

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO BRASIL: LIMITAÇÕES NORMATIVAS E PERSPECTIVAS PARA O USO DE BIOINDICADORES

Júlia Zanette Penso¹, Grazielle Wolff²

1 Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, Brasil (juh.penso@gmail.com)

2 Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, Brasil

Resumo: O estudo analisa criticamente a legislação brasileira sobre monitoramento da qualidade da água, com ênfase na utilização de bioindicadores como ferramenta complementar e destacando a limitação do uso predominante de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Através de revisão bibliográfica e análise normativa, verificou-se que a inclusão do biomonitoramento pode aprimorar a avaliação ecológica, permitindo diagnósticos mais integrados e fortalecendo a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Qualidade da água; bioindicadores. Monitoramento ambiental; legislação ambiental.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um elemento essencial para a para a manutenção da vida, o desenvolvimento socioeconômico, a conservação dos ecossistemas e para a saúde pública. A crescente pressão antrópica sobre os recursos hídricos, decorrente da urbanização, industrialização e intensificação das atividades agropecuárias, tem comprometido significativamente a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Nesse contexto, o monitoramento da qualidade da água torna-se uma ferramenta indispensável para subsidiar ações de gestão e conservação.

No Brasil, o monitoramento da qualidade da água é orientado por um conjunto consolidado de normas, como a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), especialmente a Resolução nº 357/2005, que estabelecem padrões baseados principalmente em parâmetros físico-químicos e microbiológicos (BRASIL, 1997; CONAMA, 2005). Apesar da relevância desses parâmetros, sua aplicação isolada apresenta limitações importantes, uma vez que não permite captar de forma integrada os efeitos cumulativos da poluição nem as alterações ecológicas ao longo do tempo. Nesse contexto, cresce a necessidade de métodos mais integrados e sensíveis de avaliação ambiental (ANA, 2017).

Sendo assim, os bioindicadores emergem como ferramentas complementares e eficazes, pois utilizam organismos vivos para refletir as condições ambientais, integrando respostas a diferentes tipos de impactos. Esses organismos, indicadores da qualidade da água são diversos, como: macroinvertebrados bentônicos, fitoplâncton, peixes e microrganismos. Eles são capazes de refletir as condições ambientais ao longo do tempo e diferentemente das análises pontuais, permitem avaliar de forma integrada os efeitos da poluição.

Os macroinvertebrados, por exemplo, são amplamente empregados em índices bióticos devido à sua sensibilidade a diferentes níveis de poluição orgânica e alterações no habitat. O fitoplâncton é utilizado como indicador de eutrofização e mudanças tróficas, enquanto os peixes refletem alterações de longo prazo na integridade ecológica (Callisto et al., 2021; França e Callisto, 2019; Lizama et al., 2022).

Diversos países já incorporaram o uso de bioindicadores em seus programas de monitoramento, com destaque para a União Europeia, que adota abordagens integradas por meio da Diretiva-Quadro da Água (DQA) (Cardoso-Silva et al., 2013; EUROPEAN COMMISSION, 2000; Padovesi-Fonseca e Faria, 2022). No Brasil, entretanto, a utilização desses indicadores ainda é incipiente no âmbito normativo, sendo mais frequente em estudos acadêmicos (Callisto et al.,



2021; Vásquez-Zerpa, 2026; Viana Junior, et al., 2025).

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar criticamente a legislação brasileira relacionada ao monitoramento da qualidade da água, com ênfase no estado de Minas Gerais (MG), identificar suas limitações quanto à incorporação de bioindicadores e discutir perspectivas para sua inclusão normativa visando aprimorar a avaliação ambiental e fortalecer a gestão sustentável dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada e caráter exploratório-descritivo, sendo desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise documental visando compreender o estado atual da legislação brasileira e mineira referente ao monitoramento da qualidade da água.

O enfoque em MG se dá por esse estado possuir um dos sistemas de gestão de recursos hídricos mais estruturados do país, com base na Lei Estadual nº 13.199/1999 e na atuação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). No entanto, mesmo nesse contexto, o monitoramento ainda é predominantemente baseado em parâmetros tradicionais, com pouca incorporação de bioindicadores, evidenciando uma tendência nacional de priorização de métodos convencionais em detrimento de abordagens ecológicas integradas (Minas Gerais, 1999).

