AVALIAÇÃO DO EFEITO ECOTOXICOLÓGICO DA MICROFIBRA DE POLIÉSTER NO DESENVOLVIMENTO EMBRIOLARVAL DE *ECHINOMETRA LUCUNTER*

EVALUATION OF THE ECOTOXICOLOGICAL EFFECT OF POLYESTER MICROFIBER ON THE EMBRYO-LARVAL DEVELOPMENT OF *ECHINOMETRA LUCUNTER*

Beatriz Alvarez Flores, Jennifer Barbosa dos Santos, Júlia Lino Duz,
Paloma Kachel Gusso-Choueri
Universidade Santa Cecília, Curso de Ciências Biológicas

E-mail para contato: beatrizalvarezx@outlook.com

*RESUMO***:** *Microfibras sintéticas são prejudiciais para os organismos aquáticos, devido aos diversos aditivos que são incorporadas a elas durante o processo de fabricação, e por serem de difícil degradação. A hipótese desse estudo é que a concentração mais alta (0,1) de microfibra possui maior toxicidade do que a concentração mais baixa (0,0001). Para a realização do experimento foi realizado o teste de toxicidade embriolarval do ouriço-do-mar Echinometra lucunter. Os resultados mostram que a maior concentração de microfibra é mais tóxica do que a concentração mais baixa, para o desenvolvimento embrio-larval de E. lucunter, apontado a necessidade de políticas públicas e mais pesquisas relacionadas aos impactos de microfibra no meio ambiente.*

Palavras-chave: Microfibras; Poliéster; *Echinometra lucunter*; Toxicidade; *Fast-fashion*.

*ABSTRACT***:** *Synthetic microfibers are harmful to aquatic organisms due to the various additives that are incorporated into them during the manufacturing process and because they are difficult to degrade. The hypothesis of this study is that the highest concentration (0.1) of microfiber has greater toxicity than the lowest concentration (0.0001). To carry out the experiment, the embryo-larval toxicity test of the sea urchin Echinometra lucunter was performed. The results show that the highest concentration of microfiber is more toxic than the lowest concentration for the embryo-larval development of E. lucunter, highlighting the need for public policies and more research related to the impacts of microfiber on the environment.*

Keywords: Microfibers; Polyester; *Echinometra lucunter*; Toxicity; *Fast-fashion*.

Tipo do trabalho: (X) Iniciação científica ( ) Iniciação tecnológica ( ) Extensão

1 INTRODUÇÃO

A indústria da moda é um dos setores econômicos que mais geram lucro, movimentando mais de trilhões de dólares ao redor do mundo, sendo um mercado que busca inovação constante, e suas consequências são a exploração de matéria-prima, altas emissões de carbono, e outros fatores interligados que resultam em grande impacto ambiental [1]. Um setor recente do mercado têxtil é o *fast-fashion*, que busca reproduzir tendências das grandes marcas de roupas, em larga escala [2], muitas vezes com mão de obra escrava ou trabalho análogo à escravidão [3], com um material barato e um ciclo de utilidade bem menor, garantindo que as peças serão consumidas.

As indústrias têxteis são apontadas como uma das principais fontes de microfibra no meio ambiente, que não pequenos fragmentos com diâmetro inferior a 50 μm, com seu comprimento podendo variar de 1 μm a 5 mm [4], ainda podem ser de origem natural (algodão) ou sintética (poliéster) [5]. Porém não é apenas ela que liberam o fragmento para o ambiente, que também está associada aos efluentes domésticos [5], onde podem ser liberadas durante o processo de lavagem de roupa, sendo estimado que para cada 1 kg de tecido sintético sejam liberados cerca de 23.333 a 116.666 microfibras [6] junto com a água para o sistema de esgoto, e uma vez nesse sistema, as microfibras seguem o caminho até o ambiente marinho, causando contaminação no ambiente e na fauna presente, sendo que os efeitos para a segunda ainda permanecem pouco compreendidos [7].

Estudos ecotoxicológicos são cruciais para entender a saúde do meio ambiente, onde, para a avalição, são utilizadas normas e protocolos específicos que utilizam organismos como bioindicadores [8]. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de duas concentrações de fibras de poliéster em *Echinometra lucunter*. Para isso, os organismos foram expostos com uma concentração ambiental e com uma concentração extrema. Parte-se da hipótese que as concentrações extremas das microfibras de poliéster terão um efeito significativamente mais tóxico sobre os organismos do que as concentrações encontradas no ambiente natural.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção das microfibras tecidos de poliéster (100%) foram adquiridos em um estabelecimento comercial da cidade de Santos (SP). As microfibras foram extraídas

manualmente através de um removedor de pelos elétricos e então armazenadas em recipientes de vidros e mantidas em ambiente escuro.

