

IV-29 - AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DO LAGO DO PARQUE VACA BRAVA - GOIÂNIA

Natasha de Lima Dias Conceição⁽¹⁾

Estudante em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Nicolle Silva Oliveira

Estudante em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Celiane Dias dos Santos

Estudante em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Nora Katia Saavedra del Aguila Hoffmann

Bióloga e Doutora em Hidráulica e Saneamento. Professora Associada da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG).

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Goiás (UFG). Avenida Universitária 1488, Quadra 86 – Setor Leste Universitário, Goiânia – GO. CEP: 74605-220 – Brasil - e-mail: Natashalimadias2005@gmail.com.

RESUMO

O presente estudo avaliou a qualidade físico-química e microbiológica da água do Parque Vaca Brava em Goiânia, que é local de afloração de água e cercada de edifícios, com o intuito de garantir a sustentabilidade e seu uso pela sociedade goianiense. Diante disso, as variáveis físico-químicas indicam uma série de processos que acontecem nos corpos hídricos, e esses resultados para os pontos 1, 2 e 3 avaliados foram respectivamente: temperatura de 26°C, 28°C e 28°C para a estação chuvosa e 25°C, 26°C e 26°C para a estação seca; pH 5,81, 5,98 e 6,15 para a estação chuvosa e 5,32, 5,60 e 5,91 para a estação seca; turbidez de 25,9, 28,4 e 25,6 NTU para a estação chuvosa e 9,77, 17,1 e 16,37 NTU para a estação seca; condutividade elétrica 172,2, 175,4 e 171,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a estação chuvosa e 135,1, 138,9 e 134,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a estação seca; DBO_5 de 2,21, <2 e 2,12 mgO_2/L para a estação chuvosa e <2, <2 e <2 mgO_2/L para a estação seca; clorofila *a* 1 $\mu\text{g}/\text{L}$ para todos os pontos em ambas as estações; fosfato <0,01 mgPO_4/L para todos os pontos em ambas as estações; ortofosfato: <0,01 $\text{mgPO}_4^{3-}/\text{L}$ para todos os pontos em ambas as estações; feofitina *a* <1,0 em todos os pontos em ambas as estações. Já os resultados microbiológicos, para os coliformes totais apresentaram os seguintes valores, para os pontos 1, 2 e 3: 17 890 NMP/100ml, 18 720 NMP/100ml e 19 863 NMP/100ml para a estação chuvosa, e os valores de 34 480 NMP/100ml, 111 990 NMP/100ml e 98 040 NMP/100ml para a estação seca. Os valores de *Escherichia coli* para os pontos 1, 2 e 3 foram: 473 NMP/100ml, 272 NMP/100ml e 246 NMP/100ml para estação chuvosa, e de 373 NMP/100ml e o mesmo valor de 285 NMP/100ml para os pontos 1 e 2 na estação seca. Os resultados encontrados para as variáveis físico-químicas e microbiológicas evidenciaram que a água do Vaca Brava está dentro dos padrões estabelecidos para classe 2, de acordo com a classificação do CONAMA 357/2005. Embora os valores de pH estejam ligeiramente abaixo do intervalo permitido, essa discrepância não é significativa, dado que o lago não é utilizado para abastecimento público. Além disso, foram identificados na estação chuvosa e seca 24 gêneros distintos de organismos fitoplanctônicos. Logo, possivelmente o lago não está passando por processos de eutrofização.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Lago Urbano, Poluição, Eutrofização.

INTRODUÇÃO

A água possui grande importância para vida no planeta, ocupando 75% da superfície da terra, constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, sendo também o solvente universal da maioria das substâncias devido a suas propriedades químicas. Diante disso, apesar de sua relevância para os ecossistemas, a problemática das contaminações ameaça a biota dos corpos d'água. Vale ressaltar, que as alterações danosas ao meio aquático estão relacionadas com seu uso de acordo a resolução do CONAMA 357/2005 (Libânio, 2010). A Lei n° 9.433, conhecida como a Política Nacional dos Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos da água é de acordo com o seu uso preponderante que visa assegurar a qualidade da água com o uso mais exigente que forem destinadas, diminuir os custos de combate à poluição por meio de ações preventivas (Brasil, 1997). Diante disso, a resolução do CONAMA n° 357 (Brasil, 2005) é uma normativa referente a



qualidade da água, por classificar os corpos hídricos, definindo diretrizes ambientais para seu enquadramento e estabelecimento dos valores de parâmetros físico-químicos e biológicos e determina as condições de lançamentos de efluentes (Passos *et al.*, 2018).

As características físicas e químicas das águas indicam uma série de processos que acontecem nos corpos hídricos, podendo ser utilizada para indicar a qualidade e condição do recurso, tais como, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e fósforo. Diante disso, dentre as características físicas tem-se a temperatura que está relacionada com a transferência de calor devido á agitação das partículas; a turbidez que se refere à redução de transparência do meio, por ação de materiais suspensos; a condutividade elétrica que é a quantidade de sais dissolvidos no fluido, por consequência, possuindo uma capacidade de conduzir corrente elétrica (Libânio, 2010).

