

INFLUÊNCIA SOCIOECONÔMICA E ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA DA DISTRIBUIÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS DE DRENAGEM URBANA

Alexandre Dias Martins; Rodrigo Moruzzi

RESUMO – Este estudo investigou a ocorrência de microplásticos (MPs) em sedimentos de escoamento superficial urbano em Bauru-SP, com foco na análise estatística de variância (ANOVA) e correlações socioeconômicas. Foram analisadas cinco áreas com distintos padrões de ocupação e renda. Os resultados da ANOVA indicaram que todos os fatores principais e suas interações são altamente significativos ($p < 0,001$). A análise espacial demonstrou que a abundância de microplásticos é influenciada pela configuração do uso do solo e presença de barreiras permeáveis, com áreas de alto padrão apresentando menor carga poluidora.

Palavras-Chave – Microplásticos, ANOVA, Drenagem Urbana.

ABSTRACT– This study investigated the occurrence of microplastics (MPs) in urban surface runoff sediments in Bauru-SP, focusing on statistical analysis of variance (ANOVA) and socio-economic correlations. Five areas with distinct occupation patterns and income levels were analysed. Results from the Analysis of Variance (ANOVA) indicated that all primary factors and their interactions are highly significant ($p < 0.001$). Spatial analysis demonstrated that microplastic abundance is influenced by land-use configuration and the presence of permeable barriers, with high-income areas presenting a lower pollutant load.

Keywords: Emerging pollutants, ANOVA, Urban drainage.

1. INTRODUÇÃO

A poluição por microplásticos (MPs), partículas poliméricas com dimensões inferiores a 5 mm, consolidou-se como uma das maiores preocupações ambientais contemporâneas devido à sua onipresença em ecossistemas aquáticos e terrestres e ao seu potencial de bioacumulação. No contexto do metabolismo urbano, as superfícies impermeabilizadas das cidades atuam como grandes receptores de detritos atmosféricos, resíduos de desgaste de pneus (TWP) e fragmentos de embalagens, que são mobilizados pelo escoamento superficial direto durante eventos de precipitação. Estes poluentes são transportados para os sistemas de microdrenagem, onde os sedimentos retidos nas sarjetas e bocas de lobo tornam-se depósitos temporários de alta concentração de contaminantes emergentes.

Apesar da crescente literatura sobre a presença de MPs em oceanos e rios, ainda há uma lacuna no entendimento de como a configuração do uso e ocupação do solo e o perfil socioeconômico das bacias hidrográficas urbanas influenciam a carga e a tipologia dessas partículas nos sedimentos de drenagem. A questão central desta pesquisa reside em determinar se as variações na densidade populacional, nos padrões de renda e na infraestrutura de pavimentação em uma cidade de médio porte, como Bauru-SP, resultam em assinaturas distintas de poluição por microplásticos.

A relevância deste estudo fundamenta-se na necessidade de subsidiar políticas públicas de manejo de águas pluviais e gestão de resíduos sólidos. A identificação de áreas críticas de emissão permite a implementação de dispositivos de retenção mais eficazes, como bacias de biorretenção ou sistemas

de filtração em áreas de alto impacto. Além disso, a análise estatística avançada dos dados de campo contribui para o estado da arte ao isolar variáveis como tipo, cor e tamanho, permitindo modelos preditivos mais robustos sobre o comportamento desses poluentes no ambiente construído.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a ocorrência e a distribuição quali-quantitativa de microplásticos em sedimentos de escoamento superficial em diferentes zonas de uso do solo no município de Bauru-SP. Especificamente, busca-se:

1. Caracterizar morfologicamente as partículas retidas (fibras, fragmentos, filmes, grânulos e TWP);
2. Aplicar a Análise de Variância (ANOVA) para verificar a significância dos fatores área, cor e tamanho na abundância de MPs;
3. Correlacionar a densidade de partículas com indicadores socioeconômicos e de impermeabilização das bacias estudadas.

Estudos anteriores indicam que o sistema de drenagem urbana pode ser responsável por uma parcela significativa do aporte de plásticos para os corpos hídricos receptores. Pesquisas em regiões tropicais têm destacado que a intensidade das chuvas e a precariedade na limpeza urbana potencializam o transporte de sedimentos contaminados. Este trabalho avança ao integrar a análise estatística de variância aos critérios de planejamento urbano, seguindo recomendações de autores como Xue et al. (2023) e Moruzzi et al. (2025).

Este artigo está organizado em cinco seções: após esta introdução, a seção 2 detalha os procedimentos de amostragem e análise laboratorial (separação por densidade e estereoscopia); a seção 3 apresenta os mapas das áreas de estudo e a análise espacial; a seção 4 discute os resultados estatísticos da ANOVA e as correlações socioeconômicas; e, por fim, a seção 5 apresenta as conclusões e recomendações para a gestão urbana.

2. METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL

2.1 Planejamento, Delineamento e Áreas de Estudo

O delineamento experimental (DoE) foi estruturado para quantificar e caracterizar microplásticos (MPs) em sedimentos de áreas urbanas com distintos perfis socioeconômicos e de ocupação. O objetivo central consistiu em validar a influência da infraestrutura urbana e da renda per capita na densidade e tipologia dos poluentes.

A distribuição dos MPs foi correlacionada com as características físicas e sociais de cinco bacias hidrográficas distintas no município de Bauru-SP (Figura 1), sendo elas:

- **Área 1 (Habitação de Interesse Social):** Caracterizada por alta densidade populacional e escassa arborização.
- **Área 2 (Industrial):** Apresentou grandes extensões de áreas pavimentadas com presença de vegetação remanescente.
- **Área 3 (Ocupação Tradicional):** Definida pelo uso misto (residencial e comercial) consolidado.
- **Área 4 (Alto Padrão):** Caracterizada por baixa densidade demográfica, elevado nível de renda e presença de jardins extensos.

- **Área 5 (Centro comercial):** Centro comercial e de serviços com fluxo intenso de pessoas, bem como tráfego de veículos particulares e transporte público.

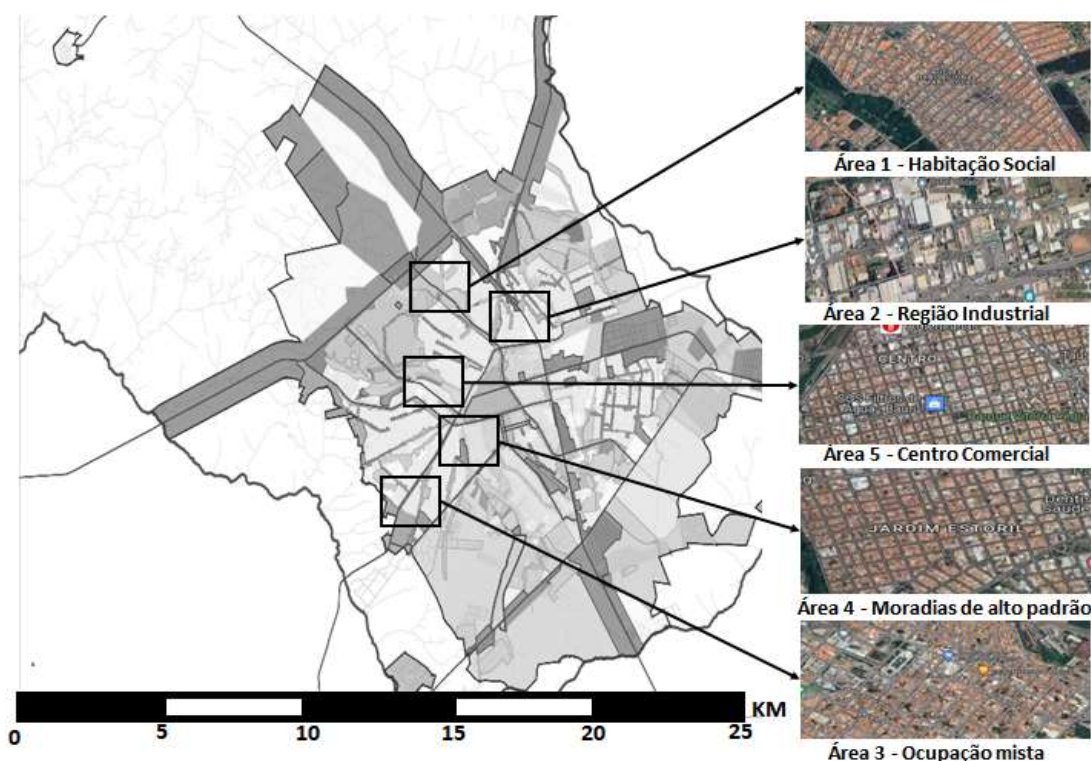


Figura 1 Distribuição das áreas no mapa de Bauru-SP. Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de Bauru (2024)

As variáveis independentes do modelo foram a Área, Cor (11 níveis), Tamanho (4 níveis: <0,15 mm; 0,15–0,5 mm; 0,5–1 mm; 1–5 mm) e Tipo de MP (fragmento, fibra, filme, grânulos e TWP). A variável dependente foi a abundância absoluta de partículas por amostra de 30g de sedimento seco.

2.2 Materiais e Procedimento Laboratorial

As amostras foram submetidas a um rigoroso protocolo de extração para garantir a integridade dos polímeros, conforme detalhado na sequência operativa abaixo descrita, seguindo os fluxos de separação e caracterização apresentados nas Figuras 2 e 3.

