405 - ANÁLISE COMPARATIVA DE ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA O PRINCIPAL MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DO RIO DE JANEIRO

Rosane Cristina de Andrade[(1)]
Engenheira Ambiental e Tecnóloga de lacticínios pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Especialista em Gestão e Manejo Ambiental para Agroindústria pela Universidade Federal de Lavras. Especialista em Vigilância em Saúde Ambiental pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela UFV. Professora adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ.
Alena Torres Netto[(1)]
Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Mestre e doutora em Produção vegetal pela UENF. Especialista em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UNESA. Professora adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ.
Hector Morais Carvajal Feitosa [(1)]
Engenheiro Sanitário e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Endereço[(1)]**:** Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20550-900 – Tel: (21) 2334-0512, ramal 22 e-mail: rosane.andrade@eng.uerj.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre dois índices de qualidade da água, utilizando dados de monitoramento disponibilizados pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) para o principal manancial de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro. Foram analisados o IQA-NSF, desenvolvido por M. Brown em parceria com pesquisadores financiados pela National Sanitation Foundation e adotado pelo INEA na avaliação da qualidade da água, e o IQA-CETESB, uma adaptação do IQA-NSF realizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que mantém a maioria dos parâmetros do índice original, mas substitui o nitrato por nitrogênio total e os sólidos totais dissolvidos por resíduo total, além de apresentar pequenas diferenças nos pesos dos parâmetros. Os dados utilizados no estudo foram extraídos do *Boletim de Qualidade das Águas – Plano Verão Guandu* e correspondem ao período de 13/01/2021 a 17/03/2021. Os resultados mostraram que o IQA-CETESB classificou a água como de melhor qualidade em comparação ao IQA-NSF, não necessariamente em valores numéricos, que foram próximos, mas devido às diferenças na categorização das faixas de qualidade dos índices. Apesar da melhor classificação pelo IQA-CETESB, a qualidade da água do manancial analisado ainda se encontra distante do ideal. Assim, destaca-se a necessidade de um controle mais rigoroso sobre o lançamento de efluentes industriais e esgoto doméstico sem tratamento nos corpos hídricos, a fim de promover melhorias efetivas na qualidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: *Índice de Qualidade da Água (IQA), Monitoramento ambiental, Manancial de abastecimento, Poluição hídrica e Gestão de recursos hídricos.*

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um fator essencial para a promoção da saúde pública, a preservação dos ecossistemas aquáticos e o desenvolvimento sustentável. No Brasil, os corpos hídricos vêm sofrendo crescente degradação em razão da urbanização acelerada, da industrialização, da expansão agrícola e da ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico. Esses fatores têm causado o comprometimento dos recursos hídricos tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, sobretudo em áreas densamente povoadas, como a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (ANA, 2022). A escassez hídrica, combinada à contaminação de rios e reservatórios, representa hoje um dos maiores desafios ambientais, sociais e de governança no país (ONU, 2023; BNDES, 2024).

A crescente complexidade dos problemas ambientais e a necessidade de respostas rápidas e eficazes por parte do poder público e da sociedade impulsionaram o desenvolvimento de ferramentas que permitam o monitoramento contínuo da qualidade da água. Dentre essas ferramentas, o Índice de Qualidade da Água (IQA) tem se consolidado como um importante instrumento de avaliação e comunicação das condições dos corpos hídricos. Por meio da síntese de múltiplos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, o IQA permite transformar dados técnicos em informações acessíveis, facilitando o entendimento da população e subsidiando a tomada de decisões na esfera pública (CETESB, 2023; Moura et al., 2022).

O IQA-NSF, desenvolvido pela National Sanitation Foundation nos Estados Unidos, é um dos índices mais utilizados globalmente. No Brasil, uma de suas principais adaptações foi realizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), resultando no IQA-CETESB. Ambos os índices mantêm a mesma estrutura básica de avaliação, considerando nove parâmetros de qualidade, como oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH e turbidez. No entanto, o IQA-CETESB incorpora modificações importantes, como a substituição do nitrato por nitrogênio total e dos sólidos totais dissolvidos por resíduo total, além de ajustes nas ponderações atribuídas a cada parâmetro, visando refletir com maior fidelidade as condições ambientais e as prioridades do contexto nacional (SILVA et al., 2023; GOMES et al., 2021).