A revisão bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas, incluindo artigos, livros e documentos técnicos. Foram priorizadas publicações recentes e de relevância científica.

Foram utilizados os seguintes sítios eletrônicos:

- Portal da Legislação do Planalto (www.planalto.gov.br);
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (www.mma.gov.br);
- Ministério do Meio Ambiente (www.gov.br/mma);
- Ministério da Saúde (www.gov.br/saude);
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM (www.igam.mg.gov.br);
- Assembleia Legislativa de Minas Gerais (www.almg.gov.br);
- Sistema Integrado de Informação Ambiental - SIAM (www.siam.mg.gov.br)

- Google Scholar (scholar.google.com) para literatura científica;
- Bases indexadas como SciELO e periódicos nacionais.

As buscas foram realizadas utilizando combinações de palavras-chave, tais como: “qualidade da água”, “monitoramento ambiental”, “bioindicadores”, “bioindicadores aquáticos”, “legislação ambiental brasileira”, “política nacional de recursos hídricos”, “lei 13.199”, “CONAMA 357”, “indicadores biológicos”, “ecotoxicologia” e “recursos hídricos”.

Como critérios de inclusão, foram considerados: Documentos oficiais vigentes ou com relevância normativa; publicações científicas revisadas por pares; estudos publicados preferencialmente a partir de 2000; materiais diretamente relacionados ao monitoramento da qualidade da água e bioindicadores.

Foram excluídos documentos desatualizados ou revogados sem relevância histórica; publicações sem rigor científico; conteúdos que não abordassem diretamente o tema central da pesquisa.

A análise documental concentrou-se em legislações federais e do estado de Minas Gerais. Entre os principais documentos analisados destacam-se:

- Lei nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos): institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”, estabelecendo princípios como o uso múltiplo das águas, a gestão descentralizada e participativa, e instrumentos como outorga, enquadramento dos corpos d’água e cobrança pelo uso da água (Brasil, 1997).
- Resolução CONAMA nº 357/2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”, definindo classes de qualidade da água e limites para diversos parâmetros físico-químicos e biológicos (CONAMA, 2005).
- Resolução CONAMA nº 430/2011: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005”, estabelecendo limites mais específicos para o descarte de efluentes líquidos em corpos hídricos (CONAMA, 2011).



- Resolução CONAMA nº 396/2008: Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências”, definindo classes de qualidade e usos preponderantes para águas subterrâneas (CONAMA, 2008).
- Portaria GM/MS nº 888/2021: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, estabelecendo limites microbiológicos, físicos e químicos para garantir a segurança da água potável no Brasil (Ministério da Saúde, 2021).
- Lei Estadual nº 13.199/1999: Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos”, alinhando-se aos princípios da política nacional, com foco na gestão integrada, descentralizada e participativa no âmbito do estado de Minas Gerais (Minas Gerais, 1999).
- Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008: Estabelece diretrizes e procedimentos para o enquadramento dos corpos de água superficiais no Estado de Minas Gerais, regulamentando a classificação dos corpos hídricos e metas de qualidade a serem alcançadas conforme seus usos (COPAM, 2008).

Os dados foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo temática, permitindo a identificação de padrões, lacunas e limitações no arcabouço normativo. Além disso, foi realizada uma análise comparativa com diretrizes internacionais, especialmente aquelas adotadas na União Europeia, com o objetivo de identificar boas práticas e possibilidades de adaptação ao contexto brasileiro.

Inicialmente, as normas foram organizadas em categorias analíticas, incluindo:

- Tipo de parâmetro utilizado (físico-químico, microbiológico, biológico);
- Escopo de aplicação (águas superficiais, subterrâneas, potabilidade);
- Presença ou ausência de bioindicadores;
- Inclusão de testes ecotoxicológicos;
- Nível de integração ecológica (definido como o grau em que os instrumentos normativos incorporam componentes biológicos e ecológicos na avaliação da qualidade da água).

Posteriormente, foi realizada uma análise crítica comparativa entre o modelo normativo brasileiro;

evidências científicas sobre monitoramento ambiental, a partir da qual foram extraídos elementos-chave sobre o tema e o uso de bioindicadores; e análise comparativa com algumas diretrizes internacionais, a saber, a Diretiva-Quadro da Água (União Europeia), pois é um dos modelos mais avançados do mundo que adota abordagem integrada e baseada em ecologia e bioindicadores (European Commission, 2000; Faria e Padovesi-Fonseca, 2020; Padovesi-Fonseca e Faria, 2022). Essa comparação permitiu identificar lacunas normativas, especialmente no que se refere à baixa incorporação de bioindicadores como ferramenta obrigatória de monitoramento.

