

## **AVALIAÇÃO DO EFEITO DO LICENCIAMENTO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO VERMELHO**

Thaís Caroline da Cruz Silva <sup>1</sup>

Virgílio Juma Ali <sup>2</sup>

Samuel Alberto Ouana <sup>3</sup>

Mateus Pimentel de Matos <sup>4</sup>

Estudo das práticas de gestão de recursos hídricos, incluindo conservação, tratamento de água e políticas de uso sustentável.

### *Resumo*

A utilização inadequada e a exploração dos recursos hídricos causam impactos quantitativos e qualitativos em mananciais hídricos. A mitigação desse cenário passa, em parte, pela instalação e a adequada operação de estações de tratamento de esgotos (ETEs). As ETEs são reguladas por meio de licenças expedidas (regulamentadas pela DN COPAM 217/2017 e outras normativas em MG) e pela avaliação do seu desempenho (diretrizes apresentadas na DN COPAM 08/2022), sendo que o cumprimento das exigências tem reflexos na qualidade de água, que, por sua vez, pode ser afetada com uso do IQA (Índice de Qualidade de Água). Dessa forma, com a realização do presente trabalho, objetivou-se utilizar o IQA como ferramenta para comparação da qualidade do Ribeirão Vermelho, em Lavras-MG, em dois cenários, momento em que houve a aprovação do processo de instalação e operação da ETE – Ribeirão Vermelho e após a renovação da sua licença de operação. Utilizou-se de dados trimestrais de uma estação fluviométrica do IGAM localizada à jusante da referida ETE, empregando os softwares excel e QualiGraf. Verificou-se que após os dois primeiros anos de operação da ETE, que o IQA se manteve médio até 2016, quando ocorreu a revalidação da licença de operação. No período seguinte, a qualidade do curso d'água permaneceu na mesma condição, com exceção de um trimestre com qualidade ruim e dois trimestres com qualidade boa. Assim, não foi perceptível efeito das etapas de licenciamento de uma ETE na qualidade de água do Ribeirão Vermelho.

**Palavras-chave:** índice de qualidade da água, licença de operação, curso d'água, legislação.

<sup>1</sup>Thaís Caroline da Cruz Silva, Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Ambiental (DAM), [thaiscarolinee18@gmail.com](mailto:thaiscarolinee18@gmail.com).

<sup>2</sup>Virgílio Juma Ali, Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Ambiental (DAM), [alivirgiliojuma@gmail.com](mailto:alivirgiliojuma@gmail.com).

<sup>3</sup>Samuel Alberto Ouana, Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Ambiental (DAM), [samuelalbertoouana@gmail.com](mailto:samuelalbertoouana@gmail.com).

<sup>4</sup>Prof. Dr. Mateus Pimentel de Matos, Universidade Federal de Lavras – Departamento de Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia, [mateus.matos@ufla.br](mailto:mateus.matos@ufla.br).

## INTRODUÇÃO

A escassez hídrica enfrentada nos últimos anos em muitas regiões do país se deve a fatores como as diferenças de distribuição e o consumo dos recursos hídricos no Brasil; mudança no regime de chuvas, crescimento populacional e a crescente demanda de água para as atividades antrópicas; além de problemas com o mau uso e ocupação do solo (ARMANI, 2018; IBGE, 2020; ANA, 2022). As ações humanas podem afetar tanto quantitativamente quanto qualitativamente os mananciais hídricos, seja pelo grande consumo e pela redução da capacidade de armazenamento de água no solo, quanto pela contaminação de água pelo lançamento de águas residuárias e resíduos (PATEL; PANDYA ; SHAH, 2023). Dependendo do grau de poluição de rios, lagos e águas subterrâneas, pode resultar no encarecimento do tratamento de água e mesmo ocasionar em inviabilidade técnica e econômica de seu aproveitamento. Assim, é de grande importância a constante avaliação da qualidade de água de forma a possibilitar a realização da gestão dos recursos hídricos e adotar medidas de redução da contaminação.

Neste contexto, uma parte fundamental dessas ações é de se aumentar os índices de coleta e tratamento de esgotos sanitários, sendo indispensável a construção e a liberação da operação de novas estações de tratamento de esgotos (ETEs). Em Minas Gerais, há uma série de etapas e obrigações para que empreendimentos, como as ETEs, obtenham a aprovação do início de suas atividades, como o que está estabelecido na Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 217 de 06 de dezembro de 2017, que define critérios para a classificação de atividades de acordo com o porte, critérios locacionais para a definição das modalidades de licenciamento ambiental. Ademais, a revalidação das licenças depende da análise do cumprimento de uma gama de especificações, como o atendimento dos padrões de lançamento e a qualidade dos corpos d'água receptores, como apresentado na DN Conjunta COPAM/CERH nº 8, de 21 de novembro de 2022 (MINAS GERAIS, 2022).

