

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA CIDADÃ PARA AVALIAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NA ÁGUA: UMA REVISÃO

Carolina Bommarito Monteiro¹; Júlia Carolina Fatuch¹ & Emilia Wanda Rutkowski¹

Abstract: Microplastics are Contaminants of Emerging Concern that have already been identified in all oceans and in a growing number of rivers and lakes. Their occurrence results from physical and/or chemical processes that fragment plastics into particles smaller than 5 mm. Academic research combined with citizen science initiatives has contributed to a better understanding of sources and occurrence of microplastics, through volunteer collaboration. The objective of this study is to conduct a systematic literature review on the assessment of microplastics in water through citizen science approach. The results show a growing interest in public engagement in scientific research focused on the identification and monitoring of microplastics, with studies mainly concentrated in North America and Europe. Citizen science projects have involved thousands of volunteers worldwide, collecting a significant number of samples while maintaining scientific rigor. However, there is still limited public involvement in other stages of the projects, such as data analysis and dissemination of results.

Resumo: Os microplásticos são Contaminantes de Preocupação Emergente que já foram identificados em todos os oceanos e em um número cada vez maior de rios e lagos. Sua ocorrência pode se dar através de processos físicos e/ou químicos, que fragmentam os plásticos em partículas inferiores a 5 mm. Na identificação de microplásticos, pesquisas acadêmicas com iniciativas de ciência cidadã têm contribuído para melhor compreensão de suas fontes e ocorrência, por meio da colaboração de voluntários. O objetivo deste trabalho é realizar a revisão sistemática da literatura sobre a avaliação de microplásticos na água utilizando a abordagem da ciência cidadã. Por meio deste estudo, verificou-se um interesse crescente no envolvimento do público em pesquisas científicas voltadas à identificação e ao monitoramento de microplásticos, com estudos concentrados principalmente na América do Norte e na Europa. Pesquisas com cientistas cidadãos têm conseguido envolver milhares de voluntários, obtendo uma quantidade significativa de amostras e mantendo o rigor científico. No entanto, observa-se ainda um baixo envolvimento do público em outras etapas dos projetos, como a análise dos dados e a divulgação dos resultados.

Palavras-Chave – Ciência Aberta, Plásticos, Poluição.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os microplásticos (MP) passaram a fazer parte do grupo Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE) por sua presença massiva em ecossistemas marinhos e terrestres, no ar e até em órgãos humanos [Andrade (2011); Shruti *et al.* (2019)]. Partículas com tamanho inferior a 5 milímetros, os MP podem ter sido produzidos em pequena dimensão (origem primária), como os pellets, ou oriundos de plásticos maiores, que foram se fragmentando ao longo do tempo por meio de processos físicos e/ou químicos (origem secundária). Há diversos estudos relacionados ao monitoramento e impactos dos MP no ecossistema, incluindo a ingestão por espécies aquáticas

¹Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

afetando seu crescimento e reprodução, bem como sua atuação como vetores para o transporte de outros contaminantes [Amesho *et al.* (2023); Kurniawan *et al.* (2023); Thacharodi *et al.* (2024)].

A preocupação com a qualidade da água tem aumentado não apenas entre cientistas, mas entre a população em geral, diante de notícias sobre a onipresença de plásticos e da ocorrência de “produtos químicos eternos”. Devido a tal interesse, programas de monitoramento da qualidade da água e estudos científicos já têm envolvido a participação pública, incluindo a avaliação de diversos CPE [Raman *et al.* (2023)]. Nesse sentido, destacam-se as iniciativas de ciência cidadã, uma prática de ciência aberta e participativa, que envolve o público em projetos científicos, produzindo dados e informações confiáveis e utilizáveis por cientistas e tomadores de decisão [Mckinley *et al.* (2017); Bonney *et al.* (2009)]. Para a identificação e monitoramento da poluição por MP, a ciência cidadã é uma abordagem de grande relevância, ampliando as possibilidades de se obter uma grande quantidade de dados e também como forma de engajar a população em movimentos pelo uso controlado de plásticos [Barrows *et al.* (2018)].

Este trabalho tem por objetivo obter um panorama sobre a contribuição da ciência cidadã para a avaliação de microplásticos na água, através da revisão sistemática da literatura.

