



MAPEAMENTO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS DE ACORDO COM A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6009

Autores: JAQUELINE MARIA RIBEIRO VIEIRA, ANNA PAULA BOURDON, WALLACE BELO

Resumo: A Lagoa Rodrigo de Freitas, um importante cartão-postal da cidade do Rio de Janeiro, vem enfrentando sérios problemas ambientais, especialmente relacionados à qualidade de suas águas. Este trabalho visa mapear as condições limnológicas da lagoa no período de 2018 a 2023, por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como oxigênio dissolvido, coliformes totais, clorofila *a*, fósforo total, nitrogênio amoniacal, salinidade, temperatura e transparência da água. Os dados foram obtidos em seis pontos internos e dois canais, revelando episódios de poluição fecal, eutrofização e desequilíbrios ecológicos. A pesquisa foi estruturada com base na técnica de Aprendizagem Baseada em Problemas, adotada como estratégia pedagógica no ensino de Engenharia Ambiental, promovendo a construção do conhecimento a partir de situações reais e complexas. A análise sugere a necessidade urgente de políticas públicas, ações de saneamento e gestão integrada da bacia hidrográfica da lagoa.

Palavras-chave: Lagoa Rodrigo de Freitas, qualidade da água, Aprendizagem baseada em problemas

MAPEAMENTO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS DE ACORDO COM A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

1 INTRODUÇÃO

Este estudo apresenta uma proposta para o ensino em engenharia baseada na técnica de aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning – PBL). A referida técnica incentiva a motivação e participação dos alunos, uma vez que são chamados a cooperar e desenvolver o conhecimento à medida que problemas reais são abordados, auxiliando na construção de uma base capaz de proporcionar condições de sedimentação do conhecimento (Bordenave et al., 2014). Desta forma, optou-se por um problema significativo, envolvendo a análise da qualidade da água de uma das mais conhecidas regiões de lazer e prática de esportes da zona sul do Rio de Janeiro. Por meio de um problema real, o aluno compreende o significado do problema, muito utilizado em sua formação em engenharia ambiental e, mais do que isso, entende a importância do planejamento, que no contexto do problema apresentado pode contribuir para melhorar a qualidade ambiental, proporcionar uma valorização econômica / turística e acarretar benefícios para a saúde pública. O estudo desse tipo de problema pode ser realizado de forma satisfatória em um projeto de iniciação científica, onde cada etapa do projeto pode ser considerada como um desafio.

A Lagoa Rodrigo de Freitas, localizada na Zona Sul do Rio de Janeiro, é um dos cartões-postais mais emblemáticos da cidade. Este corpo d'água, com cerca de 2,2 km², está inserido em uma das regiões urbanas mais densamente povoadas e valorizadas da cidade, sendo cercado por bairros nobres como Ipanema, Leblon, Jardim Botânico e Lagoa. Além de seu valor paisagístico e turístico, a Lagoa desempenha um papel crucial na vida social e esportiva da população carioca, abrigando diversas atividades recreativas, como remo, stand-up paddle, ciclismo, corrida, caminhadas, e até mesmo a prática da pesca amadora (Andrade et al., 2008).

Historicamente, a Lagoa Rodrigo de Freitas foi um estuário aberto ao mar, conectada diretamente ao Oceano Atlântico. Ao longo dos séculos, porém, intervenções humanas, como o aterramento de áreas para construção de vias e a urbanização de seu entorno, alteraram significativamente sua configuração natural. A atual condição de semi-fechamento da lagoa, onde a troca de água com o oceano ocorre de forma limitada através do Canal do Jardim de Alah, contribui para características específicas de sua dinâmica hídrica, incluindo a renovação lenta de suas águas e a propensão ao acúmulo de poluentes (Rocha, 2004).

Os problemas enfrentados pela Lagoa Rodrigo de Freitas são inúmeros e complexos, estando relacionados principalmente à qualidade da água. Ao longo das décadas, a lagoa foi sujeita a impactos significativos provenientes do despejo de esgotos não tratados, do escoamento superficial urbano, e do lançamento de resíduos sólidos. Essas práticas resultaram na degradação de suas águas, levando a episódios recorrentes de mortalidade de peixes, proliferação de algas, e degradação da fauna e flora aquáticas (Soares; Turkman; Santos, 2012). Além disso, a presença de nutrientes em excesso, como fósforo e nitrogênio, tem contribuído para processos de eutrofização, comprometendo ainda mais a qualidade da água.

