IV608 - ANÁLISE DE MICROPLÁSTICO EM SEDIMENTO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

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.

Meiriele Expedito Pinta Mendes[(3)]
Graduanda em Engenharia Ambiental (UFOP), integrante do Programa de Educação Tutorial

Gabriela Mol Alvim Gomes [(4)]
Graduanda em Engenharia Ambiental (UFOP), integrante do Programa de Educação Tutorial

Aníbal da Fonseca Santiago[(2)]
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

A poluição por microplásticos têm emergido como um dos principais desafios ambientais contemporâneos, com impactos diretos sobre a qualidade dos ecossistemas aquáticos, configurando-se uma crise ambiental global, e o Brasil está entre os maiores produtores de resíduos. Este estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de microplásticos em sedimentos de água doce em 17 cachoeiras situadas nas bacias dos rios das Velhas e Doce, no município de Ouro Preto – MG. As amostras foram coletadas em pontos estratégicos de uso recreativo, com posterior caracterização granulométrica, determinação do teor de matéria orgânica e análise de microplásticos por separação densimétrica e triagem visual com lupa binocular. Os resultados demonstraram a presença de microplásticos, principalmente na forma de fragmentos e fibras, em diferentes pontos analisados, inclusive em unidades de conservação. Observou-se ainda a presença de resíduos macroscópicos nos arredores das áreas estudadas, indicando fontes potenciais de contaminação secundária por microplásticos. As limitações metodológicas enfrentadas, sobretudo relacionadas à separação de partículas, evidenciam a necessidade de aprimoramento técnico e padronização analítica. Conclui-se que os microplásticos já integram a carga difusa de poluentes em ambientes dulcícolas da região, exigindo ações integradas de monitoramento, gestão de resíduos e educação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição; áreas recreativas; sedimentos; microplásticos.

1. INTRODUÇÃO

A poluição plástica é um problema global e dados do Ministério da saúde revelam que, anualmente, mais de 400 milhões de toneladas de plástico são produzidas mundialmente, sendo aproximadamente metade desse volume destinado ao uso único. Essa elevada produção combinada com a baixa taxa de reciclagem, inferior a 10%, representa um sério problema ambiental. Estima-se que entre 19 e 23 milhões de toneladas de plástico acabam sendo despejadas em lagos, rios e oceanos, resultando em danos significativos à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos.

De acordo com um estudo conduzido pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF), o Brasil figura como o quarto maior produtor de resíduo plástico no mundo, com uma produção totalizando 11.355.220 milhões de toneladas. Esse cenário é agravado pelo fato de que cada brasileiro contribui com 1 kg de plástico por semana. Apenas uma pequena parcela de 1,2% é reciclada, somando 145.043 toneladas. Além disso, mais de 1 milhão de toneladas não é sequer recolhido no país, agravando os desafios enfrentados em relação à poluição plástica

A durabilidade do plástico é um fator que contribui para o acúmulo de resíduos no ambiente, com o passar do tempo e a exposição a intempéries ambientais, eles se fragmentam gradualmente. Os plásticos maiores, conhecidos como macroplásticos, são afetados por diversos processos, incluindo deformações mecânicas, físico químicas e biológicas, como erosão, abrasão, foto oxidação, variações de temperatura e corrosão, além da degradação por microrganismos. Essa contínua fragmentação é um dos principais responsáveis pela formação dos microplásticos no meio ambiente. Essa transformação dos macroplásticos em microplásticos é um processo relevante e preocupante devido aos impactos potenciais que os microplásticos podem ter nos ecossistemas e na saúde humana.

Os microplásticos são partículas de plástico com diâmetro menor que 5 mm e são divididos em duas categorias principais: microplásticos primários e microplásticos secundários. Os microplásticos primários são produzidos intencionalmente em pequena escala para diversos usos, tanto na indústria quanto no uso doméstico. Eles funcionam como matérias-primas ou produtos finais e são amplamente utilizados em diversas aplicações, incluindo na indústria cosmética e em produtos de limpeza. Alguns exemplos desses microplásticos primários são as microesferas encontradas em pasta de dentes, esfoliantes cosméticos e pellets de resina plástica utilizados como matéria-prima para objetos e embalagens plásticas.

Já os microplásticos secundários são partículas menores que se formam a partir da fragmentação de materiais plásticos maiores. Esse processo de fragmentação pode ser acelerado por fatores como a radiação solar e fenômenos de abrasão. Os microplásticos secundários são encontrados em roupas sintéticas e também podem fazer parte da composição de tintas usadas em embarcações, assumindo a forma de microfibras. Essas partículas residuais de plástico, que variam em tamanho de 0,001 mm a 5 mm, representam um dos principais poluentes do meio ambiente, especialmente no ecossistema marinho. Observada pela primeira vez na década de 70, a investigação dos microplásticos como contaminantes em ambientes naturais é uma área emergente de estudo, uma vez que até o momento não foram estabelecidas normas e metodologias padronizadas, o que representa desafios significativos para o avanço da pesquisa nessa área. Essa ausência de padronização é atribuída à complexidade e diversidade dos materiais envolvidos, o que torna as investigações mais complexas (CARPENTER; SMITH, 1972).

Além disso, é importante destacar que os impactos dos microplásticos em ambientes de água doce são menos explorados em comparação com ambientes marinhos. Os microplásticos estão amplamente distribuídos nas águas e sedimentos de rios e lagos, sendo sua variedade e quantidade influenciadas pela densidade desses corpos

d'água e pelas atividades humanas que ocorrem em suas proximidades. Portanto, é de suma importância conduzir estudos de monitoramento específicos em ambientes de água doce para aprofundar o entendimento dos efeitos desses contaminantes nesses ecossistemas (BARBOSA, 2018).

