

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LORENA CHAGAS DUARTE

**ANÁLISE DE MICROPLÁSTICOS (MPs) DOS PRINCIPAIS FLÚMENS DE PONTA
GROSSA: VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA
IDENTIFICADORA NA ÁGUA**

PONTA GROSSA

2025

LORENA CHAGAS DUARTE

**ANÁLISE DE MICROPLÁSTICOS (MPs) DOS PRINCIPAIS FLÚMENS DE PONTA
GROSSA: VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA
IDENTIFICADORA NA ÁGUA**

**ANALYSIS OF MICROPLASTICS (MPs) FROM THE MAIN PONTA GROSSA
FLUMENS: AIMING AT THE DEVELOPMENT OF AN IDENTIFIER
METHODOLOGY IN WATER**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Licenciado em Licenciatura em Ciências
Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Rosilene Aparecida Prestes.

PONTA GROSSA

2025

LORENA CHAGAS DUARTE

**ANÁLISE DE MICROPLÁSTICOS (MPs) DOS PRINCIPAIS FLÚMENS DE PONTA
GROSSA: VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA
IDENTIFICADORA NA ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Licenciado em Licenciatura em Ciências
Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 21/Fevereiro/2025

Rosilene Aparecida Prestes
Doutorada em Ciências Química Analítica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa

Luís Antonio Pinheiro
Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais e Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Danislei Bertoni
Pós-graduado em Espaço, Sociedade e Meio Ambiente, Mestre e Doutor em Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa

PONTA GROSSA

2025

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho aos meus familiares, em principal a minha mãe e minha avó, que sempre me incentivaram a estudar e perseverar pelo melhor no mundo. Minha família foi meu alicerce nos momentos mais difíceis, sem eles concluir esta graduação não seria possível, este parágrafo é para expressar minha eterna gratidão a vocês.

Gostaria de agradecer à minha orientadora Dra. Rosilene Aparecida Prestes, por ter me conduzido e apoiado nos momentos difíceis da graduação, agradeço por toda a paciência e ensinamentos que a senhora me passou, desejo ser 1% da profissional que a senhora é, tenho um imenso carinho pela professora, amiga e orientadora que a senhora foi para mim. Agradeço também a todos os professores e amigos da graduação que contribuíram para minha formação profissional.

Resumo

O cenário atual da poluição das águas, aponta a necessidade de realizar um apanhado bibliográfico e experimental, dos poluentes que não são retirados com o protocolo de tratamento da água, avaliando se as águas das estações de distribuição da cidade de Ponta Grossa contém estes analitos. Esta pesquisa consiste em apresentar a poluição hídrica por microplásticos, ao qual teve por objetivo desenvolver uma técnica inovadora por meio de Espectroscopia de UV/VIS, visando quantificação dos poluentes nas amostras. Foram realizadas análises instrumentais no objeto de estudo deste projeto, para com isso desenvolver uma técnica eficiente na verificação do poluente em estudo. A natureza da pesquisa quanto aos objetivos é do tipo exploratória, explicativa e descritiva, com relação a fonte de dados, se enquadra na tipologia bibliográfica, experimental e de campo sendo qualitativa e quantitativa. No decorrer da pesquisa, foi necessário, realizar adaptações de metodologias já existentes, no processo de desenvolvimento de técnicas de análises, quanto aos resultados da pesquisa constatou-se que, a técnica desenvolvida foi eficiente na verificação e quantificação dos microplásticos presentes na água, e que a mesma cumpre seu objetivo na contribuição para com a comunidade científica, e demais órgão competentes para o tratamento da água.

Palavras-chave: Microplástico; Polímero; Espectroscopia; Água.

ABSTRACT

The current scenario of water pollution highlights the need to carry out a bibliographical and experimental overview of the pollutants that are not removed with the water treatment protocol, evaluating whether the waters from the distribution stations in the city of Ponta Grossa contain these analytes. This research consists of presenting water pollution by microplastics, which aims to develop an innovative technique using UV/VIS Spectroscopy, aiming to quantify the pollutants in the samples. Instrumental analyses will be carried out on the object of study of this project, in order to develop an efficient technique for verifying the pollutant under study. The nature of the research in terms of objectives is exploratory, explanatory and descriptive, with regard to the data source, it falls within the bibliographic, experimental and field typology, being qualitative and quantitative. During the research, it was necessary to adapt existing methodologies in the process of developing analysis techniques. Regarding the results of the research, it was found that the technique developed was efficient in verifying and quantifying microplastics present in water, and that it fulfills its objective in contributing to the scientific community and other competent bodies for water treatment.

Keywords: Microplastic; Polymer; Spectroscopy; Water.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Plásticos comuns (a) Polipropileno (PP), (b) polietileno de baixa densidade (PEBD), (c) polietileno de alta densidade (PEAD), (d) policloreto de vinila (PVC), (e) tereftalato de polietileno (PET) e (f) poliestireno (PS).....	23
Figura 2 : Tipos de microplásticos: pellets (A, B, C), fragmentos (D, E, F), isopor (G, H), fibras (I, J), filme (K) e espuma (L).....	24
Figura 3: a) Imagem Raman (esquerda) e imagem IV (direita) com falsa coloração revelando a intensidade espectral na faixa de 2780 e 2980 cm ⁻¹ . b) Espectro Raman (esquerda) e espectro IV (direita) da partícula 2 em comparação com uma referência de polipropileno.....	27
Figura 4: Esquema de funcionamento do equipamento Espectroscopia de UV VIS.....	28
Figura 5: Mapa do estado do Paraná, destacando o município de coleta das águas.....	29
Figura 6: Rio Verde da cidade de Ponta Grossa (Paraná – PR).....	30
Figura 7: Localização do Rio Pitangui de Ponta Grossa.....	31
Figura 8: Localização do Rio Tibagi em Ponta Grossa.....	32
Figura 9: Pontos de coleta das amostras de água: Rio Pitangui, Rios Verde e Rio Tibagi.....	33
Figura 10: Mapa das regiões da cidade de Ponta Grossa, Estado do Paraná, destacando os pontos de coleta das águas dos rios: Rio Pitangui Verde (a), Rio Verde (b) e o Rio Tibagi (c).....	34
Figura 11: Equipamentos utilizados para preparação da coleta e secagem das amostras de água: Autoclave vertical CS (a) e estufa de secagem e esterilização (b).....	35
Figura 12 : Equipamento dessecador (a), recipiente fechado hermeticamente que contém agente de secagem (dessecante). Finalidade de resfriar os Becker e as amostras retiradas da estufa, antes da pesagem, após a secagem, as amostras permaneceram devido ao ambiente possuir com baixo teor de umidade. Balança analítica (b).....	36
Figura 13: Exemplo do processo de pesagem do becker (a), em seguida disposto na	

estufa (b), finalização do processo com a pesagem do becker para verificação de sujidade (c).....	37
Figura 14: Espectrofotômetro de uv vis.....	38
Figura 15: Detergente usado como solvente dos polímeros estudados (a) Rótulo do detergente vida clear neutro (b).....	39
Figura 16: Microplástico Polipropileno (PP) utilizado para curva de calibração.....	40
Figura 17: Fluxograma do processo experimental para construção da metodologia de quantificação de microplástico na água.....	41
Figura 18: Espectro de UV/VIS do polímero polipropileno	42
Figura 19: Curva de calibração do polipropileno (PP), eixo y média de absorção, eixo x massa em gramas dos pontos estudados.....	44
Figura 20: Imagem da cubeta de vidro 10 cm instrumento de análise de espectroscopia de UV/VIS: Solução de detergente+água ultrapura+polipropileno...	45
Figura 21: Texto introdutório ao tema (a), atividade de revisão sobre o tema (b), apresentação de texto mais imagens para melhor compreensão (c), dicas de cuidados com a água (d).....	48
Quadro 1: Espécies exóticas invasoras encontradas na mata próximo ao Rio Pitangui.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CONAMA - Conselho nacional do meio ambiente

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA - Estação de Tratamento de Água

FTIR - Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier

IV - Infravermelho

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LASIT - Laboratório de Sustentabilidade e Inovação Tecnológica

MPs - Microplástico

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PEBD - Polietileno de Baixa Densidade

PET - Polietileno Tereftalato

PP - Polipropileno

PS - Poliestireno

PVC - Policloreto de vinila

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

UV VIS - Ultravioleta Visível

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo geral.....	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. Qualidade da água.....	16
2.1.1 Poluição aquática.....	19
2.1.1.1 Principais tipos de polímeros e seus efeitos no meio ambiente.....	21
2.1.1.2 Técnicas utilizadas para detecção de microplásticos.....	26
2.2 Afluentes da cidade de Ponta Grossa objeto de estudo experimental.....	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 Material.....	33
3.2 Métodos.....	34
3.2.1 Coleta e preparação das amostras de água dos Rios.....	34
3.2.2 Quantificação do Microplástico por Espectroscopia de UV/ VIS.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1 Análise das amostras de água dos flúmens.....	45
4.2 Desenvolvimento de Cartilha educativa.....	48
5. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE A - Cartilha educacional: Água é tudo!.....	59
CARTILHA EDUCATIVA: ÁGUA É TUDO.....	60

1 INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento urbano desde o período colonial, contribuiu para a má gestão dos recursos hídricos, trazendo à tona um estado de alerta sobre a poluição desenfreada desse recurso. Constatou-se a necessidade de fiscalização, proteção e controle das águas, buscando métodos e técnicas com eficiência na identificação de poluentes, visando assegurar a qualidade da água (Brites, 2005).

De acordo com G1 Notícias (2022), um estudo no Estado do Paraná, revelou a presença de microplásticos em praias paranaenses, onde cerca de 63 % são plásticos fragmentados. Dentre os pontos de coleta listados na pesquisa, destaca-se zonas de proteção ambiental. Isso é bastante preocupante, visto que a ingestão de microplásticos por animais marinhos podem causar efeito em cascata na fauna. A pesquisa ainda enfatizou que os fragmentos dos polímeros, podem advir de qualquer tipo de plástico, os mais comuns desenvolvidos são o polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila (PVC), tereftalato de polietileno (PET) e poliestireno (PS) (Figura 1), (Pompêo *et al.*, 2022).

Segundo a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar, 2022), o início do tratamento de água se deu no séc. XIX, porém, somente em 1908 que a população começou a sentir os benefícios da água tratada e encanada, sendo estes a diminuição de epidemias decorrentes da água contaminada. Em 1945 as estações de abastecimento de água no Estado do Paraná (ETA Tarumã e ETA Castro) foram as primeiras a implantarem redes de abastecimento de água, se expandindo pouco tempo depois para outros estados em 1958.

Entretanto, estima-se que 1 bilhão e 386 milhões de km² correspondem aos recursos hídricos no planeta, sendo assim, requer um caráter mais rigoroso, pois se trata de algo finito, onde 97,5% se encontra em águas salgadas, sendo estas inviáveis para o consumo humano, 68,9% da água doce está distribuída em geleiras e calotas polares (Silva, 2012).

Conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1994) as principais fontes de poluentes hídricos, são os esgotos de cidades que não possuem saneamento básico depositados em rios e lagos, aterros sanitários que

afetam os lençóis freáticos, e outras fontes de contaminação que estão ligadas ao agronegócio e a indústria.

A poluição da água pode ocorrer por empresas agrícolas, que podem produzir e utilizar recursos tóxicos para a segurança do plantio e aumento de escala, podendo estes serem absorvidos pela terra e muitas vezes contaminar os aquíferos e/ ou escoando para rios e lagos (Brites, 2005). Outra fonte de poluição pode ocorrer pela atividade de garimpo ilegal ao qual produzem produtos químicos. Também se observam indústrias que se apropriam dos rios como carregadores dos resíduos tóxicos (Sodré, 2012).

Atualmente a água que chega para o consumo, passa por processos de descontaminação de poluentes, seguindo protocolos diferentes e adaptados para cada Estado brasileiro. No Estado do Paraná a água é captada no rio, lagos e represas, em seguida, passa pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservatório e distribuição (Sanepar, 2022). No entanto, após o tratamento, ainda podem restar poluentes aos quais não foram retirados seguindo os procedimentos citados.

Portanto, esta pesquisa teve como problemática, o cenário atual da qualidade da água, visto que os Microplásticos (MPs) não são retirados com o tratamento de água, buscando uma alternativa econômica para a análise desse poluente. Dessa forma, objetiva-se otimizar a validação de um método para determinação de microplástico por técnica de espectroscopia UV/VIS, possibilitando maior eficiência e economia na verificação da água dos rios, com potencial inovador para minimizar os impactos ambientais.

1.1 Objetivo geral

Desenvolver um método , para verificação de microplásticos nos rios que abastecem a cidade de Ponta Grossa.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar a caracterização espectroscópica do polietileno.
- Verificar se os microplásticos estavam presentes na água.
- Traçar possível método espectroanalítico por absorção no UV-VIS e validar para a quantificação do microplástico na água.

- Elaborar uma cartilha educacional com informações referentes à água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento deste trabalho consiste em observar a qualidade das águas referente a presença de microplásticos. Estima-se que boa parte dos recursos hídricos estejam imersos de microplásticos, devido ao ritmo industrial desenfreado de fabricação de produtos que contém estes poluentes, e ao consumo e descarte sem consciência e planejamento.

2.1. Qualidade da água

O direito ao consumo de água potável é assegurado pela Organização das Nações Unidas (ONU), sendo uma “condição para o gozo pleno da vida, dentre outros direitos humanos” (Resolução 64/A/RES/64/292, de 28.07.2010). De acordo com o autor Maia (2017), há uma crise mundial sobre a água potável, onde uma parcela da população enfrenta problemas de poluição, escassez, doenças, contaminações, má gestão pública e disputas. Conforme o estudioso Rijsberman (2006), a escassez hídrica não está relacionada somente à falta de água, e sim à vasta limitação de acesso à água potável, ao qual se define por “água habilitada para o consumo humano”.

Um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência humana é a água, sendo altamente responsável pela vida dos seres vivos. A teor disso, destaca-se que a água tem propriedades fisiológicas essenciais como a hidratação, transporte de nutrientes e retirada de toxicidades pelo suor e urina (Branco, 1991). Visto que a água possui diversas funcionalidades tais como: alimento, irrigação, matéria-prima, processos biológicos, auxilia na navegação, produção de energia, refrigeração, processos industriais, limpeza, transporte, entre outros, cada funcionalidade requer um rigor de pureza e qualidade da água, sendo este variado (Branco, 1991).

