ISSN: 2594-6153

Microplásticos associados a hidrocarbonetos policíclicos aromáticos: uma revisão sobre estado da arte e seus efeitos na biota

Tawany de Mello Souza, Paloma Kachel Gusso Choueri

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil
E-mail: mello.tawany@gmail.com

Resumo: Devido ao seu descarte indevido, os plásticos vão parar nos ecossistemas aquáticos, representando uma ameaça à biota. A partir de sua degradação contínua, são gerados os microplásticos, que se tornam disponíveis para uma grande variedade de organismos e, devido ao seu tamanho reduzido, possuem uma superfície elevada com potencial para adsorver poluentes orgânicos hidrofóbicos da água, como os HPAs. Esses poluentes apresentam efeitos nocivos para os ecossistemas e para a saúde humana, sendo de extrema importância a compreensão do mecanismo de adsorção de HPAs nos microplásticos e seus efeitos na vida dos ecossistemas. Assim, o objetivo deste trabalho foi, a partir de um levantamento bibliográfico, avaliar as interações de MPs/HPAs, o que se sabe sobre seus mecanismos e quais os principais efeitos conhecidos. Os mecanismos de interação entre os MPs e os químicos orgânicos ainda não são bem compreendidos e foram encontrados poucos estudos sobre a avaliação de impacto que a interação MPs/HPAs pode causar nos ecossistemas.

Palavras-chave: microplásticos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, poluentes orgânicos, interação, efeitos ambientais

Microplastics associated with polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the state of the art and its effects on biota

Abstract: Due to their improper disposal, plastics end up in aquatic ecosystems, representing a threat to biota. From their continuous degradation, microplastics are generated, which become available to a wide variety of organisms and, due to their small size, have a high surface with potential to adsorb hydrophobic organic pollutants from water, such as PAHs. These pollutants have harmful effects on ecosystems and human health, and it is extremely important to understand the mechanism of adsorption of PAHs in microplastics and its effects on ecosystem life. Thus, the objective of this work was, from a bibliographic survey, to evaluate the interactions of MP/PAHs, what is known about their mechanisms and what are the main known effects. The mechanisms of interaction between MPs and organic chemicals are not yet well understood and few studies were found on the impact assessment that MPs/PAHs interaction can cause on ecosystems.

Keywords: microplastics, polycyclic aromatic hydrocarbons, organic pollutants, interaction, environmental effects

Introdução

A má gestão e o descarte indevido dos plásticos são responsáveis pela geração de enormes quantidades de detritos que encontram o seu caminho em lagos, rios e oceanos. Uma vez que os plásticos se acumulam em diferentes ecossistemas, as

ISSN: 2594-6153

condições ambientais favorecem os processos físico-químicos que os levam à degradação contínua, originando os microplásticos [1].

Os microplásticos são partículas de plástico caracterizadas por apresentar tamanho menor que 5mm. A presença desses microplásticos nos oceanos representa uma ameaça para os ecossistemas, pois, devido ao seu tamanho reduzido, possuem maior distribuição e se tornam disponíveis para uma grande variedade de organismos [2]. Além disso, contêm uma superfície elevada com alto potencial para capturar quantidades efetivamente grandes de poluentes orgânicos hidrofóbicos da água [3]. Sua capacidade de sorção varia em função dos polímeros plásticos e dos químicos considerados [4].

Entre esses poluentes orgânicos estão os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Estes hidrocarbonetos são um grupo de poluentes persistentes, semi-voláteis e orgânicos, ubíquos no ambiente, que apresentam efeitos nocivos para os ecossistemas e para a saúde humana, uma vez que já se revelaram cancerígenos, teratogênicos e mutagênicos [5,6].

Os HPAs, quando são adsorvidos pelos microplásticos, alteram o seu destino, distribuição e grau de toxicidade para os organismos marinhos. Assim, a compreensão do mecanismo de adsorção de HPAs nos microplásticos e seus efeitos na vida dos ecossistemas é de grande importância [6].

Objetivo

Avaliar, baseado em dados apresentados pela literatura, quais são as interações dos microplásticos com os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, o que se sabe sobre os mecanismos e quais são os principais efeitos que essa interação causa na biota aquática.