2. OBJETIVOS

Avaliar a ocorrência de microplásticos em sedimentos de água doce na busca de compreender a concentração e distribuição dessas partículas no ambiente aquático, identificando fontes de poluição e os impactos ambientais causados pela sua presença.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

3.1. 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 dos serviços prestados.

O setor da mineração é tido como oportunidade ao trabalho e fornece um estímulo à 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 seco e verões chuvosos. A temperatura média é de 20°C e 1.250 mm de precipitação média anual. O município também é um divisor de bacias hidrográficas, estando em seu território a nascente do Rio das Velhas, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e a Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PMOP, 2021).

Diante de sua expressiva diversidade ambiental, paisagens naturais preservadas e localização geográfica estratégica, o município de Ouro Preto destaca-se como um território propício ao desenvolvimento do ecoturismo, (Spaolonse e Martins, 2017; Martins e Silva, 2018). Ouro Preto abriga importantes unidades de conservação que protegem não apenas seus recursos naturais e paisagens geológicas, mas também ecossistemas diversos. Entre as áreas protegidas estão o Parque Estadual do Itacolomi, a Estação Ecológica do Tripuí, a APA Cachoeira das Andorinhas, a Floresta Estadual do Uaimii, o Monumento Natural Gruta Nossa Senhora da Lapa, o Parque Estadual de Ouro Branco e o Monumento Natural Itatiaia, distribuídas por diferentes distritos do município (Lima e Ruchkys, 2019).

3.2. 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 três dias consecutivos em diferentes regiões conhecidas por seu potencial turístico envolvendo o contato e uso da água. As cachoeiras estão descritas na Tabela 1.

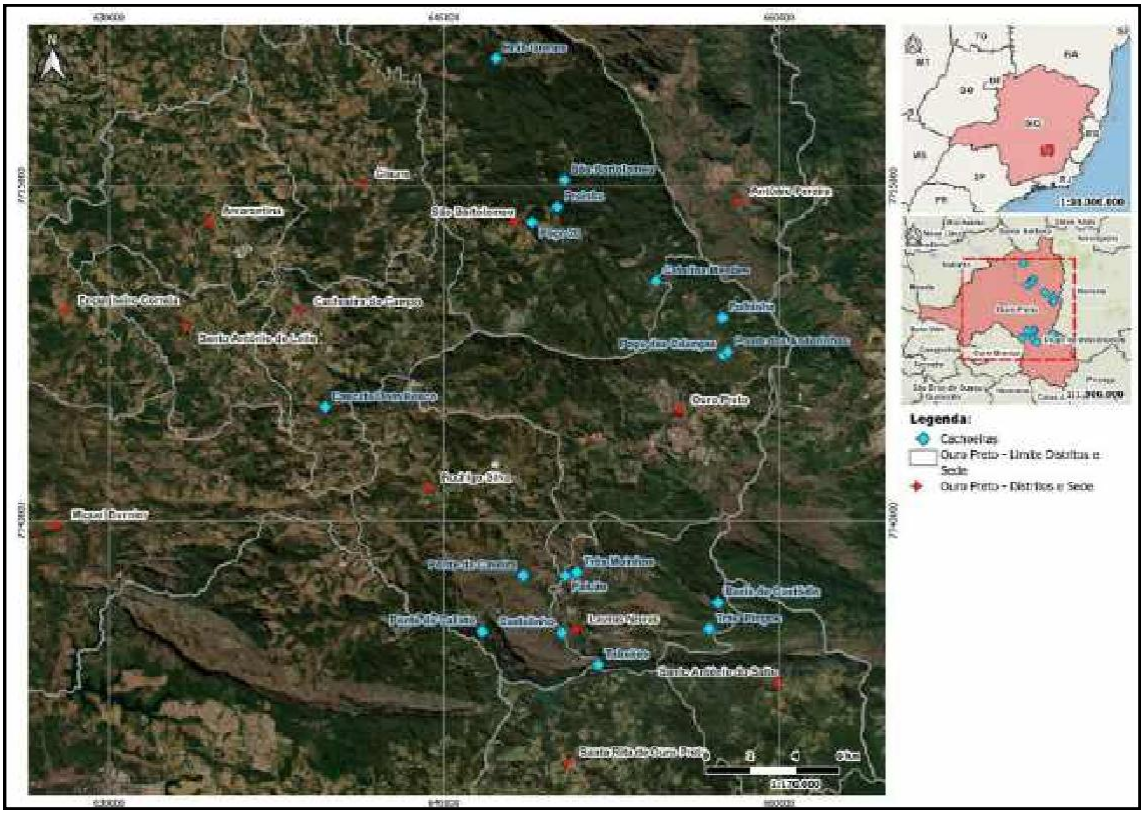


Figura 1 - Localização das 17 cachoeiras analisadas nesta pesquisa.

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 1 - Identificação das áreas recreativas analisadas.

Região	N°	Identificação	Coordenadas
Lavras Novas	1	Ponte da Caveira	-20.455056, -43.575846
	2	Ponte do Calixto	-20.477162, -43.593430
	3	Três Moinhos	-20.453511, -43.553302
	4	Taboão	-20.490844, -43.543131
	5	Castelinho	-20.477417, -43.559023

	6	Falcão	-20.454930, -43.557798
	7	Bacia do Custódio	-20.465718, -43.492242
	8	Três Pingos	-20.476678, -43.495558
São Bartolomeu	1	Catarina Mendes	-20.335174, -43.519999
	2	Poço Vinte	-20.311462, -43.572915
	3	Prainha	-20.243963, -43.587916
	4	São Bartolomeu	-20.294436, -43.560199
	5	Brás Gomes	-20.246717, -43.588794
	6	Cascata Dom Bosco	-20.387342, -43.661609
PNMA	1	Folhinha	-20.349377, -43.491466
	2	Poço das Crianças	-20.364196, -43.491469
	3	Ponte	-20.363516, -43.489110

Fonte: Autores, 2025.