Dito pelo relatório da Unesco 2019, a utilização da água aumenta cerca de 1% ao ano, essa porcentagem refere-se desde a década de 1980 e a estimativa é de que continue assim até 2050. O relatório ainda descreve que 2 bilhões de pessoas vivem em escassez hídrica e cerca de 4 bilhões de pessoas vivem em escassez hídrica grave, diante disso, a tendência é de que o cenário fique ainda pior devido à intensidade de mudanças climáticas (WWAP, 2019). Dentre os países com

maior disponibilidade de água potável destaca-se, Brasil (América do Sul), Colômbia (América do Sul), Peru (América Latina), Canadá (América do Norte), Noruega (Europa), Guiana Francesa e Suriname (América do Sul), Papua-Nova Guiné e Nova Zelândia (Oceania), Gabão e República Democrática do Congo (África), porém cerca de 80% das águas residuais voltam ao meio ambiente sem o devido tratamento adequado (Maia, 2017).

No Brasil devido ao grande crescimento populacional, desde os colonos até os dias de hoje, originou-se às denominadas de regiões metropolitanas sem infraestrutura, houve um grande percalço enfrentado por estas populações, que devido a sua numerosidade não obtinham de água tratada, rede de esgoto e transportes (Tucci, 1995). Este grande crescimento urbano trouxe inúmeras consequências ambientais, havendo uma grande contribuição a poluição, contaminação vegetativa, destruição ecológica, contaminação dos recursos hídricos, refletido por Motta (1981).

É perceptível que com a má utilização dos recursos hídricos, seja estes em vias urbanas ou rurais, implica em sua qualidade e degradação ambiental, onde o principal agente denomina-se por ser humano, alega Brites (2005). Em pesquisas desenvolvidas por Pereira (2003), denomina-se que a educação ambiental desempenha um papel fundamental para com a sociedade, pois tende a minimizar os impactos ambientais causados pelos seres humanos, e consequentemente propor soluções aos problemas ambientais.

O pesquisador Branco (1983) afirma que uma das maiores consequências da poluição dos recursos hídricos foi a falta de planejamento urbano. Tal falta de planejamento resultou em prejuízos ambientais como inundações, alterações nas bacias hidrográficas, aumento de produção de sedimentos e deterioração da qualidade da água. Essas implicações causadas ao meio ambiente poderiam ser evitadas, se houvesse organização sobre as regiões metropolitanas, e adequações sobre as estruturas de dejetos da população (Araújo *et al.*, 1999).

O constante ritmo desenfreado da urbanização, vem contribuindo para diversos impactos ambientais como desmatamentos, poluição atmosférica, poluição aquífera, poluição do solo, estes impactos estão atrelados às ações humanas, que em sua maioria afetam efetivamente na qualidade da água, solo e ar. A poluição vai de atitudes mais simples como jogar lixo, até as mais complexas como o despejo de resíduos tóxicos industriais, afirma a autora Brites (2005).

Perante o cenário precário sobre a qualidade da água no Brasil, no Paraná, Ney Braga atuou como prefeito de Curitiba, deputado federal, senador e governador, no ano de 1963. Desenvolveu a ideia de promover o saneamento básico no Paraná, levando saúde, qualidade e avanços tecnológicos à estrutura básica populacional. Seu primeiro feito foi a construção do reservatório de água em Alto São Francisco no ano de 1908, logo após surgiram as estações de tratamento de água (ETA), ETA Tarumã, Curitiba e ETA Castro no ano 1945, citado por Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (2022).

Segundo a Sanepar (2022) para que a qualidade da água seja de fato garantida, alguns processos são realizados como a coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. Tais etapas são altamente rigorosas e seguem padrões internacionais. Além disso, a água é testada diariamente por meio dos processos de limpeza da água já mencionados, mais informações podem ser encontradas diretamente no manual de abastecimento de água ou (guia do cliente sanepar - Site: https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/clientes2012/guia_cliente_web_20220418.pdf).

Para analisar a qualidade da água, existem alguns processos e regras denominados como padrões de potabilidade, sendo estes aspectos físicos (cor, odor, pH, sabor, turbidez); e os aspectos químicos (hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos, alumínio, etc.), sendo São Paulo o Estado pioneiro a esta implementação (Richter et al., 1991). O tratamento da água tem seu início com a aeração que ocorre pela da difusão do ar, havendo a aeração forçada, que tem como objetivo fazer a transferência entre substâncias voláteis presentes na água para o ar, e de substâncias solúveis presentes no ar para a água, dessa forma tende-se a formar equilíbrio entre ambos (Netto et al., 1991).

Richter et al. (1991), evidencia em seguida o processo de floculação, onde são adicionados aditivos químicos para formação de flócus, logo após inicia-se o processo de decantação, ao qual visa a separação de um meio líquido (água) e um meio sólido (terra), consiste na separação de misturas heterogêneas. Esta etapa é influenciada principalmente pela densidade e miscibilidade dos agregados na água. Logo após esta etapa ocorre a filtração, por meio de drenagem, onde permite que resíduos restantes na água sejam eliminados por uma ou mais camadas de um filtro poroso granular (areia).

Netto et al., (1991), conclui que o processo de dureza da água, consiste em observar a concentração de sais minerais que estão dissolvidos na água, especialmente cálcio, ferro e magnésio, ademais utiliza-se a conotação de água macia aquela que possui concentração de minerais baixos. Em seguida, vem a etapa de desinfecção, a qual visa desinfetar a água, por meio de raios ultravioletas, cloro e ozônio, estes possuem função de destruição de microrganismos e patógenos.

Os processos finais da purificação da água, acontecem pelo sabor e odor, nos quais utilizam-se o carvão ativado e amonocloreção ao qual inativa microrganismos, e ainda possui a etapa de corrosão que baseiam no uso de cal, carbonato de sódio, metafosfato, silicato, entre outros (Richter et al., 1991).

2.1.1 Poluição aquática

Buscando uma definição de poluição aquática, o autor Von Sperling (1996), configura a poluição como quaisquer adições de substâncias direta ou indireta, ao qual alteram a natureza do corpo d'água, que trazem prejuízos ao seu uso e aplicações gerais.

Richter et al., (1991), propõem que os poluentes nos aquíferos são inúmeros e se apresentam em águas naturais. Existem diversos tipos de poluentes destacados, os mais comuns como lixo, fertilizante, dejetos industriais, entre outros, e os mais intoxicantes são os orgânicos e sintéticos como bifenilas policloradas (PCBs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs). A análise de potabilidade da água deve ser realizada por empresas especializadas em saneamento básico, tratamento da água ou por laboratórios particulares, que visem pelo controle e qualidade da mesma, de acordo com os órgãos como Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) e Sanepar.

A companhia de drenagem urbana (galeria de água pluvial que coleta água e garante o escoamento controlado em áreas urbanas) é vista como principal vetor de poluentes, pois a água que escorre de locais altos até locais baixos leva consigo quaisquer poluentes que estejam em seu caminho, sendo este um fator extremamente relevante para a contaminação dos recursos hídricos (Porto, 1995).

A poluição pode ser classificada de duas maneiras, sendo esta pontual, onde

os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada, podendo ser facilmente quantificada (Choe et al., 2002). A segunda é classificada como difusa, onde ocorre pelo escoamento superficial, em vias urbanas e rurais, de forma distribuída sobre áreas de bacias hidrográficas (Brites, 2005). De acordo com Novotny (1999), a poluição difusa não poderá ser resolvida sem implementações governamentais e auxílio financeiro.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) evidencia que a poluição aquática, torna-se responsável por uma estimativa de 2 milhões de mortes de pessoas em todo o mundo, sendo a água um fator contribuinte para a propagação de doenças como a malária, cólera, poliomielite, infecções, problemas neurológicos e problemas ósseos. Entende-se que o ser humano possui cerca de 60 % do organismo constituído por água, sendo assim, quaisquer alterações implicam diretamente na saúde humana.

Portanto, lista-se os contributos da poluição de lagos, rios, oceanos, aquíferos, como fertilizantes agrícolas, dejetos ou efluentes industriais, domésticos e radioativos, ações da indústria petrolífera, mineração, metais pesados, poluentes orgânicos, produtos farmacêuticos, patógenos multirresistentes e microplástico. Ao qual acabam sendo os maiores causadores de problemas ambientais não somente para a água, como também afetam indiretamente o solo e a atmosfera (Ribeiro, 2019).

Para Ribeiro (2019), os poluentes que mais ganham destaque em termos de preocupação são os orgânicos e de origem sintética, como (PCBs) e (PAHs). Estes podem sofrer um processo de bioacumulação no organismo, gerando um alto nível de intoxicação, reduzindo a imunidade e fertilidade, geram influência no sistema nervoso e hepático, e ainda podem ser considerados cancerígenos.

Contudo, os metais pesados ainda são os mais tóxicos para o organismo, quando ingeridos em grandes e pequenas concentrações. Ainda que o corpo humano possua metais biogénicos que permitem o funcionamento metabólico, em sua maioria os metais pesados advindos de efluentes industriais, postos de mineração e agricultura, quando acumulados no organismo são intitulados como veneno extremo ao organismo (Agular; Novaes; Guarino, 2002).

Ademais a verificação dos metais pesados é relativamente trabalhosa, pois a verdadeira quantidade de metais solúveis não corresponde ao grau de contaminação, isto ocorre pela implicação do pH, velocidade das correntezas e força

iônica. A intoxicação causada por esses metais registra um quadro clínico próprio, afeta principalmente nos grupos funcionais de enzimas causando o mal funcionamento do organismo, impedindo o transporte de substâncias essenciais e orgânicas (Agular; Novaes; Guarino, 2002).

Estudos de Agular et al., (2002), verificaram a retirada dos metais pesados por diversas metodologias, sendo as mais comuns por precipitação química, osmose reversa, oxi-redução, adsorção por carvão ativado ou alumina, e ainda visando um baixo custo tende-se a utilizar ultrafiltração, remoção por biomassa, microrganismos e resina de troca iônica.

A poluição dos recursos hídricos pode ser vista como um dos problemas mais agravantes, pois reflete diretamente em mudanças físicas, químicas e biológicas da água, implicando na má qualidade para o consumo. Valores máximos permitidos para este tipo de poluente, foi determinado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) no ano de 1986 (Tabela 1).

Tabela 1: Níveis de classificação de metais pesados permitido encontrados em água doce.

POLUENTES		(em unidade do material seco)			
		ÁGUA DOCE		ÁGUA SALINA-SALOBRA	
		NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 1	NÍVEL 2
Metais Pesados e Arsênio (mg/kg)	Arsênio (As)	5,9 ¹	17 ¹	8,2 ²	70 ²
	Cádmio (Cd)	0,6 ¹	3,5 ¹	1,2 ²	9,6 ²
	Chumbo (Pb)	35 ¹	91,3 ¹	46,7 ²	218 ²
	Cobre (Cu)	35,7 ¹	197 ¹	34 ²	270 ²
	Cromo (Cr)	37,3 ¹	90 ¹	81 ²	370 ²
	Mercúrio (Hg)	0,17 ¹	0,486 ¹	0,15 ²	0,71 ²
	Níquel (Ni)	18 ³	35,9 ³	20,9 ²	51,6 ²
	Zinco (Zn)	123 ¹	315 ¹	150 ²	410 ²

Fonte: Resolução CONAMA 344/04, 2009.

2.1.1.1 Principais tipos de polímeros e seus efeitos no meio ambiente

Gorni (2003) explica sobre os polímeros, ao qual são plásticos pertencentes a família de polímeros, devido ao baixo custo e os diversos benefícios, o plástico se tornou bastante popular, sendo possível utilizar em diversas áreas e com propostas diferentes. A princípio os polímeros se constituem de macromoléculas, ao qual tendem a ter em sua cadeia uma repetição da unidade básica, denominada de mero. Os polímeros são produzidos a partir da matéria-prima que se chama monômeros,

este é obtido por meio de petróleo ou gás natural, ainda pode ser obtido por meio de madeira, álcool, carvão ou gás carbônico (CO₂), (Gorni, 2003).

Os polímeros podem ser divididos de acordo com sua classificação mecânica, em termoplásticos, termorrígidos (termofixos), elastômeros (borrachas) e fibras. Os termoplásticos são os plásticos comuns, sendo eles a maioria distribuídos nos comércios, é característico desse material sua possível fusão várias vezes e pode ser dissolvido em alguns solventes, além disso esse tipo de plástico pode ser reciclável (Gorni, 2003).

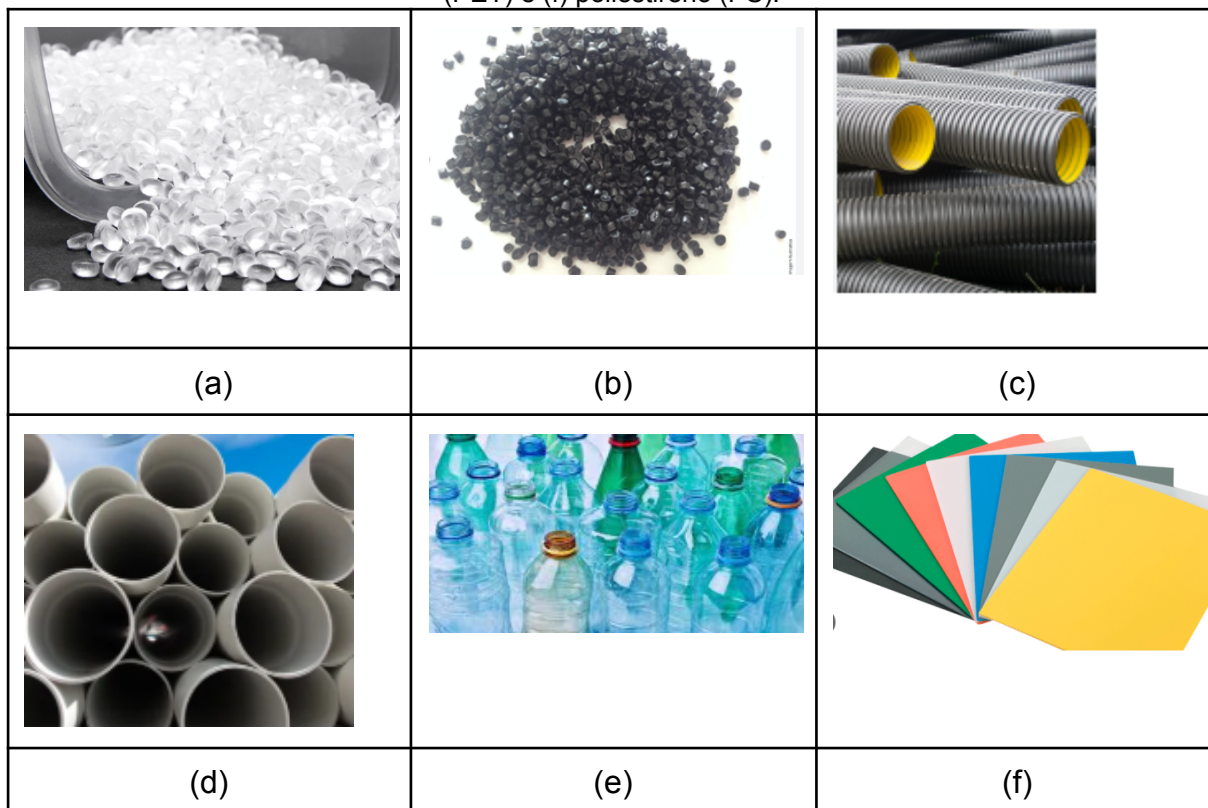
Os termorrígidos ou termofixos por sua vez, são considerados frágeis e rígidos, depois de aquecidos e prontos não é possível, mas fundir outra vez, tornando sua reciclagem um pouco complicada. Tem se como exemplo desse material o poliéster. No entanto os elastômeros, são considerados um intermédio entre os termoplásticos e termorrígidos, possuem alta flexibilidade e tendem a ter a reciclagem complicada, devido a sua incapacidade de fusão, por fim as fibras, que são elementos filiformes, que obtém maior comprimento em relação a sua estrutura transversal, sua principal característica é a flexibilidade e finura do filamento (Gorni, 2003).

