IV473 - ANÁLISE DA BALNEABILIDADE EM CACHOEIRAS DO MUNICÍPIO DE OURO PRETO

Grazielle Rocha dos Santos[(1)]
Doutora em Engenharia Ambiental na área de Recursos Hídricos/ Meio Ambiente pelo PROAMB/UFOP. Engenheira Ambiental pela mesma instituição. Atuando na área de monitoramento de bacias hidrográficas com aplicação de estatística multivariada.
Gabrielle Totti Nepomuceno [(2)]
Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto.
Maria Luiza Machado Roman [(3)]
Graduanda em Engenharia Ambiental (UFOP), integrante do Programa de Educação Tutorial.
Jamilly Moreira Gomes[(3)]
Graduanda em Engenharia Ambiental (UFOP), integrante do Programa de Educação Tutorial.
Aníbal da Fonseca Santiago[(4)]
Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2006), Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (2008) e Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa (2013). Tem experiência na área de tratamento simplificado de águas residuárias e produção de biomassa algal.

Endereço[(1)]**:** Campus Morro do Cruzeiro, Bauxita, Ouro Preto, MG. CEP:35402-170. Brasil. Tel (31) 999386287. Email: grazielle.santos@aluno.ufop.edu.br

RESUMO

Esta pesquisa avaliou a balneabilidade de 17 cachoeiras localizadas no município de Ouro Preto, Minas Gerais, com foco na qualidade das águas para atividades recreativas de contato primário. Foi mensurado o paramêtro microbiológicos *Escherichia coli*, conforme as diretrizes da Resolução CONAMA 274/2000. As coletas ocorreram ao longo de cinco semanas consecutivas, no final do período chuvoso, identificando variações causadas por fatores antrópicos e naturais, como urbanização e precipitações. Os resultados indicaram que a maioria das cachoeiras foi classificada como de balneabilidade excelente, enquanto algumas apresentaram limitações relacionadas à proximidade com áreas urbanas, apresentando balneabilidade satisfatória. Observou-se também que eventos de chuva contribuíram para o aumento da contaminação microbiológica em alguns pontos. Além disso, o uso do solo nas áreas adjacentes desempenhou papel crucial na qualidade da água, destacando a necessidade de práticas de manejo sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Balneabilidade, CONAMA 274/2000, uso do solo, turismo ecológico.

INTRODUÇÃO

A avaliação da balneabilidade em ambientes utilizados para contato primário é relevante em qualquer localidade, no município de Ouro Preto, patrimônio histórico da humanidade isso se torna essencial uma vez que a cidade recebe um elevado número de turistas que buscam por suas belezas históricas e naturais. Contudo, diante de precárias estruturas de saneamento básico, elevadas taxas de urbanização, ausência de um monitoramento contínuo, a qualidade das águas da região é comprometida, o que pode representar riscos para os usuários. Assim, a resolução CONAMA n° 274/2000 estabelece as diretrizes para a avaliação da balneabilidade das águas naturais, sendo fundamental para garantir a segurança dos banhistas e preservação dos ecossistemas (BRITO e BALDUINO, 2020).

A balneabilidade esta relacionada com a adequação dos corpos d'água para fins de recreação de contato primário. Este por sua vez se caracteriza pela exposição contínua e prolongada á atividades como natação e mergulho, na qual pode ocorrer a ingestão de quantidades consideráveis de água não potável. O parâmetro utilizado pela legislação para a classificação dos ambientes aquáticos avaliados é a presença de Escherichia coli, podendo o corpo d'água ser próprio ou impróprio para atividades, dependendo no número mais provável (NMP/100ml).
O crescente uso dos ambientes naturais, principalmente os relacionados ao contato primário, promove a necessidade de garantir a segurança hídrica desses locais; tanto relacionado com o meio ambiente quanto com a saúde publica dos banhistas. Nesse sentido a avaliação da balneabilidade de cachoeiras no município de Ouro Preto torna-se fundamental, uma vez que sua beleza ecológica atrai inúmeros visitantes, o que intensifica a pressão urbana sobre esses ecossistemas e consequentemente a necessidade de monitoramento (FRANCELINO et al., 2022).

