AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SERGIPE

Matheus Rodrigues Bispo da Silva [1] ; Maria Hellen Oliveira Gama [2]; Ana Lara Araújo Santos [3] & Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas [4]

RESUMO – Dada a importância dos sistemas de abastecimento de água, a avaliação de sua eficiência é indispensável para assegurar a qualidade e a disponibilidade desse recurso. Assim, o presente estudo avaliou a qualidade da água tratada distribuída por sistemas de abastecimento em Sergipe, com base em dados da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), utilizando o Índice de Qualidade da Água do Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME). A metodologia foi aplicada às análises das saídas das Estações de Tratamento de Água dos sistemas Alto Sertão, Semiárido e Sertão Sergipano, no período de 2023 a 2024. Desse modo, foram analisados os valores finais do IQA e suas respectivas classificações qualitativas. Os resultados evidenciaram diferenças entre as unidades, com destaque para as ETAs Delmiro Gouveia e Semiárido, que apresentaram melhor desempenho em 2024. Em contrapartida, a ETA Amparo manteve desempenho inferior, associado principalmente a não conformidades em cor aparente e turbidez. Conclui-se que a qualidade da água não depende apenas da qualidade da água bruta, mas também da eficiência do tratamento e das condições das redes de distribuição, sendo o IQA-CCME uma ferramenta eficaz para o monitoramento e a identificação de falhas operacionais nos sistemas de abastecimento.

ABSTRACT– Given the importance of water supply systems, evaluating their efficiency is essential to ensure the quality and availability of this resource. Therefore, the present study assessed the quality of treated water distributed by water supply systems in Sergipe, Brazil, based on data provided by the Sergipe Sanitation Company (DESO), using the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME-WQI). The methodology was applied to analyses of water leaving the Water Treatment Plants (WTPs) of the Alto Sertão, Semiárido, and Sertão Sergipano systems during the period from 2023 to 2024. Thus, the final WQI values and their respective qualitative classifications were analyzed. The results revealed differences among the units, with the Delmiro Gouveia and Semiárido WTPs showing the best performance in 2024. In contrast, the Amparo WTP maintained lower performance, mainly associated with non-compliance in apparent color and turbidity parameters. It is concluded that water quality depends not only on the quality of the raw water source but also on treatment efficiency and the conditions of the distribution networks. Furthermore, the CCME-WQI proved to be an effective tool for monitoring and identifying operational failures in water supply systems.

Palavras-Chave – IQA-CCME, qualidade da água, estações de tratamento de água.

[1]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão-SE, Brasil. Fone: 79 9 8808-0868. E-mail: matheus.silva@agrese.se.gov.br
[2]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão-SE, Brasil. Fone: 75 9 9955-4097. E-mail: mariahellenoliveiragama@gmail.com
[3]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão-SE, Brasil. Fone: 79 9 9930-1220. E-mail: analarah.santos@gmail.com
[4]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão-SE, Brasil. Fone: 79 99155-1776. E-mail: aatlucas@academico.ufs.br

1. INTRODUÇÃO

Formato para cada O sistema de abastecimento de água (SAA) consiste em sistemas compostos por estruturas e processos que vão desde a captação de água até a distribuição ao destinatário. Por este motivo, é imprescindível avaliar a performance dos SAA para assegurar a segurança hídrica e promoção da saúde pública.

Dentre as etapas integrantes dos SAAs, destaca-se a estação de tratamento de água (ETA), que consiste em uma instalação cujo propósito é realizar o tratamento de água captada de rios, lagos e reservatórios, para isso, a água captada é submetida a processos como coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, para que assim, água se torne potável e própria para o consumo humano (Almeida; Silva; Paula, 2017). Nessa perspectiva, vale ressaltar que uma ETA é imprescindível para assegurar a saúde humana, pois, esta é responsável por retirar impurezas físicas, químicas e biológicas que poderiam vir a ocasionar algum maléfico a saúde da população (Paz et al., 2018).

