

Original Article

Environmental Quality Differences Between Artificially Separated Urban Lagoons

Carlos Antonio Neves Júnior¹, Carolina Oliveira de Santana^{1*}, Anaxsandra da Costa Lima Duarte¹, Paulo Tadeu Silva Costa¹, Taise Bomfim de Jesus¹, Willian Moura Aguiar¹

¹Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, BA, Brazil

Received March 18, 2025; Accept October 8, 2025

Abstract

Unplanned urban expansion has affected the quality of water bodies in several regions of Brazil, especially in Feira de Santana (BA), a city historically known for its large number of lagoons. In this study, we conducted an assessment of the environmental quality of two urban lagoons that were artificially separated to allow the construction of an avenue in Feira de Santana, Bahia. The evaluation was based on the Rapid Assessment Protocol (RAP), physicochemical parameters, and metal concentrations in the water. The results show that the artificial separation of the water body resulted in two lagoons with distinct physicochemical characteristics. The Prato Raso Lagoon, which has unregulated occupation along its margins and constant disposal of solid waste and sewage, presented more negative indices, being classified by the RAP as impacted, and showing altered values for almost all physicochemical parameters compared to class 2 waters, and for some parameters even compared to class 3 waters. In contrast, the Geladinho Lagoon, located within a recreational park area, was classified as altered according to the RAP but remained within the limits established for class 2 waters for the analyzed parameters, except for BOD. Regarding metals, Fe, Zn, Cr, and Mn concentrations exceeded the values established by CONAMA for class 2 waters in both lagoons. The Geladinho Lagoon presented high levels of thermotolerant coliforms, whereas these were not detected in the Prato Raso Lagoon. These results demonstrate that artificially separated lagoons can be affected in different ways and that monitoring and impact mitigation strategies are necessary for both lagoons.

Keywords: Contamination, Urban lagoons, Metals, Monitoring.

*Corresponding author: cosantana@uefs.br

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Feira de Santana está geograficamente situado nas coordenadas 12° 15' 24" S e 37° 57' 53" W, com uma altitude média de 230 m, a uma distância de 108 km a noroeste de Salvador. Sua população de 2022 é de 616.272 habitantes (IBGE, 2022). Caracterizado por planaltos arenos e argilosos, a hidrografia de Feira de Santana propicia o acúmulo de água subterrânea, com a sua eventual emergência na superfície, originando fontes naturais e lagoas (Rilley *et al.*, 2022). Dentre as lagoas presentes no município, destacam-se a Lagoa do Prato Raso e a Lagoa do Geladinho (Figura 1), com características distintas no uso e na ocupação de seu entorno.

A urbanização de Feira de Santana causou impactos significativos na Lagoa do Prato Raso. Nas décadas de 40 e 50, uma porção da lagoa foi aterrada para a construção de dois conjuntos habitacionais, José Falcão da Silva e Milton Gomes, e outra parte foi soterrada para a construção da Avenida José Falcão, resultando na divisão do corpo hídrico em duas regiões e no surgimento de dois corpos d'água distintos, além de três nascentes (Cunha, 2013; Correia Neto *et al.*, 2005). Atualmente, a porção da lagoa localizada no bairro da Queimadinha mantém o nome original, enquanto a parte situada no bairro Baraúnas é denominada Lagoa do Geladinho.

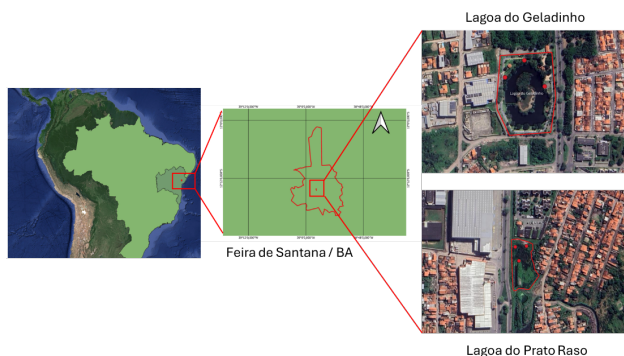


Figura 1. Localização das Lagoas do Geladinho e do Prato Raso no município de Feira de Santana/BA.

