-	-	-	27,00	15,00	35,00
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	-	-	-	56,00	2,00	1387,00	Nitrato (mg/L)	0,01	4	79%	0,25*	0,01	4,60
Sólidos totais (mg/L)	-	-	-	67,00	2,00	1527,00	Nitrito (mg/L)	0,01	72	92%	0,01*	0,01	0,24
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	180,00	5,00	5%	700,00*	90,00	13000,00	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	0,10	92	79%	0,05*	0,05	8,26

Fonte: Próprio autor, 2024.

* Parâmetros em que foi adotado o valor de LD/2 para o cálculo da mediana

Cabe ressaltar que para o cálculo da mediana optou-se por utilizar para os valores abaixo do limite de detecção a metade de seu limite de detecção (LD/2). A opção por este método é útil quando há uma quantidade significativa de valores abaixo do limite de detecção, o que pode subestimar ou superestimar as medianas.

Para os parâmetros de OD, pH, sólidos totais dissolvidos, sólidos suspensos totais, sólidos totais, e. coli, cor verdadeira, turbidez, condutividade, cloreto, alcalinidade e nitrogênio total todas as determinações deram valores maiores que o LD e não há, portanto, o LD relatado na planilha fornecida pelo INEA.

Por fim, para uma análise completa dos dados, todos os parâmetros disponibilizados pelo INEA foram avaliados individualmente:

- Oxigênio Dissolvido: o valor de referência, fundamentado na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), para águas doces classe 2 é de no mínimo 5 mg/L^{-1} . Nas análises dos dados não foi identificado nenhum valor fora de conformidade. Portanto, todas as concentrações de OD das 116 amostras coletadas na estação de monitoramento do INEA do rio São Pedro entre os anos de 2013 e 2023 foram maiores que 5 mg/L^{-1} .
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): seu limite estabelecido para águas doces na classe 2 na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) é de não inferior a 5 mg/L^{-1} . Nas análises do monitoramento do INEA para o período temporal deste estudo foi identificado que a DBO possui 94,8% de dados com valores menores que o LD, que é igual a $2,0 \text{ mg/L}^{-1}$. Apenas na coleta de 12 de setembro de 2015, a DBO ultrapassou o valor de seu limite legal, alcançando 10 mg/L^{-1} . Para os cálculos do IQA – CCME foi adotado o valor de 2 para as coletas que se encontram abaixo da LD.
- Demanda Química de Oxigênio: Possui 36% dos seus dados abaixo do LD (5 mg/L^{-1}) Este parâmetro não possui valor de referência na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).
- Fósforo Total: Este parâmetro possui apenas um valor abaixo do LD ($0,01 \text{ mg/L}^{-1}$), o que representa 0,9% diante do seu número de dados. Em somente 15 coletas foram determinadas concentrações de fósforo total acima do limite estabelecido para águas de classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), num total de 116 coletas.
- Ortofosfato Dissolvido: Este parâmetro também não possui valor de referência para

Classe 2, águas doces. No monitoramento do INEA 69,6% dos dados de ortofosfato foram abaixo do LD (0,01).

- pH: O pH para água doce, classe 2, de acordo com a resolução utilizada neste estudo, pode variar entre 6 e 9. Nos anos em análise do monitoramento do rio São Pedro, apenas foi determinado um valor abaixo do limite de referência, igual a 5,5 na coleta do dia 03 de maio de 2017.
- Sólidos: Sólidos totais e sólidos suspensos totais não possuem valor limite de referência na Resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2005). Apenas para os sólidos dissolvidos totais, há limite de referência para classe 2, águas doces, estabelecido em 500 mg/L^{-1} . No monitoramento do INEA para o rio São Pedro, houve apenas uma amostra com concentração superior ao seu limite, igual a $1387 \text{ (mg/L}^{-1})$ na amostragem do dia 06 de março de 2013.
- Coliformes Termotolerantes: os coliformes termotolerantes, assim como o fósforo, foi um dos parâmetros que apresentou maior quantidade de valores acima do limite de referência para classe 2, com 37 coletas com concentração maior que 1000 que é o limite para balneabilidade e que foi considerado para o estudo. Apenas 5,3% das amostras coletadas no rio São Pedro (5 amostras) tiveram a concentração de coliformes termotolerantes abaixo do LD (180/100 mL).
- Escherichia coli: Para *e.coli*. foram realizadas apenas 16 análises para o período de 2013 a 2023, um número muito pequeno considerando-se as 116 coletas que estão sendo avaliadas. De uma forma geral o monitoramento do INEA no rio São Pedro se baseou na determinação de coliformes termotolerantes para acessar a contaminação fecal do corpo hídrico.
- Cor: Este parâmetro apresenta apenas um valor fora de conformidade para Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), para águas doces (75 mg Pt/L), alcançando 98 mg Pt/L na coleta do dia 15 de abril de 2019.
- Turbidez: Assim como a cor, a turbidez é medida através de métodos específicos, como a turbidimetria, que utiliza instrumentos para medir a intensidade da luz dispersada pela água. Os resultados são expressos em unidades de NTU (unidade nefelométrica de turbidez). Seu limite de referência é de até 100 NTU para água doce, classe 2, na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). Para os anos em estudo, em nenhuma coleta, o valor da turbidez ultrapassou os limites de referência no monitoramento do INEA no rio São Pedro.

- Condutividade: este parâmetro não tem limite de referência para água doce, Classe 2. No total das 116 coletas que foram realizadas, ocorreu a determinação para este parâmetro, com um percentual nulo de dados ausentes.
- Cloreto: para cloreto o limite de referência na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), para água doce, classe II é de 250 mg/L^{-1} . No período analisado apenas uma amostra teve uma concentração de cloreto acima deste valor, igual a $909,70 \text{ mg/L}^{-1}$, o que é relativamente pouco considerando-se o número total de coletas (116).
- Alcalinidade: para este parâmetro não há referência para água doce, Classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). Ao analisar a série dos dados no monitoramento, foi possível observar que a alcalinidade foi analisada em apenas 57 coletas em um período de 11 anos, menos de 50% das amostragens.
- Temperatura do ar e da água: para estes dois parâmetros não existe limite na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) para águas doces classe 2. Seus valores máximos foram 27,1 e 35 respectivamente, enquanto os mínimos 14,1 e 15.
- Nitrato e nitrito: Para estes parâmetros, em todas as coletas realizadas no rio São Pedro pelo INEA entre 2013 e 2023, suas concentrações se encontram dentro do estabelecido para águas doces de classe 2. Cabe ressaltar que para o nitrito, 92,3% das amostras apresentaram concentração abaixo do LD ($0,01 \text{ mg N/L}$).
- Nitrogênio Amoniacal Total: De acordo com os dados do INEA este parâmetro foi analisado nas 116 coletas realizadas, sem nenhum dado ausente. No entanto apresentou em 92 análises valores abaixo do limite de detecção ($0,10 \text{ mg/L N}$), o que representa 79,3% dos dados. Seu limite na Resolução CONAMA nº 357 é $3,7 \text{ mg/L N}$ - para $\text{pH} \leq 7,5$ $2,0 \text{ mg/L N}$ - para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ $1,0 \text{ mg/L N}$ - para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ $0,5 \text{ mg/L N}$ - para $\text{pH} > 8,5$.
- Metais: Para os metais foi observado que existe uma grande irregularidade nas análises para os anos de 2013, 2014 e 2015, mas nestes anos ao menos houve uma coleta com análise dos metais. No entanto nos anos de 2016, 2017 e 2018 as determinações de metais cessaram. No ano de 2019 uma coleta foi analisada, e depois só foi retomada no ano de 2023, onde foi realizada uma coleta no mês de maio e depois nos últimos quatro meses deste ano. Quanto ao LD, os parâmetros cobre dissolvido, cromo total e mercúrio total apresentaram mais de 90% de suas coletas amostras com concentrações inferiores ao LD. Já para os limites de referência de água doce, para classe 2, os metais cádmio total (m.L^{-1}), chumbo total (mg.L^{-1}), cromo total (mg.L^{-1}), níquel total

(mg.L^{-1}) e em especial o Ferro Dissolvido, para o ano de 2023, ultrapassaram em suas 4 últimas coletas valores acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº357 (BRASIL, 2005).

5.2 Análises estatísticas

Para início das análises estatísticas utilizou-se o teste de normalidade Shapiro-Wilk, com $p < 0,05$, onde é comparado a distribuição empírica dos dados com a distribuição normal teórica.

Após a aplicação do teste foi observado que apenas os parâmetros pH, temperatura da água e temperatura do ar apresentavam dados normais. Neste cenário optou-se por aplicar no tratamento dos dados a estatística não paramétrica, que é aquela que refere-se a métodos estatísticos para distribuição dos dados que não assume uma forma específica.

Para auxiliar no entendimento da distribuição dos parâmetros monitorados pelo INEA no rio São Pedro foi aplicada a Correlação de Spearman, também conhecida como coeficiente de correlação de postos de Spearman. Trata-se de uma medida não paramétrica que avalia a força e a direção da associação entre duas variáveis classificadas (ordinais). É especialmente útil quando os dados não seguem uma distribuição normal ou quando a relação entre as variáveis não é linear (BISPO, 2015, p. 45).

O teste aponta que há correlação entre diversos parâmetros. Essas correlações podem ser observadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Coeficientes de correlação entre os parâmetros monitorados pelo INEA no rio São Pedro a partir da aplicação do Teste de Correlação de Spearman. Valores grifados em vermelho representam coeficientes significativos com $p < 0,05$.

	DBO (mg.L ⁻¹)	Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	Nitrogênio amoniacoal (mg.L ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)	Ph	Turbidez (UNT)	Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L ⁻¹)	Temperatura da Água (°C)	Temperatura do Ar (°C)	Condutividade (µS/cm)	Ortofosfato-P (mg.L ⁻¹)	Cor verdadeira (mg Pt/L)
DBO (mg.L ⁻¹)	1,000000	-0,061808	-0,050893	-0,090674	0,082843	-0,184578	-0,068791	0,110187	-0,057729	0,062127	0,313365	0,005527	0,042136
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	-	1,000000	-0,053606	-0,346362	0,158864	0,405424	0,228363	-0,014708	0,281462	0,290204	-0,252261	0,459055	0,272525
Nitrogênio Amoniacoal (mg.L ⁻¹)	-	-	1,000000	-0,046897	0,258165	-0,036887	-0,135109	0,179492	0,132828	0,134337	0,011300	-0,043997	0,109826
OD (mg.L ⁻¹)	-	-	-	1,000000	0,111054	-0,409117	-0,168369	-0,045842	-0,615397	-0,439956	0,323263	-0,018981	-0,504873
Ph	-	-	-	-	1,000000	-0,175848	0,005504	0,179848	-0,038837	0,114224	0,284775	-0,106584	0,140272
Turbidez (UNT)	-	-	-	-	-	1,000000	0,316172	0,058382	0,241722	0,009833	-0,430159	0,101101	0,467032
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	-	-	-	-	-	-	1,000000	0,013961	-0,020522	-0,056909	-0,159514	0,084450	0,200619
Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	1,000000	-0,044722	-0,142161	0,237822	-0,085760	0,187681
Temperatura da água (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000000	0,572526	-0,176954	0,002073	0,381808
Temperatura do ar (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000000	-0,128836	0,189853	0,319277
Condutividade (µS/cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000000	-0,154391	-0,220643
Ortofosfato-P (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000000	0,011743
Cor verdadeira (mg Pt/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000000