A contaminação desses recursos hídricos pode ocorrer por fontes difusas ou pontuais, e essa degradação pode comprometer a integridade dos usuários, uma vez que os expõem a potenciais patógenos como bactérias e vírus. Sob essa perspectiva a Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico é primordial por identificar e quantificar os riscos microbiológicos associados ao contato primário, essencial para os quesitos de saúde pública. Assim, especificamente em Ouro Preto, município de relevância histórica, a garantia de ambientes aquáticos seguros fortalece o turismo sustentável e a preservação ambiental (PINHO, 2023).
Neste contexto, esta pesquisa propõe uma análise integrada da balneabilidade nas cachoeiras do município de Ouro Preto, com o objetivo de fornecer informações que subsidiem políticas públicas para à preservação e o turismo ecológico. Dessa forma, serão abordados métodos de avaliação da qualidade da água e sugestões de práticas de gestão que promovam a segurança e a sustentabilidade nas áreas de cachoeira.

OBJETIVOS

Avaliar a balneabilidade das cachoeiras do município de Ouro Preto, identificando a qualidade das águas para fins recreativos, considerando o parâmetro microbiológico estabelecido pela CONAMA 274/2000.

METODOLOGIA UTILIZADA

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no município Ouro Preto, que está situado em uma das regiões centrais do estado de Minas Gerais, possuindo uma distância de 100 km da capital do estado, Belo Horizonte. Segundo os dados do IBGE, a sua população está avaliada em mais de 70.000 habitantes, distribuídos em 12 distritos, em um território de cerca de 1.250 km², circundado pela serra de Ouro Preto ao norte e Itacolomy ao sul (FERNANDES, 2021). Guerra et al., (2023) afirma que de acordo com informações do Conservatório do Turismo do estado mineiro, o município é um dos quatro destinos mais visitados, ao passo que no Brasil, Ouro Preto figura a 65º posição.

Em termos de economia Ouro Preto está localizado no Quadrilátero Ferrífero, polo mundial de exploração de minério de ferro, mas com outras produções minerais como Dolomito, Calcário, Talco, Manganês Gemas, Rochas e Cascalho. Em pesquisa realizada por Pinho (2019), sobre o cenário da economia do município, ficou claro que a principal atividade do município é o beneficiamento do minério de ferro que em 2017 alcançou 92,3% de toda sua movimentação econômica de bens e mercadorias e 39% da soma total serviços prestados.

O setor da mineração é tido como oportunidade ao trabalho e fornece um estímulo a circulação monetária do município, que por sua vez contribui para proporcionar a população uma boa qualidade de vida, influenciando e servindo como uma fonte de auxílio para o crescimento local. Por outro lado, o turismo da região, e facilidade de

transitabilidade garantem melhor para o bem estar social, somando assim uma valia para a atividade turística (COSTA, 2016).

Esta região está localizada entre os domínios da mata atlântica e do cerrado, tem principalmente campos rupestres e florestas estacionais típicas das montanhas. Seu relevo é acidentado e fica a uma altitude média de 1.116 metros. O clima em altas altitudes é tropical, com inverno secos e verões chuvosos. A temperatura média é de 20°C e 1.250 mm de precipitação média anual. O munícipio também é um divisor de bacias hidrográficas, estando em seu território a nascente do rio das Velhas, pertencente a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco e a Bacia Hidrográfica do rio Doce (PMOP, 2021).

2. PONTOS DE AMOSTRAGEM

Foram analisadas 17 cachoeiras localizadas nas bacias do rio das Velhas e do rio Doce (Figura 1), sendo 9 inseridas na primeira e 8 na segunda. As coletas foram realizadas por cinco semanas consecutivas em diferentes regiões conhecidas por seu potencial turístico envolvendo o contato e uso da água. As cachoeiras estão descritas na Tabela 1.