O Índice de Qualidade da Água – IQA é uma das metodologias mais utilizadas para a caracterização da qualidade de águas superficiais, desempenhando um importante papel na avaliação da condição atual dos mananciais hídricos e na inferência sobre efetividade de medidas tomadas, como a instalação de ETEs, e a influência das condições meteorológicas. A avaliação do IQA é realizada por meio do monitoramento das variáveis como oxigênio dissolvido – OD, temperatura – T (°C), Coliformes Totais – CT, pH, demanda bioquímica de oxigênio – DBO, nitrato – NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, fósforo total – PT e sólidos totais – ST (FIA et. al, 2014; SAKAA et. al, 2022). E dessa forma, o índice pode ser utilizado para avaliação dos efeitos da instalação das ETEs, que podem apresentar desempenho distintos ao longo dos anos de

operação, ao mesmo tempo que precisam atender aos requisitos para revalidar a licença de operação (LO).

Assim, com a realização do presente trabalho, objetivou-se utilizar o IQA como ferramenta para comparação da qualidade do Ribeirão Vermelho, em Lavras-MG, em dois cenários, momento em que houve a aprovação do processo de instalação e operação da ETE – Ribeirão Vermelho e após a renovação do processo de operação.

## METODOLOGIA

Lavras-MG está situada na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, cujo a microbacia é composta pelo: Ribeirão da Água Limpa, Ribeirão da Santa Cruz e o Ribeirão Vermelho (IBGE 2022), sendo o último manancial objeto do presente estudo. No município contempla três estações de tratamento de esgoto – ETE, entre essas a ETE Ribeirão Vermelho, que possui uma vazão média de 174,31 L/s e é responsável pelo tratamento de esgoto de 69,5% da população de Lavras.

Em 2010, a companhia de saneamento responsável pelos serviços de esgotamento sanitário do município recebeu a licença de operação das atividades com validade até 2016. Após esse prazo, foi necessário solicitar a renovação da licença de operação de acordo com os critérios estabelecidos pela DN COPAM n.º 74, de 09 de setembro de 2004, normativa vigente naquela época. Tendo assim, dois cenários denominados Grupo 1 (2010-2016), com o início da operação da ETE; e o Grupo 2 (2017-2022), na qual foi obtida a reavaliação da LO.

Para a comparação dos dois cenários, foram coletados os dados trimestrais da série histórica do “Programa Águas de Minas”, esses utilizados para cálculo do IQA segundo metodologia do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). Dessa forma foram considerados as seguintes variáveis: OD, T, turbidez, ST, DBO, NT, PT, pH, CT, da estação fluviométrica de código BG019, localizada à jusante da referida ETE. Com a finalidade de obter apenas os dados referentes ao Ribeirão Vermelho, foi utilizada a função PROCV do Excel, para filtrar os dados amostrais referentes a série histórica dos anos de 2010 a 2022 da base do IGAM. Os valores de IQA dos Grupos 1 e 2 foram obtidos com uso da Equação 1.

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

Onde,

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido por meio da curva média específica de qualidade;

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância, entre 0 e 1.

Para classificação da qualidade de água do manancial foi considerada a definição do IGAM (Tabela 1).

Nível de Qualidade - IGAM/MG	
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25

Tabela 1: Nível de Qualidade da Água IGAM/MG. Fonte: IGAM (2012).

Utilizou-se o programa QualiGraf para a realização das análises gráficas de amostras de qualidade da água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2, estão apresentados, respectivamente, a avaliação do IQA dos Grupos 1 e 2.