3.3. AMOSTRAGEM

As amostras foram coletadas nos sedimentos de margem e de fundo das cachoeiras avaliadas, em cinco pontos distintos ao longo da área de acesso. Utilizando recipientes estéreis, foi garantida a integridade dos materiais coletados e em laboratório as amostras foram misturadas e quarteadas para a realização da análise granulométrica.

3.4. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As análises granulométricas foram realizadas após a secagem utilizando um jogo de peneiras para a granulometria em frações de areia muito grossa (1000 µm), areia grossa (500-1000 µm), areia média (250-500 µm), areia fina (125 –250 µm), areia muito fina (63–125 µm) e silte (63 µm). A classificação adotada para as classes de tamanho de partícula baseou-se no sistema Udden-Wentworth (1922), amplamente empregado em estudos sedimentológicos por sua padronização e precisão na definição das categorias texturais (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação do tamanho do grão de Udden-Wentworth.

Fração	**Diâmetro**	**Unidade**
Cascalho	d > 2	mm
Areia Muito Grossa	2 > d > 1	mm

Areia Grossa	1 > d > 0,5	mm
Areia Média	0,5 > d > 0,25	mm
Areia Fina	0,25 > d > 0,125	mm
Areia Muito Fina	0,125 > d > 0,0625	mm
Silte/Argila	d < 0,0625	mm

Fonte: Adaptado de Wentworth, 1922.

3.5. MATÉRIA ORGÂNICA

O teor de matéria orgânica em sedimento é obtido através da oxidação com dicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico, utilizando o calor gerado pela diluição do ácido como catalisador e, posteriormente, titulando o excesso de dicromato com sulfato ferroso amoniacal. O procedimento envolve transferir 1 g de material para um erlenmeyer de 500 ml, adicionar 10 ml da solução de dicromato de potássio 1N e, imediatamente, 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. A mistura é agitada manualmente por um minuto e deixada em repouso por 30 minutos. Em seguida, adiciona-se 200 ml de água destilada, 10 ml de ácido ortofosfórico concentrado e oito gotas de difenilamina 1%, titulando-se com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5N até a mudança de cor de azul para verde.

3.6. ANÁLISE DE MICROPLÁSTICOS

Inicialmente, realizou-se a análise macroscópica dos sedimentos a olho nu, com o objetivo de identificar características visíveis e eventuais resíduos presentes. Em seguida, procedeu-se-á à análise de microplásticos, utilizando uma metodologia baseada na diferença de densidade entre os microplásticos e os sedimentos (Figura 2). Soluções saturadas de sacarose e cloreto de sódio foram adicionadas aos sedimentos, promovendo a flotação dos microplásticos, que são menos densos. Após a separação, os resíduos filtrados foram analisados visualmente com o auxílio de lupas binoculares, permitindo a identificação e contagem dos microplásticos. Para a análise comparativa entre os diferentes pontos de amostragem, poderão ser realizadas análises estatísticas, visando identificar a distribuição dos microplásticos e os padrões de contaminação nos sedimentos.

Figura 2 - Representação esquemática simplificada da metodologia.

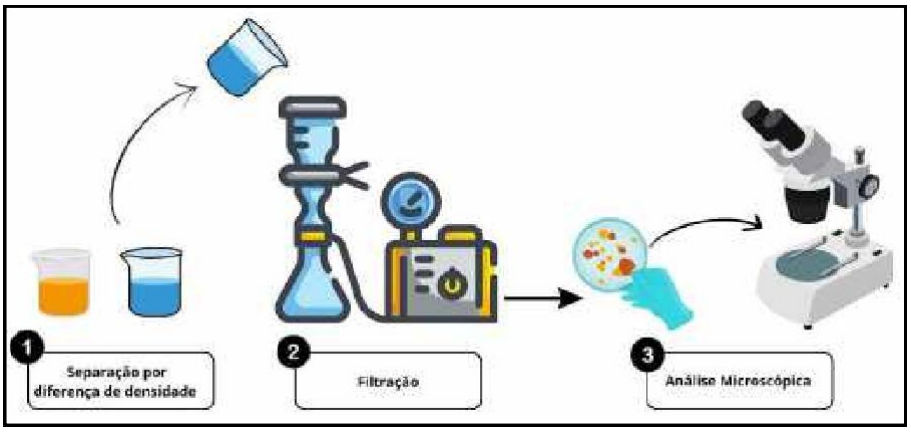


Figura 2 - Representação esquemática simplificada da metodologia.

Fonte: Autoras, 2025.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises granulométricas de cada ponto amostrado nas diferentes regiões estão apresentados nos gráficos das Figuras 3 a 5. Neles, são indicados os percentuais correspondentes a cada fração granulométrica obtida, permitindo observar as variações na composição dos sedimentos entre os pontos analisados. Cabe destacar que, devido à não utilização da peneira com malha de 2 mm no processo de peneiramento, adotou-se como critério a classificação das partículas com diâmetro superior a 1 mm como Fração Muito Grossa, englobando, portanto, areia muito grossa e cascalho.