Em meio a praticidade atual, o ritmo de poluição ambiental por plásticos cresce desordenadamente, pois com o passar dos anos a utilização dos plásticos ficou cada vez mais banal, tanto na indústria como também na agricultura, medicina e usos diários (Geyer et al., 2017). Segundo os escritos de Wright et al., (2017), estima-se que 320 milhões de toneladas de plásticos são confeccionados em um ano no mundo. Por se tratar de absurdas quantidades de plásticos produzidos, entende-se que o seu descarte indevido em locais inapropriados, refletem consequências ambientais drásticas, visto que 94% destes materiais são dispostos em aterros sanitários ou de alguma maneira vão para o meio natural, e cerca de 6% desses poluentes são dispostos para a reciclagem (Alimi et al., 2018).

Diante do exposto, o que seria algo benéfico para a economia e a indústria, reflete diretamente em impactos ambientais desenfreados, pois os plásticos e derivados MPs são extremamente resistentes, levam cerca de 400 a 500 anos para se degradar, visto que são produzidos por materiais não biodegradáveis, o que explica sua lentidão neste processo (Turner et al., 2020). De acordo com Pompêo et al., (2022), novas técnicas para a análise da poluição por plásticos vêm surgindo a todo momento, destaca-se as micropartículas denominadas de microplásticos, estas

partículas deriva de plástico comum, que sofrem fragmentações em sua estrutura, essa fragmentação dificulta sua retirada do meio ambiente e análises instrumentais, onde diversos estudos evidenciam impactos na natureza e organismos que são expostos a tal partícula, resultado efeitos negativos a nível populacional e ecossistêmico.

Figura 1: Plásticos comuns (a) Polipropileno (PP), (b) polietileno de baixa densidade (PEBD), (c) polietileno de alta densidade (PEAD), (d) policloreto de vinila (PVC), (e) tereftalato de polietileno (PET) e (f) poliestireno (PS).



Fonte: Google imagens, 2025.

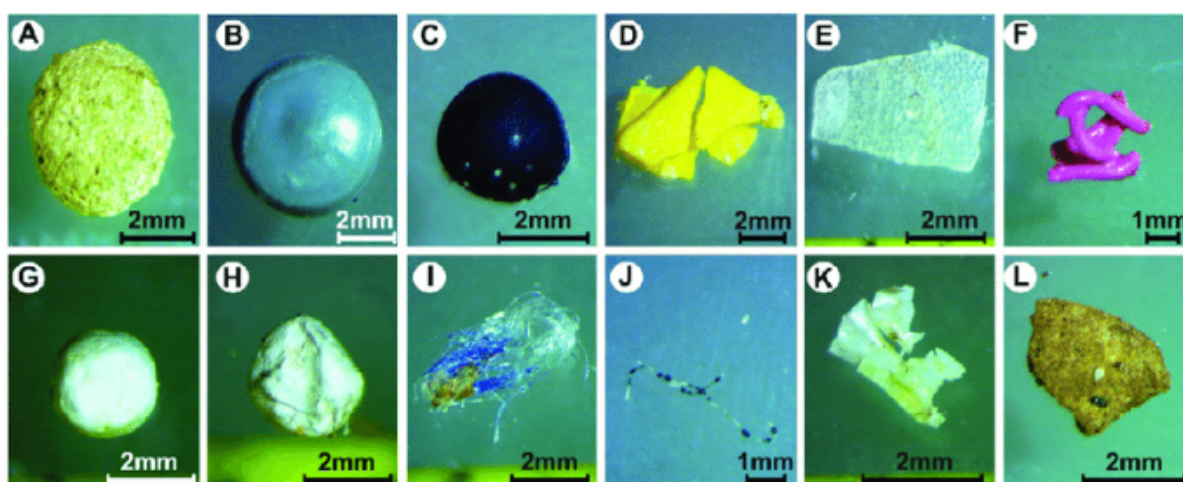
As características que definem um microplástico podem ser de acordo com seu diâmetro, origem e morfologia. Conforme Sobhani et al., (2020), os microplásticos definidos por diâmetro são visualizados entre 0,1 e 5 mm, porém outras nomenclaturas podem ser citadas como nanoplásticos, que definem partículas com diâmetro menor que 0,001 mm. Entretanto, pode-se encontrar partículas maiores que os microplásticos, que se definem por mesoplásticos estes possuem diâmetro entre 5 e 25 mm, e para partículas maiores que 25 mm são definidas como macroplásticos (Weberr; Opp, 2020).

Quanto à sua origem, aqueles que são menores que 5 mm são fabricados propositalmente para desenvolvimento industrial, são originárias de fontes primárias.

Tem-se como exemplos, as embalagens dos produtos como de sabões, cremes, géis e pasta dental (XU et al., 2020). Considera-se que, as embalagens dos produtos que se consome diariamente, são as principais causadoras de poluição das fontes hídricas. Quando as embalagens são dispostas no meio ambiente de forma indevida, podem se sujeitar a diversas ações ambientais como intemperismo, radiação ultravioleta e ação mecânica, que ao longo desses processos podem degradar as embalagens, as triturando e transformando em MPs que quando menores, dificultam análises científicas e a retirada destes do meio ambiente (XU et al., 2020).

Em relação à morfologia, Gesamp (2019), afirma que é possível verificar cinco principais categorias quanto ao seu formato encontrado na natureza, sendo os *pallets*, fragmentos, filmes, linhas, espumas (Figura 2). Estes advêm em sua maioria de fontes secundárias, as características podem indicar os tipos de utilização industrial. Como exemplo pode-se citar, os *pallets* que são utilizados em cosméticos por advirem de esferas, os fragmentos vêm de plásticos maiores que são triturados sendo irregulares, os filmes são irregulares, porém flexíveis, as linhas possuem espessuras iguais ao longo do comprimento e as espumas têm aparência granular, e podem se deformar devido a pressão (Gesamp, 2019).

Figura 2: Tipos de microplásticos: *pellets* (A, B, C), fragmentos (D, E, F), isopor (G, H), fibras (I, J), filme (K) e espuma (L).



Fonte: Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários Capítulo 10, 2018.

Segundo Everaert et al., (2020), o grau de intoxicação que os MPs podem causar é relativo, pois ainda se tem muita dificuldade para determinações reais de sua toxicidade em organismos expostos a esses polímeros. Outro fator que está

relacionado negativamente aos microplásticos, é sua influência na dissolução do gás carbônico nos oceanos, isso porque, os oceanos desempenham um papel crucial na diminuição do dióxido de carbono na atmosfera e aquecimento global. Devido a ocorrência dessas partículas na superfície do oceano, isso acontece pelo fato da densidade da partícula plástica que por ser inferior a densidade da água permite a sua flutuação. Dessa forma, pode dificultar a realização da fotossíntese e o crescimento de fitoplâncton, que usam o gás carbônico (CO₂) para realização de processos fisiológicos, estes são extremamente importantes para a sobrevivência de vida na Terra, já que cerca de 80% do oxigênio (O₂) é produzido por estes organismos (Shen et al., 2020).

De acordo com estudos realizados em ambientes marinhos, foi possível determinar que tais partículas quando em contato com a água podem causar sua contaminação, apresentando efeitos negativos a ecossistemas marinhos (Rochman et al., 2014). Podem ser considerados inúmeros efeitos associados aos microplásticos, onde o tamanho da partícula pode determinar os danos em um organismo. No estudo científico realizado por Zhang et al., (2017), com a microalga *Skeletonema costatum*, estas foram expostas a partículas de plásticos de 1 µm. As mesmas apresentaram uma baixa na sua reprodutividade, estas foram comparadas com outro grupo de microalgas expostas a MPs de 1 mm, ao qual foi observado que quanto menor a partícula maiores são os danos nas estruturas dos organismos, impedindo a fotossíntese e levando a obstrução do organismo dentro de 24 horas. Também foi observado espécies diatomáceas que foram expostas ao PVC em uma grande quantidade (200 mg/L), resultando na diminuição da produção da clorofila, diminuição da taxa fotossintética e acúmulo dessas micropartículas no organismo interferindo no funcionamento das células (Wang et al., 2020).

Entretanto, tais partículas de microplásticos podem causar efeitos de forma indireta e direta em organismos aquáticos, isso porque, quando inseridas neste ambiente podem liberar aditivos na água, gerando impactos significativos a este ecossistema, como o retardamento no desenvolvimento de determinadas espécies, (Nobre et al., 2015). Também pode ser observado a mortalidade de espécies larvais de craca *Amphibalanus amphitrite* expostas a PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS e PC. Neste estudo em questão o PVC se mostrou mais danoso, levando a conclusão do autor que os impactos gerados por tal partícula pode interferir diretamente no

ciclo da vida desse organismo, levando a extinção e comprometimento populacional da espécie a nível mundial (LI et al., 2015).

2.1.1.2 Técnicas utilizadas para detecção de microplásticos

As técnicas comumente utilizadas para identificação de microplásticos a Espectroscopia Raman (RAMAN) e Espectroscopia de Infravermelho por Transformação de Fourier (FTIR), porém ambas precisam de comparações críticas para a validação de microplásticos, principalmente para partículas coloridas que precisam de uma combinação de ambas as técnicas para sua validação (UTEQ, 2020). Os procedimentos para a análise de microplásticos são dispostos em amostragem, purificação, separação, extração, identificação e quantificação (Renner et al., 2018). Para que o microplástico possa ser analisado com rigor, deve-se evitar utilizar porta amostras plásticos, para que não haja contaminação na amostra garantindo a qualidade da análise, afirma Kirstein (2021).

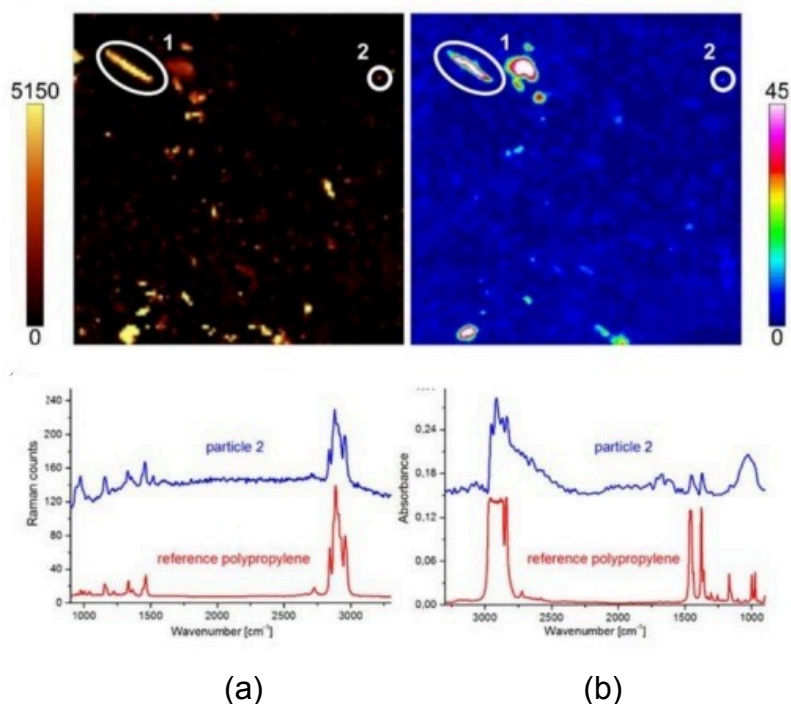
De acordo com Leonor (2020), os procedimentos analíticos podem ser combinados, existindo uma grande variabilidade de métodos, a caracterização dos MPs pode ser realizada de acordo com o tamanho da partícula, cor e tipo. As metodologias analíticas incluem a técnica FTIR, Espectroscopia no Infravermelho por transformação de Fourier de Reflexão Total Atenuada (ATR-FTIR), Espectroscopia de Raman e Cromatografia em fase gasosa de Pirólise (Py-GCMS), ao qual, as duas primeiras técnicas costumam ser mais econômicos, mas ainda assim podem ser caros aos olhos dos cientistas (Kirsten et al., 2021).

A diferença entre as técnicas é de que a Raman oferece uma melhor resposta referente a ligações simétricas não polares, e a de FTIR tem identificação clara sobre as ligações polares dos polímeros, no entanto, a técnica mais confiável para a identificação é ATR-FTIR. Esta técnica possibilita análise espectral simples, mas econômica em relação aos outros equipamentos, e também apresenta fácil acesso. Porém, esta técnica analisa uma amostra por vez sendo mais demorada em relação às outras (Leonor, 2020).

Sobre as técnicas de espectroscopia, frequentemente é utilizado a técnica de espectroscopia de infravermelho (Espectroscopia IV), este visa medir as vibrações molecular de uma amostra medida pela absorção de IV, os polímeros apresentam grupos funcionais que possuem monômeros repetidos, desse modo permitem a

identificação de microplásticos por esta técnica. O IV é dividido em três regiões sendo elas: IV próximo (NIR, 12800-4000 cm^{-1}), IV médio (MIR, 4000-200 cm^{-1}) e IV distante (FIR, 200-10 cm^{-1}), descreve Andrady (2022). Para melhor visualização a Figura 3 evidencia um exemplo de polipropileno (PP), visto pelas técnicas de Raman e IV.

Figura 3: a) Imagem Raman (esquerda) e imagem IV (direita) com falsa coloração revelando a intensidade espectral na faixa de 2780 e 2980 cm^{-1} . b) Espectro Raman (esquerda) e espectro IV (direita) da partícula 2 em comparação com uma referência de polipropileno.



Fonte: Uteque, 2020.