Em sequência, já as características químicas são: o pH relacionado a concentração de H^+ podendo alterar o meio em ácido, básico ou neutro; oxigênio dissolvido (OD), utiliza-se o OD de saturação, ou seja, é a quantidade de oxigênio dissolvido na água e tal medida é inversamente proporcional a temperatura; a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) corresponde a variação de OD consumida em 5 dias á 20°C, dessa forma, obtendo um valor de matéria orgânica, visto que, o oxigênio é utilizado no processo de degradação. Por fim, o fósforo, na forma de fosfato, pode estar associado a compostos orgânicos ou a rochas fosfatadas, enquanto os ortofosfatos podem estar relacionados ao lançamento de esgoto na água (Libânio, 2010).

Outro parâmetro importante na qualidade das águas são as biológicas do corpo hídrico, uma vez que os microrganismos possuem relevância quanto a transmissão de doenças a partir do contato ou ingestão com os patogênicos. Nesse sentido, as bactérias que pertencem ao grupo coliformes vivem no trato intestinal de animais com sangue quente, portanto, são usadas como bioindicadoras de contaminação de um meio aquático de origem fecal, além disto, podem ser encontradas no solo e na vegetação. Os coliformes totais, inclui uma ampla listagem de bactérias ambientais e de origem fecal capazes de sobreviver ao meio aquático, fermentar lactose e produzir aldeído em 24 horas a temperaturas de 35 a 37 ° e a *Escherichia coli* é distinta dos demais coliformes termotolerantes pelo fato de possuir a enzima (3-glucoronidase), sendo indicadora de poluição fecal no meio (Libânio, 2010).

A *Escherichia coli*, é um subgrupo de bactérias coliformes, anaeróbias facultativas, ou seja, desempenham o metabolismo aeróbico na presença de oxigênio, mas mudam para anaeróbico quando não há oxigênio. Além disso, a célula desse microrganismo é em forma de bastonete e possui envoltório celular gram-negativa, não formadoras de esporos. Por fim, possui relevância, além de causar diarreias, é importante indicador de água contaminada de origem fecal, visto que, é um habitante natural do sistema digestório humano (Black, J; Black, L., 2021).

Os motivos da escolha desse subgrupo como indicador está baseado em que são bactérias encontradas em fezes de animais de sangue quente, incluindo o humano, são detectáveis e quantificadas facilmente por métodos simples e economicamente viáveis, podendo ser realizadas em qualquer tipo de água. Além disso, sobrevivem por períodos mais longos do que bactérias patogênicas intestinais devido a sua menor exigência nutricional e também a sua incapacidade de reprodução em ambientes aquáticos ou se multiplicarem menos que bactérias entéricas. Por fim, desempenham uma maior resistência aos agentes tensoativos e desinfetantes do que bactérias patogênicas (Brasil, 2013).

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, encarregados pelo processo fotossintético. A clorofila *a* é a mais universal das clorofilas e representa de 1 a 2% do peso do material orgânico em todas as algas planctônicas e por isso é indicador de estado trófico dos ambientes aquáticos. Já a feofitina *a* é um produto da degradação da clorofila *a* que pode absorver luz no mesmo espectro que a clorofila *a*, podendo interferir nas medidas deste pigmento, portanto, o resultado de clorofila *a* deve ser corrigido de forma a não incluir a concentração de feofitina *a* (CETESB, 2022).

Os fitoplânctons são um conjunto de microrganismos fotossintetizantes, compostos por algas microscópicas e cianobactérias, que apresentam grande relevância para o meio ambiente. Nesse sentido, como seres fotossintetizantes, proporcionam parte da oxigenação da água, além de constituírem base da cadeia alimentar aquática. Sua presença e concentração está associada ao estado trófico do manancial (Bernado, 1995).



A determinação da composição da comunidade fitoplanctônica é uma valiosa ferramenta para a análise ambiental e é fundamental para a compreensão do regime de mudanças nos ecossistemas aquáticos, sendo utilizados como bioindicadores de qualidade da água (Albano, 2023). Diante disso, a presença de fitoplânctons no manancial afeta as características da água, tais como turbidez, cor, cheiro, odor, mudanças essas que são facilmente observadas, sem a necessidade de uma análise muito aprofundada. As comunidades fitoplanctônicas presentes em determinado corpo d'água são, portanto, importantes indicadores das condições ecológicas do ecossistema aquático, devido a que atuam como “sensores refinados das propriedades ambientais” (Margalef, 1983).

A comunidade fitoplanctônica pode apontar o descontrole no ecossistema, proveniente das condições ambientais em que se encontra a bacia hidrográfica, sendo a interferência humana (antropogênica) o principal causador desse descontrole, como é o caso do descarte inadequado de resíduos, o despejo de efluentes nos cursos d'água, supressão da vegetação local, etc.