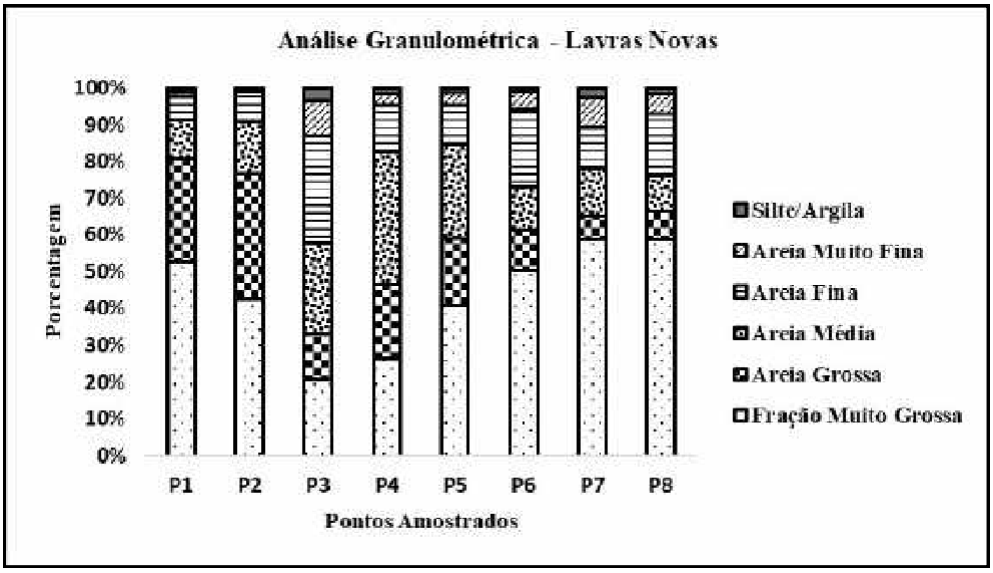


Figura 3- Análise Granulométrica Das Cachoeiras Localizadas na Região de Lavras Novas.

Fonte: Autores, 2025.

O Figura 3 apresenta os resultados da análise granulométrica dos sedimentos coletados nos pontos P1 a P8, na região de Lavras Novas. A avaliação das frações sedimentares revela um predomínio da fração muito grossa ao

longo da maioria dos pontos amostrados, com destaque para os pontos P1, P6, P7 e P8. Nos pontos P3 e P4, observa-se um comportamento distinto, com maior representatividade de areia fina e areia média, respectivamente, conferindo a esses locais uma distribuição mais equilibrada entre as classes granulométricas. As frações mais finas — areia muito fina e silte/argila — aparecem em concentrações baixas ao longo dos pontos, sendo mais expressivas nos pontos P3 e P7, concentrando uma proporção notável de sedimentos finos em comparação aos demais. A composição do ponto P3 é a mais distribuída entre as seis classes, com percentuais relevantes desde as frações muito grossas até as mais finas, evidenciando uma sedimentação mais variada.

.

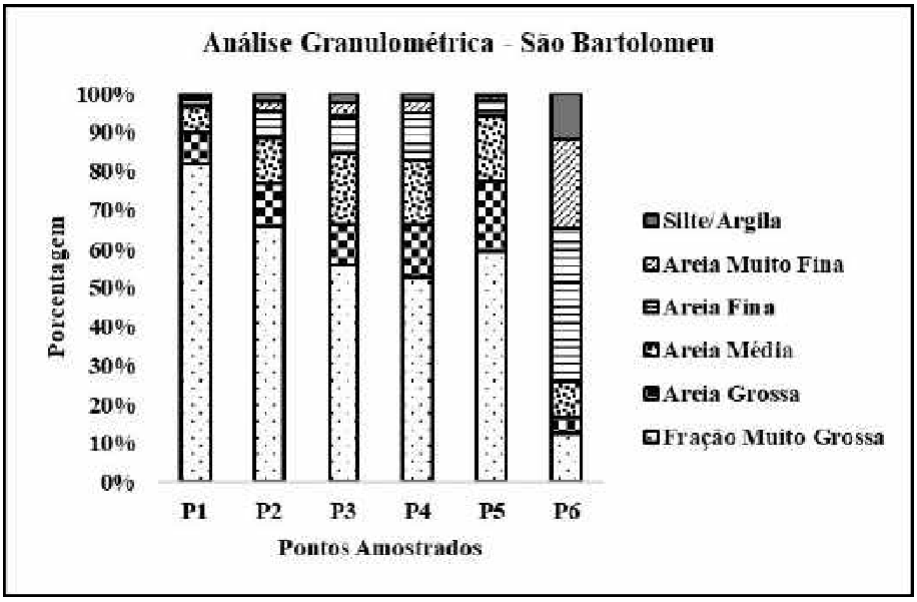


Figura 4- Análise Granulométrica Das Cachoeiras Localizadas na Região de São Bartolomeu

Fonte: Autores, 2025.

A distribuição granulométrica dos sedimentos de São Bartolomeu também demonstra a predominância da fração muito grossa nos pontos de P1 a P5, ultrapassando metade da composição total em todos eles, o que confere uniformidade no padrão deposicional desses locais. Em contraste evidente, o ponto P6 apresenta um perfil completamente distinto, com domínio da areia fina e destaque considerável para as frações de menor granulometria, como a areia muito fina e o silte/argila, que neste ponto atingem níveis significativamente superiores aos observados nos demais. Essa inversão na composição pode estar relacionada à posição mais distante da Cascata Dom Bosco em relação aos demais pontos amostrados. Nas demais áreas, sobretudo em P1, a presença das frações finas é praticamente irrelevante, com valores quase nulos. Essa distinção torna P6 um ponto singular no conjunto, não apenas pela quebra do padrão dominante, mas pela concentração expressiva de sedimentos finos, quase inexistente nos demais.