Essas diferenças metodológicas, embora sutis em aparência, podem impactar significativamente os resultados e a classificação final da qualidade da água, principalmente em situações em que os valores dos parâmetros se aproximam dos limites entre faixas de qualidade. Isso é particularmente relevante quando os resultados dos IQAs são utilizados para orientar políticas públicas, priorizar investimentos em saneamento ou comunicar riscos ambientais à sociedade (Martins et al., 2022).

Além disso, o uso de índices adaptados ao contexto local é uma prática recomendada por organizações internacionais, como a ONU-Habitat e a UNESCO, que defendem abordagens de gestão hídrica sensíveis às realidades socioterritoriais de cada país ou região. Entretanto, também se reconhece a importância de comparações com metodologias internacionais, de modo a manter padrões de qualidade compatíveis com metas globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 6, que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento para todos até 2030 (UN-Habitat, 2022; UNESCO, 2023).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre o IQA-NSF e o IQA-CETESB, utilizando dados de monitoramento fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) referentes ao principal manancial de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, durante o período de janeiro a março de 2021. A proposta é discutir como as diferenças metodológicas entre os índices influenciam a interpretação dos resultados e refletir sobre suas implicações para a gestão ambiental, a segurança hídrica e a formulação de políticas públicas voltadas à preservação e recuperação dos recursos hídricos.

OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo principal aplicar o IQA-CETESB para caracterizar a qualidade da água na área abrangida pelo *Boletim de Qualidade das Águas – Plano Verão Guandu* e avaliar sua eficácia por meio da comparação com os resultados obtidos pelo IQA-NSF. E como objetivos específicos:

- Coletar e organizar os dados dos parâmetros de qualidade da água apresentados no *Boletim de Qualidade das Águas – Plano Verão Guandu*;
- Calcular os valores do IQA-CETESB com base nos dados levantados;
- Comparar os resultados obtidos pelos índices IQA-CETESB e IQA-NSF, avaliando suas diferenças e implicações na classificação da qualidade da água.

METODOLOGIA UTILIZADA

Este estudo foi desenvolvido em três etapas principais: coleta de dados, tratamento e organização das informações e análise comparativa dos índices de qualidade da água.

COLETA DE DADOS

Os dados utilizados foram extraídos do *Boletim de Qualidade das Águas – Plano Verão Guandu* (2021), disponibilizado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). O boletim abrange o período de 13 de janeiro a 17 de março de 2021 e contém informações sobre a qualidade da água na Região Hidrográfica II (RH-II), que compreende a bacia do Rio Guandu, principal manancial de abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

A área de estudo inclui três municípios monitorados no *Plano Verão Guandu* (Nova Iguaçu, Seropédica e Queimados), cinco rios (Rio Guandu, Rio Cabuçu, Rio Ipiranga, Rio dos Poços e Rio Queimados) e dez estações de monitoramento (CU650, GN200, GN201, RGN08, IR251, PO290, RPÇ09, QM270, QM271 e RQM11).

Os dados foram extraídos do boletim e organizados em planilhas do Excel®, garantindo a estruturação adequada para o cálculo dos índices de qualidade da água.

TRATAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Para garantir a consistência dos dados e possibilitar a aplicação dos índices de qualidade da água, foram realizadas as seguintes etapas:

- Conversão de unidades: O parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), originalmente expresso em mg/L, foi convertido para percentual de saturação (% Sat.) utilizando o *Manual para Formação e Capacitação de Grupos Comunitários em Metodologias Participativas de Monitoramento da Qualidade da Água – Módulo III: Avaliação Físico-química* (EMBRAPA, 2011).
- Cálculo do Resíduo Total (RT): Como o boletim do INEA não apresentava esse dado diretamente, o RT foi obtido pelo somatório dos Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e dos Sólidos Suspensos Totais (SST).
- Tratamento de valores ausentes: Algumas datas apresentaram falhas na medição de parâmetros essenciais para o cálculo dos índices, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Para esses casos, os valores foram tratados conforme metodologias de interpolação ou exclusão de pontos inconsistentes.
- Ajuste de valores imprecisos: Em medições onde o Oxigênio Dissolvido (OD) foi reportado como "< 1,0 mg/L", foi adotado um valor estimado de 0,9 mg/L para viabilizar o cálculo do índice.