A Lagoa do Prato Raso enfrenta ocupação desordenada e é alvo do descarte inadequado de resíduos sólidos e esgoto das residências ao seu redor, apresentando visíveis sinais de impacto, como o odor característico de esgoto e a dificuldade de identificar um espelho d'água contínuo.

Por outro lado, a Lagoa do Geladinho, apesar de estar cercada por construções privadas, mostra-se menos afetada pela urbanização em comparação com sua

contraparte. Isso se deve às iniciativas do governo municipal para reduzir o aterramento e transformar a área em um espaço de lazer, com vegetação, aves, peixes e áreas recreativas para a população, resultando na criação do Parque da Lagoa Radialista Erivaldo Cerqueira, também conhecido como Parque da Lagoa e/ou Parque Municipal Erivaldo Cerqueira (Freitas *et al.*, 2015).

A despeito de o código ambiental feirense estabelecer Áreas Sujeitas a Regime Específico – ASRE na Subcategoria de Áreas de Preservação dos Recursos Naturais – APRN (PMFS, 1992), o que inclui as duas lagoas analisadas e seu entorno, essa demarcação ainda não foi realizada, perpetuando as pressões urbanas sobre os recursos hídricos do município (Silva *et al.*, 2018).

Com base nas observações de campo, foram realizados levantamentos das características ambientais nos pontos de monitoramento definidos para ambas as lagoas. Para cada lagoa, foram estabelecidos três pontos de coleta, considerando a extensão das lagoas. As atividades de campo foram conduzidas entre os meses de março e abril de 2023, pela manhã. A Figura 2 resume os procedimentos metodológicos adotados neste estudo.

Oliveira e Nunes (2015) definem o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) como um instrumento de avaliação da qualidade ambiental que analisa os ecossistemas de forma integrada, simples e rápida. O PAR consiste em uma avaliação visual padronizada de atributos do habitat como condição da margem, presença de lixo e cobertura vegetal) e funciona como um pré-diagnóstico capaz de identificar rapidamente sinais de degradação ambiental (Medeiros Santos *et al.*, 2018). Neste trabalho, foi aplicado o PAR desenvolvido por Medeiros Santos *et al.* (2018).

Para fins de classificação das lagoas, adotamos os critérios estabelecidos por Callisto *et al.* (2002), os quais dividem as categorias em: impactada (0 a 40 pontos), alterada (41 a 60 pontos) e natural (61 a 100 pontos). Para este estudo, expressamos os valores em porcentagem em relação aos valores máximo (56 pontos) e mínimo (0 pontos) possíveis. Dessa forma, estabelecemos as seguintes classes: impactado (0 a 50%), alterado (51 a 75%) e natural (76 a 100%).

Foram selecionados pontos de monitoramento, considerando as características físicas dos ambientes (ocupação imobiliária no entorno), o recebimento de efluentes domésticos, a presença de macrófitas, o descarte de materiais no entorno e a facilidade de acesso para a coleta de água.

Tabela 1. Pontuação obtida para cada lagoa a partir da aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR) (Medeiros-Neto, 2018).

Parâmetros	Prato Raso	Geladinho
Tipo de ocupação das margens	0	2
Erosão próxima/entorno ou assoreamento	0	4
Alterações antrópicas	0	4
Cobertura vegetal no leito	2	4
Oleosidade na água	2	4
Odor da água	2	4
Transparência da água	0	2
Odor do sedimento de fundo	2	4
Tipo de fundo	2	2
Presença de mata ciliar	0	0
Extensão da mata ciliar	0	0
Estabilidade da margem	2	4
Presença de plantas aquáticas	2	4
Presença de resíduos sólidos	0	4
Pontuação total	14	42
% da pontuação	25	75
CLASSIFICAÇÃO	IMPACTADA	ALTERADA

O sistema de lagoas no município concentra-se sobre as áreas com fraturas e depressões que acumulam águas pluviais, devido a sedimentos com características mais argilosas e plásticas. De uma forma geral, esses terrenos apresentam condições restritivas de uso, do ponto de vista de capacidade de suporte e mesmo impeditiva do ponto de vista ambiental (PMFS, 2018).

