

Avaliação das condições de balneabilidade na Represa do Taboão, Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais

Evaluation of bathing water conditions in the Dam Taboão, Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais

Rodrigo Magno Ribeiro

Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto – IFMG-OP
rrodrigomqno@gmail.com

Alex de Carvalho

Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto – IFMG-OP
alex.carvalho@ifmg.edu.br

Resumo

As áreas de uso recreacional são vitais para o bem-estar e a conexão com a natureza, mas estão sujeitas a diversas pressões ambientais. A poluição, o desenvolvimento desordenado, a exploração excessiva dos recursos naturais, as mudanças climáticas e o turismo descontrolado são alguns dos desafios enfrentados por essas áreas. Inaugurada em 1956, a Represa do Taboão, em Santa Rita de Ouro Preto, está inserida no contexto da bacia hidrográfica do rio Piranga, afluente do rio Doce. Essa represa é bastante utilizada para a realização de atividades recreacionais de contato primário com a água por moradores da região e visitantes. Entretanto, a ausência de uma estação de tratamento de esgoto faz com que a represa receba pelo menos parte dos efluentes domésticos gerados pelos moradores do distrito. Neste contexto, este trabalho investigou se as condições de uso e ocupação do solo e a ausência de tratamento dos efluentes domésticos no distrito têm impactado as condições de balneabilidade na Represa do Taboão, em Santa Rita de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. Foram selecionados quatro pontos com registro de grande frequência de usuários na represa, os quais foram monitorados nos meses de fevereiro e julho de 2022, avaliados e classificados quanto à presença *Escherichia coli*, seguindo o estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000. De modo complementar também foram analisados o pH e a temperatura. Verificou-se que os níveis de contaminação por *Escherichia coli* são mais elevados nos pontos amostrados durante a estação chuvosa (7.520 UFC/100ml), quando os pontos 1 e 2 podem ser considerados impróprios para o contato primário. Na estação seca, os níveis de contaminação foram menores (entre 0 e 800 UFC/100ml) e estão, de modo geral, dentro dos limites estabelecidos para a classificação como satisfatória, de acordo com a referida resolução. Os valores de pH e de temperatura registrados estavam em conformidade com a legislação. Os resultados evidenciaram que apesar dos pontos analisados sofrerem influência direta da área urbana, à montante, a contaminação difusa durante o período chuvoso pode ter contribuído com o aumento dos níveis de *Escherichia coli*.

Palavras-chave: *Escherichia coli*, qualidade da água, contaminação, uso recreacional da água.

Abstract

Recreational use areas are vital for well-being and connection with nature but are subject to various environmental pressures. Pollution, disorderly development, overexploitation of natural resources, climate change, and uncontrolled tourism are some of the challenges faced by these areas. Inaugurated in 1956 in Santa Rita de Ouro Preto, the Dam Taboão is inserted in the context of the Piranga River basin, a tributary of the Doce River. This dam is widely used for recreational activities

involving primary contact with water by residents of the region and visitors. However, the absence of a sewage treatment plant in the district means that the dam receives at least part of the domestic effluents generated by the district residents. In this context, this work aimed to verify whether the conditions of land use and occupation and the lack of treatment of domestic effluents in the district have impacted the bathing conditions at the Dam Taboão in Santa Rita de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. Four points with a high-frequency record of users were selected in the dam, which were monitored in February and July 2022, evaluated, and classified according to the presence of *Escherichia coli*, following the established by CONAMA Resolution 274/2000. In addition, pH and temperature were also analyzed. It was found that the levels of contamination by *Escherichia coli* are higher in the selected points during the rainy season (7,520 CFU/100ml), when points 1 and 2 can be considered unsuitable for primary contact. In the dry season, contamination levels were lower (between 0 and 800 CFU/100ml) and are, in general, within the limits established for classification as satisfactory, following the resolution above-mentioned. The pH and temperature values recorded were in accordance with legislation. The results showed that although the points analyzed were directly influenced by the urban area, upstream, diffuse contamination during the rainy season may have contributed to the increase in *Escherichia coli* levels.

Keywords: *Escherichia coli*, water quality, contamination, recreational water use.

Introdução

O uso de recursos hídricos para o lazer tem se tornado uma ferramenta fundamental do turismo em muitas cidades brasileiras, impulsionando a relação do ser humano com o meio natural (SILVA, 2021). As atividades de uso e cobertura da terra exercem influência significativa sobre a qualidade ambiental em diversos aspectos. Nesse sentido, áreas utilizadas para a prática recreacional com contato primário com a água vem sendo comprometidas em diversas regiões do Brasil (LOSA *et al.*, 2022; LOPES *et al.*, 2013).

A maior parte das atividades recreacionais aquáticas realizadas em áreas continentais se enquadra como de contato primário ou secundário. De modo geral, elas acontecem com longos períodos de exposição corporal com as águas, representando um risco de ingestão de volumes significativos de água e, conseqüentemente, de comprometimento da saúde corporal em função de condições inadequadas de qualidade da água de determinados balneários (LOPES *et al.*, 2013). Os primeiros estudos relacionados à incidência de doenças com o uso recreacional das águas foram elaborados pela *American Public Health Association* na década de 1920, através do trabalho de Simons e colaboradores em 1922, que buscava determinar a prevalência de doenças infecciosas que poderiam ser transmitidas pelo contato recreacional com as águas (POND, 2005).

Segundo Dufour *et al.* (2017), é comum ocorrer a ingestão de água durante a prática de atividades recreativas aquáticas, como nadar em piscinas. Essa ingestão pode ocorrer em diferentes quantidades, dependendo da intensidade e duração da atividade. A

pesquisa ressalta a importância de garantir a qualidade da água nessas áreas de recreação, a fim de minimizar os riscos à saúde dos nadadores devido à possível presença de contaminantes microbiológicos.

Geralmente, as doenças decorrentes da contaminação de águas de uso recreacional requerem tratamentos simples. Contudo, em locais contaminados há o risco de infecções graves, como disenteria, cólera, hepatite A e febre tifoide (CETESB, 2004). Por isso, é fundamental avaliar a qualidade das águas para os mais variados usos, desde consumo até práticas recreacionais, identificar fontes de contaminação e sugerir ações para mitigar o problema.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2000), as condições de balneabilidade são essenciais para a saúde e o bem-estar humano e devem ser avaliadas por parâmetros e indicadores específicos, permitindo sua classificação em própria e imprópria para atividades recreacionais de contato primário. Nesse contexto, as águas consideradas próprias são classificadas em três categorias: “satisfatória”, “excelente” e “muito boa”. A Resolução CONAMA 274/2000 estabelece as categorias de avaliação de acordo com a variação dos teores de coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli* – *E. coli*, além das alterações no potencial hidrogeniônico (pH) entre outros.

Conforme Lopes *et al.* (2013), a ausência de monitoramento das condições de balneabilidade e a falta de informações para a população que utiliza corpos hídricos para o contato primário representam sérios riscos para a saúde da população, sobretudo crianças e idosos. De acordo com Alamanos (2022), o monitoramento dos cursos d’água é ferramenta importante, permitindo o acompanhamento da qualidade da água e que os usuários tenham ciência das condições dos corpos hídricos. Von Sperling (2003) já alertava para a falta de programas de monitoramento e ausência de estudos sobre a balneabilidade e, embora o número de estudos tenha aumentado, eles são pontuais no tempo e servem como indicadores de locais com urgência de monitoramento. Recentemente, diversos estudos têm apresentado avanços em suas técnicas e metodologias voltadas para o monitoramento das condições das águas, sobretudo considerando o uso de Índices de Qualidade da Água (ARCOS; CUNHA, 2022; RIBEIRO *et al.*, 2020).

Esse é o caso da Represa do Taboão, no distrito de Santa Rita de Ouro Preto – Ouro Preto/MG. Trata-se de um dos principais destinos de turistas e da população local e que não integra o programa de monitoramento de balneários da prefeitura municipal de Ouro Preto. Como o referido programa abrange apenas balneários que pertencem à Bacia do Rio

das Velhas e a bacia hidrográfica na qual o distrito e a represa estão localizados pertencem à Sub-Bacia do Rio Piranga, o programa de monitoramento do município não incluiu a Represa do Taboão no monitoramento. Este corpo d'água recebe cursos d'água que atravessam áreas urbanas das proximidades e, desse modo, podem receber efluentes domésticos sem tratamento. Além disso, não se tem conhecimento sobre as condições de balneabilidade da represa.

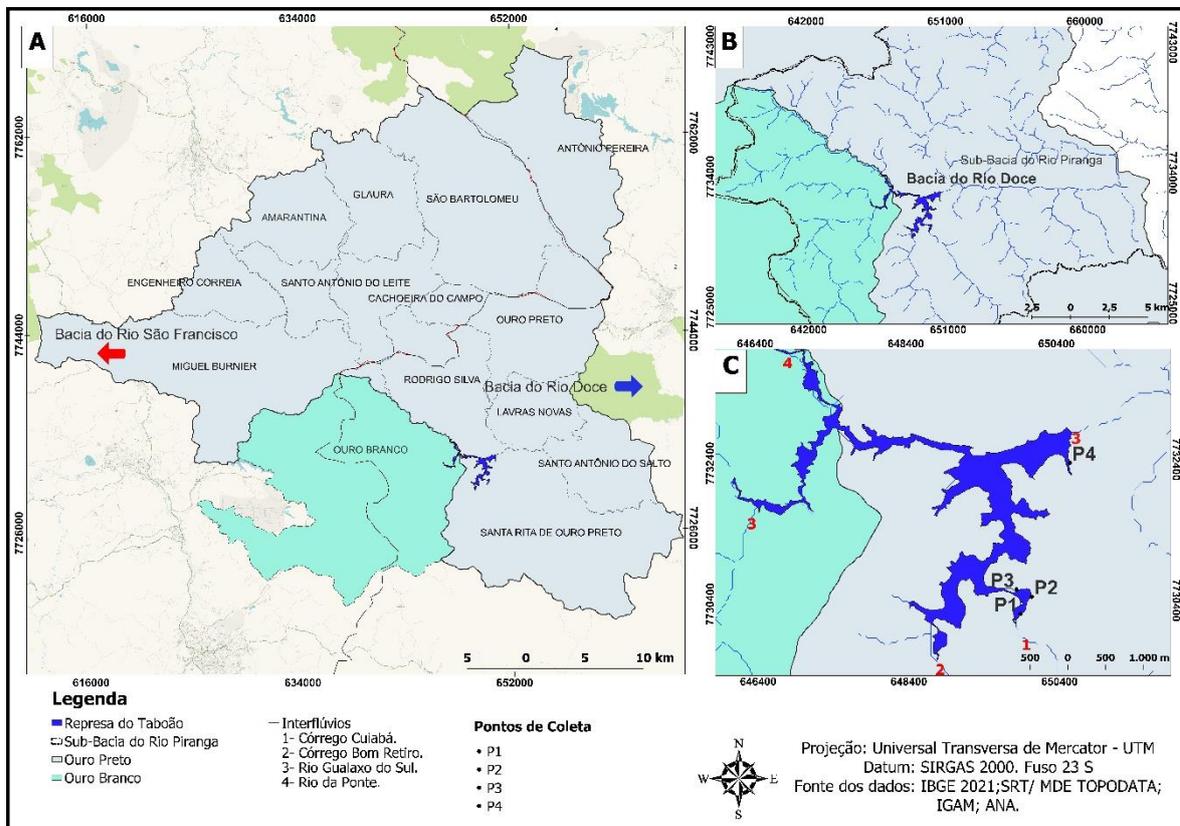
Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi investigar se as condições de uso e ocupação do solo e a ausência de tratamento dos efluentes domésticos têm impactado as condições de balneabilidade na Represa do Taboão, no distrito de Santa Rita de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, destacando-se a verificação da presença de *E. coli* nos pontos de maior concentração de banhistas na represa.

Localização e caracterização da área de estudo

O município de Ouro Preto está localizado na porção centro-sul do estado de Minas Gerais, cerca de 90 km distante da capital do estado, Belo Horizonte. O território do município se divide entre as bacias dos rios Doce e São Francisco (Figura 1a). O município possui uma posição de destaque na região do Quadrilátero Ferrífero (QF), dado primordialmente à exploração minerária e às suas riquezas materiais e imateriais, reconhecidas mundialmente pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO (1980). A Represa do Taboão está localizada na bacia do Rio Doce, mais precisamente na sub-bacia do Rio Piranga (Figura 2b). Para abastecer a represa, a área alagada capta os rios Gualaxo do Sul e da Ponte, além dos córregos Bom Retiro e Cuiabá (Figura 2c).

De acordo com Castro (2006), Ouro Preto está situado em uma região onde predomina um clima tropical de altitude, no qual a latitude mais baixa é compensada pela altitude e pela configuração do relevo. Nesse sentido, podem ser distinguidas duas estações bem definidas, sendo os verões mais suaves e chuvosos e os invernos brandos, com baixas temperaturas e elevada umidade atmosférica. O mês de janeiro é o mais quente e o de julho o mais frio, com uma temperatura média anual em torno de 18,5°C. A pluviosidade é elevada no município, mas as chuvas se concentram entre os meses de outubro e março, representando cerca de 87% da precipitação anual. As médias pluviométricas mensais, com dados analisados que compreendem o período entre 1988 e 2004, possuem valores entre 121,9 mm em outubro e 182,2 mm em março, com máxima de 327,3 mm em janeiro.

Figura 1. Localização da área de estudo. A – Contexto municipal; B – Bacia do Alto Rio Gualaxo do Sul; C – Represa do Taboão

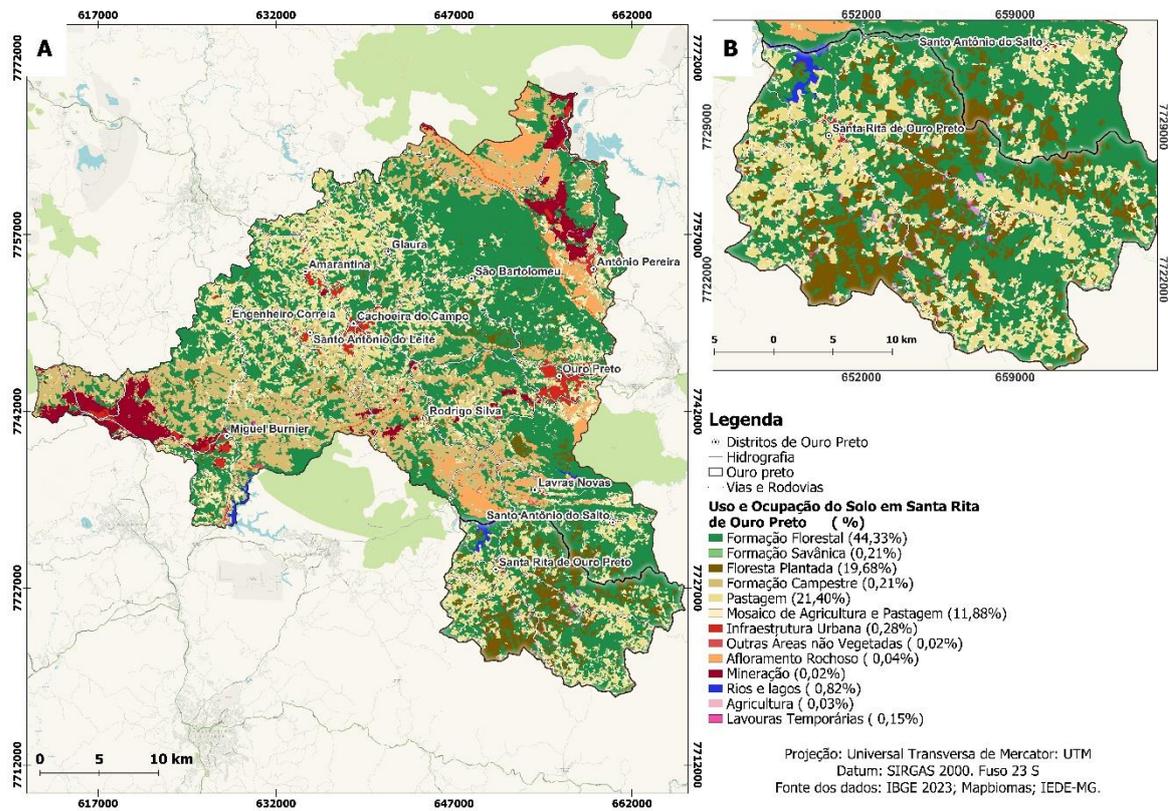


Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Como se observa na Figura 2, há uma grande variedade de usos e de ocupação do solo no município de Ouro preto. No distrito de Santa Rita de Ouro Preto (Figura 2b), destacam-se a formação florestal (44,43% do território), inclusive no entorno da represa, além de pastagens (21,4%) e floresta plantada (eucaliptos – 19,68%). Embora de menor porte, também se observa nas proximidades da represa, à montante e seguindo o curso do Córrego Cuiabá, a área urbana do distrito (0,28%), que ainda não conta com tratamento para o esgoto doméstico local e que pode contribuir com a contaminação de áreas utilizadas para contato primário com a água.

A Represa do Taboão é uma área bastante utilizada para atividades de contato com a água. Algumas atividades são consideradas de contato secundário (jet-ski) e outras de contato primário (banho/natação), conforme o maior ou menor grau de exposição à ingestão de água (Figura 3).

Figura 2. Mapa de uso e ocupação de solo do município de Ouro Preto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 3. Atividades recreacionais realizadas na Represa do Taboão. Jet-ski (esquerda) e banho (direita)

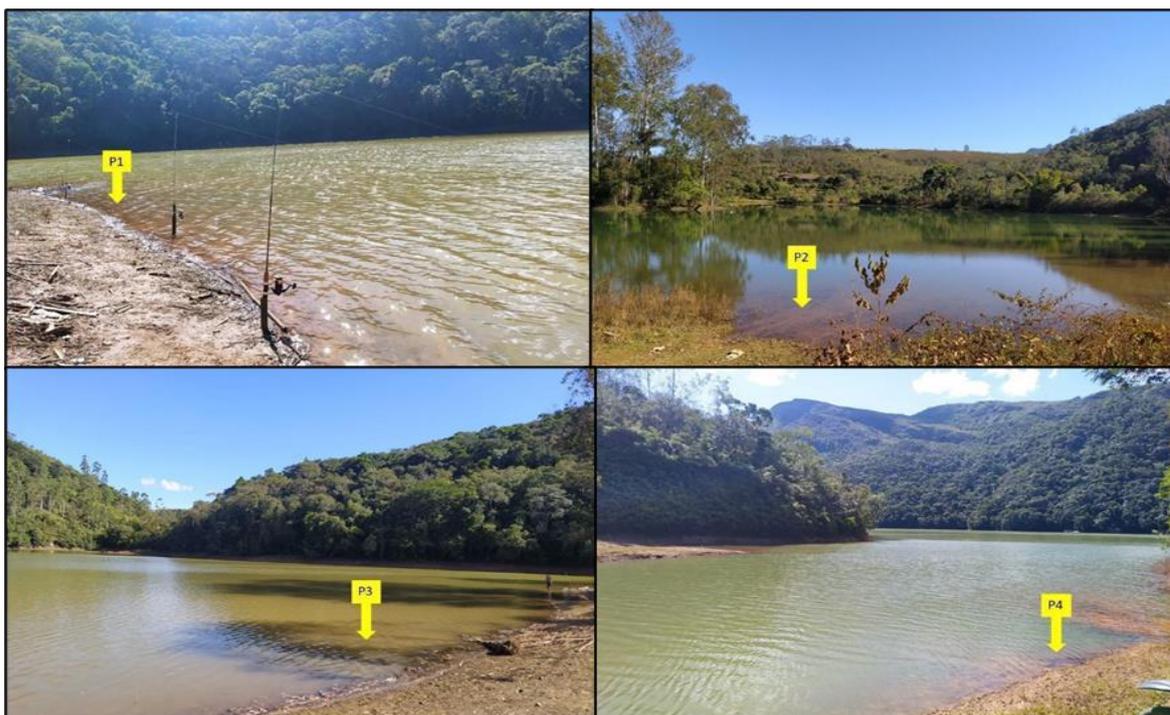


Fonte: Arquivo dos autores, 2023.

Materiais e Métodos

Através de observações em campo, foram identificados os locais com maior frequência de banhistas na represa e selecionados os quatro (4) pontos considerados mais relevantes para a coleta de água e a análise das concentrações de *E. coli*. De modo complementar, também foram realizadas medições de temperatura e de pH. A seleção dos pontos também levou em consideração a disponibilidade de acesso e a permanência de água ao longo do ano hidrológico. Os pontos selecionados para a realização das coletas foram georreferenciados com o uso de um aparelho de GPS portátil Garmin modelo 10 e, a partir disso, foram confeccionados mapas temáticos relacionados à pesquisa, utilizando os *softwares* de geoprocessamento Google Earth Pro e Qgis. A localização dos pontos amostrados está representada nas Figuras 1c e 4.

Figura 4. Pontos de coleta de amostras de água para análise de coliformes



Fonte: Arquivo dos autores, 2023.

As medições para avaliar as condições de balneabilidade foram realizadas em conformidade com a Resolução CONAMA 274/2000, que estabelece critérios e padrões de qualidade da água para locais de recreação de contato primário, como praias, rios e lagos. Essa legislação é essencial para definir parâmetros aceitáveis para o pH, a temperatura e a presença de *E. coli* nas águas utilizadas em atividades recreativas, assegurando a segurança e a saúde dos frequentadores.

Para medir o pH e a temperatura da água em locais destinados a atividades recreacionais, durante as duas campanhas de monitoramento (fevereiro e julho), foi utilizado um pHmetro portátil da marca Kasvi, modelo K39-001 PA, cedido pelo Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Ouro Preto.

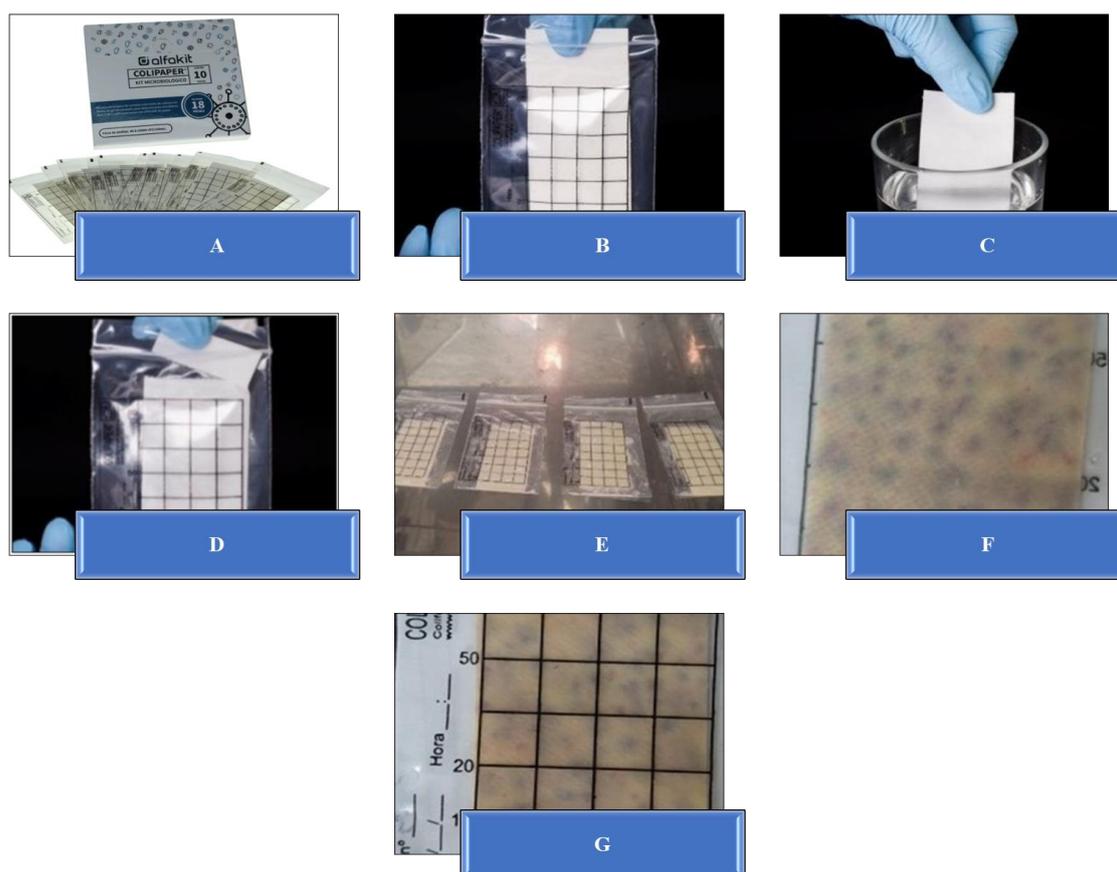
Após a definição dos pontos, foram realizadas duas etapas de monitoramento, de acordo com a sazonalidade em Minas Gerais – estação seca e estação chuvosa. As coletas foram realizadas aos finais de semana, especificamente aos domingos, quando há maior concentração de banhistas no local. Para a análise de *E. coli*, foi utilizado o método *Colipaper* (Alfakit), constituído por uma cartela com substrato no qual a *E. coli* se desenvolve e pode ser mensurada através da contagem de pontos com cores específicas. Com as mãos protegidas por luvas de vinil e com o uso de recipientes esterilizados com capacidade para 100 ml, foram coletadas amostras de água a um metro da margem e a 15 cm de profundidade. Em seguida, a cartela foi imersa na água coletada e o excesso de água foi removido agitando a cartela. Após esta etapa, as cartelas de *Colipaper* foram implantadas novamente na embalagem plástica de origem, retirando a parte destacável sem tocar no interior do teste, evitando sua contaminação. Em seguida, as cartelas foram colocadas em recipiente refrigerado, sem, no entanto, congelarem.

No dia seguinte, em laboratório, as cartelas, em suas embalagens, foram acondicionadas em estufa por 15 horas e com temperatura entre 36 e 37°C. Após esse período, as cartelas tiveram seus pontos coloridos contados, a fim de quantificar a *E. coli* presente. Os pontos azuis e arroxeados utilizados nessa contagem indicam a presença de *E. coli* e seu total, por cartela, deve ser multiplicado por 80, o fator de correção do método.

O *Colipaper* foi o método de análise de coliformes selecionado porque é mais fácil de ser utilizado e tem menor custo, o que pode representar um ganho para a comunidade local, caso queira estabelecer um programa próprio e econômico de análise da balneabilidade para segurança de moradores e visitantes. Trata-se de uma cartela com substrato, capaz de quantificar entre 80 e 25.000 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) para 100 ml de água amostrada, sendo comumente utilizado em trabalhos para diagnóstico e avaliação de condições de balneabilidade (PEREIRA, 2019; SABINO *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2020). Além da *E. coli*, a cartela também pode quantificar coliformes totais (*Enterobacter cloacae*). Nesse trabalho, optou-se por trabalhar apenas com a *E. coli* por se tratar de um parâmetro mais restritivo de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000. As colônias possuem cores distintas, sendo róseas avermelhadas sinalizando a presença de coliformes totais e azuis

arroxeadas para coliformes termotolerantes (BORTOLI, 2016). A sequência de passos pode ser observada na Figura 5.

Figura 5. Técnica para análise de balneabilidade com Cartelas de *Colipaper*. A) Cartelas de *Colipaper*; b) Retirada da embalagem; c) Imersão na amostra de água; d) Recolocação na embalagem; e) Indução na estufa por 15 horas; f) Resultado à frente; g) Resultado no verso



Fonte: Adaptado de ALFAKIT (2022).

No ano 2000, o CONAMA estabeleceu critérios para avaliar as condições de balneabilidade de locais com concentração de atividades recreacionais. Tais parâmetros se aplicam em locais de água doce, salobras e salinas permitindo sua classificação em própria e imprópria para atividades recreacionais de contato primário. Nesse contexto, as águas consideradas próprias são classificadas em três categorias: “satisfatória”, “excelente” e “muito boa” com base na Resolução CONAMA 274/2000, que estabelece os seguintes parâmetros dispostos na Figura 6.

Figura 6. Limites de coliformes termotolerantes e *E. coli* em 100 ml de água, para cada categoria

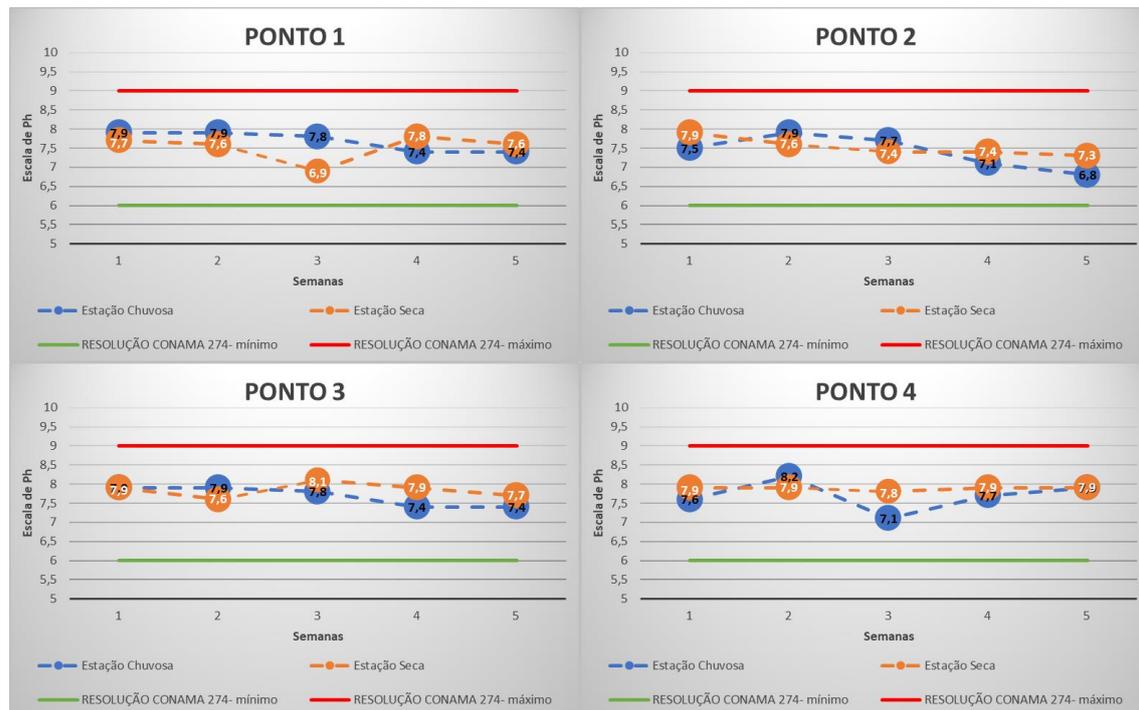
Categorias		Coliforme termotolerante (100ml)	<i>Escherichia coli</i> (100 ml)
PRÓPRIA	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo (*)	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20 % do tempo	Superior a 800 em mais de 20 % do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição

Fonte: Adaptado de CETESB (2020).

Ao realizar a análise dos corpos hídricos, foram levados em consideração não apenas os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000, mas também os valores atualizados presentes em resoluções mais recentes. Especificamente, a resolução DN COPAM/CERH-MG nº 08/22 (COPAM; CERH-MG, 2022) desempenhou um papel fundamental, pois estabelece diretrizes ambientais para o enquadramento de corpos d'água nas categorias de classe 1 e 2, tanto para o contato primário quanto para o contato secundário. Essa abordagem mais abrangente permite uma avaliação mais precisa da qualidade dos corpos hídricos, garantindo a proteção ambiental e a saúde pública.

Resultados e discussão

A Figura 7 ilustra a variação de pH entre as estações chuvosa e seca. Pode-se observar que, durante o período chuvoso, somente a amostra do ponto 2, na 5ª semana de amostragem, apresentou um resultado abaixo de 7,0 na escala de pH, classificando-a como ácida. Por outro lado, as amostras dos demais pontos de análise encontram-se na categoria básica, com valores variando entre 7,1 e 8,2.

Figura 7. Variação de pH entre as estações chuvosa e seca

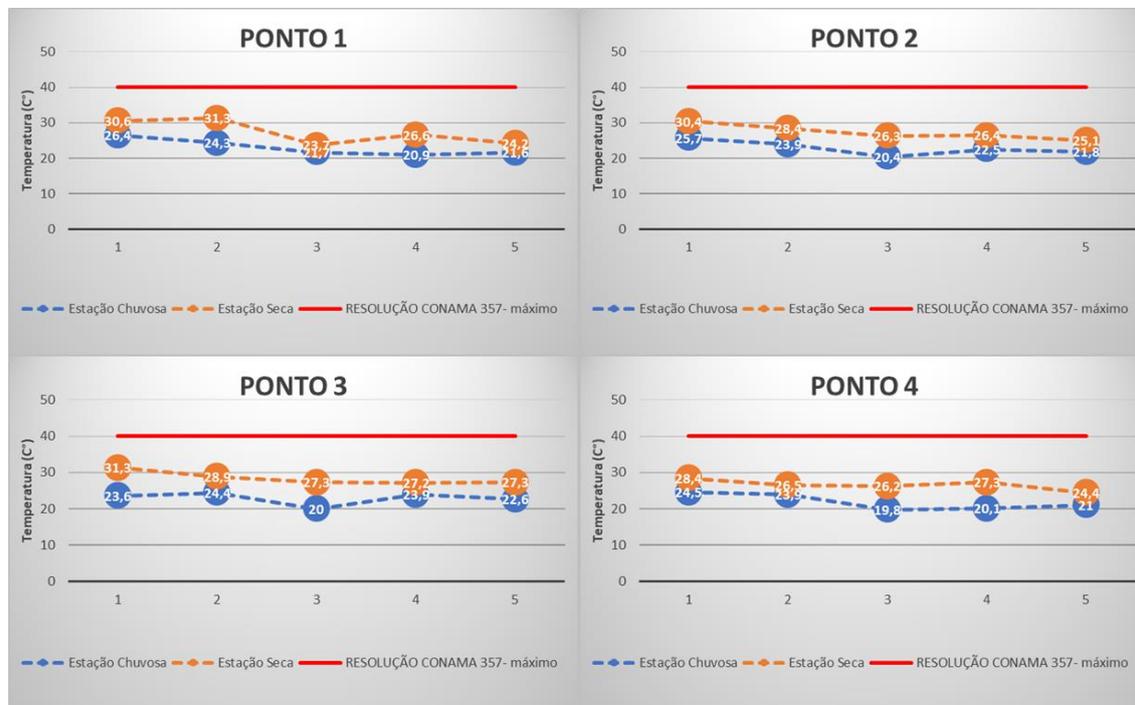
Fonte: Elaborado pelos autores.

Em todos os pontos amostrados, os valores de temperatura registrados estão em conformidade com as normas federais (Figura 8). Verificou-se que, durante a estação seca, todos os pontos apresentaram maiores valores de temperatura do que na estação chuvosa. A diferença de temperatura pode estar relacionada a dois fatores: i) a ocorrência de nuvens e chuvas durante a estação chuvosa, reduzindo a quantidade de radiação solar que incidiu sobre a água do reservatório, reduzindo seu aquecimento; e ii) no caso da estação seca, como se trata de pontos com menores profundidades, é possível que a ausência de nuvens tenha possibilitado maior incidência de radiação e aquecimento da água. Essas informações são essenciais para a avaliação da balneabilidade dos locais de recreação aquática, destacando a importância do monitoramento constante para garantir a segurança e a qualidade da água, bem como preservar a saúde dos banhistas e o meio ambiente.

As análises microbiológicas são essenciais para determinar as condições de balneabilidade de locais que recebem atividades recreacionais, uma vez que indicam a presença de possíveis bactérias prejudiciais à saúde humana. Durante as estações chuvosas é esperado um aumento na quantidade de bactérias nas águas, devido ao maior carreamento de material fecal por meio do escoamento superficial em áreas urbanas e rurais, além de galerias pluviais e córregos (MOTA, 2008). ORDUJI *et al.* (2022) também destacam que

durante a estação chuvosa a precipitação tem potencial de impactar na qualidade da água porque pode, por exemplo, ocasionar o transbordamento de sistemas de esgotos.

Figura 8. Variação de temperatura nas estações chuvosa e seca



Fonte: Elaborado pelos autores.

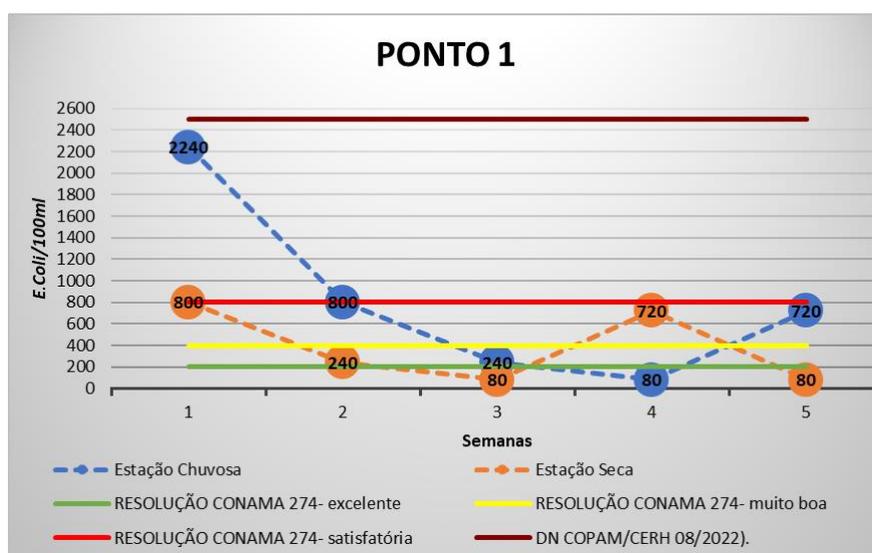
Na estação seca, se houver lançamento de efluentes domésticos nos cursos d'água, é esperado o aumento do número de bactérias pela menor diluição do esgoto em água devido à diminuição da vazão. Entretanto, é crucial reconhecer que, em meio à menor ocorrência de chuvas, os poluentes têm mais tempo para se acumularem na bacia hidrográfica, caracterizando o escoamento superficial inicial de drenagem com carga mais concentrada de poluição na eventual ocorrência de precipitação (NOVOTNY, 2003).

De acordo com os resultados das análises (Figuras 9 a 12), foi possível verificar baixos valores de *E. coli* na maior parte das coletas. Em ambas as estações monitoradas, os valores oscilaram entre de 0 e 7.520 UFC/100 ml. Destaca-se que os pontos 1 e 2 (Figuras 9 e 10) foram os que apresentaram os valores mais elevados (2.240 e 7.520 UFC/100 ml, respectivamente), embora a maior parte ainda estivesse dentro dos limites considerados próprios pela Resolução CONAMA (800 UFC/100 ml). Os maiores valores registrados para os pontos 1 e 2 devem ter relação com a localização dos pontos, próximos de onde o córrego que atravessa as áreas de pastagem e a área urbana deságua na represa. Conforme os resultados apresentados na Figuras 9, 10, 11 e 12 os parâmetros *E. coli*, ficaram dentro dos

valores estipulados para as classes 1 e 2, pela DN COPAM/CERH-MG nº 08/22, em todos os pontos coletados.

Durante a estação chuvosa (06/03/22 a 03/04/22), verificou-se que os pontos 1 e 2 apresentaram condições impróprias para balneabilidade, enquanto os pontos 3 e 4 foram considerados adequados. Em geral, os valores registrados durante esta estação foram superiores aos encontrados na estação seca, indicando um aumento da contaminação microbiológica das águas. Notavelmente, ocorreu uma significativa redução nos valores entre as estações chuvosa e seca, com percentuais de -70% no ponto 1 e -67% no ponto 2, revelando um aumento acentuado da qualidade da água nesses locais. Por outro lado, nos pontos 3 e 4, os percentuais foram considerados nulos, uma vez que boa parte das amostras não apresentaram contagem de unidades formadoras de colônias, sugerindo uma possível subestimação da contaminação bacteriana nessas áreas.

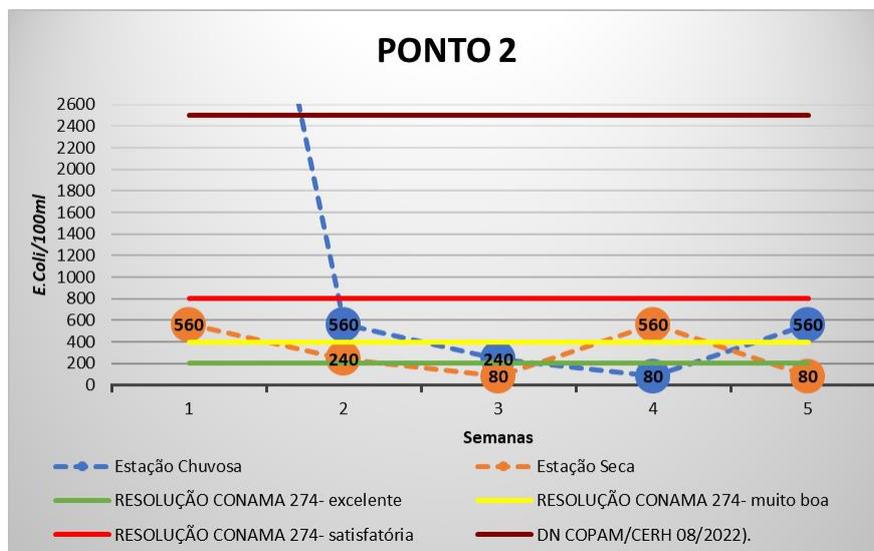
Figura 9. Ponto 1 – Represa do Taboão – valores de *E. coli*



Fonte: Elaborado pelos autores.

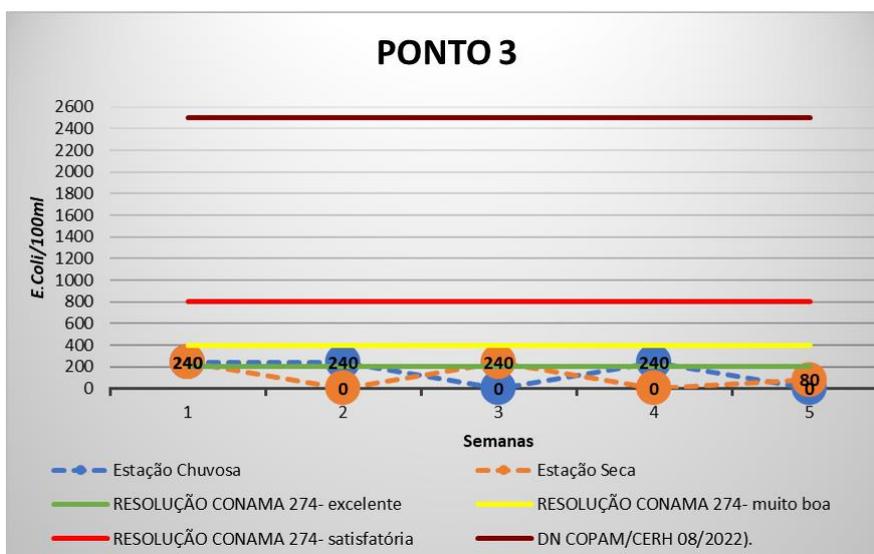
No Ponto 1 (Figura 9), as duas últimas coletas apresentaram valores acima do permitido pelo CONAMA (1.120 e 2.240, na quarta e na quinta coleta, respectivamente). Devido à última coleta apresentar valor superior a 2.000 *E. coli*/100 ml, a Resolução CONAMA determina que seja considerada imprópria para balneabilidade. Na estação seca, na primeira e na terceira coleta, o valor de *E. coli* ficou no limite ou muito próximo dele.

Figura 10. Ponto 2 – Represa do Taboão – valores de *E. coli*



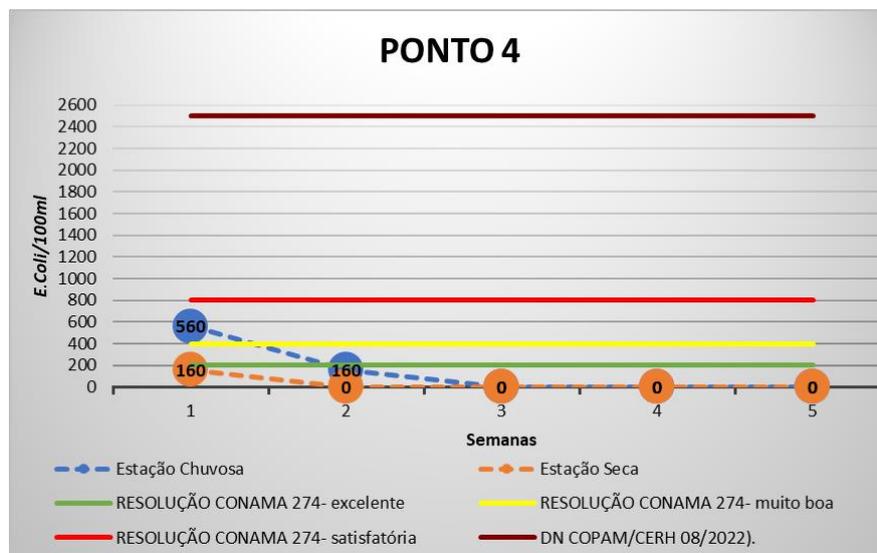
Fonte: Elaborado pelos autores. (*Na primeira semana durante a estação chuvosa os valores de *E. coli* excederam o limite da tabela utilizada no referido cálculo (>2.600)

Figura 11. Ponto 3 – Represa do Taboão – valores de *E. coli*



Fonte: Elaborado pelos autores.

No Ponto 2 (Figura 10), as quatro primeiras coletas da estação chuvosa e todas as coletas da estação seca apresentaram valores dentro dos limites para considerar o balneário como próprio. Desse modo, o ponto pode ser considerado próprio na estação seca, devido aos valores adequados na estação. No entanto, na estação chuvosa, apesar de apresentar 80% das coletas com valores dentro do estipulado pelo CONAMA, na última coleta foi verificado um valor de 7.520 UFC/100 ml, o que torna o ponto impróprio na referida estação.

Figura 12. Ponto 4 – Represa do Taboão – valores de *E. coli*

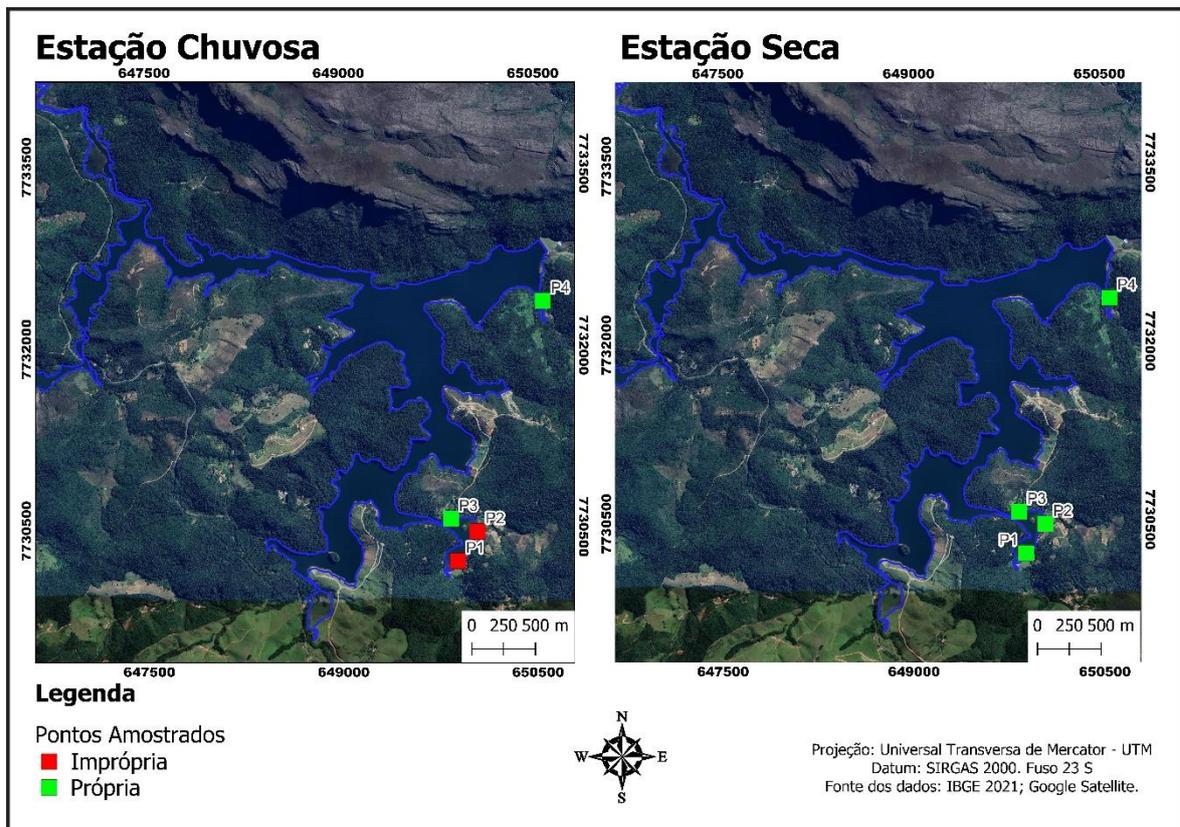
Fonte: Elaborado pelos autores.

No Ponto 3 (Figura 11), apenas a segunda coleta da estação chuvosa apresentou valor de *E. coli* acima do estipulado pelo CONAMA. Na estação seca, todos os valores ficaram dentro do estipulado para áreas próprias. Apesar da inconformidade da segunda coleta na estação chuvosa, esse ponto pode ser considerado próprio para balneabilidade nas duas estações – seca e chuvosa.

No Ponto 4 (Figura 12), todas as coletas apresentaram valores dentro do estipulado pela Resolução CONAMA. Em três coletas na estação chuvosa e em quatro coletas da estação seca os valores foram zero, o que permite classificar o Ponto 4 como excelente (0 – 200 UFC/100 ml).

A partir do monitoramento da presença de *E. coli* nos quatro pontos da Represa do Taboão foi possível realizar a classificação das condições de balneabilidade para cada estação monitorada – estação chuvosa e estação seca. A Resolução CONAMA nº 274 de 2000, estipula que, para cada classe (excelente, muito boa e satisfatória) considerada própria para o contato primário, os balneários devem possuir 80% ou mais de suas amostras conforme o limite da classe correspondente. Desse modo, a classe satisfatória corresponde ao limite de até 800 UFC/100 ml de *E. coli*. A Figura 13 representa as classificações para os pontos analisados na Represa do Taboão de acordo com a estação chuvosa (06/03/2022 a 03/04/2022) e seca (05/07/2022 a 02/08/2022).

Figura 13. Classificação dos pontos analisados estação chuvosa e seca



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na estação chuvosa, os pontos 1, 2 e 3 apresentaram pelo menos uma coleta com valores superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000. Os valores mais elevados podem estar associados a duas características da bacia hidrográfica. Como se verifica na Figura 2, além da cobertura vegetal natural, a bacia hidrográfica na qual o distrito está inserido tem como atividades humanas que se destacam as pastagens (em termos de área) e a área urbana (em termos de potencial de contaminação). Devido à presença de pastagens, com gado criado de forma extensiva, é esperado que, nos períodos de maior pluviosidade, as águas das chuvas carreguem sedimentos e material fecal dos animais que ficam sobre a superfície do solo. Como resultado, espera-se maior concentração de *E. coli* nas águas fluviais e do reservatório. O maior aporte desse tipo de material seria consequência do carreamento de material fecal de áreas de criação de animais, como gado, por exemplo, além do provável lançamento de efluentes domésticos (VASÍLIO, 2006; ASSIS; LOPES, 2017; DRUMOND *et al.*, 2018).

Na estação seca, como as chuvas são escassas, é esperado que não exista o carreamento de materiais fecais da superfície da bacia hidrográfica para os cursos fluviais.

Nesse sentido, isso justificaria os valores baixos de *E. coli* verificados em todos os pontos na estação seca. No entanto, como o curso d'água que alimenta o braço da represa, no qual se localizam três dos quatro pontos investigado, atravessa a área urbana do distrito antes de desaguar na represa, seria esperado que houvesse um aumento significativo dos valores de *E. coli* nesses pontos devido à maior concentração de efluentes domésticos no curso d'água. Essa elevação não foi registrada nas análises.

Lopes *et al.* (2009) identificaram valores elevados de *E. coli* durante a estação seca em um balneário no município de Rio Acima (cachoeira SAMSA). O curso d'água associado a essa cachoeira recebia efluentes domésticos a montante do local de coleta, o que justificaria os valores elevados de *E. coli*. Portanto, nos pontos 1, 2 e 3, investigados no presente trabalho, os valores de *E. coli* mais baixos registrados na estação seca podem ser justificados por algum tipo de tratamento que os moradores fazem de seus efluentes, como a utilização de fossas. Isso reduziria a concentração de contaminantes nas águas do curso d'água que atravessa a área urbana.

Portanto, os dados de *E. coli* sinalizam que a maior contribuição para a contaminação das águas da represa é proveniente do escoamento superficial e deve estar associado às áreas de pastagem. Já a área urbana, apesar da proximidade e do elevado potencial para contaminação na estação seca, considerando, inclusive, a provável maior concentração dos esgotos domésticos, acabou não afetando as condições de balneabilidade a ponto de serem classificadas como impróprias para contato primário na estação seca.

Considerações finais

A Represa do Taboão é um importante atrativo turístico no distrito de Santa Rita de Ouro Preto e, nesse sentido, conhecer suas condições de balneabilidade é fundamental para garantir a saúde de turistas e da população que utiliza o local. A partir dos dados analisados, pode-se concluir que, nos pontos selecionados, a Represa do Taboão se apresenta como própria para a prática de atividades recreacionais ao longo de todo o ano nos pontos 3 e 4. Nos pontos 1 e 2 as condições são próprias apenas na estação seca. Esses dois pontos são os mais próximos do local onde o curso d'água que alimenta o braço da represa de água. Desse modo, é importante conscientizar a população sobre os riscos que representa utilizar essas áreas associadas aos respectivos pontos.

Os resultados demonstram que a elevação da concentração de *E. coli* ocorreu no período chuvoso, fato que deve estar associado ao carreamento de material fecal das áreas

de pastagem. Embora os pontos analisados estejam próximos da área urbana do distrito e que nele não exista sistema de tratamento de esgotos, isso não comprometeu as condições de balneabilidade durante a estação seca, como esperado. De qualquer modo, estudos futuros podem buscar compreender o porquê de, na estação seca, os valores de *E. coli* não aumentarem como esperado na área dos pontos investigados, apesar da contribuição geograficamente próxima da área urbana do distrito de Santa Rita de Ouro Preto.

Frisa-se ainda a importância da ampliação de programas de monitoramento das condições de balneabilidade em áreas recreacionais e a divulgação dos resultados ao público frequentador. No caso específico da Represa do Taboão, o monitoramento contínuo se faz ainda mais necessário devido à proximidade do curso d'água com a área urbana e o risco de, a qualquer momento, com o crescimento urbano, essas águas se tornarem contaminadas.

A pesquisa não só fornece informações valiosas sobre as condições de balneabilidade na Represa do Taboão, como também contribui para a apresentação e utilização prática de uma nova possibilidade na análise da balneabilidade, por meio do método *Colipaper*. Esse método é mais acessível financeiramente do que outros e utiliza uma metodologia prática e eficaz para a detecção e quantificação de colônias de bactérias.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geografia Física do IFMG – Campus Ouro Preto e ao Grupo de Pesquisa Geoquímica e Paisagem.

Referências bibliográficas

ALAMOS, A. Bathing water quality analysis, management and policy: an integrated assessment for Ireland. *Water Policy*, v. 24, n.1, 2022.

ALFAKIT. *Manual Colipaper petri*. Análise Microbiológica de *E. coli* e Coliformes Totais. 2022.

ARCOS, N. A.; CUNHA, H. B.; SILVA, M. S. R. Avaliação do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de três praias do rio Negro, Manaus –AM. In: FERREIRA, S. J. F.; SILVA, M. L.; PASCOALOTO, D. (Org.). *Amazônia das águas: Qualidade, Ecologia e Educação Ambiental*. Manaus: Editora Valer, 2016. p. 69-89.

ASSIS, E.; LOPES, F. W. A. Avaliação da qualidade das águas na bacia do Ribeirão das Araras, Córrego Danta (MG). *Caminhos de Geografia*, v. 18, n. 63, p.133-152, 2017.

BORTOLI, J. Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do vale

do Taquari/RS. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento na linha de Pesquisa em Ecologia, *UNIVATES*, fevereiro de 2016.

CASTRO, J. M. G. *Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFOP, 2006, 129p.

CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 2000. *Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000*. Brasília-DF (brasil), conselho nacional de meio ambiente, ministério do meio ambiente.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas litorâneas no estado de São Paulo: balneabilidade das praias*. São Paulo: Cetesb, 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Qualidade das águas litorâneas no estado de São Paulo 2019*. São Paulo: Cetesb, 2020.

COPAM; CERH-MG. Deliberação Normativa Conjunta nº 8/2022. *Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para enquadramento, além de condições e padrões de lançamento de efluentes*. Publicada no Diário do Executivo - "Minas Gerais" em 02/12/2022.

DRUMOND, S. N.; SANTIAGO, A. F.; MOREIRA, M.; LANNA, M. C. S.; ROESER, H. M. P. Identificação molecular de *Escherichia coli* diarréiogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó na região do Alto Rio Doce. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 03, May-Jun 2018.

DUFOUR, A.P. et al. Water ingestion during swimming activities in a pool: a pilot study. *J. Water Health* 4 (4): 425-430, 2006.

LIMA, A. R.; SANTOS, R. C.; SILVA, G. C. Avaliação da qualidade da água em bebedouros em escolas de Ensino Fundamental da cidade do Sertão do Pajeú-PE. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, v. 10, n.2, p. 45-49, abr-jun, 2020.

LOPES, F. W. A.; CARVALHO, A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; OLIVEIRA, L. A. F. Avaliação das condições de balneabilidade na bacia do Alto Rio das Velhas/ MG. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, *Anais...*, 2009.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; VON SPERLING, E. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais. *Hygeia*, v. 9, n. 16, p. 28-47, 2013.

LOSA, M. S.; GONZÁLEZ, A. R. M.; HURTADO, D. C. Avaliação da qualidade da água com ênfase no estado trófico em zonas balneares da costa centro-sul de Cuba. *Ocean and Coastal Research*, v. 20, 2022.

MOTA, Suetônio. *Gestão ambiental de recursos hídricos*. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

NOVOTNY, V. (2003) *Water quality: diffuse pollution and watershed management*. 2. ed. Nova York: John Wiley. 864 p.

ORDULJ, M.; JOZIC, S.; BARANOVIC, M.; KRZELJ, M. The Effect of Precipitation on the Microbiological Quality of Bathing Water in Areas under Anthropogenic Impact. *Water*, v. 14, n. 4, p. 527, 2022.

PEREIRA, J. M. *Análise microbiológica da água de bebedouro da Escola Estadual Maria Sá Mota – Manicoré*. 2019. 42f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade do Estado do Amazonas, Manicoré.

POND, K. *Water recreation and disease: plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality*. Intl Water Assn, 2005.

RIBEIRO, N. U. F.; BEGA, J. M. M.; CARVALHO, S. L. Índice de qualidade das águas no rio Paraná, Aparecida do Taboado -MS, Brasil: dados preliminares. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 8, n. 64, p. 101-116, 2020.

SABINO, A. L. BALTHAZAR-SILVA, D.; MOURA, C.; ROCHA-LIMA, A. B. C. Ensaio físico-químico e microbiológico da praia do Lázaro em Ubatuba-SP. *UNISANTA Bioscience*, v. 9, n. 4, p. 328-337, 2020.

SILVA, R. C. O uso de recursos hídricos para o lazer e a relação com o meio natural. *Turismo em Debate*, v. 25, n. 3, 85-98, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. (1980). Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural.

VASÍLIO, V. A. A. *Balneabilidade, Índice de Qualidade da Água e Bioensaios de Toxicidade nas praias do Reservatório de Ilha Solteira/SP*. 2006. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira.

VON SPERLING, E. Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, *Anais...* Joinville, 2003.