

IDENTIFICAÇÃO DE MACROPLÁSTICOS NA LAGOA DOS PATOS: DESAFIOS QUÍMICOS E SOCIAIS

JHULYANA CAMPOS CARDOSO¹; SAMUEL ALVES PEREIRA²;
WILIAM BOSCHETTI³; CLÁUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA⁴;
CARLA DE ANDRADE HARTWIG⁵; DIOGO LA ROSA NOVO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – jucampx@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – samuel_alvespereira@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – wiliamcaxias@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – claudiochemistry@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – carlahartwig@yahoo.com.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – diogo.la.rosa@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A poluição por plásticos é um dos principais desafios ambientais globais, sendo a degradação e o acúmulo de resíduos em ambientes aquáticos de particular preocupação. Desde o século XX, a produção mundial de plásticos vem crescendo de forma exponencial, acompanhada pelo aumento da geração de resíduos e pela dificuldade de gerenciamento adequado (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017). A persistência e a fragmentação desses materiais em macro e microplásticos intensificam impactos ecológicos, comprometendo organismos e ecossistemas (THOMPSON et al., 2009; CHAMAS et al., 2020).

A Lagoa dos Patos é a maior laguna costeira da América do Sul e possui forte influência estuarina com intensa ocupação humana em suas margens, fatores que modulam a deposição e transporte de resíduos plásticos (JALÓN-ROJAS, WANG e FREDJ, 2019; HARDESTY et al., 2017). Estudos recentes indicam a presença e a variabilidade espacial de plásticos nessa região, apontando a influência de pressões antrópicas e trajetórias de resíduos em contextos continentais (SILVA e SOUSA, 2021; RODRÍGUEZ et al., 2024).

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo discutir a presença de macroplásticos coletados em setores da margem lagunar (Praia do Laranjal e Pontal da Barra) pela identificação polimérica por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e discutir as possíveis origens em função do contexto socioambiental local. A abordagem do estudo integra a caracterização espectroscópica com registro morfológico e contexto socioeconômico, e visa fornecer subsídios para a avaliação de fontes e destinos desses resíduos, além de apoiar medidas para sua gestão.

2. METODOLOGIA

A coleta dos plásticos vem sendo realizada desde fevereiro de 2025 na Praia do Laranjal (31°46'20"S 52°13'30"W) e no Pontal da Barra (31°47'13"S 52°13'22"W), com o intuito de avaliar padrões poliméricos e sazonais. Em cada ponto foram delimitadas faixas de cerca de 10 m ao longo da margem. Os itens foram coletados manualmente, com auxílio de peneira metálica de piscina para fragmentos menores (VICQUAMAR, de 49 cm x 27 cm); após, estes foram acondicionados em frascos de vidro e transportados ao laboratório. As amostras de macroplásticos foram lavadas com água deionizada, secas em estufa (em temperatura inferior a 40 °C), pesadas e armazenadas em frascos de vidro até o momento das análises. A caracterização polimérica foi conduzida por

espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier em modo de reflexão total atenuada (FTIR-ATR) em equipamento IRSpirit (Shimadzu, Japão) na faixa de 4000 a 400 cm^{-1} , com 45 varreduras por amostra. A identificação baseou-se na comparação dos espectros obtidos com aqueles relatados nas bibliotecas de referência e bandas características de cada polímero.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho está baseado na discussão de três amostras analisadas e apresentadas na Figura 1. Visualmente, é possível observar que as amostras correspondem a filmes de pouca espessura, de coloração cinza-escuro e branco, com aspecto opaco e bordas irregulares. Suas características indicam exposição ambiental e degradação física por abrasão, rasgo e ação mecânica, comumente descritas para plásticos depositados em margens costeiras sob ação de ondas, ventos e atividade humana (HIDALGO-RUZ et al., 2012; CHAMAS et al., 2020; LACERDA et al., 2022). Na Praia do Laranjal e no Pontal da Barra, as amostras predominantes parecem ser fragmentos típicos de polietileno, comumente associados a embalagens de consumo e filmes plásticos. Esses resultados corroboram padrões descritos em outros estudos sobre a mesma região, em que predominam poliolefinas devido à sua ampla aplicação no setor de embalagens e bens de consumo (LACERDA et al., 2022; BOUCHER e FRIOT, 2017). A persistência desses polímeros e sua baixa densidade favorecem a flutuação e dispersão na coluna d'água, explicando a ocorrência tanto em áreas urbanas quanto em comunidades pesqueiras. Vale mencionar que a região enfrentou inundações em 2025 que causaram impactos socioeconômicos e principalmente ambientais, como o acúmulo de dejetos, produtos químicos e restos de animais na laguna. Isso pode ter ocasionado mudanças e maior acúmulo de plásticos nessas mesmas regiões.