Ao levar em consideração o propósito de uma SAA e de uma de suas etapas (ETA) de captar, tratar e distribuir ao usuário final água potável, é possível afirmar que este sistema é de suma importância para as regiões semiáridas do Brasil, já que são regiões que enfrentam problemas de escassez hídrica em razão da irregularidade das chuvas e os baixos índices pluviométricos (Caiçara et al., 2022). Assim, avaliar a eficiência da SAA é fundamental para assegurar água de qualidade e em quantidades suficientes para regiões com déficit hídrico. Nesse contexto, destaca-se a importância de abordagens metodológicas capazes de integrar diferentes parâmetros de qualidade da água, como o Índice de Qualidade da Água do *Canadian Council of Ministers of the Environment* (IQA-CCME), permitindo uma avaliação abrangente e confiável do desempenho dos sistemas de abastecimento (CCME, 2001, CCME, 2017).

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência dos sistemas de abastecimento de água (ETA e rede de distribuição) em municípios do estado de Sergipe, com base nos dados disponibilizados pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), uma vez que o estado se insere na região Nordeste, caracterizada por condições de escassez hídrica associadas ao clima semiárido. O estudo baseia-se na análise de dados de qualidade da água referentes aos anos de 2023 e 2024, permitindo comparar o desempenho operacional das diferentes ETAs e identificar variações no desempenho dos sistemas avaliados.

2. METODOLOGIA

Com o objetivo de determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA) da água tratada distribuída aos municípios de Sergipe, conforme os dados disponibilizados pela DESO, utilizou-se o método IQA-CCME (CCME, 2001). Assim, visando avaliar a eficiência das Estações de Tratamento de Água (ETAs), o IQA-CCME foi aplicado exclusivamente às análises realizadas na saída das unidades de tratamento. Ademais, a escala de valores e suas respectivas classificações estão de acordo com o IQA do CCME (2017). Desse modo, o índice é determinado a partir dos fatores F1, F2 e F3:

a) Cálculo do Escopo ou Alcance (F1): trata-se da proporção de parâmetros que apresentaram pelo menos uma não conformidade com seus padrões ao longo do período analisado, em relação ao total de parâmetros avaliados (eq. 1).

$$F1 = \frac{Nº\ de\ parâmetros\ não\ conformes}{Nº\ de\ parâmetros\ monitorados} x100 \quad (1)$$

b) Cálculo da Frequência (F2): equivale ao número de vezes que as diretrizes não são cumpridas (eq. 2).

$$F2 = \frac{Nº\ de\ análises\ não\ conformes}{Nº\ de\ análises\ realizadas} x100 \quad (2)$$

c) Cálculo da Amplitude (F3): mede o grau de não cumprimento das diretrizes. É calculada em três etapas: primeiro, determinam-se as discrepâncias (Δ) de cada análise em relação aos padrões; depois, calcula-se a soma normalizada dessas discrepâncias (ΣnΔ); por fim, obtém-se a amplitude, que representa de forma geral o nível de não conformidade do conjunto de resultados.

$$F3 = \frac{\sum n\Delta}{0{,}01\ x \sum n\Delta + 0{,}01} \quad (3)$$

Após a obtenção dos valores de F1, F2 e F3, o índice é calculado pela soma vetorial desses fatores, ou seja, a raiz quadrada da soma dos seus quadrados (eq. 4). Além disso, ressalta-se que, o fator 1,732 foi utilizado como referência por considerar que cada um dos três fatores pode atingir até 100.

$$IQA = 100 - [\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1{,}732}] \quad (4)$$

A Tabela 1 apresenta os Sistemas Integrados (SI) de abastecimento da região de estudo, as ETAs responsáveis por abastecer cada sistema e a localização das suas respectivas captações.

Tabela 1 - Sistema Integrados, ETAs e Captações.

Sistema Integrado (SI)	Nomeclatura da ETA de Abastecimento	Município de Captação da Água Bruta
Alto Sertão	Delmiro Gouveia	Porto da Folha/SE
Semiárido	Semiárido	Porto da Folha/SE
Sertão Sertaneja	Gilberto Freire	Amparo de São Francisco

Fonte: elaboração própria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram apresentados nas Tabelas 2 e 3, referentes aos anos de 2023 e 2024, respectivamente, contendo o total de coletas e análises, os valores dos fatores F1, F2, *nse* (soma normalizada das excursões) e F3, além do IQA calculado e sua correspondente classificação qualitativa.

Tabela 2 – Total de coletas e análises, valores obtidos para F1, F2, *nse*, F3, IQA e sua respectiva classificação, para o ano de 2023.

