



INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE AMBIENTAL DO LAGO DO PARQUE DA ÁGUA VERMELHA, SOROCABA, SP

Isabela Fernanda Brisola¹, Klemen Natany Neves², Nicholas de Paula Nicomedes³, Vinicius de Leles Almagro⁴, Viviane Moschini Carlos⁵.

¹Universidade Estadual Paulista (Unesp), Sorocaba, Brasil (isabela.brisola@unesp.br)

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista (Unesp), Sorocaba, Brasil.

Resumo: O Lago do Parque da Água Vermelha, inserido em área urbanizada, foi avaliado por meio do IQA, IET, análises físico-químicas, clorofila-a e comunidade fitoplanctônica. Os resultados indicaram IQA regular, IET oligotrófico e elevadas concentrações de fósforo e nitrogênio, além da presença de táxons indicadores de impacto orgânico. A predominância da matriz urbana e a consolidação histórica da urbanização no entorno do lago foram consistentes com os indícios de influência antrópica observados nos parâmetros limnológicos e biológicos. Verificou-se que a pressão antrópica influencia a qualidade ambiental do lago, evidenciando a necessidade de gerenciamento das cargas provenientes da bacia urbana.

Palavras-chave: Água; qualidade; pressão antrópica; urbano.

INTRODUÇÃO

A cidade de Sorocaba está situada no sudeste do estado de São Paulo, atualmente com quase 800 mil habitantes (IBGE, 2024), se formou entorno do Rio Sorocaba que caracterizou o nome “terra rasgada”, que junto a rede de afluentes contribuiu para a formação do relevo ondulado da cidade, com altitudes que variam de 539 a 1028 metros (Sedu, 2020), e sob aspecto geomorfológico cerca de 66% do território corresponde a zonas de depressão e 27,5% a patamares que representam as feições mais expressivas do município (MapBiomas, 2024).

O Parque da Água Vermelha está localizado na divisa entre a zona sul e oeste da cidade, possui histórico de ocupação intensa que implica a elevação da impermeabilização do solo, redução da infiltração e o aumento do escoamento superficial SAAE (2013) o que favorece o aporte contínuo de efluentes domésticos, sedimentos, nutrientes e matéria orgânica ao córrego afluente e consequentemente ao lago Silva (2022).

Para o monitoramento de lagos, é essencial utilizar ferramentas como o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET), associadas à análise das variáveis limnológicas, viabilizando a avaliação do grau de eutrofização e, respectivamente, a síntese das condições da água. A interpretação conjunta dos dados físico-químicos e biológicos permite diagnosticar impactos antrópicos e, consequentemente, contribuir para a gestão e a conservação dos ecossistemas (Chidiac et al., 2023).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental do Lago do Parque da Água Vermelha por meio de indicadores físico-químicos, biológicos e limnológicos, associando-os ao uso e cobertura da terra (UCT) e à consolidação da urbanização na área de influência do lago.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização da área de estudo, a área de influência do Lago do Parque da Água Vermelha foi definida por meio da criação de um buffer com raio de 500 metros, a partir do centroide do corpo hídrico. Nessa área foram extraídas informações de UCT provenientes do Projeto MapBiomas coleção 10 (Mapbiomas, 2024), bem como, os dados de temporalidade da ocupação urbana. Todas as análises espaciais foram conduzidas em ambiente SIG no software ArcGIS pro 3.7.

Para determinação das análises físico-químicas, foi seguido o protocolo de Índices de Qualidade de Água da CETESB (2025), seguindo as recomendações determinadas pela American public health association (APHA, 2017).

A qualidade da água foi avaliada por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice de Estado Trófico (IET), calculados conforme protocolo CETESB (2025), sendo o IET obtido pela média entre os subíndices de fósforo total e clorofila-a, com base em Carlson (1977) e Lamparelli (2004). Os parâmetros físico-químicos foram determinados seguindo os procedimentos descritos em APHA (2017): os sólidos totais pelo método gravimétrico, a

DBO por incubação de cinco dias, e o fósforo total e o nitrogênio total por digestão seguida de determinação espectrofotométrica. A clorofila-a foi quantificada pelo método de extração com acetona, conforme Lorenzen (1967). A identificação taxonômica da comunidade fitoplanctônica foi realizada por microscopia óptica, com base em literatura taxonômica especializada e consulta à base de dados AlgaeBase.