A expansão urbana sem controle tem avançado sobre as lagoas, comprometendo os mananciais por meio do lançamento de esgoto e lixo doméstico, alterações no escoamento, segmentação de algumas lagoas e bloqueio de canais por estradas, desaparecimento e diminuição do espelho d'água, aterro para assentamento, extração mineral (argila, areia e rochas) e substituição da vegetação natural por pastagens (PMFS, 2018).

Este cenário vem sendo documentado desde 2013 (Cunha, 2013), com discussões sobre o planejamento urbano, revelando a falta de cuidado e eficácia do governo na implementação e execução da legislação ambiental na região. Essa situação foi corroborada por Freitas *et al.* (2015), que abordaram os impactos ambientais nas lagoas, destacando a negligência do município em relação às questões ambientais.

Além da avaliação do PAR, foram realizadas também análises da qualidade da água destas lagoas, incluindo parâmetros abióticos e concentrações de metais. Os resultados estão apresentados nas Figuras 3 e 4. Tendo em vista que os enquadramentos das lagoas de Feira de Santana ainda não foram aprovados, elas serão consideradas classe 2, conforme expresso no Art. 42 da Resolução 357 (CONAMA, 2005).

A Resolução CONAMA 357/2005 estipula os usos permitidos para as águas de Classe III, incluindo o consumo humano após tratamento convencional ou avançado, a irrigação agrícola, a pesca amadora, a recreação e a dessedentação animal. Apesar da Classe 3 representar os principais usos das lagoas, a comparação deve ser feita com base nos parâmetros da Classe II, que prevê os seguintes usos múltiplos: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças; aquicultura e pesca (CONAMA, 2005).

Os dados ambientais obtidos referem-se ao momento da amostragem e denunciam a situação de impacto já instalada nas lagoas. Contudo, os efeitos da