Atualmente, Goiânia conta com 30 parques e bosques distribuídos pela cidade, entretanto, o foco desse trabalho foi analisar a água do Parque Vaca Brava, localizado entre o Setor Bueno e o Jardim América, dois importantes bairros que margeiam o local longitudinalmente. As vias que contornam o parque são as avenidas T-3, T-5, T-10 e T-15. Nesse sentido, o Parque Municipal Sullivan Silvestre, mais conhecido como Parque Vaca Brava, foi criado em 1951, pelo Decreto que aprovou o loteamento do Setor Bueno, é um dos mais frequentados pela população goianiense, sendo destino para área de lazer e práticas esportivas, podendo também servir o local para realização de eventos, vale ressaltar que, atualmente o parque é uma área de proteção ambiental. (CAU/GO, 2013). Estudos hidrológicos mostraram que a nascente do córrego Vaca Brava ocupa a região de DALLES (depressões circulares correspondentes a antigas veredas), o solo do local é constituído por argila e matéria orgânica com lençol freático aflorante (Montes, 2008 *apud* AMMA, 1996).

Diante disso, as características morfológicas, hidrológicas e estruturais do local indicam que a área é imprópria para ocupação, principalmente, por apresentar afloramento do lençol freático. Portanto, com essas problemáticas associadas ao local de estudo, o córrego Vaca Brava é uma bacia de captação de Goiânia, assim, toda a água na região da avenida Mutirão e em bairros com o Jardim América, Nova Suíça direcionam-se para o ponto mais baixo, onde está o córrego (Montes; Leite, 2008).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar os parâmetros físico-químicos e biológicos, além de uma análise qualitativa das comunidades fitoplanctônicas do Lago do Parque Vaca Brava em Goiânia, indicando a qualidade e condições da água, evidenciando se a área de preservação ambiental está dentro dos limites estabelecidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo situa-se no córrego Vaca Brava, entre o setor Bueno e setor Jardim América, dois locais próximos que margeiam a área longitudinalmente (CAU/GO, 2013).

Para uma avaliação espacial e temporal da qualidade da água no Lago Vaca Brava, foram selecionados 3 pontos utilizando marcações cujas coordenadas do ponto 1 são 16°42'33"S 49°16'13"W próximo da nascente do córrego Vaca Brava, á montante do lago; ponto 2 em 16°42'29"S 49°16'15"W, encontrada á margem direita e por fim o ponto 3 localizado em 16°42'29"S 49°16'17"W próximo do vertedor do córrego, á jusantes do lago (Google Earth, 2023), conforme indica a figura 1.



Figura 1: Pontos selecionados para análise.

Foram realizadas coletas na estação chuvosa e seca, buscando identificar as possíveis alterações em amostras de água a partir dos parâmetros físico-químicos, como temperatura, turbidez, condutividade elétrica, DBO₅, e biológicos, tais como: clorofila *a*, feofitina *a*, coliformes totais, *Escherichia coli* (tabela 1), além da comunidade fitoplanctônica que foram coletadas através de processos seletivos (rede de plâncton 25µm).

Tabela 1: Métodos utilizados para análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Parâmetros	Unidades	Métodos	Normas	Padrão CONAMA 357/2005
Temperatura	°C	Eletrométrico	SMEWW - 21° ed. 2005, Método 2550 B	
pH		Potenciométrico	SMEWW - 21° ed. 2005, Método 4500 A e B	6-9
Turbidez	NTU	Nefelométrico	SMEWW 21° ed. 2005, Método 2130 B	Até 100 UNT
Condutividade	µS/cm	Condutivímetro	SMEWW – 21 ed. 2005, Método 2510 B	
DBO ₅	mgO ₂ /L	Respirométrico	SMEWW 21° ed. 2005, Seção: 5210 D	Até 5 mgO ₂ /L
Clorofila <i>a</i>	µg/L	Espectrofotometria	SMEWW 21° ed. 2005, Seção: 10200 H	Até 30 µg/L
Fosfato	mgPO ₄ P/L	Colorimétrico	SMEWW 21° ed. 2005, Seção 4500-P B e E	0,050 mg/L
Ortofosfato	mgPO ⁻³ ₄ P/L	Colorimétrico	SMEWW 21° ed. 2005, Seção 4500-P B e E	0,050 mg/L
Coliformes totais	NMP/ 100ml	Colilert	Quanty try	*****
<i>E. coli</i>	NMP/ 100ml	Colilert	Quanty try	1000 NMP/100ml
Feofitina <i>a</i>	mg/l	Espectrofotometria	SMEWW- 21° ed. 2005, Seção: 10200 H	

As análises de pH, condutividade elétrica e turbidez foram feitas no laboratório de Saneamento, os coliformes totais e *E. coli* no laboratório de Biologia da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Já a DBO, clorofila *a*, feofitina *a*, fosfato e ortofosfato foram realizados em laboratório particular. Os métodos utilizados para a avaliação foram conforme o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2012).