ETA	Total de coletas	Total de análises	F1	F2	*nse*	F3	IQA	Classificação
Amparo do São Francisco	44	264	83,33	10,61	0,03	2,75	51,47	Ruim
Delmiro Gouveia	17	102	50,00	3,92	0,01	1,20	71,03	Regular
Semiárido	16	96	33,33	2,08	0,01	1,09	80,71	Bom

Fonte: elaboração própria.

Tabela 3 – Total de coletas e análises, valores obtidos para F1, F2, *nse*, F3, IQA e sua respectiva classificação, para o ano de 2024.

ETA	Total de coletas	Total de análises	F1	F2	*Nse*	F3	IQA	Classificação
Amparo do São Francisco	21	126	66,67	7,94	0,02	1,72	61,22	Ruim
Delmiro Gouveia	18	108	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	Excelente
Semiárido	19	114	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	Excelente

Fonte: elaboração própria.

Conforme a Tabela 2, observa-se para o ano de 2023 expressiva variação entre os dados das unidades de tratamento, sendo a ETA semiárido a mais bem classificada. Com base nas informações é possível identificar novamente a influência do fator F1 perante a determinação do IQA, quanto maior sua violação menor o índice final.

Para 2024 (Tabela 3), observa-se a evolução das ETAs Delmiro Gouveia e Semiárido, que atingiram nota máxima e passaram a ser enquadradas na categoria “Excelente”. Em contrapartida, a ETA Amparo permaneceu classificada como “Ruim”, embora tenha apresentado melhora de aproximadamente 10 pontos percentuais em seu índice em relação ao ano anterior. De modo geral,

destaca-se o desempenho da ETA Semiárido, que se manteve bem posicionada durante os dois anos de avaliação. Em contrapartida, a ETA Amparo demanda maior atenção por parte da gestão.

Embora os três sistemas de abastecimento avaliados utilizem águas provenientes do rio São Francisco, observa-se que dois deles, cujas ETAs apresentaram valores de IQA semelhantes em 2024, possuem pontos de captação localizados no mesmo município. Essa configuração espacial pode contribuir para uma maior homogeneidade da qualidade da água bruta captada, influenciando, de maneira semelhante, os desafios operacionais e a eficiência dos processos de tratamento adotados em cada unidade.

A proximidade geográfica entre os pontos de captação tende a submeter as ETAs a condições hidroquímicas e hidrobiológicas semelhantes, uma vez que compartilham a mesma bacia de drenagem e, portanto, são influenciadas por fatores ambientais e antrópicos comuns. Assim, a dinâmica de uso e ocupação do solo nas margens do corpo hídrico, aliada ao regime hidrológico local, exerce influência direta sobre a composição físico-química da água, afetando parâmetros como turbidez, carga orgânica e concentração de nutrientes (Tucci, 2008; Tundisi, Matsumura-Tundisi, 2009).

Nesse contexto, a convergência observada entre os Índices de Qualidade da Água (IQAs) das ETAs pode refletir não apenas semelhanças inerentes à água bruta captada, mas também a adoção de processos de tratamento com eficiência comparável, ajustados às mesmas pressões ambientais e às características regionais de captação.

Detalhando as análises realizadas na ETA Amparo em 2023 e 2024, foi identificado problemas críticos para os parâmetros de cor aparente e turbidez. Em 2023 a frequência de não conformidade para os parâmetros mencionados foi de 14% e 36% respectivamente. Enquanto em 2024, apesar do IQA apresentar evolução, a frequência de não conformidade foi de 19% para ambos os parâmetros. Os demais parâmetros analisados, quando apresentados não conformidades, alterando o fator F1 e consequentemente a classificação do IQA, pode-se dizer que foram problemas pontuais, visto sua taxa de ocorrência.

O monitoramento sistemático dos parâmetros de cor aparente e turbidez nas ETAs é fundamental, uma vez que esses indicadores refletem diretamente a presença de matéria particulada e coloidal, comprometendo a eficiência das etapas de coagulação, floculação e filtração, além de reduzir a eficácia do desinfetante residual e favorecer a formação de subprodutos potencialmente tóxicos (Doménech *et al*., 2022; Pesic *et al.,* 2020). Além disso, níveis elevados de turbidez também representam risco adicional por funcionarem como abrigo para bactérias, patógenos e outros contaminantes que podem comprometer a saúde pública (Masood *et al.,* 2023).