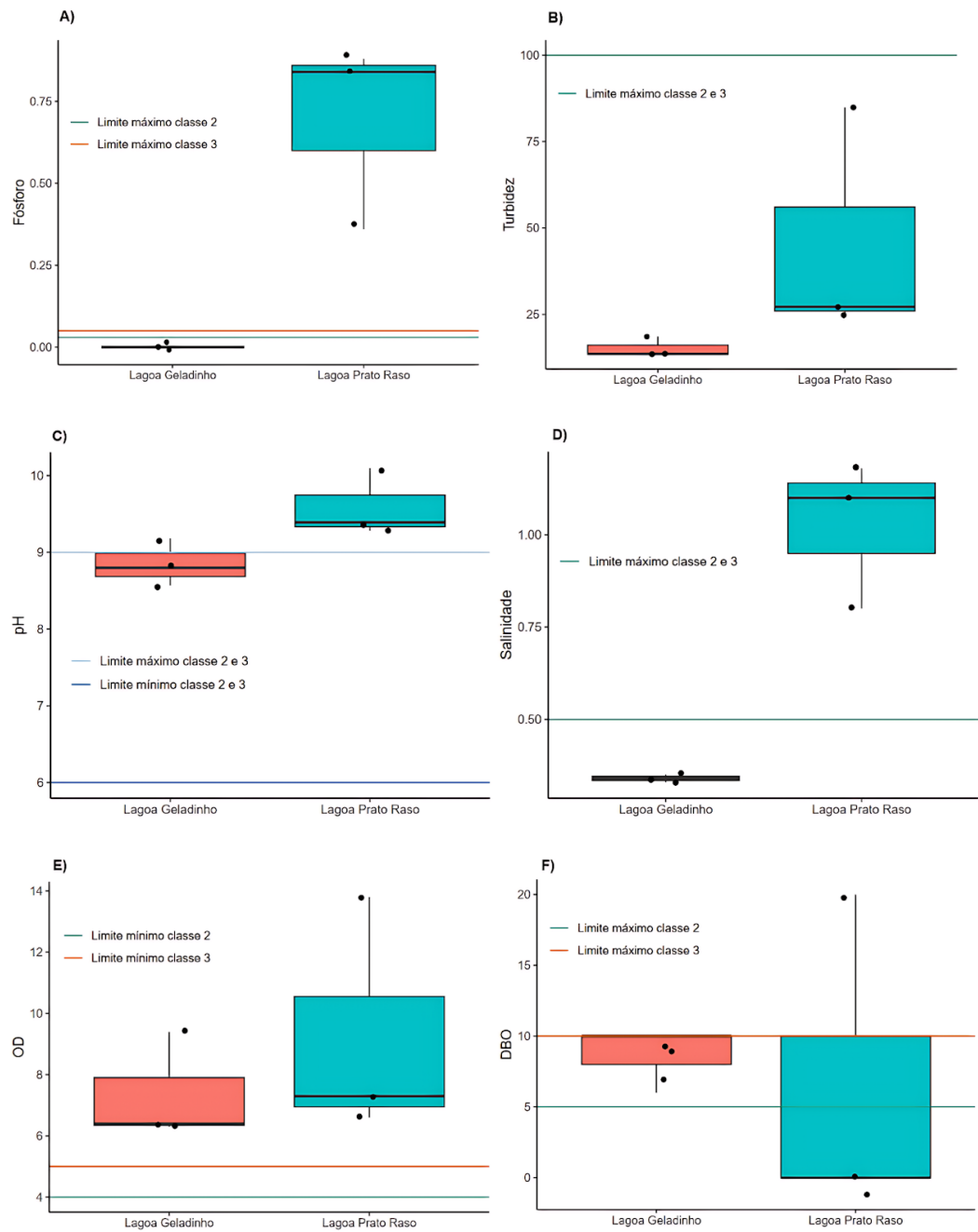


Figura 3. Parâmetros físico-químicos com valores acima do permitido pela resolução CONAMA 357/05 para águas doces da classe II e III em uma ou ambas as lagoas: A) fósforo; B) turbidez; C) pH; D) salinidade; e) oxigênio dissolvido (OD); f) demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

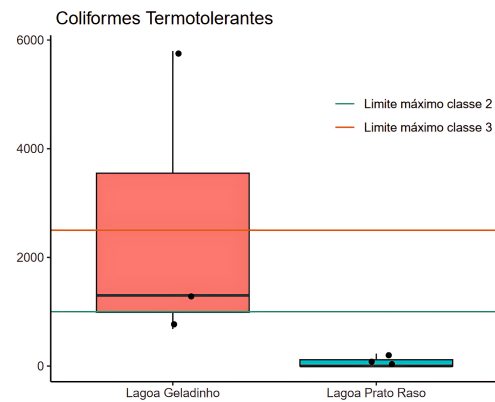


Figura 4. Níveis de coliformes termotolerantes encontrados nas amostras das lagoas analisadas.

em organismos como peixes e possíveis eventos de mortandade.

Concentrações de fósforo acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 sugerem eutrofização na Lagoa do Prato Raso, provavelmente devido ao lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, uma das fontes desse elemento. A eutrofização compromete a qualidade da água, aumentando a competição por oxigênio, essencial para a sobrevivência dos organismos aquáticos. Este cenário é corroborado pelos valores alterados de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na mesma lagoa e pelos valores limítrofes na Lagoa do Geladinho. A DBO é um indicador de poluição por matéria orgânica, podendo causar alterações na cor e no sabor da água quando elevada.

Dos metais analisados, Cd e Cu não foram detectados nas lagoas, ao passo que os demais estavam com concentrações superiores às determinadas pela Resolução CONAMA 357/2005. Não foi possível identificar as causas dessa contaminação, mas é plausível pensar que estejam associadas às atividades industriais como metalurgia, siderúrgicas, produção de couro e curtume, uso de fertilizantes, além do lançamento de efluentes domésticos sem tratamento.

As análises realizadas destacam a necessidade de intervenções urgentes para reverter os impactos já instalados, a fim de devolver à população das áreas circundantes ambientes limpos e seguros para uso público. A principal limitação deste estudo está no seu aspecto temporalmente limitado, de modo que futuras pesquisas deverão dedicar-se a coletas periódicas que permitam cobrir satisfatoriamente os aspectos sazonais relacionados a estes parâmetros.

