

Anais do XI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas do Rio de Janeiro

**Organização: Fórum Fluminense de
Comitês de Bacias Hidrográficas - RJ**

© 2024

Presidente da Fundação Educacional Severino Sombra (FUSVE)
Adm. Gustavo de Oliveira Amaral

Reitor

Prof. Dr. Marco Antônio Soares de Souza

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Dr. Carlos Eduardo Cardoso

Editora-Chefe das Revistas Online da Universidade de Vassouras

Profa. Lígia Marcondes Rodrigues dos Santos

Editora Executiva Produções Técnicas da Universidade de Vassouras

Profa. Dra. Paloma Martins Mendonça

Modo de acesso: <https://editora.univassouras.edu.br/index.php/PT/issue/view/327>

An131 **Anais do XI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas [ECOB/RJ] /Organizadores: Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. – Vassouras, RJ: Editora Universidade de Vassouras, 2024.**

288 p.

E-book:

ISBN: 978-65-87918-99-0

1. Recursos hídricos. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. II. Universidade de Vassouras. III. Título.

Sistema Gerador de Ficha Catalográfica On-line – Universidade de Vassouras

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. O texto é de responsabilidade de seus autores. As informações nele contidas, bem como as opiniões emitidas, não representam pontos de vista da Universidade de Vassouras.

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO COMPARATIVO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS OSTRAS

Maria Inês Paes Ferreira, Thiago Moreira de Rezende Araujo, Ednilson Gomes de Souza Junior, Fernanda Hissa de Faria, Rafael Monteiro Duarte

¹CBH Macaé Ostras/Instituto Federal Fluminense, e-mail: ines_paes@yahoo.com.br;

²Instituto Federal Fluminense, e-mail: taraujo@iff.edu.br;

³Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: ednilson.cilsj@gmail.com;

⁴Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: fernandah.cilsj@gmail.com;

⁵Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: rafael.cilsj@gmail.com.

RESUMO

O monitoramento da qualidade da água é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos, permitindo a coleta e a análise de informações sobre o ambiente de maneira organizada. No presente estudo comparam-se duas metodologias de avaliação da qualidade da água: o Índice de Qualidade da Água (IQA) da *National Sanitation Foundation* (NSF), adaptado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), e o IQA da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O IQA_{NSF-INEA} é utilizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras) em seus monitoramentos, enquanto o IQA_{CETESB} foi empregado no Plano de Recursos Hídricos da Região VIII (PRH-VIII). Utilizando dados de monitoramento da bacia do rio das Ostras, foram comparadas as classificações de qualidade da água obtidas por ambas as metodologias. Os resultados demonstraram que as diferenças quantitativas entre os métodos não foram significativas, mas houve divergências qualitativas nas faixas de classificação. O IQA_{NSF-INEA} tendeu a classificar a qualidade da água de forma mais restritiva do que o IQA_{CETESB}, o que pode influenciar na percepção ambiental e nas decisões de gestão. Recomenda-se o uso do IQA_{NSF-INEA} com os parâmetros originais do IQA_{CETESB} (nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais) para uma avaliação mais abrangente e precisa da qualidade da água. Conclui-se que a escolha da metodologia de avaliação da qualidade da água é importante para garantir uma gestão eficaz dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Monitoramento Ambiental; Gerenciamento de Recursos Hídricos; Indicadores Ambientais; IQA_{CETESB}; IQA_{NSF-INEA}.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade das águas é uma importante ferramenta para a conservação e a gestão dos recursos hídricos, pois ajuda a coletar e a analisar informações sobre o ambiente de forma organizada. O monitoramento permite a identificação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que indicam a saúde dos ecossistemas, incluindo a concentração de substâncias poluentes, a presença de microrganismos patogênicos e a disponibilidade de nutrientes essenciais. Neste sentido, os índices e indicadores ambientais surgiram como uma resposta à crescente inquietação social sobre os impactos ambientais associados ao rápido crescimento da economia e à exploração dos recursos ambientais. Além disso, esses indicadores se tornaram essenciais para orientar a criação de políticas públicas e a avaliação de seus desdobramentos. Essa dualidade representa um desafio contínuo: desenvolver indicadores e índices que incorporem uma gama crescente de informações de maneira sistemática e de fácil acesso para os tomadores de decisão (CETESB, 2022).