1. **Preparação e Secagem:** As amostras, previamente secas à temperatura ambiente, foram inicialmente submetidas a um processo de desagregação dos torrões e homogeneização com espátula de porcelana. Devido à possibilidade de separação visual do material orgânico presente nas amostras, não foi necessária a aplicação de etapas de digestão química. Alíquotas de 30 g foram então processadas em béqueres de borossilicato, visando evitar contaminações plásticas.
2. **Separação por Densidade:** Utilizou-se uma solução de cloreto de zinco (ZnCl_2 , marca Êxodo Científica) com densidade de 1,6 g/cm³. A separação foi realizada por meio da mistura rigorosa do sedimento com a solução salina, utilizando bastão de vidro para promover a homogeneização. Após a mistura, a amostra permaneceu em repouso por um período inicial de 16 horas. Posteriormente, a sedimentação dos sólidos ocorreu em duas etapas adicionais, com durações de 36 horas e 24 horas, respectivamente. As amostras permaneceram na solução

salina em cone de Imhoff para a sedimentação da fração sólida, enquanto os microplásticos, devido à sua menor densidade, permaneceram na fase sobrenadante.

3. **Filtração e Digestão:** A etapa subsequente envolveu a filtração a vácuo da camada superficial sobrenadante por meio de membranas de nitrato de celulose, com porosidade de $0,45\ \mu\text{m}$, visando a retenção dos microplásticos ($> 0,45\ \mu\text{m}$). As membranas filtrantes contendo os microplásticos foram acondicionadas em placas de Petri de vidro, devidamente tampadas, para posterior análise.

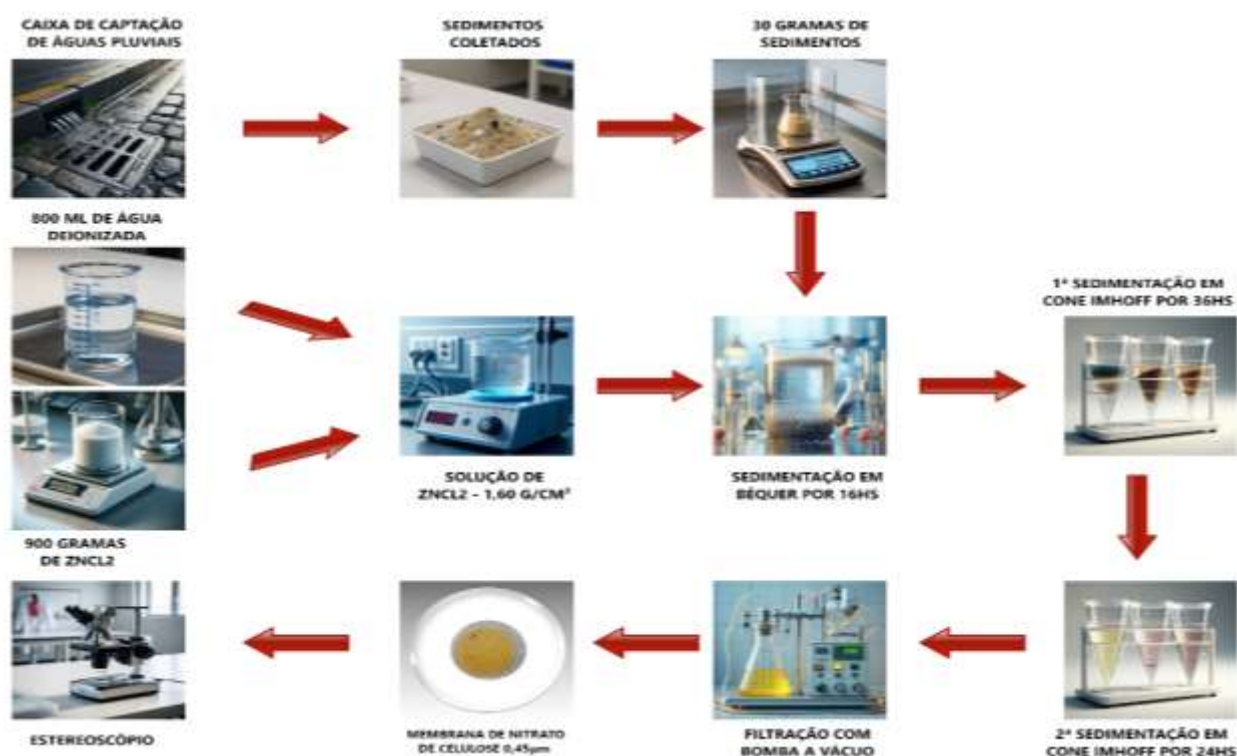


Figura 2: Fluxo para separação dos microplásticos em laboratório. Fonte: Martins (2025)