Nas redes de distribuição a turbidez é influenciada pelos padrões de consumo, visto que o tempo de permanência da água nas tubulações, aliado às variações entre períodos de baixa e alta demanda, interfere no fluxo hidráulico e pode favorecer a ressuspensão de partículas aderidas às paredes da rede (Monteiro *et al.,* 2021). Deste modo, a turbidez configura-se como indicador-chave em sistemas de abastecimento de água potável, pois, além de refletir diretamente a presença de material particulado, pode ser empregada como indicador substituto para diversos parâmetros de qualidade (Marines *et al.,* 2025).

Para Nduli *et al.* (2025), a adoção de sistemas avançados de tratamento possibilita a remoção eficaz de contaminantes da água bruta. Assim, independentemente da qualidade inicial da água captada, as ETAs têm a responsabilidade de assegurar processos que reduzam os poluentes a níveis aceitáveis. Nessa perspectiva, as ETAs devem ajustar continuamente os processos de tratamento conforme as variações na qualidade e na quantidade da água, garantindo a estabilidade dos índices de qualidade ao longo do ano (Li *et al.,* 2025).

Considerando as análises obtidas para as ETAs deste estudo, observou-se que a eficiência nos processos de clarificação e desinfecção exerce papel central na determinação da qualidade da água distribuída, especialmente no que se refere aos parâmetros de cor aparente e turbidez, frequentemente identificados como críticos. No entanto, mesmo diante de um tratamento satisfatório, a qualidade final da água que chega aos consumidores pode ser influenciada por variáveis adicionais presentes ao longo do sistema de distribuição. Desse modo, a análise da rede é etapa essencial, pois permite verificar a manutenção da potabilidade após a saída da ETA e identificar possíveis perdas de qualidade associadas à infraestrutura, às manutenções corretivas ou a falhas nos controles operacionais ao longo do sistema.

Deste modo, com o intuito de analisar a influência das redes de distribuição na determinação do IQA, foram relacionados os sistemas responsáveis pelo suprimento hídrico de cada município, organizados segundo as respectivas classificações obtidas na aplicação da metodologia IQA-CCME para os municípios, conforme ilustrados nas Tabelas 4 e 5. As referidas Tabelas destacam os municípios atendidos por mais de um sistema, proporcionando uma representação mais abrangente das configurações operacionais vigentes na região, com base nos dados disponibilizados pela DESO.

Tabela 4 – Municípios, sistemas de abastecimento de água, IQA e classificação para 2023.

MUNICÍPIO	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO	IQA (2023)	CLASSIFICAÇÃO (2023)
Monte Alegre de Sergipe	Sistema Integrado Alto Sertão	80,75	Bom
Itabi	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	67,95	Regular
São Miguel do Aleixo	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	61,50	Ruim
Nossa Senhora Aparecida	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	61,06	Ruim
Cumbe	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	58,54	Ruim
Canindé de São Francisco	Sistema Independente de Canindé	51,88	Ruim
Carira	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	51,88	Ruim
Porto da Folha	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	51,87	Ruim
Poço Redondo	Sistema Integrado Alto Sertão	51,66	Ruim
Feira Nova	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	50,92	Ruim
Nossa Senhora de Lourdes	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	50,67	Ruim
Gararu	Sistema independente de Gararu; Sistema Integrado Sertão Sertaneja	49,82	Ruim
Graccho Cardoso	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	49,63	Ruim
Canhoba	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	49,39	Ruim
Nossa Senhora da Glória	Sistema Integrado Sertão Sertaneja; Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	42,24	Péssimo
Pinhão	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	42,20	Péssimo
Frei Paulo	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	42,16	Péssimo
Pedra Mole	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	41,05	Péssimo
Aquidabã	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	40,39	Péssimo
Amparo do São Francisco	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	40,23	Péssimo

Fonte: elaboração própria.

Tabela 5 – Municípios, sistemas de abastecimento de água, IQA e classificação para 2024.