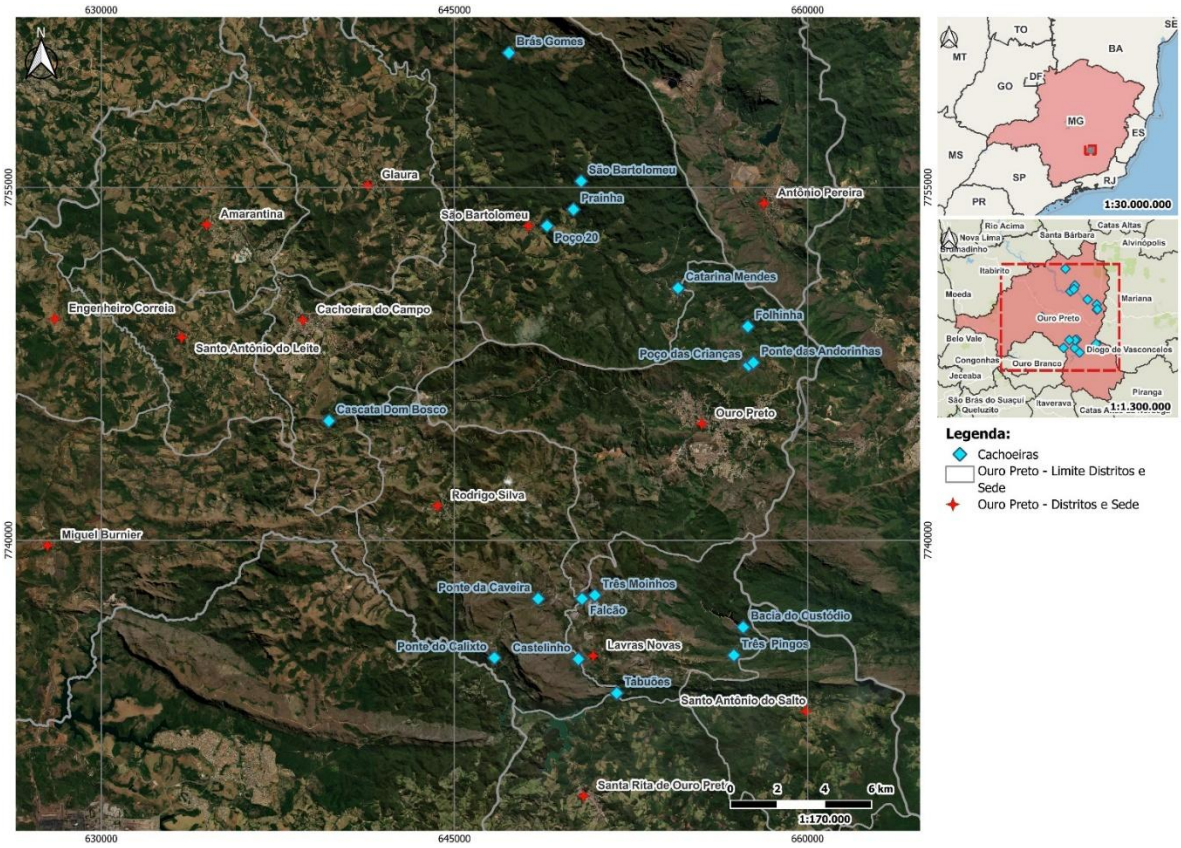

Figura 1 - Localização das 17 cachoeiras analisadas nesta pesquisa.

Tabela 1 - Identificação das áreas recreativas analisadas.

IDENTIFICAÇÃO	COORDENADAS	LOCALIZAÇÃO
Folhinha	-20.349377, -43.491466	PNMA
Poço das Crianças	-20.364196, -43.491469	
Ponte	-20.363516, -43.489110	
Castelinho	-20.477417, -43.559023	Chapada
Falcão	-20.454930, -43.557798	
Taboão	-20.490844, -43.543131	
Bacia do Custódio	-20.465718, -43.492242	Lavras Novas
Três pingos	-20.476678, -43.495558	
Três Moinhos	-20.453511, -43.553302	Rodrigo Silva
Ponte de Caveira	-20.455056, -43.575846	
Ponte do Calixto	-20.477162, -43.593430	
Brás Gomes	-20.246717, -43.588794	São Bartolomeu
Catarina Mendes	-20.335174, -43.519999	
São Bartolomeu	-20.294436, -43.560199	
Poço 20	-20.311462, -43.572915	
Prainha	-20.243963, -43.587916	
Cascata Dom Bosco	-20.387342, -43.661609	Cachoeira do Campo

3 BALNEABILIDADE

A avaliação da balneabilidade foi realizada conforme os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000 (Tabela 4), que define os parâmetros e limites para a classificação da qualidade das águas em locais de recreação. Para isso, foi feito o monitoramento de *Escherichia coli* em amostras de água, por cinco semanas consecutivas, e os valores foram comparados com a referida legislação. Assim as cachoeiras avaliadas foram classificadas em próprias ou impróprias para o contato primário.