CÁLCULO E ANÁLISE DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Após o tratamento dos dados, foi realizado o cálculo do IQA-CETESB com base nos nove parâmetros exigidos pelo índice. Os valores obtidos foram comparados com os resultados do IQA-NSF, índice adotado pelo INEA. A análise comparativa considerou:

- Diferenças nos valores absolutos dos índices;
- Classificação da qualidade da água conforme as faixas de ambos os indicadores;
- Impacto das diferenças metodológicas entre os índices na avaliação final da qualidade da água.

Os resultados foram apresentados por meio de gráficos e tabelas, destacando as variações entre os índices e apontando possíveis implicações para o monitoramento da qualidade da água na RH-II.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cálculo do IQA-CETESB e do IQA-NSF, foram utilizados dados de 96 coletas de água realizadas no âmbito do Plano de Verão Guandu 2021, disponibilizado pelo INEA. No entanto, em duas dessas coletas, não foi possível calcular os Índices de Qualidade da Água (IQAs) devido à ausência de informações sobre parâmetros essenciais: em um caso, faltava o oxigênio dissolvido (OD) e, no outro, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Dessa forma, o cálculo considerou 94 amostras. Os resultados são apresentados em um gráfico de dispersão (Figura 1).

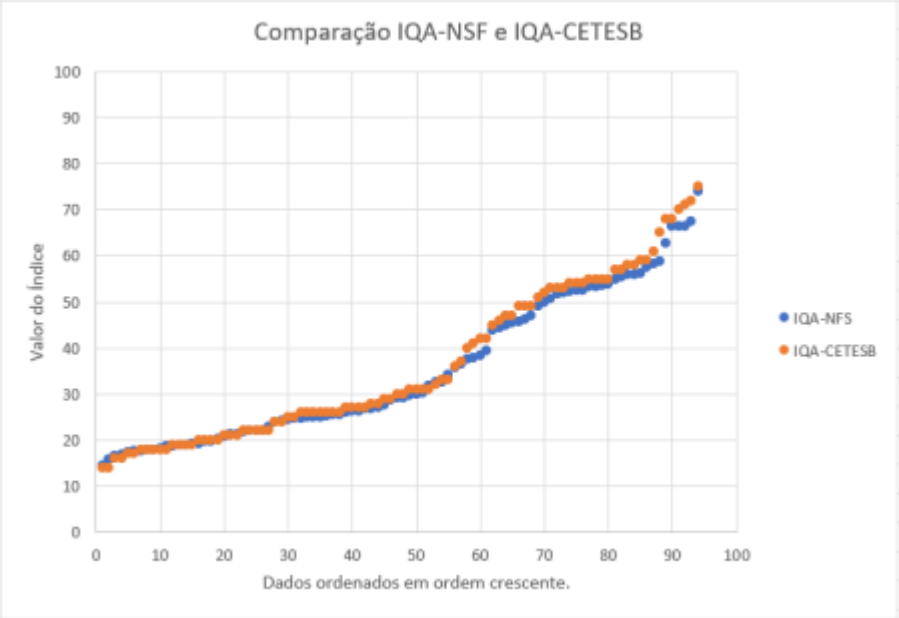

Figura 1: Comparação dos IQA-NSF e IQA-CETESB a partir dos dados de monitoramento do INEA em 2021.

Ao analisar o gráfico apresentado na Figura 1, observa-se que as curvas dos índices IQA-CETESB e IQA-NSF são bastante próximas. Nos valores mais baixos (de 0 a 30 aproximadamente), ambos os índices se equivalem; entretanto, a partir de valores próximos a 37, nota-se uma pequena diferença média de 2,5%, com o IQA-CETESB apresentando índices ligeiramente superiores.

A principal distinção entre esses dois índices reside nas classificações da qualidade da água. A Figura 2 ilustra as diferenças nas faixas de qualidade de ambos os índices, mantendo a nomenclatura e as cores das faixas do IQA-CETESB iguais às do IQA-NSF para facilitar a comparação visual. O IQA-NSF apresenta uma classificação mais rigorosa em comparação ao IQA-CETESB, que foi adaptado à realidade brasileira, visando avaliar a qualidade da água com foco principal em seu uso para abastecimento público.

Para avaliar a consistência dos índices, sua correlação, a variação temporal e discutir possíveis implicações dos resultados para a gestão ambiental e controle da poluição hídrica realizou-se uma análise estatística dos Índices de Qualidade da Água (IQA-NSF e IQA-CETESB). A análise de correlação entre os índices IQA-NSF e IQA-CETESB (Figura2) revelou um coeficiente de correlação de 0.996, indicando uma associação quase perfeita entre os dois métodos. Isso sugere que ambos capturam, de maneira consistente, as variações na qualidade da água, podendo ser usados de forma intercambiável para fins de monitoramento.

