

Microplásticos: uma abordagem prática para produção de plástico biodegradável como estratégia de educação ambiental no ensino básico

Daniela da Cunha Silveira¹

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil

Correspondência: Daniela da Cunha Silveira, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil.
E-mail: danicunha.unisinos@gmail.com

Recebido: Dezembro 20, 2021

Aceito: Janeiro 12, 2022

Publicado: Fevereiro 01, 2022

Resumo

Com a industrialização e as mudanças nos hábitos de consumo, houve um aumento no uso de materiais cada vez mais prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana. Hoje em dia trabalhos que tratem da poluição ambiental por plástico e microplástico são recorrentes na literatura acadêmica, entretanto muitas vezes esses resultados, indagações e questionamentos não chegam ao cidadão comum ou aos bancos escolares da educação básica. A educação ambiental é amparada pelas políticas educacionais e deve estar presente de forma permanente nos componentes escolares sendo seus processos educativos uma ferramenta que proporcione condições para as pessoas adquirirem conhecimentos e habilidades para intervir de forma crítica em processos decisórios para a qualidade ambiental. O presente trabalho buscou avaliar a percepção, em relação aos microplásticos, dos estudantes do ensino médio de uma escola pública localizada na cidade de Gravataí - RS e promover a conscientização ambiental a partir do desenvolvimento de uma atividade de educação ambiental com o uso da tecnologia na produção de plásticos ecologicamente. A abordagem utilizada foi de natureza quali-quantitativa e desenvolvida em duas etapas: conhecimento da realidade escolar em relação ao tema com a aplicação de um questionário semi-estruturado aos alunos do ensino médio da comunidade escolar, totalizando 146 respondentes e atividade prática de produção de bioplástico como ferramenta de sensibilização. Constatou-se que cerca de 71,2% dos alunos não tinham conhecimento sobre o tema microplástico. Ainda, percebeu-se, a importância da EA nas ações e atitudes assertivas em relação à minimização dos impactos das ações humanas ao meio ambiente.

Palavras-chave: Microplástico; Biodegradável; Educação Ambiental; Experimentação; Educação.

Abstract

With industrialization and changes in consumption habits, there was an increase in the use of materials that are increasingly harmful to the environment and human health. Nowadays works that deal with environmental pollution by plastic and microplastic are recurrent in the academic literature, however many times these results, inquiries and questions do not reach the common citizen or the school benches of basic education. Environmental education is supported by educational policies and must be permanently present in school components, its educational processes being a tool that provides conditions for people to acquire knowledge and skills to intervene critically in decision-making processes for environmental quality. The present work sought to evaluate the perception, in relation to microplastics, of high school students from a public school located in the city of Gravataí - RS and to promote environmental awareness from the development of an environmental education activity with the use of technology in environmentally friendly plastic production. The approach used was of a qualitative-quantitative nature and was developed in two stages: knowledge of the school reality in relation to the subject with the application of a semi-structured questionnaire to high school students in the school community, totaling 146 respondents and practical activity of producing bioplastic as an awareness tool. It was found that about 71.2% of the students had no knowledge about the microplastic topic. Still, it was noticed the importance of EE in assertive actions and attitudes in relation to minimizing the impacts of human actions on the environment.

Keywords: Microplastic; Biodegradable; Environmental Education; Experimentation; Education.

Resumen

Con la industrialización y los cambios en los hábitos de consumo, hubo un aumento en el uso de materiales que son cada vez más dañinos para el medio ambiente y la salud humana. En la actualidad son recurrentes en la literatura académica los trabajos que abordan la contaminación ambiental por plásticos y microplásticos, sin embargo muchas veces estos resultados, indagaciones y cuestionamientos no llegan al ciudadano común ni a los bancos escolares de educación básica. La educación ambiental se sustenta en las políticas educativas y debe estar permanentemente presente en los componentes escolares, siendo sus procesos educativos una herramienta que brinda condiciones para que las personas adquieran conocimientos y habilidades para intervenir críticamente en los procesos de toma de decisiones por la calidad ambiental. El presente trabajo buscó evaluar la percepción, en relación a los microplásticos, de estudiantes de secundaria de una escuela pública ubicada en la ciudad de Gravataí - RS y promover la conciencia ambiental a partir del desarrollo de una actividad de educación ambiental con el uso de tecnología en el medio ambiente. producción de plástico amigable. El enfoque utilizado fue de carácter cualitativo-cuantitativo y se desarrolló en das etapas: conocimiento de la realidad escolar en relación al tema con la aplicación de un cuestionario semiestructurado a estudiantes de secundaria de la comunidad escolar, totalizando 146 encuestados y práctica actividad de producción de bioplástico como herramienta de sensibilización. Se encontró que alrededor del 71,2% de los estudiantes no tenían conocimientos sobre el tema de los microplásticos. Aún así, se notó la importancia de la EA en las acciones y actitudes asertivas en relación a la minimización de los impactos de las acciones humanas en el medio ambiente.