METODOLOGIA

Trata-se de metodologia de natureza qualitativa, consistindo na revisão sistemática da literatura científica, por meio do protocolo PRISMA, sigla em inglês para Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*). O protocolo foi publicado inicialmente em 2009, com o objetivo de fornecer transparência nas revisões sistemáticas com buscas em bases de dados e repositórios [Page *et al.* (2022)].

A revisão foi realizada através de consulta nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct*, por se tratarem de bases bastante amplas e multidisciplinares. Como o tema de microplásticos também tem sido objeto de estudo na área de saúde, também foi consultada a base *PubMed*. As palavras-chave utilizadas foram “microplástico*” e “ciência cidadã”, em inglês, português e espanhol. Por se tratar de uma pesquisa exploratória, não foi utilizado o filtro de data, esperando-se identificar o marco temporal da utilização da ciência cidadã para os microplásticos.

A busca nas bases de dados foi realizada em fevereiro de 2025 e foram encontrados 250 resultados, sendo 62 artigos da base *Scopus*, 35 da *Science Direct*, 126 da *Web of Science* e 27 da *PubMed*. Após a eliminação de duplicatas, permaneceram 137 artigos para a triagem inicial. Em seguida, foram excluídos os documentos classificados como revisões de literatura, artigos de conferência e anais de eventos, resultando em um total de 113 artigos.

Após a triagem, foi realizada uma leitura preliminar dos títulos e resumos, e verificou-se que muitos estudos não atendiam ao escopo da pesquisa, o que evidenciou uma limitação na especificidade dos filtros aplicados durante a estratégia de busca. Dessa forma, procedeu-se a uma nova etapa de seleção, restringindo-se aos artigos que mencionaram microplásticos no título ou no resumo (restando 69 artigos). Além disso, foram excluídos trabalhos que, apesar de não terem sido eliminados nas etapas anteriores, não atendiam aos critérios de inclusão definidos, sendo eles: o envolvimento de cientistas cidadãos; o foco específico na temática de microplásticos como objeto central de estudo; a classificação como artigo original de pesquisa (excluindo revisões de literatura que não foram identificadas como tal nas bases de dados); e, o desenvolvimento das atividades de pesquisa em corpos d'água (doce, salgada e salobra) e em seus sedimentos. Ao fim dessa reavaliação, restaram 34 artigos.

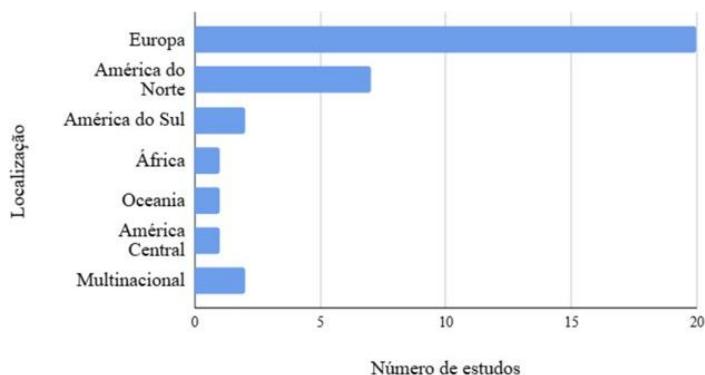
A leitura dos artigos permitiu uma organização nas seguintes categorias de análise: período de coleta de dados; país de estudo; área urbana ou rural; meio de estudo; perfil dos cientistas cidadãos; papel dos cientistas cidadãos; método de recrutamento dos cientistas cidadãos; nível de treinamento oferecido; número de voluntários; tamanho dos microplásticos coletados; quantidade de cada formato de microplástico encontrado; possíveis fontes dos resíduos plásticos ; meio de divulgação dos resultados; avaliação do impacto social e ambiental.

RESULTADOS

Através da categorização dos artigos, foram obtidos os resultados apresentados a seguir.

Localização

Figura 1 – Continente de realização dos estudos selecionados na presente revisão.



