



Técnicas instrumentais utilizadas em detecção de microplásticos

Instrumental techniques used in microplastic detection

Pietra T. Expósito*, Danielle C. Schnitzler†

RESUMO

A produção global de plástico vem aumentando drasticamente ao longo dos anos, estimasse que aproximadamente 6.300 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos foi gerado em até 2015. Microplásticos são partículas de plásticos de até 5mm de diâmetro ou comprimento e estimasse que mais de 5 trilhões de partículas de MPs flutuam na superfície dos oceanos em todo o mundo. Esses MPs encontrados em sedimentos e coluna de água podem ser confundidos por vários organismos marinhos, assim, podendo atingir toda cadeia alimentar, chegando até o consumo humano. Portanto, a quantificação e identificação de MPs são fundamentais para fornecer uma avaliação realista de seu efeito, contaminação, poluição e destino no ambiente. As técnicas de quantificação e identificação devem ser práticas, precisas e econômicas, para permitir o trabalho de rotina com um grande número de amostras. Esta revisão teve o enfoque em métodos analíticos para identificação de microplásticos. Com uma pesquisa de artigos na base científica, Web of Science, nos últimos 4 anos nota-se uma diversidade de métodos usados para a confirmação da presença de microplásticos, sendo a mais usada a Espectroscopia de Infravermelho e técnicas semelhantes como Espectroscopia Raman.

Palavras-chave: microplásticos, técnicas de quantificação, métodos analíticos.

ABSTRACT

Global plastic production has increased drastically over the years, estimating that approximately 6,300 million metric tons of plastic waste was generated by 2015. Microplastics are plastic particles up to 5mm in diameter or length and estimates that more than 5 trillion PM particles float on the surface of oceans worldwide. These MPs found in sediments and water column can be confused by various marine organisms, thus, reaching the entire food chain, reaching human consumption. Therefore, the quantification and identification of MPs are fundamental for a realistic assessment of their effect, contamination, source and fate in the environment. Quantification and identification techniques should be practical, accurate and promoting, to allow for routine work with a large number of members. This review focused on analytical methods for identifying microplastics. With a search of articles in the scientific database, Web of Science, in the last 4 years, a diversity of methods can be seen to be used to verify the presence of microplastics, the most used being Infrared Spectroscopy and similar techniques such as Raman Spectroscopy.

Keywords: microplastics, quantification techniques, analytical methods.

* Bacharelado em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; Pietratridaexp@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; Daniellec@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

A produção global de plástico vem aumentando drasticamente ao longo dos anos, seu baixo valor comercial, resistência mecânica e leveza faz com que esse material seja amplamente usado pela indústria. Estima-se que 8.300 milhões de toneladas métricas (Mt) de plásticos virgens foram produzidos até o momento. Até 2015, aproximadamente 6.300 Mt de resíduos plásticos foram gerados, cerca de 9% dos quais foram reciclados, 12% foram incinerados e 79% foram acumulados em aterros ou no ambiente natural (GEYER; JAMBECK, 2017). Em nível global, 5 a 13 milhões de toneladas de plásticos, representando 1,5 a 4% da produção global entra nos oceanos todos os anos (JAMBECK, 2015).

Microplásticos (MPs) são partículas de até 5 mm de diâmetro ou comprimento, podendo esse ser de origem primária, liberadas diretamente ao meio ambiente como partículas pequenas, ou secundárias, proveniente de desgastes de objetos plásticos maiores. Fatores como a radiação ultravioleta (UV) e estresse mecânico contribuem para a degradação de objetos plásticos gerando partículas menores. Além disso, partículas provenientes de produtos de cuidados pessoais, desgastes de pneus e pellets de resina de pré-produção, dentre outros, também são encontradas no meio ambiente. Microplásticos também são liberados de roupas sintéticas como resultado de lavagem à máquina, que é lançada diretamente no meio urbano via escoamento municipal. Foi estimado que uma única camisa feita de fibra de poliéster libera cerca de 1900 fibras em uma única lavagem. Os microplásticos em forma de fibra são os mais comumente relatados na literatura (TIWARI, 2019).

Estima-se que mais de 5 trilhões de partículas de MPs flutuam na superfície dos oceanos em todo o mundo (SHABAKA, 2020). Microplásticos em praias já foram reportados em locais distantes uns dos outros, banhados por diferentes oceanos, como o Brasil, Chile, Colômbia, Peru, EUA, Croácia, Holanda, outros países europeus, China, Índia, África do Sul, Nova Zelândia, entre outros (VIDAL, 2021).

Esses detritos e materiais fibrosos provenientes de diferentes materiais encontrados em sedimentos e coluna de água podem ser confundidos por vários organismos marinhos, assim, podendo atingir toda cadeia alimentar, chegando até o consumo humano. Cientistas relataram a ingestão de microplástico por plâncton, moluscos e várias espécies de peixes e, além disso, ser acumuladas em toda a cadeia alimentar, juntamente com poluentes coexistentes (CHEN, 2020).

