



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS

LUCAS FERNANDES LOPES

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAGOAS
URBANAS DO MUNICÍPIO DE SETE LAGOAS–MG,
CORRELACIONADO O CONTEXTO EM TORNO DESTES CORPOS
DE ÁGUA.

Sete Lagoas, MG

2026

LUCAS FERNANDES LOPES

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAGOAS
URBANAS DO MUNICÍPIO DE SETE LAGOAS–MG,
CORRELACIONADO O CONTEXTO EM TORNO DESTES CORPOS
DE ÁGUA.**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Julio Onésio Ferreira Melo

Coorientador: Filipe de Almeida Rocha

Sete Lagoas, MG

2026

LUCAS FERNANDES LOPES

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAGOAS
URBANAS DE SETE LAGOAS–MG, CORRELACIONADO O
CONTEXTO EM TORNO DESTES CORPOS DE ÁGUA.**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Agrônômica.

Sete Lagoas, 08 de julho de 2026.

Banca avaliadora:

Dr. Júlio Onésio Ferreira Melo, Orientador — Universidade Federal de São João del-Rei

Filipe de Almeida Rocha, Coorientador — Engenheiro Químico

Afonso Henrique de Oliveira Júnior — Engenheiro Agrônomo

Claudio Araújo Lopes — Mestrando em Ciências Agrárias – UFSJ

AGRADECIMENTOS

Aos amigos que fiz durante esta trajetória, que, embora árdua, foi profundamente gratificante. A convivência, o apoio mútuo e os momentos compartilhados ao longo desses anos tornaram o caminho mais leve e significativo.

Ao meu orientador, Professor Doutor Júlio Onésio Ferreira Melo, e ao meu coorientador, Filipe de Almeida Rocha, pela orientação atenciosa, pelos ensinamentos transmitidos e pela confiança depositada em mim ao longo de todas as etapas deste trabalho. Suas contribuições foram essenciais para a qualidade e o rigor científico desta pesquisa.

Aos membros do Grupo de Ensino Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia (GEPEQF), pelo acolhimento, pela parceria e pelo suporte técnico e científico durante todo o processo de coleta e análise das amostras. A colaboração de cada integrante foi indispensável para a concretização deste estudo.

À Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas, pela estrutura e pelos recursos disponibilizados, e a todos os professores, técnicos-administrativos e colegas de laboratório que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1	Critérios de escolha das lagoas	11
2.2	Revisão bibliográfica e contextualização	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
3.1	pH	16
3.2	Dureza	18
3.3	Sódio (Na)	20
3.4	Turbidez	21
3.5	Potássio	23
3.6	Clorofila -a	25
3.7	Discussão Integrada	28
4	CONCLUSÃO	30
5	REFERÊNCIAS	31

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos de lagoas urbanas da cidade de Sete Lagoas, foram analisadas 7 lagoas presentes na cidade: Lagoa Boa Vista, Lagoa Brejão, Lagoa Catarina, Lagoa Cercadinho, Lagoa José Félix, Lagoa Mucuri e Lagoa Paulino nos meses de maio e novembro de 2025. Os parâmetros analisados foram clorofila, turbidez, sódio (Na^+), potássio (K^+), pH, dureza, cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Além disso, foram feitas comparações com estudos realizados anteriormente nas lagoas entre 2013 e 2016, permitindo uma análise temporal de mais de uma década. O pH manteve-se estável e alcalino em todos os períodos, refletindo o controle geológico exercido pelo sistema cárstico da região. As concentrações de sódio apresentaram redução expressiva entre 2015–2016 e 2025, com valores máximos caindo de 149 mg/L para cerca de 40 mg/L. A Lagoa Brejão destacou-se pelas concentrações de potássio muito superiores às demais, associadas às atividades agrícolas do entorno, padrão observado desde 2013. A clorofila-a e o sódio foram os únicos parâmetros que apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os meses de maio e novembro (teste t pareado, $p < 0,05$). pH, dureza, turbidez e potássio não apresentaram variação significativa entre os períodos ($p \geq 0,05$), refletindo a estabilidade geoquímica e hidrodinâmica dessas variáveis nas lagoas estudadas. Com relação ao estado trófico, avaliado pelo Índice de Estado Trófico (IET) com base na clorofila-a, as lagoas Cercadinho e Paulino foram classificadas como supereutróficas em maio, enquanto em novembro a maioria das lagoas recuou para condições oligotróficas ou ultraoligotróficas, evidenciando forte influência sazonal na produtividade fitoplancônica. As lagoas Catarina e Boa Vista apresentaram os melhores indicadores de qualidade da água, enquanto Mucuri e Paulino, localizadas no centro da cidade, exibiram os maiores sinais de influência antrópica. Os resultados evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e de intervenções de gestão ambiental específicas para cada lagoa, visando à preservação desses importantes patrimônios paisagísticos, culturais e ambientais do município. Apesar dessas lagoas terem função paisagística merecem atenção em relação a qualidade de suas águas a fim de manter um equilíbrio e a saúde da população que vive em seu entorno.

Palavras-chave: Qualidade da água; meio ambiente; urbanização; corpos lacustres; análises físico-químicas.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the physicochemical parameters of urban ponds in the city of Sete Lagoas. Seven ponds in the city were analyzed: Boa Vista Pond, Brejão Pond, Catarina Pond, Cercadinho Pond, José Félix Pond, Mucuri Pond, and Paulino Pond during the months of May and November 2025. The analyses conducted to determine these parameters included chlorophyll, turbidity, sodium (Na^+), potassium (K^+), pH, hardness, calcium (Ca^{2+}), and magnesium (Mg^{2+}). In addition, comparisons were made with previous studies conducted in these lagoons between 2013 and 2016, enabling a temporal analysis spanning more than a decade. The pH remained stable and alkaline throughout all periods, reflecting the geological control exerted by the region's karst system. Sodium concentrations showed a significant reduction between 2015–2016 and 2025, with maximum values falling from 149 mg/L to approximately 40 mg/L. Brejão Lagoon stood out for its potassium concentrations, which were much higher than those of the other lakes, associated with agricultural activities in the surrounding area—a pattern observed since 2013. Chlorophyll-a and sodium were the only parameters that showed a statistically significant difference between the months of May and November (paired t-test, $p < 0.05$). pH, hardness, turbidity, and potassium did not show significant variation between the periods ($p \geq 0.05$), reflecting the geochemical and hydrodynamic stability of these variables in the lagoons studied. With regard to trophic status, as assessed by the Trophic Status Index (TSI) based on chlorophyll-a, the Cercadinho and Paulino lagoons were classified as super-eutrophic in May, while in November, most of the lagoons reverted to oligotrophic or ultra-oligotrophic conditions, highlighting a strong seasonal influence on phytoplankton productivity. The Catarina and Boa Vista lagoons showed the best water quality indicators, while Mucuri and Paulino, located in the city center, exhibited the greatest signs of anthropogenic influence. The results highlight the need for continuous monitoring and specific environmental management interventions for each lagoon, aimed at preserving these important landscape, cultural, and environmental assets of the municipality. Although these lagoons serve a landscape function, attention must be paid to the quality of their waters in order to maintain balance and the health of the population living in their surrounding areas.

Key words: Water quality; environment; urbanization; lakes; physical-chemical analyses..

1 INTRODUÇÃO

As lagoas urbanas são elementos paisagísticos que fazem parte do contexto cultural e ambiental do local onde estão inseridas. Os corpos lacustres inseridos em contexto urbano sofrem, direta e indiretamente, impactos causados por ações antrópicas. Por conta da ocupação ao redor dessas lagoas, mesmo que de forma regular, os impactos ocorrem. (Souza; Azevedo, 2020)

Tanto rios quanto lagoas urbanas têm função de regulação do clima, podendo proporcionar microclimas que trazem bem-estar para as áreas e para a população que está em torno desses corpos lacustres. Esses ambientes proporcionam resfriamento e melhoram o conforto térmico, principalmente no verão. A regulação climática se torna essencial para melhorar a qualidade de vida. (Fricke; Kabisch, 2026)

Na cidade de Sete Lagoas, onde as lagoas estão inseridas no contexto urbano, paisagístico e cultural da cidade, há a presença de diversos corpos lacustres espalhados pelo município. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente do município de Sete Lagoas, todas as lagoas do município são naturais, oriundas de afloramentos do lençol freático, o que é característico de regiões cársticas.

A região de Sete Lagoas possui formação cárstica, que é o processo decorrente da dissolução de rochas solúveis, principalmente calcários, formando feições típicas como cavernas, dolinas, sumidouros, drenagens subterrâneas e aquíferos. (Timo, 2022).

Segundo a companhia de abastecimento da cidade, não há conhecimento sobre a descarga de esgoto nas lagoas do município. Portanto, não deveria ocorrer a deposição de resíduos domésticos ou industriais dentro dessas lagoas. No entanto é importante destacar que algumas lagoas se encontram conectadas ao sistema de drenagem de água pluviais da cidade, recebendo escoamento superficial.

A Lagoa Boa Vista está localizada no bairro Boa Vista, a área onde está localizada é o Parque Náutico do Boa Vista. Com área superficial de 89.119 m² e perímetro de 1.315 m, sua área em torno é composta por muitas residências e alguns estabelecimentos comerciais (bares, restaurantes, academias, clínicas e escolas). As áreas mais próximas ao entorno desta lagoa têm a presença de quadras esportivas, pistas de skate, pista de caminhada e ciclovia. Embora mais arborizada que muitas lagoas da cidade, esta lagoa é uma das que mais sofre em períodos de seca, perdendo parte significativa do seu espelho d'água durante a estação de seca. Não há sinalização de proibição do uso recreativo desta lagoa, sendo possível encontrar pessoas pescando (Figura 1a).

A Lagoa Brejão é uma das lagoas mais afastadas da área central da cidade e está localizada no bairro Itapuã. Com área superficial de 114.959 m² e perímetro de 1.685 m, esta lagoa também é uma das que só é possível acessar através de propriedades privadas que dão de fundo para a lagoa. Em seu entorno há residências, algumas chácaras, a Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas e uma empresa de produção de mudas. Esta é uma das lagoas com a maior concentração de área verde em seu entorno, comparada com as outras, e com o menor fluxo de pedestres e automóveis das demais. Constantemente é possível ver a presença de pescadores nesta lagoa, e também banhistas, e algumas embarcações de pequeno porte navegam nesta lagoa (Figura 1b).

A Lagoa Catarina, localizada no bairro Catarina, é uma das menores lagoas da cidade, com área superficial de 13.017 m² e perímetro de 628 m, com residências e alguns comércios em seu entorno. O fluxo de pedestres e veículos é constante. A vegetação ao redor também é bem escassa, com apenas algumas árvores em sua orla. É possível encontrar alguns pescadores nessa lagoa (Figura 1c).

A Lagoa Cercadinho, localizada no bairro Jardim Cambuí, também é uma das menores lagoas da cidade, com área superficial de 14.654 m² e perímetro de 588 m. O seu entorno apresenta mais residências, e o fluxo de pessoas no entorno da lagoa é relativamente baixo, comparado com as outras citadas anteriormente. A vegetação no entorno é pouco expressiva, composta por poucas árvores. Também há presença de capivaras que utilizam esta lagoa como habitat. Não há placas de proibição do uso recreativo nesta lagoa (Figura 1d).