Fonte: elaborado pela própria autora, 2024

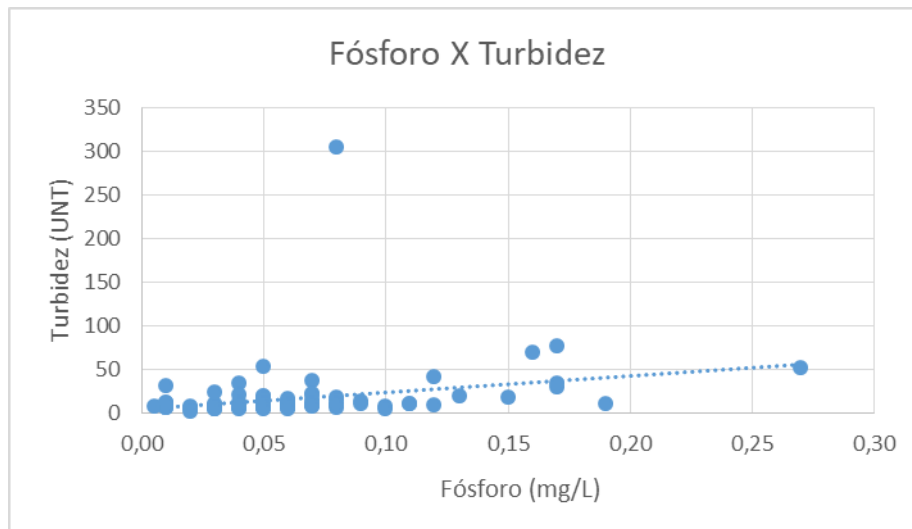
Para interpretar a tabela acima (tabela 12), deve-se analisar a correlação entre o parâmetro no eixo horizontal e o parâmetro no eixo vertical. Por exemplo, ao correlacionar a DBO, localizada no eixo horizontal, com a condutividade, situada no eixo vertical, observa-se uma correlação positiva entre esses dois parâmetros, valor de r positivo e significativo ($r = 0,313365$, $p < 0,05$).

Entre os parâmetros que apresentaram correlações significativas na tabela 11, pode-se destacar a correlação positiva entre fósforo total e os parâmetros: turbidez, orto-fosfato, coliformes termotolerantes, temperatura do ar e da água e cor verdadeira. Há também as correlações entre nitrogênio amoniacal e pH, oxigênio dissolvido e condutividade, pH e condutividade, turbidez e coliformes termotolerantes, turbidez e cor verdadeira, assim como turbidez e temperatura da água e, sólidos totais dissolvidos e condutividade. Já para temperatura da água, esta apresenta correlação positiva e significativa quando correlacionada com cor verdadeira e temperatura do ar e para temperatura do ar há correlação com o parâmetro cor verdadeira.

Para as correlações negativas e significativas, ou seja, quando um parâmetro aumenta o outro tende a diminuir, pode-se citar as correlações entre fósforo total e oxigênio dissolvido, fósforo total e condutividade, oxigênio dissolvido e turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura da água e do ar, oxigênio dissolvido e cor verdadeira, turbidez e condutividade e condutividade e cor verdadeira.

O parâmetro que apresentou maior número de correlações significativas ($p < 0,05$) com os demais parâmetros, seja positiva ou negativa, foi o fósforo total. Nas figuras a seguir são apresentados alguns exemplos de gráficos de correlações que ajudam a interpretar os dados de qualidade da água e identificar possíveis fontes de poluição. Esses exemplos também foram definidos a partir de algumas correlações com os maiores valores para r (coeficiente de correlação). Quando os valores de r estão mais próximo de 1, significa que maior é esta correlação.

Figura 15 - Correlação entre os parâmetros fósforo total e turbidez para os anos de 2013 a 2023 na estação de monitoramento do INEA no rio São Pedro, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.

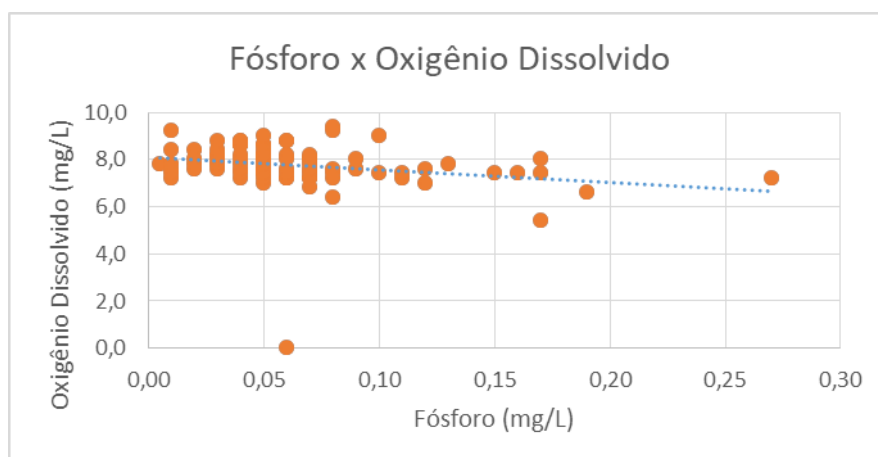


Fonte: elaborado pela autora, 2024

A correlação de Spearman indica uma correlação positiva e significativa entre a concentração de fósforo total e a turbidez da água ($r = 0,405424$, $p < 0,05$, Figura 15). Essa correlação entre estes parâmetros indica que quando aumenta a concentração de fósforo total há uma tendência das águas serem mais turvas, talvez influenciadas por um carreamento de material terrígeno, mais rico em fósforo e que provoca um aumento do material em suspensão, responsável pelo aumento da turbidez.

Na Figura 16 é possível observar a correlação entre os dados de fósforo e oxigênio dissolvido no monitoramento do INEA no rio São Pedro.

Figura 16 - Correlação entre os parâmetros de fósforo total e oxigênio dissolvido para os anos de 2013 a 2023, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.

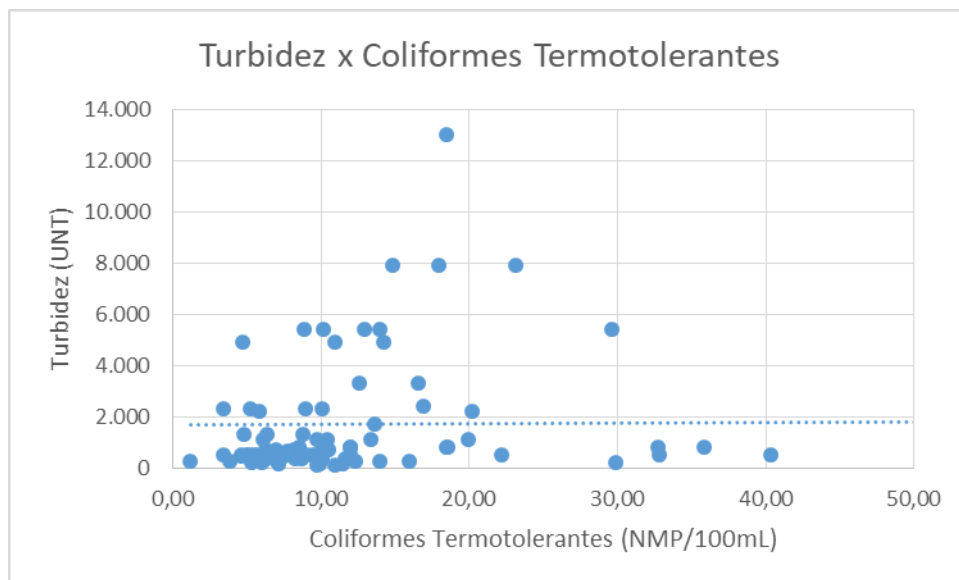


Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Quando associado o fósforo total ao oxigênio dissolvido temos uma correlação negativa ($r =$, $p < 0,05$, Figura 16). Isto sugere que, à medida que a concentração de fósforo aumenta, há decréscimo nos níveis de oxigênio dissolvido. Esta distribuição também vai de encontro com a hipótese de entrada de água mais contaminada oriunda da lixiviação terrestre, o que provocaria também uma diminuição do oxigênio, em função de ser consumido provavelmente pela degradação de matéria orgânica.

O mesmo ocorre entre a turbidez, e os coliformes termolerantes, com correlação positiva ($r = 0,316172$, $p < 0,05$), conforme pode ser observada na Figura 17. Neste caso, a Figura 17 mostra uma correlação mais fraca entre estas variáveis, mas, mesmo assim, ainda significativa.

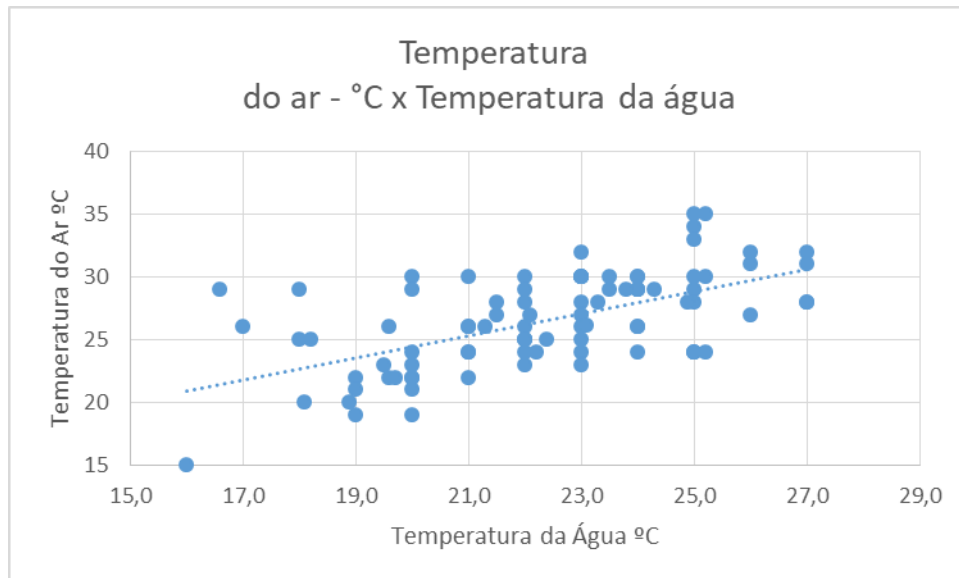
Figura 17 - Correlação entre os parâmetros de turbidez e coliformes termotolerantes para os anos de 2013 a 2023, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.



Fonte: elaborado pela autora, 2024.

Mesmo que óbvia, também é importante destacar a correlação positiva e significativa entre os parâmetros da temperatura do ar e da água ($r = 0,572526$, $p < 0,05$) (Figura 18). Os dados mostram que conforme a temperatura do ar aumenta, tende a aumentar a temperatura da água, a já conhecida capacidade da água de reter calor.

Figura 18 - Correlação entre os parâmetros de temperatura do ar e da água para os anos de 2013 a 2023, a partir da aplicação do Teste de correlação de Spearman.



Fonte: Próprio autor, 2024

A correlação negativa entre o oxigênio dissolvido e a temperatura da água ($r =$, $p < 0,05$) indica que, à medida que a temperatura da água aumenta, a quantidade de oxigênio dissolvido tende a diminuir. Isso ocorre porque a solubilidade do oxigênio na água diminui com o aumento da temperatura, ou seja, águas mais quentes têm menor capacidade de reter oxigênio, o que pode afetar a qualidade da água e a saúde dos organismos aquáticos que dependem desse oxigênio para sobreviver.