Metodologia qualitativa de fitoplâncton: foi estimada em microscópio invertido da marca Olympus, após a prévia sedimentação do material em câmaras de Utermöhl (UTERMÖHL, 1958). O sistema de classificação adotado para as classes taxonômicas foi o de Van Den Hoek et al. (1995).

RESULTADOS

Os resultados obtidos das análises realizadas nas estações chuvosa e seca estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Parâmetro	Estação chuvosa			Estação seca			Padrão CONAMA 357/2005
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Temperatura (°C)	26	28	28	25	26	26	
Feoftina <i>a</i> (mg/l)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
pH	5,81	5,98	6,15	5,32	5,60	5,91	6-9
Turbidez (NTU)	25,9	28,4	25,6	9,77	17,1	16,37	Até 100 UNT
Condutividade elétrica (µS/cm)	172,2	175,4	171,9	135,1	138,9	134,2	
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	2,21	<2	2,12	<2	<2	<2	Até 5 mgO ₂ /L
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	Até 30 µg/L
Fosfato (mgPO ₄ P/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,050 mg/L
Ortofosfato (mgPO ₄ ⁻³ /L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,050 mg/L
Colifomes Totais (NMP/100ml)	17 890	18 720	19 863	34 480	111 990	98 040	
<i>E. coli</i> (NMP/100ml)	473	272	246	373	285	285	1000 NMP/100ml

A temperatura apresentou valores maiores na primeira coleta (26°C, 28°C e 28°C, para os pontos 1 a 3), que pode ser devido ao fato de que no dia da coleta das amostras não houve influência das precipitações. Já na segunda coleta choveu no dia anterior, afetando possivelmente as variações de temperatura que foram: 25°C, 26°C e 26°C, para os pontos 1 a 3. Conclui-se que, ao comparar os resultados entre os pontos selecionados, o ponto 1 apresentou menores temperaturas devido, possivelmente, ao escoamento da água da nascente direto neste ponto, sendo que a nascente estava protegida dos raios solares pela vegetação, em contrapartida, os demais pontos estavam expostos (Libânio, 2010).

Sobre o pH, os valores foram de 5,81, 5,98 e 6,15 na primeira coleta e 5,32, 5,60 e 5,91 na segunda, sendo dos pontos 1 a 3, respectivamente. Devido a influência da temperatura em seu cálculo da constante de equilíbrio, explica a diferença de valores (Libânio, 2010). O ponto 1 foi mais ácido devido a presença de decomposição mais acentuada pelo contato direto com a vegetação e folhagens que traz liberação de CO₂ que se transforma rapidamente em ácido carboxílico (Baird; Cann, 2011). Já em outros pontos, as temperaturas foram mais altas



(28°C na coleta 1, e 26°C na coleta 2 nos dois últimos pontos), provavelmente, devido a ausência de vegetação aparente ou folhagem, que diminuem a acidez do meio, considerando a constante de equilíbrio e decomposição de matéria orgânica (Libânio, 2010; Baird; Cann, 2011). Em comparação, os valores de pH aumentaram nos pontos 1 até o 3, em ambas as coletas e continuaram em uma faixa de acidez. Porém, os valores da segunda coleta foram menores que da primeira, justificado pela diferença de temperatura (Libânio, 2010). Em relação ao limite do CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005) os valores de pH do lago estão um pouco fora do intervalo de 6-9, porém estão muito próximos do que é permitido de no mínimo 6, tendo o menor valor 5,32 em tempo de seca e média de todos os pontos e coletas foi de 5,80. E como o uso preponderante deste lago é mais voltado para a drenagem pluvial ao redor e não ao abastecimento público (como priorizado na resolução de mananciais de classe 2), essa variação não se faz crítico (Montes; Leite, 2008; Brasil, 2005).

Sobre a DBO₅ verificada no lago, na coleta 1, o ponto 1 apresentou valor maior (2,21 mgO₂/L) em razão de, possivelmente, da maior degradação de compostos orgânicos provenientes da vegetação presente no local (Libânio, 2010). Nos demais pontos os valores foram menores (<2 e 2,12 mgO₂/L, para os pontos 2 e 3 respectivamente) devido, possivelmente, a ausência aparente de vegetação. Porém, o ponto 3 teve valores maiores que o 2, possivelmente por ser ponto de fluxo de todo o lago para depois ser despejado no vertedor, acumulando composto orgânico (Libânio, 2010). Em comparação, na coleta 2 houve resultados idênticos em todos os pontos (<2 mgO₂/L), talvez pelo escoamento mais acelerado ao vertedor dos compostos, provocado pela chuva da madrugada (Mendonça; Carnevskis, 2020; Libânio, 2010).