Palabras clave: Microplástico; Biodegradable; Educación Ambiental; Experimentación; Educación.

1. Introdução

A mudança nos hábitos de consumo, o aumento da obsolescência dos produtos, o uso de materiais cada vez mais tóxicos ao meio ambiente como matéria-prima e a falta de diálogo entre os poderes têm contribuído para o agravamento dos impactos ambientais. Isso é evidenciado pelos inúmeros problemas resultantes da gestão dos resíduos sólidos urbanos RSU e coleta seletiva em muitas cidades brasileiras (Rüdel et al., 2020; Silveira e Cademartori, 2020)

Em cada pedido de *delivery*, compras em supermercado ou até em máscaras descartáveis e computadores, o plástico está cada vez mais presente em nossas vidas (Walker & Hothman, 2020). São diferentes tipos (da garrafa PET ao PVC, de vestidos a embalagens) que se acumulam no ambiente. E muitos desses são plásticos descartáveis, de uso único, que em menos de um mês se tornam resíduos (Jahani et al., 2019; Bol, 2020; Menezes Filho et al., 2020; Menezes Filho et al., 2021). Inúmeras atividades humanas estão mudando nosso ambiente natural. Junto com a mudança climática e a perda generalizada de biodiversidade, a poluição pelo plástico agora desempenha papel predominante na alteração dos ecossistemas em todo o mundo (Borrelle et al. 2020; Ford et al., 2022). A poluição por plásticos é um problema global, em particular pela contaminação dos ambientes aquáticos principalmente marinhos e pela biodiversidade (Ribeiro-Brasil et al., 2020).

Os Microplásticos são definidos por diferentes formas na literatura, seja como partículas de plástico menores que 5 mm, ou menores que 1 mm [1,3–5] (Al-Azzawi et al., 2020). O uso de micropartículas plásticas em produtos de consumo, por exemplo, cosméticos, protetores solares e dispositivos elétricos, tem tido aumento exponencial na última década, apesar disso, o conhecimento sobre seus efeitos na saúde humana e nos ecossistemas é insuficiente (Mattsson et al., 2015; Schrank et al., 2019; Vega et al., 2021).

A produção dos plásticos biodegradáveis e de alguns métodos caseiros para cosméticos são as alternativas mais promissoras para solucionar os problemas ambientais provenientes do uso do microplástico nas indústrias. No entanto, a sua produção no mercado ainda é baixa sendo uma alternativa ainda pouco explorada pelas grandes empresas. O plástico à base de leite pode ter grande aplicação na indústria visto que, este pode ser feito com leite de resíduo. Esse leite impróprio para uso, é diariamente descartado em laticínios podendo gerar a partir do seu desgate, subprodutos biodegradáveis (Belo et al., 2021).

A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. (Brasil, 1999). Os processos educativos devem proporcionar condições para as pessoas adquirirem conhecimentos, habilidades e desenvolverem atitudes para intervir de forma crítica em processos decisórios que implicam a alteração, para melhor ou pior, da qualidade ambiental (Berté, 2009). Uma educação que surta efeitos necessários e pactue nas soluções para problemáticas da atualidade, deve contribuir para a emergência de uma sociedade-mundo composta por cidadãos protagonistas, conscientes e criticamente comprometidos com a

construção de uma civilização (Morin, Ciurana & Motta, 2003; Corrêa & Ashley, 2018).