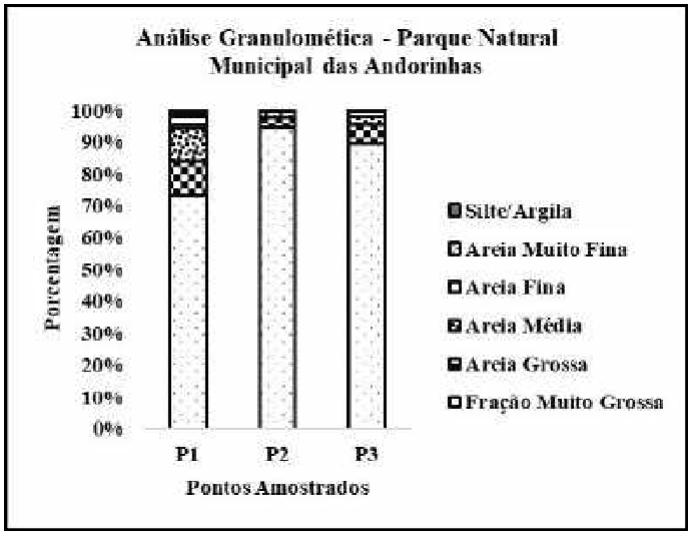


Figura 5 - Análise Granulométrica Das Cachoeiras Localizadas na Região do PNMA.

Fonte: Autores, 2025.

A distribuição granulométrica dos pontos amostrados no Parque Natural Municipal das Andorinhas revela uma dominância expressiva de partículas mais grosseiras, com destaque para a fração muito grossa, que representa a parcela majoritária em todas as amostras, com valores superiores a 70%. Essa predominância evidencia uma uniformidade composicional marcante, com os pontos P2 e P3 se destacando por apresentarem maior semelhança, o que pode ser reflexo de suas localizações, visto que estão situados a uma curta distância entre si. O ponto P1, embora também próximo dos demais, encontra-se ligeiramente mais afastado e exibe uma distribuição um pouco mais variada. Ainda assim, mantém o mesmo padrão geral, com contribuições mínimas das frações mais finas — como areia muito fina e silte/argila — que se mostram pouco representativas ou praticamente ausentes em todos os pontos.

Os resultados obtidos evidenciam a predominância de sedimentos de granulometria mais grossa nas regiões amostradas, o que é compatível com ambientes de maior energia hidráulica, nos quais a força do escoamento é suficiente para mobilizar e depositar partículas mais pesadas. Essa predominância indica um regime de transporte seletivo, onde as frações mais leves — como silte e argila — tendem a ser carreadas para regiões mais calmas ou a permanecer em suspensão por mais tempo. Conforme destaca Christofoletti (1977), o transporte de sedimentos em cursos d'água depende diretamente da relação entre a energia disponível no escoamento e a resistência das partículas à movimentação; partículas finas exigem menor energia para serem deslocadas, ao passo que sedimentos mais grossos, como as areias, necessitam de maior força para sua mobilização e deposição.

Ademais, apesar de não ter sido realizado o peneiramento na peneira de 2 mm, que permitiria a separação entre cascalho e areia grossa, constatou-se visivelmente, em amostras provenientes da Ponte da Caveira, Calixto, Três Moinhos e Taboão, uma maior predominância de areia muito grossa na fração retida na peneira de 1 mm, indicando que esses sedimentos possuem uma composição mais arenosa. Essa observação destaca a importância do trabalho de campo e laboratorial, pois, sem a participação direta na pesquisa, não seria possível perceber essas informações e compreender os processos envolvidos.

A Figura 6 apresenta os valores de matéria orgânica obtidos para cada ponto amostrado, expressos em porcentagem. A distribuição dos dados permite observar diferenças no teor de matéria orgânica entre os locais analisados. A avaliação da matéria orgânica é fundamental em estudos de microplásticos, uma vez que substâncias coloidais naturais, como argilas e matéria orgânica dissolvida ou particulada, estão amplamente presentes nos ambientes e podem interagir com as partículas de microplásticos, influenciando diretamente sua mobilidade, deposição e comportamento nos meios porosos (Li et al., 2021).