A pressão antrópica reflete diretamente nos parâmetros de qualidade da água mensurados, os resultados obtidos revelam que o Lago do Parque da Água Vermelha apresenta condição intermediária de qualidade ambiental, determinada pela intensa pressão antrópica exercida pela matriz urbana consolidada em seu entorno (Figura 1a), com ocupação predominantemente anterior a 1985 em todo o raio de 500 m analisado (Figura 1b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

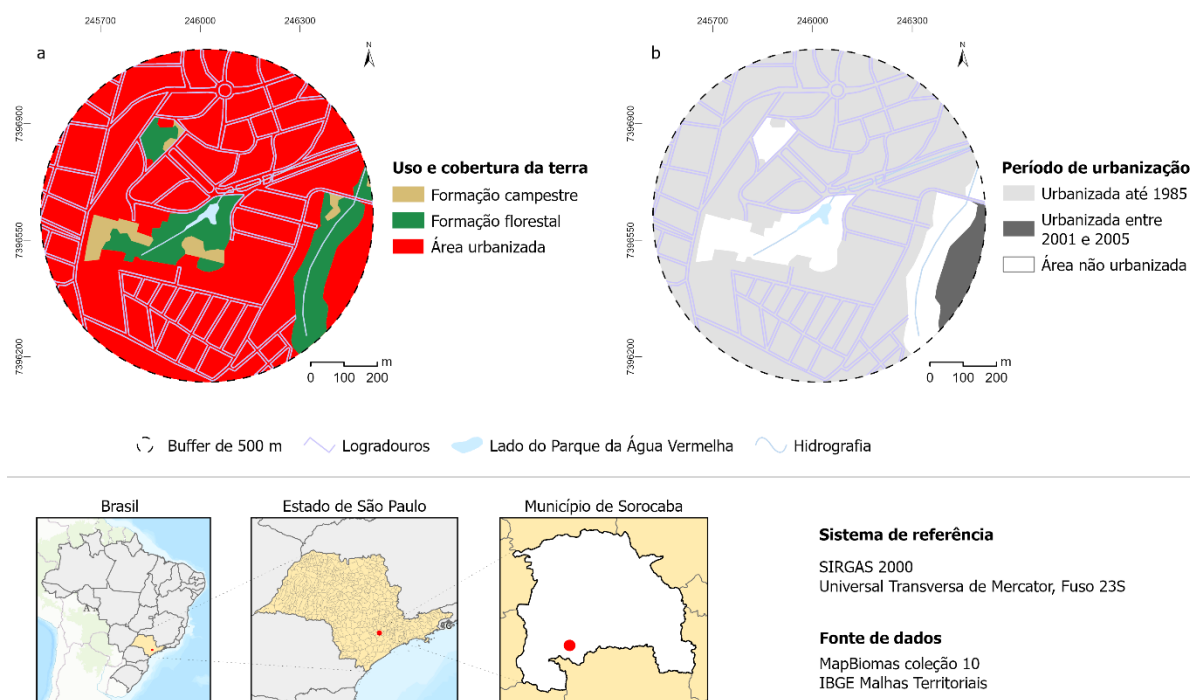


Figura 1. UCT (a) e período de consolidação da urbanização (b) na área de influência do Lago do Parque da Água Vermelha, Sorocaba (SP).

A análise do UCT evidenciou o predomínio da matriz urbana no entorno do lago, correspondendo a 85,3% da área analisada (0,67 km²), enquanto a formação florestal e a formação campestre ocuparam apenas 12,0% (0,09 km²) e 2,7% (0,02 km²), respectivamente (Figura 1a). A avaliação temporal da urbanização demonstrou que 96,1% da área urbanizada já se encontrava consolidada até 1985, restando apenas 3,9% incorporados entre 2001 e 2005 (Figura 1b), evidenciando um processo histórico de ocupação associado à elevada impermeabilização do solo e à redução da cobertura vegetal. Tais alterações favorecem o aumento do escoamento superficial, o transporte de sedimentos e nutrientes e a degradação da qualidade da água em ambientes urbanos (Toniolo et al., 2024).