No passado, as escolas não tinham como objetivo principal, a formação de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade ambiental. Na atualidade, contudo, com a crise ambiental se aprofundando, entender conceitos ecológicos sem mudança efetiva de postura não é o bastante. Por esses motivos, a educação ambiental (EA) tornou-se um importante processo pedagógico para a conservação e o uso adequado dos recursos naturais, bem como dos processos ecológicos responsáveis pela manutenção da vida no planeta. É esperado tanto pela sociedade quanto pelas Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que as instituições de ensino atuem com responsabilidade ambiental, impulsionam o movimento pró-ambiente e que sejam exemplo para a comunidade escolar (Silveira & Cademartori, 2020).

Desta forma o trabalho buscou avaliar a percepção, em relação aos microplásticos pelos estudantes do ensino médio em duas escolas pública localizada no município de Gravataí, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, e promover a conscientização ambiental a partir do desenvolvimento de uma atividade de educação ambiental visando sensibilizá-los sobre a importância do uso da tecnologia na produção de plásticos ecologicamente corretos - biodegradáveis - para a solução da problemática dos resíduos, e dos microplásticos, além de objetivar o despertar do senso crítico do em relação à mudança de atitudes e responsabilidade na preservação do meio ambiente em que vive.

2. Material e Métodos

A abordagem utilizada foi de natureza quali-quantitativa, classificada como exploratória por Silva (2014) e desenvolvida em duas etapas: fase inicial quantitativa para se conhecer o fenômeno estudado, a partir da aplicação de um questionário fechado, e subsequentemente foi utilizada uma abordagem prática de produção de bioplástico à base de leite e de *Solanum tuberosum* L. (1753) (batata) por Belo et al. (2021). Os procedimentos foram realizados no laboratório de físico-química da instituição de ensino, fizeram-se todas as metodologias citadas ao longo do artigo.

O trabalho foi desenvolvido no segundo semestre de 2021, em duas escolas de educação básica na região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil, com a participação de 53 alunos de forma presencial na atividade prática e de 146 alunos na modalidade *Online*. E na pesquisa sobre o conhecimento acerca do tema e da problemática dos microplásticos.

Questionário - pesquisa sobre o conhecimento dos alunos acerca da problemática dos MPs.

O questionário contou com nove perguntas fechadas descritas abaixo:

1. Qual a sua idade?
 2. Já ouviu falar do termo “microplástico”?
- *** Ao final desta seção, caso o indivíduo respondesse “não” o questionário era fechado, encerrando sua participação. E se respondesse “sim”, prosseguia-se com mais seis perguntas.
4. Onde você ouviu falar?
 5. Onde podemos encontrar microplásticos na natureza?
 6. Para você, quais desses produtos liberam microplásticos?
 7. Quais destes seres vivos podem ser afetados pela poluição do meio ambiente com microplásticos?
 8. Você acha que os microplásticos podem afetar a saúde humana?
 9. Você acha que o lixo gerado em nossas casas pode virar microplástico?

Após a entrevista, todos os alunos que frequentavam a escola de forma presencial (n= 53) participaram de uma atividade prática de produção de bioplástico à base de leite. A atividade prática foi transmitida ao vivo, através da plataforma Google, para os alunos da modalidade de ensino *Online*.

Bioplástico à base de leite

Utilizou-se 500 mL de leite, 150 mL de ácido acético (vinagre) como matéria-prima. Para pigmentar o plástico utilizou-se 8 g de coloral (semente de urucum), com massa aferida em balança analítica. O coloral não é solúvel em água, por isso, para solubilizar utilizou-se 5 mL de óleo de soja comercial. Inicialmente, em um béquer de 150 mL, foi adicionado colorau e óleo vegetal, onde em seguida, foi aquecido em chama utilizando Bunsen, ~100 °C (Fig. 1, (1)) e homogeneizando-o constantemente com o auxílio de um bastão de vidro até o composto apresentar aparência de pasta semi-sólida uniforme. Adicionou-se então à solução, 500 mL de leite e 150 mL de ácido acético (Fig. 1, (2 e 3)). Posteriormente, em no Bunsen, aqueceu-se a solução até a temperatura ~60 °C, sendo averiguada constantemente com auxílio de um termômetro e agitando-se vigorosamente com auxílio de bastão de vidro (Fig. 1, (3)).

Após atingir a temperatura de 60 °C, observou-se a formação de coalho, esse, foi transferido para tecido de TNT para separação do precipitado (coalho) do soro. Esse processo foi repetido, adicionando-se a mistura 14 mL de glicerina no sobrenadante (Fig. 1, (4)).