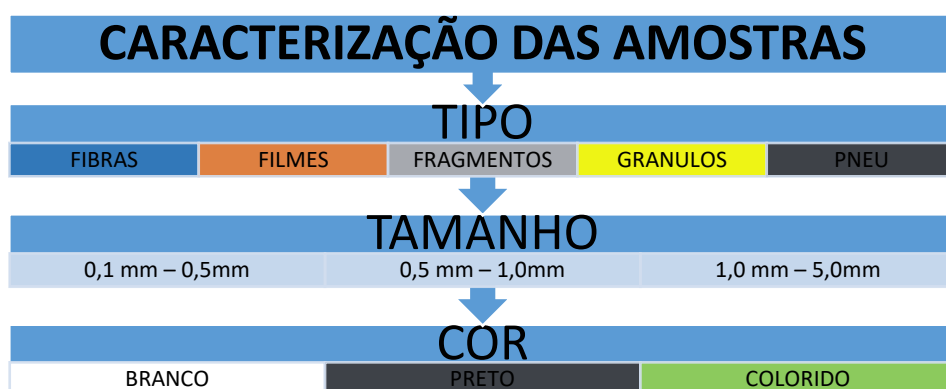


Figura 3: Fluxo de separação de microplásticos em estereoscópio

2.3 Triagem Microscópica e Classificação

A análise quantitativa e qualitativa foi realizada em uma Lupa Estereoscópica (Marca DIGILAB DI-152T), e câmera integrada (HDMI full HD 4k de 48 megapixels). As fibras foram identificadas como estruturas alongadas e flexíveis, enquanto os fragmentos apresentavam morfologia irregular e bordas angulosas.

A quantificação final foi convertida para partículas por quilograma (unid./kg). Para garantir a repetibilidade e a reprodutibilidade, realizaram-se triplicatas para cada ponto de amostragem.

O plano amostral totalizou 45 amostras, correspondendo a 3 pontos de coleta distintos por área, processados em triplicata laboratorial. Para as categorias analíticas da ANOVA, o delineamento envolveu a contagem de partículas distribuídas em 5 Áreas, 5 Tipos (fragmento, fibra, filme, grânulo e TWP), 4 faixas de Tamanho e 11 níveis de Cor, resultando em 450 graus de liberdade nos resíduos do modelo estatístico.

2.4 Análise e Tratamento de Dados

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) Multivariada no software *RStudio*, testando efeitos principais e interações de até quarta ordem (Área, Tipo, Tamanho e Cor). Antes da execução da ANOVA, a normalidade dos resíduos foi verificada e validada pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$ após transformação logarítmica ou Box-Cox dos dados de contagem) e a homogeneidade das variâncias entre os grupos foi confirmada pelo teste de Levene ($p > 0,05$), garantindo o atendimento estrito aos pressupostos paramétricos do teste F. A significância estatística foi avaliada pelo valor de F, com nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). Adicionalmente, aplicou-se a Correlação de Pearson para avaliar a interface entre a densidade de partículas e variáveis como área impermeável e número de veículos.

2.5 Segurança e Controle de Contaminação

Para mitigar a contaminação atmosférica, todas as etapas laboratoriais foram conduzidas em ambiente controlado, com o uso de jalecos de algodão e recipientes de vidro. A validação do método foi confirmada por ensaios de recuperação (*spiking tests*), que demonstraram eficiência superior a 90% para a recuperação de polímeros leves.

2.6 Caracterização Granulométrica:

A caracterização física dos sedimentos foi realizada por meio de ensaios de granulometria por peneiramento seco, seguindo as diretrizes da NBR 7181. Foram utilizadas peneiras com aberturas variando de 2,0 mm a 0,075 mm para determinar a distribuição das frações de areia (grossa, média e fina) e finos (silte e argila) em cada uma das cinco áreas de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Granulométrica e Matriz Sedimentar

A análise física dos sedimentos revelou variações granulométricas distintas entre as bacias, fator determinante para a retenção de MPs. As curvas granulométricas indicaram que as áreas com maior urbanização apresentam predominância de areia média a fina, conforme Tabela 1 e Figura 4.

A Área 1 (Interesse Social) e a Área 5 (Comercial) apresentaram as maiores frações de sedimentos finos (silte e argila), com percentuais superiores a 15% da massa total. Por outro lado, a Área 4 (Alto Padrão) exibiu uma matriz sedimentar mais grosseira, composta majoritariamente por areia média e pedregulhos, refletindo a menor degradação do pavimento e maior presença de áreas permeáveis.

Tabela 1: Massa média retida nas peneiras das áreas de interesse. Os valores representam a média das triplicatas amostrais seguidas pelo respectivo desvio padrão (Média $\pm$ DP) obtidos experimentalmente.