Na planilha de dados do monitoramento da estação SP310 do rio São Pedro, disponibilizada após o contato com o INEA, foi adicionada uma coluna que não havia na planilha do site, com as informações se houve (sim) ou não (não) chuva 24 horas antes da data das coletas.

Com esta informação foi aplicado o teste de Mann–Whitney entre as variáveis analisadas e a ocorrência de chuvas 24 horas antes das amostragens, no intuito de verificar quais variáveis seriam influenciadas pela precipitação.

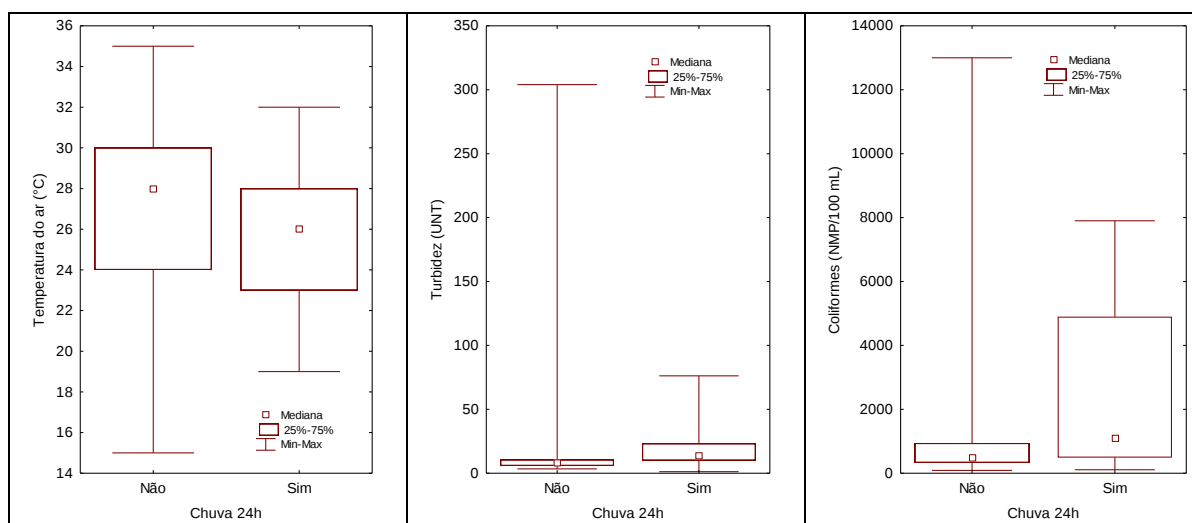
O resultado deste teste pode ser observado na Tabela 13, onde se p for menor ou igual ao valor de significância adotado (0,05), a hipótese nula é rejeitada, indicando que a diferença entre as medianas é estatisticamente significativa. Portanto, valores de $p < 0,05$ na Tabela 13 indicam que as medianas das variáveis são estatisticamente diferentes entre amostragens após chuvas 24 horas antes e aquelas em que não houve chuva neste mesmo período anterior à coleta propriamente dita.

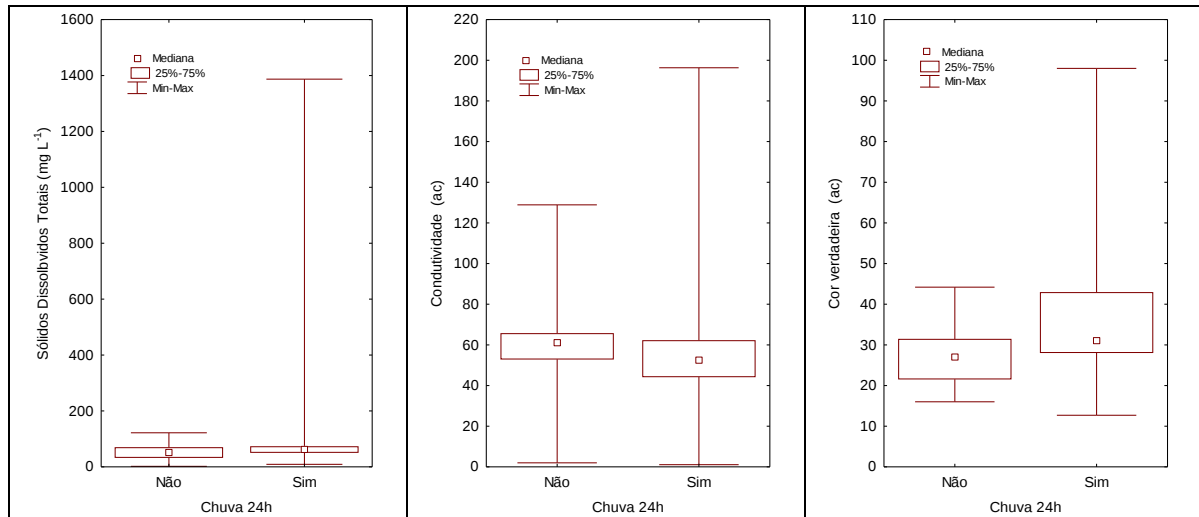
Tabela 13 - Resultados do teste de Mann-Whitney entre as variáveis monitoradas pelo INEA no rio São Pedro em amostragens com e sem chuva 24 horas anteriores à coleta das amostras. Valores grifados em vermelho representam variáveis cujas medianas são estatisticamente diferentes entre os tratamentos adotados (com e sem chuva).

Parâmetros	Coeficientes de Correlação (p)
DBO (mg.L^{-1})	0,687518
Fósforo Total (mg.L^{-1})	0,364978
Nitrogênio Amoniacal (mg.L^{-1})	0,741423
Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1})	0,082155
Potencial Hidrogeniônico	0,634902
Turbidez (UNT)	0,000028
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	0,001945
Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L^{-1})	0,036627
Temperatura da água - °C	0,564552
Temperatura do ar - °C	0,016587
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	0,027088
Ortofosfato-P (mg.L^{-1})	0,64892
Cor Verdadeira (mg Pt/L)	0,000753

Fonte: Própria autora, 2024

Figura 19 - Boxplots dos parâmetros turbidez, coliformes termotolerantes, sólidos totais dissolvidos, temperatura do ar, condutividade e cor verdadeira, que apresentaram pelo teste de Mann-Whitney diferenças significativas nas coletas com chuva 24 horas antes para o período de 2013 a 2023.





Fonte: Própria autora, 2024

A partir dos resultados foi verificado a influência das chuvas nas 24 horas antes das coletas para as variáveis turbidez, coliformes termotolerantes, sólidos totais dissolvidos, temperatura do ar, condutividade e cor verdadeira.

Observando a Figura 19, que traz os gráficos tipo box-plot dos parâmetros que apresentaram, segundo teste de Mann-Whitney, diferenças significativas se havia ou não chuvas 24 horas antes da coleta, verifica-se que há uma tendência de maiores valores em coletas realizadas após chuvas para turbidez, coliformes, sólidos dissolvidos e cor verdadeira. Para temperatura e condutividade há por sua vez, tendência de se observar valores menores.

No caso da turbidez isso ocorre devido ao escoamento superficial, que carrega partículas de solo, sedimentos, matéria orgânica, e outros materiais suspensos para os corpos d'água. Isso faz com que a água se torne mais turva, dificultando a passagem da luz e aumentando os valores de turbidez. Já para os coliformes termotolerantes as chuvas podem aumentar significativamente os níveis deste elemento na água, pois o escoamento superficial pode carregar resíduos fecais de animais e humanos das áreas urbanas, agrícolas e até mesmo do solo para os corpos d'água. Isso aumenta o risco de contaminação microbiológica. A influência da chuva nos sólidos totais dissolvidos pode ser variável. Em alguns casos, o escoamento pode aumentar os níveis de STD ao introduzir sais, minerais e outros compostos dissolvidos na água. No entanto, em áreas onde a água da chuva dilui a concentração de sólidos dissolvidos, pode ocorrer uma redução temporária nos níveis de STD.

Chuvas intensas geralmente estão associadas a quedas na temperatura do ar,

especialmente se forem acompanhadas por frentes frias. A precipitação pode esfriar o ambiente circundante, afetando a temperatura da água superficial. A condutividade da água, que mede a capacidade de conduzir eletricidade devido à presença de íons dissolvidos, pode ser afetada pelas chuvas de maneira complexa. Se a chuva for carregada de íons, como em áreas próximas ao mar, a condutividade pode aumentar. Contudo, se a água da chuva for diluída, a condutividade pode diminuir. No caso da cor verdadeira da água pode haver um aumento após a chuva devido ao transporte de matéria orgânica dissolvida, como ácidos húmicos e fúlvicos, para os corpos d'água. Essas substâncias conferem à água uma coloração amarelada a marrom, especialmente em áreas com abundante vegetação ou solos ricos em matéria orgânica.

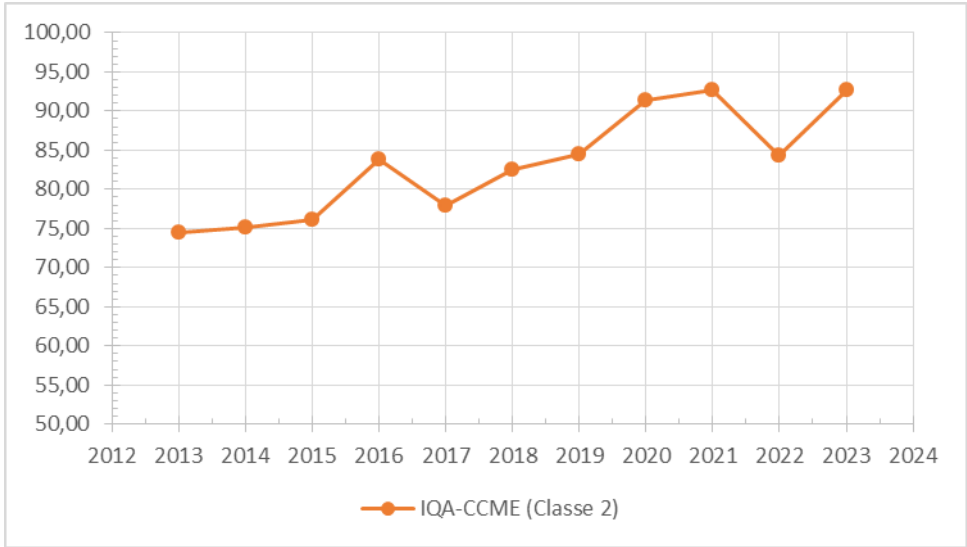
5.3 Análise dos resultados do IQA – CCME

A seleção das variáveis de monitoramento do INEA, utilizadas para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) segundo o método do Conselho Canadense dos Ministros do Meio Ambiente (CCME), no rio São Pedro, foi realizada com base na disponibilidade de dados ao longo do período de monitoramento, bem como naqueles parâmetros que possuem limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

Adotou-se como critério para inclusão de uma variável no cálculo do índice a exigência de que, no mínimo, 70% das coletas realizadas apresentassem valores registrados. A partir desse critério, foram selecionados 8 parâmetros principais para o cálculo do IQA-CCME: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal total, potencial hidrogeniônico, turbidez, sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes, além do fósforo total.

O IQA-CCME foi calculado para cada ano do período de monitoramento (2013 a 2023). Os resultados indicam uma variação significativa, oscilando entre um valor mínimo de 74,5 no ano de 2013 e um valor máximo de 92,7 no ano de 2023, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20 - Resultados do cálculo do IQA-CCME anual para os anos de 2013 a 2023 na estação de monitoramento do INEA SP310, localizada no rio São Pedro.