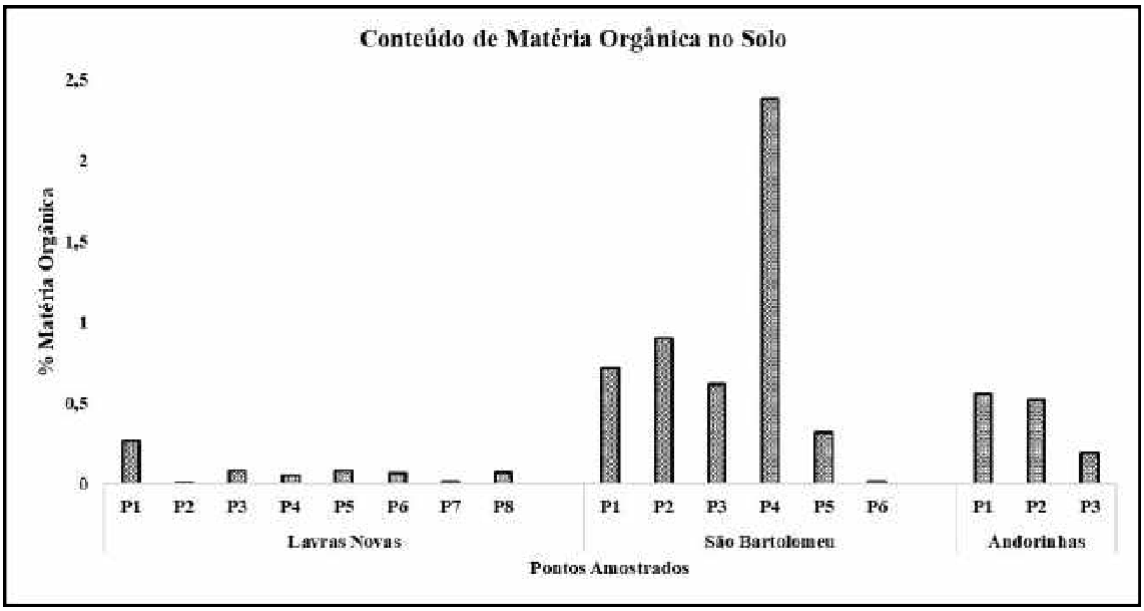


Figura 6- Quantificação do Teor de Matéria Orgânica nos Pontos Avaliados.

Fonte: Autores, 2025.

A análise do conteúdo de matéria orgânica nos solos amostrados demonstra que Lavras Novas apresentou, de modo geral, os menores teores de matéria orgânica. Esse comportamento pode estar relacionado ao maior grau de preservação ambiental das áreas amostradas, caracterizadas por menor frequência de visitantes e, consequentemente, reduzida interferência antrópica.

Em contrapartida, a localidade de São Bartolomeu apresentou os maiores teores entre todos os pontos analisados. O ponto P4, em especial, foi o que apresentou o maior teor observado, o que chama atenção, uma vez que esse ponto não foi o mesmo a apresentar a maior predominância de sedimentos finos. Tal resultado contraria o que é amplamente descrito na literatura, que associa maiores teores de matéria orgânica à presença de partículas finas, dada sua maior capacidade de retenção (Baisch, 1994). Essa exceção pode estar associada à contribuição de material alóctone, como folhas, galhos e demais detritos provenientes da mata ciliar próxima ao ponto amostral, enriquecendo o solo com matéria orgânica (Cunha e Calijuri, 2008).

A seguir podem ser observados os dados obtidos após identificação visual e separação por diferença de densidade de microplásticos nas amostras.

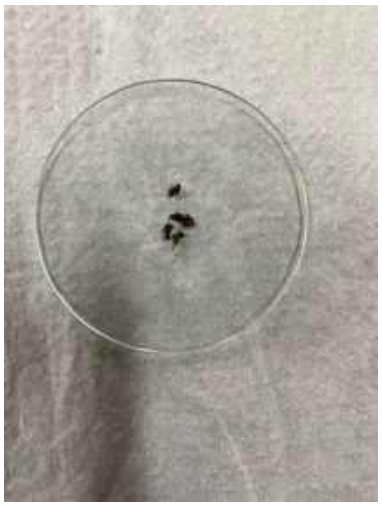
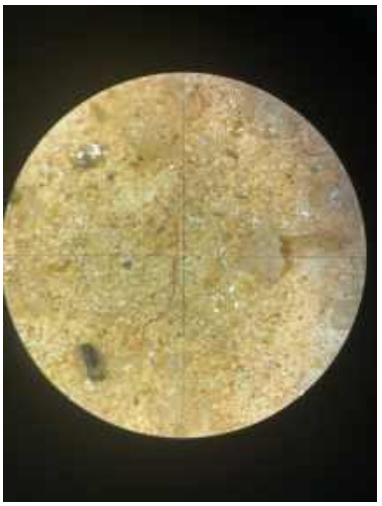
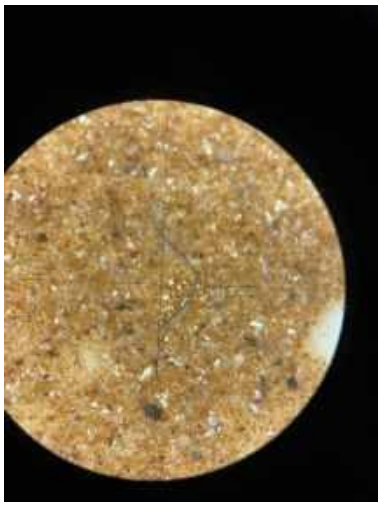
		
Microplásticos encontrados a olho nu em amostras do ponto P2 do PMNA.	**Microplástico encontrado em amostras do ponto P6 de Lavras Novas.**	**Microplástico encontrado em amostras do ponto P4 de São Bartolomeu.**

Figura 7 – Microplásticos identificados nas amoastras avaliadas.

Fonte: Autores, 2025.

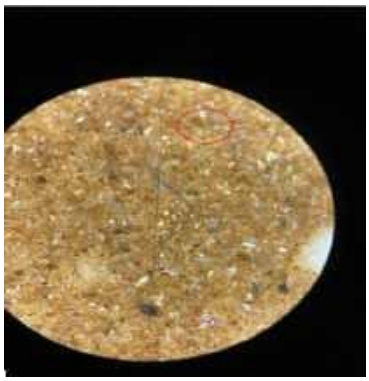
A análise visual e microscópica dos sedimentos coletados demonstrou a presença de microplásticos em diferentes formas e concentrações. Nos pontos destacados — P2 (PNMA), P6 (Lavras Novas) e P4 (São Bartolomeu) — observou-se a ocorrência de dois tipos principais de microplásticos: fibras e fragmentos.
O ponto P2, situado dentro do Parque Natural Municipal das Andorinhas (PNMA), foi o que apresentou a maior concentração de microplásticos, visíveis inclusive a olho nu. A expressividade desse resultado contrasta com a expectativa de menor contaminação em unidades de conservação, sugerindo que, mesmo em ambientes protegidos, a pressão antrópica — seja por visitantes, resíduos de trilhas ou atividades próximas — é suficiente para introduzir e acumular contaminantes plásticos nos sedimentos. Curiosamente, esse ponto não apresentou os maiores teores de matéria orgânica, tampouco as menores frações granulométricas, o que indica que a deposição de microplásticos está associada a múltiplas variáveis, não se restringindo unicamente ao teor de matéria orgânica, como tradicionalmente discutido (Li et al., 2021).