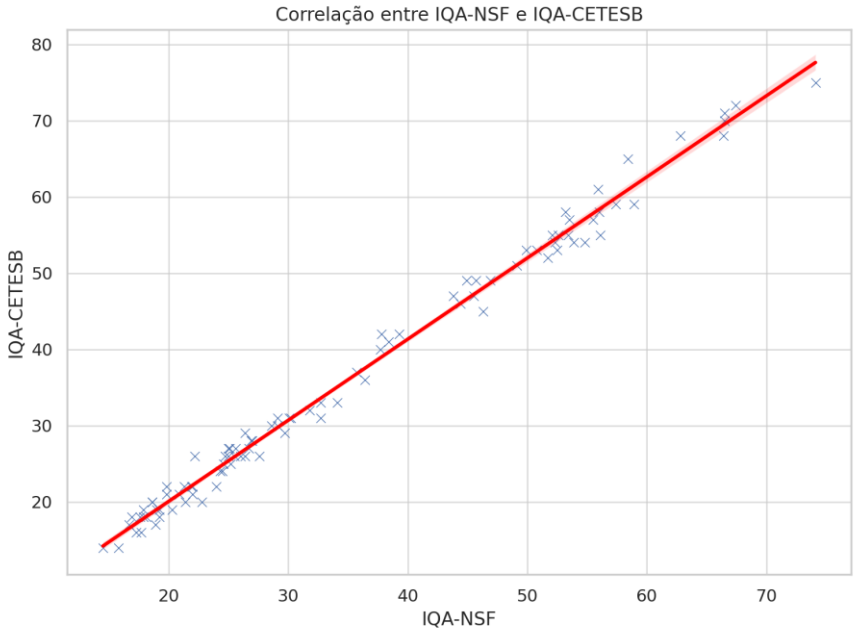

Figura 2: Correlação entre os índices IQA-NSF e IQA-CETESB..

Os resultados revelam que ambos os índices apresentam variações semelhantes ao longo do período analisado, o que é esperado dado o alto grau de correlação entre eles. Apesar de algumas pequenas diferenças na distribuição, os valores são consistentes em termos de dispersão e valores extremos. A série temporal mostra padrões coincidentes de variação, reforçando a confiabilidade dos índices em descrever a qualidade da água em diferentes pontos e momentos.

A consistência entre IQA-NSF e IQA-CETESB também destaca a robustez dos métodos de cálculo, sendo úteis para diferentes fins: IQA-NSF com maior uso acadêmico e internacional, e o IQA-CETESB adaptado para a realidade brasileira. A aplicação desses índices deve considerar, no entanto, as particularidades locais como atividades antrópicas, clima e cobertura do solo, que influenciam diretamente os parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados na fórmula do IQA.

A figura 3 compara as faixas de classificação da qualidade da água segundo os índices IQA-CETESB e IQA-NSF, evidenciando diferenças significativas tanto nos intervalos numéricos quanto na categorização qualitativa. Embora ambos os índices utilizem uma escala de 0 a 100, os limiares estabelecidos para cada faixa variam consideravelmente. Por exemplo, enquanto o IQA-CETESB considera que águas com valores entre 52 e 79 são de “boa” qualidade, o IQA-NSF só reconhece essa classificação para valores entre 70 e 89. De maneira semelhante, o IQA-CETESB classifica como “média” a qualidade de águas com IQA entre 37 e 51, ao passo que o IQA-NSF exige valores entre 50 e 69 para essa mesma categoria.

Essas diferenças revelam que o IQA-CETESB adota critérios mais flexíveis e adaptados à realidade brasileira, priorizando o uso da água para abastecimento público, o que tende a suavizar a percepção de comprometimento da qualidade hídrica. Por outro lado, o IQA-NSF, mais rigoroso, apresenta maior compatibilidade com padrões internacionais e políticas de precaução ambiental, podendo indicar condições menos favoráveis mesmo quando os valores numéricos são semelhantes.