Além disso, um programa de monitoramento de longo prazo deverá considerar também as outras lagoas da cidade de Feira de Santana e incluir análises de concentrações dos elementos químicos em matrizes bióticas como vegetais e animais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo suporte financeiro.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

CANJ e COS: análise dos dados e redação inicial do manuscrito. **ACLD e PTSC:** revisão crítica. **TBJ e WMA:** investigadores principais (PIs) e supervisão. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 24th ed. Washington DC: APHA Press, 2023.
- BENTO, C. C.; LIMA, G. F. C.; BAGGIO, H.; HORN, A. H. Avaliação de qualidade das águas superficiais no Lago da Barragem de Três Marias-MG. *Geochimica Brasiliensis*, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 341–357, 2020. DOI: 10.21715/GB2358-2812.2019334341. Disponível em: <<https://www.geobrasiliensis.org.br/geobrasiliensis/article/view/638>>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução 357. Brasília, 2005. 23 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 14, p. 91-98, 2002.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Apêndice E – Índices de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, 2022b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/#:~:text=Ap%C3%AAndice%20E%20%E2%80%93%20%C3%8Dndices%20de%20Qualidade%20das%20%C3%81guas>>.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo – 2021. São Paulo: CETESB, 2022a. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/RAI-2021-Relatorio-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf>>.
- CORREA NETO, J. S. *et al.* Alterações na dinâmica do conjunto de lagoas de Feira de Santana-BA, a partir de modificações antrópicas. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos Quaternários - ABEQUA, 2005, Guarapari - ES. Anais [...]. Guarapari: ABEQUA, 2005.
- CUNHA, R. F. Planejamento urbano: uma análise sobre a Lagoa do Prato Raso, Feira de Santana – Bahia. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - 2013. ISSN 2318-0358. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/78d07dfdca9ffc75315472b291b78ab_9f112cee3bac62893dda90390b7f11d4.pdf>.

- SANTO, D. S. M.; CARELLI, M. L.; SANTOS, D. R. L.; ARAÚJO, E. G. S.; CARNEIRO, V. C. Recuperação e preservação de recursos hídricos urbanos: parceria entre Universidade e Prefeitura para criação e manutenção de áreas de lazer nas lagoas de Feira de Santana/BA. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 6, n. 12, p. 103860–103876, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-765>. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-765>>.
- SANTOS, L. O. S. Comportamento geoquímico de metais em sedimento das lagoas urbanas de Feira de Santana – Bahia. 2021. 86 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciência da Terra e do Ambiente) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2021.
- SANTOS, J.; BASTOS, J. J. Implantação do Centro Industrial Norte (CIN) em Feira de Santana, BA: características, mudanças e interações espaciais. *Terr@Plural*, Ponta Grossa, v. 16, p. 1-18, e2217594, 2022. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.16.2217594.005. Disponível em: <<https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.16.2217594.005>>.
- SILVA, F. R. da; SOUZA, C. dos S.; SILVA, R. S. da; ARAGÃO, L. N.; OLIVEIRA, A. M. de. Gestão de recursos hídricos: concepções ambientais e legais aplicadas à proteção de lagoas urbanas de Feira de Santana - Bahia. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 5: Congestas* 2017. Disponível em: <<https://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2017/trabalhos/pdf/congestas2017-et-05-003.pdf>>.
- SILVA, A. F. *et al.* Avaliação da implantação de parques urbanos em lagoas de Feira de Santana-BA como instrumento de preservação ambiental. In: 15º Congresso Nacional de Meio Ambiente. Poços de Caldas/MG, 2018. *Anais [...]*. Poços de Caldas: CBGAS, 2018.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2021. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos_snis>.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2021. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/2Planilhas_AE2021.zip>.
- VERAS, A. C. M. Análise da contaminação por metais pesados na água e em sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Doce. 2020. 151 p. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Editor-in-chief:

Dr. Jeanylle Nilin

Associate Editor:

Dr. Maria Clara Starling



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.