Figura 1. Imagens das amostras A1, A2 e A3 após lavagem, secagem e pesagem.

Os espectros obtidos para as três amostras estão apresentados na Figura 2. As amostras apresentaram bandas características de polietileno, com estiramentos C–H em aproximadamente 2916 e 2848 cm^{-1} , deformações próximas de 1470 cm^{-1} e duplete associado a vibrações do tipo rocking do CH_2 em 730–720 cm^{-1} (PAVIA et al., 2015; HIDALGO-RUZ et al., 2012). A biblioteca de polímeros do equipamento identificou A1 como polietileno com índice de similaridade de 0,911 (em uma escala que indica compatibilidade conforme o índice se aproxima de 1); enquanto A2 e A3 como polietileno de alta densidade com índice de similaridade de 0,898 e polietileno com índice de similaridade de 0,896-0,897, respectivamente. Dada a proximidade dos valores e dos efeitos de intemperismo, a identificação das amostras foi definida

no nível de família polimérica como polietileno, registrando apenas a tendência de melhor correspondência com polietileno de alta densidade para A2 e A3 (CHAMAS et al., 2020; HIDALGO-RUZ et al., 2012; PAVIA et al., 2015).

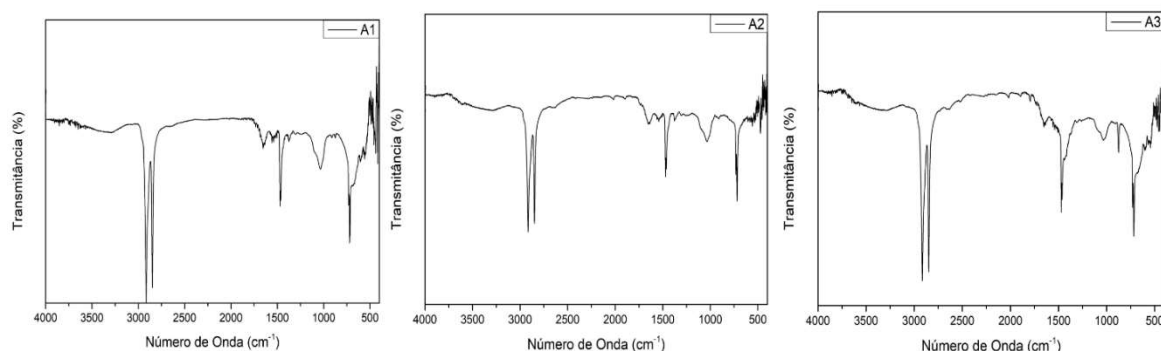


Figura 2. Espectros das amostras analisadas (A1, A2 e A3, respectivamente) obtidos por FTIR-ATR.

A predominância de polietileno alinha-se ao padrão descrito para ambientes costeiros e lagunares, associado ao uso difundido em embalagens e à baixa densidade ($0,917 - 0,965 \text{ g cm}^{-3}$) desses plásticos que favorece a flutuação e o transporte. A associação entre os itens identificados e as práticas socioeconômicas locais reforça a importância de estratégias de gestão diferenciadas. Na praia do Laranjal, a geração dos resíduos pode estar basicamente relacionada ao descarte inadequado durante atividades recreativas, e no Pontal da Barra à dinâmica da pesca artesanal. Na Tabela 1 são demonstrados os resultados observados para as amostras avaliadas, considerando suas morfologias e espectros correspondentes. Estudos anteriores demonstram que o aporte de resíduos à Laguna dos Patos resulta da interação entre atividades humanas locais e transporte hidrodinâmico, podendo atingir áreas afastadas do ponto de origem (RODRÍGUEZ et al., 2024; DEFONTAINE e JALÓN-ROJAS, 2023).

Tabela 1. Resultados observados para as amostras A1, A2 e A3, quanto às suas morfologias e características analisadas por FTIR-ATR.