Portanto, a quantificação e identificação de MPs são fundamentais para fornecer uma avaliação realista de seu efeito, contaminação, poluição e destino no ambiente. As técnicas de quantificação e identificação devem ser práticas, precisas e econômicas, para permitir o trabalho de rotina com um grande número de amostras. Vários pesquisadores criticaram a falta de um protocolo padronizado para amostragem, identificação e quantificação de MPs, eventualmente levando a comparabilidade de resultados insuficiente (FILELLA, 2015; SONG., 2015; LUSHER, 2017; UNDERWOOD, 2017). Neste contexto, este trabalho visa uma breve revisão sobre métodos analíticos de identificação para microplásticos presentes em amostras variadas.



2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

A metodologia aplicada para esta revisão foi a busca de artigos na base científica, Web of Science, nos últimos 4 anos: 2018, 2019, 2020 e 2021 com uma combinação entre as palavras-chave *Instrumental Techniques, Analysis e Microplastics*, podendo assim aumentar o alcance da pesquisa, obtendo uma melhor comparação entre dados das metodologias analíticas utilizadas em quantificação e caracterização de microplásticos nos últimos anos.

Nessa busca notou-se uma grande quantidade de artigos de revisão sobre os métodos instrumentais de análise de microplásticos publicados, principalmente nos dois últimos anos. Os artigos de pesquisa publicados podem ser grossamente divididos em duas partes distintas, os que utilizam as técnicas de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) e espectroscopia Raman e os artigos que buscam novas técnicas de análise instrumental para a caracterização. Nos artigos desta presente revisão, para uma maior diversidade e comparação de dados, dos 9 artigos utilizados, um foi de revisão, seis artigos utilizaram as técnicas de espectroscopia de infravermelho e/ou espectroscopia Raman e dois artigos propuseram novas técnicas de análise.

3 RESULTADOS

Consultando a base de dados com palavras-chave e combinações, observa-se um aumento das publicações ao longo dos anos demonstrando a relevância do assunto (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantidade de artigos publicados ao longo dos anos por palavra-chave

Palavras – Chave	Ano			
	2018	2019	2020	2021
Microplastics	674	1182	1993	2881
Techniques + Analysis + Microplastics	337	560	993	1490
Instrumental Techniques + Microplastics	30	48	91	148
Instrumental Techniques + Analysis + Microplastics	30	45	88	146

Fonte: A autoria própria (2021).

Embora o plástico totalmente sintético tenha sido sintetizado pela primeira vez em 1909 pelo químico belga Leo Baekeland, somente em 2004, após 95 anos, temos estudos sobre a contaminação de microplásticos descritos na literatura. Levando em conta os dados da Tabela 1, nota-se que em média, ao longo dos anos houve um aumento de 66% nos artigos publicados, com uma média de 55% de aumento só de 2020 para 2021. Estudos já reportaram a contaminação por microplásticos em praias ao longo de todo mundo e a ingestão do mesmo por várias espécies marinhas, e o número de artigos publicados só aumentam, enfatizando a importância destes para a sociedade. Porém a análise microplástica não é simples e pode ser classificadas em duas formas complementares.

A análise consiste em dois conjuntos; caracterização física de microplásticos e caracterização química para confirmação de plásticos. A contagem de partículas microplásticas é feita após a separação da mesma da amostra, assim a contagem é feita manualmente a olho nu ou usando auxílio de câmeras especiais, estereomicroscópio e microscopia eletrônica de digitalização.



Então os microplásticos podem ser classificados por suas características como tamanho, forma e cor. Com base na dimensão mais longa de indivíduos, os microplásticos podem ser classificados em grupos de tamanhos. Cinco principais categorias são geralmente incluídas com base em suas formas: fibra, fragmento, conta, espuma e filme. No entanto, existem várias limitações ou deficiência na identificação visual. Por exemplo, ERIKSEN (2013) descreveu a identificação incorreta de aproximadamente 20% das partículas inicialmente identificados como microplásticos por observação visual, que foram posteriormente identificados como silicato de alumínio de cinzas de carvão usando microscopia eletrônica de varredura (MEV). Em outras obras, 32% de partículas microplásticas contadas visualmente abaixo de 100 µm não foram confirmados como microplástico após aplicação de micro-Raman (LENZ, 2018); e até 70% das partículas foram erroneamente identificadas como microplásticos através da análise FTIR (ZHOU, 2018). Portanto, a identificação visual de microplásticos são imprecisas e devem ser combinadas com outras tecnologias físicas ou químicas.

Dentre as técnicas de caracterização químicas usadas e descritas nos artigos estão: Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), Espectroscopia Raman, Imagem Hiperespectral no infravermelho próximo (HSI-NIR), Calorimetria de varredura por difração (DSC), Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas (CG/MS), Microscopia de fluorescência, Microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (MEV/EDS) e Cromatografia de Permeação em Gel (GPC).