Os ouriços-do-mar foram obtidos, através do mergulho livre na Ilha das Palmas (litoral central de São Paulo, Brasil) (figura 1.A) e mantidos em tanques com água do mar (figura 1.B). A água apresenta condições controladas sendo: oxigênio, 5.5 ± 0.5 mg/L; salinidade 34±2; pH 8,3±0,2; 16/8 h luz/escuro.

O ensaio de desenvolvimento embriolarval foi realizado de acordo com a ABNT NBR 15350 (2023) (figura 1.C-F). Foram utilizadas soluções contendo fibras de poliéster em diferentes concentrações (0,1 mg e 0,0001 mg) além do controle que estava isento de contaminação. Cada tratamento foi realizado com 4 réplicas e 10 mL de meio experimental, os tubos foram mantidos em condições controladas (16:8 h claro:escuro; temperatura de 28 ± 2°C; salinidade de 34). Ao final de 42 horas as larvas foram fixadas em formaldeído tamponado (10%) e contadas na câmara de Sedgwick-Rafter.

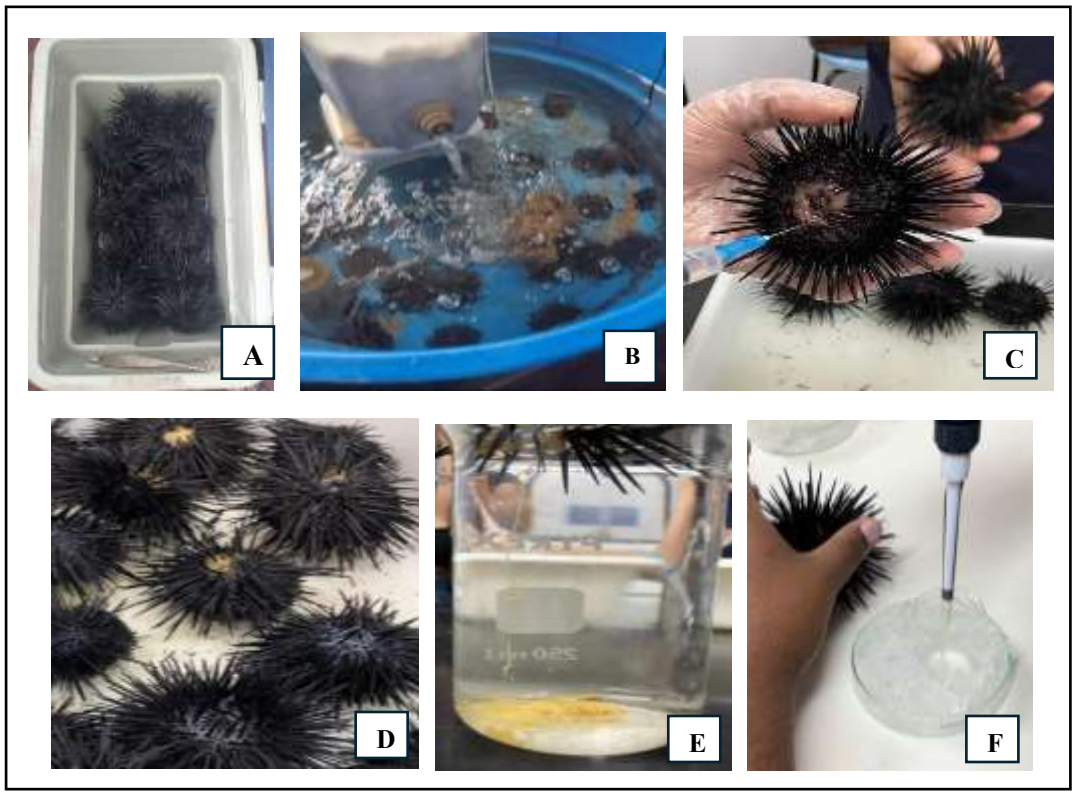


Figura 1. Fotos obtidas durante o experimento para obtenção dos gametas femininos e masculinos do ouriço-do-mar E. lucunter. Figura A. Amostras na caixa térmica para serem transportadas para o laboratório. Figura B. Ouriços no tanque do laboratório. Figura C. Injeção de KCl para a estimulação. Figura D. Ouriços estimulados, onde o alaranjado indica fêmeas e os esbranquiçados indicam macho. Figura E. Coleta dos gametas femininos. Figura F. Coleta dos gametas masculinos. Fotos da autora Jennifer Barbosa dos Santos

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração mais elevada (0,1) demonstrou um impacto tóxico significativamente maior em comparação com a concentração ambientalmente relevante (0,0001), o que sugere uma correlação direta entre o aumento da concentração de microfibras e a intensificação dos efeitos adversos (figura 2).