Destaca-se que a pesquisa se baseia em análise documental e bibliográfica, não incluindo coleta de dados empíricos em campo. Além disso, a interpretação das normas pode envolver certo grau de subjetividade, inerente à abordagem qualitativa. No entanto, essas limitações são compensadas pela utilização de fontes oficiais e literatura científica consolidada, garantindo rigor metodológico e consistência analítica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise crítica da legislação brasileira sobre monitoramento da qualidade da água:

A análise da legislação brasileira evidencia que o país dispõe de um conjunto normativo consolidado para o monitoramento da qualidade da água, fundamentado principalmente em parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Instrumentos como as Resoluções CONAMA nº 357/2005, nº 430/2011 e nº 396/2008, juntamente com a Portaria GM/MS nº 888/2021, estabelecem critérios para enquadramento dos corpos hídricos, lançamento de efluentes, monitoramento de águas subterrâneas e padrões de potabilidade, constituindo a base da gestão dos recursos hídricos no país.

A resolução CONAMA 357 tem por objetivo enquadrar as águas superficiais em categoria e de acordo com seu uso pretendido e estabelece critérios gerais de proteção à vida aquática. A resolução CONAMA 430 visa estabelecer condições e padrões para o lançamento de efluentes em corpos d'água enquanto a resolução 396 tem por objetivo classificar e proteger as águas subterrâneas. Todas, são baseadas em parâmetros físico-químicos e microbiológicos, porém não aborda o biomonitoramento, teste toxicológicos obrigatórios muito menos a integridade ecológica (CONAMA, 2005; CONAMA 2011; CONAMA 2008).

Embora a legislação brasileira seja frequentemente caracterizada pela predominância de parâmetros



físico-químicos, ela também incorpora indicadores microbiológicos voltados à proteção da saúde pública. Entre eles destacam-se os coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, utilizados como indicadores de contaminação fecal nas Resoluções CONAMA e na Portaria GM/MS nº 888/2021. Esta última também estabelece parâmetros relacionados às bactérias heterotróficas, cianobactérias, cianotoxinas e protozoários, empregados para avaliação da potabilidade da água e prevenção de doenças de veiculação hídrica (Ministério da Saúde, 2021). Embora o arcabouço legal exija a realização de alguns ensaios e testes toxicológicos, a legislação federal deixa a escolha das metodologias e dos organismos a cargo dos órgãos ambientais estaduais.

Embora a Resolução CONAMA nº 396/2008 admita a utilização de testes ecotoxicológicos em águas subterrâneas, seu emprego permanece facultativo e restrito a situações específicas. De forma semelhante, as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011 reconhecem a necessidade de proteção da biota aquática, porém não estabelecem protocolos padronizados nem tornam obrigatória a utilização de bioindicadores nos programas oficiais de monitoramento. Como consequência, a avaliação da qualidade ambiental permanece fragmentada e fortemente dependente de parâmetros físico-químicos. Observa-se que a avaliação da qualidade da água permanece centrada na quantificação de contaminantes, pressupondo que o atendimento aos limites legais seja suficiente para garantir a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos. Essa abordagem apresenta limitações importantes, pois concentra-se na medição instantânea das variáveis ambientais, sem considerar a resposta biológica dos organismos expostos aos contaminantes (Passos, Muniz e Oliveira-Filho, 2018).

No âmbito estadual, Minas Gerais apresenta estrutura normativa alinhada às diretrizes nacionais, destacando-se a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 13.199/1999) e a Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008. Entretanto, assim como ocorre em nível federal, o monitoramento conduzido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) permanece predominantemente baseado em análises físico-químicas e microbiológicas voltadas para a saúde e segurança pública, evidenciando que a ausência de indicadores biológicos da integridade ecológica representa uma limitação recorrente da gestão ambiental brasileira (IGAM, 2023).