O ponto 2 apresentou valor de turbidez de 28,4 NTU para a coleta 1 e 17,1 NTU para a coleta 2, possivelmente, devido a presença de mais sólidos suspensos inorgânicos em ambas as coletas comparado aos outros pontos. Ademais, as coletas obtiveram valores menores que o máximo proposto na literatura, correspondendo a 300 NTU (Libânio, 2010). Sendo que a coleta 2 apresentou concentrações menores de turbidez (9,77, 17,1 e 16,37 NTU, para os pontos 1 a 3) que a coleta 1 (25,9, 28,4 e 25,6 NTU, para os pontos 1 a 3), talvez pelo aumento de retirada das partículas do lago por conta dos eventos de precipitação (Mendonça; Carnevskis, 2020).

A condutividade elétrica, em todos os pontos, esteve acima do permitido, em que o limite é de 100 µS/cm. Isso pode ser em função de um despejo de efluente indevido e não tratado no curso d'água (Libânio, 2010). A coleta 1 obteve concentrações de condutividade maiores (172,2, 175,4 e 171,9 µS/cm, para os pontos 1 a 3) que na segunda coleta (135,1, 138,9 e 134,2 µS/cm, para os pontos 1 a 3), possivelmente devido ao tempo de residência das partículas responsáveis pelo aumento do parâmetro ser maior pela ausência de chuva no dia (Mendonça; Carnevskis, 2020). Ademais, a condutividade elétrica está diretamente proporcional à turbidez (Libânio, 2010).

A clorofila *a* presente na água do manancial, apresentou os mesmos valores em todos os pontos em ambas estações analisadas (<1 µg/L). Nesse sentido, sua concentração esteve abaixo do esperado em águas superficiais, em que o CONAMA 357 estabelece 30 µg/L (Brasil, 2005). O fósforo, por sua vez, também se encontrou em quantidade baixas (<0,01 mgPO₄P/L para fosfato e <0,01 mgPO₄⁻³/L para ortofosfato), mas coerente devido a relação proporcional com o número de algas e cianobactérias que possuem clorofila *a* em sua constituição (Black, G; Black, J., 2021; Libânio, 2010).

Em estudo feito por Silva (2017), os valores com grande distinção com esse trabalho foram para a DBO₅, clorofila *a* e ortofosfato, onde foram obtidos valores médios, para os respectivos parâmetros mencionados de 1,92 e 1,06 mg/L; 10,12 e 6,01 µg/L e 0,131 e 0,024 mg/L, para a estação seca e chuvosa, respectivamente. Enquanto nesse trabalho os valores médios foram de 2,11 e 2 mg/L; 1,0 e 1,0 µg/L e 0,01 e 0,01 mgPO₄⁻³/L, para a estação seca e chuvosa, respectivamente. Apesar de ambos terem sido realizados no Vaca Brava, houve uma diferença significativa entre os pontos escolhidos para a amostragem, uma vez que Silva (2017) obteve amostras em toda extensão do córrego, dessa forma, abrangendo uma área ampla e potencialmente variada, enquanto neste estudo foram pontos específicos.

Para a classificação convencional do lago do parque, que é classe 2 e segundo a resolução do CONAMA 357/2005, para as coliformes termotolerantes, não deve passar os valores de 1000 NMP/100ml em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (Brasil, 2005).



Diante dos resultados obtidos para a avaliação microbiológica da qualidade da água do lago, foi possível constatar que não houve indícios de poluição fecal em ambas as coletas, visto que, os valores não ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação (Brasil, 2005). Nesse sentido, na estação chuvosa, os resultados de *E. coli* no ponto 1 foi de 473 NMP/100 ml; na margem direita do ponto 2 foi de 272 NMP/100 ml e 246 NMP/100ml no ponto 3. E para os coliformes totais no ponto 1 foi de 17 890 NMP/100 ml; no ponto 2 foi de 18 720 NMP/100 ml e no ponto 3 foi de 19 863 NMP/100ml. Em relação aos valores que foram verificados crescentes a montante, pode ser justificado pela água pluvial que o local pode receber (Montes; Leite, 2008). Na estação seca, houve um aumento dos coliformes totais, mas a *E. coli* não apresentou grandes variações de valores. Os valores de coliformes totais para os pontos 1,2 e 3 foram 34 480 NMP/100ml, 11199 NMP/100ml e 98 040 NMP/100ml, respectivamente. Para *E. coli*, os resultados dos pontos 1,2 e 3, foram 373 NMP/100 ml, 327 NMP/ 100 ml, e 285 NMP/100 ml, respectivamente.

A área estudada é um local associado a drenagem da cidade, uma vez que, este lago funciona como um reservatório de retenção das águas pluviais provenientes do escoamento superficial (Montes; Leite, 2008). Como as amostras foram coletadas somente no parque, foi possível observar que os valores estão abaixo do que a resolução do CONAMA 357/ 2005 estabelece. Tal fato pode ser devido a proteção das cabeceiras (nascente) do córrego, uma vez que o uso do lago é de drenagem, principalmente (Montes; Leite, 2008, Brasil, 2005). Silva (2017) analisou a variação temporal e espacial das características físico-químicas e microbiológicas do córrego Vaca Brava que variaram entre 18 e 9 200 NMP/ 100mL na estação seca e entre 78 e 3 500 NMP/100mL na estação chuvosa.

