

CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE EM CACHOEIRAS DE OURO PRETO E MARIANA, MINAS GERAIS

Igor Alexander dos Santos¹; Alex de Carvalho²

1 Igor Alexander dos Santos, Bolsista (IFMG), Licenciatura em Geografia, IFMG Campus Ouro Preto, Ouro Preto - MG; igoralexander23@gmail.com

2 Alex de Carvalho, Orientador: Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Preto; alex.carvalho@ifmg.edu.br

RESUMO:

Nas últimas décadas, as atividades de recreação com contato primário com as águas têm se tornado mais frequentes, sobretudo quando se considera o crescimento do ecoturismo e/ou de variações de turismo ecológico no mundo e no Brasil. No caso brasileiro, especificamente, uma questão importante é a ocorrência de diferentes tipos de doenças de veiculação hídrica, associadas, muitas vezes, às ações humanas que ocorrem em uma bacia hidrográfica. O Quadrilátero Ferrífero é uma região com um contexto geomorfológico que favorece a ocorrência de cachoeiras e outros locais propícios para a prática de atividade de lazer em contato primário com a água. Soma-se a isso a ocorrência de atividades humanas, como a pecuária e a urbanização, com elevado potencial de contaminação dessas águas utilizadas pelas pessoas, sobretudo devido ao lançamento de efluentes domésticos, os quais podem conter microrganismos capazes de provocar doenças. O presente trabalho tem como objetivo geral investigar as condições de balneabilidade de duas cachoeiras da região, uma situada no município de Ouro Preto e a outra em Mariana. Nos dois casos, trata-se de cachoeiras muito próximas das áreas urbanas das sedes municipais e que não contam com estudos a respeito das condições de balneabilidade. A metodologia empregada consiste no monitoramento das condições de balneabilidade, conforme Resolução 274 de 2000 do CONAMA, considerando especificamente o monitoramento turbidez e *Escherichia coli*. Como parte inicial da pesquisa, foi realizado o monitoramento durante a estação chuvosa, no início do ano de 2023. Os dados verificados revelam valores de turbidez e *Escherichia coli* de acordo com os padrões adequados para o contato primário. Nas duas cachoeiras, as condições de balneabilidade podem ser consideradas muito boa (conforme Resolução CONAMA 274). Com relação à turbidez, apesar de se tratar de coletas na estação chuvosa, os valores foram muito baixos, indicando um menor risco para contaminações difusas em ambas as cachoeiras.

Palavras-chave: Qualidade da água; *Escherichia coli*; coliformes totais; coliformes termotolerantes.

INTRODUÇÃO:

O incremento do turismo em balneários tem se destacado em diversos países do mundo, proporcionando benefícios financeiros às comunidades envolvidas, através da geração de emprego e renda. Todavia, a atividade turística exerce uma série de pressões sobre o ambiente e, caso a recreação ocorra em águas contaminadas, os banhistas ficam susceptíveis a uma série de doenças, especialmente no caso dos idosos, pessoas com baixa resistência imunológica e crianças. Considera-se que as crianças constituem um grupo de maior risco, pois tendem a permanecer em contato com as águas por longos períodos de tempo, em comparação aos demais grupos etários e, durante suas atividades, há maior possibilidade de ingestão acidental de água (POND, 2005).

Os cursos fluviais que se encontram dentro do território brasileiro, em grande parte, ainda se apresentam bem preservados. Desse modo, grande parte está apta para as mais variadas práticas em suas margens, sendo exemplo, aquelas que se enquadram dentro do que se define como práticas de balneabilidade. Apesar disso, é necessário cautela, já que os parâmetros de balneabilidade de um curso d'água não são constatados através de um olhar superficial. Nesse caso, é necessária a análise dos seus parâmetros físicos, químicos e biológicos através de métodos específicos. O cuidado deve ser ampliado, sobretudo quando se constata um constante aumento populacional, aliado a ocupações urbanas sem controle do poder público e a falta de saneamento básico de grande parcela dos municípios brasileiros. Isso acarreta para os rios mais poluentes, resíduos sólidos e coliformes que podem ser vetores de doenças. (SILVA, RODRIGUES, 2010).