Abertura da Peneira (mm)	Área 1 (g)	Área 2 (g)	Área 3 (g)	Área 4 (g)	Área 5 (g)
4,75	23,3 $\pm$ 1,9	21,3 $\pm$ 1,6	13,6 $\pm$ 1,1	15,6 $\pm$ 1,2	14,1 $\pm$ 1,0
2,36	53,9 $\pm$ 4,2	24,1 $\pm$ 2,0	25,2 $\pm$ 2,1	31,7 $\pm$ 2,5	47,3 $\pm$ 3,9
1,18	44,0 $\pm$ 3,6	25,9 $\pm$ 2,1	22,4 $\pm$ 1,8	38,4 $\pm$ 3,1	50,0 $\pm$ 4,2
0,60	33,7 $\pm$ 2,8	29,4 $\pm$ 2,3	29,8 $\pm$ 2,5	39,0 $\pm$ 3,0	41,2 $\pm$ 3,3
0,30	176,8 $\pm$ 12,5	202,4 $\pm$ 15,1	141,4 $\pm$ 11,3	131,0 $\pm$ 9,8	122,6 $\pm$ 9,5
0,15	142,9 $\pm$ 11,1	163,6 $\pm$ 12,9	218,2 $\pm$ 16,5	194,4 $\pm$ 14,2	184,2 $\pm$ 13,9
0,075	20,8 $\pm$ 1,5	25,7 $\pm$ 1,8	38,5 $\pm$ 2,9	38,7 $\pm$ 2,7	32,3 $\pm$ 2,4
Fundo	3,4 $\pm$ 0,3	6,4 $\pm$ 0,5	9,3 $\pm$ 0,8	9,7 $\pm$ 0,6	7,4 $\pm$ 0,4
Total Amostrado	498,7	498,7	498,4	498,5	499,2

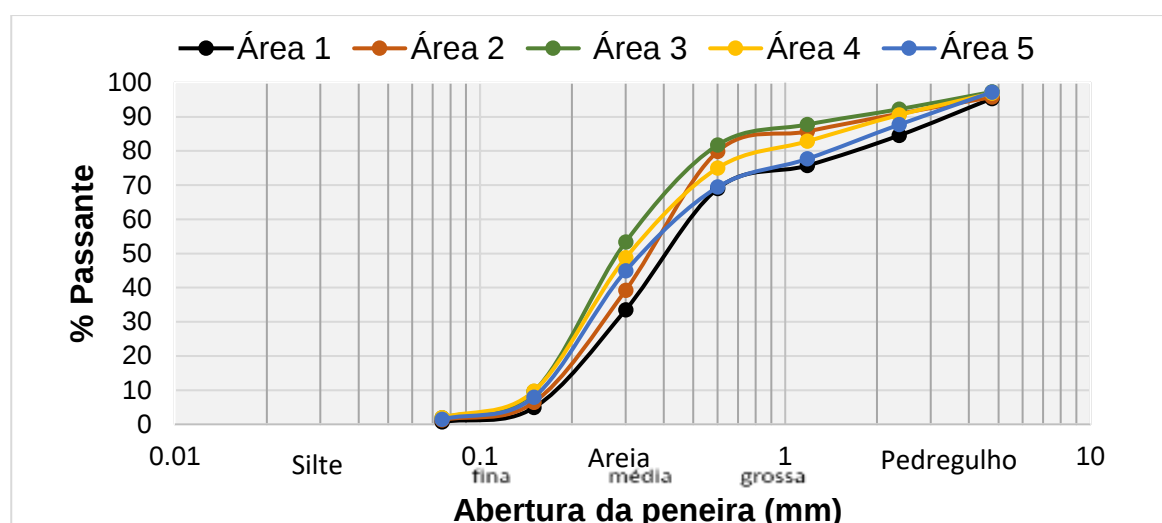


Figura 4: Curva granulométrica média das 5 áreas de interesse

A predominância de frações finas nas Áreas 1 e 5 favorece o "aprisionamento" mecânico de microfibras e pequenos fragmentos ($< 0,5$ mm). Conforme observado por Martins (2025), o sedimento fino atua como um suporte físico para o microplástico; devido à baixa densidade dos polímeros, estes tendem a se depositar junto a partículas minerais de granulometria similar em zonas de baixa energia hidráulica nas sarjetas.