Por fim, transferiu-se os dois coalhos para uma superfície lisa de azulejo e este, foi distribuído de forma uniforme até adquirir aparência fina e lisa (Fig. 1, (5)).



Figura 1. Protocolo de produção de bioplástico à base de leite. Fonte: Autores, 2021.

Aguardou-se então, o período de três dias (72 h) para secagem em temperatura ambiente.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos são apresentados e discutidos, a seguir, de acordo com as duas etapas descritas na metodologia. A primeira etapa, compreende à análise do questionário sobre as percepções e conhecimentos das comunidades escolares sobre o tema. A segunda etapa, diz respeito aos resultados obtidos na atividade prática e a percepção dos alunos quanto à comparação entre a utilização de microplástico e microplástico biodegradável produzido na escola.

Primeira etapa- entrevistas

Dos 146 alunos participantes da pesquisa, mais da metade 53,4% (n= 78) dos alunos declararam ter idade entre 15 e 16 anos. Mais da metade dos entrevistados, 71,2 % (n= 104) declarou nunca ter ouvido falar no termo microplástico. Entre os participantes, 28,8% (n= 42), declararam já ter ouvido o termo e estes participaram da segunda seção de perguntas do formulário, nesta sessão foi perguntado aos alunos quais informações eles detinham sobre os microplásticos.

A primeira pergunta da segunda sessão, disponibilizada apenas para os alunos que já haviam escutado o termo microplástico, buscou saber onde esses estudantes haviam escutado o termo. Dos 28,8% (n= 42) que tinham conhecimento sobre o tema e/ou termo, 31% (n= 13) informaram terem ouvido esse conhecimento sobre o assunto no período escolar. A Tabela 1 apresenta o comparativo entre as respostas obtidas com os alunos acerca do conhecimento sobre o tema.

Tabela 1. Comparativo entre as respostas obtidas com os alunos acerca do conhecimento sobre o tema.

Onde podemos encontrar MPS na natureza?			Para você, quais desses produtos liberam microplásticos?					Quais destes seres vivos podem sofrer ou serem afetados pela poluição do meio ambiente com microplásticos?					
S	A	A	P	S	C	S	L	S	P	F	T	A	G
o	g	t	e	a	r	a	a	a	e	e	a	v	o
l	u	m	t	c	e	b	v.	p	i	l	r	e	l
o	a	o	o	m	o	r	o	x	i	t	s	f	
		s	l	e	n	o	s	e	n	a		i	
		f	a	d	e	u		s	o	r		n	
		e	s	e	t	p			s	u		h	
		r		n	e	a				g		o	
		a		t	s	s				a		s	
				a						s			
				l									
45%	79%	31%	69%	76%	21%	48%	38%	31%	91%	17%	83%	31%	60%

Fonte: Autores, 2021.

Desse modo, a partir do resultado acima, perguntamos também sobre os microplásticos e a saúde humana, e se os resíduos domésticos acabam gerando microplástico. As respostas demonstram que 71,4% (n= 30) acredita que os microplásticos afetam a saúde humana e que nosso resíduo doméstico pode gerar microplástico (Figura 2).

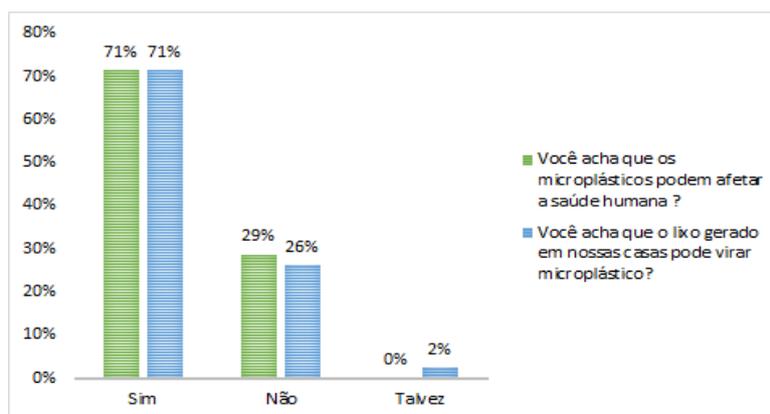


Figura 2. Resultado das perguntas 8 e 9 do questionário sobre microplásticos afetarem a saúde humana e resíduos domésticos serem capaz de gerar microplástico. Fonte: Autores, 2021.