A ação predatória dos seres humanos no ambiente tem promovido a degradação da qualidade da água, a contaminação dos corpos hídricos, sobretudo com esgoto sanitário. Isso tem aumentado muito o risco de transmissão de doenças, ainda mais quando esses locais são utilizados pela população para a prática de

atividades turísticas, destacando-se o ecoturismo, que geralmente está associado a um contato primário com a água (MARIANO, 2008).

As doenças de veiculação hídrica são ocasionadas, principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitida basicamente pela rota fecal-oral. Portanto, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos com a água ou alimento contaminado pela água poluída com fezes (GREGHI, 2005).

Uma importante fonte de poluição e contaminação das águas em áreas urbanas consiste nos esgotos sanitários. Trata-se daquelas águas utilizadas para a higiene pessoal, lavagem de utensílios e preparo de alimentos, originárias de domicílios residenciais, comerciais, hospitalares e industriais. A composição dos esgotos sanitários é praticamente uniforme, constituída especialmente por matéria orgânica biodegradável, bactérias, vírus, nitrogênio, fósforo, óleos e detergentes (BENETTI, BIDONE, 2001)

Conhecer a qualidade das águas de um dado corpo hídrico para adequá-las aos seus mais variados usos, sejam estes consuntivos ou não consuntivos, é uma tarefa importante (SILVA et al. 2012). Apesar da crescente demanda pelo uso recreacional de ambientes aquáticos e dos riscos decorrentes do contato com águas contaminadas, nota-se, no Brasil, uma carência de estudos e programas de monitoramento que avaliem as condições de balneabilidade, especificamente, em balneários de águas doces (VON SPERLING, 2003). Atualmente, no Brasil, os critérios e fundamentos para o estudo da balneabilidade foram definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e estão dispostos na Resolução nº 274 do ano 2000.

Nesse contexto, as pesquisas promovidas por instituições de ensino, pesquisa e extensão sobre a balneabilidade de locais de uso recreacional das águas têm papel de destaque, pois verificam a qualidade da água em locais utilizados para a prática de esportes aquáticos como natação, esqui aquático e mergulho. Estas pesquisas preenchem lacunas a respeito do conhecimento das condições de balneabilidade em locais utilizados pela população e que, muitas vezes, não são investigados pelo poder público municipal e estadual.

As doenças decorrentes de contaminação de águas de uso recreacional requerem, geralmente, tratamentos simples, que normalmente apresentam resposta rápida, ou não demandam nenhum tipo de intervenção e não possuem efeitos de longo prazo na saúde humana. Apesar de as doenças mais comuns em banhistas serem a gastroenterite e as infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta, em locais contaminados há o risco de infecções com doenças consideradas mais graves, tais como disenteria, cólera, hepatite A e febre tifoide (CETESB, 2003).

Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade, é essencial a defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário (CONAMA, 2000).

Atualmente, o PET Ambiental da UFOP, em parceria com a prefeitura municipal de Ouro Preto, tem realizado a avaliação das condições de balneabilidade de 17 pontos de uso recreacional das águas e de contato primário. Os pontos escolhidos pelo PET Ambiental são: Poço das Crianças, Folhinha, Ponte, Catarina Mendes, Cascata Dom Bosco, Cascata São Bartolomeu, Brás Gomes, 3 Moinhos, Castelinho, Falcão, Bacia do Custódio, 3 Pingos, Ponte do Calixto, Ponte da Caveira e Prainha e Taboões.

