

OCORRÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS NAS ÁGUAS DO RIO ATIBAIA: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ÁREAS URBANAS E RURAIS

Palavras-Chave: Microplásticos, Rio Atibaia, Ocorrência

Autores:

Milena Mayumi Horie Sassahara; Luiz Felipe Lobo de Oliveira; Cristiane Vidal, IQ – UNICAMP

Prof^a. Dr^a. Cassiana Carolina Montagner (orientadora), IQ – UNICAMP

Universidade Estadual de Campinas

INTRODUÇÃO:

A poluição causada por plásticos tem se consolidado como uma das maiores preocupações ambientais atuais, principalmente devido aos seus amplos impactos negativos sobre os ecossistemas. Esse problema está diretamente relacionado à produção em massa de plásticos e à sua gestão inadequada^[1].

Esses resíduos podem ser classificados conforme o tamanho das partículas: macroplásticos (≥ 25 mm), mesoplásticos (5 a < 25 mm), microplásticos (0,001 a < 5 mm) e nanoplásticos ($< 1 \mu\text{m}$)^[2]. Em especial, os microplásticos vêm sendo amplamente estudados por sua ubiquidade em diversas matrizes ambientais, como águas continentais e oceânicas, solos, sedimentos, ar atmosférico e até mesmo locais remotos^[3].

Além de sua presença difundida, os microplásticos representam riscos ambientais adicionais. Eles podem atuar como vetores de outros poluentes, como agrotóxicos, por meio de processos de sorção, e liberar aditivos químicos presentes em sua composição, como plastificantes, estabilizantes e retardantes de chama, muitos dos quais possuem propriedades tóxicas, inclusive com potencial de desregulação endócrina em organismos vivos^[4]. A ingestão acidental dessas partículas por organismos aquáticos pode resultar em diversos efeitos adversos, como danos gastrointestinais, bioacumulação, processos inflamatórios e impactos no sistema reprodutivo, com implicações tanto individuais quanto populacionais^[5].

A urbanização desordenada desempenha papel central na intensificação da contaminação hídrica. Em áreas urbanas, a falta de infraestrutura adequada de saneamento e a má gestão de resíduos favorecem o descarte direto de esgoto e lixo nos cursos d'água, contribuindo significativamente para o aumento da carga de microplásticos^[6]. No entanto, áreas rurais também podem ser afetadas por processos de transporte e dispersão desses contaminantes^[7].

Um exemplo emblemático dessa realidade é o rio Atibaia, cuja bacia abrange municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais, incluindo regiões densamente urbanizadas e outras com características rurais ainda relativamente preservadas. Na região metropolitana de Campinas, sete dos dezenove municípios utilizam o rio para captação de água e/ou despejo de esgoto doméstico^[8].

Diante desse contexto, torna-se evidente a importância de aprofundar os estudos sobre a presença e dispersão de microplásticos em diferentes trechos de corpos hídricos, a fim de compreender melhor seus impactos ambientais e subsidiar estratégias de monitoramento e mitigação.

METODOLOGIA:

Foram realizadas três amostragens em diferentes datas: 24 de outubro de 2024 (início do período chuvoso), 12 de fevereiro (fim do período chuvoso) e 28 de maio de 2025 (início da seca). Os pontos de coleta foram os apresentados na Figura 1, com suas descrições na Tabela 1.