Materiais e métodos

Foi feito um levantamento bibliográfico, a partir de artigos coletados em páginas da internet de busca de pesquisa científica como: PubMed, Scielo e Google Acadêmico. As páginas foram acessadas utilizando como termos para busca: microplásticos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, poluentes orgânicos, interação, efeitos ambientais.

ISSN: 2594-6153

Resultados e discussão

Através desta pesquisa foi possível observar que, embora os microplásticos sejam conhecidos por sorverem contaminantes orgânicos da água, os mecanismos de interação entre os MPs e os químicos orgânicos ainda não são bem compreendidos.

Percebe-se que poucos estudos objetivam, de fato, realizar a avaliação de impacto que essa interação entre MP e HPA pode causar nos ecossistemas.

Dentre os materiais que compõe os microplásticos, percebeu-se que os mais estudados são o polietileno (PE), seguido do poliestireno e polipropileno (PP). Dos HPAs observados nos presentes artigos, o principal composto estudado foi o BaP (benzo[a]pireno) e este interesse está relacionado ao BaP ser um dos mais potentes agentes carcinogênicos em animais, além de estar distribuído de forma omnipresente nos ambientes costeiro e marinho. Através dos resultados, foi possível observar que o BaP vem sendo utilizado como modelo para investigar os efeitos e as vias metabólicas dos HPAs nos organismos marinhos [7,8]. O nitroantraceno e fenantreno também aparecem com grande frequência nos estudos.

Para a descrição da sorção de equilíbrio de contaminantes orgânicos nos plásticos, são utilizados diferentes tipos de isotermas de sorção [9]. Os mais utilizados nos artigos estudados foram os modelos lineares, Freundlich e Langmuir.

O efeito do tamanho dos microplásticos na adsorção de poluentes é um fator muito significativo. Os estudos mostraram que, quanto menor as partículas de microplástico, maior a adsorção dos HPAs. As partículas de pequeno tamanho (<0,1µm) adsorvem cerca de 40% a mais de HPAs do que os grandes microplásticos (1-5mm), que reportavam a menor capacidade de adsorção para os HPAs [6].

Além das hipóteses matemáticas e químicas, foram encontradas também algumas abordagens experimentais nos estudos avaliados, como análises químicas de tecidos, testes enzimáticos, análises histológicas e rastreio de fluorescência.

Dentre os biomarcadores utilizados para a compreensão dos efeitos subletais, foram mais observados: a quantificação de atividades enzimáticas antioxidantes (superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutationa peroxidase (GPx), que estão também envolvidas na proteção contra espécies reativas de oxigênio geradas durante o estresse oxidativo); e biotransformação (glutationa S-transferase (GST)). Esses

biomarcadores desempenham um papel fundamental na detoxificação dos contaminantes e quando existe a perturbação da homeostase do organismo podem ser observadas alterações bioquímicas e fisiológicas [10]. O processo indicativo de dano oxidativo mais investigado foi a peroxidação lipídica (LPO). Danos no DNA também foram investigados para avaliar a genotoxicidade, seguidos pela atividade da enzima acetilcolinesterase (AChE), que está envolvida na transmissão neuromuscular. Também foram observados estudos que objetivam avaliar a estabilidade da membrana lisossomal de hemócitos, biomarcador utilizado para avaliar efeitos fisiológicos [10, 11].

Quanto aos efeitos que a interação MP/HPA causam nos organismos, não foram encontrados resultados significativos que permitiram definir, de fato, quais são esses efeitos. Pouquíssimos estudos mostraram que os animais expostos aos MPs associados aos HPAs podem exibir maiores taxas de anormalidades nucleares e alterações no tamanho e forma dos eritrócitos e seus núcleos, sugerindo efeito mutagênico e citotóxico, respectivamente. Outros estudos descobriram que os microplásticos induziram uma resposta inflamatória nos organismos, acumulação de lipídeos no fígado e perfis metabólicos modificados [12].

Em relação ao tipo de exposição do microplástico aos organismos vivos, a maioria dos estudos focou na ingestão oral dos microplásticos, visto que, quando presentes no meio natural, os microplásticos são propensos a serem ingeridos pelos organismos. Também foram encontrados alguns estudos que relataram que, após a exposição, as microesferas de plástico não eram encontradas apenas no trato intestinal, mas também em brânquias, intestino, hepatopâncreas e fígados dos organismos (como por exemplo, peixes e caranguejos) [13,14].