Dos 34 estudos analisados, a maior parte foi realizada na Europa, com 58,8% das publicações [Camins *et al.* (2020); De Haan *et al.* (2022); Dimante-Deimantovica *et al.* (2023); Doyen *et al.* (2019); Ershova *et al.* (2021); Gewert *et al.* (2017); Godoy *et al.* (2022); Hasler *et al.* (2019); Jones *et al.* (2024); Kiessling *et al.* (2021); Lots *et al.* (2017); Molnár *et al.* (2024); Nel *et al.* (2020); Ovide *et al.* (2025); Paradinas *et al.* (2021); Pasolini *et al.* (2023); Philip *et al.* (2025); Setala *et al.* (2022); Van Der Molen *et al.* (2021) e Walther *et al.* (2024)].

Em seguida, a América do Norte representou 20,6% das publicações [Barrows *et al.* (2018); Busch *et al.* (2023); Forrest *et al.* (2019); Forrest *et al.* (2022); Liboiron *et al.* (2016); Tunnell *et al.* (2020) e Walters *et al.* (2024)]. A América do Sul respondeu por 5,9% [Costa *et al.* (2023) e Jones *et al.* (2022)]. As demais regiões tiveram participações menores: África [Kechi-Okafor *et al.* (2023)], Oceania [Carbery *et al.* (2020)] e América Central/Caribe [Ambrose e Walker (2023)], cada uma com 2,9%, e os estudos de caráter multinacional ou global corresponderam a 5,9% [Catarino *et al.* (2023) e Barrows *et al.* (2018)].

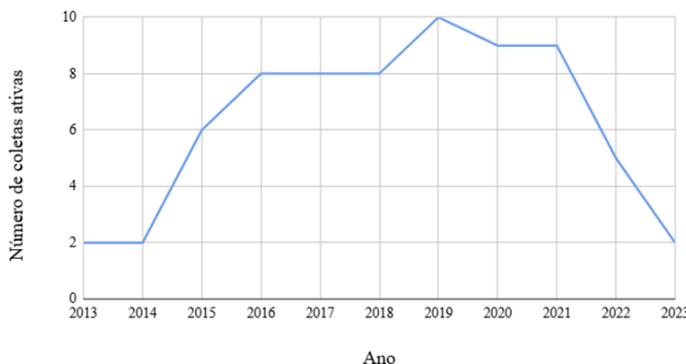
Entre os países mais frequentemente mencionados destacam-se a Alemanha, França, Espanha, Reino Unido, Estados Unidos e Canadá, que juntos concentram a maior parte dos estudos incluídos na análise.

Período de coleta

Os períodos de coleta dos estudos analisados abrangem de 2013 a 2023, conforme Figura 2. Desconsiderando o único estudo que não indicou data de coleta (Costa *et al.*, 2023), apenas 6,1% realizaram coletas antes de 2015, evidenciando que a ciência cidadã voltada ao monitoramento de microplásticos é uma prática relativamente recente. Entre 2015 e 2017, 21,2% dos estudos ocorreram, com um aumento mais expressivo entre 2018 e 2021, período que concentrou 51,5% das coletas.

Após 2021, observa-se uma redução no número de estudos (21,2%), possivelmente influenciada pelos impactos da pandemia de COVID-19, que afetou atividades de campo em diversas regiões. De forma geral, os dados apontam para uma expansão significativa das iniciativas a partir de 2015, com um aumento expressivo entre 2018 e 2021.

Figura 2 - Gráfico do número de coletas ativas por ano



Área urbana ou rural

A análise da área de influência dos estudos indica que não houve preferência por corpos d'água urbanos ou rurais, a maioria dos que mencionaram a área (82,2%) avaliou diversos pontos independente do tipo de ocupação de seu território.

Meio de estudo

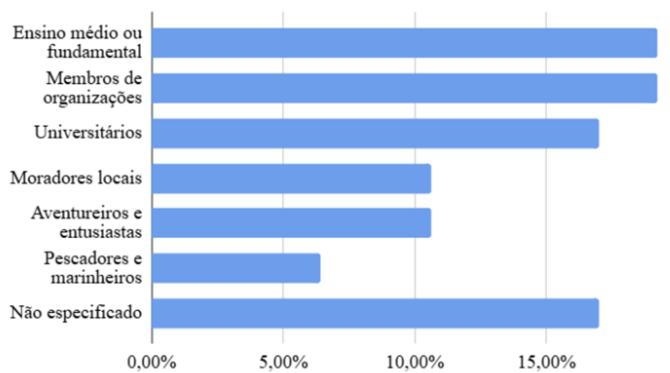
Predominam estudos realizados no ambiente costeiro, sendo que as praias constituem o principal local de coleta de microplásticos por cientistas cidadãos (37,5%), seguido de corpos d'água doce, que representaram 32,5% das ocorrências analisadas. Os ambientes marinhos, incluindo mar aberto, corresponderam a 30,0% dos casos. Como alguns estudos envolveram mais de um tipo de ambiente, um mesmo trabalho pode ter sido contabilizado em mais de uma categoria, para refletir adequadamente a diversidade de locais de amostragem utilizados nas pesquisas.