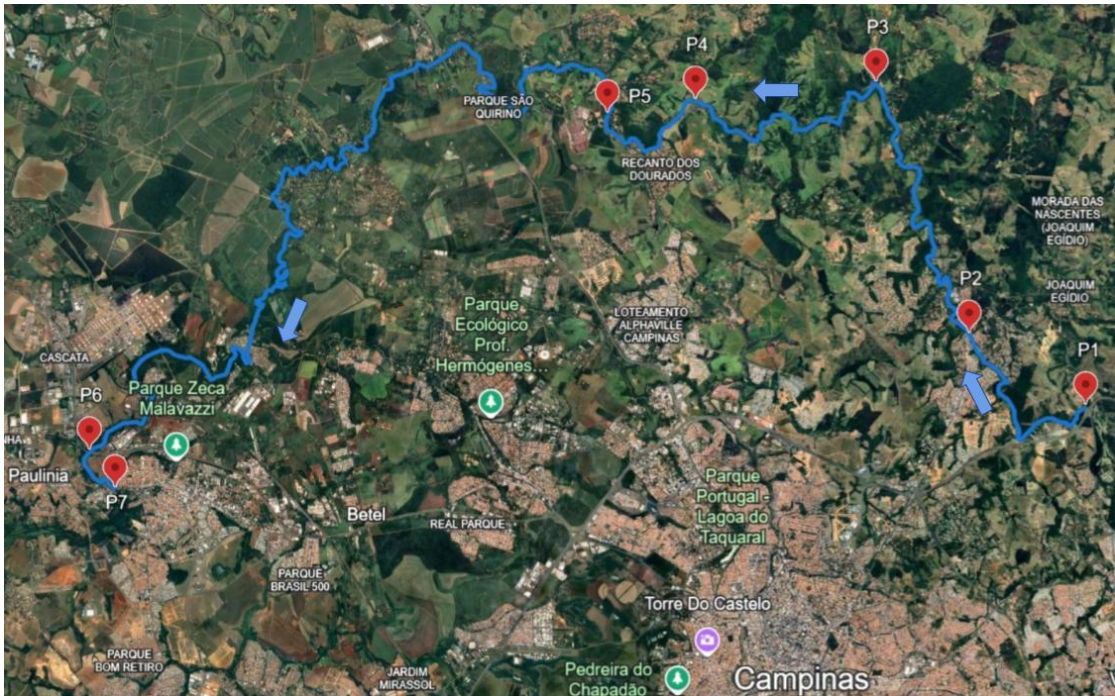


Figura 1: Mapa com pontos amostrais

Tabela 1: Descrição dos pontos amostrais

Ponto	Descrição	Cidade	Coordenadas
P1	Baixa urbanização e alto fluxo de veículos	Campinas (Distrito de Joaquim Egídio)	22°54'40.1"S 46°57'22.0"W
P2	Altamente urbanizado	Campinas (Distrito de Sousas)	22°52'41.7"S 46°57'56.5"W
P3	Rural com pouco fluxo de veículos	Campinas (Distrito de Sousas)	22°49'03.5"S 46°56'14.9"W
P4	Rural com pouco fluxo de veículos	Campinas	22°47'21.5"S 46°58'33.4"W
P5	Baixa urbanização e alto fluxo de veículos	Campinas	22°46'34.7"S 46°59'44.7"W
P6	Urbanização moderada e alto fluxo de veículos	Paulínia	22°44'44.3"S 47°09'36.0"W
P7	Altamente urbanizado	Paulínia	22°45'24.5"S 47°09'42.2"W

As amostras foram coletadas utilizando uma rede de fitoplâncton da marca Limnotec, com 30 cm de diâmetro e 70 cm de comprimento. A rede foi submersa por três minutos, acompanhada por um fluxômetro para controle do volume de água filtrado.

O material retido na rede foi transferido para um copo coletor com malha de 63 µm, que foi coberto com papel alumínio. No laboratório, o conteúdo do copo foi submetido a filtração em membrana de PVDF hidrofílico com porosidade de 0,45 µm.

Para a etapa de remoção da matéria orgânica, foi realizada a adição de 50 mL de uma solução de Fe (II) (0,05 mol L⁻¹) em meio ácido (H₂SO₄ 0,1 mol L⁻¹) e 50 mL de H₂O₂ (30%) à amostra. A reação foi mantida sob agitação branda por 2 horas, em temperatura controlada entre 40 e 50 °C. Devido à

natureza altamente exotérmica da reação, o sistema foi resfriado com banho de gelo para controlar a temperatura e preservar a integridade das partículas plásticas. Em seguida, o material processado foi mantido em repouso por 24 horas para completar a digestão.

Em seguida, a amostra foi filtrada utilizando uma membrana de PVDF, lavada com solução de iodeto de sódio ($1,6 \text{ g mL}^{-1}$) e transferida para um dispositivo de separação por densidade, onde permaneceu em repouso por 24 horas. Após esse período, a fração sedimentada foi descartada, enquanto a solução sobrenadante foi filtrada e os resíduos coletados foram armazenados em placas de Petri para secagem e posterior caracterização dos microplásticos.

Para o controle de qualidade das análises, o processamento de todas as amostras foi realizado sob capela de fluxo laminar, com todos os equipamentos e vidrarias lavados previamente com água ultrapura para remover possíveis contaminações externas. Além disso, foram realizados controles de branco do processo e de branco do ar e todos os reagentes empregados foram filtrados três vezes por meio de membrana de fibra de vidro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à primeira campanha de coleta realizada no rio Atibaia. As análises referentes às demais campanhas ainda estão em fase de processamento e validação. A presença de microplásticos foi constatada em todos os pontos de amostragem ao longo do rio Atibaia, evidenciando a ampla dispersão desses contaminantes na bacia hidrográfica. Foram identificadas partículas maiores (mesoplásticos) nos pontos P1, P2, P3 e P4, as quais foram analisadas por imagem hiperespectral no infravermelho próximo (HSI-NIR), conforme descrito por Vidal e Pasquini (2021)^[9]. Paralelamente, foi realizado um levantamento de partículas suspeitas com o uso de estereomicroscópio (Tabela 2).