3.2 Análise de Variância (ANOVA) Multivariada

Para validar a heterogeneidade da poluição, aplicou-se o modelo ANOVA com interação tripla e quádrupla entre os fatores: Área (A), Tipo (T), Tamanho (S) e Cor (C). Todos os fatores principais e suas interações foram estatisticamente significativos ($p < 0,001$). O valor de F para a interação "Tipo:Tamanho" ($F = 185,65$) demonstrou que a morfologia da partícula está intrinsecamente ligada à sua dimensão (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da ANOVA com interação para os microplásticos amostrados. Fonte: Martins (2025)

Efeito	gl	SQ	SQM	F	p-valor
tipo	4	3.167.266,510	791.816,63	186,06	< 0,001
tamanho	2	1.580.224,554	790.112,28	185,65	< 0,001
cor	2	1.529.624,216	764.812,11	179,71	< 0,001
area	4	560.272,199	140.068,05	32,91	< 0,001
tipo:tamanho	8	1.843.353,890	230.419,24	54,14	< 0,001
tipo:cor	8	11.122.827,250	1.390.353,41	326,70	< 0,001
tamanho:cor	4	679.194,317	169.798,58	39,90	< 0,001
tipo:area	16	326.415,787	20.400,99	4,79	< 0,001
tamanho:area	8	221.213,757	27.651,72	6,50	< 0,001
cor:area	8	81.713,873	10.214,23	2,40	< 0,001
tipo:tamanho:cor	16	5.589.512,483	349.344,53	82,09	< 0,001
tipo:tamanho:area	32	405.022,613	12.656,96	2,97	< 0,001
tipo:cor:area	32	785.809,920	24.556,56	5,77	< 0,001
tamanho:cor:area	16	69.313,372	4.332,09	1,02	0,4359
tipo:tamanho:cor:area	64	651.079,013	10.173,11	2,39	< 0,001
Residuals	450	1.915.114,667	4.255,81		

Os elevados valores de F indicam que a poluição por MPs não é uniforme no ambiente urbano de Bauru. A significância da interação entre Área e Tipo confirma que a fonte de emissão é dependente do uso do solo: enquanto a Área 1 é dominada por fibras (origem têxtil), a Área 2 (Industrial) e a Área 5 apresentam maior incidência de TWP (desgaste de pneus) e fragmentos rígidos. A estatística permite afirmar que o tipo de ocupação define a "assinatura" poluidora da bacia.

3.3 Correlações Socioeconômicas e Populacionais

A análise cruzada entre os dados de campo e os indicadores censitários revelou comportamentos não lineares na distribuição dos poluentes. Houve uma redução de 42% na abundância de fibras na Área 4 (Alto Padrão) em relação às demais áreas residenciais. A correlação entre a população absoluta e a contagem total de MPs não apresentou linearidade direta (R^2 reduzido), conforme demonstrado na Figura 5.

Cumprir destacar o caráter estritamente exploratório dessas análises de correlação socioeconômica. Os coeficientes de Pearson obtidos explicitam tendências de covariância linear entre as variáveis demográficas e a densidade de poluentes, mas não estabelecem relações funcionais definitivas de causa e efeito, servindo primariamente como indicadores preliminares para o direcionamento de modelos preditivos futuros.

A interpretação desses dados sugere que a densidade demográfica isolada não é o principal preditor da poluição. A menor incidência observada na Área 4 sugere uma associação com as características da infraestrutura local, visto que estatisticamente, os dados indicam que a presença de jardins extensos e quintais gramados pode atuar como um fator de atenuação ou barreira parcial de retenção, hipótese que se alinha à mitigação do transporte de partículas em superfícies menos impermeabilizadas. Em

contrapartida, na Área 1, a alta impermeabilização e o adensamento habitacional facilitam o transporte direto dos MP para a via pública.

3.4 Partículas de Desgaste de Pneus (TWP) e Uso do Solo

A Área 5 (Comercial/Alta Circulação) apresentou a maior densidade de TWP por metro quadrado de pavimento (2,15 unid./kg.m²).

O resultado corrobora a tese de que o fluxo de veículos e o tipo de pavimento são variáveis críticas. A presença de TWP correlaciona-se com áreas de maior frenagem e aceleração (zonas comerciais), onde o desgaste abrasivo é intensificado. Este comportamento concorda com as observações de Xue et al. (2023) e Moruzzi et al. (2025), que apontam o tráfego rodoviário como fonte primária de polímeros negros em áreas centrais.

A integração da granulometria com a estatística multivariada demonstra que a gestão de microplásticos requer intervenções diferenciadas por bacia. Em áreas de interesse social, o foco deve ser o controle de fibras (via limpeza urbana e educação ambiental); em áreas comerciais e industriais, são necessários dispositivos de retenção de sedimentos finos e TWP para evitar a contaminação dos corpos hídricos receptores através da rede de microdrenagem.