Perfil e papel dos cientistas cidadãos

Verificou-se que os voluntários dos projetos de ciência cidadã são estudantes de ensino médio ou fundamental (19,2%), membros de organizações (19,2%) e universitários (17,0%). Também foram identificados grupos de moradores locais (10,6%), aventureiros e entusiastas (10,6%), pescadores e marinheiros (6,4%). Em 17% dos artigos não foram discriminados. É importante destacar que os percentuais apresentados se referem ao número total de vezes que cada perfil foi citado nos estudos analisados, considerando que um mesmo artigo pode envolver múltiplos tipos de voluntários. Estes resultados estão representados na Figura 3.

Quanto ao papel dos participantes, verificou-se que os trabalhos são predominantemente contributivos, ou seja, os cientistas cidadãos atuam principalmente como coletores de dados, de acordo com a definição de Bonney *et al.*, (2009), sem se envolverem nas demais etapas dos projetos.

Figura 3 - Frequência de cada perfil de cientista cidadão



Método de recrutamento

A análise dos métodos de recrutamento mostra a predominância da mobilização por organizações já estabelecidas, como associações, fundações e iniciativas consolidadas de ciência cidadã, destacando o papel central dessas instituições na captação de voluntários (58,8%). Outros métodos relatados incluíram o uso de redes sociais, contatos pessoais, escolas, universidades e aplicativos de coleta de dados (23,5%). Além disso, também foi observado um caso de recrutamento espontâneo, em que os próprios voluntários se ofereceram para ajudar no estudo, sem solicitação prévia dos pesquisadores [Gewert *et al.*; (2017)].

Nível de treinamento oferecido

A maioria dos estudos ofereceu treinamento aos voluntários, com destaque para o formato presencial, descrito em 50% dos casos. Segundo Costa *et al.* (2023), que avaliaram microplásticos em peixes da Lagoa de Cima do Rio de Janeiro, houve diferença significativa na quantificação de microplásticos por estudantes universitários e especialistas, indicando a necessidade de treinamento mais avançado. No entanto, os trabalhos de Costa *et al.* (2023) e de Liboiron *et al.* (2016) envolveram a avaliação de microplásticos na água por meio da análise de tratos digestivos de peixes, que requer etapas adicionais de digestão da amostra, diferentemente dos demais que consistiram na análise direta da água ou de sedimentos.

O uso de protocolos escritos ou supervisão direta de pesquisadores, sem treinamento formal, foi identificado em 20,6% dos estudos. Em 5,9% dos estudos, o treinamento foi realizado de forma remota ou online, muitas vezes complementado com materiais como protocolos, vídeos e suporte técnico (8,8%). Por exemplo, no trabalho realizado por Tunell *et al.* (2018), para a identificação visual dos microplásticos no Golfo do México, o treinamento consistiu em assistir a um vídeo curto. Por fim, 14,7% dos trabalhos não especificaram o tipo de capacitação.