Os microrganismos exigidos como indicadores nas normativas avaliadas constituem indicadores sanitários e microbiológicos, cujo objetivo principal é avaliar riscos à saúde humana (Santos et al., 2023). Essa limitação torna-se particularmente relevante

diante da crescente ocorrência de misturas complexas de poluentes, cujos efeitos podem ser cumulativos, sinérgicos ou crônicos. Mesmo quando as concentrações individuais permanecem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, alterações na estrutura das comunidades biológicas podem indicar processos de degradação já instalados, não detectados pelos parâmetros convencionais (Herreira e Pizella, 2020).

A principal lacuna da legislação brasileira, e também mineira, portanto, não é a ausência de indicadores biológicos, mas a inexistência da obrigatoriedade de bioindicadores de integridade ecológica, como macroinvertebrados bentônicos, peixes, fitoplâncton e determinados grupos do zooplâncton, amplamente empregados em programas de biomonitoramento em diversos países europeus (Padovasi-Fonseca e Faria, 2022). A incorporação desses organismos complementar as análises físico-químicas e microbiológicas já previstas na legislação, proporcionando uma avaliação mais completa da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, aproximando o modelo brasileiro das diretrizes internacionais de monitoramento ecológico, como aquelas preconizadas pela Diretiva-Quadro da Água da União Europeia.

Potencial e limitações dos bioindicadores:

Os bioindicadores constituem ferramentas complementares às análises físico-químicas por integrarem os efeitos da exposição aos contaminantes ao longo do tempo, permitindo avaliar alterações ecológicas frequentemente não detectadas pelas metodologias convencionais (Goulart e Callisto, 2003).

Entre os organismos mais utilizados destacam-se os macroinvertebrados bentônicos, que são, em sua maioria formados por larvas de inseto e moluscos que vivem associados ao substrato em fundos de rios e lagos durante parte de seu ciclo de vida e que respondem às mudanças ocorridas no ambiente, sejam elas físicas, químicas ou biológicas (Callisto et al., 2003). Esse é considerado um dos grupos mais eficientes para o biomonitoramento de ambientes lóticos. Índices bióticos como, BMWP (*Biological Monitoring Working Party*), o BMWP/ASPT (*Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon*) e o %EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera*) que baseiam-se na sensibilidade diferencial desses organismos à poluição orgânica, permitem avaliar a integridade ecológica de rios e córregos com elevada confiabilidade (Bacca et al., 2023; Junqueira et al., 2018). Entretanto, sua aplicação apresenta limitações importantes, como a necessidade de especialistas para identificação taxonômica, influência da sazonalidade sobre a composição das comunidades e



ausência de protocolos nacionais padronizados, fatores que dificultam sua adoção em larga escala.

O fitoplâncton apresenta elevada sensibilidade às alterações na disponibilidade de nutrientes, sendo especialmente indicado para o monitoramento de reservatórios, lagos e outros ambientes lênticos. Mudanças na composição taxonômica e na abundância das espécies permitem detectar precocemente processos de eutrofização e florações de cianobactérias potencialmente tóxicas (Cardoso et al., 2013). Contudo, sua elevada variabilidade temporal exige monitoramentos periódicos e protocolos amostrais padronizados para garantir comparabilidade entre campanhas.

Os peixes constituem importantes indicadores de alterações ambientais em escala temporal mais ampla, refletindo processos de fragmentação de habitats, degradação da qualidade da água e mudanças na conectividade dos ecossistemas (Agostinho et al., 2007). Em contrapartida, sua elevada mobilidade, maior tempo de resposta às perturbações e influência de fatores como pesca e barramentos reduzem sua sensibilidade para o diagnóstico de impactos recentes.

Já os indicadores microbiológicos permanecem fundamentais para avaliação da contaminação fecal e dos riscos à saúde pública, especialmente no contexto da Portaria GM/MS nº 888/2021. Entretanto, sua aplicação restringe-se à detecção de contaminações recentes, não refletindo necessariamente a condição ecológica dos ecossistemas aquáticos.

Essas evidências demonstram que nenhum bioindicador, isoladamente, é capaz de representar toda a complexidade ambiental. A literatura internacional recomenda a utilização integrada de diferentes grupos biológicos associados às análises físico-químicas e ecotoxicológicas, estratégia que amplia significativamente a capacidade diagnóstica dos programas de monitoramento (European Commission, 2000; Faria e Padovesi-Fonseca, 2020).