Segunda etapa - atividade prática

O plástico a partir do leite é obtido a partir da precipitação de diversas proteínas presentes no leite, mormente as caseínas (Belo et al., 2021). Observou-se que o plástico à base de leite, com adição de glicerina e urucum, produzido no laboratório de ciências da escola (Figura 3), não apresentou solubilidade em água após ser macerado e homogeneizado com glicerina ou sabonete liquid, a fim de termos sua aplicabilidade como esfoliante de pele.



Figura 3. Em (A) microplástico à base de leite macerado, em (B) microplástico à base de leite misturado em glicerina e em (C), teste de aplicabilidade, caseira e experimental esfoliante de pele. Fonte: Autores, 2021.

Foram feitas duas avaliações da integridade do microplástico a base de leite, com adição de glicerina, para testar sua aplicabilidade como agente para esfoliação. Percebeu-se que mesmo após sete dias em contato com glicerina e sabonete líquido, grão permaneceu.

O microplástico obtido a partir do leite sem adição de glicerina (Figura 4), apresentou características semelhantes às do plástico comercial. Entretanto, apesar de apresentar maior semelhança em relação ao brilho e textura com o plástico tradicional, resultou-se em um material hidrossolúvel, ou seja, dissolveu-se em glicerina e água, e ao ser adicionado ao sabonete liquid, apresentou-se quebradiço e com alta porosidade.



Figura 4. Em (A) microplástico à base de leite produzido sem incorporação de glicerina, em (B) microplástico à base de leite e em (C), teste de solubilidade. Fonte: Autores, 2021.

Para o microplástico sem incorporação de glicerina, houve reteste de solubilidade pois o mesmo se solubilizou no primeiro ensaio realizado com glicerina.

4. Conclusões

A análise final e conjunta das duas etapas em que foi desenvolvida a pesquisa, possibilitou concluir que a educação ambiental formal desenvolvida nas escolas contribuiu de forma positiva para a construção de conceitos e conhecimentos sobre os problemas ambientais da atualidade, em especial sobre a problemática do lixo plástico e dos microplásticos. Entretanto, é preciso salientar que a prática de educação ambiental, pautada em conceitos teóricos sobre temas ambientais recorrentes ou atuais, não demonstram ser suficientes para o desenvolvimento de valores ambientais que se traduzam em ações efetivas e na produção de consciência crítica sobre o cuidado, a valorização e o uso de tecnologias para mitigar problemas ambientais, em especial no que tange à reciclagem e à coleta seletiva.

A avaliação do conhecimento e das percepções da comunidade escolar quanto aos microplásticos, juntamente com o fato de apenas de 7% dos estudantes terem ouvido falar no termo na escola, demonstrou que existem lacunas no que diz respeito à transformação de problemas atuais em ações práticas e efetivas de aprendizados e compreende que existem ações e tecnologias para que essas técnicas trabalhadas de forma artesanal em laboratório da escola, também podem ser amplamente aplicados nas indústrias, sendo que essas possuem

potencial de utilização para a produção de bioplástico.

É de suma importância que as próximas gerações saibam dos malefícios que os microplásticos trazem à vida humana e ao meio ambiente, sendo de grande necessidade que existam espaços escolares que tratam sobre o assunto e saibam fazer escolhas conscientes, visando interferir o mínimo possível sobre a biosfera e gerando menos resíduos em suas ações.