MUNICÍPIO	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO	IQA (2024)	CLASSIFICAÇÃO (2024)
Canindé de São Francisco	Sistema Independente de Canindé	71,10	Regular
Monte Alegre de Sergipe	Sistema Integrado Alto Sertão	71,07	Regular
Nossa Senhora Aparecida	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	71,01	Regular
Graccho Cardoso	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	70,16	Regular
Itabi	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	69,17	Regular
Carira	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	61,51	Ruim
Porto da Folha	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	61,50	Ruim
Nossa Senhora de Lourdes	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	60,84	Ruim
Cumbe	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	59,87	Ruim
Nossa Senhora da Glória	Sistema Integrado Sertão Sertaneja; Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	51,85	Ruim
São Miguel do Aleixo	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	51,83	Ruim
Frei Paulo	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	51,82	Ruim
Poço Redondo	Sistema Integrado Alto Sertão	51,63	Ruim
Pinhão	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	51,25	Ruim
Aquidabã	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	51,01	Ruim
Feira Nova	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	50,88	Ruim
Canhoba	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	50,74	Ruim
Gararu	Sistema independente de Gararu; Sistema Integrado Sertão Sertaneja	42,12	Péssimo
Amparo do São Francisco	Sistema Integrado Sertão Sertaneja	41,66	Péssimo
Pedra Mole	Sistema Integrado Alto Sertão; Sistema Integrado Semiárido	41,22	Péssimo

Fonte: elaboração própria.

A partir da análise das Tabelas 4 e 5, observa-se que os sistemas integrados de abastecimento não apresentam correlação direta com as faixas de classificação do IQA, uma vez que os mesmos sistemas figuram tanto entre as melhores quanto entre os piores faixas de desempenho. Essa constatação, associada aos demais resultados obtidos neste estudo, sugere que variáveis relacionadas ao tratamento da água e à operação e gestão em nível local possuem maior relevância na determinação da qualidade final da água distribuída.

Cabe destacar que, quando avaliadas as redes de distribuição, o comprimento total da tubulação é um dos parâmetros-chave, pois determinarão a possibilidade de recrescimento microbiano, podendo afetar negativamente a qualidade da água (Potgieter *et al.,* 2018). Tais contribuições ocorrem especialmente, se as estações de reforço de cloro não estiverem instaladas, uma vez que os níveis de cloro residual diminuem com o tempo devido à reação química e à vida útil (Gholami-Borujeni, 2022).

4. CONCLUSÃO

A aplicação do IQA-CCME permitiu avaliar a qualidade da água em sistemas de Sergipe, evidenciando diferenças entre as ETAs analisadas em 2023 e 2024. As ETAs Delmiro Gouveia e Semiárido apresentaram melhoria significativa, alcançando classificação “Excelente” em 2024. Em contrapartida, a ETA Amparo manteve desempenho inferior, com limitações associadas principalmente à cor aparente e turbidez. Esses resultados reforçam a importância do aprimoramento das etapas de clarificação e filtração. Também se verificou que a qualidade final da água não depende apenas da captação ou do tratamento, mas também das condições das redes de distribuição, como tempo de permanência e manutenção do cloro residual.

Conclui-se que o IQA-CCME é uma ferramenta eficaz para o monitoramento da qualidade da água e a identificação de pontos críticos, subsidiando ações de melhoria e gestão voltadas à segurança hídrica e à saúde pública. Destaca-se, ainda, a necessidade de aprofundamento em estudos futuros que incorporem variáveis complementares, como características operacionais das unidades, indicadores de manutenção, capacitação das equipes técnicas e aspectos de gestão, a fim de ampliar a compreensão dos determinantes da qualidade da água e fortalecer a aplicação de metodologias de avaliação nos sistemas de abastecimento.

AGRADECIMENTOS - À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M C.; SILVA, M. M.; DE PAULA, M. "*Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água"*. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, *[S. l.]*, v. 5, n. 1, p. 25–40, 2017. DOI: 10.9771/gesta.v5i1.17396. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/17396. Acesso em: 2 jun. 2026.

CAIÇARA, T. M. S. A.; TEIXEIRA, T. C. S.; SOUZA, J. P. M. de C.; DE SOUZA, F. P. "*Panorama do abastecimento de água no semiárido brasileiro"*. Exatas & Engenharias, [S. l.], v. 12, n. 35, p. 22–40, 2022. DOI: 10.25242/885X123520222519. Disponível em: https://www.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/2519. Acesso em: 2 jun. 2026.

CCME. (2001). *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life*. CCME water quality index 1.0, User's Manual, Winnipeg, Manitoba, Canada. Can be viewed at http://www.ccme.ca/ assets/pdf/wqi_usermanualfctsht_e.pdf.

CCME. (2017). *Water quality index user's manual 2017 update, Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*, 2017.