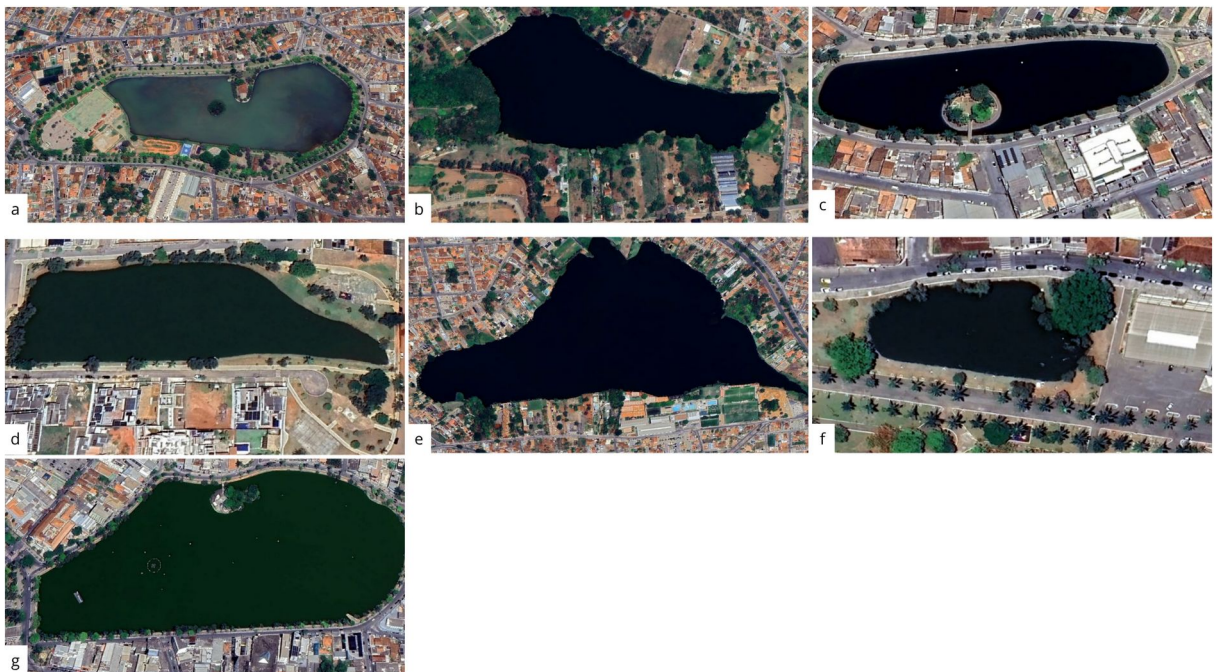
A Lagoa José Félix é uma das maiores lagoas da cidade, com área superficial de 302.674 m² e perímetro de 3.027 m. Está localizada no bairro Boa Vista, próxima à Lagoa Boa Vista. Embora esta lagoa seja uma das sete lagoas patrimoniadas que dão nome à cidade, é considerada privada, já que o acesso à sua margem é possível somente para moradores que têm residências com terrenos que dão para os fundos da lagoa, ou para os empreendimentos comerciais, como bares, restaurantes e clubes que estão presentes em suas margens. A vegetação que se observa é apenas a de algumas poucas residências com jardins, que é possível ver através de imagens de satélite. Os moradores que têm acesso a esta lagoa, a utilizam para pesca e práticas de esportes aquáticos, como motos aquáticas e embarcações de pequeno porte (Figura 1e).

A Lagoa Mucuri está localizada no centro da cidade, a poucos metros da Lagoa Paulino. Com área superficial de 3.549 m² e perímetro de 250 m, seu tamanho é muito menor que o das demais lagoas, e o fluxo de pedestres e veículos é relativamente menor em relação à Lagoa Paulino. A vegetação em torno também não é expressiva, composta por algumas

árvores e palmeiras. Não há proibição formal com relação ao uso recreativo desta lagoa (Figura 1f).

A Lagoa Paulino é considerada o cartão-postal da cidade de Sete Lagoas e está localizada no centro da cidade, com área superficial de 114.503 m² e perímetro de 1.405 m, onde há fluxo intenso de carros e pedestres em seu entorno e estão presentes diversos estabelecimentos comerciais (bares, restaurantes, lojas, hotéis) e residenciais. Não há a presença de uma vegetação robusta no seu entorno, no entanto, há a presença escassa de palmeiras e árvores de grande e médio porte. Nesta lagoa há placas que indicam que é proibido o uso recreativo da lagoa, como pesca e banho (Figura 1g).

Figura 1: As sete lagoas, analisadas neste trabalho.



Fonte: Google Earth Pro (imagem de 2025; acesso em 2026).

Com o objetivo de complementar a caracterização das áreas de estudo, foram obtidas as dimensões morfométricas das sete lagoas analisadas — área superficial (m²) e perímetro (m) — por meio de medições realizadas no software Google Earth Pro (versão 2026), utilizando a ferramenta de medição de polígonos sobre imagens de satélite de alta resolução do ano de 2025. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Dimensões morfométricas das lagoas urbanas analisadas no município de Sete Lagoas–MG.

Lagoas	Área (m ²)	Perímetro (m)
Boa Vista	89.119	1.315
Brejão	114.959	1.685
Catarina	13.017	628

Lagoas	Área (m²)	Perímetro (m)
Cercadinho	14.654	588
Jose Felix	302.674	3.027
Mucuri	3.549	250
Paulino	114.503	1.405

(Google, 2026)

Conforme estabelece o Decreto Municipal nº 4.066, de 26 de abril de 2010 (SETE LAGOAS, 2010), as lagoas Paulino, Boa Vista, Cercadinho, Catarina, José Félix, Matadouro (também conhecida como Vapabuçu) e Chácara foram oficialmente interditadas por motivo de segurança e risco à vida. Em decorrência dessa interdição, fica vedada a prática de qualquer atividade de pesca, coleta e consumo de organismos aquáticos, utilização da água para qualquer fim e práticas desportivas que impliquem banho ou contato direto com a água. É importante destacar que, das sete lagoas analisadas no presente estudo, cinco estão sob interdição legal — Paulino, Boa Vista, Cercadinho, Catarina e José Félix. A interdição estabelecida pelo Decreto Municipal nº 4.066/2010 teve como fundamento os resultados de análises físico-químicas e biológicas realizadas pelos Laboratórios de Química e Bioquímica e de Biologia da UNIFEMM — Centro Universitário de Sete Lagoas, que atestaram condições impróprias para o uso da água dessas lagoas. Com base nesses laudos, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente apurou que as condições verificadas representavam risco à segurança e à vida da população, o que motivou a adoção da medida restritiva. Esse contexto reforça a relevância do monitoramento contínuo da qualidade da água desses corpos hídricos, uma vez que a interdição foi fundamentada em evidências técnicas e científicas, e não em critérios meramente administrativos, evidenciando que o comprometimento da qualidade da água dessas lagoas é uma questão de longa data, anterior ao presente estudo.

As lagoas Mucuri e Brejão não foram incluídas no referido decreto, o que se reflete na ausência de sinalização proibitiva e na observação de uso recreativo desses corpos lacustres, conforme relatado na descrição das áreas de estudo.

Reservatórios, lagos e rios com parâmetros de qualidade da água fora dos limites estabelecidos podem se tornar vetores de doenças, diminuir a qualidade de vida e deixar de exercer função ecológica positiva. A degradação da qualidade hídrica é geralmente associada à urbanização desordenada e à deficiência de saneamento básico, comprometendo as funções ambientais desses corpos d'água e aumentando os riscos à saúde pública. (Medeiros; Navoni, 2023)

Por isso, este estudo visa verificar as características físico-químicas da água dessas lagoas, a fim de analisar os parâmetros e identificar se há alguma ação antrópica que possa estar causando algum tipo de dano e modificação das características das águas dessas lagoas. As análises físico-químicas e biológicas são essenciais para observar os parâmetros e avaliar a qualidade das águas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Critérios de escolha das lagoas

Embora nem todas as lagoas analisadas neste trabalho sejam as patrimoniadas que dão nome a cidade de Sete Lagoas (Lagoa Boa Vista, Lagoa Catarina, Lagoa Cercadinho, Lagoa da Chácara (Figura 2a), Lagoa José Félix, Lagoa Paulino e Lagoa Vapabuçu ou do Matadouro (Figura 2b)) a escolha destas foram determinadas em razão de facilidade da coleta e inserção na malha urbana. Mesmo as que contavam com restrição de acesso, foi possível coletar as amostras com certa facilidade.

Figura 2: Lagoa da Chácara (a) Lagoa Vapabuçu ou do Matadouro (b).

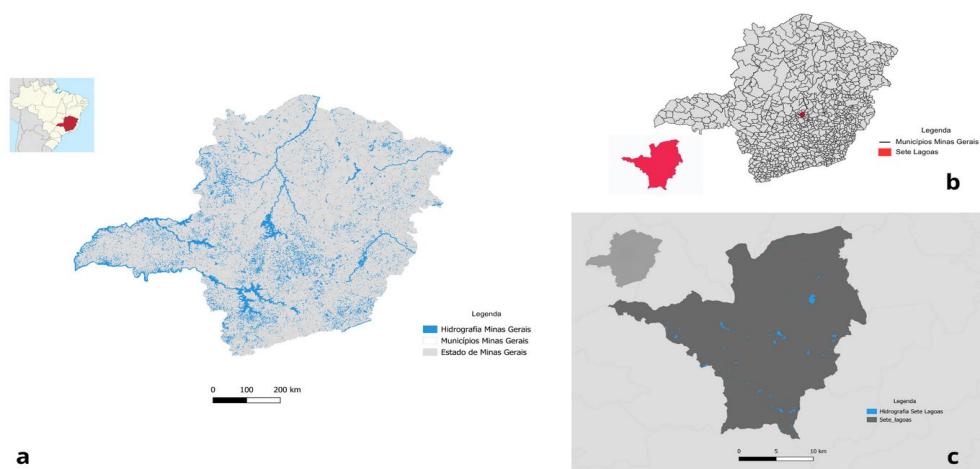


Fonte: Google Earth Pro (imagem de 2025; acesso em 2026).

As primeiras amostras de água foram coletadas no dia 17 de maio de 2025, em alguns corpos lacustre de áreas urbanas do município de Sete Lagoas–MG, sendo elas: Lagoa Boa Vista (Figura 1a), Lagoa Brejão (Figura 1b), Lagoa Catarina (Figura 1c), Lagoa Cercadinho (Figura 1d), Lagoa José Félix (Figura 1e), Lagoa Mucuri (Figura 1f), e Lagoa Paulino (Figura 1g).

A região de Sete Lagoas, por ser uma formação de rochas cársticas, apresenta a presença de diversas lagoas, que são dolinas que recebem água da chuva ou de nascentes e permanecem cheias de água, como pode se observar na Figura 3 (GEOLOGICAL SURVEY IRELAND, 2024; SINKHOLE, 2024).