Em geral, a microscopia infravermelha é uma das mais amplamente técnicas disponíveis na identificação química de microplásticos. Técnicas semelhantes incluem m-FT-IR, refletância total atenuada (ATR) e espectrometria (micro) m-Raman. Existem uma diferença da distinção espacial entre m-FTIR e m-Raman (BLÄSING, 2018). O limite de tamanho do ensaio de m-Raman pode chegar a até 1 mm, enquanto m-FTIR só pode detectar microplásticos maiores que 10 e 20 µm (CAI, 2017). No caso da espectroscopia Raman, o sinal de matéria orgânica pode degradar parcialmente através de um fundo altamente fluorescente; no entanto, pode exceder a magnitude do sinal do polímero (SILVA, 2018).

4 CONCLUSÃO

No geral, ainda é um grande desafio a análise de microplásticos. Contagens visuais de partículas, sem a sua confirmação por técnicas instrumentais, muitas vezes levam a resultados errôneos de contaminação, confundindo microplásticos com outros materiais. Os métodos atuais usados para a sua determinação são amplos, dificultando assim uma padronização dos mesmos, embora ainda sejam mais usadas as técnicas de FT-IR e Raman, se faz necessário para a comunidade científica, uma padronização de protocolos metodológicos para monitoramento e comparação eficazes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Danielle Caroline Schnitzler pela oportunidade de estar sempre aprendendo cada vez mais com a iniciação científica, mesmo num momento tão difícil para o ensino acadêmico como o qual estamos enfrentando com as dificuldades causadas pela pandemia do COVID-19 e com os cortes orçamentários nas universidades públicas.

REFERÊNCIAS



- BIVER, T.; BIANCHI, S. **Selective determination of poly(styrene) and polyolefin microplastics in sandy beach sediments by gel permeation chromatography coupled with fluorescence detection.** Trends in Analytical Chemistry, 2018.
- BLÄSING, M.; AMELUNG, W. **analytical methods and possible sources.** Science of The Total Environment, 2018.
- CAI, L.; WANG, J. **Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminar research and first evidence,** 2017.
- CHEN, L.C.; WANG, C.W. **Micro-sized Microplastics Lead to Hyperactive Swimming Behaviour in Adult Zebrafish.** China: Aquatic Toxicology, 2020.
- CHRISTENSEN, N. D.; WINSINGER, C. E. **Transport and characterization of microplastics in inland waterways.** Journal of Water Process Engineering, 2020.
- ERIKSEN, M.; MASON, S. **Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian great Lakes.** Marine Pollutin Bulletin, 2013.
- FORTIN, S.; SONG, B **Quantifying and identifying microplastics in the effluent of advanced wastewater treatment systems using Raman microspectroscopy.** Marine Pollutin Bulletin 2019.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. **produção, uso e destino de todos os plásticos já feitos.** Avanços da Ciência: Vol 3; 7 ed. 2017.
- HE, D.; LUO, Y. **Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks.** China: Trends in Analytical Chemistry, 2018.
- JAMBECK, J. R.; GEYER, R. **insumos de resíduos de plásticos da terra para o oceano.** Avanços da Ciência, Vol. 347; 6223 ed. 2015.
- LENZ, R.; ENDERS, K. **A critical assessment of visual identification of marine microplastic using Raman spectroscopy for analysis improvement.** Marine Pollutin Bulletin, 2015.
- RENNER, G.; SCHMIDT, T. **Analytical Methodologies for Monitoring Micro(nano)plastics: Which are Fit for Purpose?.** Environmental Science & Health ,2017.
- SHABAKA, S. H.; MAREY, R. S. **Thermal analysis and enhanced visual technique for assessment of microplastics in fish from an Urban Harbor, Mediterranean Coast of Egypt.** Egito: Marine Pollutin Bulletin, 2020.
- SHURUTI, V.C.; PÉREZ-GUEVARA, F. **Current trends and analytical methods for evaluation of microplastics in stormwater.** Trends in Environmental Analytical Chemistry, 2021.
- SILVA, A. B.; BASTOS, A. S. **Microplastics in the environment: challenges in analytical chemistry e a review.** Analytica Chimica Acta, 2018.
- TIWARIA, M.; RATHOD, T.D. **Distribution and characterization of microplastics in beach sand from three diferente Indian coastal environments.** Índia: Marine Pollutin Bulletin, 2019.
- VIDAL, C.; PASQUINI, C. A. **Comprehensive and fast microplastics identification based on near-infrared hyperspectral imaging (HSI-NIR) and chemometrics.** Environmental Pollution, 2021.
- ZHOU, Q.; ZHANG, H. **The distribution and morphology of microplastics in coastal soils adjacent to the Bohai Sea and the Yellow Sea.** China: Geoderma, 2018.