Na prática, essa disparidade influencia diretamente a interpretação dos dados. Uma amostra de água com índice igual a 60, por exemplo, seria classificada como “boa” segundo o IQA-CETESB, enquanto, pelo IQA-NSF, seria considerada apenas “média”. Tal diferença pode gerar impactos na percepção pública, nos relatórios técnicos, nas decisões de gestão e nas estratégias de mobilização por melhorias ambientais. Portanto, é fundamental que os relatórios de monitoramento especifiquem claramente qual índice está sendo utilizado e quais são os critérios adotados para a categorização.

Além disso, essa comparação reforça a importância de adotar uma comunicação ambiental transparente e contextualizada. A utilização conjunta dos dois índices, ou ao menos a compreensão crítica de suas diferenças, pode fornecer uma visão mais completa e equilibrada da real situação dos corpos hídricos, permitindo decisões mais assertivas em políticas de saneamento, controle de efluentes e proteção dos recursos hídricos.

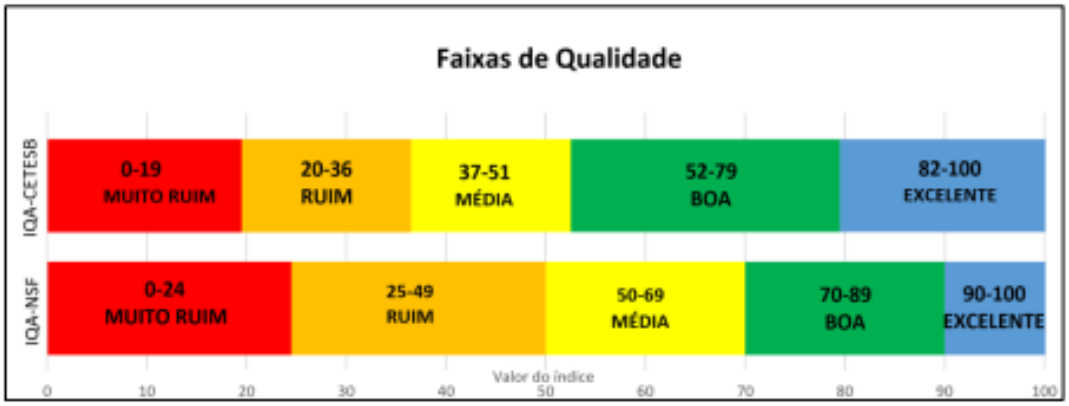

Figura 3: Comparativo entre as faixas de qualidade do IQA-CETESB e o IQA-NSF.

A Figura 4 apresenta dois gráficos baseados nos dados do Boletim de Qualidade das Águas - Plano Verão Guandu, comparando a distribuição dos pontos de amostragem conforme as faixas de qualidade em cada um dos índices. Para facilitar a comparação, foi adotada a nomenclatura e a escala de cores do IQA-NSF.

A análise desses gráficos reforça as diferenças na rigorosidade dos critérios de categorização adotados por cada índice e suas implicações práticas na avaliação da qualidade da água.

No gráfico da esquerda, referente ao IQA-NSF, observa-se que a maior parte das amostras foi classificada nas categorias "ruim" (40,43%) e "muito ruim" (34,04%). Apenas uma pequena fração foi considerada "boa" ou "excelente" (1,06%), enquanto 24,47% das amostras ficaram na categoria "média". Isso reflete o caráter mais conservador e exigente do IQA-NSF, que utiliza faixas mais restritas para qualificar a água como adequada, especialmente nas categorias superiores.

Já no gráfico da direita, correspondente ao IQA-CETESB, os dados apresentam um panorama mais positivo: 26,60% das amostras foram classificadas como de "boa" qualidade e 13,83% como "média". As categorias "ruim" e "muito ruim" representam, juntas, 59,58%, sendo que apenas 15,96% foram consideradas "muito ruins". Assim, comparativamente ao IQA-NSF, o IQA-CETESB distribui uma maior proporção das amostras nas faixas superiores da escala de qualidade, o que se deve aos critérios mais flexíveis adotados por esse índice.

Essa discrepância entre os dois índices demonstra que a metodologia de classificação influencia diretamente a percepção da qualidade ambiental. Enquanto o IQA-NSF tende a alertar para uma situação de maior comprometimento dos recursos hídricos, o IQA-CETESB, mesmo utilizando parâmetros similares, transmite uma imagem ligeiramente mais favorável da condição dos corpos d'água.