Número de voluntários

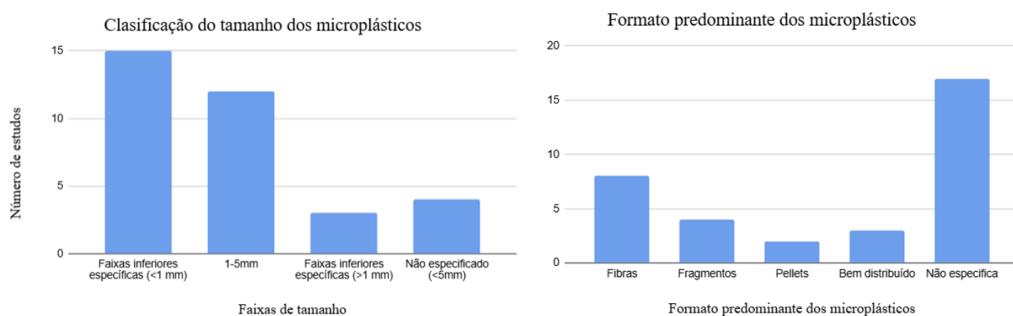
Houve uma grande variação na escala de participação, com valores que vão de um (Setala *et al.*, 2022) até milhares de voluntários, como o caso da iniciativa Plastic Pirates, já consolidada para o monitoramento de rios em diversos países da Europa (Kiessling *et al.*, 2021), com mais de 5.000 crianças em escolas e o projeto para monitoramento em praias na França, com mais de 3.000 estudantes (Philip *et al.*, 2025). É importante destacar que estudos com mais de 400 participantes evidenciam o potencial da ciência cidadã para mobilizações em larga escala. Entretanto, 41,1% dos trabalhos não especificaram o número de voluntários.

Caracterização dos microplásticos coletados

A análise revelou uma predominância das faixas inferiores específicas abaixo de 1 mm, presentes em 44,1% dos casos, evidenciando uma atenção crescente à detecção de partículas menores do que a faixa adotada pela literatura de 1 a 5 mm, que foi utilizada em 35,3% dos estudos. Estudos com faixas específicas acima de 1 mm, mas ainda dentro da categoria de microplásticos, corresponderam a 8,8%, enquanto 11,8% dos trabalhos limitaram-se a indicar apenas “<5 mm”, sem detalhar o limite inferior. Entre os menores tamanhos analisados destacaram-se limites mínimos a partir de 10 µm, 50 µm, 63 µm e 100 µm, demonstrando a viabilidade de envolver cientistas cidadãos mesmo em projetos voltados à detecção de partículas em microescala.

As fibras/microfibras foram o formato predominante em 23,5% dos casos, seguidas por fragmentos, presentes como o tipo mais frequente em 11,8% dos trabalhos. Além disso, 8,8% dos estudos apresentaram uma distribuição relativamente equilibrada entre diferentes formatos, sem um formato claramente predominante e em 5,9% dos estudos os *pellets* (*nurdles*) foram o único formato estudado. 50% dos estudos não especificaram a quantidade ou proporção de cada formato, limitando-se apenas à identificação qualitativa dos tipos encontrados.

Figuras 4 e 5 - Gráficos das classificações dos microplásticos por tamanho e por formato



Possíveis fontes dos resíduos encontrados

A identificação das fontes de microplásticos nos estudos analisados foi, em grande parte, baseada em inferências e especulações, uma vez que a determinação exata da origem dessas partículas estava metodologicamente limitada. Ainda assim, entre as fontes mais frequentemente sugeridas estão os efluentes de estações de tratamento de águas residuais, associados principalmente às fibras sintéticas oriundas da lavagem de roupas [Lots *et al.* (2017) e Kechi-Okafor *et al.* (2023)], além de escoamento urbano, resíduos industriais e o setor pesqueiro pela fragmentação de cordas, redes e equipamentos de pesca. Também foram citadas atividades recreativas e turismo em áreas costeiras, bem como perdas accidentais de carga marítima, como o caso do incidente com o navio MSC Zoe [Van Der Molen *et al.* (2021)].

Outras possíveis fontes apontadas, incluem a deposição atmosférica, o desgaste de pneus, a fragmentação de plásticos de uso único e materiais de embalagens. Além disso, algumas pesquisas também destacaram a contribuição de pellets industriais (fontes primárias) e fragmentos derivados da degradação de macroplásticos (fontes secundárias). Cerca de 25% dos estudos não especificaram possíveis fontes, reforçando a dificuldade de estabelecer relações diretas entre as partículas encontradas e sua origem ambiental.

Meio de divulgação dos resultados

A maioria dos estudos (55,9%) divulgou os achados exclusivamente em periódicos científicos, evidenciando um foco acadêmico na comunicação dos resultados. Por outro lado, 44,1% dos estudos buscaram formas adicionais de disseminação, incluindo ações de retorno para os voluntários, divulgação em escolas, vídeos educacionais, redes sociais, mídia local e nacional, eventos comunitários e plataformas online, como websites e mapas interativos. Essas estratégias alternativas e menos frequentes de divulgação apontam o esforço em tornar os resultados acessíveis ao público geral e às comunidades envolvidas, pressuposto relevante da ciência cidadã.