Em Ouro Preto, o PET Ambiental selecionou locais de uso recreacional com contato primário com a água que estão inseridos no município de Ouro Preto, próximos de distritos com elevada atividade turística ou em parques da região. Percebe-se que muitos locais amplamente visitados pela população local e por turistas não foram considerados. Destaca-se, nesse contexto, cachoeiras próximas da área urbana da sede do município. Entre as cachoeiras que não foram contempladas e que estão em locais de fácil acesso e próximas à área urbana está a Cachoeira da Geladeira, nas proximidades dos bairros Novo Horizonte e Pocinho.

No município de Mariana são escassos os trabalhos que avaliam a qualidade das águas com uso recreacional. Recentemente, foi sancionada a Lei Municipal 3.580, de 21 de junho de 2022, que "dispõe sobre o programa municipal de controle da esquistossomose no município de Mariana". Embora a legislação tenha como alvo o controle de uma doença, o programa prevê, entre outras coisas, tornar balneável as cachoeiras do município e instituir e manter um programa de monitoramento da balneabilidade nos cursos d'água identificados como vulneráveis à contaminação. Nesse contexto, a realização de estudo sobre a balneabilidade no município de

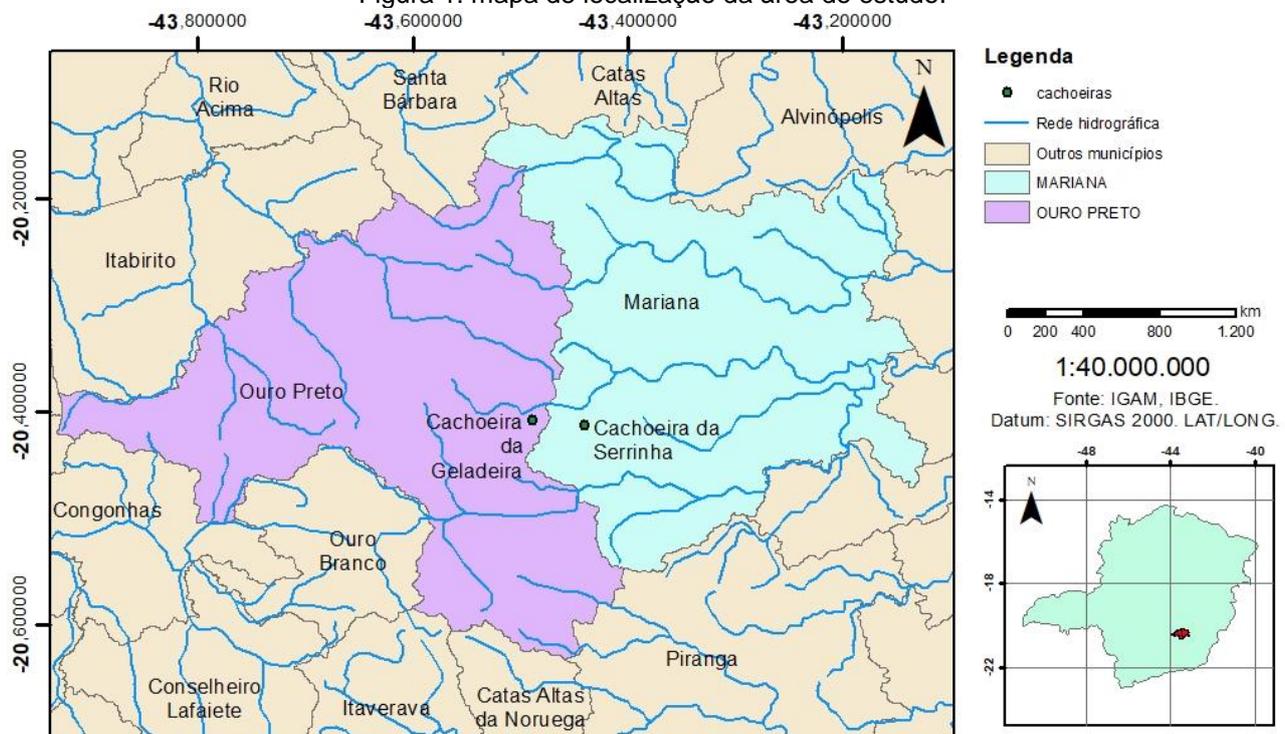
Mariana contribui para chamar a atenção do poder público para as condições da água em locais de fácil acesso da população.