Fonte: elaborado pela autora, 2024

Adicionalmente, foi elaborada uma tabela para classificar os valores calculados para o IQA-CCME de acordo com a sua faixa de qualidade (Tabela 14).

Tabela 14 - Classificação dos resultados em relação a faixa de qualidade do IQA-CCME para o rio São Pedro.

Ano	IQA – CCME	Classificação de acordo com a faixa de qualidade
2013	74,50	REGULAR
2014	75,07	REGULAR
2015	76,16	REGULAR
2016	83,77	BOA
2017	77,87	REGULAR
2018	82,46	BOA
2019	84,52	BOA
2020	91,35	BOA
2021	92,64	BOA
2022	84,29	BOA
2023	92,75	BOA

Fonte: elaborado pela própria autora, 2024

Ao analisar os dados apresentados na Figura 20 e na Tabela 14, observa-se uma tendência de melhoria gradual na qualidade da água do rio São Pedro ao longo dos anos estudados. Entre 2013 e 2023, a qualidade da água, inicialmente classificada como "regular",

evoluiu para a classificação "boa" a partir de 2016, com exceção de uma pequena oscilação em 2017, quando o índice retornou temporariamente à faixa "regular". A partir de 2020, o IQA-CCME alcançou valores consistentemente elevados, destacando-se o ano de 2023, no qual foi registrado o maior índice de qualidade do período (92,75).

A interpretação dessas classificações, "regular" e "boa", deve ser analisada à luz da Resolução CONAMA nº 357, que é a responsável pela classificação dos corpos de água. A categoria "regular" indica que a água, embora parcialmente adequada para determinados usos, ainda apresenta restrições para outros, como o abastecimento humano sem tratamento ou a preservação de ecossistemas aquáticos sensíveis. Em contrapartida, a classificação "boa" reflete uma conformidade mais ampla com os padrões de qualidade exigidos, sugerindo que a água se torna apta para múltiplos usos, incluindo recreação, irrigação e preservação da biodiversidade, com riscos significativamente reduzidos à saúde humana e ao meio ambiente.

Essa evolução positiva pode ser atribuída a fatores como a implantação de biodigestores para o tratamento de esgoto, a implementação de políticas públicas voltadas à gestão hídrica, e iniciativas de conservação ambiental na bacia do rio São Pedro. Esses avanços evidenciam o impacto positivo das intervenções realizadas na região, refletido diretamente nos índices de qualidade da água ao longo da última década.

As oscilações pontuais observadas, como a registrada em 2017, podem estar relacionadas a eventos hidrológicos como chuvas antes das coletas. Contudo, o panorama geral sugere um progresso significativo, corroborando a efetividade das políticas ambientais e das práticas de manejo hídrico adotadas.

Para identificar os vetores que compõem o IQA-CCME e que foram responsáveis pelas oscilações nos valores do índice calculado para o rio São Pedro, foram selecionados os anos de 2015, 2016, 2017, 2021, 2022 e 2023. A escolha desses anos está associada a momentos específicos com maiores variações nos valores do IQA-CCME: em 2016, foi observada uma elevação no índice em relação aos anos de 2015 e 2017; e, em 2022, houve uma queda em comparação com os valores registrados em 2021 e 2023. Essa abordagem permite uma análise comparativa entre os anos imediatamente anteriores e posteriores aos eventos de oscilação, buscando entender melhor as causas dessas flutuações e os fatores determinantes para a qualidade da água.

A Tabela 15 apresenta os valores de F1, F2 e F3, além do IQA-CCME, para os anos selecionados.

Tabela 15 - Valores de F1, F2 e F3 para os anos de 2015 a 2023

	F1	F2	F3	IQA - CCME
2015	37,50	10,34	13,86	76,16
2016	25,00	5,13	11,76	83,77
2017	37,50	4,88	6,30	77,87
2021	12,50	2,50	0,25	92,64
2022	25,00	6,25	8,75	84,29
2023	12,50	1,18	0,35	92,75

Fonte: elaborado pela autora, 2024

Ao analisar o ano de 2016, em que o IQA-CCME apresentou uma elevação em comparação aos anos de 2015 e 2017, observa-se uma redução significativa no número de análises não conformes, representadas pelo vetor F1. Em 2015, registraram-se 9 análises em desconformidade, sendo 7 de coliformes termotolerantes, 1 de demanda bioquímica de oxigênio e 1 de fósforo. No entanto, em 2016, houve apenas 4 determinações não conformes, sendo 3 relacionadas a coliformes termotolerantes e 1 ao nitrogênio amoniacal total. Essa redução nas não conformidades impactou diretamente o valor do IQA-CCME, que aumentou em relação ao ano anterior.

A análise do vetor F2, que reflete a extensão das violações dos parâmetros de qualidade, também mostra uma queda significativa entre os anos de 2015 e 2016. O valor de F2 foi de 10,34 em 2015 e caiu para 5,13 em 2016. Em 2017, o valor de F2 foi semelhante ao de 2015 (4,88), mas o menor número de análises não conformes (F1) em 2016 explica o aumento no IQA-CCME observado naquele ano.

Por outro lado, em 2022, quando o índice apresentou uma queda em comparação aos anos de 2021 e 2023, nota-se que o aumento no valor de F1 foi determinante. Em quatro campanhas realizadas em 2022, a concentração de fósforo total excedeu o limite estabelecido para águas doces de classe 2, conforme a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), o que não foi observado nos anos anteriores ou posteriores. Em 2021, não houve registros de anomalias para fósforo total, e em 2023 apenas uma campanha apresentou desconformidade para esse parâmetro. Essa maior frequência de desconformidades em 2022 elevou o valor de F1 de 12,50, registrado em 2021 e 2023, para 25,00.

Conclui-se, portanto, que as oscilações no valor do IQA-CCME nos anos de 2016 e 2022 podem ser atribuídas a mudanças nos vetores F1 e F2, relacionados à quantidade e à magnitude das análises não conformes, especialmente para coliformes termotolerantes e

fósforo total. Em 2016, a redução das desconformidades foi o principal fator para o aumento do índice, enquanto em 2022, a maior quantidade de análises fora dos padrões, particularmente para fósforo total, foi responsável pela queda do IQA-CCME.

Ao analisar a relação entre a qualidade da água do rio São Pedro e os padrões climáticos ao longo do ano, não se observa uma correlação clara entre os períodos mais chuvosos ou secos e as oscilações nos valores do IQA-CCME. Aparentemente, o que parece influenciar mais diretamente a qualidade da água é a precipitação local imediata e anterior às coletas de amostras.

Essa relação sugere que eventos de precipitação recentes, que aumentam o escoamento superficial e potencialmente carregam poluentes, têm um impacto mais imediato sobre os parâmetros de qualidade da água.

Assim, a variabilidade nos resultados das análises não parece seguir padrões sazonais amplos, mas está mais relacionada a eventos de precipitação pontuais e à intensidade das chuvas que antecedem a coleta.

No que se refere aos coliformes termotolerantes (ou coliformes fecais), estes quando encontrados em níveis abaixo de 1000 NMP/100 ml, conforme definido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, não significa necessariamente que não há contaminação fecal. Na verdade, qualquer presença de coliformes fecais já indica contaminação por matéria orgânica de origem fecal, seja humana ou animal. Esses organismos servem como indicadores de poluição, pois, embora não sejam patogênicos por si só, a sua presença pode indicar a possível presença de outros microrganismos patogênicos, como vírus, bactérias e protozoários.

O limite de 1000 NMP/100 mL é um valor considerado de segurança para contato primário. Abaixo desse valor, entende-se que a quantidade de microrganismos potencialmente patogênicos presentes na água é reduzida a um nível que, em princípio, não deve causar problemas significativos à saúde humana. Isso significa que, mesmo havendo contaminação fecal, o risco de transmissão de doenças é considerado aceitável para certos usos, como recreação de contato primário ou irrigação de culturas que não são consumidas cruas.

No entanto, a presença de coliformes fecais, mesmo abaixo de 1000 NMP/100 ml, ainda deve ser vista com cautela. Isso pode indicar que existe uma fonte de contaminação ativa, como esgoto não tratado, dejetos de animais, ou escoamento superficial que pode agravar-se e aumentar os níveis de patógenos se não forem tomadas medidas preventivas.

Conforme foi apresentado na área de estudo, o rio São Pedro, no trecho estudado, recebe a influência de atividades agrícolas e pecuárias que podem ser responsáveis pela

presença de coliformes fecais na água. De acordo com as análises realizadas pelo INEA, na estação de monitoramento SP310, no rio São Pedro, 90,5% dos dados possuem valores maiores que 200 NMP/100 ml.

Em relação à localização do ponto de monitoramento do INEA, SP310, este conforme mencionado anteriormente, encontra-se localizado a aproximadamente 50m do limite da UC de proteção Integral Rebio Tinguá, e recebe apenas contribuições de pequenos sítios que se encontram no entorno do corpo hídrico. Somente a jusante do ponto de monitoramento é que rio São Pedro passa a receber contribuições de esgotamento sanitário de núcleos urbanos do município de Japeri. Nesse contexto, chega-se a conclusão que a avaliação da qualidade da água do rio São Pedro, que drena para o rio Guandu, fonte de abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro, é ineficaz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados nesta dissertação, é possível concluir que houve melhorias significativas na qualidade de água do rio São Pedro, ao longo do período analisado, de 2013 a 2023. O uso do cálculo do IQA-CCME evidenciou uma evolução gradual, com a água passando de uma classificação "regular" para "boa". Esse avanço pode ser atribuído às medidas de conservação implementadas na região, como a instalação de biodigestores para tratamento de esgoto, além de políticas públicas voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos.

As oscilações observadas, como a queda no índice de qualidade em 2022, estão possivelmente ligadas a eventos pluviométricos, já que o estudo revelou que as chuvas nas 24 horas anteriores às coletas impactam diversos parâmetros, como sólidos dissolvidos totais e coliformes termotolerantes.

Outro fator potencialmente responsável pelas oscilações de qualidade observadas entre os anos de monitoramento foi a presença de coliformes fecais, que podem estar associados tanto à fauna silvestre da Reserva Biológica de Tinguá quanto à atividades pecuárias nas áreas rurais atravessadas pelo rio antes do ponto de monitoramento, além da presença de dejetos humanos e domésticos. A proximidade do ponto de coleta a áreas de preservação e a menor densidade populacional urbana contribuem para a qualidade relativamente boa da água, mas também apresentam desafios na identificação precisa das fontes de poluição.

Considerando que o rio São Pedro é um afluente de relevância para o rio Guandu, o qual é responsável por abastecer cerca de 80% da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, entende-se que o ponto de monitoramento atualmente utilizado para verificar a qualidade da água que chega ao rio Guandu apresenta limitações em sua eficácia. Isso ocorre porque a localização do ponto de monitoramento não permite avaliar adequadamente a qualidade da água antes de o rio ser submetido aos impactos advindos das áreas urbanizadas de Japeri, comprometendo a avaliação da qualidade da água que drena para o rio Guandu. Sendo assim, a partir deste estudo fica a sugestão da implantação de outro ponto de monitoramento, localizado um pouco antes do local de desague do rio São Pedro no rio Guandu.