Já o ponto P4 de São Bartolomeu, apesar de apresentar o maior teor de matéria orgânica dentre todos os pontos analisados, não demonstrou elevada concentração de microplásticos. Foi identificado apenas um filamento confirmado e algumas partículas com morfologia suspeita, que serão posteriormente submetidas a análises espectroscópicas específicas, como FTIR, para verificação da composição polimérica. Esse achado contradiz parcialmente a tendência teórica de que sedimentos ricos em matéria orgânica e frações finas apresentam maior capacidade de retenção de microplásticos. No entanto, caso os fragmentos suspeitos sejam confirmados como microplásticos, o ponto P4 passará a figurar como um dos locais com elevada concentração desses poluentes, revelando uma condição crítica que, até o presente momento, poderia estar subestimada em razão das limitações analíticas enfrentadas.

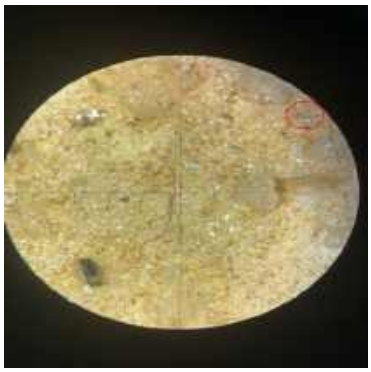
Durante a análise, também foram observadas partículas de morfologia suspeita, embora ainda não identificadas com precisão, poderão ser confirmadas como microplásticos por meio de técnicas complementares de caracterização, como espectroscopia FTIR. Esses fragmentos estão documentados nos registros fotográficos a seguir, e serão objeto de análise subsequente.

Materiais suspeitos encontrados a olho nu em amostras do ponto P4 de São Bartolomeu.

Material suspeito encontrado a olho nu em amostras do ponto P2 de Lavras Novas.



Material suspeito encontrado em amostras do ponto P4 de São Bartolomeu.

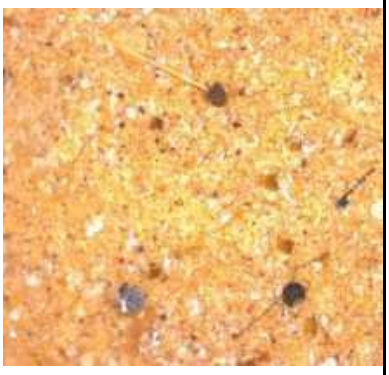


Material suspeito em amostras do ponto P6 de Lavras Novas.

Materiais suspeitos encontrados a olho nu em amostras do ponto P4 de São Bartolomeu.

Material suspeito em amostras do ponto P3 do PNMA

Material suspeito em amostras do ponto P5 de São Bartolomeu



Material suspeito em amostras do ponto P3 de São Bartolomeu

Material suspeito em amostras do ponto P2 de Lavras Novas

Figura 8 – Microplásticos identificados nas amoastras avaliadas.

Fonte: Autores, 2025.

Deve-se destacar que a metodologia inicial empregada apresentou limitações operacionais relevantes, refletidas, por exemplo, na persistência de partículas minerais na fase sobrenadante. A permanência de partículas minerais na fase sobrenadante dificultou a visualização e identificação precisa dos microplásticos, sobretudo daqueles de menor dimensão. Essas limitações refletem um entrave recorrente em estudos ambientais sobre microplásticos: a ausência de procedimentos analíticos padronizados. Conforme apontado por Carvalho e Widmer (2021), a inexistência de padronização constitui um dos principais obstáculos à consolidação metodológica da área.

Para garantir a integridade analítica das etapas subsequentes, será adotada uma nova abordagem metodológica. Dentre as modificações propostas, destaca-se a substituição da solução de separação por cloreto de zinco ($ZnCl_2$), cuja elevada densidade é mais eficaz na flotação seletiva de partículas poliméricas em meio sedimentar (Leonor, 2020). Essa propriedade permite a separação mais acurada dos microplásticos, especialmente daqueles com densidade próxima à da água ou ao material orgânico residual.

Adicionalmente, serão implementadas melhorias no protocolo de digestão oxidativa da matéria orgânica, com o objetivo de reduzir interferências visuais e eliminar compostos coloidais que dificultam a triagem. O processo de recolhimento do sobrenadante também será aprimorado, por meio de técnicas que minimizem o arraste de partículas minerais, assegurando maior pureza da fração flutuante e, consequentemente, maior precisão na quantificação e caracterização dos microplásticos presentes nas amostras sedimentares.

Outro aspecto relevante observado durante o trabalho de campo foi a presença de contaminantes de maior escala, como macroplásticos, fragmentos de vidro, embalagens e resíduos diversos dispersos ao longo das trilhas e áreas próximas às quedas d'água. Tais resíduos, que serão discutidos com maior detalhamento nos registros fotográficos abaixo.

Figura 9 – Resíduos sólidos urbanos idetificados nos pontos avaliados.

Fonte: Autores, 2025.