Tabela 2: Quantidade de partículas plásticas em cada ponto amostral

Ponto	Microplásticos maiores	Partículas suspeitas/m ³ de água
P1	39	0,37
P2	24	0,48
P3	7	0,36
P4	4	0,12
P5	-	0,14
P6	-	0,23
P7	-	0,25

No ponto P1, localizado em área de alta circulação de automóveis, foi registrada a maior quantidade de partículas maiores, totalizando 39 unidades. A análise espectroscópica identificou predominância de polipropileno (PP), seguido de polietileno (PE) e uma partícula de poliestireno (PS), além de frações não classificadas (“no class”) pelo modelo espectral utilizado. Este mesmo ponto apresentou densidade de 0,37 partículas suspeitas/m³ de água pelo levantamento estereomicroscópico, valor relativamente elevado, confirmando uma significativa contaminação.

O ponto P2, situado em região densamente urbanizada, apresentou 24 partículas maiores identificadas, com composição semelhante à do ponto anterior (PP, PE e PS), além de 0,48 partículas/m³ de água, o maior valor observado por estereomicroscopia. Esse dado reforça o entendimento de que áreas urbanas contribuem diretamente para a entrada de microplásticos nos corpos hídricos.

Embora os pontos P3 e P4 estejam localizados em regiões menos urbanizadas, ambos apresentaram presença de mesoplásticos (7 e 4, respectivamente), além de concentrações de 0,36 e 0,12 partículas/m³ de água. Isso sugere que a poluição plástica também atinge áreas rurais, possivelmente por processos de transporte hidrológico e dispersão atmosférica^{3,7]}.

Nos pontos P5, P6 e P7, não foi possível realizar a separação manual de partículas plásticas maiores, no entanto, a estereomicroscopia revelou a presença de partículas suspeitas em concentrações de 0,14 a 0,25 partículas/m³. No caso do ponto P7, mesmo estando em uma área urbana, não foram detectadas partículas visíveis, o que pode ser explicado por mecanismos de retenção e deposição. Segundo Eibes e Gabel (2022)^[10], sistemas urbanos com infraestrutura hidráulica mais complexa, como barragens e canais de drenagem, podem atuar como sumidouros de microplásticos, promovendo sua deposição no leito fluvial.

De maneira geral, os dados obtidos evidenciam que a presença de microplásticos na bacia do rio Atibaia é significativa e multifatorial, não se restringindo apenas às zonas urbanas. A variabilidade entre os pontos indica que fatores como a intensidade de urbanização, presença de infraestruturas hidráulicas e mecanismos de dispersão naturais influenciam diretamente na distribuição e concentração dessas partículas.

CONCLUSÕES:

Os resultados da primeira campanha indicam que a presença de microplásticos na bacia do rio Atibaia é generalizada, afetando tanto áreas urbanas quanto rurais, embora com variações nas concentrações e características das partículas. A maior incidência foi observada nos pontos localizados em regiões urbanizadas, sugerindo forte influência das atividades humanas. No entanto, a detecção de partículas também em áreas menos urbanizadas evidencia a complexidade dos mecanismos de dispersão desses poluentes.

Por fim, os dados deste estudo também indicam a necessidade de expansão das análises para outras matrizes, como sedimentos e organismos aquáticos. Essas medidas são fundamentais para uma compreensão mais ampla da circulação dos microplásticos no ambiente e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de mitigação.

BIBLIOGRAFIA

- [1] GEYER, Roland; JAMBECK, Jenna R.; LAW, Kara Lavender. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science advances**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017.
- [2] DE-LA-TORRE, Gabriel Enrique et al. Assessing the current state of plastic pollution research in Antarctica: Knowledge gaps and recommendations. **Chemosphere**, p. 141870, 2024.
- [3] MONTAGNER, Cassiana C. et al. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química nova**, v. 44, p. 1328-1352, 2021.
- [4] ZHANG, Chunfang et al. Microplastics in offshore sediment in the Yellow Sea and east China Sea, China. **Environmental Pollution**, v. 244, p. 827-833, 2019.
- [5] YIN, Lingshi et al. Comparison of the abundance of microplastics between rural and urban areas: a case study from East Dongting Lake. **Chemosphere**, v. 244, p. 125486, 2020.
- [6] CAVALCANTI, Helene Ferreira. Consequências da urbanização desordenada em área de nascente. **Revista Didática Sistêmica**, v. 15, n. 1, p. 56-68, 2013.

- [7] DA CUNHA FURTADO, Igor et al. Estudo de influência de modelos difusivo e advectivo para a dispersão de poluentes no Rio Paraibuna. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 262-275, 2021.
- [8] DEMANBORO, Antonio Carlos; LAURENTIS, Guilherme Lucas; BETTINE, Sueli do Carmo. Cenários ambientais na bacia do rio Atibaia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, p. 27-37, 2013.
- [9] VIDAL, Cristiane; PASQUINI, Celio. A comprehensive and fast microplastics identification based on near-infrared hyperspectral imaging (HSI-NIR) and chemometrics. **Environmental pollution**, v. 285, p. 117251, 2021.
- [10] EIBES, Pia M.; GABEL, Friederike. Floating microplastic debris in a rural river in Germany: Distribution, types and potential sources and sinks. **Science of The Total Environment**, v. 816, p. 151641, 2022.