A importância dessa diferença vai além da análise técnica. A forma como os resultados são comunicados à população, aos gestores públicos e aos órgãos reguladores pode afetar decisões políticas, investimentos em saneamento e prioridades em ações de recuperação ambiental. Em especial, o fato de que nenhum dos índices registrou amostras na faixa de qualidade "excelente" reforça que, independentemente da metodologia utilizada, o manancial apresenta níveis preocupantes de poluição.

Portanto, a figura reforça a necessidade de um olhar crítico sobre os indicadores utilizados e destaca a importância de adotar critérios técnicos alinhados aos objetivos de gestão e à realidade socioambiental local. Idealmente, os índices devem ser utilizados de forma complementar, possibilitando uma avaliação mais ampla e precisa da qualidade da água e subsidiando ações mais eficazes na proteção dos recursos hídricos.

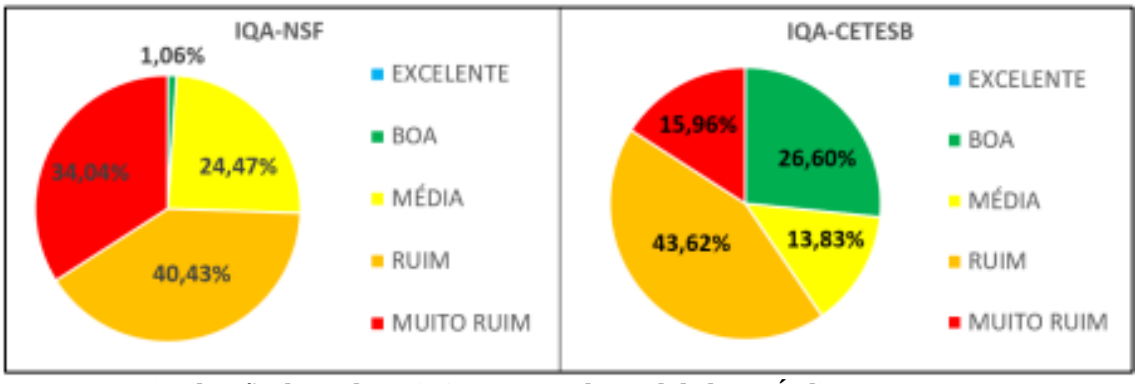

Figura 4: Distribuição dos Valores (%) por Faixa de Qualidade nos Índices IQA-NSF e IQA-CETESB.

A análise conjunta das Figuras 3 e 4 permite uma compreensão aprofundada das diferenças metodológicas entre os índices IQA-NSF e IQA-CETESB e de como essas diferenças afetam diretamente a interpretação da qualidade da água. A primeira figura apresenta as faixas de classificação de cada índice, evidenciando que o IQA-NSF adota critérios mais rigorosos para atribuir classificações positivas. Por exemplo, para que uma amostra seja considerada de "boa" qualidade, é necessário que o índice atinja um valor mínimo de 70 no IQA-NSF, enquanto no IQA-CETESB esse limite é de apenas 52. Da mesma forma, a categoria "excelente" exige um valor igual ou superior a 90 no IQA-NSF, enquanto no IQA-CETESB a exigência é reduzida para 82. Essa flexibilização do índice da CETESB reflete sua adaptação ao contexto brasileiro, principalmente ao uso da água para abastecimento público, mas resulta em uma classificação mais permissiva em comparação ao índice original da *National Sanitation Foundation*.

Essa diferença nas faixas de classificação tem impacto direto sobre os resultados observados, conforme ilustrado pela figura 4, que apresenta a distribuição percentual das amostras em cada faixa de qualidade. No IQA-NSF, 74,5% das amostras foram classificadas como "ruins" ou "muito ruins", enquanto apenas 1,06% foram consideradas "boas". Em contraste, o IQA-CETESB classificou 26,60% das amostras como de "boa" qualidade e apenas 15,96% como "muito ruins". Embora os dados numéricos utilizados em ambos os índices sejam os mesmos, a aplicação de diferentes faixas de interpretação resulta em um retrato significativamente distinto da condição ambiental: mais crítico no IQA-NSF e mais favorável no IQA-CETESB.

Essa divergência evidencia que a escolha do índice influencia não apenas a avaliação técnica, mas também a narrativa ambiental que será comunicada à sociedade e aos gestores públicos. Um mesmo corpo d'água pode parecer estar em situação aceitável ou preocupante, dependendo do índice utilizado, o que pode afetar decisões políticas, estratégias de saneamento e mobilização social. Assim, é fundamental que os relatórios e estudos de monitoramento explicitem qual índice foi adotado, justifiquem sua escolha metodológica e, quando possível, apresentem uma análise comparativa entre os dois modelos.