5. Referências

- Al-Azzawi, M. S. M., Kefer, S., Weiber, J., Reichel, J., Schwaller, C., Glas, K., Knoop, O., Drewes, J. E. (2020). Validation of sample preparation methods for microplastic analysis in wastewater matrices—reproducibility and standardization. *Water*, 12 (9), 2445. <https://doi.org/10.3390/w12092445>
- Belo, I. C. B., Andrade, B. N. P., Miranda, J. P. A. Drumond, P. C. (2021). Microplásticos, seus impactos não ambientais e formas de substituição biodegradáveis. *Jornal Internacional de Ciências*, 11(2), 214-228. <https://doi.org/10.12957/ric.2021.54481>
- Berté, R. (2009). *Gestão socioambiental no Brasil*. Curitiba: Ibpx; São Paulo: Saraiva.
- Böl, F. H. (2020). Atlas do Plástico 2020 – Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. Disponível em: https://br.boell.org/sites/default/files/2020-11/Atlas%20do%20PI%20C3%A1stico%20-%20vers%20C3%A3o%20digital%20-%2030%20de%20novembro%20de%202020.pdf?dimension1=atlas_do_pl%20C3%A1stico. Acesso em: 26 de julho de 2021.
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., Mccivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham, H., Frond, H., Gerber, L. R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M., Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369 (6510), 1515-1518.
- Brasil (1999). Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. (1999). Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm#:~:text=LEI%20No%209.795%2C%20DE%2027%20DE%20ABRIL%20DE%201999.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental,Ambiental%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.
- Corrêa, M. M., & Ashley, P. A. (2018). Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade, Educação Ambiental e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Reflexões para ensino de graduação. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 35(1), 92-111. <https://doi.org/10.14295/remea.v35i1.7417>.
- Ford., H. V., Jones, N. H., Davies, A. J., Godley, B. J., Jambeck, J. R., Napper, I. E., Suckling, C. C., Williams, G. J., Woodall, L. C., Koldewey, H. J. (2022). The fundamental links between climate change and marine plastic pollution, *Science of The Total Environment*, 806 (1), 150392. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150392>
- Jahani, A., Dehdari, T., Farzadkia, M., Mansourian, M. Iranian experiences in terms of consumption of disposable single-use plastics: Introduction to theoretical variables for developing environmental health promotion efforts. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 65 (1), 18-22.
- Mattsson, K., Ekvall, M. T., Hansson, L. A., Linse, S., Malmendal, A., & Cedervall, T. (2015). Altered behavior, physiology, and metabolism in fish exposed to polystyrene nanoparticles. *Environmental science & technology*, 49(1), 553-561.
- Menezes Filho, A. C. P., Sousa, W. C., Castro, C. F. S. (2020). Characteristics of biodegradable packaging from the residue of watermelon and incorporated with from the tuber of *Sinningia elatior*. *Research, Society and Development*, 9 (8), e932986547.
- Menezes Filho, A. C. P., Oliveira Filho, J. O., Porfiro, C. (2021). Development and evaluation of a biodegradable packaging from the aryl of the fruit of *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne. *Scientific Electronic Archives*, 14(8). <https://doi.org/10.36560/14820211322>
- Morin, E., Ciurana, E. R., Motta, R. D. (2003). *Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana*. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNEB.
- Ribeiro-Brasil, D. R. G., Torres, N. R., Picanço, A. B., Sousa, D. S., Ribeiro, V. S., Brasil, L. S., Montag, L. F. A.

- (2020). Contamination of stream fish by plastic waste in the Brazilian Amazon. *Environmental Pollution*, 266, 115241. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115241>
- Rüdel, H., Körner, W., Letzel, T., Neumann, M., Nodler, K., Reemtsma, T. (2020). Substâncias persistentes, móveis e tóxicas no meio ambiente: um destaque nas atividades atuais de pesquisa e regulação. *Environmental Sciences Europe*, 32, 5. <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0286-x>
- Schrank, I., Trotter, B., Dummert, J., Scholz-Bottcher, B. M., Loder, M. G. J., Laforsch, C. (2019). Effects of microplastic particles and leaching additive on the life history and morphology of *Daphnia magna*. *Environmental Pollution*, 255 (2), 113233.
- Silva, A. J. H. (2014). *Metodologia de pesquisa: conceitos gerais*. Guarapuava, PR: Unicentro.
- Silveira, D. D., Cademartori, C. V. (2020). Estudo de caso sobre resíduos sólidos urbanos e coleta seletiva na educação básica: uma visão preliminar. *Memória, ambiente e Patrimônio*, 64.
- Vega, G. C., Gross, A., Birkved, M. (2021). The impacts of plastic products on air pollution - A simulation study for advanced life cycle inventories of plastics covering secondary microplastic production. *Sustainable Production and Consumption*, 28 (10), 848-865.
- Walker, S., Rothman, R. (2020). Life cycle assessment of bio-based and fossil-based plastic: A review. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121158.

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).