Figura 2. Média do desenvolvimento embriolarval do ouriço-do-mar, *E. lucunter*, exposto a diferentes concentrações (g) de microfibra de poliéster

No presente trabalho, observa-se que as microfibras de poliéster são tóxicas para o desenvolvimento do embriolarval de ouriço-do-mar já na concentração ambiental (0,0001), e mais tóxica ainda em concentração extrema (0,1). Estudos demonstram que as fibras de poliéster apresentam maior toxicidade devido a sua dificuldade de degradação [9], e aos diversos aditivos que são incorporados a ela, agentes antibacterianos, retardadores de chama, corantes, plastificantes, agentes antiestáticos e antioxidantes [10].

O aumento da toxicidade devido a concentração de microfibras é preocupante, pois a partir desse estudo pode-se prever cenários futuros para o aumento de microfibras em regiões costeiras e os efeitos nos organismos aquáticos, principalmente em países subdesenvolvidos que não possuem tratamentos de água adequados para a remoção de partículas antropogênicas.

Os ouriços-do-mar possuem papel crucial na cadeia trófica, ajudando controlar o crescimento de alga e servem como presas para diversos peixes e crustáceos carnívoros, a mudança na sua sobrevivência ou no seu crescimento, pode resultar na alteração do equilíbrio dinâmico de outros níveis do ecossistema [11]. O impacto dos contaminantes nas larvas é mais eficaz, devido sua sensibilidade nessa fase de vida, causando redução

na taxa de sobrevivência e consequentemente comprometer a presença da espécie no ambiente [12].

4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que microfibras de poliéster têm o potencial de causar impacto toxicológico no desenvolvimento embriolarval da espécie de ouriço do mar *E. lucunter*. Como demonstrado no estudo, o efeito tóxico ocorre na concentração ambiental (0,0001 mg), porém é ainda maior na concentração mais elevada (0,1 mg), indicando uma possível relação entre o aumento da concentração de microfibras e o declínio no desenvolvimento embriolarval. Os dados são alarmantes, pois, a intensificação de setores como o fast-fashion, o crescimento exponencial do descarte de tecidos, e a tecnologia escassa e pouco acessível para que as microfibras evitem de contaminar corpos aquáticos e solo, são fatores que podem levar ao desequilíbrio ecossistêmico em ambientes aquáticos.

5 REFERÊNCIAS

1. NIINIMÄKI, K. et al. The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, v. 1, n. 4, p. 189-200, 2020.
2. JOY, A.; SHERRY JR, J. F.; VENKATESH, A.; WANG, J.; CHAN, R. Fast fashion, sustainability, and the ethical appeal of luxury brands. *Fashion Theory*, v. 16, n. 3, p. 273-295, 2012.
3. LOS, V. A. et al. Fast Fashion: pesquisa sobre a exploração da mão de obra em negócios de vestuário no Brasil. *Revista Poliedro*, v. 5, n. 5, p. 103-130, 2021.
4. LI, Y. et al. Review of research on migration, distribution, biological effects, and analytical methods of microfibers in the environment. *Science of the Total Environment*, v. 855, p. 158922, 2023.
5. ARIAS, A. H.; ALFONSO, M. B.; GIRONES, L.; PICCOLO, M. C.; MARCOVECCHIO, J. E. Synthetic microfibers and tyre wear particles pollution in aquatic systems: relevance and mitigation strategies. *Environmental Pollution*, v. 295, p. 118607, 2022.
6. YANG, L. et al. Microfiber release from different fabrics during washing. *Environmental Pollution*, v. 249, p. 136-143, 2019.
7. ROVIRA, J.; DOMINGO, J. L. Human health risks due to exposure to inorganic and organic chemicals from textiles: a review. *Environmental Research*, v. 168, p. 62-69, 2019.
8. SO, W. K.; CHAN, K.; NOT, C. Abundance of plastic microbeads in Hong Kong coastal water. *Marine Pollution Bulletin*, v. 133, p. 500-505, 2018.
9. DUPONT, S.; ORTEGA-MARTÍNEZ, O.; THORNDYKE, M. Impact of near-future ocean acidification on echinoderms. *Ecotoxicology*, v. 19, p. 449-462, 2010. DOI: 10.1007/s10646-010-0463-6.

10. MARTIN, S. et al. Early development and molecular plasticity in the Mediterranean sea urchin *Paracentrotus lividus* exposed to CO2-driven acidification. *Journal of Experimental Biology*, v. 214, p. 1357-1368, 2011. DOI: 10.1242/jeb.051169.
11.FARINA, S. et al. The Challenge of Managing the Commercial Harvesting of the Sea Urchin Paracentrotus Lividus: Advanced Approaches Are Required. PeerJ 2020, 8, e10093, 2020.
12. BYRNE, M.; et al. Temperature, but Not pH, Compromises Sea Urchin Fertilization and Early Development under near-Future Climate Change Scenarios. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 2009.