Nesse sentido, pode-se notar que os valores obtidos na pesquisa realizada por Silva (2017) obtiveram resultados acima dos encontrados na presente pesquisa para *E. coli*. Isso, possivelmente, devido a quantidade de obras que estavam em andamento no período de coleta, de modo que, possivelmente houve contaminação por esgoto onde não teve planejamento urbano que acabaram elevando a quantidade das bactérias. Portanto, a baixa quantidade pode ser explicada pela proteção da nascente. Além disso, como citado anteriormente, também, a contribuição do escoamento superficial (Montes; Leite, 2008). Diante disso, é possível que quando ocorrem os eventos de precipitação na região, carregam inúmeras impurezas para o lago, inclusive matéria orgânica de origem fecal, por exemplo. Entretanto, foi possível notar que os valores de coliformes totais estão maiores na estação seca, isso aconteceu possivelmente, devido que na semana que houve a coleta na “estação seca”, ocorram precipitações, e na semana na “estação chuvosa” não, ou seja, foi verificada uma condição diferente do tempo. Logo, quando houveram precipitações, foram verificados aumentos de coliformes totais em todos os pontos, apesar de serem bactérias que possuem poucos exemplos patogênicos, indicam biodegradação de matéria orgânica, como restos de animais e folhas, e de *E. coli* um pequeno aumento nos pontos 2 e 3, locais de possível recebimento de escoamento superficial (Silva, 2016).

Faria e Hoffmann (2024) avaliaram um lago em Goiânia, que possui a mesma classificação do lago do Parque Vaca Brava, classe 2, e determinaram os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Nesse sentido, nos períodos de seca e de chuva, os parâmetros físico-químicos estavam de acordo com a resolução do CONAMA 357 (Brasil, 2005). Em comparação ao trabalho do Lago Vaca Brava, houve discrepância significativa ao relacionar a turbidez e DBO₅ de ambos os trabalhos. Sendo que a turbidez do Lago das Rosas (média de 5,70 NTU) apresentou valores bem menores que o do Lago Vaca Brava (média de 20,53 NTU), enquanto a DBO valores maiores (média de 5,0 mg/L para o Lago das Rosas e média de 2,06 mgO₂/L para o Lago Vaca Brava). Isso pode significar, possivelmente, que no Lago das Rosas houve muito mais a decomposição de compostos orgânicos na água que partículas suspensas inorgânicas, o que é o contrário no Vaca Brava.

Houve variações dos valores de DBO e OD, mas assim como o presente estudo, esse lago demonstrou o aumento da atividade biológica de decomposição da matéria orgânica no lago devido, possivelmente, ao aumento da concentração orgânica carregada pelo escoamento superficial (Lukiyansah; Tambunan; Marko, 2020 *apud* Faria 2024). Quanto a qualidade microbiológica também mostrou modificações com a mudança de estação, apresentando valores superiores no período de chuva para os coliformes totais e *E. coli*, mas nesse caso ultrapassaram os limites estabelecidos. Logo, assim como o lago do Parque Vaca Brava, mesmo que detectada a incidência de contaminação fecal, o uso da água do lago não proporciona risco à saúde, de modo que, água é utilizada para recreação de contato secundário (Faria; Hoffmann, 2024).



No quesito eutrofização, o fósforo obtido no Lago Vaca Brava tem valores muito baixos ($<0,01$ mgPO₄P/L para fosfato e $<0,01$ mgPO₄⁻³/L para ortofosfato, em todas as estações e pontos) para resultar no fenômeno em questão (Medeiros, 2010; Libânio, 2010). No aspecto relacionado a clorofila *a*, os valores (<1 µg/L, para todas as estações e pontos) foram dentro do atribuído pelo CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005). Sendo que a concentração verificada foi muito menor (<1 µg/L, para todas as estações e pontos) do que o esperado para gerar eutrofização, podendo se concluir que, possivelmente, o lago estava oligotrófico (com valores de $0,74 < \leq 1,31$ µg/L) e não eutrófico (Lamparelli, 2004, *apud* Ferreira, 2021). Porém, ao presenciar fauna no manancial, pode-se dizer que essa quantidade baixa de nutrientes na água não está interferindo tanto no meio.