Tabela 2 - Síntese da classificação da balneabilidade dos corpos hídricos.

CLASSIFICAÇÃO	CONDIÇÃO
EXCELENTE	80% das amostras devem apresentar valores menores ou iguais a 250 coliformes termotolerantes **ou** 200 *Escherichia coli* **ou** 25 enterococos por 100 ml.
MUITO BOA	80% das amostras devem apresentar valores menores ou iguais a 500 coliformes termotolerantes **ou** 400 *Escherichia coli* **ou** 50 enterococos por 100 ml.
SATISFATÓRIA	80% das amostras devem apresentar valores menores ou iguais a 1.000 coliformes termotolerantes **ou** 800 *Escherichia coli* **ou** 100 enterococos por 100 ml.
IMPRÓPRIA	Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias, e ou valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes **ou** 2000 *Escherichia coli* **ou** 400 enterococos por 100 ml.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A balneabilidade refere-se à qualidade sanitária das águas utilizadas para recreação de contato primário, que compreende contato direto e prolongado com a água (nadar, mergulhar, esquiar, etc.), onde existe a possibilidade de ingestão de quantidades significativas de água. É avaliado através de critérios técnicos que se baseiam em indicadores microbiológicos, devido ao fato de que o contato do banhista com águas contaminadas por vírus, bactérias e protozoários acarreta doenças graves de veiculação hídricas (ARCOS et al., 2020).

Uma água de boa qualidade, adequada para atividades de lazer, acarreta benefícios para a região, como o aumento do turismo e a valorização dos imóveis. Ao passo que a necessidade de monitoramento se faz necessária porque a presença de patógenos em águas recreativas pode representar um risco potencial à saúde dos usuários, uma vez que pode se relacionar a uma gama de patógenos microbianos de origem fecal, que são representados principalmente pelos coliformes termotolerantes (LEITE et al. 2012).

No Brasil, a análise da qualidade das águas que envolvem atividades recreativas de primeiro contato, ou seja, a balneabilidade, devem cumprir os requisitos definidos pela Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000. De acordo com suas diretrizes, a análise das condições sanitárias é realizada pela identificação de indicadores microbiológicos de contaminação fecal. Em relação as águas doces as condições de balneabilidade são categorizadas em classes, estabelecidas com base em critérios específicos relacionados com a quantidade *Escherichia coli* presentes (MIQUELANTE e KOLM, 2011).

De acordo com a referida resolução, as águas doces podem apresentar balneabilidade própria (divididas entre excelente, muito boa e satisfatória) ou imprópria (Tabela 3), estando essa classificação relacionada a presença de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e enterococos.

A avaliação dos resultados da balneabilidade (Figura 2 e Tabela 3) reforça a influência das condições hidrológicas e do uso do solo na qualidade dos corpos d'água. De maneira geral, o período seco apresentou melhores valores de em comparação com o chuvoso, o que pode ser explicado pela redução do carreamento de poluentes. A cachoeira Dom Bosco que apresentou balneabilidade satisfatória sugere que essa área pode estar sujeita a fontes de contaminação como escoamento de áreas urbanas ou rurais próximas. Por outro lado, a variação observada em nas cachoeiras que passaram de muito boa no período chuvoso para excelente na estação seca pode indicar um efeito diluidor das chuvas, que reduz momentaneamente a concentração em certos locais.

Essa variação nos indicadores é essencial para compreender os riscos associados ao uso recreativo das cachoeiras e reforça a importância do monitoramento contínuo. Dessa forma, os resultados ressaltam a necessidade de controle do uso do solo, saneamento adequado e estratégias para minimizar a contaminação das águas, garantindo tanto a conservação ambiental quanto a segurança dos usuários.