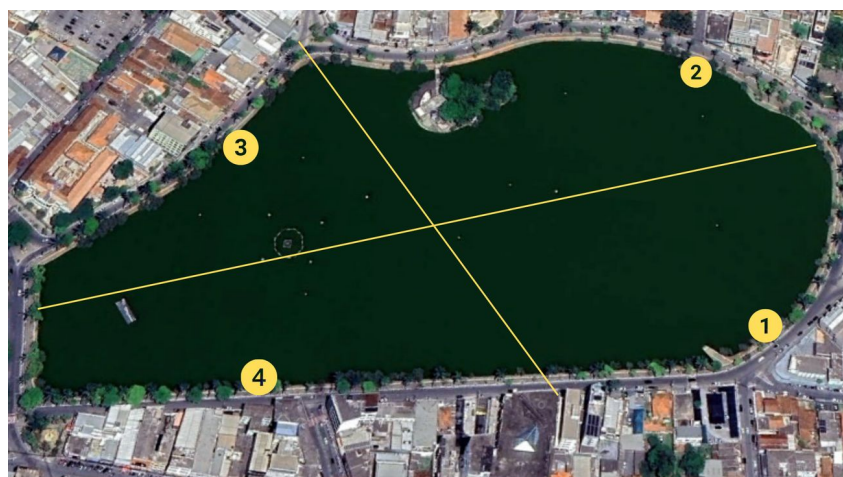
Figura 3: Hidrografia do estado de Minas Gerais (a); Estado de Minas Gerais com destaque para a cidade de Sete lagoas (b); Corpos lacustres da cidade de Sete Lagoas - MG (b)



Fonte: Mapa elaborado pelos autores (2026) com uso do software QGIS 3.34.

Em cada lagoa, foram selecionados quatro pontos de coleta distintos (Figura 4), nos quais foram retirados 250 mL de água por ponto. Essas coletas foram feitas próximas a margem das lagoas. Mas evitando pegar amostras da superfície e partículas de folhas, animais aquáticos, somente a amostra de água na profundidade de aproximadamente 40 cm. As amostras coletadas foram homogeneizadas, totalizando um volume de 1.000 mL por lagoa.

Figura 4: Exemplo da definição dos pontos de coleta das lagoas.



Fonte: Google Earth Pro (imagem de 2025; acesso em 2026).

As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos de 1.000 mL, previamente higienizados e aclimatados com a água da respectiva lagoa, para minimizar interferências químicas ou físico-biológicas.

Os frascos foram devidamente identificados com o nome da lagoa correspondente, data e identificação dos coletores, envolvidos com papel-alumínio para evitar a incidência de

luz. Privar as amostras de água submetidas a análise de clorofila da incidência de luz principalmente da irradiação UV-A e radiação UV-B, tem a função de evitar a fotodegradação da molécula. As amostras foram armazenadas em um refrigerador por um período máximo de 48 horas, até a realização das análises. (SINGH et al., 2023)

A radiação solar é a principal fonte de energia para a fotossíntese e atua como um importante fator regulador do crescimento dos organismos fotossintéticos. Entretanto, a exposição excessiva à radiação ultravioleta (UV), especialmente UV-B, pode causar danos ao aparato fotossintético, promovendo a degradação de pigmentos como as clorofilas, reduzindo a eficiência fotossintética e aumentando o estresse oxidativo celular. (KATARIA; JAJOO; GURUPRASAD, 2014)

Para observar a interferência das chuvas nos parâmetros analisados nas duas coletas de água foram analisados dados meteorológicos da região de Sete Lagoas. No primeiro conjunto de dados foram registrados 95,6 mm de chuva trinta e um dias antes das coletas na estação de outono.

Tabela 2: Volume (mm) de chuvas para 31 dias antes das duas coletas que aconteceram nos meses de maio e novembro

Dias	Volume de chuva (mm)	
	Amostras Maio	Amostras Novembro
1	49,4	0
2	0	0
3	0	0
4	18,2	0
5	0,2	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	3,8
10	9,2	0,2
11	2,6	0
12	0	2,8
13	15,6	0
14	0,2	0
15	0	0
16	0	0
17	0	2,4
18	0	0
19	0	0
20	0,2	0

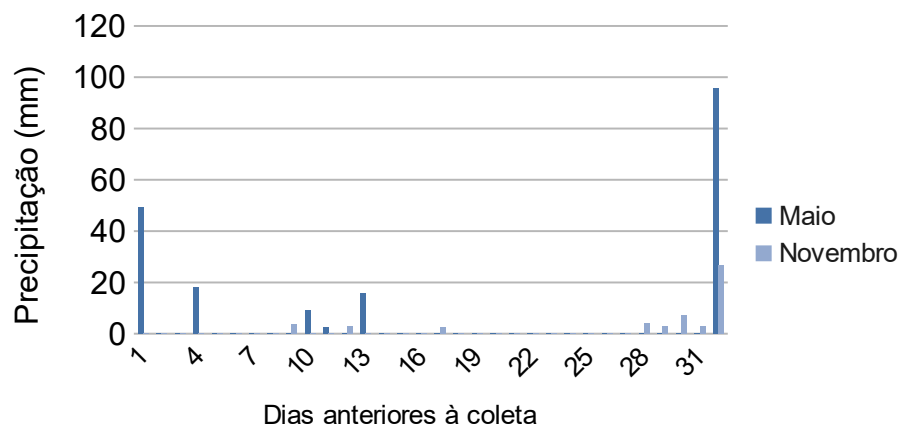
Dias	Volume de chuva (mm)	
	Amostras Maio	Amostras Novembro
21	0	0
22	0	0
23	0	0
24	0	0
25	0	0
26	0	0
27	0	0
28	0	4
29	0	3
30	0	7,4
31	0	3
Acumulado	95,6	26,6

Fonte: INMET (2025).

As segundas coletas aconteceram no dia 04 de novembro de 2025 seguindo os mesmos padrões da primeira. Todas as amostras foram coletadas no mesmo dia e seguiram os mesmos passos das primeiras coletas. Neste período foi registrado um volume acumulado de 26,6 mm de chuva trinta e um dias até a data da coleta (INMET).

Observa-se que, nos 31 dias que antecederam a coleta do mês de maio, houve um volume de chuvas acumulado maior que o volume de precipitação registrado 30 dias antes das coletas que ocorreram no mês de novembro. Os dados apresentaram média de 3,08 para o período de maio e 0,86 para novembro. O desvio padrão foi de 9,68 e 1,77, respectivamente, indicando maior variabilidade dos resultados em maio. Comparando os períodos, observou-se uma redução de aproximadamente 72,2% no valor acumulado de chuva nos dias que antecederam a coleta das amostras em novembro.

Figura 5: Comparação da precipitação diária dos 31 dias anteriores as coletas realizadas em maio e novembro de 2025.



Fonte: Dados INMET

Está informação é extremamente importante para verificar se o índice pluviométrico interfere nos parâmetros de qualidade observados. Após as coletas das amostras de água das sete lagoas da cidade, todas elas foram submetidas a análises físico-químicas e biológicas, de pH, dureza, concentração de íons de cálcio, concentração de íons de magnésio, concentração de íons de sódio e potássio e turbidez, estas realizadas todas em triplicata, já a clorofila, em função da limitação da quantidade de amostra, não foi possível realizar as análises em triplicata, tendo sido efetuada uma única determinação para cada lagoa. Para a determinação de Clorofila-a, é necessário a filtração de um volume mínimo por determinação (normalmente entre 200 e 500 mL dependendo da concentração de clorofila na amostra), o que inviabilizou a triplicata dentro do volume disponível.

A aferição do pH e condutividade foi realizada através da técnica de potenciometria, com o auxílio de um pHmetro Hanna HI 5222 e de um condutímetro Hanna Edge HI 2030-01, respectivamente. Com as amostras em temperatura ambiente.

Para a quantificação da dureza e íons de cálcio presentes na solução, foram empregados os métodos 2340 e 3500-Ca de titulometria de complexação por EDTA e a concentração de íons de magnésio foi calculada através do método 3500-Mg, todos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Para quantificar a concentração de clorofila utilizou-se o procedimento proposto por Golterman et al. (1978), empregando um espectrofotômetro Femto 800 XI para medir a absorbância nos comprimentos de onda de 665 nm e 750 nm.

A quantificação dos íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) nas amostras de água coletadas nas sete lagoas urbanas foi realizada por meio de um fotômetro de chama modelo Q498M2, da marca Quimis. O aparelho tem como saída a concentração, em ppm, dos íons presentes na amostra. O equipamento opera com base no princípio da emissão de luz por átomos excitados por uma chama (espectroscopia de emissão atômica), sendo adequado para a determinação de metais alcalinos em soluções aquosas.

Para as análises de Turbidez foi empregado o Turbidímetro digital micro processado AP2000 WT, da Policontrol, capaz de realizar medições na faixa de a 1000 NTU com seleção automática do ponto decimal ou manual selecionável de 0 a 9,99 / 0 a 99,9 / 0 a 1000 NTU.

Em todos os procedimentos de análises foram feitas 3 repetições para cada uma das análises. Os valores apresentados neste trabalho são a média dos valores obtidos para cada parâmetro, acompanhados de seus parâmetros de dispersão.

2.2 Revisão bibliográfica e contextualização

Para a comparação dos resultados obtidos neste trabalho, foram utilizados como referência três estudos conduzidos anteriormente nas mesmas lagoas urbanas de Sete Lagoas. Bueno et al. (2018) realizaram o monitoramento da qualidade da água das sete lagoas ao longo de doze meses consecutivos (maio de 2015 a abril de 2016), avaliando parâmetros como pH, condutividade, sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto e turbidez, o que permitiu uma análise sazonal abrangente desses corpos lacustres. Ferreira et al. (2016), por sua vez, analisaram as sete lagoas em maio de 2015, determinando as concentrações de sódio, potássio, magnésio, pH e turbidez, além de teores de cálcio, fornecendo um retrato pontual da qualidade das águas naquele período. Já Moraes et al. (2016) monitoraram exclusivamente a Lagoa Brejão entre julho de 2013 e março de 2014, avaliando a variação sazonal de parâmetros como cloreto, dureza total, potássio, sódio, turbidez e pH, sendo este o estudo mais antigo dentre os utilizados como referência empregando metodologias analíticas similares às utilizadas no presente estudo, o que confere consistência e comparabilidade aos dados. Dessa forma, a comparação com esses resultados permitiu verificar se os parâmetros avaliados em 2025 refletem características sazonais persistentes dessas lagoas ou se as variações observadas podem ser atribuídas a mudanças na qualidade da água ao longo da década.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade da água, pois expressa a concentração de íons hidrogênio (H^+) em solução e influencia diretamente processos químicos e biológicos nos ecossistemas aquáticos. Em águas naturais, o pH é controlado principalmente pelo equilíbrio do sistema carbonato-bicarbonato, que atua como tampão natural, resistindo a variações bruscas de acidez ou alcalinidade (Esteves, 2011).