Para validar se as diferenças observadas eram estatisticamente relevantes, aplicou-se o modelo ANOVA com interação. O "F-value" (Razão F) é o indicador da magnitude do efeito de cada variável. Os resultados da Tabela 2 mostram valores de F extremamente elevados para os fatores principais: Tipo (F=186,06), Tamanho (F=185,65) e Cor (F=179,71), todos com $p < 0,001$. Isso demonstra que a poluição não é uniforme, ou seja, existe uma preferência física e ambiental para a deposição de certos tipos de MPs em detrimento de outros.

A interação entre "Área e Tipo" também se mostrou significativa. Isso indica que a fonte de poluição muda conforme o bairro: enquanto nas áreas populares predominam fibras (têxteis), nas áreas comerciais predominam fragmentos e TWP (pneus). A significância estatística das interações triplas e quádruplas reforça que o transporte de MPs em ambiente urbano é um fenômeno complexo, onde a cor e o tamanho influenciam a taxa de retenção no sedimento de forma dependente do local de amostragem. As médias amostrais de abundância de MPs foram acompanhadas por seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%), derivados do quadrado médio residual da ANOVA, garantindo que as dispersões associadas ao erro experimental fossem devidamente discriminadas nas comparações de médias.

Contrariando o senso comum, a geração de MPs não é uma função linear simples da população absoluta. Como demonstrado na Figura 5, a correlação entre população e quantidade total de MPs apresenta dispersão significativa. Áreas com menor população, mas alta atividade comercial (Área 5), superam bacias residenciais densas em termos de microplásticos por unidade de área (2,15 unid./kg.m²). Isso evidencia que o fluxo de veículos e o tipo de uso do solo podem ser preditores mais eficazes do que apenas o número de habitantes.

Como limitação inerente ao caráter experimental e temporal deste estudo, aponta-se que a amostragem de sedimentos retidos reflete uma condição acumulada e pontual no tempo, o que introduz um potencial viés associado ao histórico recente de varrição pública e à energia hidráulica do último evento de precipitação antecedente à coleta. Além disso, a eficiência de separação por densidade com solução salina, embora validada por ensaios de recuperação superiores a 90%, pode

apresentar subestimação para frações poliméricas ultrafinas ($< 0,15 \text{ mm}$) fortemente agregadas à matriz de silte e argila.