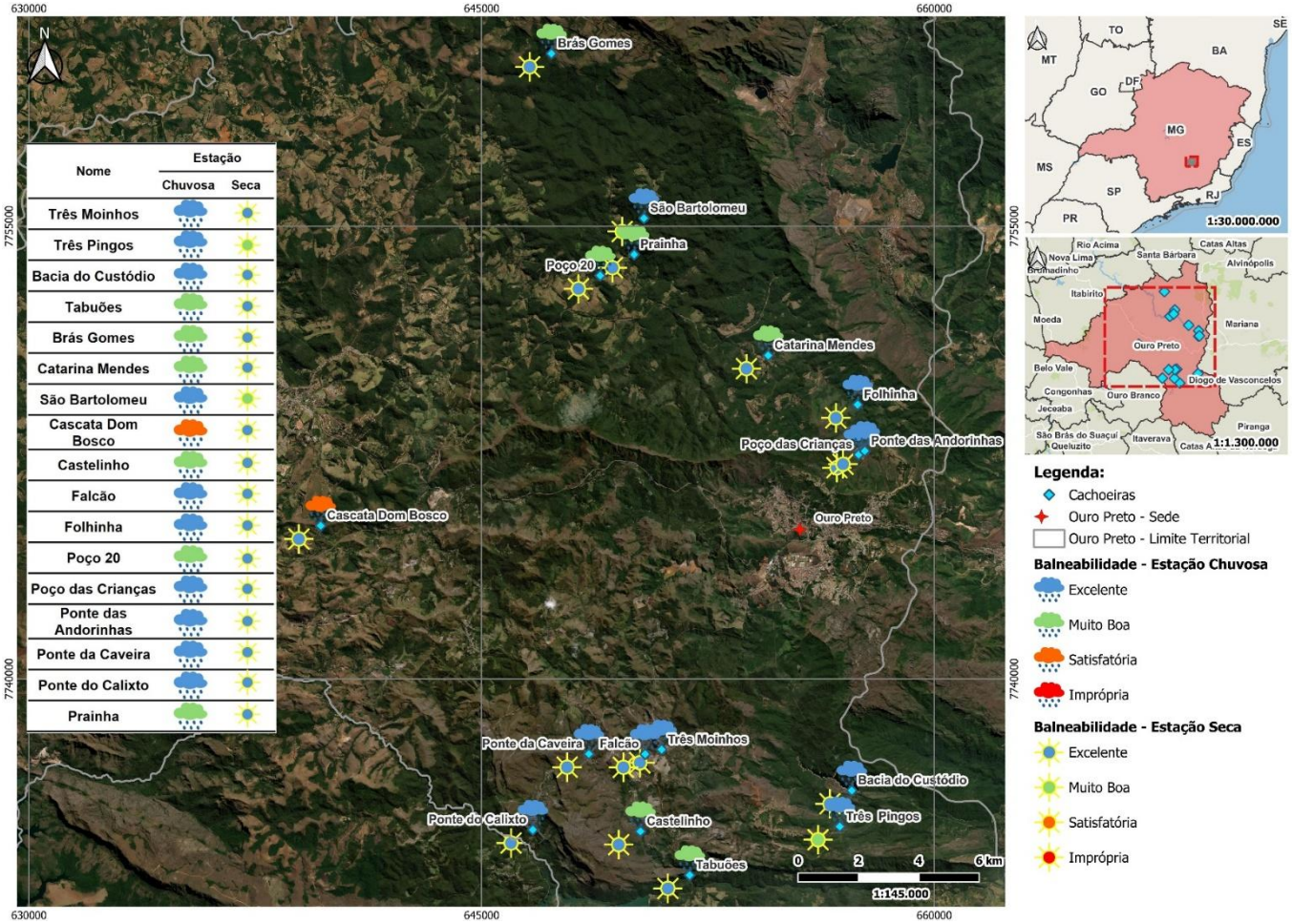

Figura 2 – Balneabilidade das áreas recreativas de Ouro Preto no ano de 2024.