Lacunas para incorporação dos bioindicadores na legislação:

A revisão evidencia que a principal barreira para incorporação dos bioindicadores na legislação brasileira não é científica, mas normativa e operacional. Embora existam metodologias amplamente consolidadas internacionalmente, sua adoção em programas oficiais ainda enfrenta dificuldades relacionadas à ausência de protocolos nacionais padronizados, limitações na formação de especialistas em taxonomia, custos associados ao monitoramento biológico e diferenças ecológicas entre as bacias hidrográficas brasileiras.

Outro aspecto crítico refere-se à inexistência de critérios legais que estabeleçam frequência mínima

de amostragem, índices bióticos de referência, procedimentos de controle de qualidade e classes de enquadramento baseadas em respostas biológicas. Essa ausência dificulta a comparação entre estudos, reduz a reprodutibilidade dos resultados e limita sua utilização pelos órgãos gestores.

Além disso, observa-se reduzida integração entre a legislação ambiental e as normas voltadas à saúde pública. Enquanto as resoluções ambientais, ou seja, as resoluções CONAMA, priorizam o controle de contaminantes, a Portaria GM/MS nº 888/2021 concentra-se na potabilidade da água, sem incorporar indicadores ecológicos capazes de avaliar a conservação dos ecossistemas aquáticos. Essa fragmentação institucional compromete a implementação de uma gestão verdadeiramente integrada dos recursos hídricos.

Os resultados obtidos indicam, portanto, que a modernização da legislação brasileira depende não apenas da inclusão de bioindicadores, mas da construção de protocolos nacionais padronizados que permitam sua aplicação uniforme em diferentes regiões do país, aproximando o modelo brasileiro das diretrizes estabelecidas pela Diretiva-Quadro da Água da União Europeia.

As discussões apresentadas dialogam diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 6 – Água Potável e Saneamento, ao contribuir para o aprimoramento do monitoramento da qualidade da água, para a proteção dos ecossistemas aquáticos e para o fortalecimento da gestão integrada dos recursos hídricos. Ao propor a incorporação de indicadores ecológicos como instrumentos complementares às análises convencionais, o estudo reforça ações alinhadas às metas de melhoria da qualidade da água (Meta 6.3) e de proteção e restauração dos ecossistemas relacionados à água (Meta 6.6), evidenciando que o aperfeiçoamento da legislação ambiental representa um passo estratégico para promover a sustentabilidade hídrica e ampliar a efetividade das políticas públicas voltadas à conservação ambiental.

CONCLUSÃO

A análise da legislação brasileira relacionada ao monitoramento da qualidade da água demonstrou que o país possui um arcabouço normativo consolidado para o controle de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sanitários. Entretanto, verificou-se a ausência de diretrizes que estabeleçam o uso sistemático de bioindicadores de integridade ecológica, limitando a avaliação dos efeitos das pressões antrópicas sobre os ecossistemas aquáticos.

Embora as normas vigentes contemplem indicadores biológicos voltados à proteção da saúde pública,



esses organismos possuem finalidade sanitária e não substituem bioindicadores ecológicos, capazes de refletir alterações na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

Dessa forma, a incorporação de bioindicadores aos programas oficiais de monitoramento representa uma oportunidade para tornar a avaliação da qualidade da água mais integrada e ecologicamente representativa, fornecendo informações complementares aos parâmetros físico-químicos atualmente utilizados aproximando a legislação nacional das práticas internacionais de biomonitoramento e fortalecendo a capacidade dos órgãos gestores para identificar precocemente processos de degradação ambiental, subsidiando decisões mais eficazes para a conservação dos ecossistemas aquáticos e o uso sustentável dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Minas Gerais, campus São João Evangelista e o curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, de Guanhães-MG e ao Grupo de Pesquisa em Ecologia de Ambientes Aquáticos (GPEAA) do IFMG-SJE.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. e PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil** Maringá: Eduem, 2007

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**. Brasília: ANA, 2017.

BACCA, Jean Carlo et al. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água em riachos de campos e florestas de altitudes. **Revista Espinhaço**, v. 11, n. 1, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.7647310.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.

CALLISTO, M.; MACEDO, D. R.; ALVES, C. B. M.; GOLGHER, A. B.; AGRA, J. U.; MAGALHÃES, S.; COSTA, I. S. Avaliação Ecológica Rápida de qualidade de água no rio das Velhas. **Revista Espinhaço**, 10(2), 2021. Doi.org/10.5281/zenodo.5722097.