Em Mariana, a Cachoeira da Serrinha é um local frequentemente utilizado pela população local e por turistas de cidades vizinhas para práticas de contato primário com a água. Trata-se de um ponto estratégico para a avaliação da balneabilidade, já que ela se localiza em Mariana, próximo da BR356, a poucos quilômetros de Ouro Preto. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo investigar aspectos da qualidade da água em locais de uso recreativo das águas que envolvem o contato primário, em conformidade com a Resolução do CONAMA 274 de 2000.

METODOLOGIA:

A área de estudo compreende duas cachoeiras, a da Serrinha, no município de Mariana e a da Geladeira, no município de Ouro Preto (Fig. 1). Com dito anteriormente, as duas cachoeiras se localizam próximas às áreas urbanas dos dois municípios citados anteriormente.

Figura 1: mapa de localização da área de estudo.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

A pesquisa proposta será alicerçada em três etapas complementares: trabalho de gabinete, trabalho de campo e análises em laboratório. A etapa do trabalho de gabinete foi dividida em quatro fases: (i) levantamento de fontes bibliográficas, (ii) levantamento de bases cartográficas e elaboração de mapas, (iii) levantamento do uso e ocupação do solo e (iv) redação de textos. Foi realizada ampla revisão bibliográfica sobre os temas da pesquisa. Foram levantadas bases cartográficas para a elaboração de mapas, como de topografia e hidrografia, entre outras. A última fase do trabalho de gabinete correspondeu à elaboração textual, produção de gráficos e tabelas.

Foram realizados trabalhos de campo preliminares para reconhecer a área e identificar pontos de maior utilização pelos banhistas e definir as coletas. Ao longo da estação chuvosa, entre 26/02/2023 e 26/03/2023 foram realizadas coletas de amostras de água para análise de *Escherichia coli* e de turbidez em laboratório. Os dados foram anotados em formulário específico. Foram realizadas cinco coletas, ao longo de cinco semanas, durante os domingos. A presença e quantidade de *Escherichia coli* foram determinadas de acordo com o método Colipaper e a turbidez com o uso de turbidímetro de bancada.

A terceira etapa contemplou as análises de laboratório e correspondeu à análise bacteriológica e de turbidez das amostras de água coletadas durante o monitoramento. Para a determinação da turbidez, as amostras de água coletadas nas cachoeiras foram encaminhadas ao Laboratório de Geografia Física do IFMG - Campus Ouro Preto. Foi utilizado um turbidímetro de bancada para a determinação da turbidez. Com relação ao método Colipaper, voltado para a verificação de *Escherichia coli*, ele é de fácil manuseio e permite a realização de análises microbiológicas. O papel Colipaper é um meio cromogênico que detecta minimamente cerca de 80UFC/100mL (unidade formadora de colônia por mililitro). O Colipaper pode identificar cepas de bactérias *Enterobacter cloacae*, relacionada a coliformes totais e *Escherichia coli*, relacionada a coliformes termotolerantes. Neste método, as colônias possuem cores distintas, sendo que as róseas avermelhadas sinalizam a presença de coliformes totais e as azuis arroxeadas sinalizam a presença de coliformes termotolerantes (BORTOLI, 2016).