Especificamente sobre as águas, Von Sperling (2014) aponta a existência de diversos índices que po-

dem ser utilizados para aferir a sua qualidade, como o Índice de Toxicidade (IT), o Índice do Estado Trófico (IET), o Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Qualidade da Água (IQA), que é amplamente utilizado em todo o mundo. Criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation (NSF), o IQA é resultado de uma pesquisa de opinião realizada junto a vários especialistas da área, que identificaram os parâmetros mais relevantes para avaliar a qualidade da água, chegando ao conjunto de nove parâmetros: Coliformes Fecais (Termotolerantes), pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fosfato, Nitrato, Temperatura, Turbidez, Sólido Total e Oxigênio Dissolvido. A cada parâmetro foi atribuído um peso e foram traçadas curvas médias de avaliação da qualidade da água em função de sua concentração. Assim, o IQA é calculado com base nas notas individuais de cada parâmetro, elevadas aos seus respectivos pesos (WANICK *et al.*, 2011; VON SPERLING, 2014; CETESB, 2022).

No Brasil, o índice começou a ser utilizado em 1975 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que adaptou e desenvolveu um cálculo próprio para o IQA, incorporando novas variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público (CETESB, 2022). A partir do IQANSF-INEA, cujos pesos são semelhantes aos do IQACETESB, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) realizou uma adaptação (INEA, 2019). Nesta mudança, os parâmetros Fosfato e Nitrato foram substituídos por Fósforo Total e Nitrogênio Total e foram também atribuídos novos pesos a alguns parâmetros, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade da água que compõem o IQA e respectivos pesos.

Parâmetro	Peso w_i ($IQA_{NSF-INEA}$)	Parâmetro	Peso w_i (IQA_{CETESB})
Coliformes termotolerantes	0,16	Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,11	pH	0,12
DBO	0,11	DBO	0,10
Nitrato	0,10	Nitrogênio Total	0,10
Fosfato	0,10	Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10	Temperatura	0,10
Turbidez	0,08	Turbidez	0,08
Sólido Total Dissolvido	0,07	Resíduo Sólido Total	0,08
Oxigênio Dissolvido	0,17	Oxigênio Dissolvido	0,17

Fonte: Adaptado de CETESB (2013) e INEA (2019).

Após obter o resultado, as amostras são classificadas em cinco faixas de valores, que também possuem uma cor a elas associada. Como pode ser observado abaixo, no Quadro 2, o IQANSF-INEA é mais restritivo quanto à classificação das águas em melhor qualidade (ótima e boa), com uma faixa de valor de apenas 30, enquanto o IQACETESB utiliza uma faixa mais larga, de valor igual a 50.

Quadro 2 – Classificação da qualidade de água, segundo a IQANSF-INEA e a IQACETESB.

Classificação da água	IQANSF-INEA		IQACETESB	
	Valores	Cores	Valores	Cores
Ótima	$90 < IQA \leq 100$		$79 \leq IQA \leq 100$	
Boa	$70 < IQA \leq 90$		$51 \leq IQA < 79$	
Regular	$50 < IQA \leq 70$		$36 \leq IQA < 51$	
Ruim	$25 < IQA \leq 50$		$19 \leq IQA < 36$	
Péssima	$0 < IQA \leq 25$		$0 \leq IQA < 19$	

Fonte: Von Sperling (2014).

Wanick *et al.* (2011) compararam as duas metodologias, utilizando como base o monitoramento realizado em corpos hídricos interceptados pela rodovia BR-163, no município de Guarantã do Norte, Mato Grosso. Segundo os autores, as diferenças quantitativas entre os dois métodos não foram significativas ($p \geq 0.05$), enquanto a avaliação qualitativa dos índices apresentou diferenças mais expressivas. Isso ocorre devido à amplitude distinta observada nos valores das faixas dos dois índices, sendo que o índice da NSF-INEA se mostra mais restritivo com as classificações Boa e Ótima, cujos valores variam entre 70 a 100, enquanto a CETESB utiliza uma faixa de valores mais ampla, de 51 a 100. Uma amostra que apresenta $IQA = 55$, por exemplo, seria classificada como regular pelo NSF-INEA e como boa pela CETESB.

No contexto da Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (RH VIII), a análise destas metodologias é de grande importância, visto que pode influenciar na condução de projetos e ações desenvolvidas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras), em consonância com os diversos programas previstos no seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-VIII). No PRH-VIII atualmente vigente (CBH MACAÉ OSTRAS, 2014) o IQACETESB foi utilizado para avaliar a qualidade das águas. Já o INEA vem utilizando o IQANSF modificado (IQANSF-INEA) em seus monitoramentos, que também incluem rios da RH VIII (INEA, 2024). Projetos recentes do Comitê, como o “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras” e o “Monitoramento Ambiental com ênfase na Gestão de Recursos Hídricos na RH-VIII”, também utilizam o IQANSF. Em 2023, entretanto, o CBH Macaé Ostras deu início ao processo de revisão do seu Plano de Recursos Hídricos. Logo, compreender qual metodologia seria mais indicada para ser utilizada é fundamental para assegurar bons resultados no monitoramento e seus possíveis desdobramentos, como o planejamento de ações e projetos e suas possíveis implicações no processo de enquadramento dos corpos hídricos regionais.

Partindo desta breve contextualização, objetiva-se neste artigo avaliar comparativamente as metodologias IQANSF-INEA e do IQACETESB, utilizadas em monitoramentos da qualidade da água.

METODOLOGIA

Para a avaliação em pauta foram utilizados os resultados do monitoramento realizado no projeto “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”, que vem sendo desenvolvido pelo CBH Macaé Ostras desde 2022. Diante da escassez de estudos específicos sobre a qualidade da água nesta região (PRIOSTE, 2007), o projeto se propôs a preencher essa lacuna, não só no tocante ao fornecimento de dados relativos à qualidade das águas, mas também quanto à orientação do desenvolvimento de ações efetivas para sua manutenção e/ou melhoria.

O monitoramento foi realizado em sete pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras, localizada na RH VIII do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A bacia possui 157 km² de área, sendo 92,5% pertencentes ao município de Rio das Ostras e 7,5% ao município de Casimiro de Abreu. A região apresenta influência de marés nos rios, com intrusão salina até o ponto de deságue do canal das Corujas no rio das Ostras. Ao longo da bacia, são observadas pastagens, áreas alagadas e um manguezal protegido por regulamentações estaduais e federais (CBH MACAÉ OSTRAS, 2014).

Figura 1 – Carta-imagem com a localização dos pontos de amostragem em Rio das Ostras.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro ano do projeto, nas amostragens realizadas entre setembro de 2022 e maio de 2023, foram analisados 11 (onze) parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em todos os pontos de coleta, entre eles estão: DBO, Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, pH, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Sólidos Totais, Turbidez, Salinidade e Condutividade. Para os dois últimos parâmetros, além da coleta superficial, também foi realizada coleta no fundo do corpo hídrico. Já no segundo ano do projeto, além dos parâmetros acima mencionados, foram incluídos os parâmetros Nitrato, Fosfato e Sólidos Dissolvidos Totais (CBH MACAÉ OSTRAS, 2022; 2023).

As amostras são avaliadas de acordo com as normativas estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/2005, para classe 2 de águas doces. Segundo a CONAMA 357/2005 são consideradas classe 2 as águas doces que não tiverem aprovado seus respectivos enquadramentos. Como a região sofre influência do regime de marés, as águas apresentaram concentrações de salinidade superiores a 0,5 ‰, e foi utilizado como referência os limites estabelecidos para classe 1, para águas salobras e salinas (CBH MACAÉ OSTRAS, 2022; 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos ao cálculo do IQANSF-INEA podem ser observados na Tabela 1. Das quarenta e nove amostragens realizadas entre setembro de 2022 e outubro de 2023, vinte e três foram classificadas como “Ruim”, vinte e quatro como “Regular” e apenas uma como “Boa”.

No segundo ano do projeto foram incluídos os parâmetros Nitrato, Fosfato e Sólidos Dissolvidos Totais, o que permitiu que, além do IQANSF-INEA, também fosse feito o cálculo comparativo com o índice da CETESB. Tal comparação para as campanhas de agosto e outubro de 2023 é apresentada na Tabela 3, que incorpora também as diferenças na classificação.

Tabela 1 - Classificação dos resultados segundo o IQANSF-INEA.

Ponto	Localização	2022		2023					Média
		Set.	Nov.	Jan.	Mar.	Mai	Ago.	Out.	
P1	Afluente do rio Iriri	49,59	52,98	35,84	44,47	40,96	52,55	29,93	43,76
P2	Rio Jundiá (a montante do deságue no rio das Ostras)	32,79	56,04	39,1	37,69	50,19	63,82	31,5	44,44
P3	Rio das Ostras (a jusante do encontro dos rios Iriri e Jundiá)	47,15	57,44	46,46	50,21	46,01	60,63	49,13	51
P4	Rio Iriri (na intersecção com rodovia Engº Luiz Gonzaga Quirino Tannus)	58,59	51,98	34,84	55,25	53,7	53,67	50,25	51,18
P5	Canal das Corujas (a montante do deságue no rio das Ostras)	48,82	52,38	31,38	56,13	57,01	44,94	25,85	42,21
P6	Rio das Ostras (a jusante da foz do canal das Corujas)	37,77	42,06	40,94	59,57	52,6	64,51	28,35	46,54
P7	Rio das Ostras (a montante da sua foz, após a área urbana)	75,27	57,51	51,33	66,79	52,25	56,15	36,23	56,5

Nota: Cores incluídas conforme classificação NSF-INEA, apresentada no Quadro 1.

Fonte: CBH Macaé Ostras (2022; 2023).

A comparação observada na Tabela 3 corrobora com a análise de Wanick *et al.* (2011), sugerindo que as diferenças quantitativas entre os dois métodos não são significativas. Por outro lado, a diferença entre as faixas de valores utilizadas em cada uma das metodologias é bastante relevante, podendo mascarar os resultados, apontando uma faixa de resultados que não condiz com a realidade.

Devido ao padrão de cores utilizado na divulgação dos resultados, que dispensa um conhecimento aprofundado sobre os parâmetros e cálculos para o seu entendimento, o IQA possui facilidade de comunicação com o público leigo. Por isso, essa estratégia de divulgação de informações sobre projetos como o “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”, pode auxiliar na disseminação de informações sobre a realidade ambiental da região para os seus moradores.

Tabela 3 – Comparação dos resultados segundo o IQANSF-INEA e o IQACETESB.

Campanhas	Pontos	Faixas do NSF-INEA		Faixas da CETESB	
		NSF-INEA	CETESB	NSF-INEA	CETESB
Agosto	P1	52,55	52,99	52,55	52,99
	P2	63,82	64	63,82	64
	P3	60,63	61,34	60,63	61,34
	P4	53,67	54,2	53,67	54,2
	P5	44,94	46,64	44,94	46,64
	P6	64,51	65,06	64,51	65,06
	P7	56,15	58,25	56,15	58,25
Outubro	P1	29,53	29,32	29,53	29,32
	P2	29,36	29,36	29,36	29,36
	P3	47,31	50,07	47,31	50,07
	P4	49,91	47,56	49,91	47,56
	P5	26,17	24,81	26,17	24,81
	P6	28,05	28,4	28,05	28,4
	P7	39,98	37,52	39,98	37,52

Nota: Cores incluídas conforme classificações NSF-INEA e CETESB (Observar Quadro 1).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um exemplo dessa afirmação pode ser observado na Figura 2, onde o emprego do IQANSF-INEA evidencia rios em um pior estado de qualidade, enquanto uso do IQACETESB sugere uma situação um pouco melhor.

Figura 2: Representação dos resultados do IQANSF-INEA (direita) e IQACETESB (esquerda) na carta-imagem da bacia hidrográfica, referente à campanha de agosto/2023.