CARDOSO, Ariane Silva et al. Fitoplâncton como bioindicador de eventos extremos na bacia do rio Una, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 4, p. 697-710, 2013.

CARDOSO-SILVA, S.; FERREIRA, T., POMPEO, L.M. M. Diretiva quadro d'água: uma revisão crítica e a possibilidade de aplicação ao Brasil. **Ambiente & Sociedade**. v. XVI, n.1, p. 39-58, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000100004>.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União, Brasília, 2005. Seção 1, p. 58-63.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 abr. 2008.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2011. Seção 1, p. 89.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental; Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). **Deliberação Normativa Conjunta nº 01, de 5 de maio de 2008**. Estabelece diretrizes para o enquadramento dos corpos de água superficiais no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 2008

EUROPEAN COMMISSION. **Directive 2000/60/EC** of the European Parliament and of the Council. Establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive). Brussels, 2000.

FARIA, R. S. de; PADOVESI-FONSECA, C. Gestão ecológica das águas: uma comparação das diretrizes do Brasil e da Europa. **Rev. C&Trópico**, v. 44, n. 1, p. 101-117, 2020. DOI: [https://doi.org/10.33148/cetropicov44n1\(2020\)art5](https://doi.org/10.33148/cetropicov44n1(2020)art5)

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. **Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas**. Belo Horizonte: J. S. França, 2019. 284 p. Disponível em: <DOI: 10.17648/ufmg-monitoramento2019 >. Acesso em: 8 de janeiro de 2025.

GOULART, Michael; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003

Herreira, Beatriz; Gallo Pizella, Denise. (2020). Gestão da qualidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Tietê (SP): dificuldades para o enquadramento das águas doces superficiais. **Revista Gestão &**



Sustentabilidade Ambiental. 9. 332.
10.19177/rgsa.v9e22020332-355.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas.
Relatório de monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais.
Belo Horizonte: IGAM, 2023.

JUNQUEIRA, M. V. ALVES, K. C.; PAPROCKI, H.; CAMPOS, M. Índices bióticos para avaliação de qualidade de água de rios tropicais – síntese do conhecimento e estudo de caso: Bacia do alto rio doce. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), n. 49, p. 15–33, set. 2018

LIZAMA, M. A. P.; ZAVASKI, F.; SANTOS JÚNIOR, H.M.; FLORÊNCIO, G.A.S.; PETROLI, M.L.C.; ANGELO, G.L. Uso de peixes como indicadores biológicos? O estudo destes animais para o monitoramento dos recursos hídricos dentro da área das ciências ambientais. In: **Open Science Research**. Editora Científica Digital, p.413-426, Vol. 1. 2022. Doi: 10.37885/211207089

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 30 jan. 1999.

Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 maio 2021.

PADOVESI-FONSECA C.; FARIA, R. S. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no Brasil e na Europa. **RMRH - Rev. Min. Rec. Hidr.**, v.3, e022003, 2022.

PASSOS, Ana Luiza Litz; DE FREITAS MUNIZ, Daphne Heloisa; OLIVEIRA FILHO, Eduardo Cyrino. Critérios para Avaliação da Qualidade de Água no Brasil: Um Questionamento Sobre os Parâmetros Utilizados. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 290-303, 2018.

SANTOS, Geisyane Silva dos; PAES, Thécia Alfenas Silva Valente; PESSOA, Tharcilla Braz Alves. Qualidade da água de consumo de comunidades rurais do Vale do Jiquiriçá (Bahia): análise microbiológica e percepção dos indivíduos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 2, 2023. DOI: 10.66205/rvbma.v11i2.1334

VÁsquez-Zerpa, Julio and Glem, María and Centeno-Bordones, Guillermo and Aron, Nicoleta and Ramos-Villarroel, Ana. Macroinvertebrates as bioindicators of water resources. **Innovative Romanian Food Biotechnology**. 2026. Doi: 10.35219/ifrb.28.02

VIANA JUNIOR, Ildemar LM Vianna et al. Macroinvertebrate-based assessments in Brazilian freshwaters: A systematic review. **Water Biology and Security**, p. 100504, 2025.