A metodologia utilizada não apenas validou a eficácia da aplicação do IQA-CCME no contexto da bacia do Rio São Pedro, mas também demonstrou que esse índice pode ser adaptado a diferentes realidades e incorporar novos parâmetros conforme necessário. Isso reforça a utilidade do IQA-CCME em cenários variados, especialmente em regiões onde o

monitoramento dos recursos hídricos é uma questão crítica.

Conclui-se que o IQA-CCME é uma ferramenta eficaz para a avaliação da qualidade da água, no entanto, a necessidade de pelo menos quatro campanhas de monitoramento para obter uma avaliação completa pode ser uma limitação significativa, especialmente em locais onde o monitoramento é inconsistente.

Um dos objetivos deste estudo foi a construção e disponibilização de uma planilha detalhada, compilando os dados de monitoramento da qualidade da água do rio São Pedro realizado pelo INEA. A criação desta planilha não só facilita o acesso a informações organizadas e padronizadas, mas também promove transparência e colaboração entre diferentes entidades e pesquisadores. Ao oferecer um formato de dados acessível e consistente, a planilha permite que futuros estudos e monitoramentos possam ser facilmente atualizados, contribuindo para um acompanhamento contínuo e eficaz da qualidade da água ao longo do tempo.

No entanto, o processo de construção desta planilha revelou inconsistências significativas nos dados disponibilizados pelo INEA, inclusive, o uso inadequado do IQA-NSF, que impossibilitou a comparação entre os índices, um dos objetivos inicialmente proposto nesta dissertação.

REFERÊNCIAS

- ÁGUAS DO RIO. *Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água de Japeri*. Maio 2023. Disponível em: <https://sei.rj.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_processo_exibir.php?IC2o8Z7ACQH4LdQ4jJLJzjPBiLtP6l2FsQacllhUf-duzEubalut9yv8-CzYYNLU7pd-wiM0k633-D6khhQNRblxIdqXB9aUam94HrINr-vEA71UIK3MMN1FVwCATxo>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- ÁGUAS DO RIO. *Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário de Japeri*. Maio 2023. Disponível em: <https://sei.rj.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_processo_exibir.php?IC2o8Z7ACQH4LdQ4jJLJzjPBiLtP6l2FsQacllhUf-duzEubalut9yv8-CzYYNLU7pd-wiM0k633-D6khhQNRblxIdqXB9aUam94HrINr-vEA71UIK3MMN1FV0wCATxo>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- ALMEIDA, G. S. de. *Avaliação da aplicação do IQA-CCME na divulgação da qualidade de água de bacias hidrográficas*. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Rio Joanes. 2014. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2014.
- ALMEIDA, R. A. S. *Índice de qualidade de uso da água subterrânea (E-IQUAS): uma metodologia de modelagem numérica flexível*. 2012. 333 f. Tese (Doutorado em Energia e Ambiente) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2012.
- AMARO, Cristiane Araújo. *Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento*. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.
- ANA – Agência Nacional de Águas. *Atlas – Abastecimento Urbano de Água*. 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?r>>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS (BDIA). *Descrição das Unidades – Brasil*. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BELLEN, H. M. van. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: FGV, 2005.
- BISPO, Romanul de Souza. *Democracia e desenvolvimento: medições, associações, causa e efeito*. 2015. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em convênio com a Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, 2015. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/politica/tese-romanul-souza-bispo.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). *Indicadores de qualidade – índice de qualidade das águas (IQA)*. Disponível em: <<https://portalpnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. *Código das Águas*. 1934. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm > Acesso em: 08 abr. 2024.

BRASIL. Decreto nº 97.780 que institui a criação da Reserva Biológica do Tinguá – ReBio do Tinguá. Brasília, 1989.

BRASIL. *Indicadores de qualidade – índice de qualidade das águas (IQA)*. Disponível em: <Portal da Qualidade das Águas (ana.gov.br)>.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Mapa de biomas do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Escala 1:5.000.000.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Reserva biológica do Tinguá*. Disponível em: <sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.exibeUc&idUc=212>. Acesso em: 25 abr. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.html>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. *Institui o novo Código Florestal*. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 05 abr. 2024.

BRASIL. Lei nº 5.318, de 26 de setembro de 1967. *Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento*. Diário Oficial da União, Brasília, 27 set. 1967.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989*. Diário Oficial da União, Brasília, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. *Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 18 jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual de saneamento*. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores*. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). *Plano de Manejo da Reserva Biológica do Tinguá*. Brasília: MMA/IBAMA, 2006. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/rebio-do-tingua/arquivos/copy_of_pm_rebio_tingua.pdf

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 274, de 29 de novembro de 2000. *Revisa os Critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras* – Publicação DOU nº 018, de 08/01/2001. Disponível em: <URL>. Acesso em: 23 abr. 2024.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (CCME). *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0 Technical Report*. Canadian Environmental Quality Guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment. Canada, 2001.

CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro. *Informativo Anual sobre a qualidade da água distribuída para a população do Estado do Rio de Janeiro – Sistema São Pedro*. Janeiro a Dezembro de 2016.

CEDAE. *Sistema Guandu*. Disponível em: <<https://cedae.com.br/sistemaguandu>>. Acesso em: 08 abr. 2024.

CERHI – Conselho Estadual de Recursos Hídricos / RJ. Resolução CERHI-RJ nº 127, de 27 de agosto de 2014. Aprova o enquadramento de corpos d'água em classes de uso para 24 trechos de rio da Região Hidrográfica Guandu.

CETESB (São Paulo). *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013*. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte1.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2017.

CETESB. *Histórico da legislação hídrica no Brasil*. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>>. Acesso em: 08 abr. 2024.

COMITÊ GUANDU. *Comitê Guandu/RJ lança as obras do projeto Sanear no município de Queimados*. Disponível em: <<https://comiteguandu.org.br/2022/02/14/comite-guandu-rj-lanca-as-obras-do-projeto-sanear-no-municipio-de-queimados/>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

COMITÊ GUANDU. Decreto nº 31.178, de 30 de junho de 2016. Disponível em: <<https://comiteguandu.org.br/downloads/decreto-31.178.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

COMITÊ GUANDU. PERH Guandu. *Plano Estratégico de Recursos Hídricos do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim* (PERH – Guandu/RJ). CBH-Guandu, 2018.

COMITÊ GUANDU. Resolução CERHI nº 018, de 15 de março de 2021. Disponível em: <<https://comiteguandu.org.br/legislacoes/ResolucoesCERHI/Resolucao-CERHI-018.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

COMITÊ GUANDU. Resolução nº 107, de 29 de abril de 2014. Disponível em: <<https://comiteguandu.org.br/conteudo/resolucao-107-29-4-2014.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *O problema de escassez de água no mundo*. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/o-problema-da-escassez-de-agua-no-mundo/>>. Acesso em: 12 maio 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 32, de 30 de novembro de 2016. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/legislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). Resolução 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. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 092, p. 89, 2011.

EMBRAPA. *Horizontes Diagnósticos do Solo*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/horizontes-diagnostics>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decreto nº 40.670 que institui a criação da Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu. Rio de Janeiro, 2007

FERREIRA, Kássia Crislayne Duarte et al. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 277-286, abr./jun. 2015. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br>>. Acesso em: [27 set. 2024]. DOI: 10.5935/1806-6690.20150007.

FERREIRA, Kássia Crislayne Duarte et al. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao seminário brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 2, p. 277-286, abr.-jun. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/ferraz/jrca/a/XxSq47Sh93nmxMVvxHrJYvr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27 set. 2024.

HEILBRON, M. et al. A Província Mantiqueira. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (orgs.). *Geologia do Continente Sul-*

Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 203-234.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. *Panorama do Município de Japeri*. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/japeri/panorama>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

INEA. *Índice de qualidade da água NSF*. Disponível em: <PowerPoint Presentation (inea.rj.gov.br)>.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). *Índice de qualidade da água NSF*.

Disponível em: <PowerPoint Presentation (inea.rj.gov.br)>. Acesso em: 15 maio 2023.

INSTITUTO Trata Brasil. *Manual do saneamento básico: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica*. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012. Disponível em: <[fetch.php \(urca.br\)](#)>. Acesso em: 27 mar. 2023.

JANNUZZI, P. M. *Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações*. Campinas, SP: Alínea, 2009. 141 p.

JAPERI (Município). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Japeri*. Japeri: Prefeitura Municipal, 2024. Disponível em: <PMSB_PRODUTO 8_PMSB.pdf> Acesso em: 28 ago. 2024.

KOPPEN, W. *Climatologia*. México: Fundo de Cultura Econômica, 1931.

MACHADO, D. D. P. *Análise da Bacia Hidrográfica do Rio São Pedro, sub-bacia do Rio Guandu-RJ, a partir do Sistema GTP (Geossistema – Território – Paisagem) como subsídio à conservação e gestão dos recursos hídricos*. 2017. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Agronomia/Instituto Multidisciplinar de Nova Iguaçu, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2017.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. *Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MARANHÃO, N. *Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas*. 2007. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <Ney Maranhao _D.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

MERTEN, C. C.; TORRES, M.; MORAIS, M. P. *Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos*. Brasília: IPEA, 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Índice e Indicadores de Qualidade de Água – Revisão da Literatura. Monitoramento da Qualidade da Água como Instrumento de Controle Ambiental e Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de Pernambuco. Programa Nacional de Meio Ambiente II - PNMA II. Componente Desenvolvimento Institucional. Subcomponente Monitoramento da Qualidade da Água. Subprojeto Pernambuco*. Recife, 2003. Disponível em: <http://cprh.pe.gov.br/download/idice-agua-volume1.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2024.

OLIVEIRA, E. F. *Sistemas de Abastecimento de Águas da Cidade do Rio de Janeiro, com ênfase no Guandu*. CEDAE/Apresentação para a SEARJ. Disponível em: <<https://searj.org.br/pdf/Guandu/ApresentacaoparaaSEAERJ.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

PEQUENO, Petrus Luiz de Luna et al. *Importância das matas ciliares*. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2002.

PREFEITURA DA CIDADE DE JAPERI. Lei nº 1.238 que institui a criação da Área de Proteção Ambiental da Pedra Lisa. Japeri, 2012.

PRMRJ. *Planejamento Regionalizado Metropolitano do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro Atualmente Atendidos Pela CEDAE*. Consórcio Saneamento Rio de Janeiro, 2018.

RIO DE JANEIRO (Estado). Instituto Estadual do Ambiente (INEA). *IQA Médio ERJ 2012-2023: RH-II. Rio de Janeiro*: INEA, 2024. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2024/07/INEA-IQA-M%C3%A9dia-ERJ-2012-2023.v3_RH-II.pdf> Acesso em: 10 ago. 2024.

RIO DE JANEIRO (Estado). Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu. Decreto nº 6.492, de 6 de junho de 2002. *Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Rio São Pedro de Jaceruba, na Cidade de Nova Iguaçu, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências*. Nova Iguaçu: Gabinete do Prefeito, 2002. Disponível em: <www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/popups/decreto_6492.htm>. Acesso em: 28 ago. 2024.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de estado de meio ambiente e projetos especiais. Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Iguaçu - ênfase: controle de inundações*. 1995

SICHE, R.; AGOSTINHO, R.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Ambiente e Sociedade*, Campinas, v. X, n. 2, p. 137-148, jun.-dez. 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/3w6kjV8dSdqVtPbxMBzW3Rg/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 07 ago. 2021.

SILVA, L. C. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro*. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Execução: CPRM - Serviço Geológico do Brasil / Departamento de Recursos Minerais - DRM – RJ. CPRM, 2. ed. rev. 2001.