Tabela 3 - Resultados da balneabilidade das áreas recreativas de Ouro Preto no ano de 2024.

CACHOEIRA	CHUVOSA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO	SECA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO
Ponte do Calixto	19/03	1119,9	**EXCELENTE**	09/09	1	**EXCELENTE**
	25/03	39,7		16/09	13,2	
	01/04	3		23/09	14,6	
	09/04	90,9		30/09	33,1	
	16/04	6,3		07/08	25,9	
Ponte da Caveira	19/03	2419,6	**EXCELENTE**	09/09	25,9	**EXCELENTE**
	25/03	57,3		16/09	60,9	
	01/04	56,3		23/09	20,3	
	09/04	39,7		30/09	17,3	
	16/04	17,3		07/08	30,7	
Três Moinhos	19/03	770,1	**EXCELENTE**	09/09	8,4	**EXCELENTE**
	25/03	51,2		16/09	10,7	
	01/04	7,4		23/09	13,4	
	09/04	2		30/09	7,5	
	16/04	18,7		07/08	15,3	
Falcão	19/03	9,7	**EXCELENTE**	09/09	7,4	**EXCELENTE**
	25/03	35		16/09	13,4	
	01/04	4,1		23/09	7,5	
	09/04	19,6		30/09	63,8	
	16/04	16,1		07/08	26,6	
Castelinho	19/03	298,7	**MUITO BOA**	09/09	16	**EXCELENTE**
	25/03	12,3		16/09	48	
	01/04	29,8		23/09	27,9	
	09/04	261,3		30/09	32,7	
	16/04	101,9		07/08	47,3	

Tabela 3 - Resultados da balneabilidade das áreas recreativas de Ouro Preto no ano de 2024.

CACHOEIRA	CHUVOSA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO	SECA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO
Tabuões	19/03	> 2419,6	**MUITO BOA**	09/09	18,9	**EXCELENTE**
	25/03	167		16/09	15,8	
	01/04	38,3		23/09	13,2	
	09/04	135,4		30/09	14,6	
	16/04	235,9		07/08	21,6	
Três Pingos	16/04	14,5	**EXCELENTE**	09/09	248,1	**MUITO BOA**
	24/04	6,3		16/09	235,9	
	30/04	3		23/09	143,9	
	06/05	13,4		30/09	119,8	
	14/05	15,5		07/08	95,8	
Bacia do Custódio	16/04	18,7	**EXCELENTE**	09/09	9,5	**EXCELENTE**
	24/04	21,6		16/09	1	
	30/04	28,8		23/09	1	
	06/05	328,2		30/09	0	
	14/05	38,3		07/08	8,5	
Dom Bosco	02/04	206,4	**SATISFATÓRIA**	09/09	191,8	**EXCELENTE**
	08/04	579,4		16/09	195,6	
	15/04	83,9		23/09	83,9	
	23/04	60,9		30/09	72,8	
	29/04	1046,2		07/08	150	
Brás Gomes	02/04	686,7	**MUITO BOA**	09/09	54,8	**EXCELENTE**
	08/04	816,4		16/09	365,4	
	15/04	214,3		23/09	63,1	
	23/04	517,2		30/09	157,6	
	29/04	15,5		07/08	67	

Tabela 3 - Resultados da balneabilidade das áreas recreativas de Ouro Preto no ano de 2024.

