

UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO (ICE) NO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Iolanda Alves Roque da Fonseca Beleli¹, Barbara Pereira Christofaro Silva², Maurício Augusto Leite³

RESUMO

A água é um recurso essencial à vida, cuja qualidade sofre influência das atividades humanas e de processos naturais das bacias hidrográficas. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos instituiu o enquadramento dos corpos d'água, regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define metas de qualidade a serem cumpridas. Entre os instrumentos de avaliação, destaca-se o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), que sintetiza informações complexas em uma escala de 0 a 100, a partir da metodologia canadense CCME WQI. Este estudo propõe aplicar o ICE no Rio São José dos Dourados, pertencente à UGRHI 18, em dois pontos monitorados pela CETESB, utilizando séries históricas de 10 anos. Os parâmetros selecionados abrangem dois grupos: qualidade da água (oxigênio dissolvido, fósforo, nitrogênio e coliformes) e processos associados à erosão, considerando elementos químicos presentes no sedimento e no solo da região. Espera-se que os resultados evidenciem o grau de conformidade em relação à Resolução CONAMA nº 357/2005, oferecendo subsídios à gestão de recursos hídricos e contribuindo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial os ODS 6, 3 e 15.

PALAVRAS-CHAVE: Enquadramento. Erosão. Qualidade da água.

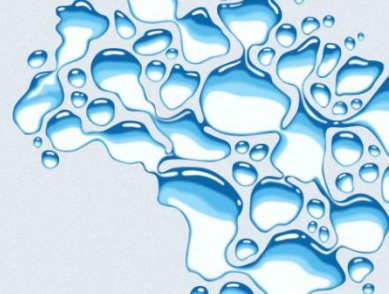
ABSTRACT

Water is an essential resource for life, and its quality is influenced by both human activities and natural processes within watersheds. In Brazil, the National Water Resources Policy established the water classification of water bodies, regulated by CONAMA Resolution nº 357/2005, which defines quality targets to be achieved. Among the available assessment tools, the Water Quality Index (CCME WQI) stands out, as it summarizes complex information into a 0–100 scale, based on the Canadian methodology CCME WQI. This study proposes the application of the ICE to the São José dos Dourados River, located in UGRHI 18, at two monitoring points maintained by CETESB, using a 10-year historical series. The selected parameters are divided into two groups: water quality (dissolved oxygen, phosphorus, nitrogen, and coliforms) and processes associated with erosion, considering chemical elements found in sediments and adjacent soils. The results are expected to indicate the degree of compliance with CONAMA Resolution nº 357/2005, providing technical support for water resources management and contributing to the Sustainable Development Goals, particularly SDG 6, 3, and 15.

¹ Aluna do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, por meio da Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Instrumentos de Política de Recursos Hídricos. Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos. Ilha Solteira. São Paulo. Brasil. E-mail: iolanda.fonseca@unesp.br.

² Docente no Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira. São Paulo. Brasil. E-mail: bpc.silva@unesp.br.

³ Docente no Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira. São Paulo. Brasil. E-mail: maurício.leite@unesp.br.



KEYWORDS: Water classification. Erosion. Water quality.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida, sendo indispensável para os ecossistemas e para as atividades humanas, além de fundamental para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável. Estudos sobre a qualidade da água têm ganhado destaque e relacionam-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 6 (água potável e saneamento), o ODS 3 (saúde e bem-estar) e o ODS 15 (proteção dos ecossistemas terrestres).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) coordena a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água (RNQA), permitindo a utilização dos dados em indicadores e índices que auxiliam na interpretação de informações complexas. No Estado de São Paulo, a CETESB aplica o Índice de Qualidade das Águas (IQA). A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) instituiu o enquadramento, regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define classes de qualidade com limites para diferentes parâmetros. Na UGRHI 18, o Rio São José dos Dourados está enquadrado como Classe 2, conforme o Decreto Estadual nº 10.755/1977.

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), proposto por Amaro (2009), sintetiza o grau de atendimento às metas de enquadramento. Baseado em escopo, frequência e amplitude, gera notas de 0 a 100. Adaptado do *Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index* (CCME WQI, 2017), o ICE é amplamente utilizado em estudos comparativos e no planejamento ambiental (Strada, 2021). Neste trabalho, o ICE será aplicado em dois pontos (SJDO 02150 e SJDO 02500) do Rio São José dos Dourados, com foco em parâmetros relacionados à qualidade da água e aos processos erosivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O cálculo do ICE (CCME, 2017), possui três fatores:
Escopo (F1), percentual de parâmetros fora do padrão.