As comunidades fitoplanctônicas identificadas foram representantes das Classes Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanophyceae, que contribuem para o caráter ecológico da rede de monitoramento. Nesse sentido, essas comunidades podem ser utilizadas como indicadoras, pois como é a base da cadeia alimentar, logo, a produtividade dos elos depende de sua biomassa, sendo indicativos de eutrofização dos corpos hídricos (CETESB, 2022). Vale salientar que dependendo da quantidade e das classes e espécies de algas presentes no manancial, tem se uma série de efeitos negativos, tais como: sabor e odor e presença de compostos potencialmente tóxicos.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, através da avaliação qualitativa das amostras coletadas no Parque Vaca Brava, foram identificados 24 gêneros de organismos fitoplanctônicos, sendo as Classes Chlorophyceae e Bacillariophyceae mais diversas, com 8 e 6 gêneros respectivamente, seguidas pelas Classes Zygnematomyceae 4, Cyanophyceae com 3 gêneros, e as Classes Euglenophyceae e Trebouxiophyceae com 1 gênero cada, como pode ser observado nas figuras 2 e 3.

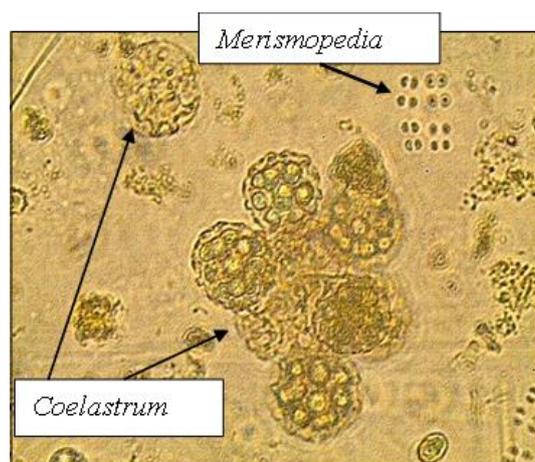


Figura 2: Resultados verificados da primeira coleta de amostras de comunidades fitoplanctônicas.

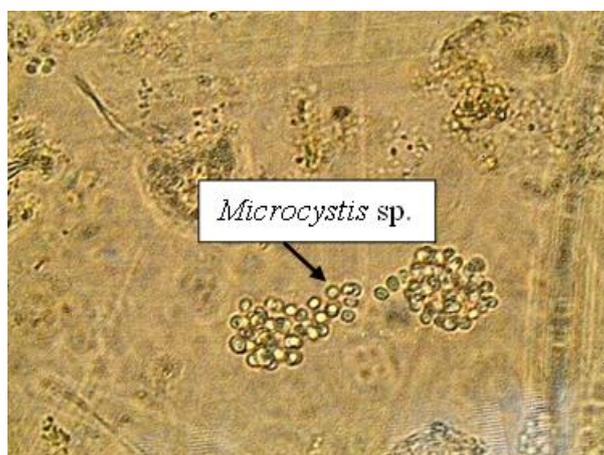


Figura 3: Resultados verificados da primeira coleta de amostras de comunidades fitoplanctônicas.

Nas observações microscópicas das amostras da segunda coleta, foram identificados 24 gêneros de organismos fitoplanctônicos. As Classes Chlorophyceae e Bacillariophyceae continuaram sendo as mais diversas, com 10 e 5 gêneros, respectivamente, seguidas pelas Classes Zygnematophyceae e Cyanophyceae com 3 gêneros cada e as Classes Trebouxiophyceae, Euglenophyceae e Dinophyceae com 1 gênero cada, como pode ser observado nas figuras 4 e 5.

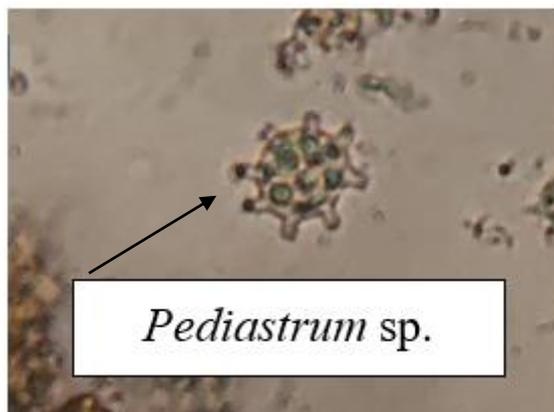


Figura 4: Resultados verificados da segunda coleta de amostras de comunidades fitoplanctônicas.

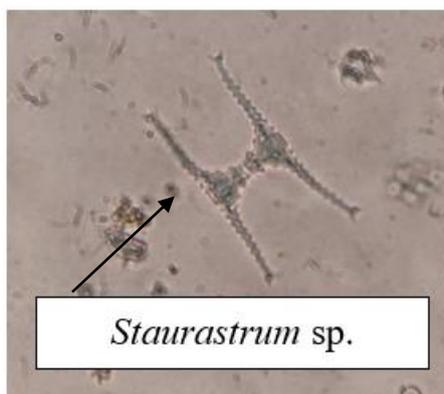


Figura 5: Resultados verificados da segunda coleta de amostras de comunidades fitoplanctônicas.