SILVEIRA, L. G. *Estudo comparativo da utilização do IQA-NSF e IQA-CCME para análise da qualidade da água no estado do Rio de Janeiro*. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado profissional em gestão e regulação de recursos hídricos) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). *Série Histórica*. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 09 ago. 2023.

STRADA, Débora Camargo; HERMS, Friedrich Wilhelm; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui. *Análise de sensibilidade do ICE à variação da quantidade de amostragens anuais*. XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <[XXIV-SBRH0261-1-0-20210803-203217.pdf](https://www.sbrh.org.br/XXIV-SBRH0261-1-0-20210803-203217.pdf)> Acesso em: 01 de ago 2023

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: UFGM, 2005.

Ano	Local	Data	LD	OD (mg/L)	LD	DBO (mg/L)	LD	DQO (mg/L)	LD	Fósforo Total (mg/L)	LD	Orto-fosfato dissolvido (mg/L)	LD	pH	LD	Sólidos suspensos totais (mg/L)	LD	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	LD	Sólidos totais (mg/L)	LD	Enterococos (NMP/100m L)	LD	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	LD	Escherichia coli (NMP/100mL)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			não inferior a 5 mg/L		no mínimo 5 mg/L				0,1 mg P/L lótico				6 a 9				até 500 mg/L					até 1000/100mL em 80% das anostas			
	Valor CONAMA Classe 2			5		5				0,10				6				500					1.000			
	Limite de detecção					2		10		0,01		0,01											180			
2013	Não Coletado	jan/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	20/02/2013	-	7,2	<	2	-	29	-	0,06	<	0,01	-	7,2		8	-	60	-	68	-	-	-	790	-	-
	00RJ12SP0310	06/03/2013	-	7,4	<	2	-	44	-	0,15	-	0,06	-	7,6		140	-	1387	-	1527	-	-	-	7900	-	-
	00RJ12SP0310	01/04/2013	-	7,8	<	2	<	10	-	0,1	-	0,06	-	7,3		9	-	-	-	-	-	-	200	-	-	
	00RJ12SP0310	22/05/2013	-	8,22	<	2	-	16	-	0,16	-	0,09	-	7,4		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	05/06/2013	-	8,6	<	2	-	14	-	0,05	-	0,02	-	7,3		4	-	42	-	46	-	-	-	490	-	-
	Não Coletado	jul/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Não Coletado	ago/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	24/09/2013	-	8,2	<	2	<	10	-	0,03	<	0,01	-	7,4		4	-	59	-	63	-	-	-	700	-	-
	00RJ12SP0310	15/10/2013	-	8	<	2	-	14	-	0,09	-	0,03	-	7,4		3	-	21	-	24	-	-	-	490	-	-
	00RJ12SP0310	26/11/2013	-	7,2	<	2	-	42	-	0,27	-	0,03	-	6,7		112	-	49	-	161	-	-	-	7900	-	-
	00RJ12SP0310	10/12/2013	-	7	<	2	-	19	-	0,05	<	0,01	-	7,2		11	-	107	-	118	-	-	-	5400	-	-
Ano	Local	Data	LD	Cor verdadeira (UC)	LD	Turbidez (uT)	LD	Condutividade (µS/cm)	LD	Cloreto (mg/L)	LD	Alcalinidade total (mg/L)	LD	Temperatura da Água (°C)	LD	Temperatura do Ar (°C)	LD	Alumínio total (mg/L)	LD	Alumínio dissolvido (mg/L)	LD	Cádmio total (mg/L)	LD	Chumbo total (mg/L)	LD	Cobalto total (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 75 mg Pt/L		até 100 UNT				250 mg Cl/L									0,1 mg Al/L			0,001 mg Cd/L		0,01 mg Pb/L		0,05 mg Co/L
	Valor CONAMA Classe 2			75		100				250												0,001		0,01		0,05
	Limite de detecção																		0,1							
2013	Não Coletado	jan/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	20/02/2013	-	34	-	12	-	40	-	-	-	6,4	-	25	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	06/03/2013	-	70	-	18	-	1,1	-	-	-	5,8	-	20	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	01/04/2013	-	29	-	13	-	1,3	-	-	-	17	-	26	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	22/05/2013	-	18	-	7,9	-	2,1	-	-	-	8,7	-	21,94	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	05/06/2013	-	30	-	12	-	2	-	-	-	8	-	21	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Não Coletado	jul/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Não Coletado	ago/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	24/09/2013	-	38	-	8,2	-	61	-	-	-	-	-	23	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	15/10/2013	-	31	-	9,5	-	55	-	-	-	13	-	23	-	30	-	-	<	0,1		0,002	-	0,01	-	-
	00RJ12SP0310	26/11/2013	-	70	-	51	-	41	-	-	-	6,2	-	23	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	10/12/2013	-	28	-	14	-	52	-	-	-	-	-	21	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
						0,005		0,01					0,0001								0,01			
2013	Não Coletado	jan/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	20/02/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
	00RJ12SP0310	06/03/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63
	00RJ12SP0310	01/04/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43
	00RJ12SP0310	22/05/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46
	00RJ12SP0310	05/06/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56
	Não Coletado	jul/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	ago/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	24/09/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
	00RJ12SP0310	15/10/2013	-	-	<	0,005	<	0,01	-	-	-	0,3	-	-	<	0,0001	-	0,01	-	0,005	-	-	-	0,08
	00RJ12SP0310	26/11/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43
	00RJ12SP0310	10/12/2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23

Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5	
	Valor CONAMA Classe 2						
			1				
	Limite de detecção			0,01		0,1	
2013	Não Coletado	jan/13	-	-	-	-	74,5
	00RJ12SP0310	20/02/2013	<	0,007	-	0,11	
	00RJ12SP0310	06/03/2013	<	0,005	<	0,01	
	00RJ12SP0310	01/04/2013	<	0,006	<	0,01	
	00RJ12SP0310	22/05/2013	<	0,01	-	0,23	
	00RJ12SP0310	05/06/2013	-	0,02	<	0,06	
	Não Coletado	jul/13	-	-	-	-	
	Não Coletado	ago/13	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	24/09/2013	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	15/10/2013	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	26/11/2013	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	10/12/2013	<	0,01	<	0,1	

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
	Limite de detecção					0,005		0,01								0,0001								0,01
2014	00RJ12SP0310	22/01/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26
	00RJ12SP0310	10/02/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
	00RJ12SP0310	12/03/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
	00RJ12SP0310	01/04/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18
	00RJ12SP0310	07/05/2014	-	-	<	0,003	<	0,005	-	-	-	0,09	-	0,065	<	0,0001	-	0,01	-	0,002	-	-	-	0,16
	00RJ12SP0310	10/06/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16
	00RJ12SP0310	09/07/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26
	00RJ12SP0310	12/08/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17
	Não Coletado	set/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	out/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	27/11/2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12
	Não Coletado	dez/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME																	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5																		
	Valor CONAMA Classe 2			1																				
	Limite de detecção			0,01		0,1																		
2014	00RJ12SP0310	22/01/2014	<	0,01	<	0,1	75,07																	
	00RJ12SP0310	10/02/2014	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	12/03/2014	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	01/04/2014	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	07/05/2014	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	10/06/2014	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	09/07/2014	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	12/08/2014	-	0,02	<	0,1																		
	Não Coletado	set/14	-	-	-	-																		
	Não Coletado	out/14	-	-	-	-																		
	00RJ12SP0310	27/11/2014	<	0,01	<	0,1																		
	Não Coletado	dez/14	-	-	-	-																		

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L	
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10	
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01	
2015	Não Coletado	jan/15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	10/02/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	
	00RJ12SP0310	18/03/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	
	00RJ12SP0310	08/04/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	11/05/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	10/06/2015	-	-	<	0,005	<	0,004	-	-	-	0,3	-	0,05	<	0,0001	-	0,01	-	0,01	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	14/07/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	
	00RJ12SP0310	26/08/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	
	00RJ12SP0310	16/09/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	
	00RJ12SP0310	14/10/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<	0,01
	00RJ12SP0310	04/11/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,67
	00RJ12SP0310	08/12/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<	0,01

Ano	Local	Data	LD	Nitrato (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5	
	Valor CONAMA Classe 2			1			
Limite de detecção				0,01		0,1	
2015	Não Coletado	jan/15	-	-	-	-	76,16
	00RJ12SP0310	10/02/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	18/03/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	08/04/2015	-	-	<	0,1	
	00RJ12SP0310	11/05/2015	-	-	<	0,1	
	00RJ12SP0310	10/06/2015	-	-	<	0,1	
	00RJ12SP0310	14/07/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	26/08/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	16/09/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	14/10/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	04/11/2015	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	08/12/2015	-	0,1	<	0,1	

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Niquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L	
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10	
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01	
2016	00RJ12SP0310	12/01/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<	0,01
	00RJ12SP0310	23/02/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
	00RJ12SP0310	21/03/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	00RJ12SP0310	18/04/2016	-	-	-	-	<	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17
	00RJ12SP0310	09/05/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24
	00RJ12SP0310	14/06/2016	-	-	<	0,002	-	-	-	0,5	-	-	-	-	<	0,0001	-	0,01	-	0,06	-	-	-	-	0,3
	Não Coletado	jul/16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Não Coletado	ago/16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	21/09/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
	00RJ12SP0310	25/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
	00RJ12SP0310	08/11/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27
	00RJ12SP0310	12/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31

Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5	
	Valor CONAMA Classe 2			1			
Limite de detecção				0,01		0,1	
2016	00RJ12SP0310	12/01/2016	<	0,01	<	0,1	83,77
	00RJ12SP0310	23/02/2016	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	21/03/2016	<	0,01	-	0,22	
	00RJ12SP0310	18/04/2016	<	0,01	-	8,26	
	00RJ12SP0310	09/05/2016	<	0,01	-	0,44	
	00RJ12SP0310	14/06/2016	<	0,01	-	0,2	
	Não Coletado	jul/16	-	-	-	-	
	Não Coletado	ago/16	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	21/09/2016	<	0,01	-	0,18	
	00RJ12SP0310	25/10/2016	<	0,01	-	0,18	
	00RJ12SP0310	08/11/2016	<	0,01	-	0,16	
	00RJ12SP0310	12/12/2016	<	0,01	-	0,14	

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01
2017	00RJ12SP0310	09/01/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18
	00RJ12SP0310	06/02/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54
	00RJ12SP0310	08/03/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29
	00RJ12SP0310	05/04/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16
	00RJ12SP0310	03/05/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27
	00RJ12SP0310	28/06/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	jul/17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	23/08/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	27/09/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	24/10/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
	00RJ12SP0310	22/11/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
	00RJ12SP0310	20/12/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA CCME
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5	
	Valor CONAMA Classe 2			1			
Limite de detecção				0,01		0,1	
2017	00RJ12SP0310	09/01/2017	<	0,01	-	0,15	77,87
	00RJ12SP0310	06/02/2017	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	08/03/2017	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	05/04/2017	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	03/05/2017	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	28/06/2017	-	-	<	0,1	
	Não Coletado	jul/17	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	23/08/2017	-	-	<	0,1	
	00RJ12SP0310	27/09/2017	-	-	<	0,1	
	00RJ12SP0310	24/10/2017	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	22/11/2017	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	20/12/2017	-	-	<	0,1	