CACHOEIRA	CHUVOSA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO	SECA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO
Catarina Mendes	19/03	90,6	**MUITO BOA**	09/09	10	**EXCELENTE**
	25/03	107,1		16/09	162,4	
	01/04	228,2		23/09	290,9	
	09/04	203,2		30/09	78,9	
	16/04	79,4		07/08	121,1	
Prainha	16/04	209,8	**MUITO BOA**	09/09	60,5	**EXCELENTE**
	24/04	107,6		16/09	55,6	
	30/04	238,2		23/09	135,4	
	06/05	547,5		30/09	114,5	
	14/05	145		07/08	178,2	
Poço 20	16/04	107,1	**MUITO BOA**	09/09	68,3	**EXCELENTE**
	24/04	107,1		16/09	79,8	
	30/04	325,5		23/09	122,3	
	06/05	579,4		30/09	93,3	
	14/05	107,6		07/08	201,4	
São Bartolomeu	02/04	63,1	**EXCELENTE**	09/09	78,5	**MUITO BOA**
	08/04	69,7		16/09	224,7	
	15/04	30,1		23/09	70,3	
	23/04	45,5		30/09	160,7	
	29/04	79,4		07/08	218,7	
Folhinha	03/04	41,7	**EXCELENTE**	09/09	115,3	**EXCELENTE**
	10/04	155,2		16/09	116	
	18/04	48,7		23/09	93,3	
	22/04	59,4		30/09	78	
	30/04	42,8		07/08	35,9	

Tabela 3 - Resultados da balneabilidade das áreas recreativas de Ouro Preto no ano de 2024.

CACHOEIRA	CHUVOSA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO	SECA	*E.coli*	CLASSIFICAÇÃO
Ponte	03/04	3	**EXCELENTE**	09/09	105,4	**EXCELENTE**
	10/04	4,1		16/09	4,1	
	18/04	3,1		23/09	5,1	
	22/04	6,3		30/09	5,2	
	30/04	5,2		07/08	5,2	
Poço das Crianças	03/04	10,9	**EXCELENTE**	09/09	19,4	**EXCELENTE**
	10/04	24,9		16/09	1	
	18/04	20,1		23/09	1	
	22/04	0		30/09	13,4	
	30/04	0		07/08	3,1	

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram que todas as cachoeiras analisadas possuem balneabilidade própria, sendo adequadas para atividades recreativas de contato primário. Contudo, fatores como a ocupação urbana e atividades nas bacias hidrográficas contribuíram para variações na qualidade da água. As áreas com maior cobertura vegetal apresentaram melhores índices, evidenciando a importância de conservar a vegetação nativa como uma barreira natural contra a poluição pontual.

O estudo também destacou a importância do planejamento territorial e do manejo sustentável dos recursos naturais, sugerindo que ações educativas e políticas públicas voltadas ao saneamento básico e ao controle de atividades impactantes são essenciais para manter a qualidade dos corpos hídricos da região.

Por fim, a pesquisa está contribuindo para o avanço e divulgação do conhecimento científico sobre balneabilidade e para o fortalecimento do turismo sustentável, caminhando para a conscientização ambiental da população do município de Ouro Preto. Este equilíbrio entre conservação e uso econômico é essencial para garantir a preservação dos recursos hídricos e o bem-estar das populações locais e visitantes**.**

REFERÊNCIAS

Adelaide C. Nardocci et al (2019), AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCO MICROBIOLÓGICO (AQRM), Junho 2019 V.1, número 2

ANA,2024. Portal da Qualidade das Águas (ana.gov.br)

Andrade et al. (Geoprocessamento Aplicado na Caracterização Ambiental de uma Trilha Ecológica, em Delfim Moreira(MG), (2024), p.17.

Andrea Coelho Leite et al (2012) Evolução temporal e variação sazonal das condições de balneabilidade no Lago de Furnas–Minas Gerais / Brasil 12

Avaliação da qualidade da àgua de rios localizados na ilha de santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de àgua. Cristiane Funghetto Fuzinatto,2009, p. 38.

Betty R. McConn et al Uma análise de métodos baseados em cultura usados para a detecção e isolamento de Salmonella spp., Escherichia coli e Enterococcus spp. de águas superficiais: uma revisão sistemática, V. 927, 1 June 2024, 172190.

BioScience, Volume 51, Issue 10, October 2001

Callisto et al. (2021), p.10. Avaliação Ecológica rápida de qualidade de água no rio das velhas.

Cíntia da Conceição Moura Diniz (2023), AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS NA UNIDADE TERRITORIAL ESTRATÉGICA RIBEIRÃO JEQUITIBÁ/MG. p. 64

COMPARISON OF THERMOTOLERANT COLIFORMS AND ESCHERICHIA COLI DENSITIES IN FRESHWATER BODIES Elayse M. Hachich et al (2012) p. 2