O IQA de 48,39 enquadró o corpo hídrico na categoria Regular, condição corroborada pelos parâmetros físico-químicos avaliados: concentração de sólidos totais de 245 mg/L, DBO de 6,47 mg/L e teores de fósforo total (1,7 mg/L) e nitrogênio total (41

mg/L) que excedem em mais de uma ordem de grandeza os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos hídricos de classe 2, evidenciando aporte expressivo de cargas difusas urbanas e contribuição de efluentes domésticos com tratamento insuficiente.

O IET de 51,0 classificou o lago como oligotrófico, resultado aparentemente discrepante frente às elevadas cargas de nutrientes registradas, mas que pode ser interpretado pela natureza integrativa do índice, que incorpora variáveis como transparência da água e concentração de clorofila-a, cujas respostas biológicas nem sempre acompanham de forma imediata o enriquecimento nutricional do sistema. Tal condição pode refletir um estado de latência trófica, com risco concreto de eutrofização progressiva frente ao aporte contínuo de nutrientes.

A comunidade fitoplanctônica, composta por 26 táxons distribuídos em sete divisões, expressa de forma integrada essa condição de transição ecológica: a ocorrência de Bacillariophyta e Charophyta indica



setores com maior estabilidade e menor perturbação, enquanto a dominância de Euglenophyta, reconhecidos bioindicadores de impacto orgânico, é consistente com as elevadas cargas de DBO, fósforo e nitrogênio registradas. A presença de *Cryptomonas* sp., organismos mixotróficos de ampla plasticidade ecológica, reforça a caracterização de um sistema em desequilíbrio dinâmico, com coexistência de táxons sensíveis e tolerantes. Em conjunto, os resultados sinalizam a necessidade de monitoramento contínuo e de medidas de gestão voltadas ao controle das cargas difusas provenientes da bacia urbana a montante, visando à prevenção do agravamento do estado trófico e à preservação dos serviços ecossistêmicos associados ao lago.

De forma integrada, os resultados evidenciam que a urbanização histórica da bacia, expressa pela elevada impermeabilização do entorno, constitui o principal vetor de degradação da qualidade ambiental do lago, condicionando o aporte contínuo de sedimentos, matéria orgânica e nutrientes ao sistema. A coexistência de táxons fitoplanctônicos sensíveis e tolerantes ao enriquecimento orgânico reflete esse estado de transição ecológica e sinaliza o risco potencial de agravamento do estado trófico, reforçando a necessidade de estratégias integradas de gestão da bacia hidrográfica urbana para a conservação do ecossistema aquático.

CONCLUSÃO

O Lago do Parque da Água Vermelha apresentou condição intermediária de qualidade ambiental influenciada pela predominância da urbanização em seu entorno e pela consolidação histórica da ocupação urbana, fatores que se refletem nos parâmetros físico-químicos e biológicos e favorecem o aporte contínuo de poluentes ao sistema aquático. Embora o IET o classifique como oligotrófico, as elevadas concentrações de fósforo e nitrogênio evidenciam o potencial risco de intensificação dos processos de eutrofização caso o aporte contínuo de nutrientes não seja controlado. Dessa forma, destaca a necessidade de adequado gerenciamento das cargas provenientes da bacia urbana para a manutenção da qualidade ambiental do lago.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CNPq e Capes pela concessão das bolsas de estudos e à Universidade Estadual Paulista (UNESP Sorocaba) pelo apoio técnico e estrutural para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 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, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 261-269, 1977.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2024. São Paulo: CETESB, 2025. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>.

CHIDIAC, S. et al. A comprehensive review of water quality indices (WQIs): history, models, attempts and perspectives. *Water, Air, & Soil Pollution*, v. 234, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10006569/>

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 235 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 2004.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography*, v. 12, n. 2, p. 343-346, abr. 1967.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomass – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. São Paulo: MapBiomass, 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE SOROCABA (SAAE). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Sorocaba*. Sorocaba: SAAE, 2013. Disponível em: <https://www.saaesorocaba.com.br/planos-diretores/>.

SILVA, T. A. et al. Uso da terra e sua influência na qualidade da água em Sorocaba (SP). *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, v. 42, e188984, 2022. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/188984>.

TONIOLO, B. P. et al. Sistemas de informações geográficas aplicados à gestão de incongruências topológicas e ao cadastro de ativos em companhias de saneamento básico. In: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M.; GODOY, J. A. R.; PINHEIRO, R. S. B. (org.). *Meio ambiente: temas emergentes da contemporaneidade*. Tupã: ANAP, 2024. p. 53-66.