O valor de pH das amostras coletadas nas duas épocas do ano (maio e novembro) apresentaram pH alcalino, com valores compreendidos na faixa de 8,0 a 8,3 no mês de maio. E embora coletada em épocas diferentes, a variação entre o nível de pH das duas coletas foi muito similar nas duas análises. Estes valores de pH estão dentro da resolução proposta pelo

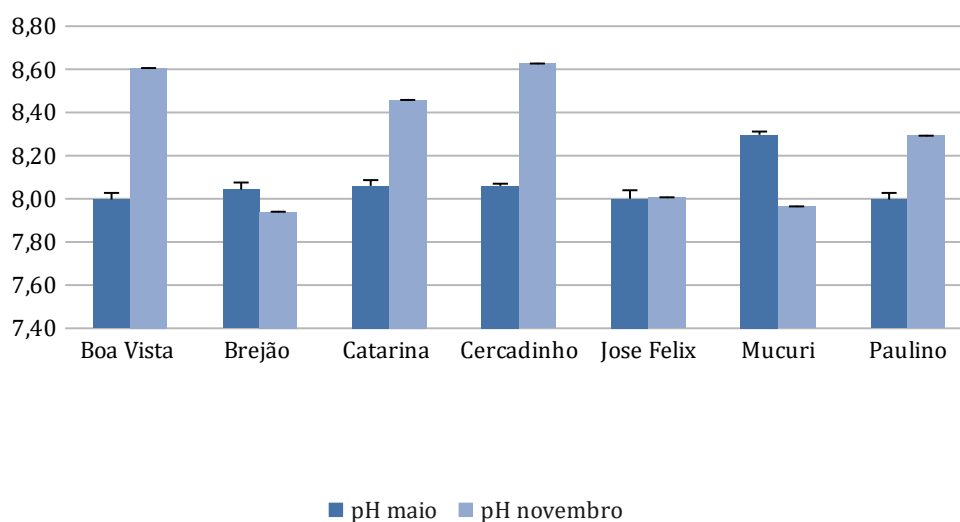
CONAMA nº 357/2005 para corpos de Classe 2 (6,0–9,0), não indicando, portanto, anomalias relacionadas a acidificação ou alcalinização artificial.

Do ponto de vista estatístico, para o pH foram calculadas as médias das triplicatas de cada lagoa em ambos os períodos. Em maio, a média geral entre as lagoas foi de $8,065 \pm 0,106$ (CV = 1,32%), e em novembro foi de $8,275 \pm 0,302$ (CV = 3,65%). O teste t pareado (bicaudal, $\alpha = 0,05$, gl = 6) não indicou diferença estatisticamente significativa entre os dois períodos ($t = 1,52$; $p = 0,177$), o que confirma a estabilidade do pH ao longo do ano, sustentada pelo tamponamento geológico do sistema cárstico. A Tabela 3 apresenta os valores descritivos e o resultado do teste para cada lagoa.

Tabela 3: pH das lagoas da cidade Sete Lagoas para os meses de maio e novembro.

Lagoa	$\bar{x}$ Maio	DP Maio	$\bar{x}$ Novembro	DP Novembro
Boa Vista	7,997	0,031	7,968	0,112
Brejão	8,043	0,032	7,96	0,109
Catarina	8,06	0,027	8,63	0,035
Cercadinho	8,06	0,01	8,291	0,127
José Félix	8	0,04	8,009	0,07
Mucuri	8,297	0,015	8,456	0,094
Paulino	7,997	0,031	8,608	0,001
Geral	8,065	0,106	8,275	0,302

Figura 6: pH das lagoas da cidade Sete Lagoas para os meses de maio e novembro.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2026)

Os valores de pH alcalinos observados nas lagoas urbanas de Sete Lagoas estão diretamente relacionados à geologia cárstica da região, caracterizada pela presença de rochas

calcárias e dolomíticas ricas em carbonatos de cálcio e magnésio. A dissolução dessas rochas, em contato com a água, libera íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e espécies carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), que atuam como um sistema tamponante natural, mantendo o pH das águas em faixa alcalina e resistindo a variações bruscas deste parâmetro (Timo, 2022; Botelho, 2008).

3.2 Dureza

A dureza da água é uma propriedade que reflete a concentração de cátions metálicos divalentes, principalmente cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), expressa em miligramas de carbonato de cálcio por litro (CaCO_3 mg /L). Este parâmetro está diretamente relacionado à geologia da região de captação, sendo particularmente elevado em áreas cársticas, onde a dissolução de rochas calcárias e dolomíticas libera grandes quantidades desses íons para os corpos hídricos (Von Sperling, 2014).

Nas análises de dureza, Ca e Mg, observou-se que todas as lagoas analisadas da cidade têm dureza moderada a alta. O que é compatível com a dissolução dos carbonatos em regiões cársticas, como a região da cidade de Sete Lagoas. Nesse parâmetro vale destacar a lagoa Mucuri, que apresentou a maior concentração equivalente de CaCO_3 no mês de maio ($\approx 193,5$ mg/L) e a lagoa Paulino, que apresentou o menor valor para o mesmo período ($\approx 49,9$ mg/L).

Para a dureza, as médias das triplicatas de cada lagoa foram comparadas entre os dois períodos. Em maio, a média geral foi de $102,6 \pm 44,0$ mg/L de CaCO_3 (CV = 42,9%), e em novembro foi de $94,0 \pm 14,9$ mg/L de CaCO_3 (CV = 15,8%). O teste t pareado (bicaudal, $\alpha = 0,05$, gl = 6) não indicou diferença estatisticamente significativa ($t = 0,71$; $p = 0,501$), corroborando a influência estável do aquífero cárstico sobre esse parâmetro independentemente da sazonalidade. A Tabela 3 apresenta os resultados por lagoa. A redução do coeficiente de variação de maio para novembro sugere que, no período seco, as lagoas tenderam a homogeneizar suas concentrações de carbonatos, possivelmente pela menor influência da diluição provocada pelas chuvas e pelo predomínio da contribuição do aquífero cárstico.

Tabela 4: Valores médio de dureza e desvio padrão para cada lagoa a partir dos valores das triplicatas.

Lagoa	$\bar{x}$ Maio (mg/L)	DP Maio	$\bar{x}$ Novembro (mg/L)	DP Novembro
Boa Vista	104,33	6,93	78,62	18,32
Brejão	77,11	4,53	89,21	6,94
Catarina	104,33	9,43	90,72	4,53
Cercadinho	81,65	20,76	95,26	4,58
José Félix	104,33	9,43	92,23	2,63

Lagoa	$\bar{x}$ Maio (mg/L)	DP Maio	$\bar{x}$ Novembro (mg/L)	DP Novembro
Mucuri	193,54	20,94	125,5	25,80
Paulino	49,9	0,00	86,18	19,76

Vale destacar que o desvio padrão da dureza em maio (43,98 mg/L) foi quase três vezes superior ao observado em novembro (14,88 mg/L), indicando que as chuvas promovem maior heterogeneidade entre as lagoas ao carrear contribuições variáveis de escoamento superficial, enquanto no período seco prevalece a influência mais uniforme do aquífero cárstico, homogeneizando os valores entre os corpos hídricos

Essa diferença sugere contribuições distintas de águas subterrâneas e de drenagem superficial, indicando que, mesmo em um contexto geológico similar, fatores locais de hidrodinâmica e de conectividade com o aquífero cárstico podem gerar assinaturas físico-químicas diferenciadas. (SIEGEL et al., 2023).

Para o parâmetro de dureza, a Portaria GM/MS nº 888/2021 (que substituiu a 2914/2011) não estabelece limite de dureza como padrão de potabilidade, apenas recomendações por questões estéticas e de incrustação. Embora esta portaria seja destinada a determinar valores referentes à qualidade da água para consumo humano, e as lagoas da cidade de Sete Lagoas não tenham essa função, ela é um bom parâmetro para verificar se a qualidade da água está adequada em determinados aspectos. Além disso, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece parâmetros para a qualidade de corpos hídricos em geral, incluindo aqueles utilizados apenas para lazer, oferecendo um referencial importante para a análise e comparação dos resultados obtidos nas lagoas estudadas.

A dureza da água é um parâmetro de grande relevância para o município de Sete Lagoas, uma vez que a cidade está inserida em uma região rica em rochas calcárias e dolomíticas, que conferem à água concentrações naturalmente elevadas de cálcio e magnésio. Essa característica geológica é bem conhecida pela população local, que convive com os efeitos da água dura fornecida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), como a dificuldade de fazer espuma com sabão, o entupimento de chuveiros e canos e o sabor desagradável da água, fatores que levam muitos moradores a recorrerem a fontes alternativas, como água mineral comercial e minas d'água (Ferreira et al., 2016; Moraes et al., 2016)

Ferreira et al. (2016), ao analisarem a água da torneira de uma residência abastecida pelo SAAE em maio de 2015, encontraram teor de magnésio (expresso como MgCO_3) de 10,92 mg/L e teor de cálcio de aproximadamente 180 mg/L, valores que contribuem para uma dureza total elevada. Em comparação, as lagoas analisadas no mesmo estudo apresentaram

teores de magnésio variando de 1,7 mg/L (José Félix) a 12 mg/L (Catarina), enquanto os teores de cálcio variaram amplamente, com destaque para a Lagoa Mucuri, que apresentou os maiores valores. Moraes et al. (2016), monitorando a água da torneira de uma residência entre julho de 2013 e março de 2014, também constataram dureza total elevada ao longo de todo o período, com valores sempre superiores aos encontrados na mina d'água e, em alguns meses, comparáveis aos da Lagoa Brejão. Os autores destacaram que, embora os valores estivessem dentro do limite de 500 mg/L estabelecido pela Portaria MS nº 2914/2011, a dureza elevada reduzia significativamente a palatabilidade da água distribuída à população.

Bueno et al. (2018), ao longo de doze meses de monitoramento das sete lagoas, encontraram médias anuais de cálcio variando de 39,9 mg/L (Boa Vista) a 83,3 mg/L (Brejão), e médias de magnésio entre 11,9 mg/L (Boa Vista) e 21,7 mg/L (Catarina). Esses valores, embora expressivos, são inferiores aos teores de cálcio reportados por Ferreira et al. (2016) para a água da torneira, que atingiu aproximadamente 180 mg/L. Essa diferença pode ser explicada pela origem das águas: enquanto as lagoas são corpos superficiais alimentados principalmente por chuvas, escoamento superficial e nascentes rasas — o que promove diluição e menor tempo de contato com as rochas carbonáticas —, a água distribuída pelo SAAE é captada de poços subterrâneos profundos que atingem o aquífero cárstico, permanecendo mais tempo em contato com as rochas calcárias e, conseqüentemente, dissolvendo maiores quantidades de carbonatos (Botelho, 2008).

A comparação entre as lagoas e a água do SAAE é particularmente relevante para contextualizar os resultados e aproximar o trabalho da realidade local. Embora a água das lagoas não seja utilizada para consumo.

A população de Sete Lagoas conhece empiricamente os efeitos da dureza da água de abastecimento, e os dados científicos corroboram essa percepção: enquanto a água da torneira apresenta dureza elevada devido à captação em poços profundos no aquífero cárstico, as lagoas exibem valores variáveis, que dependem do grau de conectividade de cada corpo lacustre com as águas subterrâneas e da influência das chuvas e do escoamento superficial. Essa discussão evidencia que, mesmo em um contexto geológico similar, fatores locais de hidrodinâmica e de interação água-rocha podem gerar assinaturas físico-químicas diferenciadas entre as águas superficiais e subterrâneas da região (Siegel et al., 2023; Tian et al., 2025).

3.3 Sódio (Na)

O sódio é um metal alcalino abundantemente encontrado em águas naturais devido à alta solubilidade de seus sais, sendo um importante indicador de impactos antrópicos sobre os recursos hídricos. Em ambientes urbanos, concentrações elevadas de sódio podem estar associadas ao escoamento superficial de áreas pavimentadas, ao lançamento de efluentes domésticos e à lixiviação de solos que recebem fertilizantes ou corretivos agrícolas (Parron; Muniz; Pereira, 2011).