DOMÉNECH, E.; MARTORELL, S.; KOMBO-MPINDOU, G.O.M.; MACIAN-CERVERA, J.; ESCUDER-BUENO, I. (2022). "*Risk assessment of Cryptosporidium intake in drinking water treatment plant by a combination of predictive models and event-tree and fault-tree techniques"*. Sci. Total Environ. 838. DOI: 10.1016/j. scitotenv.2022.156500. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722035975?via%3Dihub>. Acesso em: 11 set. 2024.

GHOLAMI-BORUJENI, F. (2022). "*Relationship between environment temperature, TOC, turbidity, and HPC on free residual chlorine in municipal drinking water distribution networks (WDNs): a case study (Abadan, Iran)"*, in: Proceedings of the 4th International Conference on Advances in Civil and Ecological Engineering Research: ACEER2022, Springer, pp. 305–314.

LI, J.; LV, L.; ZHE, W.; DENG, X.; LIN, Q.; XIA, R.; FU, R. (2025). "*Evaluation of drinking water quality in Xinjiang based on the improved comprehensive water quality index"*. V. 11, ISSN 2405-8440. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e41160. Disponivel em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024171915>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MARINES, F.; CORSINO, S. F.; COSENZA, A.; CAPODICI, M.; TORREGROSSA, M.; VIVIANI, G. (2025). "*A modified robustness index for assessing operational performance of drinking water treatment plants: A comparative study within a new regulatory framework"*. Water Research, Vol. 268. ISSN 0043-1354. DOI: 10.1016/j.watres.2024.122668. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135424015677>. Acesso em: 20 mai. 2025.

MASOOD, Z.; HASAN, Z.; GUL, H.; ZAHID, H.; HASSAN, H. U.; SULTAN, R.; KHAN, W.; SAFIA; TITUS, K.; ULLAH, A. (2023). "*Monitoring pond water quality to improve the production*

of Labeo rohita (Hamilton, 1822) in Bannu Fish Hatchery of Bannu district, Khyber Pakhtunkhwa province; an implications for artificial fish culture". ISSN 1678-4375 (Online). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/cmKqrbqsf9p68MhYbztndvb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em 13 ago. 2025.

MONTEIRO, L.; ALGARVIO, R.; COVAS, D. (2021). "*Enhanced water age performance assessment in distribution networks"*. Water 13 (2021) 2574. DOI: 10.3390/w13182574. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/18/2574>. Acesso em: 17 ago. 2025.

NDULI, S.; TEKERE, M.; MASINDI, V.; FOTEINIS, S. (2025). "*Assessment of the water quality and microbial regrowth in drinking water treatment plants and the distribution network*". Water Resources and Industry, Vol. 33, 2025, 100290, ISSN 2212-3717. DOI: 10.1016/j.wri.2025.100290. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212371725000149>. Acesso em: 10 ago. 2025.

PAZ, E. C. S.; VIEIRA, I. C. A.; SANTOS, M. L. G. dos; SILVA, G. G. S.; QUEIROZ, S. C. B.; PASCHOALA, C. F. P. R.; OLIVEIRA, L. R. A. "*Diagnóstico de produção de lodo na estação de tratamento de água em Palmas-TO*". Revista de Engenharia e tecnologia, v. 10, n. 1, p. 80-87, 2018. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/ret/pt_BR/article/view/11974. Acesso em: 1 jun. 2026.

PESIC, M.; MILIC, S.; NUJKIC, M.; MARIC, M. (2020). "*The impact of climatic parameters on the turbidity and natural organic matter content in drinking water in the City of Bor (Eastern Serbia)"*. Environ. Earth Sci. 79, 1–13. DOI: 10.1007/s12665-020- 09016-0.

POTGIETER, S.; PINTO, A.; SIGUDU, M.; PREEZ, H.; NCUBE, E.; VENTER, S. (2018). "*Long-term spatial and temporal microbial community dynamics in a large-scale drinking water distribution system with multiple disinfectant regimes"*. Water Research, Vol. 139, 2018, Pag. 406-419, ISSN 0043-1354. DOI: 10.1016/j.watres.2018.03.077. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135418302732>. Acesso em: 19 ago. 2025.

TUCCI, C. E. M. (2008). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (2009). *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos. DOI: 10.1590/S1519-69842009000100032. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/dCPP56Jcy6H3pd5YKRjwH7b/?lang=en>. Acesso em 08 ago. 2025.