A análise constitui na retirada do teste de sua embalagem, a identificação das cartelas a serem utilizadas, a fim de não ocorrer confusão entre pontos diferentes amostrados. O manuseio é feito tocando-se apenas acima da parte destacável das cartelas, a fim de evitar contaminações diversas. Em seguida, faz-se a imersão da cartela na água coletada, remove-se o excesso de água por alguns segundos e as cartelas são novamente colocadas nas embalagens plásticas de origem, destacando-se a parte superior (destacável) e lacrando o plástico. Por fim, as cartelas utilizadas podem ser mantidas em refrigeração por poucas horas até serem colocadas em uma estufa a 36/37°C, onde devem permanecer por 15 horas. Após esse período é realizada a contagem dos pontos rosa e/ou azuis para determinar os valores de coliformes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

As cachoeiras selecionadas estão localizadas em áreas de acesso fácil, nas proximidades das áreas urbanas de Ouro Preto – cachoeira da Geladeira, e de Mariana – cachoeira da Serrinha. Em ambos os casos, observa-se que o percurso desde a estrada até as cachoeiras se mostra relativamente preservado, observando-se apenas alguns pontos nos quais os processos erosivos têm se mostrado mais intensos. O surgimento de focos de erosão nas trilhas deve ter relação com as próprias trilhas, na medida em que elas permitem a concentração do fluxo de água durante as chuvas e, com isso, aumenta o poder erosivo das águas pluviais. Apesar da existência desses focos de erosão, eles não aparentam poder evoluir muito, devido à maior preservação das áreas no entorno, bem como devido ao fato de se verificar um solo mais raso na região ou mesmo o afloramento de rochas, sobretudo quartzitos, mais resistentes aos processos denudacionais.

As trilhas que levam até as cachoeiras apresentam vegetação relativamente preservada. Raramente são observados resíduos ao longo do caminho, como plásticos, garrafas e latinhas de alumínio. Nesse quesito, as cachoeiras se encontram bastante preservadas, sem o registro de muito lixo em seu entorno ou no percurso até elas. Não foram observados muitos resquícios de fogueira nas proximidades das cachoeiras investigadas. Portanto, infere-se que há um cuidado das pessoas que frequentam o balneário com a não realização de atividades com fogueiras ou pelo menos o cuidado em não manter materiais que possam ocasionar queimadas na região.

Considerando impactos negativos nas cachoeiras, pode-se destacar a grande presença de banhistas. Notam-se, em ambas as cachoeiras, a presença de pichações ou escritas nas rochas que se encontram nas proximidades das cachoeiras. Além disso, observou-se durante a visita a presença de grupos grandes (cada grupo com até 10 pessoas). Esses grupos acabam fazendo muito barulho ou carregando caixas de som muito potentes, o que pode comprometer o ambiente de animais nativos, que se afugentam da área pelo barulho.

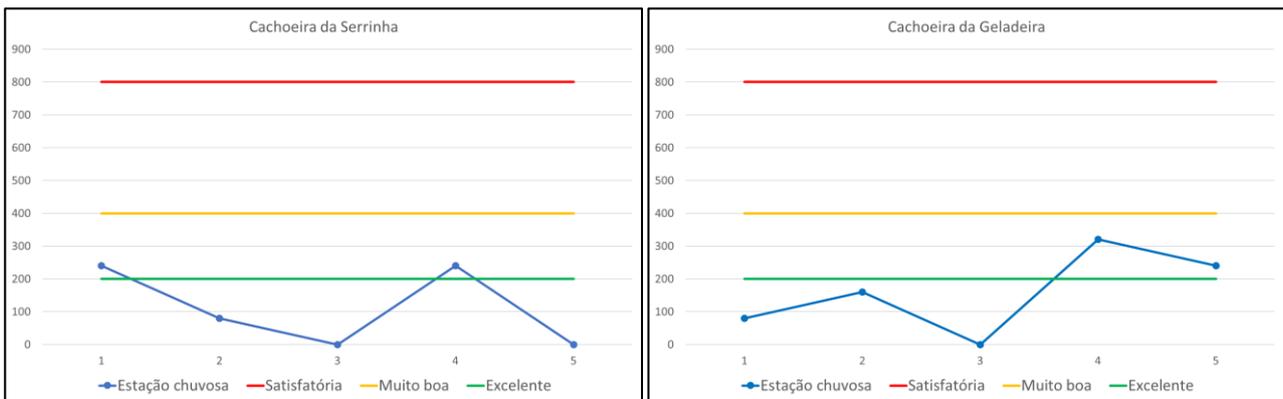
Com relação à água das cachoeiras, observou-se que são cristalinas. Apenas quando há muitas pessoas nos poços e quando essas pessoas movimentam o fundo desses poços é que se verifica o aumento repentino da turbidez. No entanto, de modo geral, a água permanece límpida a maior parte do tempo. Não foram identificados indícios de materiais que poderiam comprometer a qualidade da água.