Ano	Local	Data	LD	OD (mg/L)	LD	DBO (mg/L)	LD	DQO (mg/L)	LD	Fósforo Total (mg/L)	LD	Orto-fosfato dissolvido (mg/L)	LD	pH	LD	Sólidos suspensos totais (mg/L)	LD	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	LD	Sólidos totais (mg/L)	LD	Enterococos (NMP/100mL)	LD	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	LD	Escherichia coli (NMP/100mL)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			não inferior a 5 mg/L		no mínimo 5 mg/L				0,1 mg P/L lóxico				6 a 9				até 500 mg/L					até 1000/100mL em 80% das amostras			
	Valor CONAMA Classe 2													9												
				5		5				0,10				6				500					1.000			
Limite de detecção						2		10		0,01		0,01											180			
2018	00RJ12SP0310	23/01/2018	-	7,4	<	2	-	21	-	0,04	<	0,01	-	7,38	-	13	-	50	-	63	-	-	-	5400	-	-
	00RJ12SP0310	27/02/2018	-	7,6	<	2	-	11	-	0,04	<	0,01	-	8	-	14	-	50	-	2	-	-	-	130	-	-
	00RJ12SP0310	14/03/2018	-	7,6	<	2	-	13	-	0,05	<	0,01	-	7,15	-	9	-	61	-	70	-	-	-	330	-	-
	00RJ12SP0310	03/04/2018	-	7,8	<	2	-	19	-	0,07	-	0,02	-	7,2	-	25	-	10	-	35	-	-	-	1100	-	-
	00RJ12SP0310	08/05/2018	-	8	<	2	-	17	-	0,03	<	0,01	-	6,86	-	9	-	45	-	54	-	-	-	2300	-	-
	00RJ12SP0310	05/06/2018	-	8,6	<	2	<	10	-	0,04	-	0,02	-	7,41	-	4	-	87	-	91	-	-	-	700	-	-
	00RJ12SP0310	10/07/2018	-	8,4	<	2	-	15	-	0,02	<	0,01	-	7,25	-	3	-	49	-	52	-	-	-	490	-	-
	00RJ12SP0310	14/08/2018	-	8,6	<	2	-	52	-	0,05	<	0,01	-	7,26	-	11	-	67	-	78	-	-	-	230	-	-
	00RJ12SP0310	04/09/2018	-	8,2	<	2	-	11	-	0,05	<	0,01	-	7,25	-	8	-	66	-	74	-	-	<	110	-	-
	00RJ12SP0310	02/10/2018	-	8,2	<	2	-	17	-	0,05	<	0,01	-	7,38	-	24	-	80	-	104	-	-	-	13000	-	-
	00RJ12SP0310	07/11/2018	-	8	<	2	<	10	-	0,05	<	0,01	-	6,83	-	12	-	48	-	60	-	-	-	1300	-	-
	00RJ12SP0310	06/12/2018	-	7,8	<	2	-	29	-	0,13	<	0,01	-	7,13	-	21	-	53	-	74	-	-	-	780	-	-
Ano	Local	Data	LD	Cor verdadeira (UC)	LD	Turbidez (uT)	LD	Condutividade (µS/cm)	LD	Cloreto (mg/L)	LD	Alcalinidade total (mg/L)	LD	Temperatura da Água (°C)	LD	Temperatura do Ar (°C)	LD	Alumínio total (mg/L)	LD	Alumínio dissolvido (mg/L)	LD	Cádmio total (mg/L)	LD	Chumbo total (mg/L)	LD	Cobalto total (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 75 mg Pt/L		até 100 UNT				250 mg Cl/L										0,1 mg Al/L		0,001 mg Cd/L		0,01 mg Pb/L		0,05 mg Co/L
	Valor CONAMA Classe 2																									
				75		100				250												0,001		0,01		0,05
Limite de detecção																				0,1						
2018	00RJ12SP0310	23/01/2018	-	31	-	10,2	-	49,6	-	-	-	11		25	-	29	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	27/02/2018	-	32	-	11,5	-	46,5	-	-	-	-		22	-	28	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	14/03/2018	-	27	-	10,1	-	41,6	-	-	-	10		25	-	24	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	03/04/2018	-	61	-	20	-	62	-	-	-	17		27	-	32	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	08/05/2018	-	23	-	10,1	-	43,3	-	-	-	-		24	-	24	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	05/06/2018	-	20	-	6,34	-	76,7	-	-	-	-		21	-	22	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	10/07/2018	-	16	-	4,71	-	63,9	-	-	-	-		19	-	19	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	14/08/2018	-	34	-	14	-	70,2	-	-	-	-		22	-	24	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	04/09/2018	-	31	-	11	-	67,1	-	-	-	-		22	-	26	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	02/10/2018	-	20	-	18,5	-	70,8	-	-	-	-		24	-	26	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	07/11/2018	-	34	-	8,84	-	55,8	-	-	-	-		21	-	24	-	-		-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	06/12/2018	-	28	-	18,6	-	49	-	-	-	-		23	-	26	-	-		-	-	-	-	-	-	

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Niquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01
2018	00RJ12SP0310	23/01/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
	00RJ12SP0310	27/02/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25
	00RJ12SP0310	14/03/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
	00RJ12SP0310	03/04/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56
	00RJ12SP0310	08/05/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	05/06/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	10/07/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	14/08/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	04/09/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	02/10/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	07/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39
	00RJ12SP0310	06/12/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38
Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME																	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5																		
	Valor CONAMA Classe 2			1																				
Limite de detecção				0,01		0,1																		
2018	00RJ12SP0310	23/01/2018	<	0,01	-	0,12	82,46																	
	00RJ12SP0310	27/02/2018	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	14/03/2018	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	03/04/2018	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	08/05/2018	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	05/06/2018	-	-	-	0,11																		
	00RJ12SP0310	10/07/2018	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	14/08/2018	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	04/09/2018	-	-	-	0,14																		
	00RJ12SP0310	02/10/2018	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	07/11/2018	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	06/12/2018	<	0,01	-	0,12																		

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
	limite de detecção					0,005		0,01								0,0001								0,01
2019	00RJ12SP0310	22/01/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43
	00RJ12SP0310	19/02/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17
	00RJ12SP0310	26/03/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32
	00RJ12SP0310	15/04/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24
	00RJ12SP0310	22/05/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23
	00RJ12SP0310	24/06/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28
	00RJ12SP0310	30/07/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
	00RJ12SP0310	27/08/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29
	00RJ12SP0310	16/09/2019	-	0,002	<	0,001	<	0,004	-	-	-	0,53	-	0,044	-	-	-	0,01	-	0,009	-	-	-	0,25
	00RJ12SP0310	16/10/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23
	00RJ12SP0310	11/11/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
	00RJ12SP0310	11/12/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME																	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5																		
	Valor CONAMA Classe 2			1																				
	limite de detecção			0,01		0,1																		
2019	00RJ12SP0310	22/01/2019	<	0,01	<	0,1	84,52																	
	00RJ12SP0310	19/02/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	26/03/2019	-	0,04	-	0,15																		
	00RJ12SP0310	15/04/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	22/05/2019	<	0,01	-	0,12																		
	00RJ12SP0310	24/06/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	30/07/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	27/08/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	16/09/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	16/10/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	11/11/2019	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	11/12/2019	<	0,01	<	0,1																		

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01
2020	00RJ12SP0310	09/01/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77
	00RJ12SP0310	18/02/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46
	00RJ12SP0310	17/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	abr/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	mai/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	jun/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	jul/20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	25/08/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	16/09/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	27/10/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	10/11/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	16/12/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ano	Local	Data	LD	Nitrato (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME																	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5																		
	Valor CONAMA Classe 2			1																				
Limite de detecção				0,01		0,1																		
2020	00RJ12SP0310	09/01/2020	<	0,01	<	0,1	91,35																	
	00RJ12SP0310	18/02/2020	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	17/03/2020	-	-	-	0,12																		
	Não Coletado	abr/20	-	-	-	-																		
	Não Coletado	mai/20	-	-	-	-																		
	Não Coletado	jun/20	-	-	-	-																		
	Não Coletado	jul/20	-	-	-	-																		
	00RJ12SP0310	25/08/2020	-	-	-	0,13																		
	00RJ12SP0310	16/09/2020	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	27/10/2020	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	10/11/2020	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	16/12/2020	-	-	-	0,17																		

Ano	Local	Data	LD	OD (mg/L)	LD	DBO (mg/L)	LD	DQO (mg/L)	LD	Fósforo Total (mg/L)	LD	Orto-fosfato dissolvido (mg/L)	LD	pH	LD	Sólidos suspensos totais (mg/L)	LD	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	LD	Sólidos totais (mg/L)	LD	Enterococos (NMP/100mL)	LD	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	LD	Escherichia coli (NMP/100mL)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			não inferior a 5 mg/L		no mínimo 5 mg/L				0,1 mg P/L lótico				6 a 9				até 500 mg/L						até 1000/100mL em 80% das amostras		
	Valor CONAMA Classe 2													9												
				5		5				0,10				6				500						1.000		
	Limite de detecção					2		10		0,01		0,01												180		
2021	00RJ12SP0310	27/01/2021	-	7,2	<	2	-	-	-	0,08	<	0,01	-	7,61	-	5	-	34	-	39	-	-	-	1100	-	-
	00RJ12SP0310	24/02/2021	-	6,8	<	2	-	-	-	0,07	-	0,04	-	7,21	-	2	-	30	-	32	-	-	-	1100	-	-
	Não Coletado	mar/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Não Coletado	abr/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	25/05/2021	-	8,4	<	2	-	59	-	0,05	-	0,02	-	7,1	-	2	-	43	-	45	-	-	-	490	-	-
	00RJ12SP0310	29/06/2021	-	8	<	2	-	40	-	0,04	<	0,01	-	7,1	-	13	-	12	-	25	-	-	-	490	-	-
	00RJ12SP0310	27/07/2021	-	9	<	2	<	10	-	0,05	<	0,01	-	7,2	-	4	-	47	-	51	-	-	-	260	-	-
	00RJ12SP0310	24/08/2021	-	8,2	<	2	<	10	-	0,06	<	0,01	-	7,1	-	2	-	2	-	66	-	-	-	490	-	-
	00RJ12SP0310	29/09/2021	-	8	<	2	-	41	-	0,07	<	0,01	-	7	-	5	-	82	-	87	-	-	-	700	-	-
	00RJ12SP0310	26/10/2021	-	7,6		3,2	-	40	-	0,02	<	0,01	-	7	-	8	-	85	-	93	-	-	-	230	-	-
	00RJ12SP0310	17/11/2021	-	7,6	<	2	<	10	-	0,07	<	0,01	-	7	-	7	-	43	-	50	-	-	-	330	-	-
	00RJ12SP0310	14/12/2021	-	7,6	<	2	<	10	-	0,09	-	0,02	-	6,6	-	26	-	32	-	58	-	-	-	230	-	-
Ano	Local	Data	LD	Cor verdadeira (UC)	LD	Turbidez (uT)	LD	Condutividade (µS/cm)	LD	Cloreto (mg/L)	LD	Alcalinidade total (mg/L)	LD	Temperatura da Água (°C)	LD	Temperatura do Ar (°C)	LD	Alumínio total (mg/L)	LD	Alumínio dissolvido (mg/L)	LD	Cádmio total (mg/L)	LD	Chumbo total (mg/L)	LD	Cobalto total (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 75 mg Pt/L		até 100 UNT				250 mg Cl/L										0,1 mg Al/L		0,001 mg Cd/L		0,01 mg Pb/L		0,05 mg Co/L
	Valor CONAMA Classe 2			75		100				250												0,001		0,01		0,05
	Limite de detecção																			0,1						
2021	00RJ12SP0310	27/01/2021	-	23	-	9,8	-	63,3	-	1,6	-	13		23,8	-	29	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	24/02/2021	-	39	-	10,5	-	58,7	-	7,8	-	12		23	-	30	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	mar/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	abr/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	25/05/2021	-	19	-	5,42	-	60,5	-	8,4	-	12		19,6	-	22	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	29/06/2021	-	19	-	5,69	-	61,7	-	6,81	-	15		18,1	-	20	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	27/07/2021	-	17	-	3,88	-	60,2	-	6,57	-	18		16,6	-	29	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	24/08/2021	-	29	-	5,05	-	65,3	-	8,37	-	18		22	-	29	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	29/09/2021	-	27	-	6,99	-	65,4	-	7,2	-	18		23,5	-	29	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	26/10/2021	-	44	-	1,64	-	62,3	-	5	-	14		22,1	-	27	-	-		-	-	-	-	-	-	-