As concentrações de sódio nas lagoas Mucuri, Brejão, José Félix e Paulino são as mais elevadas entre as lagoas analisadas, respectivamente. Enquanto Catarina e Boa Vista têm valores bem baixos ($\sim 12\text{--}13$ mg/L) para o mês de maio. No mês de novembro as lagoas Brejão e Mucuri apresentaram os maiores valores dentre as lagoas analisadas (36–40mg/L).

Para o sódio, as triplicatas analíticas de cada lagoa foram utilizadas para calcular as médias individuais, que por sua vez foram comparadas entre os períodos por meio do teste t pareado. Em maio, a média geral entre as lagoas foi de $45,14 \pm 23,53$ ppm (CV = 52,1%), e em novembro foi de $24,54 \pm 12,33$ ppm (CV = 50,2%). O teste t pareado (bicaudal, $\alpha = 0,05$, gl = 6) indicou diferença estatisticamente significativa entre os dois períodos ($t = 4,12$; $p = 0,006$), com redução expressiva das concentrações em novembro.

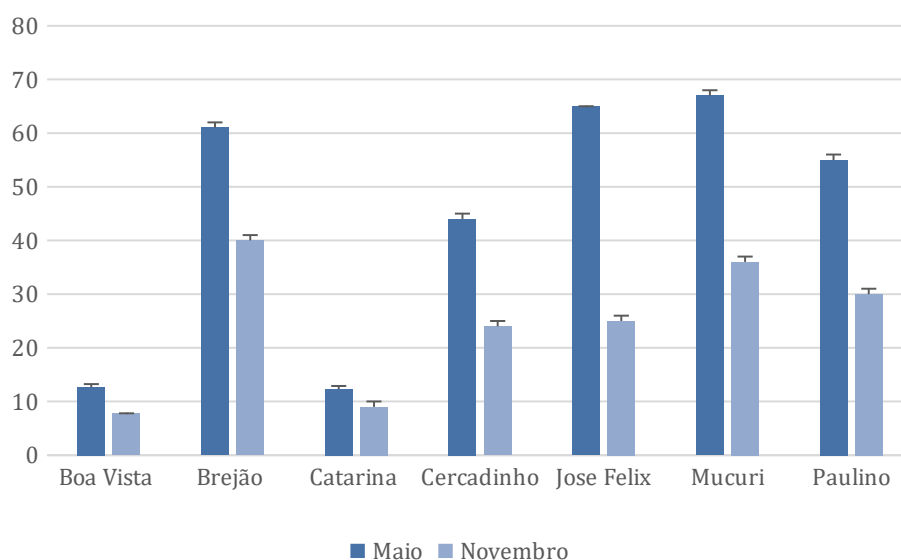
Tabela 5: Valores de média e desvios padrão das triplicatas por lagoa nos meses de maio e novembro.

	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Médi a	DP	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Média	DP
Lagoa	Maio	Maio	Maio	Maio	Maio	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov
Boa Vista	13	13	12	12,67	0,58	7,8	7,8	7,8	7,8	0
Brejão	60	62	61	61	1	40	39	41	40	1
Catarina	12	12	13	12,33	0,58	9	10	8	9	1
Cercadinho	44	45	43	44	1	24	25	23	24	1
José Félix	65	65	65	65	0	25	26	24	25	1
Paulino	55	54	56	55	1	31	29	30	30	1
Geral				45,14	23,53				24,54	12,33

O sódio pode estar associado a escoamento de águas pluviais urbanas; contribuição de esgoto doméstico; lixiviação de áreas pavimentadas. Já que estão presentes em áreas de maior fluxo de carros, pedestre e com baixa vegetação ciliar. O que acontece nas Lagoas Paulino e Mucuri. Nas lagoas Brejão e José Félix, que têm acesso restrito e presença de chácaras, residências e atividades de lazer náutico, o sódio pode refletir: contribuição de efluentes domésticos (fossas, sumidouros); lixiviação de fertilizantes e corretivos (em menor escala). Essa diminuição é coerente com o menor volume de precipitação antecedente à coleta de novembro (Tabela 2), uma vez que o escoamento superficial urbano constitui a principal via

de aporte de sódio às lagoas, sobretudo nas áreas centrais de Sete Lagoas. As lagoas Mucuri, Brejão, José Félix e Paulino apresentaram, em ambos os meses, as concentrações mais elevadas, enquanto Catarina e Boa Vista mantiveram os menores teores.

Figura 7: Gráfico para valores de sódio das lagoas analisadas para os meses de maio e novembro.



Fonte: Próprio Autor (2026)

E para os meses de maio e novembro as Lagoas Catarina e Boa Vista foram os dois corpos lacustres que apresentaram os menores valores de sódio dentre as analisadas. Reduzindo a salinidade e as concentrações de sódio na água captada. O sódio e outros solutos podem ser transportados pelo escoamento superficial, contribuindo para o aporte de materiais e nutrientes minerais ao exutório (KAUSHAL et al., 2018).

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, os padrões de potabilidade para sódio (padrão de aceitação) é 200 mg/L. Todas as lagoas estão muito abaixo desse valor, indicando que os níveis deste elemento estão dentro até mesmo do limite imposto para águas destinadas ao consumo humano.

3.4 Turbidez

A turbidez é um parâmetro físico que mede o grau de interferência que a luz sofre ao atravessar a água, sendo causada pela presença de partículas em suspensão, como argila, silte, matéria orgânica, plâncton e microrganismos. Este parâmetro é um importante indicador da

qualidade da água, pois valores elevados podem estar associados a processos erosivos nas margens, ao aporte de sedimentos pela drenagem pluvial urbana e à presença de esgotos domésticos, além de reduzir a penetração de luz e, consequentemente, a atividade fotossintética dos organismos aquáticos (Von Sperling, 2014).

No mês de maio, a turbidez variou entre 2,0 e 27,5 NTU, valores abaixo do limite de 100 NTU, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. A Lagoa Mucuri apresentou os maiores valores ($\approx 27,5$ NTU), seguida pela Lagoa Paulino ($\approx 12,6$ NTU), ambas localizadas em área central, com margens pouco vegetadas e intensa ocupação urbana. Esse padrão sugere maior vulnerabilidade à erosão das margens e ao aporte de sedimentos pela drenagem pluvial urbana, aumentando a matéria em suspensão na coluna d'água. Em contraste, lagoas com acesso mais restrito e maior presença de vegetação no entorno, como Boa Vista, José Félix e Brejão, exibiram turbidez baixa ($\leq 6,6$ NTU). Para a turbidez, as triplicatas de cada lagoa foram medidas e suas médias comparadas entre os meses por meio do teste t pareado. Em maio, a média geral foi de $8,46 \pm 9,16$ NTU (CV = 108,3%), e em novembro foi de $12,43 \pm 4,43$ NTU (CV = 35,6%). O teste t pareado (bicaudal, $\alpha = 0,05$, gl = 6) não indicou diferença estatisticamente significativa ($t = -1,12$; $p = 0,304$). A expressiva variabilidade em maio é explicada principalmente pelo valor atípico da Lagoa Mucuri (27,5 NTU), que eleva o desvio padrão do conjunto. A Tabela 6 apresenta os valores por lagoa.

Tabela 6: Valores de Turbidez por lagoa nos meses de maio e novembro.

Lagoa	Rep. 1 Maio	Rep. 2 Maio	Rep. 3 Maio	Média Maio	DP Maio	Rep. 1 Nov	Rep.3 Nov	Rep.2 Nov	Média Nov	DP Nov
Boa Vista	3,1	2,3	1,9	2,43	0,61	8	8	8	8	0
Brejão	6,6	6,7	6,5	6,6	0,1	19	19	19	19	0
Catarina	1,8	2	2,1	1,97	0,15	12	12	12	12	0
Cercadinho	5,2	6,1	5,3	5,53	0,49	15	15	15	15	0
José Félix	2,9	3,4	2,3	2,87	0,55	6	6	6	6	0
Mucuri	27	27,5	27,7	27,5	0,36	12	12	12	12	0
Paulino	13,1	12,4	12,6	12,6	0,36	15	15	15	15	0
Geral				8,46	9,16				12,43	4,43

A expressiva variabilidade observada em maio decorre principalmente do valor atípico da Lagoa Mucuri (27,5 NTU), que se destaca das demais e eleva o desvio padrão do conjunto. Em novembro, a dispersão dos dados foi consideravelmente menor, sugerindo que, no período de estiagem, os processos de aporte de sedimentos por escoamento superficial foram atenuados, prevalecendo condições mais homogêneas entre as lagoas. Ainda assim, lagoas

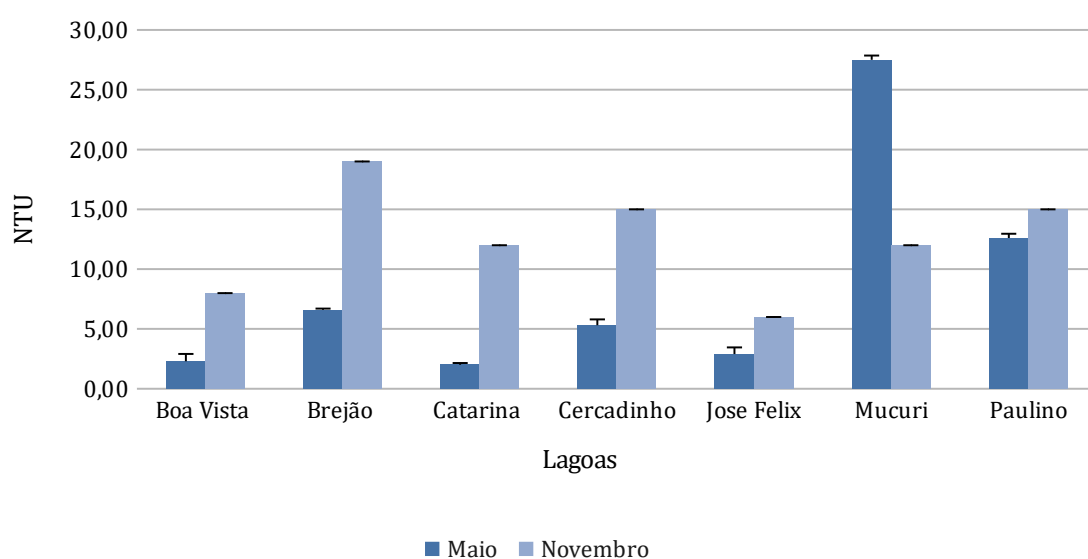
como Brejão (19,0 NTU), Cercadinho (15,0 NTU) e Paulino (15,0 NTU) apresentaram aumento em relação a maio, possivelmente relacionado à concentração de material particulado pela redução do volume d'água e à ressuspensão de sedimentos.

Cabe destacar que a turbidez não é determinada exclusivamente por partículas minerais em suspensão — a biomassa fitoplanctônica também contribui de forma expressiva para esse parâmetro, uma vez que células algais e cianobactérias interferem na penetração da luz na coluna d'água. Esse fator é particularmente relevante para lagoas como Cercadinho e Paulino que, em maio, apresentaram simultaneamente os maiores valores de clorofila-a e turbidez, sugerindo que parte da turbidez registrada nesse período pode ser atribuída à proliferação de fitoplâncton, e não apenas ao aporte de sedimentos (Esteves, 2011).