Entretanto, a uma técnica não mencionada na literatura para identificação de microplásticos, sendo esta, Espectroscopia de absorção no ultravioleta e visível (Espectroscopia de UV/VIS). A técnica consiste na absorção de radiação eletromagnética na região Ultravioleta (UV - 100-400 nm) e visível (VIS- 400-800), a absorção de radiação monocromática atravessa a amostra (Martinho, 1994). Tal técnica faz medições de luz absorvidas e correlaciona absorção da radiação UV a concentração da solução analisada, este procedimento é muito utilizado na indústria farmacêutica para o controle de qualidade de fármacos, este processo de análise ocorre conforme o esquema evidenciado na Figura 4 (TNS Tennessine, 2024).

Figura 4: Esquema de funcionamento do equipamento Espectroscopia de UV VIS.



Fonte: TNS Tennessine, 2024.

Logo após a análise da amostra desejada, é preciso calcular os dados obtidos comparando a intensidade da luz absorvida com a luz incidente, para então calcular a absorbância ou transmitância de determinada amostra. O panorama entre absorbância (A) e concentração (C) é determinada pela Lei de Beer Lambert. O cálculo se dá na fórmula $A = \epsilon \cdot L \cdot C$, onde A é absorbância, ϵ é o coeficiente de absorção molar, L é a distância percorrida pela luz e C é a concentração da amostra (TNS Tennessine, 2024). Nesta pesquisa, a análise das amostras foram realizadas no modo absorbância.

2.2 Afluentes da cidade de Ponta Grossa objeto de estudo experimental

O crescimento populacional dos Campos Gerais começou por volta de XVIII, este território era comumente utilizado para pecuária, logo mais se tornou rota de comércio para bovinos, o que levou ao aumento da economia na região, permitindo que o interior paranaense fosse ocupado, pequenas povoações começaram a surgir no meio do tropeirismo em meados do século XVIII. Estes acabam se fixando em um lugar para engordar o rebanho e descansar, dessa forma surgiram comércios que atendiam os tropeiros, a primeira vila a surgir foi a Princesa conhecida por Lapa nos dias atuais, logo após vieram as vilas, Palmeira, Ponta Grossa, Piraí do Sul, Castro e Jaguariaíva que se desenvolveram a partir do tropeirismo na região, (Prefeitura de Ponta Grossa, 2024).

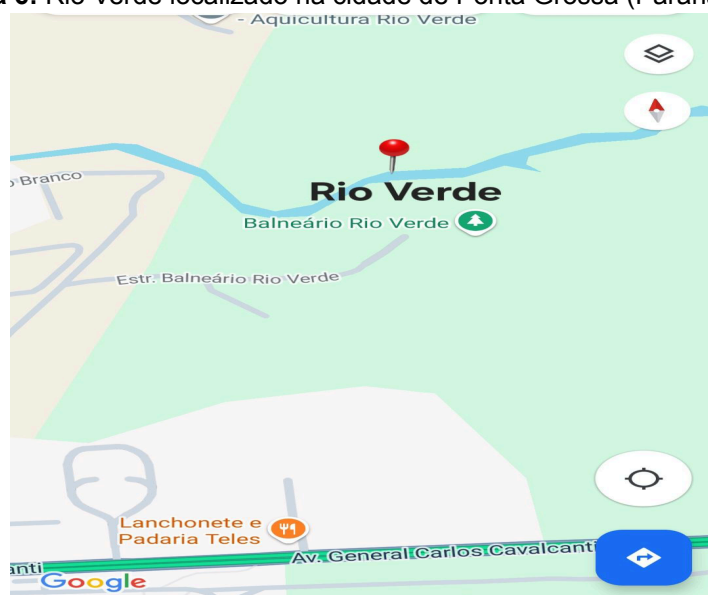
A cidade de Ponta Grossa tem um território de 2 054,732 km² de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE (2019). Segundo o censo de 2022 a população da cidade contou com cerca de 358.367 número de habitantes (G1 Notícias, 2023), porém, o IBGE estimou 372.562 habitantes em 2024.

Figura 5: Mapa do estado do Paraná, destacando o município de coleta das águas para o estudo de microplásticos.



Fonte: Staduto, 2011.

Conforme os estudos de Alves (2018), a região de Ponta Grossa teve um grande crescimento a partir da década de 60, onde sua expansão se deu aleatoriamente com o surgimento de residências e comunidades. Por meio desse crescimento houve sério agravamento no curso do Rio Verde (Figura 6) devido ao acúmulo de lixo e esgoto depositado diretamente no rio. O mesmo fica a leste da região nas coordenadas 25 ° 05 ' 42 " S; 50 ° 09 ' 43 " W, com altitude de 975 metros, o clima do Rio Verde pertence a zona temperada sempre úmida, contendo mais de cinco geadas por ano, considera-se para o regime médio de chuva por ano um volume de 1.400 mm a 1.800 mm (Barreto, 2017).

Figura 6: Rio Verde localizado na cidade de Ponta Grossa (Paraná – PR);

Fonte: Google Maps, 2024.

Outro Rio importante da região situa-se em direção sudeste de Ponta Grossa, na latitude 25°07'38" e 25°49'06"S e as longitudes 49°46'40"S e 50°17'38" W, compreendendo uma área de 927,3 km² é o Rio Pitangui (Anhaia et al. 2012). De acordo com Maack (2002), o clima do Rio Pitangui pertence a zona temperada úmida, e tem mais de cinco geadas por ano, sua temperatura varia entre 16°C e 22°C. As chuvas nesta região têm precipitação média anual de 1.400 mm a 1.800 mm, onde o período seco predomina entre junho e agosto, tendo cerca de 250 mm a 350 mm de chuva, já para o período mais chuvoso considera-se o mês de dezembro a fevereiro, com uma média de 500 mm a 600 mm. Este se caracteriza por intensas atividades agropecuárias, possui espécies exóticas apresentadas na tabela 1 e tem grande risco de contaminação biológica devido a utilização de agrotóxicos próximo ao leito do rio (Ziller et al. 2002) localização do Rio Pitangui ilustrada na figura 7.

Quadro 1. Espécies exóticas invasoras encontradas na mata próximo ao Rio Pitangui.

Espécie	Família	Nome popular	Local de origem	Localidade na mata
<i>Citrus × limonia</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Limão-rosa	Ásia	Interior da mata.
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	Nespereira	Ásia	Interior da mata.
<i>Bracharia</i> sp. (Trin.) Griseb.	Poaceae	Braquiária	África	Campo impactado/Borda da mata.
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae	Uva-do-japão	Ásia	Borda da mata/Beirando Rio Pitangui.
<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	Balsaminaceae	Beijinho	África	Interior da mata/Trilhas
<i>Pinus taeda</i> L.	Pinaceae	Pinus/Pinheiro	América do norte (EUA)	Borda da mata.

Fonte: SEI-SICITE, 2023.

Figura 7: Localização do Rio Pitangui na cidade de Ponta Grossa;



Fonte: Google Maps, 2024.

O terceiro Rio que abastece a região, localiza-se no centro leste do Paraná na Serra das Almas entre as cidades de Ponta Grossa e Palmeira, com uma altitude de 1.100 m, o mesmo possui uma extensão de 550 km. Sua principal característica é de obter correntezas fortes de acordo com o seu volume, este também tem cerca de 65 rios tributários diretos e 1200 riachos que compõem a rede hidrográfica do rio Tibagi, o mesmo ainda possui uma usina hidrelétrica de médio porte localizada na cidade de Telêmaco Borba. Por se ter diferença de altitude e latitude, o clima sul do rio é subtropical e do Norte é tropical, possui temperatura mais amena ao longo do ano. Este Rio também divide a escarpa devoniana de Ponta Grossa onde ocorre florestas de transição com floras mistas e estruturas intermediárias, (UEL, 2024) Figura 8 - localização do Rio Tibagi em Ponta Grossa.

Figura 8: Localização do Rio Tibagi em Ponta Grossa;



Fonte: Google Maps, 2024.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa se constitui pela tipologia do método hipotético-dedutivo onde o pesquisador enxerga que os problemas possuem soluções, sendo assim, podem ser denominadas por meio de metodologia experimental qualitativa e quantitativa (Gil, 2002).

3.1 Material

Para a avaliação do perfil dos flúmens da cidade de Ponta Grossa – Paraná (PR), referentes a microplásticos, foram estudados o Rio verde, Rio Pitangui e Rio Tibagi (Figura 9). Os pontos de coleta foram escolhidos com os critérios de longitude da estação de tratamento, e por serem os principais rios que abastecem essa região.

Figura 9: Pontos de coleta das amostras de água: Rio Pitangui, Rios Verde e Rio Tibagi.

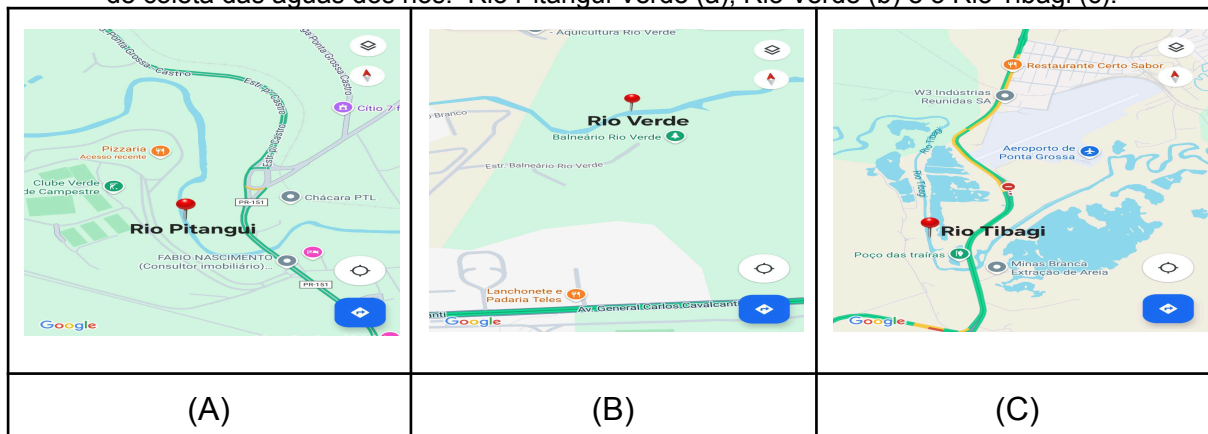


Fonte: Google Maps, 2024.

As amostras de água de ambos os rios foram coletadas no dia 02/12/2024, onde a primeira amostra foi coletada às 13 h 45 min, sendo do Rio Pitangui na PR 151 saída para Castro (Figura 10: A). A segunda amostra coletada foi por volta das 14 h próximo a AV. General Carlos Cavalcanti, correspondente ao Rio Verde (Figura 10: B), e a terceira amostra (Rio Tibagi) foi coletada às 15 h no Km 197, PR 151 sentido Palmeira (Figura 10: C). Os locais de coleta não são procedentes de nenhuma propriedade privada, embora estejam localizados próximo as residências, comércio e indústrias cooperativas. Seguindo o protocolo de coleta, foram retiradas

as amostras da margem dos rios, sendo na superfície do rio ao qual foi retirado 1 litro de exemplar. A amostra foi coletada em um dia chuvoso que pode contribuir para influenciar nas análises posteriores como: aumento de detritos/ poluentes e sujeidade fora do padrão.

Figura 10: Mapa das regiões da cidade de Ponta Grossa, Estado do Paraná, destacando os pontos de coleta das águas dos rios: Rio Pitangui Verde (a), Rio Verde (b) e o Rio Tibagi (c).



Fonte: Google Maps, 2024.

3.2 Métodos

A fim de alcançar os objetivos da pesquisa, o primeiro passo foi a realização de um apanhado bibliográfico para identificar metodologias já existentes sobre o assunto, os principais periódicos utilizados foram Google Acadêmico, Periódico Capes e Scielo. A seguir, montou-se uma bancada experimental no laboratório de Sustentabilidade e Inovação Tecnológica (LASIT – UTFPR) do Campus de Ponta Grossa, ao qual continha equipamentos, vidrarias e reagentes para a realização de coletas e análises da água a ser estudada.

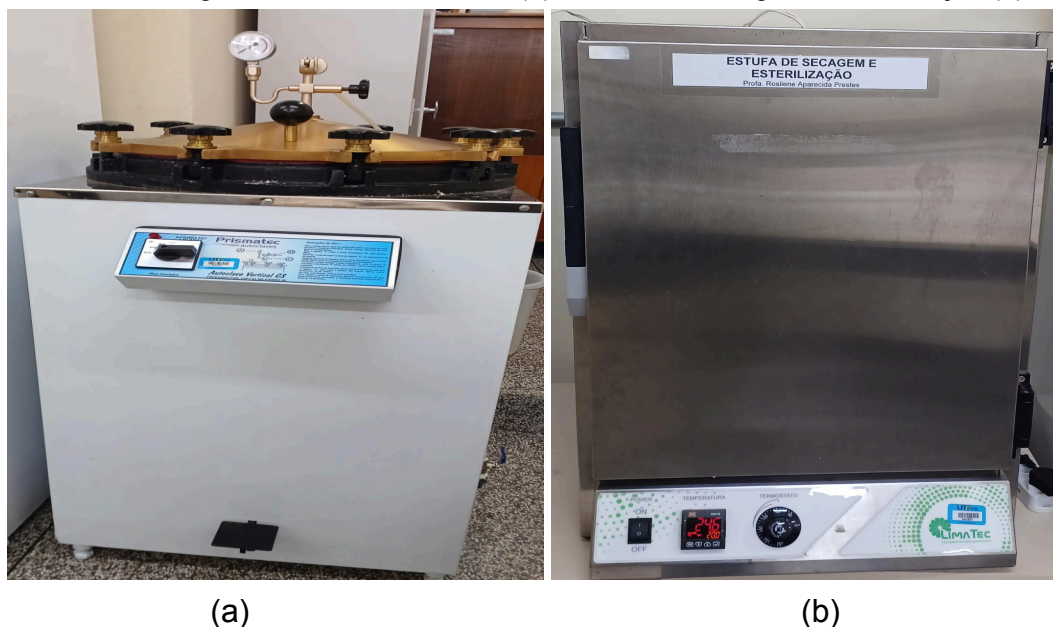
A condução experimental foi realizada de forma quantitativa. Dessa forma, foi estipulado locais de coleta que iriam evidenciar a qualidade da água de Ponta Grossa, para tanto foi determinado coletar amostras de água dos rios que são usados para o abastecimento residencial da região de Ponta Grossa, sendo eles os rios Pitangui, Verde e Tibagi (Figura 9).

3.2.1 Coleta e preparação das amostras de água dos Rios

Utilizou-se a autoclave do modelo vertical CS (Figura 11. a), para fazer a esterilização dos recipientes (vidrarias) para a coleta da água, esse equipamento permitiu a esterilização dos recipientes que foram usados para a coleta da água em estudo. A coleta se deu nos três pontos citados anteriormente, onde cerca de 1 litro de água foi retirado dos rios na superfície do leito. Depois dessa coleta, os litros foram identificados com o nome do rio, data de coleta, e local aproximado, em seguida foram armazenados na geladeira na temperatura 4 a 5 °C até o momento de análise.