Na Figura 2 estão representados os valores de *Escherichia coli* e os limites para condições de balneabilidade excelente (verde), muito boa (amarelo) e satisfatória (vermelho). As duas cachoeiras apresentam valores de *Escherichia coli* dentro dos padrões determinados pela Resolução Conama 274 para muito boa. A norma estabelece que para um ponto de balneabilidade ser considerado excelente, ele deve ter menos de 200 UFC de *Escherichia coli* em, pelo menos, 80% das amostras, para ser considerado muito boa deve ter, pelo menos,

80% das amostras abaixo de 400 UFC de *Escherichia coli* e para ser satisfatória, 80% ou mais das amostras com menos de 800 UFC de *Escherichia coli*.

Na cachoeira da Serrinha, as condições de balneabilidade podem ser consideradas muito boas, haja vista que, em nenhuma amostra, os valores de UFC superaram os limites estabelecidos pela Resolução Conama. A maior parte das amostras estão de acordo com o que estabelece a norma para condições excelentes (coleta 2, 3 e 5 – ambas inferiores a 200 UFC *Escherichia coli*). No entanto, as coletas 1 e 4 apresentaram valores um pouco maiores do que o permitido para se classificar como condição excelente.

Figura 2: monitoramento de *Escherichia coli* nas cachoeiras da Serrinha e da Geladeira.

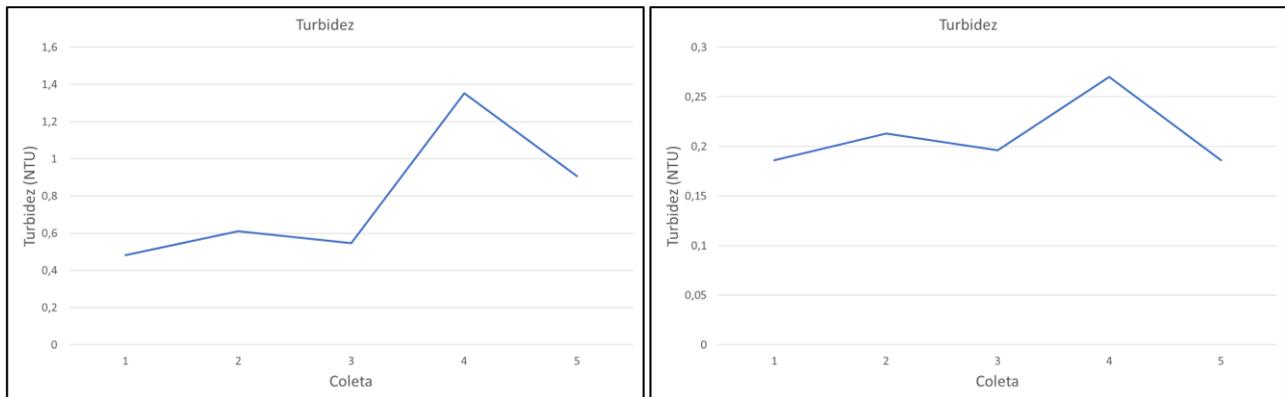


Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Na cachoeira da Geladeira, as condições de balneabilidade também podem ser consideradas muito boas. Em nenhuma das amostras se verificou valores de UFC de *Escherichia coli* maiores do que 400 UFC, como determina a norma. Na verdade, assim como ocorreu na cachoeira da Serrinha, a maior parte das amostras apresentam valores dentro do permitido para ser classificado como excelente. No entanto, não foi possível fazer essa classificação porque as amostras 4 e 5 apresentaram valores de UFC de *Escherichia coli* acima do permitido da classe excelente, fazendo com que fosse classificada como muito boa.