A turbidez apesar de ter se mantido dentro do limite em todas as análises realizadas, exibiu uma variação considerável entre as lagoas e entre os períodos amostrados. Em maio, a Lagoa Mucuri se destacou pelos maiores valores, possivelmente em função do escoamento urbano intenso anterior à coleta. Em novembro, observou-se aumento de turbidez em lagoas como Brejão, Cercadinho e Catarina, o que pode estar relacionado à redução do nível d'água no período seco e à maior suspensão de sedimentos de fundo por ação do vento, fauna aquática e uso recreativo das margens.

Os resultados podem ser relacionados ao período chuvoso, erosão das margens, transporte de sedimentos, matéria orgânica em suspensão e processos de assoreamento.

Figura 8: Gráfico para valores de turbidez das lagoas analisadas para os meses de maio e novembro.



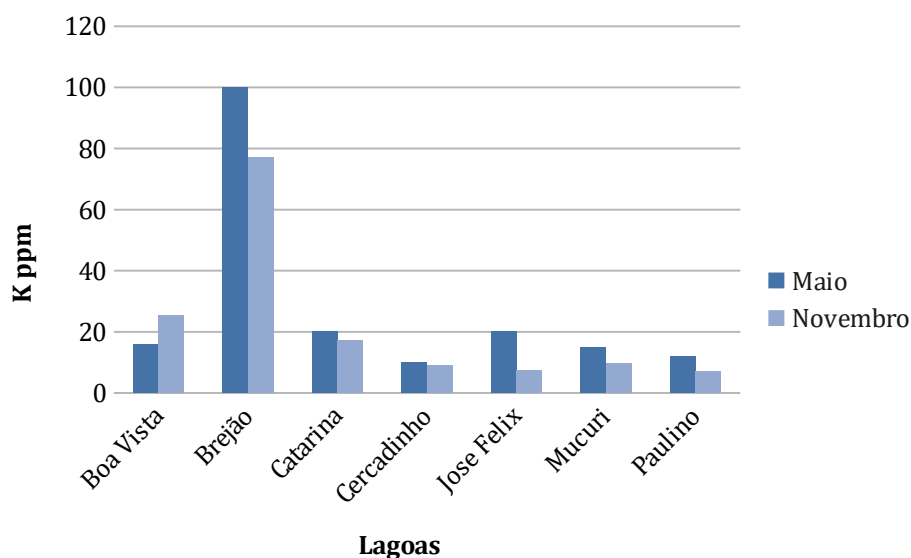
te: Próprio Autor (2026)

Fon

3.5 Potássio

O potássio é um macronutriente essencial para o metabolismo vegetal, participando diretamente de processos como fotossíntese, controle osmótico, regulação hídrica, transporte de assimilados e formação de frutos, além de aumentar a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos (Rodrigues; Reis; Silva, 2016)

Figura 9: Gráfico de concentrações de potássio (K) nas lagoas amostradas nos meses de maio e novembro.



Fonte: Próprio Autor (2026)

Nas análises de potássio observou-se que o nível da lagoa Brejão é muito superior às demais lagoas. Para o potássio, as médias das triplicatas de cada lagoa foram comparadas entre os dois períodos. Em maio, a média geral foi de $27,57 \pm 32,16$ ppm (CV = 114,9%), e em novembro foi de $21,96 \pm 25,23$ ppm (CV = 48,3). O teste t pareado (bicaudal, $\alpha = 0,05$, gl = 6) não indicou diferença estatisticamente significativa ($t = 1,49$; $p = 0,797$). O elevado coeficiente de variação em ambos os períodos reflete a forte heterogeneidade entre as lagoas, atribuída principalmente à Lagoa Brejão. A Tabela 6 apresenta os dados completos.

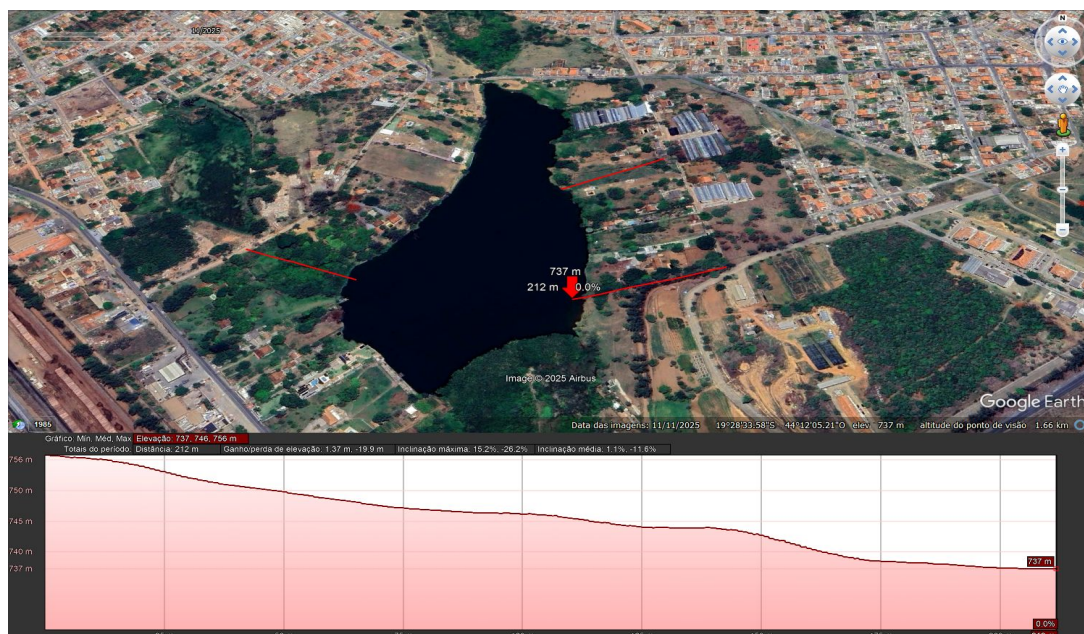
Tabela 7: Dados das análises de potássio para cada uma das lagoas para os meses de maio e novembro.

Lagoa	Rep. 1 Maio	Rep. 2 Maio	Rep. 3 Maio	Méd ia Mai o	DP Maio	Rep. 1 Nov	Rep.2 Nov	Rep.3 Nov	Médi a Nov	DP Nov
Boa Vista	16	16	16	16	0	25,5	27	26	26,17	0,76
Brejão	100	100	99	99,6 7	0,58	77	78	76	77	1
Catarina	20	20	19	19,6 7	0,58	17,2	17,5	17,3	17,33	0,15
Cercadinho	10	11	9	10	1	9	10	8	9	1
José Félix	20	21	22	21	1	7,3	7,4	7,5	7,4	0,1
Mucuri	15	16	14	15	1	9,7	10	9,8	9,83	0,15
Paulino	12	14	13	13	1	7	6	8	7	1
Geral				27,5 7	32,16				21,96	25,2 3

Embora se observe uma tendência geral de redução das concentrações. O elevado coeficiente de variação em ambos os períodos reflete a forte heterogeneidade entre as lagoas, atribuída principalmente à Lagoa Brejão, cujas concentrações de potássio (100 ppm em maio e 77 ppm em novembro) foram muito superiores às das demais lagoas, que variaram entre 10 e 20 ppm.

O entorno da lagoa pode explicar esses valores, uma vez que em sua orla se encontra uma empresa de produção de mudas de banana e algumas áreas de agricultura familiar com produção principal de hortaliças. Além de estar nos fundos do *campus* da UFSJ - Campus CSL, onde se encontra a área de plantio experimental da universidade. Nesse contexto, a água escoar superficialmente e carrear os nutrientes provenientes dos fertilizantes utilizados nessas atividades até a lagoa, que funciona como ponto de acumulação por estar localizada na parte mais baixa do terreno. (Figura 10)

Figura 10: Representação do relevo em torno da Lagoa Brejão.



Fonte: Fonte: Google Maps – imagem de satélite e relevo da área de entorno da lagoa Brejão.

A diferença entre os meses de maio e novembro para as análises de K da lagoa brejão estão relacionados ao nível de chuva antes de cada coleta. Para este trabalho foram analisados os 31 dias antes das coletas das amostras partir de dado do Inmet, que mostraram que houve diferença significativa de chuvas entre os meses o que trouxe a diferença de nível já que a água da chuva escoas das áreas ao redor da lagoa para dentro dela, trazendo esses nutrientes.

Esta observação é muito importante já que nenhuma das outras lagoas que foram analisadas neste trabalho tem em seu entorno áreas de agricultura como a lagoa Brejão. Revelando que esta atividade está diretamente relacionada com os níveis de determinados nutrientes que foram analisados.

Como pode-se observar, a lagoa Brejão é umas das poucas lagoas que seu entorno está ocupado por casas, empresas ou terrenos que são particulares. (Figura 1f)

3.6 Clorofila -a

A clorofila-a é o principal pigmento fotossintético presente em organismos fitoplanctônicos, como algas e cianobactérias, sendo amplamente utilizada como indicador da biomassa algas e do estado trófico de ecossistemas aquáticos. Sua concentração na água reflete diretamente a disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, que, quando presentes em excesso, estimulam a proliferação de algas e podem desencadear processos de eutrofização (Esteves, 2011).

Em ambientes urbanos, o aumento das concentrações de clorofila-a está geralmente associado ao aporte excessivo de nutrientes — especialmente nitrogênio e fósforo — provenientes do escoamento superficial de áreas pavimentadas, do lançamento de efluentes domésticos e da lixiviação de fertilizantes agrícolas, podendo desencadear processos de eutrofização e comprometer a qualidade da água para usos recreativos e paisagísticos (Cunha; Calijuri; Lamparelli, 2013). Dessa forma, o monitoramento da clorofila-a e a classificação do Índice de Estado Trófico (IET) constituem ferramentas essenciais para a avaliação do grau de degradação ou preservação das lagoas urbanas de Sete Lagoas, permitindo identificar os corpos lacustres mais vulneráveis ao enriquecimento por nutrientes e orientar ações de manejo.

As concentrações de clorofila-a apresentaram forte variação sazonal entre os meses de maio e novembro em todas as lagoas avaliadas. Em maio, as lagoas Paulino, Cercadinho e Brejão, estão em condição de alta produtividade de algas, compatível com eutrofização avançada. Nas lagoas Paulino e Cercadinho, suspeita-se que as causas principais para o aumento da floração algal sejam o arraste superficial de nutrientes da área urbana (escoamento de ruas, esgoto, lixo, fezes de aves, etc.) somado com a pouca vegetação na margem. Já para a lagoa do Brejão, acredita-se que o aumento da clorofila seja resultado do escoamento superficial de nutrientes para área interna da lagoa somado ao aporte de resíduos agrícolas (fertilizantes ricos em K, N, P).

Por limitação do volume amostral disponível, a determinação da clorofila-a foi realizada em medição única por lagoa em cada período, não sendo possível a análise em triplicata. Diante disso, o teste t pareado foi aplicado com base nos sete pares de valores (uma por lagoa), utilizando as concentrações calculadas a partir das absorbâncias medidas em 665 nm e 750 nm. Em maio, a média geral foi de 17,20 $\mu\text{g/L}$ (DP = 12,45; CV = 72,4%), e em novembro foi de 1,67 $\mu\text{g/L}$ (DP = 1,67; CV = 99,6%). O teste t pareado (bicaudal, $\alpha = 0,05$, gl = 6) indicou diferença estatisticamente significativa entre os dois períodos ($t = 3,76$; $p = 0,049$), com redução expressiva das concentrações em novembro. Essa queda generalizada é coerente com a diminuição do aporte de nutrientes associada ao menor volume de precipitação precedente à coleta de novembro (Tabela 1). Vale ressaltar que, em razão da ausência de triplicatas para esse parâmetro, o poder estatístico do teste é menor que o dos demais, devendo os resultados ser interpretados com cautela.