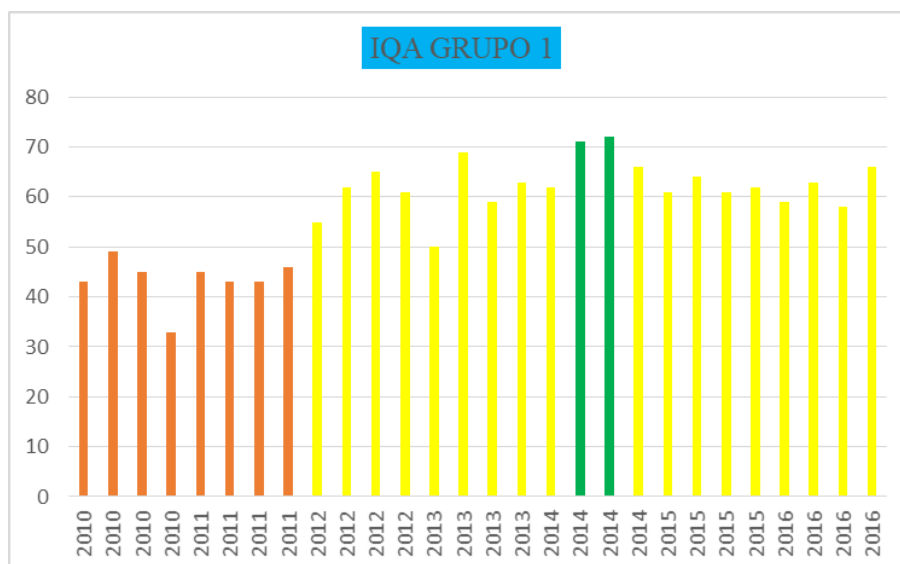


Figura 1: Avaliação do IQA dos semestres dos anos de 2010 a 2016.

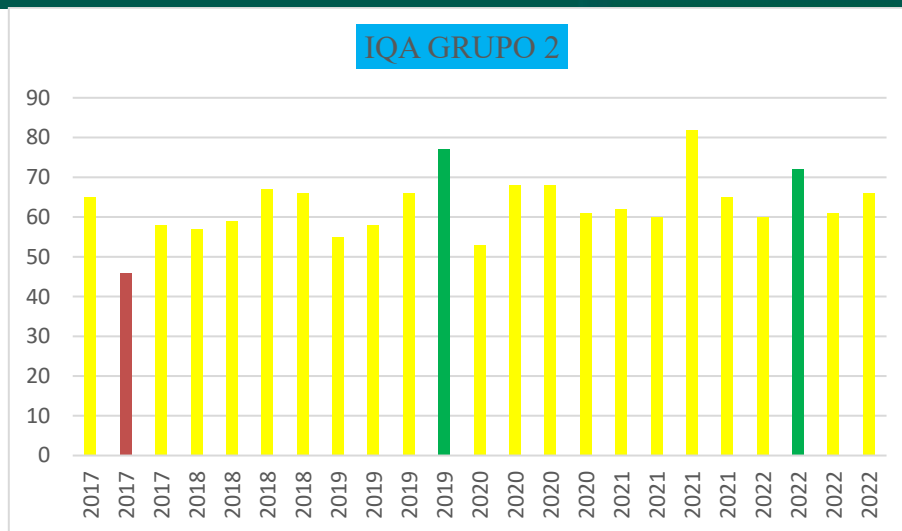


Figura 2: Avaliação do IQA dos semestres dos anos de 2017 a 2022.

Para o primeiro grupo, foi possível verificar que para os anos de 2010 e 2011 o IQA apresentou qualidade ruim, o que pode estar associado a dois fatores. Primeiro, reatores biológicos de tratamento, como o Reator UASB, filtros anaróbicos e lagoa de maturação, utilizados na ETE-Ribeirão Vermelho, necessitam de um tempo de partida, apresentando melhor desempenho com o tempo de operação (ADHIKARI; LOHANI, 2019). Segundo pelo fato de que os índices de coleta e tratamento cresceram em Lavras-MG a partir de 2010, tendo 73,31% do esgoto municipal coletado nesse ano e 76,11% em 2022, enquanto que a porcentagem de tratamento do esgoto coletado subiu de 35,49 para 100,00% no mesmo período (SNIS, 2024).

Como outras hipóteses, pode-se citar as demais contribuições urbanas que podem se somar, como a descarga de resíduos industriais, que possuem importante contribuição para a degradação da qualidade da água, tal como observado por Prabagar, Thuraisingam e Prabagar (2023). A concessionária de saneamento possui um programa denominado PRECEND (Programa de Recebimento e Controle de Efluentes Não Domésticos) que também auxilia neste controle de águas residuárias industriais, na qual a empresa aceita receber esse tipo de efluente (desde que respeitadas as condições regulamentadas pela normativa da empresa) e se responsabiliza em adequar a qualidade para lançamento no curso d'água (PRECEND, 2024).

A partir de então, o IQA se manteve na qualidade média (cor amarela na Figura 1), chegando até a apresentar qualidade boa em dois momentos (2º e 3º semestres de 2014), o que se manteve para o Grupo 2 (Figura 2). Ressalta-se que o Ribeirão Vermelho possui uma vazão reduzida, sendo de 287,25 L/s no e 899,63 L/s no verão, tendo menor capacidade de depuração, além de já apresentar qualidade deteriorada

à montante da ETE Ribeirão Vermelho. A explicação para essa condição no curso d'água pode ser atribuída ao fato de possíveis lançamentos clandestinos na área urbana da cidade de Lavras (PINHEIRO BELLO et al., 2021).

Para o segundo grupo que compreende os anos de 2017 a 2022, obteve-se um desempenho médio do IQA em torno dos 87% em todos os anos observados, tendo apresentado o seu pico no 4º e 2º trimestres de 2019 e 2022, respectivamente. No 2º trimestre de 2017, o único que apresentou qualidade ruim, observou-se maiores níveis de turbidez e sólidos totais contribuindo negativamente no IQA, como também verificado por MARSELINA; WIBOWO; MUSHFIROH, (2022). Por não ser em um período de chuvas, o processo erosivo não seria uma primeira hipótese apresentada, podendo estar ligado a alguma contribuição pontual antrópica ou a uma possível oscilação de desempenho da ETE.

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que após os dois primeiros anos de operação da ETE, o IQA se manteve médio até 2016, quando ocorreu a revalidação da licença de operação. No período seguinte, a qualidade do curso d'água permaneceu na mesma condição, com exceção de um trimestre com qualidade ruim e dois trimestres com qualidade boa. Assim, não foi perceptível efeito das etapas de licenciamento de uma ETE na qualidade de água do Ribeirão Vermelho.

## AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos especiais ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Lavras – UFLA. À FAPEMIG pelo apoio financeiro da bolsa de pós-graduação.

## REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, J. R.; LOHANI, S. P. Design, installation, operation and experimentation of septic tank – UASB wastewater treatment system. *Renewable Energy*, v. 143, p. 1406–1415, 1 dez. 2019.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico-ANA. Relatórios Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2022.
- ARMANI, F. A. S. et al. Qualidade das Águas dos Rios Urbanos das Cidades de Matinhos-PR e Pontal do Paraná-PR. **Revista Técnico-Científica**, Edição especial, p.1- 10, 2018.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS: diagnóstico dos serviços de água e esgotos



- 2023. Brasília, DF, 2024.

- FIA, R.; TADEU, H.C.; MENEZES, J.P.C.; FIA, F.R.L.; OLIVEIRA, L.F.C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.20, n.1, p.267-275, 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama das Cidades, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/lavras/panorama> Acesso em 18 set. 2023.
- MARSELINA, M.; WIBOWO, F.; MUSHFIROH, A. Water quality index assessment methods for surface water: A case study of the Citarum River in Indonesia. *Heliyon*, v. 8, n. 7, 1 jul. 2022.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022. 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, e dá outras providências. Minas Gerais, 2008.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017. Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais. Minas Gerais, 2017.
- MOURA, Priscila Gonçalves et al. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 25, p. 791-808, 2020.
- PATEL, Praharsh S.; PANDYA, Dishant M.; SHAH, Manan. A systematic and comparative study of Water Quality Index (WQI) for groundwater quality analysis and assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 30, n. 19, p. 54303-54323, 2023.
- PEREIRA, Maria Cristina Santana et al. Melhoria da qualidade da água de rios urbanos: novos paradigmas a explorar—Bacia hidrográfica do rio Pinheiros em São Paulo. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 26, p. 577-590, 2021. 1
- PINHEIRO BELLO, I. et al. *Periódico da Universidade Vale do Rio Verde QUALIDADE DE ÁGUA E DE ESTADO TRÓFICO DO RIBEIRÃO VERMELHO EM LAVRAS, MG*. 2021.
- Vilarinho, M. R. et al. *Revista Brasileira de Geografia Física Eficácia da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos condicionada ao Índice de Qualidade da Água: Estudo de Caso, Minas Gerais, Brasil*.2021.
- PRABAGAR, S.; THURASINGAM, S.; PRABAGAR, J. Sediment analysis and assessment of water quality in spacial variation using water quality index (NSFWQI) in Moragoda canal in Galle, Sri Lanka. *Waste Management Bulletin*, v. 1, n. 2, p. 15–20, set. 2023.
- PRECEND (Programa de Recebimento e Controle de Efluentes Não Domésticos), 2024. Disponível em: <https://www.projetasustentavel.com/blog/precend-da-copasa>. Acesso em 18 set. 2024.
- SAKAA, Bachir et al. Water quality index modeling using random forest and improved SMO algorithm for support vector machine in Saf-Saf river basin. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 32, p. 48491-48508, 2022.