A análise das duas figuras demonstra, portanto, que a metodologia de classificação da qualidade da água não é neutra e que diferentes critérios podem levar a conclusões distintas a partir dos mesmos dados. O uso complementar dos índices IQA-NSF e IQA-CETESB é altamente recomendável, pois oferece uma visão mais equilibrada e abrangente da realidade ambiental, subsidiando com maior precisão as ações de gestão, controle e recuperação dos recursos hídricos.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos evidenciam que o IQA-CETESB tende a apresentar uma classificação menos rigorosa da qualidade da água quando comparado ao IQA-NSF. Essa característica resulta em uma percepção mais favorável da condição dos corpos hídricos avaliados, ainda que os valores absolutos entre os índices sejam próximos. Tal diferença não é apenas numérica, mas reflete abordagens metodológicas distintas: enquanto o IQA-NSF adota critérios mais conservadores e internacionalmente reconhecidos, o IQA-CETESB foi ajustado para atender às especificidades do contexto brasileiro, especialmente no que se refere ao uso da água para abastecimento público.

A escolha do índice a ser utilizado, portanto, deve considerar não apenas os objetivos da análise, mas também as implicações comunicacionais e gerenciais associadas à sua aplicação. A adoção de faixas menos exigentes pelo IQA-CETESB pode suavizar a percepção do problema, especialmente entre a população, que geralmente associa

a qualidade da água às cores e classificações exibidas em relatórios e gráficos, o que pode reduzir a urgência por ações corretivas.

Dessa forma, é fundamental reconhecer que os índices de qualidade da água, embora sejam ferramentas úteis de síntese e comunicação, não substituem análises mais detalhadas e específicas dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. O uso exclusivo desses índices no planejamento e na gestão hídrica pode levar a interpretações simplificadas e, por vezes, imprecisas da real condição ambiental.

Além disso, os dados analisados apontam para um cenário preocupante na Região Hidrográfica II (RH-II), onde nenhuma das amostras atingiu a classificação de qualidade "excelente" em qualquer dos índices. Esse resultado reforça a necessidade urgente de intensificar ações de controle e fiscalização sobre o lançamento de efluentes industriais e domésticos sem tratamento nos corpos d'água, que continuam sendo as principais fontes de poluição na região.

Portanto, a combinação de ferramentas como o IQA-NSF e o IQA-CETESB com políticas públicas eficazes, planejamento territorial integrado e investimentos em saneamento é essencial para reverter o quadro atual e garantir segurança hídrica, saúde ambiental e desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2022: informe anual*. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/ana. Acesso em: 04 abr. 2025.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *Saneamento básico: oportunidades e desafios do setor no Brasil*. Rio de Janeiro: BNDES, 2024. Disponível em: https://www.bndes.gov.br. Acesso em: 05 abr. 2025.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo: 2022*. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br. Acesso em: 04 abr. 2025.

GOMES, T. A. et al. Planejamento urbano sustentável: integração de infraestrutura verde para mitigação de enchentes. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 13, n. 3, p. 1–18, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20210031

MARTINS, L. S.; RIBEIRO, F. C.; DIAS, J. P. Avaliação da qualidade da água e suas implicações na saúde ambiental: uma abordagem integrada com base nos IQAs. *Cadernos de Saúde Ambiental*, v. 11, n. 2, p. 45–58, 2022.

MOURA, R. S.; SILVA, L. A.; FREITAS, M. C. Avaliação da qualidade da água por meio do IQA em bacias hidrográficas urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 27, n. 1, p. e5, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-0331.272220210127

ONU – Organização das Nações Unidas. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023: Parcerias e cooperação para a água*. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org. Acesso em: 03 abr. 2025.

SILVA, D. R. et al. Adaptação e aplicação do Índice de Qualidade da Água em contextos urbanos e semiurbanos no Brasil. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 28, n. 1, p. 12–20, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-41522023198367

UN-HABITAT. *World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022. Disponível em: https://unhabitat.org. Acesso em: 05 abr. 2025.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. *Water for a Sustainable World: 2023 United Nations World Water Development Report*. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://www.unesco.org. Acesso em: 03 abr. 2025.