CONCLUSÕES

A poluição de mananciais e lagos urbanos possui inúmeros danos ao meio ambiente e danos em relação a saúde pública, associado a tais poluições, a sociedade está envolvida diretamente.

Nesse sentido, a pesquisa realizada teve como intuito verificar a qualidade da água do Lago Vaca Brava em Goiânia, onde os pontos de coleta foram distribuídos no lago, entrada, margem direita e saída. Além disso, é válido a relevância desse córrego para o Brasil, que traz suas nascentes no próprio parque, e que escoar para o lago que tem grande importância para acumular a drenagem de Goiânia.

Logo, com o objetivo de promover a sustentabilidade e seu uso do local pela comunidade Goianiense, o estudo da água do lago do Vaca Brava mostrou que tanto no período seco quanto no chuvoso, os parâmetros estiveram dentro das resoluções do CONAMA 357/2005, com o pH destoando um pouco, porém com desvios que não são preocupantes para a finalidade do lago, não apresentando evidências de poluição fecal e eutrofização local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBANO, A. **Qualidade da água e comunidade fitoplanctônica no estuário do rio timonha, em Chaval (Ceará, Brasil)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74607>. Acesso em: 26 nov. 2023.
2. APHA; AWWA; WEF. **Métodos Padrão para exame de água e águas residuais**, 22ª Edição. Washington, DC, Janeiro 2012.
3. BAIRD, C.; CANN, M. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. *E-book* (844 p.). ISBN 9788577808519. Disponível em: <https://archive.org/details/quimica-ambiental-4-a-edicao-baird-colin-cann-mich/page/n1/mode/2up?q=pH>. Acesso em: 24 nov. 2023.
4. BERNARDO, L. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. Rio de Janeiro: ABES: 1995.
5. BRASIL LEI Nº 9 433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília. 1997.
6. BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2023.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de análise de água-4º**. Ed. Brasília:funasa,2013.150p.
8. BLACK, J; BLACK, L . **Microbiologia: fundamentos e perspectivas / Jacqueline G. Black, Laura J. Black**. - 10. Edição. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.
9. CAU/GO – CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DE GOIÁS. **Parques urbanos de Goiânia relatório técnico de inspeção técnica dos parques: areião/ bosque dos buritis/ cascavel/jardim botânico/ lago das rosas / vaca brava. Anexo 7**. 2013 agencia municipal do meio ambiente. disponível em: <https://www.caugo.gov.br/wp-content/uploads/2013/06/Relatorio-dos-Parques-Urbanos-de-Goiania.pdf>. Acesso: 26 de nov de 2023.
10. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **QUALIDADE NO ESTADO DE SÃO PAULO DAS ÁGUAS INTERIORES_ apêndice E Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. 2022
11. FARIA, D; HOFFMANN, N. **Avaliação da qualidade hídrica do lago urbano em Goiânia, Goiás**. Revista Brasileira de Iniciação científica. Goiânia; GO. 2024.
12. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª Edição. Campinas SP. ATOMO,2010. 2010.



13. FERREIRA, I. **Monitoramento da clorofila-a na água por sensoriamento remoto utilizando experimentos em mesocosmos**. 2021. 39 p. Dissertação de Mestrado — Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021. Disponível em: https://www.btdtd.ueg.br/bitstream/tede/1155/2/DISSERTACAO_IGOR_COBELO%20-%20Igor%20Cobelo.pdf. Acesso em: 4 mar. 2024.
14. MARGALEF, R. **Limnologia**. Omega, Barcelona. 1983.
15. MACHADO, A. **Métodos do standard methods**. 25 nov. 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/9301201/Métodos_do_Standard_Methods. Acesso em: 12 dez. 2023.
16. MENDONÇA, F.; CARNEVSKIS, E. **Ciclo hidrológico e bacias hidrográficas**. Apresentação em slides. São Paulo, 2020. [ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ/USP LEB 1440 – HIDROLOGIA E DRENAGEM](#). Acesso em: 10 abr. 2024.
17. MONTES, R.; LEITE, J. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos cenário atual da bacia do córrego Vaca – Brava Goiânia - go**. 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/download/57360184/A_DRENAGEM_URBANA_DE_AGUAS_PLUVIAIS_E_SE.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023..
18. PASSOS, A. *et al.* **Crerios para Avaliação da Qualidade de Água no Brasil: Um Questionamento sobre os Parâmetros Utilizados**.
19. SILVA, P. **Avaliação da qualidade da água do córrego vaca brava, Goiânia- Goiás: contribuições para ciências ambientais e saúde**. 2017.
20. SILVA, C; YAMANAKA, E; MONTEIRO, C. **Monitoramento Microbiológico da água de bicas em parques públicos de Curitiba (PR)**. 2016.
21. UTERMÖHL, H. **Zur Vervollkommnung der quantitativen PhytoplanktonMethodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie**. 1958.
22. VAN DE HOEK, C., MANN, D. G. E JAHNS, H. M. **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge university press. 1995.