A avaliação da qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas é, portanto, de suma importância, não apenas para a preservação deste patrimônio natural, mas também para garantir a saúde e segurança das atividades recreativas e esportivas que ali são realizadas.

Com a crescente conscientização ambiental e a demanda por áreas verdes e corpos d'água limpos em centros urbanos, torna-se essencial monitorar e controlar os parâmetros de qualidade da água para prevenir e mitigar os impactos ambientais adversos (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2008). Isso se torna ainda mais crítico considerando que a lagoa é utilizada para a prática de esportes náuticos, como remo e canoagem, que dependem diretamente de um ambiente aquático saudável.

Além disso, a lagoa possui uma importância cultural e histórica que transcende sua função como espaço de lazer. Ao longo dos anos, ela foi palco de eventos significativos, desde competições esportivas internacionais até manifestações culturais e artísticas. Sua conservação não é apenas uma questão ambiental, mas também de manutenção de um patrimônio que faz parte da identidade da cidade do Rio de Janeiro.

A pesca amadora, que ainda é praticada por alguns frequentadores da lagoa, também levanta questões relacionadas à segurança alimentar e à saúde pública. A ingestão de peixes contaminados por poluentes, como metais pesados e compostos orgânicos persistentes, pode representar um risco significativo para a saúde humana (Gomes; Bastos, 2010). Portanto, a avaliação contínua da qualidade da água e a implementação de medidas de gestão ambiental são fundamentais para garantir que a Lagoa Rodrigo de Freitas continue a ser um recurso natural seguro e valorizado.

Diante desse cenário, o presente estudo busca analisar a qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas, identificando os principais poluentes presentes e suas fontes, bem como os impactos ambientais associados. A pesquisa visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias de gestão e recuperação ambiental da lagoa, de forma a assegurar a preservação de sua biodiversidade e a manutenção das atividades recreativas e esportivas que ali ocorrem, promovendo, assim, a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população local. Este estudo propõe-se a avaliar a qualidade da água da lagoa com base em dados coletados entre 2018 e 2023, abordando as principais variáveis que caracterizam sua condição ambiental.

A presença de coliformes totais é frequentemente utilizada como indicador da presença de esgoto doméstico e contaminação fecal. De acordo com a resolução CONAMA 274/2000, concentrações superiores a 1000 NMP/100 mL inviabilizam o uso recreativo das águas. Estudos como o de Soares et al. (2012) revelam que a Lagoa tem histórico de oscilações significativas nesses índices.

Além disso, nutrientes como fósforo e nitrogênio desempenham papel central nos processos de eutrofização, podendo desencadear crescimento de algas e reduzir o oxigênio dissolvido, comprometendo a biodiversidade. Gomes et al. (2010) alertam que a presença desses nutrientes está fortemente associada ao lançamento de esgoto in natura e ao escoamento superficial urbano.

A clorofila a, pigmento fotossintético do fitoplâncton, é amplamente adotada como parâmetro para a avaliação do estado trófico de ambientes aquáticos. Lin & Choi (2015) reforçam sua utilidade no monitoramento de ambientes costeiros e estuarinos, como é o caso da Lagoa Rodrigo de Freitas.

Por fim, variáveis como temperatura e salinidade não apenas afetam a solubilidade do oxigênio, como também influenciam diretamente na distribuição de espécies e na dinâmica biológica aquática (Oliveira, 2012).

2 METODOLOGIA

O monitoramento foi realizado com base em dados secundários da Secretaria Municipal de Ambiente e Clima do Rio de Janeiro, coletados em seis pontos fixos da lagoa (LRF1 a LRF6) e dois canais (Jardim de Alah e General Garzon), conforme ilustrado na

Figura 1, no período de 2018 a 2023. É importante destacar que é pelo canal do Jardim de Alah que ocorre a troca de águas da Lagoa com o mar e, pelo canal da General Garzon, que escoam cerca de 50% da drenagem da Lagoa.

Parâmetros analisados:

- Físico-químicos: oxigênio dissolvido (OD), salinidade, temperatura, transparência (Disco de Secchi)
- Biológicos: coliformes totais e fecais
- Nutrientes: fósforo total, nitrogênio amoniacal
- Fitoplanctônicos: clorofila a

As medições foram realizadas com sonda multiparamétrica HYDROLAB DS5, e as análises laboratoriais conforme métodos de APHA (1998). A classificação da água foi baseada na Resolução CONAMA 357/2005 para águas com corpo hídrico de classe 2.

Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento na Lagoa Rodrigo de Freitas e de seus canais.



Fonte: Autora

3.1 Análise por ponto de coleta

LRF1 – Próximo ao Hospital da Lagoa: apresentou variações acentuadas nos níveis de oxigênio dissolvido, com registros inferiores a 6 mg/L nos verões de 2018 e 2019. Os valores de coliformes totais frequentemente excederam os limites para balneabilidade, indicando possível influência de escoamento superficial urbanos provenientes de áreas hospitalares e residenciais densas.

LRF2 – Rua Fonte da Saudade: apresentou forte correlação com os dados de LRF3, com picos de coliformes totais durante períodos chuvosos. A proximidade com encostas urbanizadas pode estar associada à entrada de efluentes difusos. A transparência da água mostrou baixa variação.

LRF3 – Centro da Lagoa (Sonda Multiparamétrica): ponto estratégico pela localização central, revelou flutuações expressivas em todos os parâmetros. A clorofila a indicou eventos esporádicos de eutrofização, sobretudo nos anos de 2019 e 2023. Os níveis de fósforo e nitrogênio amoniacal também apresentaram aumento, indicando carga antrópica contínua.

LRF4 – Região dos Pedalinhos e Quiosques: área de intenso uso recreativo e gastronômico. Níveis elevados de coliformes totais e variações frequentes no OD foram registrados, sugerindo influência direta de atividade humana.

LRF5 – Clube de Remo do Flamengo: foi o ponto mais crítico em relação aos coliformes totais, com valores frequentemente acima de 3000 NMP/100mL. A ausência de barreiras físicas eficientes pode favorecer a entrada de esgotos clandestinos, principalmente após chuvas. A transparência também esteve abaixo da média da lagoa.

LRF6 – Rua Vinícius de Moraes: embora menos crítico que LRF5, apresentou oscilações significativas no OD e na salinidade entre 2020 e 2022. Há indícios de influência de recalques de drenagem oriundos do bairro do Leblon.

Canais – General Garzon e Jardim de Alah: o canal da General Garzon concentra cerca de 50% da drenagem da bacia hidrográfica da lagoa e apresentou valores alarmantes de coliformes, ultrapassando 16 milhões NMP/100mL em 2018. O canal do Jardim de Alah, por onde ocorre a troca de água com o mar, apresentou variações bruscas de salinidade, influenciando o equilíbrio ecológico da lagoa.

A avaliação da qualidade da água foi realizada por meio de monitoramento sistemático em oito pontos fixos da Lagoa Rodrigo de Freitas. Os principais parâmetros avaliados incluíram:

- Oxigênio dissolvido (OD): medido in situ com sonda multiparamétrica HYDROLAB DS5, com leituras na superfície (0,1 m).
- Salinidade e temperatura: obtidas diretamente pela mesma sonda, com registros automáticos duas vezes por semana.
- Clorofila a: analisada por espectrofotometria em laboratório a partir de amostras de subsuperfície.
- Coliformes totais: determinado por método do número mais provável (NMP), conforme Resolução CONAMA 274/2000.
- Fósforo total e nitrogênio amoniacal: analisados segundo procedimentos padronizados de APHA (1998).
- Transparência da água: determinada com disco de Secchi, realizando três medições por ponto e adotando a média.

As análises também foram conduzidas com base nos limites de qualidade definidos na Resolução CONAMA 357/2005 para corpos de água de classe 2.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Coliformes Totais

Os níveis de coliformes excederam os limites legais em diversos pontos e anos. O ponto LRF5 (Clube de Remo do Flamengo) apresentou o maior percentual de amostras fora dos padrões: 58,5%, no período de 2018 a 2023. O canal da General Garzon registrou 16 milhões de NMP/100mL em 2018, evidenciando a presença de esgoto bruto.

O ponto LRF3 (centro da lagoa) apresentou alta correlação com o ponto LRF2, conforme demonstrado pela correlação de Pearson (Tabela 1). A correlação positiva entre pontos indica que há comportamento semelhante nos valores de coliformes totais: quando um aumenta, o outro também tende a aumentar.