Outro equipamento utilizado foi a estufa de secagem e esterilização do modelo LT 501/80 (Figura 11. b), que serviu para retirar a umidade dos béqueres antes de se colocar a amostra para a secagem, também os mesmos foram pesados. Em seguida, as amostras de água foram evaporadas a temperatura de 60 °C.

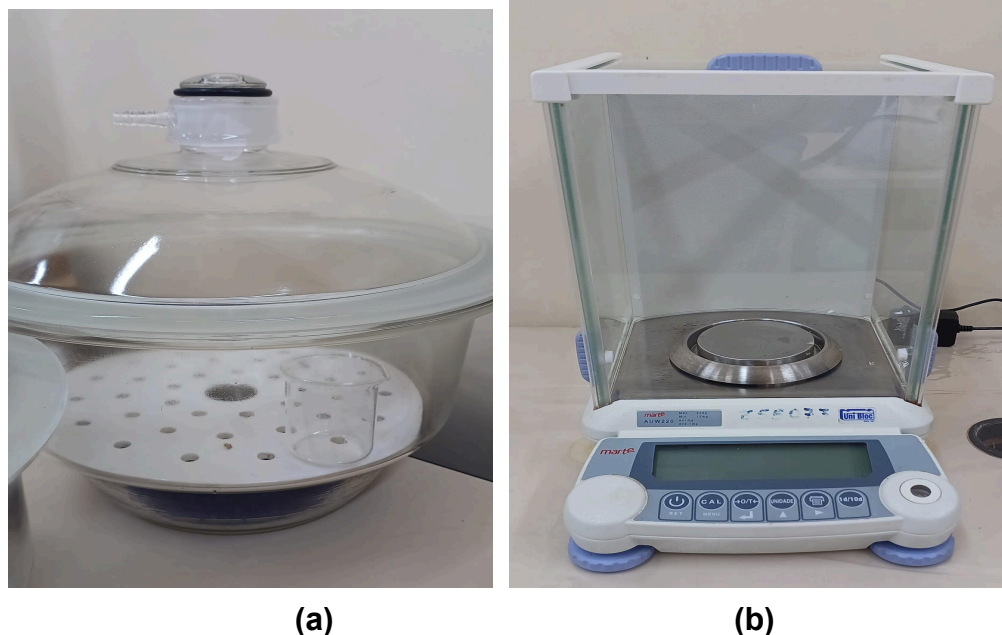
Figura 11: Equipamentos utilizados para preparação do material para coleta e secagem das amostras de água: Autoclave vertical CS (a) e estufa de secagem e esterilização (b).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a secagem, as amostras retiradas da estufa foram colocadas no dessecador (Figura 12. a) até atingirem a temperatura ambiente. Contudo a balança analítica, modelo AUW 220, marca Shimadzu (Figura 12. b) auxiliou na pesagem do polímero seco em pó.

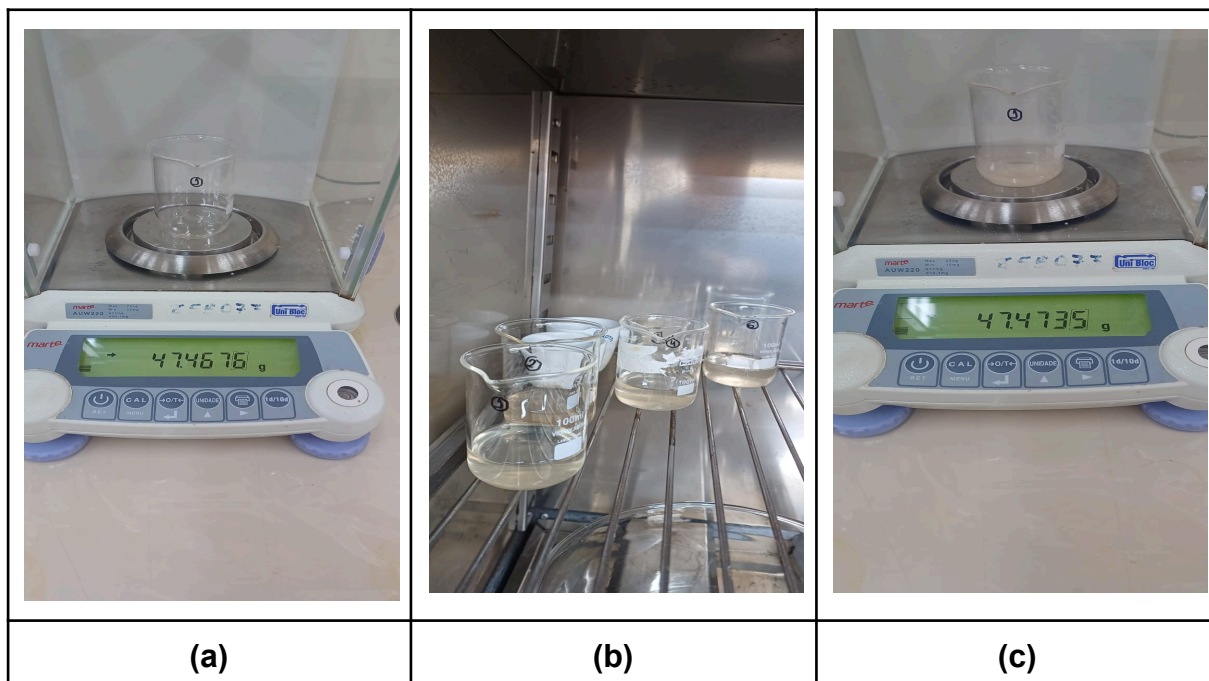
Figura 12 : Equipamento dessecador (a), recipiente fechado hermeticamente que contém agente de secagem (dessecante). Finalidade de resfriar os Becker e as amostras retiradas da estufa, antes da pesagem, após a secagem, as amostras permaneceram devido ao ambiente possuir com baixo teor de umidade. Balança analítica (b).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para tanto os recipientes foram pesados antes de colocar as amostras nos mesmos (Figura 13. a), logo em seguida foi despejado nos recipientes cerca de 197 mL de amostra em cada béquer e foram colocados na estufa de secagem e esterilização por 48 horas a uma temperatura de 60 °C (Figura 13. b). Após a secagem os béqueres foram pesados novamente na balança analítica para obter a sujidade da amostra em análise (Figura 13. c).

Figura 13: Exemplo do processo de pesagem do béquer (a), em seguida disposto na estufa (b), finalização do processo com a pesagem do béquer para verificação de sujidade (c).



Fonte: Autoria própria, 2025.

3.2.2 Quantificação do Microplástico por Espectroscopia de UV/ VIS

As análises para qualificação e quantificação do microplástico, foram realizadas no equipamento espectrofotômetro de UV/ VIS do modelo IL- 593 (Figura 14), seu desempenho de análise varia na faixa de comprimento de onda de 190 a 1100 nm. Os espectros UV/VIS das amostras foram registrados usando cubetas de quartzo de 1 cm de caminho óptico (Hellma). As condições experimentais foram estipuladas e analisadas no ato da realização dos experimentos, tendo as seguintes condições da análise: faixa de comprimento de onda 190,0 - 1,100 nm, precisão do comprimento de onda +/- 2 nm, resolução de 2 nm, cubetas de vidro de 10 nm, tais parâmetros de análise podem ser consultados no manual de usuário do equipamento (IL-593 ESPECTROFOTÔMETRO KASUAKI - <https://www.prolab.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Espectrofotometro-IL-593-BI.pdf>).

Figura 14: Espectrofotômetro de UV/ VIS.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para auxiliar no processo de qualificação e quantificação do microplástico foi realizada a calibração do branco no espectrofotômetro, usando-se a mistura do detergente com a água, uma vez que este foi o solvente dispersante empregado. Para a varredura do intervalo de comprimento de onda citado anteriormente, empregou-se o polipropileno em diferentes concentrações, podendo observar o comprimento de onda absorvido pelo mesmo. Em seguida, uma curva de calibração foi preparada para determinar a concentração de uma determinada solução desconhecida (Canassa, 2018), nesta pesquisa, o polipropileno foi avaliado.

Para estabelecer a linearidade do método proposto foi construída curva de calibração em 5 níveis de concentrações, variando de 5,0; 1,00; 2,00; 5,00 e 100,0 mg, que quando transformados em gramas (g) ficam 0,0005 g; 0,0100; 0,0200; 0,0500 e 0,1000 g, esses pontos são a concentração comum do polímero, calculados pela fórmula ($C=m/v$). Nas análises espectrofotométricas foi obedecida a Lei de Lambert-Beer. A curva de calibração foi realizada com o polímero de polipropileno (PP) (Figura 16), após a pesagem do polímero de acordo com os pontos da curva, os mesmos foram submetidos a 100 mL de solução líquida de detergente+água, e logo após foram analisados no espectrofotômetro de UV/ VIS, para determinar a curva.

Como parte da análise, foi necessário buscar um solvente ou um produto que quando entrasse em contato com a água, formasse uma viscosidade para que o polímero (PP) não flutuasse ou afundasse na solução. Desse modo, o detergente neutro transparente foi escolhido, pois a sua densidade varia entre 0,90 a 0,99, o

mesmo afirma em seu rótulo ter tensoativo biodegradável que por sua vez, promete se decompor de forma natural minimizando impactos ambientais. Para as análises da curva de calibração foi escolhido os polímeros polipropileno (PP), este possui densidade abaixo de 1 g/cm^3 o que os permite boiar na água, quando é combinado o polímero com o detergente e a água, os mesmos ficaram distribuídos na solução permitindo sua análise no espectrofotômetro.

A análise dos espectros para a construção da curva de calibração foi realizada em triplicata para cada um dos pontos e do polímero estudado, tendo um total de 15 amostras. Para o solvente foi utilizado detergente neutro transparente (Figura 15) e água ultrapura, isso porque o mesmo possui viscosidade maior e quando o polímero entra em contato com ele, acaba ficando de forma mais homogênea na solução padrão, também foi dado preferência a esse solvente por se ter fácil acesso e ser econômico. Para tanto foram testados no desenvolvimento do método outros solventes como Tween 80 P.S (Polissorbato) da marca Dinâmica Química Contemporânea LTDA e Álcool Etílico PA A.C.S da marca Êxodo Científica. O Tween é um solvente caro e para utilizar nas amostras seria inviável devido a quantidade de testes realizados, outro fator que contribuiu para a não utilização do mesmo, foi devido ao polímero (PP) ficar no fundo da solução, isso porque o solvente era mais denso que o polímero, desse modo, não havia chance de realizar a análise no equipamento, pois o polímero não tem densidade suficiente para ficar disperso na solução como necessário.

Figura 15: Detergente usado como solvente dispersante dos polímeros estudados (a) Rótulo do detergente neutro (b)



(a)



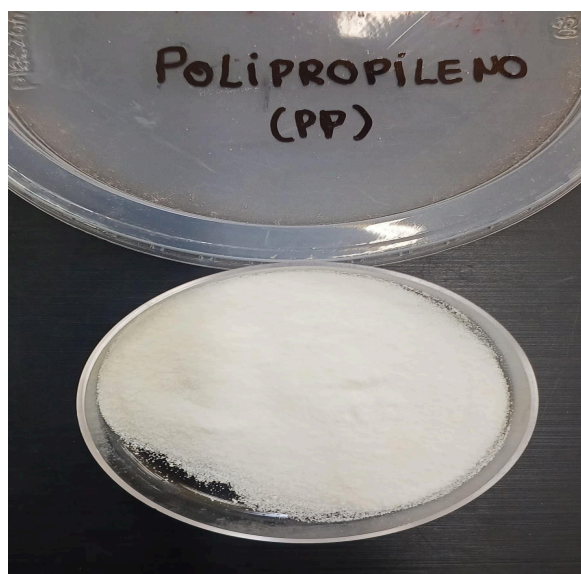
(b)

Fonte: Autoria própria, 2024.

O solvente dispersante utilizado para realizar as análises foi preparado com a adição de 30 mL de detergente para 15 mL de água ultrapura. O detergente não se diluiu totalmente em água formando um dispersante. Isto ocorre devido a densidade da água ser de 1 g/cm^3 e a do detergente é de $0,90 \text{ g/cm}^3$, ou seja, a diferença de densidade permite que o polímero fique ao meio da solução, pois sua densidade é menor que a água o que o faz flutuar na superfície (Alvaro, 2022).

Tais amostras foram analisadas pelo espectrômetro, e o comprimento de onda referente à presença do plástico (microplástico) foi de 298 nm, para obter essa informação sobre o polipropileno foi necessária sua replicação (Figura 16). A partir dos espectros gerados pelo espectrofotômetro, pode-se identificar a área de cada pico do polímero. Por se tratar de uma triplicata, fez-se a média das áreas e o desvio padrão com auxílio de planilha do Software Excel - Microsoft 365. Com os dados da média das áreas e a concentração de cada uma das amostras obtiveram-se cinco (5) pontos sobre os quais a curva foi construída. A equação da reta obtida, forneceu em “y” o valor referente à área do pico do polímero e em “x” a quantidade de polímero relativa aquela área.

Figura 16: Microplástico Polipropileno (PP) utilizado para a construção da curva de calibração.