Avaliação do impacto social e ambiental

Figura 6 – Impactos abordados no estudo



A maioria dos estudos (64,7%) abordou tanto os impactos ambientais quanto sociais das ações de ciência cidadã com microplásticos. Enquanto uns (17,6%) discutiram apenas o impacto ambiental, outros (8,8%) trataram exclusivamente de aspectos sociais, como educação e engajamento público. Por fim, 8,8% dos trabalhos não mencionaram nenhum tipo de avaliação de impacto, o que indica uma tendência crescente dos projetos valorizarem o impacto social e educativo da ciência cidadã, além de reconhecerem a importância ambiental dos resultados obtidos.

CONCLUSÃO

A ciência cidadã é uma abordagem promissora, que permite a inclusão da população mantendo o rigor científico da pesquisa. Além disso, permite obter uma grande quantidade de dados e amostras de locais mais remotos. É interessante não apenas para os pesquisadores que desejam investigar a ocorrência de microplásticos, mas para todos os envolvidos, que se beneficiam da aprendizagem e da oportunidade de contribuir com a ciência. No entanto, muitos trabalhos envolvem o público apenas como coletor de dados primários, sem que participem de fato da construção do projeto, sem direito à uma devolutiva direta dos resultados obtidos. A ciência cidadã é prática relativamente recente na América Latina e também carece de estudos sobre os microplásticos em suas bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

AMBROSE, K.K.; WALKER, T.R. (2023). "Identifying opportunities for harmonized microplastics and mesoplastics monitoring for Caribbean Small Island Developing States using a spatiotemporal assessment of beaches in South Eleuthera, The Bahamas". *Marine Pollution Bulletin*, v. 193.

AMESHO, K. T. T.; CHINGLENTHOIBA, C.; SAMSUDIN, M.; LANI, M. N. *et al.* (2023) "Microplastics in the environment: An urgent need for coordinated waste management policies and strategies". *Journal of Environmental Management*, v. 344, 118713.

ANDRADY, A. L. "Microplastics in the marine environment". *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), pp. 1596-1605.

BARROWS, A.P.W.; CHRISTIANSEN, K.S.; BODE, E.T.; HOELLEIN, T.J. (2018a). "A watershed-scale, citizen science approach to quantifying microplastic concentration in a mixed land-use river". *Water Research*, v. 147, pp. 382–392.

BARROWS, A.P.W.; CATHEY, S.E.; PETERSEN, C.W. (2018b). "Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins". *Environmental Pollution*, v. 237, p.275–284.

BONNEY, R.; COOPER, C. B.; DICKINSON, J.; KELLING, S. *et al.* (2009) "Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy". *Bioscience*, 59 (11), pp. 977-984.

BUSCH, S.J.; CRAIG, C.A.; WAYLES, J.; SAILOR-TYNES, T. *et al.* (2023). "Contribution of Stormwater Outfalls to Microplastic Pollution in a Subtropical Estuary Using Data Collected with the Assistance of Citizen Scientists". *Environments*, v. 10.

CAMINS, E.; DE HAAN, W. P.; SALVO, V.-S.; CANALS, M. *et al.* (2020). "Paddle surfing for science on microplastic pollution". *Science of the Total Environment*, 709, 136178.

CARBERY, M.; MACFARLANE, G.R.; O'CONNOR, W.; AFROSE, S. *et al.* (2020). "Baseline analysis of metal(loids) on microplastics collected from the Australian shoreline using citizen science". *Marine Pollution Bulletin*, v. 152.

CATARINO, A.I.; MAHU, E.; SEVERIN, M.I.; AKPETUO, L.K. *et al.* (2023). "Addressing data gaps in marine litter distribution: Citizen science observation of microplastics in coastal ecosystems by high-school students". *Frontiers in Marine Science*, v. 10.

COSTA, L.L.; ARUEIRA, V.F.; SILVA, T.N.; DA SILVA OLIVEIRA, A. *et al.* (2023). "Quantifying microplastics in fishes: The first case study contrasting the perspective of untrained and experienced researchers". *Marine Pollution Bulletin*, v. 189.