Fonte: Elaborado pelos autores

Neste sentido, com base na representação acima apresentada, pode-se perceber que reportar os resultados de qualidade de água para a sociedade com o índice atualmente utilizado pelo INEA implica em estimular uma percepção ambiental mais acurada do estado ambiental dos corpos hídricos, evidenciando a necessidade da adoção de medidas por parte do poder público e dos usuários da água,

de forma a propiciar a promoção da gestão sustentável dos recursos hídricos, garantindo sua disponibilidade e qualidade para as presentes e as futuras gerações.

Para ser ainda mais restritivo, o IQANSF-INEA deveria utilizar os parâmetros Nitrogênio Total, Fósforo Total e Resíduo Total, ao invés de Nitratos, Fosfato Total e Sólidos Totais Dissolvidos, uma vez que, os valores analíticos dos três primeiros são sempre iguais ou superiores aos dos três últimos, levando a valores iguais ou inferiores de IQA. Além disso, o índice calculado contemplaria mais espécies de nutrientes e de sólidos presentes no corpo hídrico, o que é importante para avaliação real da qualidade da sua água.

CONCLUSÕES

O estudo apresentado evidencia que, quando comparado ao uso do IQANSF-INEA, o emprego das faixas de classificação do IQACETESB mascara resultados de qualidade de água ruim. Tal fato pode ocasionar percepção equivocada no público em geral ou mesmo influenciar negativamente gestores e tomadores de decisão no sentido de estabelecer medidas corretivas, preventivas e ou de formatar políticas públicas capazes de induzir redução da poluição nos corpos hídricos. Para além dessa questão, ressaltamos que as classes de água consideradas no processo de enquadramento levam em conta os valores dos parâmetros em si e não sua manipulação numérica por meio de índices.

Dessa forma, é mais indicado trabalhar com metodologias conservativas para construção de índices de qualidade com vistas à apresentação aos atores sociais, de forma a não gerar expectativas distorcidas acerca dos esforços necessários para alcançar ou manter as classes de água em função dos usos pretendidos. Nesse sentido, entre os índices avaliados, consideramos que o IQANSF-INEA é o mais adequado, mas recomendamos sua utilização com os parâmetros originais do IQACETESB (nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais).

Referências Bibliográficas

CBH MACAÉ OSTRAS. Projeto “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”. Rio das Ostras, RJ: 2022-2023. Disponível em <https://sigamacae.k2sistemas.com.br/gepro-k2/relatorios/relatorioFicha.html?p=290> Acesso em 08 mar. 2024

CBH MACAÉ OSTRAS. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras – RH VIII. 2014. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/gestao-da-bacia/plano-da-bacia/> Acesso em 07 mar. 2024.

CETESB. Índice de Qualidade das Águas. 2013. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/02.pdf> Acesso em 11 mar. 2024.

CETESB. Qualidade das Águas Interiores no estado de São Paulo 2022 – Apêndice D: Índices de Qualidade das Águas, Critérios de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos e Indicador de Controle de Fontes. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2023/11/Apendice-D-Metodologia-de-Calculo-dos-Indices-de-Qualidade-das-Aguas-2022.pdf> Acesso em 08 mar. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. 2019. Índice de Qualidade da Água (IQA). Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/IQA-NSF-Metodologia-Qualidade-de-%C3%81gua-2-dez-2019.pdf> Acesso em: 14 de mar. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Qualidade das Águas por Região Hidrográfica (RHs) - RH VIII - Macaé e das Ostras. 2024. Disponível em <https://www.inea.rj.gov.br/rh-viii-macaee-das-ostras/> Acesso em 08 mar. 2024.

PRIOSTE, M. A. O. Bacia hidrográfica do Rio das Ostras: proposta para gestão ambiental sustentável. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. 2ª ed. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2014.

WANICK, R. C.; SOARES, P. H. M. M.; MACHADO, A. C.; BRITTO, F. G. A.; MURTA, A. L. S.; FREITAS, M. A. V. Avaliação do IQA Como Ferramenta de Avaliação da Qualidade de Água Nos Corpos Hídricos Interceptados Pela Rodovia BR-163 (Guarantã do Norte - MT). Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011. Disponível em https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/153/43791ccc22fd6c37382d7963fa2e9c80_547d54410916871229faf8f418e9b8bf.pdf Acesso em 08 mar. 2024.