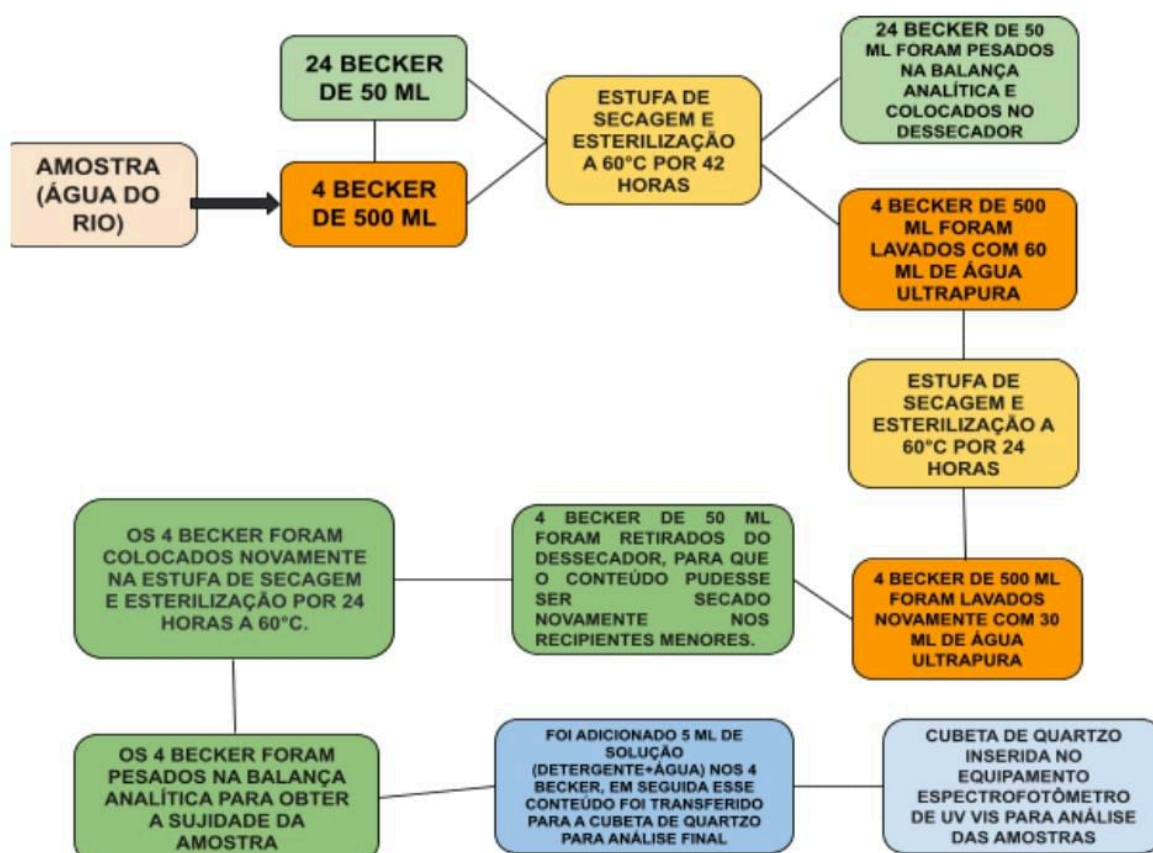
Fonte: Autoria própria, 2025.

Depois de realizar todos os pontos da curva de calibração, as amostras dos Rios foram analisadas em duplicata e triplicata, devido a quantidade de amostra coletada, para maior confiabilidade da leitura do equipamento. Diante disso as amostras foram colocadas em 4 béqueres de 500 mL para secar na estufa de

secagem e esterilização, juntamente com 24 béqueres de 50 mL vazios, os mesmos permaneceram na estufa por 42 horas. Decorrido esse tempo, os 24 béqueres de 50 mL foram pesados na balança analítica e postos no dessecador. Já os 4 béqueres de 500 mL foram lavados com 60 mL de água ultrapura e postos para secar por mais 24 horas.

Após esse tempo foi lavado os béqueres s de 500 mL com mais 30 mL de água ultrapura e transferido esse conteúdo para 4 béqueres de 50 mL, cada um foi identificado com um número, após essa transferência foi novamente levado os 4 béqueres de 50 mL e levados para a estufa de secagem por mais 24 horas. Passadas as 24 horas os béqueres de 50 mL, foram pesados na balança analítica para obter a quantidade de sujidade das amostras, depois de obter tal resultado foi adicionado no béquer 5 mL a solução de detergente+água, que posteriormente seria levado para análise no equipamento espectrofotômetro de UV/VIS.

Figura 17: Fluxograma do processo experimental para construção da metodologia de quantificação de microplásticos na água.



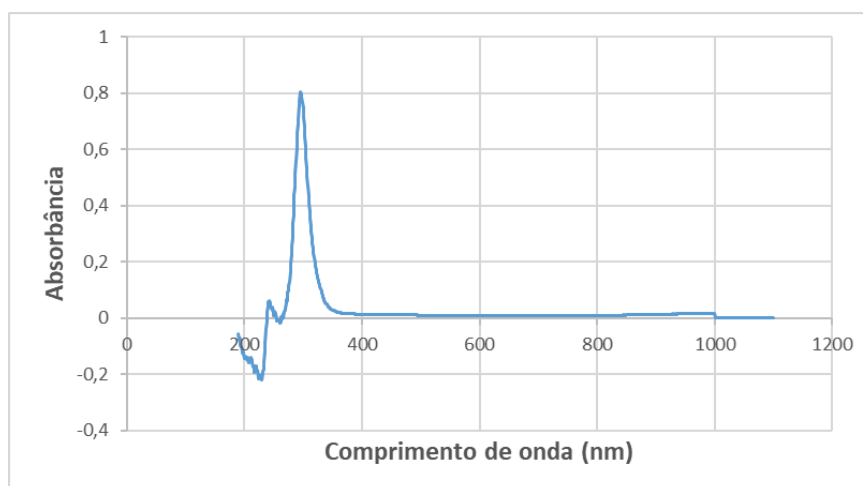
Fonte: Autoria própria, 2025.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do método para qualificação e quantificação de microplásticos, presentes nos flúmens da cidade de Ponta Grossa foi realizado pela técnica de espectroscopia de UV/VIS. Após um estudo teórico e prático para observar o solvente dispersante, que proporcionasse a melhor dispersão do polímero dentro da cubeta do equipamento, foram realizadas leituras espectrais para obter o comprimento de onda (nm) do polímero polipropileno (PP).

A Figura 19 refere-se ao espectro de absorção do polipropileno em dispersante detergente e água, no intervalo de 200 a 400 nm. Assim, após a elaboração do espectro de absorção, observou-se o pico de absorção máxima do polipropileno, no comprimento de onda de 298 nm.

Figura 18: Espectro de UV/ VIS do polímero polipropileno.



Fonte: Autoria própria, 2025

Para realizar a detecção da quantidade de (PP) na amostra, fez-se o processo de produção da curva analítica. O método consiste na produção de diversas soluções padrões diluídas de polipropileno. Na próxima etapa realizou-se a leitura das amostras no espectrofotômetro para obtenção dos espectros. O equipamento comparou as amostras com uma solução em branco (detergente e água) e outra solução contendo somente a matriz, ou seja, neste caso o (PP). O perfil de cada amostra foi realizado no comprimento de onda de 190,0 - 1,100 nm, leitura no comprimento de onda de 298 nm, valor de referência para o composto

estudado. Os resultados para a curva analítica na faixa de trabalho de concentrações de 5 mg/L a 100 mg/L, encontram-se expressos na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados de absorvância proveniente das concentrações de polipropileno obtidas no espectrofotômetro UV/ VIS

Concentração (g/L)	Absorvância
0,0005	0,807
0,01	0,908
0,0208	1,292
0,1001	1,767

Fonte: Autoria própria, 2025.

Toda a metodologia desenvolvida serviu para auxiliar a encontrar a equação de primeiro grau ou equação da reta: $y = ax + b$ (Equação 1). O “y” o eixo na vertical, “x” é o eixo na horizontal, “a” inclinação da reta e “b” significa o ponto da reta que toca no eixo “y”. Neste estudo tem-se uma função em que a absorvância depende da concentração do polipropileno. Por tanto, foi substituída a equação da reta para gerar a equação 2.

$$\text{Absorvância} = a [\text{polipropileno}] + b \text{ (com os valores obtidos)} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

o “y” é a absorvância, o “a” inclinação da reta que foi encontrada usando os dados experimentais. O “x” é a concentração de polipropileno e “b” ponto da reta que toca no eixo “y”.

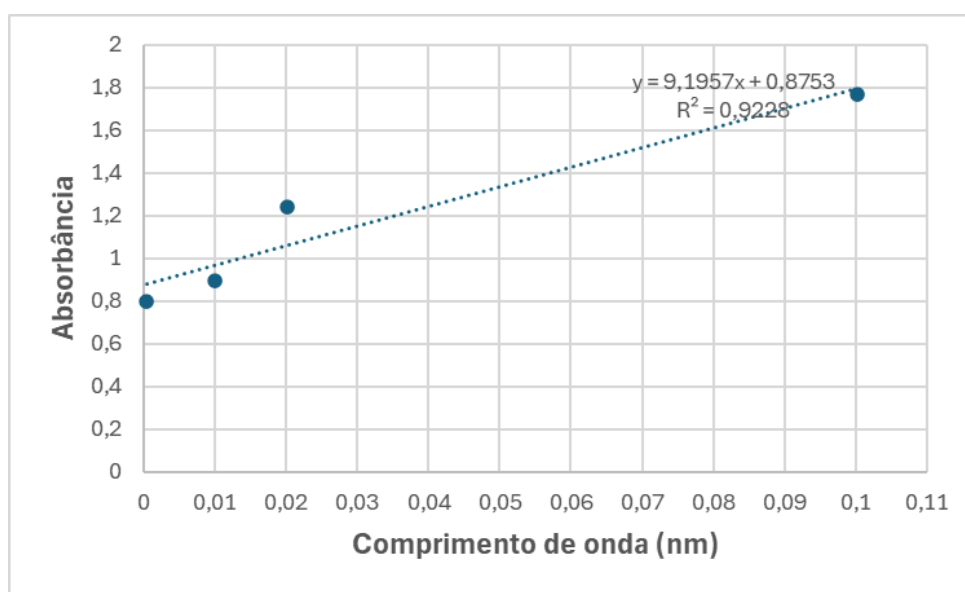
Os resultados surgentes dos dados espectrais das concentrações conhecidas de polipropileno auxiliaram na plotação da curva de calibração ou analítica (Figura 19). Com os dados de absorvância plotados no gráfico obteve-se a equação 3.

$$y = 9,1957x + 0,8753 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: “y” é a absorvância; “a” é a inclinação da reta que estava procurando e “x” é a concentração de polipropileno.

Também foi obtido coeficiente de regressão linear (R^2) de 0,9228. O coeficiente significa o quão próximo à reta os pontos experimentais estão. Quanto mais próximos de 1,0, mais correlacionadas as médias de absorbância espectral com a reta. Se esses valores estiverem mais distantes de $R^2 = 1,0$, mais os valores estão espaçados, não sendo o ideal para a construção da metodologia para quantificação e qualificação dos microplásticos. Resultado obtido, na matriz detergente e água, mostrou-se linear nas concentrações de 5 mg/L a 100 mg/L.

Figura 19: Curva de calibração do polipropileno (PP), eixo y média de absorção, eixo x massa em gramas dos pontos estudados.



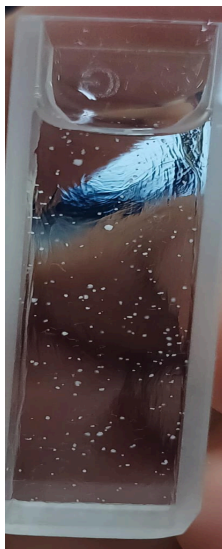
Fonte: Autoria própria, 2025.

Pode-se observar na Figura 20 que na equação da reta a letra “b” (coexistente linear) não passou pelo ponto zero dos eixos, devido ao fato do espalhamento da radiação ultravioleta na superfície da partícula. Assim, a curva de calibração realizada com o polímero ultrapassou a linha ideal, ao qual vai de (0,0) até (1,0), isso indica que os pontos fora da linha ideal sofreram outlier, significando a presença de erros na leitura. Nesse caso, pode haver diversos motivos que podem indicar tais erros na curva, como tamanho do material, não estar homogêneo, reação oxidativa por oxigênio, entre outros etc.

Os fatores que contribuem para erros na curva de calibração, pode estar relacionado a homogeneidade da solução, onde o soluto não dissolve o polímero, desse modo quando ocorre o preparo da amostra, a maioria das partículas de (PP) ficam no recipiente (béquer), e uma pequena parcela vai para a cubeta (Figura 21),

ao qual é o instrumento de análise do espectrofotômetro (Canevarolo, 2006). Pode ocorrer o que chamamos de *outlier*, que se configuram como dados discrepantes, onde os pontos estudados podem estar fora da curva ou do padrão desejado, sua presença na curva pode indicar erro na análise, mas pode contribuir com ideias para solucionar o problema causador do *outlier* (Canevarolo, 2006).

Figura 20: Imagem da cubeta de vidro 10 cm instrumento de análise de espectroscopia de UV/VIS: Solução de detergente+água ultrapura+polipropileno (PP).



Fonte: Autoria própria, 2025.

Ademais o polímero pode não ser capaz de absorver quantidade de radiação UV, que seria necessária para causar uma cisão homolítica, desse modo, a fotodegradação ocorre por meio de impurezas denominadas de cromóforos, esses cromóforos se resumem em catalisadores e hidroperóxidos surgentes do processo (Rabello; White, 1997).

4.1 Análise das amostras de água dos flúmens

A quantificação de microplásticos nas amostras de água dos rios foram realizadas a partir da curva analítica. Como não foi até o momento divulgado nenhum estudo dos rios da região dos Campos Gerais, optou-se por não realizar a diluição das amostras pesquisadas. A diluição é realizada nas amostras para que se ajuste os valores de absorbância se encaixando na curva de calibração produzida e assim obedeça a Lei Lambert- Beer (TNS Tennessine, 2024).

As amostras de água não foram diluídas, sendo pesadas após o processo realizado no fluxograma (Figura 17) e adicionadas no solvente dispersante (detergente + água). As absorbâncias obtidas no espectrofotômetro foram adquiridas e aplicadas na Equação 3, para transformar a absorbância em concentração de polipropileno (microplásticos) na água dos rios. No Rio Verde foram quatro pontos de coleta em locais diferentes. O ponto 1 foi coletado próximo à margem do rio, o ponto 2 e 3 foi coletado no meio do rio próximo de pedras e o 4 ponto foi coletado em uma formação de espuma na superfície do rio. Neste rio as absorbâncias obtidas nos pontos de coleta apresentaram as concentrações que variam de 0,08 a 0,19 g/L de microplástico polipropileno (Tabela 3).

Tabela 3: Análise do microplástico - polipropileno (PP) na água do Rio Verde localizado na cidade de Ponta Grossa (Paraná) realizada no espectrofotômetro UV/ VIS

Amostra	Peso	Absorbância	PP (g/L)
Ponto 1	0,203	2,351	0,160477
Ponto 2	0,0135	1,667	0,086095
Ponto 3	0,0116	2,551	0,182226
Ponto 4	0,0154	2,713	0,199843

Fonte: Autoria própria, 2025.

O segundo ponto de coleta se deu no Rio Pitangui, onde foi coletado 1L de amostra da superfície do rio. Ambos os pontos foram coletados em uma mesma localidade, dando em torno de 6 amostras. Para este rio, a absorbância obtida nos pontos de coletas, mostrou a concentração de microplástico (PP) em torno de 0,19 a 0,23 g/L, conforme a tabela 4.

Tabela 4: Análise de microplástico - polipropileno (PP) nas águas do Rio Pitangui localizado na cidade de Ponta Grossa) realizada no espectrofotômetro UV/ VIS

	Peso (g)	Absorbância	PP (g/L)
Ponto 1	3,3553	2,885	0,218548
Ponto 1.1	0,0223	2,628	0,1906
Ponto 1.2	0,0281	2,941	0,224638
Ponto 2	0,0243	2,954	0,226051
Ponto 2.1	0,032	2,991	0,230075
Ponto 2.2	0,0325	2,954	0,226051

Fonte: Autoria própria, 2025.

No terceiro ponto de coleta (Rio Tibagi), foi coletado 1 L de amostra e subdividido em 6 pontos para análise, ambos os pontos foram coletados próximos à margem do rio, pelo motivo do rio ser bastante volumoso e ter correnteza forte. Desse modo, acreditou-se que pudesse ter um acúmulo maior do objeto em estudo próximo à margem do rio. Foram realizadas as análises instrumentais, tendo como resultado a absorbância dos pontos de coleta, indicando concentração do polímero (PP) com variações entre 0,15 e 0,23 g/L, expressados na tabela 5.

Tabela 5: Análise do microplástico - polipropileno (PP) nas águas do Rio Tibagi localizado na cidade de Ponta Grossa) realizada no espectrofotômetro UV/ VIS

	Peso (g)	Absorbância	PP (g/L)
Ponto 1	0,0059	2,382	0,163848
Ponto 1.1	0,0118	2,93	0,223441
Ponto 1.2	0,0109	2,609	0,188534
Ponto 2	0,0067	2,341	0,15939
Ponto 2.1	0,0154	3	0,231054
Ponto 2.2	0,0084	2,541	0,181139

Fonte: Autoria própria, 2025.

Através dos resultados obtidos nas tabelas 3, 4 e 5, foi possível determinar, que a maior concentração obtida dentre as análises, foi dos Rios Pitangui e Tibagi, evidenciando a concentração de 0,23 g/L. O Rio Verde obteve concentração de 0,19 g/L, apesar de que quando comparamos as análises dos três Rios, a diferença de polipropileno encontrada é mínima. Além disso, outros fatores podem contribuir para que essa contaminação seja maior nos Rios Pitangui e Tibagi, levando em conta a comunidade e indústrias em seu redor.

4.2 Desenvolvimento de Cartilha educativa

Como parte da pesquisa, ao final foi elaborada uma cartilha educativa, com o intuito de informar, instruir e promover conscientização sobre o uso dos microplásticos e o mal causado ao meio ambiente. Para a elaboração foi usado o software Canva. A cartilha contém informações introdutórias, como também informações sobre a qualidade e dicas de cuidado da água, atividades de revisão e

as referências (Figura 17). O material foi produzido contendo textos e jogos de revisão para aproximar o leitor, o mesmo também contém imagens que auxiliaram na interpretação e visualização do exposto. Ao final da cartilha se apresenta uma série de dicas, que podem ser externadas pelos alunos na comunidade escolar como também para o ambiente familiar, essas auxiliam o estudante para práticas preservativas sobre a água e meio ambiente.

Figura 21: Texto introdutório ao tema (a), atividade de revisão sobre o tema (b), apresentação de texto mais imagens para melhor compreensão (c), dicas de cuidados com a água (d).

5

INTRODUÇÃO

No período colonial a população não tinha conhecimento sobre a qualidade da água. Nessa época, não se sabia sobre os riscos de saúde que corriam tomando deste líquido, que possivelmente poderia estar contaminado por diversos fatores, como microrganismos, lixo, esgoto, etc.

A água que chega para o consumo atualmente,, passa por processos de descontaminação de poluentes.

No Estado do Paraná a água é captada no rio, lagos e represas, em seguida, passa pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservatório e distribuição (Sanepar, 2022).

No entanto, após o tratamento, ainda podem restar poluentes, aos quais não foram retirados seguindo os procedimentos citados.

VOCÊ SABIA?

O Rio Tibagi que passa por Ponta Grossa, tem seu nome de origem indígena que significa água corrente devido sua extensão de 550 km.

Fonte: Google Imagem, 2025

7

VOCÊ SABIA?

Em 1965 surgiu a ideia de desenvolver uma Estação de Tratamento de Água, a ideia veio de Ney Braga, ao qual construiu o primeiro reservatório em Alto do São Francisco PR.

Para fixar

Abaixo está o Rio Pitangui, ajude o naturalista a encontrar os 7 erros nas imagens.

Original

Modificada

(a)

(b)

 12 EFEITOS NO MEIO AMBIENTE O grau de intoxicação que os microplásticos (MPs) podem causar é relativo, pois ainda se tem muita dificuldade para determinações reais de sua toxicidade (Everaert et al., 2020). Outro fator que está relacionado negativamente aos microplásticos, é sua influência na dissolução do gás carbônico nos oceanos, isso porque, os oceanos desempenham um papel crucial na diminuição do dióxido de carbono na atmosfera e aquecimento global (SHEN et al., 2020). Devido a ocorrência dessas partículas na superfície do oceano, dificulta a realização da fotossíntese e o crescimento de fitoplâncton, que usam o CO₂ para realização de processos fisiológicos, estes são extremamente importantes para a sobrevivência de vida na Terra, já que cerca de 80% do O₂ é produzido por estes organismos (SHEN et al., 2020).  Fonte: Google imagens, 2025.	14 DICAS DE CUIDADO COM A ÁGUA CUIDADOS COM RIOS E LAGOS • Consumo consciente; • Instalar rede de esgoto; • Descarte correto de resíduos sólidos. • Não desmatar a mata ciliar; • Ocupação do solo adequada; • Permeabilidade do solo adequada;  DICA DE ACESSO Cuide dos rios. disponível em: https://www.cuidadosrios.eco.br/com-o-cuidar/ 
(c)	(d)

Fonte: Autoria própria, 2025.

Este material pode ser adaptado caso seja necessário, sendo desenvolvida para utilização na disciplina de Ciências na rede de educação, e poderá ser apresentada para alunos do 7º ano, de acordo com o Referencial Curricular do Paraná a unidade temática indicada para este conteúdo é Vida e Evolução, cuja Habilidade (PR. EF07CI12.s.7.19). “Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração e entre outros”.

5. CONCLUSÃO

Para tanto conclui-se que, a metodologia desenvolvida referente a técnica de Espectroscopia de UV/VIS, pode ser eficiente em determinados pontos analíticos, isso implica na realização do experimento, sendo necessário equipamentos de alta precisão como Balança Analítica e Espectrofotômetro. Contudo a metodologia, se mostrou eficiente na descoberta de 3 pontos da curva de calibração, visto que é extremamente difícil produzir uma, diante do tempo do experimento em relação a mesma, os *outlier* evidenciados na curva analítica se mostraram inconclusivos, considerando que os próximos passos para continuação do estudo será checar e repetir as análises, tendo em vista achar o problema e solucioná-lo. Também pretende-se fazer a validação completa dando ênfase para os limites de detecção, quantificação, seletividade, exatidão e precisão.

O método foi estabelecido, para quantificar e determinar a concentração de polímeros como polipropileno (PP), em águas de rios que abastecem a cidade de Ponta Grossa. Portanto, é possível afirmar que a pesquisa contribui com a comunidade científica, pois serve como norte para pesquisadores que têm interesse na área, podendo ser adaptada conforme a necessidade dos projetos futuros. Para tanto, determinou-se que a metodologia pode auxiliar os órgãos competentes responsáveis pelo tratamento de água, auxiliando-os a encontrar um novo parâmetro de tratamento específico para os microplásticos, visto que foi confirmada a presença desses elementos na água.

Ademais, a cartilha educacional desenvolvida atende seu propósito, no que se refere a levar a informação sobre os microplásticos para estudantes do ensino fundamental, além de que a mesma pode ser externada para comunidades e indústrias, que queiram saber mais sobre a temática e ainda adotar medidas de prevenção ambiental. O tema abordado no trabalho é extremamente importante, sendo necessário que a população no geral seja conscientizada, pois a longo prazo os prejuízos decorrentes das ações humanas, podem não haver reversão.

Portanto, a técnica inovadora deve ser produzida e replicada diversas vezes, para atestar a eficiência da mesma, neste projeto foi possível garantir o sucesso do equipamento de Espectroscopia de UV/VIS, em quantificação e determinação da concentração de polímeros em águas. No entanto, espera-se que surjam mais

pesquisas a respeito do assunto, dessa forma a técnica pode ser melhorada a fim de aprimorar o estudo do projeto.

REFERÊNCIAS

- AGULAR, M., R., M., P.; NOVAES, A, C; GUARINO, A, W, S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Revista Quim. Nova**, v.25, p. 1145-1154, 2002.
- ALIMI, O. S. *et al.* Microplastics and nanoplastics in aquatic environments: aggregation, deposition, and enhanced contaminant transport. **Environmental science & technology**, v. 52, n. 4, p. 1704-1724, 2018.
- ALVARO. J. Tudo sobre densidade do plástico: **Densidade do plástico: confira conceito, aplicação, tabela de densidade e muito mais**. Plastico.com.br, 2022. Disponível em: <https://www.plastico.com.br/tudo-sobre-densidade-do-plastico/#5>. Acesso em: 28/Jan/2025.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15th ed. Washington, D.C., Joint Editorial Board, 1980.
- ANDRADE, E. M. *et al.*. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.683-690, set-dez, 2007.
- ANHAIA, T. R. S. *et al.* A paisagem do Rio Pitangui em seu curso superior, no primeiro planalto paranaense. **Ra'e Ga**, n. 24, p. 134-149, 2012.
- BARRETO, K. T; PINTO, M. L. C. Caracterização dos Indicadores Geomorfológicos na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Ponta Grossa–PR. **Geografia, Ensino & Pesquisa, Santa Maria**, v. 21, n. 2, p. 164-173, 2017.
- BERTOSSI. P. A. *et al.*. Seleção e agrupamento de indicadores de qualidade de águas utilizando estatística multivariada. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n. 5, p. 2025-2036, set-out, 2013.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ensino Fundamental. Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/ciencias-no-ensino-fundamental-anos-iniciais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades>. Acesso em: 01 de nov de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRITES, A. P. Z, *et al.* **Avaliação da qualidade da água e dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana.** Tese (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, p. 177. 2005.

BUTTON, S, T. **Metodologia para planejamento experimental e análise de resultados.** Tese (Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Mecânica. São Paulo-Campinas, p 88, 2012.

CÁCERES, C. A.; CANEVAROLO, S. V. Degradação do polipropileno durante a extrusão e a geração de compostos orgânicos voláteis. **Polímeros**, v. 19, n. 2, p. 79-84, 2009.

CANASSA, T. A., LAMONATO, A. L, RIBEIRO, A. V. Utilização da lei de Lambert-Beer para determinação da concentração de soluções. **Journal of Experimental Techniques and Instrumentation**, v. 1, n. 2, 2018.

CANEVAROLO. S. V. JR. **CIÊNCIA DOS POLÍMEROS: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros.** 2º ed, São Paulo, Artliber Editora, 2002.

COUTINHO, C. P. **Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas:** teoria e prática. 2. ed. Coimbra; Almeida, 2014.

ONO, Maristela Mitsuko (Org.). Portal Cuide dos Rios. **Bacia Hidrográfica: importância dos rios.**2025. Disponível em: <<http://www.cuidedosrios.eco.br>>. Acesso em: 03/JAN/2025.

Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, n. esp, p. 97-114, 2015.

Espectroscopia de UV VIS no controle de qualidade de medicamentos. Entenda como a espectroscopia de UV VIS é essencial para a indústria Farmacêutica e para o controle de qualidade de medicamentos. **Espectroscopia de UV VIS no controle de qualidade de medicamentos**. Rio de Janeiro RJ, 23/Jul/2024. Disponível em: <https://blog.tennessine.com.br/espectroscopia-uv-vis-no-controle-de-qualidade-de-medicamentos/>. Acesso em: 21/Jan/2025.

EVERAERT, G et al. Risks of floating microplastic in the global ocean. **Environmental Pollution**, v. 267, p. 115499, 2020.

FREITAS, C. A. M.; SANTOS, A, M; PRADO, N, M, B. Análise de dados qualitativos. **Revista Saúde em debate**. Rio de Janeiro, v. 44, n. 125, p. 580-582, abr-jun, 2020.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science advances**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017.

GIL, A, C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, D. Concepções sobre as condições de consumo de água: **contribuições para o ensino de biologia**. 2022.

GORNI, A. A. **Introdução aos plásticos**. Editor técnico. **Revista Plástico Industrial**. v. 10, n. 09, 2003.

GOULART, M., D., C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n.1, p. 156-164, 2003.

GUISASOLA, J. et al. Propuesta de Enseñanza en cursos introductorios de física en la universidad, basada en la investigación didáctica: siete años de experiencia y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 25, n. 1, p. 91-106, 2007.

G1 NOTÍCIAS. **População em Ponta Grossa (PR) é de 358.367 pessoas, aponta o Censo do IBGE.** Disponível em:

<https://g1.globo.com/pr/campos-gerais-sul/noticia/2023/06/28/populacao-em-ponta-grossa-pr-e-de-358367-pessoas-aponta-o-censo-do-ibge.ghtml>. Acesso em: 29/Dez/2024.

G1 NOTÍCIAS. **Estudo identifica presença de microplásticos em 16 praias do Paraná; veja locais pesquisados.** Disponível em:

<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2022/04/29/estudo-identifica-presenca-de-microplasticos-em-16-praias-do-parana-veja-locais-pesquisados.ghtml>. Acesso em: 17/Jan/2025.

IBGE. **Cidades e Estados.** Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/ponta-grossa.html>. Acesso em: 29/Dez/2024.

JACOBI, P et al. ODS 6–Água potável e saneamento. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**, p. 117, 2020.

MAIA, I. L. B. O acesso a água potável como direito humano fundamental no direito brasileiro. **Revista do CEPEJ**, n. 20. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/CEPEJ/article/view/27165>. Acesso em: 21/Jan/2025.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MORENO, P; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas (MG): **Bioindicadores de qualidade da água. Jaguariúna Embrapa**, p. 95-116, 2004.

MARMONTEL, C; RODRIGUES, V. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MICHAELI, W. et al. **Tecnologia dos Plásticos**. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1995. Introdução e Lição 1, p. 1 a 13.

NASCIMENTO, F., P. Classificação da pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. **Metodologia da pesquisa científica: teoria e prática- como elaborar TCC**. c.6. Brasília, 2016.

Prefeitura de Ponta Grossa. **História da cidade**. Disponível em: <https://www.pontagrossa.pr.gov.br/historia-da-cidade/>. Acesso em: 29/Dez/2024.

QUEIRÓS, A. **Preparação de adsorventes mesoporosos para a adsorção de poluentes em águas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química-Ramo Tecnologias de Proteção Ambiental. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2011.

RAMPAZZO, L. **Metodología científica**. 3. ed. São Paulo. Edições Loyola, 2002.

RAUPP, F. M; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**. São Paulo: Atlas. p.76-97, 2006.

RIBEIRO, H. Poluição, um veneno silencioso para a saúde humana. **Rev. Ciência Elem.** v. 7, n. 4, p. 69. Dez, 2019.

RICHTER, C., A. **Água: métodos e tecnologias de tratamento**. São Paulo, p. 352, 2009.

RICHTER, C., A.; NETTO, J., M., A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo, 2018.

RIJSBERMAN, F. Water scarcity: Fact or fiction. **Agricultural Water Management**, v. 80, issue 1-3, p. 5-22, 2006.

ROCHA, A., A. *et al.* Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da represa BILLING, São Paulo (BRASIL). **Revist. Saúde Públ.**, São Paulo, ed.19, v. 19, n. 4, p. 01-10, 1985.

ROCHA, O. J. A. M. **Análise de impacto ambiental da contaminação de um estuário, no Estado de São Paulo, utilizando parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos**. 2009. Tese de Doutorado. Brasil.

SANEPAR. **Guia do cliente**. Sanepar. Disponível em: https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/clientes2012/guia_cliente_web_20220418.pdf. Acesso em:10/Agos/2023.

SILVA, F., L., *et al.* Bioindicadores da qualidade da água: subsídios para um projeto de educação ambiental no jardim botânico municipal de Bauru, SP. **Revista Ciências em Extensão**, v.5, n.1, p. 94, 2009.

SOARES, G, C, L; SILVA, R, J. Tecnologias e estratégias utilizadas para controle e economia de água nos principais setores de consumo hídrico no Brasil: **uma revisão atualizada**. Pernambuco, 2023.

SODRÉ, F., F. Fontes difusas de poluição da água: características e métodos de controle. **Artigos temáticos do AQQUA**. v.1, p 9-16, Brasília, 2012.

SILVA, C. H. R. T. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil. **Boletim do legislativo**, n. 23, p. 9, 2012.

SOUZA, M., M.; GASTALDINI, M., C., C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19, n.3, p. 263-274, jul-set, 2014.

TRIOLA, M. **Introdução à estatística**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

TRIVELATO, S, L et al. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista**

UEL. **A bacia do rio Tibagi**. Disponível em:
<https://www.uel.br/projetos/tibagi/BACIA.HTM#Vegeta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 22/Dez/2024.

UNIVASF. **Há microplásticos no sal, nos alimentos, no ar e na água. Saiba como eles surgem, mude hábitos e previna-se**. 2019. Disponível em:
<https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/ha-microplasticos-no-sal-nos-alimentos-no-ar-e-na-agua-saiba-como-eles-surgem-mude-habitos-e-previna-se>. Acesso em: 28/Jan/2025.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. p. 243, v. 1.

WWAP. United Nations World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 2015: **Water for a Sustainable World**. Paris, Unesco. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231823>. Acesso em: 19/Jan/ 2025.

ZILLER S.R.; GALVÃO, F. A degradação da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Paraná por Contaminação Biológica de *Pinus elliotti* e *P. taeda* Curitiba, PR. **Revista Floresta**, v. 32, n. 1, p.41-47, 2002.

APÊNDICE A - Cartilha educacional: Água é tudo!

CARTILHA EDUCATIVA: ÁGUA É TUDO.



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Autores (a):

Lorena Chagas Duarte

Rosilene Aparecida Prestes

Esta cartilha tem por objetivo conscientizar, informar e instruir os estudantes a respeito da qualidade da água.

Ponta Grossa, 2024.



Sumário

Problemática Inicial.....	4
Introdução.....	5
Qualidade da água.....	8
Microplástico: efeitos no meio ambiente.....	9
Efeitos no meio ambiente.....	12
Dicas de cuidado com a água.....	13
Referências.....	15



4

Problemática inicial

De acordo com G1 Notícias (2022), um estudo no Estado do Paraná , revelou a presença de microplásticos em praias paranaenses, onde cerca de 63 % são plásticos fragmentados.

Destaca-se zonas de proteção ambiental.

A ingestão de microplásticos por animais marinhos podem causar efeito de cascata na fauna.

VOCÊ SABIA?

Foram identificados nos Rios Verde, Pitangui e Tibagi, a presença de microplásticos, onde foi possível sua identificação e quantificação das partículas.

Fator preocupante: **NÃO EXISTE TRATAMENTO PARA ESTAS PARTÍCULAS.**

VAMOS PENSAR! SERA QUE A POPULAÇÃO ESTÁ INGERINDO MICROPLÁSTICOS?

INTRODUÇÃO

No período colonial a população não tinha conhecimento sobre a qualidade da água. Nessa época, não se sabia sobre os riscos de saúde que corriam tomando deste líquido, que possivelmente poderia estar contaminado por diversos fatores, como microrganismos, lixo, esgoto, etc.

No Estado do Paraná a água é captada no rio, lagos e represas, em seguida, passa pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservatório e distribuição (Sanepar, 2022).

No entanto, após o tratamento, ainda podem restar poluentes, como plásticos, produtos farmacêuticos, anticoncepcionais, cafeína, hormônios, fragrâncias, produtos de beleza, , entre outros. Aos quais não foram retirados seguindo os procedimentos citados.

VOCÊ SABIA?

O Rio Tibagi que passa por Ponta Grossa , tem seu nome de origem indígena que significa água corrente devido sua extensão de 550 km.



Fonte: Google imagem, 2025

QUALIDADE DA ÁGUA

Um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência humana é a água, sendo responsável pela vida de todo um planeta (Branco,1991). A teor disso, destaca-se que a água tem propriedades fisiológicas essenciais como a hidratação, e retirada de toxicidades pelo suor e urina. Visto que a água possui diversas funcionalidades tais como, alimento, irrigação, matéria-prima, processos biológicos, auxilia na navegação, produção de energia, refrigeração, processos industriais, limpeza, transporte, entre outros, cada funcionalidade requer um rigor de pureza e qualidade da água bem variada (Branco,1991).

Devido ao crescimento urbano, foram geradas inúmeras consequências ambientais, havendo uma grande contribuição a poluição, contaminação vegetativa, destruição ecológica, contaminação dos recursos hídricos (Motta, 1981).

VOCÊ SABIA?

Em 1965 surgiu a ideia de desenvolver uma Estação de Tratamento de Água, a ideia veio de Ney Braga, ao qual construiu o primeiro reservatório em Alto do São Francisco PR.

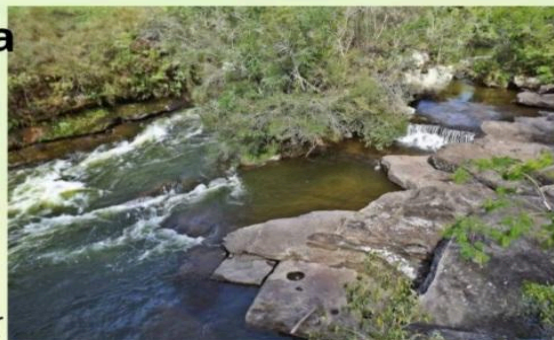
Para fixar

Abaixo esta o Rio Pitangui, ajude o naturalista a encontrar os 7 erros nas imagens.



Original

Modificada



QUALIDADE DA ÁGUA

A maior consequência da poluição dos recursos hídricos, foi a falta de planejamento urbano. Tal falta de planejamento, resultou em prejuízos ambientais como: inundações, alterações nas bacias hidrográficas, aumento de produção de sedimentos, deterioração da qualidade da água (Branco 1983).

Essas implicações causadas ao meio ambiente poderiam ser evitadas, se houvesse organização sobre as regiões metropolitanas, e adequações sobre as estruturas de dejetos da população (Araújo et al., 1999).

VOCÊ SABIA?

Os processos para tratamento de água tem por nome coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.



DICA DE ACESSO

Guia do cliente SANEPAR.

Disponível

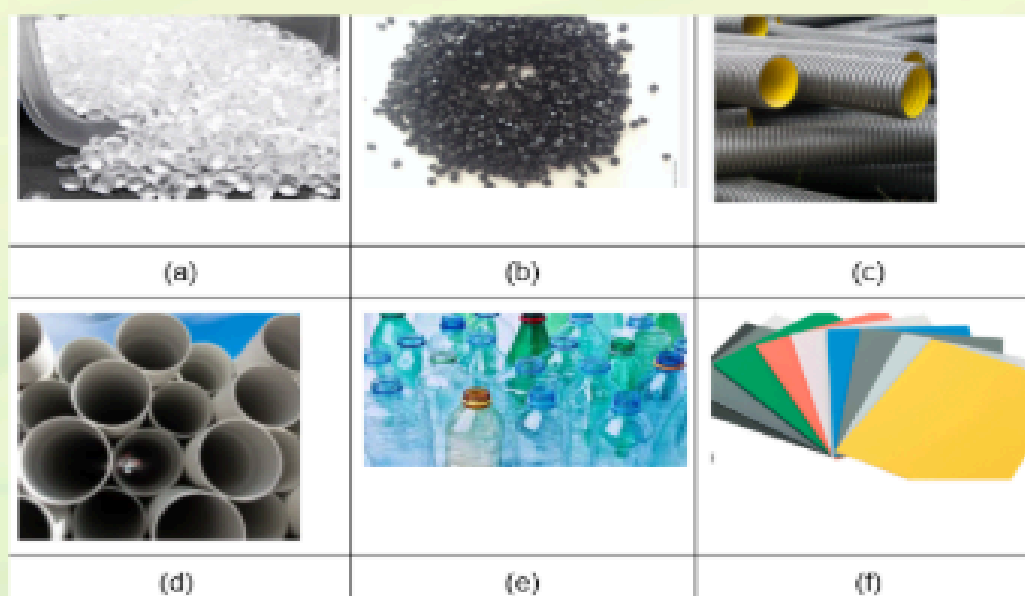
em:

https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/clientes2012/guia_cliente_web_20220418.pdf

MICROPLÁSTICOS: EFEITOS NO MEIO AMBIENTE

Os microplásticos são plásticos definidos de acordo com o seu diâmetro que variam entre 0,1 e 5 milímetros (Sobhani et al., 2020).

Os microplásticos tem origem de outros plásticos desenvolvidos como polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila (PVC), tereftalato de polietileno (PET) e poliestireno (PS) (POMPÊO et al., 2022)



Legenda :Plásticos comuns (a) Polipropileno (PP), (b) polietileno de baixa densidade (PEBD), (c) polietileno de alta densidade (PEAD), (d) policloreto de vinila (PVC), (e) tereftalato de polietileno (PET) e (f) poliestireno (PS).

Fonte: Google imagens, 2025.



Vamos praticar

Agora que você já conhece os plásticos comuns, ache 8 palavras escondidas no caça palavras.

B	F	D	M	Y	T	S	W	W	K	K	D	J	S
M	Y	N	N	W	H	K	A	U	Z	P	L	V	K
M	I	C	R	O	P	L	Á	S	T	I	C	O	Y
N	P	V	X	Z	N	E	W	D	R	T	L	M	D
D	K	P	O	L	I	E	T	I	L	E	N	O	B
K	B	H	D	P	E	T	P	H	A	C	F	Z	L
G	X	N	A	N	O	P	L	Á	S	T	I	C	O
W	D	G	R	C	L	A	L	N	V	L	C	X	D
N	X	W	O	I	B	D	M	A	J	V	W	Q	F
Z	P	M	F	E	U	E	O	A	S	L	I	B	S
H	I	P	P	V	C	D	A	O	K	T	P	O	U
B	J	Z	J	X	O	N	X	Q	F	A	I	G	C
J	B	M	E	S	O	P	L	Á	S	T	I	C	O
U	P	O	L	I	P	R	O	P	I	L	E	N	O

Refletindo sobre o tema



Você carrega algum objeto feito de plástico com você? Se sim faça uma lista, em seguida vá para próxima página!

11

Refletindo sobre o tema



Conforme sua lista, analise o quadro de objetos nocivos ao meio ambiente, cada objeto corresponde a uma pontuação, some seus pontos e verbalize com seus colegas!

Objeto	Dano ambiental	Pontos
Caneta	Material tóxico, sua degradação completa pode demorar anos.	5 (un)
Garrafa	Pode se transformar em microplástico, além de ser tóxica e muito poluente.	3 (un)
Régua	Demora a se decompor, porém pode ser reciclado.	1 (un)
Tesoura	O descarte incorreto pode prejudicar a biodiversidade.	2 (un)



EFEITOS NO MEIO AMBIENTE

O grau de intoxicação que os microplásticos (MPs) podem causar é relativo, pois ainda se tem muita dificuldade para determinações reais de sua toxicidade (Everaert et al., 2020). Outro fator que está relacionado negativamente aos microplásticos, é sua influência na dissolução do gás carbônico nos oceanos, isso porque, os oceanos desempenham um papel crucial na diminuição do dióxido de carbono na atmosfera e aquecimento global (SHEN et al., 2020).

Devido a ocorrência dessas partículas na superfície do oceano, dificulta a realização da fotossíntese e o crescimento de fitoplâncton, que usam o gás carbônico (CO_2) para realização de processos fisiológicos, estes são extremamente importantes para a sobrevivência de vida na Terra, já que cerca de 80% do oxigênio (O_2) é produzido por estes organismos (SHEN et al., 2020).



Fonte: Google imagens, 2025.

DICAS DE CUIDADO COM A ÁGUA

BÁSICO QUE FUNCIONA

- Fique atento a torneiras pingando.
- No chuveiro: quanto mais rápido o banho, maior a economia
- Arejador de água para a torneira.
- Na hora de lavar a louça: limpe os resíduos antes de abrir a torneira.
- Ao dar descarga: aperte o botão adequado .
- Nas residências com piscina: priorize a limpeza em vez de substituição da água.
- Verifique constantemente a existência de vazamentos.
- Ao regar as plantas: use o regador em vez da mangueira.
- Na pia do banheiro: abriu, usou, fechou.



DICA DE ACESSO

Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.

disponível

em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf

DICAS DE CUIDADO COM A ÁGUA

CUIDADOS COM RIOS E LAGOS

- Consumo consciente.
- Instalar rede de esgoto.
- Descarte correto de resíduos sólidos.
- Não desmatar a mata ciliar.
- Ocupação do solo adequada.



DICA DE ACESSO

Cuide dos rios.

disponível

em:

<https://www.cuidadosrios.eco.br/com-o-cuidar/>





REFERÊNCIA

BUTTON, S, T. Metodologia para planejamento experimental e análise de resultados. Programa (Pós-Graduação em Engenharia Mecânica), Campinas, 2012.

BRITES, A, P, Z. **Avaliação da qualidade da água é dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

AGULAR, M, R, M, P; NOVAES, A, C; GUARINO, A, W, S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. Revista Quim. Nova, v.25, p. 1145-1154, 2002.

SANEPAR. **Guia do cliente.** Sanepar. Disponível em: https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/clientes2012/guia_cliente_web_2020418.pdf. Acesso em: 10 de Ago de 2023.

Cuide dos rios. Disponível em: <https://www.cuidadosrios.eco.br/exemplos-de-acoes/>. Acesso em: 03/JAN/2025.





REFERÊNCIA

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.