Amostra	Local/tipo	Comprimento (cm) x Largura (cm)	Massa (mg)	Similaridade	Família polimérica
A1	Laranjal; filme	9,0 x 5,1	80,4	PE 0,911	PE
A2	Laranjal; filme	10,1 x 6,0	72,7	PEAD 0,898 PE 0,896	PE
A3	Pontal da Barra; filme	11,2 x 5,3	92,4	PEAD 0,898 PE 0,897	PE

4. CONCLUSÕES

A caracterização de macroplásticos por FTIR-ATR, em conjunto com análise morfológica, de dois setores da Laguna dos Patos revela a predominância de

poliolefinas (PE), compatíveis com resíduos de embalagens e filmes plásticos, e indica origens associadas à atividade antrópica. A análise contextual indica diferentes origens potenciais, associadas ao turismo urbano e à pesca. A pesquisa segue em ampliação de número amostral para avaliação da sazonalidade, identificação das fontes de resíduos e avaliação de efeitos de intemperismo, fornecendo, assim, um conjunto de dados regionais com aplicabilidade em monitoramento e medidas de gestão local.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUCHER, J.; FRIOT, D. Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources. **Gland, Switzerland: IUCN**, 2017. 43 p.
- CHAMAS, A.; MOON, H.; ZHENG, J.; QIU, Y.; TABASSUM, T.; JANG, J. H.; ... SUH, S. Degradation rates of plastics in the environment. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, n. 9, p. 3494–3511, 2020. doi:10.1021/acssuschemeng.9b06635
- DEFONTAINE, S.; JALÓN-ROJAS, I. Physical processes matter: recommendations for sampling microplastics in estuarine waters based on hydrodynamics. **Marine Pollution Bulletin**, v. 191, 114932, 2023. doi:10.1016/j.marpolbul.2023.114932
- DOS SANTOS, Í. E.; FERNANDES, E. H. L.; PINHO, G. L. L.; ABDALLAH, P. R. Characteristics and fluxes of plastic debris based on socio-economic data for Patos Lagoon, a choked coastal lagoon in South Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, p. 59382–59400, 2023. doi:10.1007/s11356-023-26660-8
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, e1700782, 2017. doi:10.1126/sciadv.1700782
- HIDALGO-RUZ, V.; GUTOW, L.; THOMPSON, R. C.; THIEL, M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 6, p. 3060–3075, 2012. doi:10.1021/es2031505
- JALÓN-ROJAS, I.; WANG, X.-H.; FREDJ, E. A 3D numerical model to track marine plastic debris: sensitivity of microplastic trajectories and fates to particle dynamical properties and physical processes. **Marine Pollution Bulletin**, v. 141, p. 256–272, 2019. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.02.052
- LACERDA, A. L. de F.; TAYLOR, J. D.; RODRIGUES, L. de S.; KESSLER, F.; SECCHI, E. R.; PROIETTI, M. C. Floating plastics and their associated biota in the Western South Atlantic. **Science of the Total Environment**, v. 805, 150186, 2022. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.150186
- RODRÍGUEZ, C.; SILVA, P. H. S.; MOREIRA, L.; ZACHER, L. M.; FERNANDES, A.; BOUYSSOU, R.; JALÓN-ROJAS, I.; MÖLLER, O. O.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.; PINHO, G. L. L.; FERNANDES, E. H. L. Trajectory, fate, and magnitude of continental microplastic loads to the inner shelf: a case study of the world's largest coastal shallow lagoon. **Science of the Total Environment**, v. 917, 174791, 2024. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.174791
- SILVA, P. H. S.; SOUSA, F. D. B. Microplastic pollution of Patos Lagoon, south of Brazil. **Environmental Challenges**, v. 4, 100076, 2021. doi:10.1016/j.envc.2021.100076
- THOMPSON, R. C.; MOORE, C. J.; VOM SAAL, F. S.; SWAN, S. H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 364, n. 1526, p. 2153–2166, 2009. doi:10.1098/rstb.2009.0053
- HARDESTY, B. D.; HARARI, J.; ISOBE, A.; LEBRETON, L.; MAXIMENKO, N.; POTEMRA, J.; VAN SEBILLE, E.; VETHAAK, A. D.; WILCOX, C. Using numerical model simulations to improve the understanding of microplastic distribution and pathways in the marine environment. **Frontiers in Marine Science**, v. 4, 30, 2017. doi:10.3389/fmars.2017.00030
- PAVIA, D.; LAMPMAN, G.; KRIZ, G.; VYVYAN, J. **Introdução à espectroscopia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. ISBN 978-85-221-2338-4.