Esses registros não apenas indicam a pressão antrópica intensa, como também representam potenciais fontes contínuas de emissão de microplásticos secundários, oriundos da fragmentação de materiais poliméricos. Assim, a ausência de controle efetivo sobre o descarte de resíduos contribui para a degradação progressiva desses

materiais, intensificando a liberação de micropartículas plásticas no ambiente sedimentar e comprometendo a integridade ecológica dos corpos hídricos.

5. Conclusões e Recomendações

A análise realizada evidencia a presença de microplásticos em sedimentos de água doce em diferentes áreas recreativas do município de Ouro Preto, sinalizando um quadro de contaminação difusa, ainda que variável conforme as características locais. A detecção de fragmentos e fibras, inclusive em unidades de conservação ambiental, demonstra a ubiquidade desse poluente e a insuficiência das barreiras naturais e institucionais frente à intrusão antrópica.

A variabilidade espacial observada nos resultados sugere que fatores como granulometria, teor de matéria orgânica, dinâmica hidrossedimentar e proximidade de atividades humanas mostraram-se influentes, emboranão exclusivamente determinantes, sugerindo a necessidade de abordagens multivariadas em estudos subsequentes.

A presença de partículas poliméricas em contextos turísticos e ecológicos sensíveis reforça a urgência de políticas públicas voltadas à educação ambiental, ao manejo sustentável do turismo e à regulamentação da gestão de resíduos plásticos em áreas naturais. A padronização metodológica e o aprimoramento de protocolos analíticos, por sua vez, são indispensáveis à fidedignidade das análises e à comparabilidade dos dados em escala regional e global.

Assim, conclui-se que os microplásticos representam um contaminante emergente nos ecossistemas de água doce da região, exigindo monitoramento contínuo, estratégias de mitigação efetivas e engajamento intersetorial para preservação da integridade ambiental.

6. Referências bibliográficas

ANTUNES, Janete Rotta. Educação ambiental: uma estratégia para o desenvolvimento sustentável do turismo. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 4., 2006, Caxias do Sul. Anais... Caxiasdo Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2006.

BAISCH, P. Les oligo-elements metalliques du systeme fluvio-lagunaire dos Patos, Flux et devenir (Bresil). Tese de Doutorado em Geologia Marinha. Universidade de Bordeaux, Bordeaux. 1994. 345f.

BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Patrimônio Cultural.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas . Campinas: Instituto Agronômico, 2009. 77 p. (Boletim Técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CARVALHO, Karla Viviane de; LIRA, Claudia; WIDMER, Walter Martin. Metodologias para quantificação de microplásticos nas águas do rio Cubatão do Sul, Palhoça - Santa Catarina. *Estabele*, v. 6, p. 210-219, 2021. DOI: 10.54356/est.v6i8.

C. K. Wentworth, "Uma escala de termos de grau e classe para sedimentos clásticos", J. Geology 30:377–392

(1922).

CUNHA, Davi Gasparini Fernandes; CALIJURI, Maria do Carmo. Comparação entre os teores de matéria orgânica e as concentrações de nutrientes e metais pesados no sedimento de dois sistemas lóticos do Vale do Ribeira de Iguape, SP. *Revista Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p. 24–40, mai./ago. 2008.

GESAMP. (2016). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment.

GOMES, Letícia Maria Rodrigues; SILVA, Elias; RIBEIRO, Guido Assunção; GRIFFITH, James Jackson. Problemas ambientais causados pelo ecoturismo no setor urbanizado do subdistrito de Lavras Novas, Ouro Preto, MG. Turismo: Visão e Ação, v. 5, n. 3, p. 239–248, set./dez. 2003.

LEONOR, Dalila Ariane dos Santos. *Microplásticos em águas e sedimentos da costa algarvia*. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2020.

LI, Meng; ZHANG, Xiangwei; YI, Kexin; HE, Lei; HAN, Peng; TONG, Meiping. Transporte e deposição de partículas microplásticas em meios porosos saturados: coefeitos de partículas de argila e matéria orgânica natural. *Environmental Pollution*, v. 286, 117585, 2021.

LIMA, Carolina de Souza; RUCHKYS, Úrsula de Azevedo. Potencial geoturístico dos distritos do município de Ouro Preto com uso de geotecnologias. Geosul, Florianópolis, v. 34, n. 70, p. 463–483, jan./abr. 2019.

MARTINS, Patrícia Cristina Statella; SILVA, Charlei Aparecido da. Turismo de natureza ou na natureza ou ecoturismo? Reflexões e contribuições sobre um tema em constante debate. Revista Turismo em Análise, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 487-505, set./dez. 2018.

NOUR, EAA; BARRETO, AS; CANDELLO, FP Apostila de Procedimentos Analíticos Aplicados a Análises Ambientais: Laboratório de Saneamento, Departamento de Saneamento e Ambiente, FEC/UNICAMP . Campinas, SP, março de 2016.

SANTOS, Marcelo Felipe Sabino dos; IORIO, Gustavo Soares. Territorialização e tombamento: as transformações territoriais na Ouro Preto (MG) do século XX e a produção do espaço desigual após 1980. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GEOGRAFIA (ENANPEGE), 2021.

SPAOLONSE, Eduardo; MARTINS, Suzana da Silva de Oliveira. Ecoturismo: uma ponte para o turismo sustentável / Ecotourism: a bridge to sustainable tourism. Revista Brasileira de Ecoturismo (RBECOTUR), [S.l.], v. 11, n. 1, p. 66-80, 2018.

UNEP. (2021). From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution.

Wagner, M., et al. (2018). Freshwater microplastics: Emerging environmental contaminants.

WWF. (2019). Solucionar a poluição plástica: Transparência e responsabilidade.