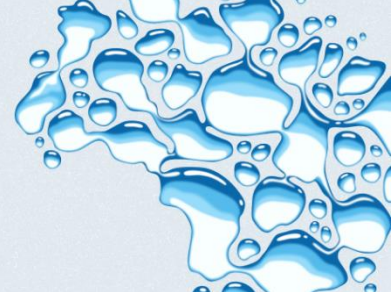
$$F1 = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de parâmetros que falharam}}{N^{\circ} \text{ total de parâmetros}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Frequência (F2), percentual de análises que não atenderam aos limites.

$$F2 = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de testes que falharam}}{N^{\circ} \text{ total de testes}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Amplitude (F3) mede o quanto os valores se afastaram dos limites. O cálculo do F3 considera a diferença entre valores e limites, normaliza as variações pelo total de testes e aplica uma função assintótica que gera o valor final entre 0 e 100.

$$F3 = \left(\frac{snv}{0,01 \cdot snv + 0,01} \right) \quad (3)$$



O índice final (CCME WQI) combina escopo, frequência e amplitude como vetores em um espaço tridimensional, variando de 0 (pior) a 100 (melhor qualidade).

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right) \quad (4)$$

O Quadro 1 apresenta as categorias do ICE conforme os valores do CCME WQI.

Quadro 1 – Categorias do ICE	
ICE	Categoria
Valor 95-100	Ótimo
Valor 80-94	Bom
Valor 65-79	Regular
Valor 45-64	Ruim
Valor 0-44	Péssimo

Fonte: CCME, 2017 modificado

O recorte temporal do estudo abrange 10 anos, utilizando dados públicos da CETESB nos pontos SJDO 02150 e SJDO 02500, no Rio São José dos Dourados (UGRHI 18). Para análise preliminar, foi considerado um período de 3 anos, a fim de observar tendências iniciais dos resultados. A referência será a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces Classe 2. Serão avaliados dois grupos de parâmetros: (i) qualidade da água — sólidos dissolvidos totais, turbidez, DBO, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, oxigênio dissolvido, pH e *Escherichia coli*; e (ii) processos erosivos — sólidos dissolvidos totais, turbidez, fósforo total, alumínio dissolvido, bário total, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, ferro dissolvido, manganês total, mercúrio total, níquel total e zinco total.

A região apresenta uso predominante do solo para agricultura e pastagens e alta suscetibilidade a processos erosivos (Rossi *et al.*, 2022). A definição dos parâmetros erosivos foi apoiada em estudo no Córrego da Ponte Pensa, na mesma UGRHI, que analisou 29 elementos no sedimento e solo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados preliminares foram aplicados a um período de 3 anos, enquadrando o rio na categoria Regular, conforme apresentado na Tabela 1.

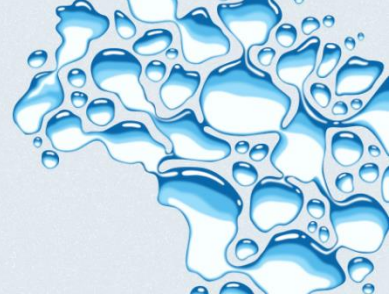
Tabela 1 – Resultado do ICE no período de 2021 a 2023.

Grupo 1 – Qualidade da Água			Grupo 2 – Processos Erosivos	
Ponto	ICE	Categoria	ICE	Categoria
SJD 2150	65,1	Regular	71,5	Regular
SJD 2500	75,1	Regular	71,1	Regular

Fonte: Autoria própria (2025).

CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que o ICE mostrou-se adequado para avaliar o enquadramento do Rio São José dos Dourados, destacando parâmetros críticos e desconformidades ligadas à



qualidade da água e aos processos erosivos. Sua aplicação poderá contribuir para integrar diagnóstico ambiental e gestão, fortalecendo as políticas públicas de recursos hídricos e ampliando a capacidade de monitoramento e planejamento na UGRHI 18, além de servir de modelo para outras unidades de gerenciamento. Dessa forma, reforça-se a importância do enquadramento como instrumento estratégico para a gestão de recursos hídricos e para a promoção da qualidade da água em escala regional.

AGRADECIMENTOS

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 e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

AMARO, C. A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento**. 2009. 224 p. Dissertação (Mestrado). Departamento de engenharia hidráulica e sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília, DF, 18 mar. 2005. **Diário Oficial da União**: seção 1.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 9 jan. 1997. **Diário Oficial da União**: seção 1.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (CCME). **CCME Water Quality Index User's Manual 2017 Update**. Canada. 2017. 23 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Série Relatórios. São Paulo. CETESB. 2023. 316 p.

ROSSI, M; NALON, M. A; KANASHIRO, M. M. **Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo**. Erodibilidade, erosividade, declividade, suscetibilidade aos processos geomórficos dominantes, grupos hidrológicos dos solos e suscetibilidade ambiental. São Paulo. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Subsecretaria do Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Ambientais. 2022.

STRADA, D. C. **Aplicação do IQA-CCME em série histórica de qualidade da água: estudo de caso das sub-bacias do Arroio do Salso e do Arroio Lamí, RS**. 2021. 120 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2021.