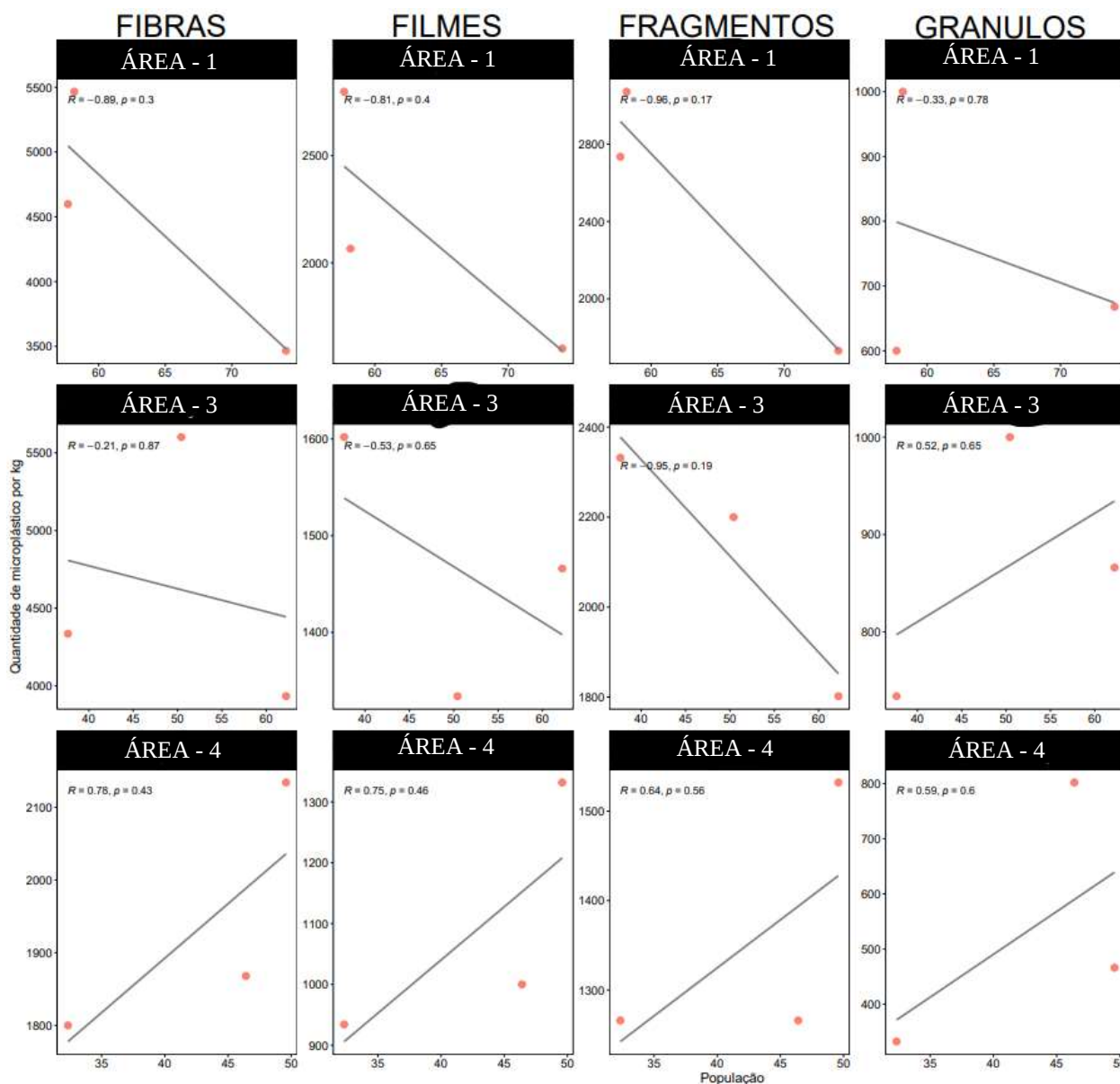


Figura 5: Dispersão entre população e quantidade de MPs por kg e tipo

4. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu avaliar a dinâmica de microplásticos (MPs) em sedimentos de drenagem urbana sob uma ótica multivariada, integrando aspectos físicos, estatísticos e socioeconômicos. A partir dos resultados apresentados, conclui-se que:

- **A natureza multivariada da poluição:** A aplicação da ANOVA com interação confirmou, com elevado rigor estatístico ($p < 0,001$), que a abundância de microplásticos não é um fenômeno aleatório ou uniforme. A significância dos fatores "Tipo", "Tamanho" e "Cor", bem

como suas interações, demonstra que a assinatura poluidora é intrinsecamente dependente das características específicas de cada bacia hidrográfica urbana.

- **Influência da matriz sedimentar:** A análise granulométrica inédita revelou que a retenção de microfibras e fragmentos menores ($< 0,5$ mm) é favorecida em bacias com maior percentual de sedimentos finos (silte e argila), como observado nas Áreas 1 (Interesse Social) e 5 (Comercial). O mimetismo hidráulico entre o sedimento inorgânico e as partículas poliméricas sugere que o microplástico utiliza a fração fina como suporte para deposição em zonas de baixa energia das sarjetas.
- **O papel da infraestrutura e do padrão socioeconômico:** Os dados refutaram a hipótese de uma correlação linear simples entre densidade populacional e quantidade de MPs. A redução de 42% na presença de fibras na Área 4 (Alto Padrão) evidencia que a configuração do uso do solo — especificamente a presença de jardins, quintais gramados e maior arborização — atua como uma barreira física e sistema de biorretenção natural, mitigando o aporte de poluentes atmosféricos e residenciais para o sistema de microdrenagem.
- **Fatores críticos de emissão:** As partículas de desgaste de pneus (TWP) mostraram-se mais prevalentes em áreas de alta circulação e frenagem (Área 5), indicando que o fluxo de veículos e o estado de conservação do pavimento são preditores de emissão mais robustos do que o número absoluto de habitantes da bacia.
- **Implicações para a Gestão Urbana:** As evidências apontam para a necessidade de estratégias de manejo de águas pluviais diferenciadas. Recomenda-se que bacias de alta densidade e baixa permeabilidade recebam prioridade em dispositivos de retenção de sedimentos e limpezas frequentes de bocas de lobo, visando reduzir a carga de microplásticos transportada para os corpos hídricos receptores.

REFERÊNCIAS

MARTINS, A. D. (2025). *Análise Quali-Quantitativa de Microplásticos em Sedimentos de Escoamento Superficial e sua Correlação com o Uso e Ocupação do Solo em Área Urbana na Cidade de Bauru-SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru – SP, 145 p.

MORUZZI, R. B.; MARTINS, A. D. (2025). “Análise quali-quantitativa de microplásticos em sedimentos de escoamento superficial urbano em Bauru, SP: correlações com diferentes usos e ocupação do solo”. *Revista DAE*, São Paulo – SP, v. 73, n. 250, pp. 110 – 125.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. (2015). *Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. Technical Memorandum NOS-OR&R-48, Silver Spring – MD, 31 p.

THOMPSON, R. C. et al. (2004). “Lost at Sea: Where Is All the Plastic?”. *Science*, v. 304, n. 5672, p. 838.

XUE, W. et al. (2023). “Land use-based characterization and source apportionment of microplastics in urban storm runoffs in a tropical region”. *Environmental Pollution*, Amsterdam, v. 329, 121698.