Verificou-se que os meses de maior precipitação estão frequentemente associados a aumento nos níveis de coliformes, em praticamente todos os pontos de coleta. O ano de 2018 apresentou os maiores níveis de coliformes totais em todos os locais monitorados, especialmente no canal da General Garzon. O ano de 2023 registrou os menores índices de coliformes totais em geral.

Tabela 1 – Correlação de Pearson entre os pontos de coleta de coliformes totais.

	LRF1	LRF2	LRF3	LRF4	LRF5	LRF6
TOTAL	603	603	603	603	603	603
>1000	267	242	301	248	353	274
%	44,27861	40,13267	49,91708	41,12769	58,54063	45,43947
CORRELAÇÃO	0,69067	0,865407	1	0,427451	0,43256	0,356836

Fonte: Autora

3.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

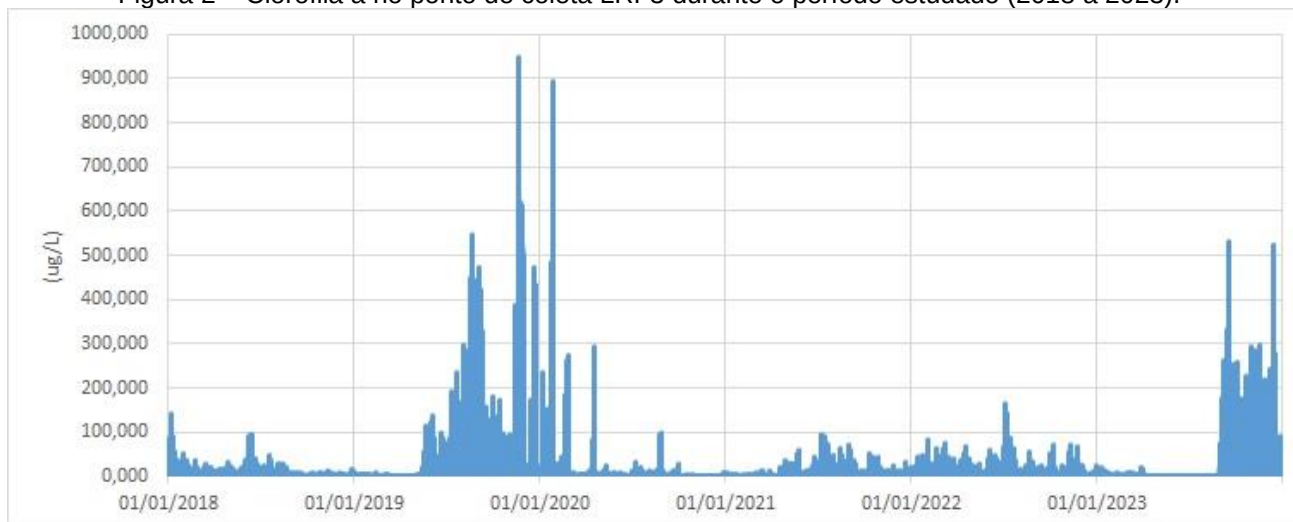
Foram observadas oscilações significativas nos níveis de OD, especialmente nos anos de 2018 e 2019, com valores inferiores a 4 mg/L em diversos momentos. Esses níveis são críticos para a fauna aquática e estão diretamente associados à mortandade de peixes, como observado no início de 2019.

3.3 Clorofila a

A clorofila a é um pigmento diretamente relacionado à biomassa fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos (Lin & Choi, 2015). A resolução CONAMA 357/2005 estabelece o limite de 30µg/L para a concentração de clorofila a para corpos d'água destinados a contato primário.

A análise realizada no ponto LRF3 pode ser observada na Figura 2, demonstrou picos expressivos de clorofila a no segundo semestre de 2019 e em 2023, indicando eventos de eutrofização, com o aumento da produtividade primária.

Figura 2 – Clorofila a no ponto de coleta LRF3 durante o período estudado (2018 a 2023).