Conclusão

É de extrema importância estudar as interações dos microplásticos com os poluentes orgânicos para melhor compreensão dos seus efeitos, visto que essa interação gera riscos ao meio ambiente e à vida nos ecossistemas. Apesar disso, quase nenhum estudo na literatura abordou, de fato, os possíveis efeitos que esta interação poderia ter na biota, nem que anomalias metabólicas poderiam ocorrer em organismos expostos a este tipo de contaminação.

Os microplásticos, além de transferir poluentes orgânicos aos organismos por ingestão, também podem transferí-los por simples fixação a epitélios ou através da

coluna de água. Porém, na maioria dos casos, vias alternativas de exposição a microplásticos e os efeitos sobre os organismos aquáticos tem sido negligenciados.

Referências bibliográficas

1. Sebille, E.V., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenco, N., Hardesty, B.D., Franeker J.A., Eriksen, M., Siegel, D., Galgani, F., Law, K.L. 2015. **A global inventory of small floating plastic debris**. Environ. Chem. Lett. 10, 124006.
2. Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T. S. 2011. **Microplastics as contaminants in the marine environment: A review**. Science Direct. 62(12), 2588-2597.
3. Wagner, S., Gondikas, A., Neubauer, E., Hofmann, T., von der Kammer, F, 2014. **Spot the difference: engineered and natural nanoparticles in the environment-release, behavior, and fate**. Angew. Chem. 53, 12398-12419.
4. Rochman, C. M. 2015. **The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment**. Marine Anthropogenic Litter. 117-140.
5. Alegbeleye O.O., Opeolu, B. O., Jackson, V.A. 2017. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: A Critical Review of Environmental Occurrence and Bioremediation**. Environ Manage. 60(4), 758-783.
6. Sharma M. D., Elanjickal, A. I., Mankar, J. S., Krupadam, R. J. 2020. **Assessment of cancer risk of microplastics enriched with polycyclic aromatic hydrocarbons**. J Hazard Mater. 5, 398.
7. Liu, T., Pan, L., Jin, Q., and Cai, Y. 2015. **Differential gene expression analysis of benzo(a)pyrene toxicity in the clam, *Ruditapes philippinarum***. Ecotoxicol. Environ. Saf. 115, 126–136.
8. Châtel, A., Bruneau, M., Lièvre, C., Goupil, A., and Mouneyrac, C. 2017. **Spermatozoa: a relevant biological target for genotoxicity assessment of contaminants in the estuarine bivalve *Scrobicularia plana***. Mar. Pollut. Bull. 116, 488–490.
9. Hüffer T., Hofmann T. 2016. **Sorption of non-polar organic compounds by micro-sized plastic particles in aqueous solution**. Environ Pollut. 214, 194–201.
10. O'Donovan S., Mestre C. N., Abel S., T. G. Fonseca, Carteny C. C., Cormier B., Keiter S. H., M. J. Bebianno. 2018. **Ecotoxicological Effects of Chemical Contaminants Adsorbed to Microplastics in the Clam *Scrobicularia plana***. Front. Mar. Sci. 5, 143.
11. Avio C.G., Gorbi S., Milan M., Benedetti M., Fattorini D., d'Errico G., Pauletto M., Bargelloni L., Regoli F. 2015. **Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels**. Environmental Pollution. 198, 211-222.
12. Lu Y., Zhang Y., Deng Y., Jiang W., Zhao Y., Geng J., Ding L., Ren H. 2016. **Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebrafish (*Danio rerio*) and toxic effects in liver**. Environ. Sci. Technol.
13. Watts, A.J., Lewis, C., Goodhead, R.M., Beckett, S.J., Moger, J., Tyler, C.R., Galloway, T.S. 2014. **Uptake and retention of microplastics by the shore crab *Carcinus maenas***. Environ. Sci. Technol. 48, 8823-8830.
14. Batel A., Borchert F., Reinwald H., Erdinger L., Braunbeck T. 2018. **Microplastic accumulation patterns and transfer of benzo[a]pyrene to adult zebrafish (*Danio rerio*) gills and zebrafish embryos**. Environ Pollut. 235, 918-930.