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2																							
						0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
	Limite de detecção					0,005		0,01								0,0001								0,01
2021	00RJ12SP0310	27/01/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	24/02/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	mar/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Não Coletado	abr/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	25/05/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	29/06/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17
	00RJ12SP0310	27/07/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
	00RJ12SP0310	24/08/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27
	00RJ12SP0310	29/09/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15
	00RJ12SP0310	26/10/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<	0,01
	00RJ12SP0310	17/11/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
	00RJ12SP0310	14/12/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27

Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5	
	Valor CONAMA Classe 2			1			
	Limite de detecção			0,01		0,1	
2021	00RJ12SP0310	27/01/2021	-	-	<	0,1	92,64
	00RJ12SP0310	24/02/2021	-	-	-	0,15	
	Não Coletado	mar/21	-	-	-	-	
	Não Coletado	abr/21	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	25/05/2021	-	-	<	0,1	
	00RJ12SP0310	29/06/2021	<	0,01	<	0,03	
	00RJ12SP0310	27/07/2021	<	0,01	<	0,01	
	00RJ12SP0310	24/08/2021	-	0,06	<	0,1	
	00RJ12SP0310	29/09/2021	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	26/10/2021	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	17/11/2021	<	0,01	<	0,1	
	00RJ12SP0310	14/12/2021	<	0,01	<	0,1	

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercurio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg Fe/L		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01
2022	00RJ12SP0310	11/01/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36
	00RJ12SP0310	15/02/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	08/03/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	05/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	18/05/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	08/06/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	20/07/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	31/08/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	14/09/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	18/10/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	09/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37
00RJ12SP0310	06/12/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	
Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Valor IQA-CCME																	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5																		
	Valor CONAMA Classe 2			1																				
Limite de detecção				0,01		0,1																		
2022	00RJ12SP0310	11/01/2022	<	0,01	<	0,1	84,29																	
	00RJ12SP0310	15/02/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	08/03/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	05/04/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	18/05/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	08/06/2022	-	-	-	0,15																		
	00RJ12SP0310	20/07/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	31/08/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	14/09/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	18/10/2022	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	09/11/2022	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	06/12/2022	-	0,24	<	0,1																		

Ano	Local	Data	LD	OD (mg/L)	LD	DBO (mg/L)	LD	DQO (mg/L)	LD	Fósforo Total (mg/L)	LD	Orto-fosfato dissolvido (mg/L)	LD	pH	LD	Sólidos suspensos totais (mg/L)	LD	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	LD	Sólidos totais (mg/L)	LD	Enterococos (NMP/100mL)	LD	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	LD	Escherichia coli (NMP/100mL)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			não inferior a 5 mg/L		no mínimo 5 mg/L				0,1 mg P/L lóxico				6 a 9				até 500 mg/L						até 1000/100mL em 80% das amostras		
	Valor CONAMA Classe 2			5		5				0,10				6				500						1.000		
	Limite de detecção					2		10		0,01		0,01												180		
2023	00RJ12SP0310	11/01/2023	-	7,4	<	2	-	20	<	0,02	<	0,01	-	6,5	-	51	-	9	-	60	-	-	-	220	-	-
	00RJ12SP0310	07/02/2023	-	7,4	<	2	-	37	<	0,02	<	0,01	-	6,6	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	15/03/2023	-	7,4	<	2	-	45	<	0,02	<	0,01	-	6,8	-	15	-	4	-	19	-	-	-	-	-	380
	00RJ12SP0310	18/04/2023	-	7,6		3	-	18	<	0,02	<	0,01	-	6,9	-	22	-	40	-	-	-	-	-	-	-	550
	00RJ12SP0310	24/05/2023	-	8,4		3	<	10	<	0,02	<	0,01	-	6,9	-	-	-	66	-	67	-	-	-	-	-	360
	00RJ12SP0310	21/06/2023	-	8,8	<	2	<	10	<	0,02	<	0,01	-	7,1	-	-	-	68	-	72	-	-	-	-	-	760
	00RJ12SP0310	26/07/2023	-	9	<	2	<	10	<	0,02	<	0,01	-	7	-	-	-	65	-	67	-	-	-	-	-	20
	00RJ12SP0310	16/08/2023	-	7,8	<	2	-	22	<	0,02	<	0,01	-	7,2	-	-	-	71	-	74	-	-	-	-	-	390
	00RJ12SP0310	19/09/2023	-	7,4	<	2	-	30	-	0,08	<	0,01	-	7,2	-	-	-	70	-	77	-	-	-	-	-	280
	00RJ12SP0310	18/10/2023	-	7,4	<	2	<	10	-	0,13	<	0,01	-	7,1	-	-	-	60	-	75	-	-	-	-	-	660
	00RJ12SP0310	22/11/2023	-	7,8	<	2	-	40	-	0,04	<	0,01	-	6,9	-	-	-	22	-	32	-	-	-	-	-	1500
	00RJ12SP0310	19/12/2023	-	7,2	<	2	-	20	-	0,05	<	0,01	-	6,8	-	-	-	14	-	22	-	-	-	-	-	360
Ano	Local	Data	LD	Cor verdadeira (UC)	LD	Turbidez (uT)	LD	Condutividade (µS/cm)	LD	Cloreto (mg/L)	LD	Alcalinidade total (mg/L)	LD	Temperatura da Água (°C)	LD	Temperatura do Ar (°C)	LD	Alumínio total (mg/L)	LD	Alumínio dissolvido (mg/L)	LD	Cádmio total (mg/L)	LD	Chumbo total (mg/L)	LD	Cobalto total (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 75 mg Pt/L		até 100 UNT				250 mg Cl/L										0,1 mg Al/L		0,001 mg Cd/L		0,01 mg Pb/L		0,05 mg Co/L
	Valor CONAMA Classe 2			75		100				250												0,001		0,01		0,05
	Limite de detecção																			0,1						
2023	00RJ12SP0310	11/01/2023	-	25	-	29,9	-	44,1	-	9,1	-	14		21,3	-	26	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	07/02/2023	-	-	-	10,8	-	41,72	-	4,7	-	-		23,5	-	29	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	15/03/2023	-	22	-	13,6	-	44,39	-	5,2	-	10		22,5	-	27	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	18/04/2023	-	-	-	19,9	-	51,48	-	5,2	-	-		22,1	-	28	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	24/05/2023	-	20	-	9,44	-	50,33	-	5,6	-	-		18,5	-	22	-	-	<	0,086	<	0,001		0,02	-	-
	00RJ12SP0310	21/06/2023	-	-	-	8,07	-	63,97	-	7,9	-	-		18,5	-	20	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	26/07/2023	-	-	-	7,94	-	70,2	-	3,6	-	-		14,1	-	24	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	16/08/2023	-	-	-	14,5	-	70,6	-	6,7	-	-		20,3	-	23	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	19/09/2023	-	-	-	7,06	-	68,55	-	6,3	-	-		25,4	-	29	-	-		0,89	<	0,001		0,01	-	-
	00RJ12SP0310	18/10/2023	-	-	-	16,9	-	52,7	-	6	-	-		25,2	-	25	-	-		2,44	-	0,003		0,01	-	-
	00RJ12SP0310	22/11/2023	-	-	-	11,6	-	2,76	-	6,1	-	-		27,1	-	31	-	-		0,456	<	0,001		0,01	-	-
	00RJ12SP0310	19/12/2023	-	-	-	8,95	-	55,33	-	6,3	-	-		25,3	-	34	-	-		6,82	<	0,001		0,014	-	-

Ano	Local	Data	LD	Cobre total (mg/L)	LD	Cobre dissolvido (mg/L)	LD	Cromo total (mg/L)	LD	Ferro total (mg/L)	LD	Ferro dissolvido (mg/L)	LD	Manganês total (mg/L)	LD	Mercúrio total (mg/L)	LD	Níquel total (mg/L)	LD	Zinco total (mg/L)	LD	Vanádio total (mg/L)	LD	Nitrato (mg/L)
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2					0,009 mg Cu/L		0,05 mg Cr/L				0,3 mg FeL		0,1 mg Mn/L		0,0002 mg Hg/L		0,025 mg Ni/L		0,18 mg Zn/L		0,1 mg V/L		até 10 mg N/L
	Valor CONAMA Classe 2					0,009		0,05				0,30		0,10		0,0002		0,025		0,18		0,1		10
Limite de detecção						0,005		0,01								0,0001								0,01
2023	00RJ12SP0310	11/01/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	07/02/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23
	00RJ12SP0310	15/03/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26
	00RJ12SP0310	18/04/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
	00RJ12SP0310	24/05/2023	-	-	<	0,002	<	0,004	-	-	-	0,381	-	0,078	-	-	-	0,035	-	0,035	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	21/06/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	26/07/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	16/08/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	00RJ12SP0310	19/09/2023	-	-	<	0,002	<	0,004	-	-	-	0,67	-	0,059	-	-	-	0,014	-	0,014	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	18/10/2023	-	-	<	0,002	<	0,004	-	-	-	0,439	-	0,039	-	-	-	0,018	-	0,018	-	-	-	-
	00RJ12SP0310	22/11/2023	-	-	<	0,002	<	0,004	-	-	-	1,27	-	0,076	-	-	-	0,03	-	0,03	-	-	-	0,2
	00RJ12SP0310	19/12/2023	-	-	<	0,002	-	0,031	-	-	-	0,305	-	0,021	-	-	-	0,008	-	0,008	-	-	-	0,26
Ano	Local	Data	LD	Nitrito (mg/L)	LD	Nitrogênio amoniactal total (mg/L)	Valor IQA-CCME																	
	Limite Legal - RESOLUÇÃO CONAMA 357 - CLASSE 2			até 1 mg N/L		3,7mg/L N - pH<7,5 2,0 mg/L N - 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L N - 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L N, - pH>8,5																		
	Valor CONAMA Classe 2			1																				
Limite de detecção				0,01		0,1																		
2023	00RJ12SP0310	11/01/2023	-	-	<	0,1	92,75																	
	00RJ12SP0310	07/02/2023	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	15/03/2023	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	18/04/2023	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	24/05/2023	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	21/06/2023	-	-	-	0,12																		
	00RJ12SP0310	26/07/2023	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	16/08/2023	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	19/09/2023	-	-	-	0,12																		
	00RJ12SP0310	18/10/2023	-	-	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	22/11/2023	<	0,01	<	0,1																		
	00RJ12SP0310	19/12/2023	<	0,01	<	0,1																		