DE HAAN, W.P.; UVEDO, O.; BALLESTEROS, M.; CANALES, I. *et al.* (2022). "Floating microplastic loads in the nearshore revealed through citizen science". *Environmental Research Letters*, 17.

DIMANTE-DEIMANTOVICA I.; BEBRITE A.; SKUDRA M.; RETIKE I. *et al.* (2023). The baseline for micro- and mesoplastic pollution upon Baltic Sea and Gulf of Riga beach sands". *Frontiers in Marine Science*, 10.

DOYEN, P.; HERMABESSIERE, L.; DEHAUT, A.; HIMBER, C. *et al.* (2019). Occurrence and identification of microplastics in beach sediments from Hauts-de-France region. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(27), 28010–28021.

ERSHOVA, A.; MAKEEVA, I.; MALGINA, E.; SOBOLEV, N. *et al.* (2021). "Combining citizen and conventional monitoring for microplastics monitoring in the White Sea basin (Russian Arctic)". *Marine Pollution Bulletin*, 173.

FORREST, S.A.; HOLMAN, L.; MURPHY, M.; VERMAIRE, J.C. (2019). "Citizen science sampling programs as a technique for monitoring microplastic pollution: Results, lessons learned and

recommendations for monitoring plastic pollution in freshwater ecosystems". *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 191 (3).

FORREST, S.A.; ALAMBO, K.; HOLMAN, L.; VERMARIE, J.C. (2022). "Evaluating community science sampling for microplastics in shore sediments of large river watersheds". *Facets*, 8, p.1-15.

GEWERT, B.; OGONOWSKI, M.; BARTH, A.; MACLEOD, M. (2017). "Abundance and composition of near surface microplastics and plastic debris in the Stockholm Archipelago, Baltic Sea". *Marine Pollution Bulletin* 120(1-2), pp. 292–302.

GODOY V.; CALERO M.; GONZÁLEZ-OLALLA J.M.; MARTÍN-LARA M.A. *et al.* (2022). "The human connection: First evidence of microplastics in remote high-mountain lakes of Sierra Nevada National Park, Spain". *Environmental Pollution* 311.

HASLER, M.; WEDER, C.; BUSCHBECK, L.; WENGLIK, S. *et al.* (2019). "Cost-effective monitoring of large micro- and meso-litter in tidal and flood accumulation zones at south-western Baltic Sea beaches". *Marine Pollution Bulletin*, 149.

JONES, J. S.; GÜEZO, A.; MEDOR, S.; NICKSON, C. *et al.* (2022). Microplastic distribution and composition on two Galápagos Island beaches, Ecuador: Verifying the use of citizen science-derived data in long-term monitoring. *Environmental Pollution*, 311.

JONES, D.M.; POTTS, J.; HALE, M.S. (2024). "The sampling and analysis of coastal microplastic and mesoplastic: Development of a citizen science approach". *Journal of Coastal Conservation* 28(1), pp. 14.

KECHI-OKAFOR, C.; KHAN, F.R.; AL-NAIMI, U.; BÉGUERIE, V. *et al.* (2023). "Prevalence and characterisation of fibres along the Kenyan and Tanzanian coast". *Frontiers in Ecology and Evolution* 11.

KIESSLING, T.; KNICKMEIER, K.; KRUSE, K.; GATTA-ROSEMARY, M. *et al.* (2021). "Schoolchildren discover hotspots of floating plastic litter in rivers using a large-scale collaborative approach". *Science of the Total Environment* 789.

KURNIAWAN, T. A.; HAIDER, A.; AHMAD, H. M.; MOHYUDDIN, A. *et al.* (2023) "Source, occurrence, distribution, fate, and implications of microplastic pollutants in freshwater on environment: A critical review and way forward". *Chemosphere*, 325, 138367.

LIBOIRON, M.; LIBOIRON, F.; WELLS, E.; RICHARD, N. *et al.* (2016). "Low plastic ingestion rate in Atlantic cod (*Gadus morhua*) from Newfoundland destined for human consumption collected through citizen science methods". *Marine Pollution Bulletin*, v.113, n.1-2, p.428–437.

LOTS, F.A.E.; BEHRENS, P.; VIJVER, M.G.; HORTON, A.A.; *et al.* (2017). "A large-scale investigation of microplastic contamination: Abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment". *Marine Pollution Bulletin* 123(1-2), pp. 219–226.

MCKINLEY, D. C.; MILLER-RUSHING, A. J.; BALLARD, H. L.; BONNEY, R. *et al.* (2017) "Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection". *Biological Conservation*, 208, pp. 15-28.

MOLNÁR, A.D.; MÁLNÁS, K.; BÖHM, S.; GYALAI-KORPOS, M. *et al.* (2024). "Comparative Analysis of Riverine Plastic Pollution Combining Citizen Science, Remote Sensing and Water Quality Monitoring Techniques". *Sustainability* (Switzerland), 16, 12.

NEL, H.A.; SAMBROOK SMITH, G.H.; HARMER, R.; SYKES, R. *et al.* (2020). "Citizen science reveals microplastic hotspots within tidal estuaries and the remote Scilly Islands, United Kingdom". *Marine Pollution Bulletin*, 161.

OVIDE, B.G.; BARBACCIA, E.; LORENZ, C.; BASRAN, C.J. *et al.* (2025). "Validating citizen science for community-driven microplastic monitoring and marine protection in Northeast Iceland's Hope Spot". *Marine Pollution Bulletin*, 213.

PAGE, M. J; MCKENZIE J.E.; BOSSUYT P.M.; BOUTRON I. *et al.* (2022) "A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas". *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 31 (2).

PARADINAS, L.M.; JAMES, N.A.; QUINN, B.; DALE, A. *et al.* (2021). "A new collection tool-kit to sample microplastics from the marine environment (sediment, seawater, and biota) using citizen science". *Frontiers in Marine Science*, 8.

PASOLINI, F.; WALTHER, B.A.; BERGMANN, M. (2023). "Citizen scientists reveal small but concentrated amounts of fragmented microplastic on Arctic beaches". *Frontiers in Environmental Science*, 11

PHILIP, L.; LE PICARD, M.; LAVERGE, E.; BOURGAIN, P. *et al.* (2025). "Comparison of macrolitter and meso-microplastic pollution on French rivers banks and coastal beaches using citizen science with schoolchildren". *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 16, p.10066-10080.

RAMAN, N. V.; DUBEY, A.; MILLAR, E.; NAVA, V. *et al.* (2023) "Monitoring contaminants of emerging concern in aquatic systems through the lens of citizen science". *Science of the Total Environment*, 874, 162527.

SETÄLÄ, O.; TIRRONEN, J.; LEHTINIEMI, M. (2022). "Testing citizen science as a tool for monitoring surface water microplastics". *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(12).

SHRUTI, V. C.; JONATHAN, M. P.; RODRIGUEZ-ESPINOSA, P. F.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, F. (2019) "Microplastics in freshwater sediments of Atoyac River basin, Puebla City, Mexico". *Science of The Total Environment*, 654, pp. 154-163.

THACHARODI, A.; HASSAN, S.; MEENATCHI, R.; BHAT, M. A. *et al.* (2024) "Mitigating microplastic pollution: A critical review on the effects, remediation, and utilization strategies of microplastics". *Journal of Environmental Management*, 351, 119988.

TUNNELL, J.W.; DUNNING, K.H.; SCHEEF, L.P.; SWANSON, K.M. (2020). "Measuring plastic pellet (nurdle) presence on shorelines throughout the Gulf of Mexico using citizen scientists: Establishing a platform for policy-relevant research". *Marine Pollution Bulletin*, 151.

VAN DER MOLEN, J.; VAN LEEUWEN, S.M.; GOVERS, L.L.; VAN DER HEIDE, T. *et al.* (2021). "Potential Micro-Plastics Dispersal and Accumulation in the North Sea, With Application to the MSC Zoe Incident". *Frontiers in Marine Science* 8.

WALTERS, L.I.; CRAIG, C.A.; DARK, E.; WAYLES, J. *et al.* (2022). "Quantifying spatial and temporal trends of microplastic pollution in surface water and in the Eastern oyster *Crassostrea virginica* for a dynamic estuary". *Environments - MDPI* 9(10).

WALTHER, B. A.; PASOLINI, F.; KOREZ LUPŠE, Š.; BERGMANN, M. (2024). "Microplastic detectives: a citizen-science project reveals large variation in meso- and microplastic pollution along German coastlines". *Frontiers in Environmental Science*, 12.