As lagoas com maior grau de urbanização e menor cobertura vegetal ciliar, especialmente Paulino e Cercadinho, apresentaram os maiores valores de clorofila-a no mês de maio, sugerindo forte aporte de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) decorrentes do escoamento superficial de áreas pavimentadas, possíveis contribuições de efluentes domésticos e deposição de matéria orgânica nas margens. De modo similar, a Lagoa Brejão exibiu concentrações elevadas de clorofila-a em maio (22,52 µg/L), em consonância com os altos teores de potássio observados nesse corpo hídrico, o que reforça a influência das atividades agrícolas presentes em seu entorno imediato.

Foi utilizado os parâmetros de IET (Índice de Estado Trófico) para determinar o estado de degradação ou preservação das lagoas urbanas da cidade. Este parâmetro constitui uma parte importante dos estudos sobre a qualidade da água. Baseado em variáveis hídricas relativamente simples de medir e quantificar, são fáceis de calcular e simples de compreender e explicar. (CUNHA; CALIJURI; LAMPARELLI, 2013)

Tabela 8: Parâmetros indicadores do grau de trófia de corpos lacustre segundo os valores de Clorofila.

Clorofila (mg/m3)	
Ultraoligotrófico	$\leq 1,17$
Oligotrófico	$1,17 < CL \leq 3,24$
Mesotrófico	$3,24 < CL \leq 11,03$
Eutrófico	$11,03 < CL \leq 30,55$
Supereutrófico	$30,55 < CL \leq 69,05$
Hipereutrófico	$69,05 < CL$

Fonte: (LAMPARELLI, 2004)

Em maio, a maioria das lagoas apresentou condição de meso a supereutrofia, indicando ambientes mais produtivos e com maior potencial de florações algais. As lagoas Mucuri, Catarina e Boa Vista foram classificadas como mesotróficas, sugerindo níveis intermediários de nutrientes e produção algas. José Felix também se manteve em condição mesotrófica, assemelhando-se a essas lagoas. A lagoa Brejão já se encontrava em condição eutrófica, com concentrações de clorofila-a mais elevadas. As lagoas Cercadinho e Paulino apresentaram o quadro mais crítico, classificadas como supereutróficas, revelando alta disponibilidade de nutrientes e intensa produção fitoplanctônica.

No mês de novembro, o cenário modifica-se significativamente, com uma redução geral da trofia das lagoas. Mucuri e Brejão passaram a ser classificadas como oligotróficas, indicando baixa concentração de clorofila-a e menor produtividade primária, compatível com

uma menor disponibilidade de nutrientes. Cercadinho e Paulino apresentaram estado mesotrófico, sugerindo um nível intermediário, inferior à condição de supereutrofia observada em maio. Já as lagoas José Felix, Catarina e Boa Vista foram classificadas como ultraoligotróficas, indicando as menores concentrações de clorofila-a e um ambiente de baixíssima produtividade, reforçando a tendência de oligotrofização no período de menor precipitação.

Tabela 9: Resultados das análises de clorofila -a para as sete lagoas analisadas nos meses de maio e novembro.

Maio			Novembro	
Lagoas	Cl-a(ug/L)	Classificação	Cl-a(ug/L)	Classificação
Boa Vista	5,7874	Mesotrófico	0,1098	Ultraoligotrófico
Brejão	22,5181	Eutrófico	1,3181	Oligotrófico
Catarina	10,4352	Mesotrófico	0,5492	Ultraoligotrófico
Cercadinho	31,6897	Supereutrófico	3,2953	Mesotrófico
Jose Felix	8,2383	Mesotrófico	0,4943	Ultraoligotrófico
Mucuri	6,5907	Mesotrófico	1,3181	Oligotrófico
Paulino	35,1502	Supereutrófico	4,6135	Mesotrófico

A redução generalizada das concentrações de clorofila -a em novembro está de acordo com a diminuição da precipitação no período precedente à amostragem, evidenciada pelos dados pluviométricos (Tabela 2). Com um menor aporte de nutrientes, as lagoas recuam para níveis típicos de baixa a moderada atividade de proliferação de fitoplânctons. De maneira geral, analisando o parâmetro de clorofila-a, as águas das lagoas não se enquadram em padrões de águas que estão dentro dos limites para a água viável para o consumo humano. Esses corpos lacustres não têm esta finalidade, assim como as análises realizadas.

Tabela 10: Dados das coletas das lagoas obtidas no mês de maio de 2025.

Lagoas	Mg (mg/L)	Dureza a (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl- a(ug/ L)	Turbid ez	pH	Na (ppm)	K (ppm)
Boa Vista	33,67	104,33	1,94	5,7874	2,30	8,00	13	16
Brejão	20,84	77,11	3,89	22,518 1	6,60	8,04	60	100
Catarina	30,46	104,33	3,89	10,435 2	2,00	8,06	12	20
Cercadinho	16,03	81,65	7,78	31,689 7	5,30	8,06	44	10
Jose Felix	20,84	104,33	9,72	8,2383	2,90	8,00	65	20
Mucuri	27,25	193,54	24,95	6,5907	27,50	8,30	67	15
Paulino	16,03	49,90	0,97	35,150	12,60	8,00	55	12

Lagoas	Mg (mg/L)	Dureza (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl- (ug/L)	Turbidez	pH	Na (ppm)	K (ppm)
--------	--------------	------------------	--------------	---------------	----------	----	-------------	------------

Fonte: Próprio Autor (2026)

Tabela 11: Dados das coletas das lagoas obtidas no mês de novembro de 2025.

Lagoas	Mg (mg/L)	Dureza (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl- (ug/L)	Turbidez	pH	Na (ppm)	K (ppm)
Boa Vista	2,92	78,62	22,98	0,1098	8,00	8,606	7.8	25.5
Brejão	0,65	89,21	30,46	1,3181	19,00	7,940	40	77
Catarina	2,92	90,72	27,25	0,5492	12,00	8,458	9	17.2
Cercadinho	7,13	95,26	21,91	3,2953	15,00	8,627	24	9
Jose Felix	1,94	92,23	29,39	0,4943	6,00	8,007	25	7.3
Mucuri	9,40	125,50	28,86	1,3181	12,00	7,965	36	9.7
Paulino	4,86	86,18	22,44	4,6135	15,00	8,292	30	7

Fonte: Próprio Autor (2026)

3.7 Discussão Integrada

Devido a existência de estudos realizados nas lagoas urbanas da cidade de Sete Lagoas entre os anos de 2014 -2017 foram comparadas as análises de pH, sódio, potássio e turbidez, que são parâmetros analisados em comum em todos os trabalhos anteriores no presente trabalho.

A analogia dos parâmetros físico-químicos das lagoas urbanas de Sete Lagoas ao longo de mais de uma década de monitoramento revela padrões consistentes e tendências temporais significativas. A estabilidade dos valores de pH em todos os períodos estudados confirma o controle geológico exercido pelo sistema cárstico sobre este parâmetro, com a dissolução de carbonatos mantendo as águas em condições alcalinas, independentemente das variações sazonais e das intervenções antrópicas. Ferreira et al. (2016) reportaram, para maio de 2015, valores de pH entre 7,45 e 8,25 entre as sete lagoas, enquanto Bueno et al. (2018) encontraram, ao longo de doze meses de monitoramento, médias de pH entre 7,9 e 8,7, com valores máximos atingindo 9,95 na Lagoa Boa Vista. O estudo de 2025, por sua vez, registrou valores entre 8,0 e 8,3, muito similares aos encontrados por Ferreira et al. (2016) para o mesmo mês de coleta.

As concentrações de sódio apresentaram a tendência temporal mais notável, com redução significativa entre os estudos de 2015–2016 e 2025. Ferreira et al. (2016) reportaram,

em maio de 2015, concentrações de sódio variando de 4,6 mg/L na Lagoa Catarina a 149 mg/L na Lagoa Mucuri, com as lagoas centrais Paulino e Mucuri destacando-se com valores de 115 mg/L e 149 mg/L, respectivamente. Bueno et al. (2018) corroboraram esses achados ao longo de doze meses, encontrando médias anuais de sódio de 99,1 mg/L para a Lagoa Mucuri, 81,8 mg/L para a Lagoa Paulino e 86,8 mg/L para a Lagoa José Félix. O estudo de 2025, por sua vez, encontrou valores máximos em torno de 40 mg/L, indicando uma redução expressiva. Esta melhora pode estar associada ao volume de chuvas para a época do qual não foi citado nos estudos anteriores. Contudo, a persistência de valores mais elevados nas lagoas centrais Mucuri e Paulino indica que estas ainda recebem aportes significativos de sódio, possivelmente oriundos de escoamento urbano e efluentes domésticos, conforme já sugerido por Bueno et al. (2018).

A Lagoa Brejão destaca-se como um caso singular no contexto das lagoas urbanas de Sete Lagoas. As concentrações consistentemente elevadas de potássio, observadas desde os estudos de Moraes et al. (2016) e Ferreira et al. (2016) até o presente estudo de 2025, confirmam a influência das atividades agrícolas desenvolvidas em seu entorno. Moraes et al. (2016), monitorando a Lagoa Brejão entre julho de 2013 e março de 2014, encontraram concentrações de potássio variando sazonalmente e atribuíram essa variação ao uso de fertilizantes nas atividades agrícolas do entorno. Ferreira et al. (2016) reportaram, para maio de 2015, concentração de potássio de 28 mg/L na Lagoa Brejão, valor significativamente superior às demais lagoas, que variaram entre 5,6 e 11,5 mg/L. Bueno et al. (2018) confirmaram essa singularidade ao longo de doze meses, encontrando média anual de potássio de 13,4 mg/L para a Lagoa Brejão, enquanto as demais lagoas apresentaram médias entre 2,2 e 4,8 mg/L. A presença de uma empresa de produção de mudas, áreas de agricultura familiar e a área experimental da UFSJ no entorno da lagoa constituem fontes contínuas de potássio, carregado principalmente durante os períodos chuvosos.

A turbidez, por sua vez, apresentou padrões distintos entre as lagoas, refletindo diferenças no grau de urbanização do entorno e na presença de vegetação ciliar. Ferreira et al. (2016) reportaram, para maio de 2015, valores de turbidez variando de 4,11 NTU na Lagoa Paulino a 35,3 NTU na Lagoa Brejão, com a Lagoa Mucuri apresentando 9,91 NTU. Moraes et al. (2016), monitorando especificamente a Lagoa Brejão entre julho de 2013 e março de 2014, encontraram valores de turbidez variando de 2,72 a 10,44 NTU, com os maiores valores registrados nos meses de novembro, dezembro e março. O estudo de 2025 revelou que as lagoas centrais Mucuri e Paulino, com margens pouco vegetadas e intensa ocupação urbana,

apresentaram consistentemente os maiores valores de turbidez, enquanto lagoas com maior cobertura vegetal e acesso restrito exibiram valores mais baixos. A redução da turbidez na Lagoa Brejão entre 2015 e 2025, quando comparados os dados de Ferreira et al. (2016) evidencia uma melhora nas condições de qualidade da água desse corpo hídrico ao longo da última década, possivelmente associada à redução do escoamento superficial no período de estiagem.