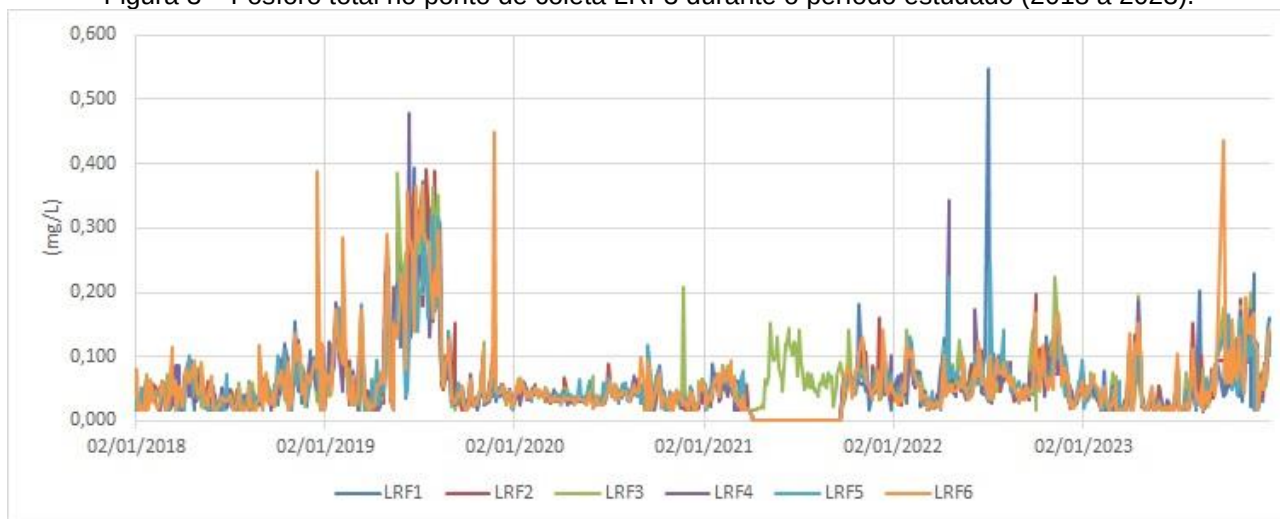


Fonte: Secretaria Municipal de Ambiente e Clima do Rio de Janeiro

3.4 Nutrientes

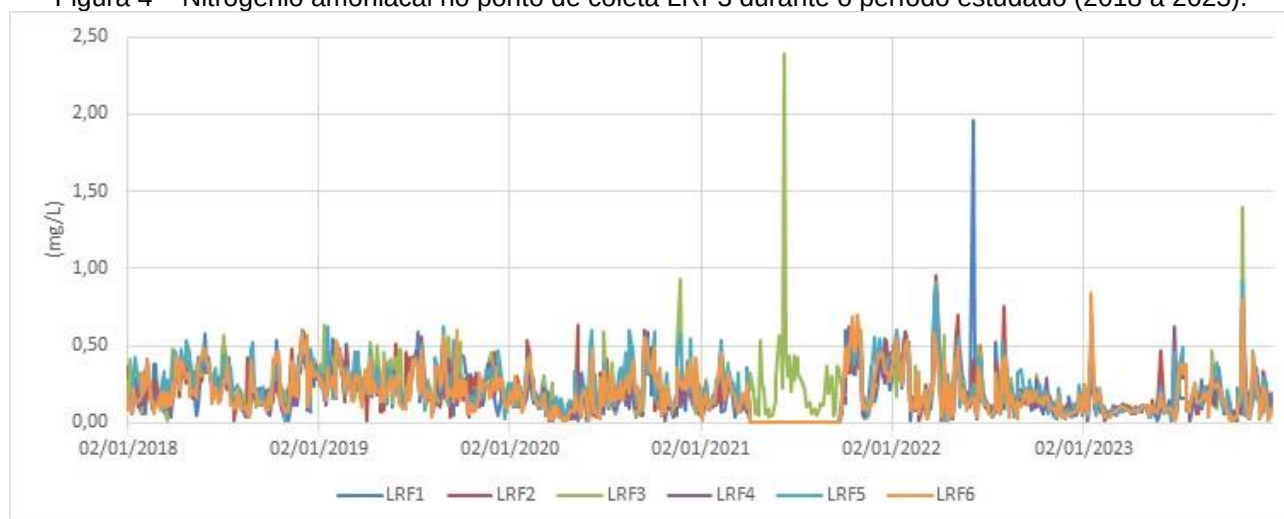
Os valores de fósforo total e nitrogênio amoniacal (Figuras 3 e 4) apresentaram picos coincidentes com os de clorofila a, sugerindo forte correlação entre o aporte de nutrientes e o crescimento fitoplantônico. Apesar de, na maioria das medições, os níveis estarem dentro dos limites legais, eventos pontuais de concentração elevada indicam descargas localizadas ou difusas, provavelmente de origem antrópica.

Figura 3 – Fósforo total no ponto de coleta LRF3 durante o período estudado (2018 a 2023).



Fonte: Secretaria Municipal de Ambiente e Clima do Rio de Janeiro

Figura 4 – Nitrogênio amoniacal no ponto de coleta LRF3 durante o período estudado (2018 a 2023).



Fonte: Secretaria Municipal de Ambiente e Clima do Rio de Janeiro

3.5 Salinidade e Temperatura

A salinidade (Figura 5) variou entre 10 e 20 ppm, com picos em 2021, possivelmente associados à abertura do canal do Jardim de Alah e a entrada de água marinha. A temperatura variou entre 23°C (inverno) e 30°C (verão).

A correlação negativa entre temperatura e OD foi confirmada: temperaturas mais elevadas estão associadas à redução do oxigênio dissolvido, devido a diminuição da solubilidade do gás e ao aumento da atividade metabólica dos organismos aquáticos.

Figura 5 – Salinidade no ponto de coleta LRF3 durante o período estudado (2018 a 2023).



Fonte: Secretaria Municipal de Ambiente e Clima do Rio de Janeiro

3.6 Transparência

Os dados obtidos com o disco de Secchi revelaram baixa visibilidade entre 2018 e 2019, especialmente após eventos de mortandade de peixes. A média variou entre 100 e 120 cm, com recuperação progressiva até 2023.

3.7 Análise por ponto de monitoramento

- LRF1: baixos níveis de OD e coliformes intermitentes.
- LRF2: forte correlação com LRF3 nos dados de coliformes.
- LRF3 (central): alta clorofila a e concentração de nutrientes; ponto crítico para eutrofização.
- LRF4: oscilações ligadas à atividade recreativa e turística.
- LRF5: o mais impactado; foco de poluição fecal.
- LRF6: grandes oscilações de salinidade e OD.
- Canais: General Garzon apresenta alta carga poluidora; o Jardim de Alah é importante na renovação da água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas evidencia um cenário de pressão ambiental contínua e multifatorial. Os parâmetros analisados indicam contaminação por esgoto, ocorrência de eutrofização e variações nos níveis de oxigênio dissolvido, com consequências negativas para a fauna aquática.

Apesar de uma breve melhoria observada durante o período da pandemia, os dados apontam que os problemas estruturais persistem, refletindo uma gestão ambiental ainda insuficiente. Entre as causas principais, destacam-se a drenagem urbana deficiente, os despejos clandestinos de esgoto e o déficit no planejamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da lagoa.

É urgente a ampliação da cobertura de saneamento básico, a revisão do uso do solo, a abertura mais frequente do canal com o mar, além da implantação de um plano de recuperação limnológica envolvendo diferentes esferas de governo. Também se fazem necessárias ações educativas junto à população, visando à conscientização sobre o descarte adequado de resíduos e a importância da conservação dos corpos hídricos urbanos.

Cabe destacar que o presente estudo foi desenvolvido com base na técnica de Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning – PBL), estratégia pedagógica que proporcionou o engajamento ativo do discente ao permitir que investigasse uma situação real e complexa da engenharia ambiental. A adoção da PBL favoreceu não apenas a construção do conhecimento científico, mas também o desenvolvimento de competências críticas, investigativas e propositivas voltadas à sustentabilidade e à gestão integrada de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. M.; ARAÚJO, L.; DISNEY, W., Seleção dos Indicadores das qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada, Engenharia Agrícola, v.27, p.683-690.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20^a ed., 1998.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resoluções n.º 274/2000 e 357/2005. Dispõe sobre a balneabilidade das águas. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2000.



BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. *Estratégias de ensino-aprendizagem*. 31. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

GOMES, B. et al. Qualidade das bacias hidrográficas em Minas Gerais. *Eng. Agrícola*, 2010.

LIN, Y.; CHOI, J. Avaliação de clorofila a em ecossistemas estuarinos. *J. Environ. Sci.*, 2015.

OLIVEIRA, F. Impactos da temperatura na biota aquática. *Rev. Biol. Trop.*, 2012.

ROCHA, L. R. Diagnóstico limnológico da Lagoa Rodrigo de Freitas. Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio, 2004.

SOARES, M. F. et al. Dez anos de monitoramento ambiental na Lagoa Rodrigo de Freitas. *Oecol. Australis*, 20012.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. Oficina de Textos, 2008.