Na Figura 3 estão representadas as taxas de turbidez para as coletas nas 5 semanas analisadas. Como se verifica nos gráficos, os valores de turbidez se apresentam bastante baixos nas duas cachoeiras. A análise da turbidez é um elemento importante na análise da qualidade da água porque tem relação com a quantidade de material solubilizado ou em suspensão nas águas. As águas com turbidez mais elevada podem estar sofrendo o lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais, por exemplo. Nesse caso, seria um tipo de poluição pontual dos cursos d'água. Outra possibilidade seria a poluição difusa, quando, durante e logo após as chuvas, as águas se tornam mais turvas devido ao carreamento de sedimentos e à solubilização de materiais. Como a área de contribuição das cachoeiras está relativamente preservada, não há lançamento de efluentes nos cursos d'água à montante que as abastecem. Além disso, apesar de se tratar do período de chuvas, a manutenção de baixos valores de turbidez e os baixos valores de UFC referente à *Escherichia coli*, indicam que a poluição/contaminação difusa não é um componente central para alterar a qualidade da água nas referidas cachoeiras.

Figura 3: monitoramento das taxas de turbidez nas cachoeiras da Serrinha e da Geladeira.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

CONCLUSÕES:

A partir dos dados discutidos, verifica-se que as duas cachoeiras apresentam boas condições de balneabilidade. A maior parte das amostras apresentaram valores considerados excelentes e, em cada cachoeira, apenas duas amostras apresentaram valores acima do padrão especificado para a classe excelente. As análises de turbidez revelaram que se trata de área na qual a poluição difusa tem pouca ou nenhuma influência sobre as condições de balneabilidade.

Observa-se que embora as duas cachoeiras estejam próximas de áreas urbanas e com grande frequência de banhistas, suas condições ambientais, de modo geral, estão preservadas. Os principais problemas se referem à existência de focos de erosão nas trilhas, a pichação de rochas e o barulho que afugenta os animais.

As duas cachoeiras se inserem no contexto regional como boas opções para as pessoas que desejam praticar atividades de contato primário. Nesse sentido, o poder público deve realizar ações no sentido de garantir a conservação dessas áreas enquanto local de práticas recreacionais, garantindo inclusive as condições que mantêm a água com boas condições, sem importantes fontes de poluição/contaminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 849-876

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, do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS, Brasil, 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório de balneabilidade das praias paulistas 2002**. São Paulo: CETESB, 2003. 206p.

CONAMA, 2000. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente.

GREGHI, S. Q. **Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para a detecção de Coliformes Totais e Coliformes Fecais em amostras de água em comparação técnicas de fermentação em tubos múltiplos**. Universidade Estadual Paulista: Araraquara, 2005.

MARIANO, M. B.; VIDAL, C. M. S.; SOUSA, J. B. Avaliação da Qualidade Microbiológica da Água para Balneabilidade do Salto Manduri, Prudentópolis – PR. **VI Semana da Engenharia Ambiental**, Campus Irati, Prudentópolis, 2008.

POND, K. **Water recreation and disease. Plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality**. London: IWA/WHO, 231p, 2005.

SILVA, J. D. P.; RODRIGUES, C. Morfologia fluvial como indicador de geodiversidade: exemplos de rios brasileiros. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE –DCG/NAPA, Recife, setembro 2010. 210-235.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; ALMEIDA, R. S. R. Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 2, p. 163-172, 2012.

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