A sazonalidade revelou-se um fator importante na variação dos parâmetros físico-químicos. O estudo de 2025 demonstrou que o volume de precipitação antecedente às coletas influenciou significativamente as concentrações de sódio e potássio, com maiores valores associados a períodos de maior escoamento superficial. Esta relação entre pluviosidade e qualidade da água já havia sido sugerida por Bueno et al. (2018), que observaram aumento da condutividade durante os meses mais secos e variações nas concentrações iônicas ao longo do ano. De modo similar, Moraes et al. (2016) já haviam observado variação sazonal nos parâmetros físico-químicos da Lagoa Brejão, com alterações nas concentrações de cloreto, potássio e sódio ao longo dos meses de monitoramento.

Do ponto de vista estatístico, os resultados do teste t pareado demonstram que apenas o sódio e a clorofila-a apresentaram variação sazonal estatisticamente significativa entre maio e novembro ($p = 0,006$ e $p = 0,049$, respectivamente). Os demais parâmetros — pH ($p = 0,177$), dureza ($p = 0,501$), turbidez ($p = 0,304$) e potássio ($p = 0,797$) — não apresentaram diferença significativa, o que indica estabilidade geoquímica e relativa homogeneidade temporal para esses parâmetros no conjunto das lagoas avaliadas. Essa estabilidade é consistente com o controle geológico exercido pelo sistema cárstico da região.

4 CONCLUSÃO

As comparações mostraram que as lagoas têm o volume de pH relativamente igual ao longo de 10 anos, corroborando com o fato dessas lagoas estarem em áreas de formação cárstica para a manutenção dos níveis apresentados nas análises.

Outro aspecto relevante diz respeito à influência do ambiente hidrogeológico nas características das águas analisadas. A comparação entre as águas das lagoas e o sistema de abastecimento público demonstra que a origem da captação – seja para consumo humano ou como afloramento para manutenção dos espelhos d'água – determina diretamente os teores de CaCO_3 . Constata-se que fontes mais profundas apresentam maior concentração desse

composto, resultando em parâmetros típicos de água dura, conforme evidenciado pela correlação positiva entre profundidade do lençol e dureza carbonatada.

A clorofila-a e o sódio foram os parâmetros que apresentaram variação sazonal estatisticamente significativa entre os dois períodos de coleta (teste t pareado, $p < 0,05$), com reduções expressivas em novembro em relação a maio. Os demais parâmetros avaliados — pH, dureza, turbidez e potássio — não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), refletindo a estabilidade geoquímica imposta pelo sistema cárstico regional e a menor dependência desses parâmetros em relação à variação sazonal da precipitação.

As lagoas com melhor qualidade da água: Catarina e Boa Vista destacaram-se positivamente, com os menores teores de sódio, turbidez reduzida e condição ultraoligotrófica em novembro.

As lagoas com maior influência antrópica (Mucuri e Paulino), localizadas no centro da cidade, apresentaram os piores indicadores: sódio elevado, turbidez alta e clorofila-a compatível com supereutrofia (Paulino). A ausência de vegetação ciliar, a intensa ocupação urbana e a conexão com a drenagem pluvial explicam esse quadro. A Lagoa Brejão, embora mais afastada, sofre influência das atividades agrícolas do entorno, evidenciada pelas concentrações de potássio muito superiores às demais lagoas.

Os resultados obtidos neste estudo apontam para a necessidade de ampliação do monitoramento das lagoas urbanas de Sete Lagoas em trabalhos futuros. A realização de coletas em um maior número de períodos ao longo do ano permitiria capturar com maior precisão a dinâmica sazonal dos parâmetros avaliados, superando a limitação inerente à amostragem restrita a dois momentos distintos. Adicionalmente, recomenda-se a inclusão do fósforo total e do nitrogênio total nas análises subsequentes, uma vez que esses nutrientes são determinantes para a compreensão dos processos de eutrofização e para o cálculo do Índice de Estado Trófico de forma mais completa e consistente. A incorporação desses parâmetros, aliada a um monitoramento contínuo e sistemático, forneceria subsídios mais robustos para orientar políticas públicas de gestão ambiental voltadas à preservação desses corpos hídricos.

Ainda que os corpos lacustres analisados da cidade de Sete Lagoas estejam inseridos em contextos urbanos, e sofrem interferências diretas e indiretas do ambiente, os resultados das análises mostram que a qualidade da água das amostras analisadas, embora não estejam no patamar de parâmetros ideais para consumo, demonstram que estes ambientes aquáticos, em sua maioria, não apresenta situações que necessitam de intervenção urgente, mas que merecem atenção e cuidado, já que para alguns parâmetros os níveis se encontram muito próximos do limite para ser considerados ambientes poluídos. O cuidado com os corpos

hídricos analisados é de extrema importância, uma vez que são locais que fazem parte do contexto, histórico, ambiental, paisagístico e social da cidade.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information

System: versão 3.34. [S.l.]: QGIS Association, 2026. Software. Disponível em: www.qgis.org. Acesso em: 8 jun. 2026.

BOTELHO, L. A. L. A. Gestão dos recursos hídricos em Sete Lagoas/MG: uma abordagem a partir da evolução espaço-temporal da demanda e da captação de água.

2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

BUENO, G. H. et al. Seasonal Water Evaluation of Main Lagoons in the City of Sete Lagoas-MG. Revista Virtual de Química, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 863-874, 2018.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. do C.; LAMPARELLI, M. C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSI_{tr}). Ecological Engineering, [s.l.], v. 60, p. 126–134, 2013. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2013.07.058.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERREIRA, L. C. et al. Água como tema central na educação ambiental. Scientific Electronic Archives, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 67-72, 2016.

FRICKE, L.; KABISCH, N. Impact of urban blue spaces on urban surface temperatures - A seasonal perspective. Scientific Reports, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 14697, 2026.

GEOLOGICAL SURVEY IRELAND. Enclosed depressions (dolines). Dublin: Geological Survey Ireland, 2024.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. (IBP Handbook, n. 8).

GOOGLE. Google Earth Pro. [S.l.]: Google, 2026. Software. Disponível em: www.google.com/earth/. Acesso em: 6 jun. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Tempo. [S.l.]: INMET, 2026. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/GraficosDiarios/A001>. Acesso em: 19 maio 2026.

KAUSHAL, S. S. et al. Freshwater salinization syndrome on a continental scale.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, [S.l.], v. 115, n. 4, p. E574-E583, 2018.

- KATARIA, S.; JAJOO, A.; GURUPRASAD, K. N. Impact of increasing ultraviolet-B (UV-B) radiation on photosynthetic processes.** *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, [s.l.], 2014. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2014.02.004.
- 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) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-20032006-075813/publico/TeseLamparelli2004.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2026.
- MEDEIROS, A. N.; NAVONI, J. A. Análise da relação entre a qualidade da água de mananciais superficiais e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, [S.l.], v. 62, 14 set. 2023.
- MORAES, F. A. et al. Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos de fontes alternativas de água na região de Sete Lagoas - MG.** *Scientific Electronic Archives*, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 17-22, 2016.
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011.
- RODRIGUES, J. C. A.; REIS, L. L.; SILVA, C. A. Avaliação da produção e qualidade de frutos de melancia sob diferentes doses de potássio em cobertura.** *Revista Agrogeoambiental*, [S.l.], v. 8, n. 4, 30 dez. 2016.
- SETE LAGOAS (Município). Decreto nº 4.066, de 26 de abril de 2010. Sete Lagoas, MG, 2010.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/s/sete-lagoas/decreto/2010/407/4066/decreto-n-4066>. Acesso em: 12 jun. 2026.
- SIEGEL, D. I. et al. Hydrochemical signatures of karst aquifers: linking geochemical processes to groundwater flow paths.** *Journal of Hydrology*, [s.l.], 2023.
- SINGH, V. K. et al. Resilience and mitigation strategies of cyanobacteria under ultraviolet radiation stress.** *International Journal of Molecular Sciences*, [s.l.], v. 24, n. 15, p. 12381, 2023. DOI: 10.3390/ijms241512381.
- SOUZA, F. P.; AZEVEDO, J. P. S. Panorama das lagoas urbanas no Rio de Janeiro: aspectos relevantes na gestão das Lagoas Rodrigo de Freitas, Araruama e Complexo Lagunar de Jacarepaguá.** *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [S.l.], v. 25, p. 197–204, 2020.
- TIAN, B. et al. Hydrochemical evolution of karst groundwater and mining-induced activation effects in a coal mining area: a case study from the Tengxian coalfield, China.** *ACS Omega*, [s.l.], v. 10, n. 37, p. 42548–42560, 2025. DOI: 10.1021/acsomega.5c04077.

TIMO, M. B. Caracterização geomorfológica da região cárstica Arcos-Pains e de seus sistemas cársticos. Caderno de Geografia, [S.l.], v. 32, n. 68, p. 191, 2022.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.



Universidade Federal
de São João del-Rei

ANEXO A

Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ

Eu Lucas Fernandes Lopes, RG 19-2370121

Org. Exp. PCMG, CPF 121.839.126-00, e-mail: lucasflopes1720@gmail.com, telefone (31) 97126-4169, na qualidade de titular dos direitos de autor que recaem sobre minha produção:

(X) trabalho de conclusão de curso () dissertação de mestrado () tese de doutorado

() _____ (outro)

Título: Avaliação Dos Paramentos Físico-Químicos de Lagoas urbanas de Sete Lagoas–Mg, correlacionado o Contexto em Torno Destes Corpos De Água, defendida em: 08/ 07/ 2026, no programa de (X) Graduação () Pós-Graduação em Engenharia Agrônômica, com fundamento nas disposições sobre direitos autorais (Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998), autorizo a Universidade Federal de São João del-Rei a disponibilizar gratuitamente a obra citada, sem ressarcimento de direitos autorais, para fins de leitura e impressão, a título de divulgação da produção científica gerada pela universidade, a partir desta data. Autorizo a liberação:

() Total

(X). Parcial (serão disponibilizados apenas resumo, palavras-chave, e os dados: autor, título, membros da banca examinadora, data de defesa, entre outros). Motivo: O presente trabalho será submetido à avaliação para publicação em periódico científico. Em atendimento às políticas editoriais da revista, o texto integral não poderá ser disponibilizado publicamente antes da conclusão do processo de avaliação e da eventual publicação do artigo.

Obs.:

- No caso de liberação parcial, a dissertação/tese impressa não poderá ser consultada no acervo.
- Estou ciente que, em caso de liberação parcial, o documento será mantido nesta opção durante 1 (um) ano a partir da data de autorização da publicação. Para ampliação deste prazo, devo manifestar-me junto a Dibib/UFSJ. Para liberação antes do prazo estipulado, formalizarei a autorização. Se não houver manifestação, o texto completo da dissertação/tese será liberado em sua totalidade e a versão impressa será disponibilizada para consulta.
- O conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade.

Sete Lagoas, MG, 08 de julho de 2026.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS FERNANDES LOPES
Data: 15/07/2026 23:35:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor