

Modelagem Matemática da Poluição Marinha: Uma Abordagem Quantitativa para a Cultura Oceânica

Vitor Hugo Brito Silva¹, Walmir Jacinto de Sousa², Luciania dos Santos Cardoso Sousa³

¹Estudante do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio – IFTO. e-mail: <vitor.silva16@estudante.ifto.edu.br>

²Docente do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio – IFTO. Orientador. e-mail: <walmir.sousa@ifto.edu.br>

³Docente do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio – IFTO. Orientadora. e-mail: <luciania.sousa@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

A Cultura Oceânica é um conceito que visa promover a compreensão da importância dos oceanos para a vida humana, incentivando a conservação e o uso sustentável de seus recursos. No entanto, um dos principais desafios contemporâneos enfrentados por essa cultura é a crescente poluição marinha, especialmente por resíduos sólidos como o plástico. Estima-se que milhões de toneladas de lixo sejam despejadas anualmente nos mares, comprometendo ecossistemas inteiros (JAMBECK et al., 2015; ONU, 2021).

Pesquisadores apontam que os plásticos representam uma ameaça global e, por isso, deveriam ser classificados como resíduos perigosos, devido ao impacto severo nos ecossistemas e na saúde humana (ROCHMAN et al., 2013). Nesse sentido, o problema da poluição marinha deve ser entendido em escala global, com base em dados científicos consistentes e atualizados (UENO, 2023).

2 OBJETIVO

Modelar o crescimento da quantidade de lixo plástico nos oceanos utilizando uma função exponencial e, a partir disso, gerar estimativas futuras que evidenciem a urgência de ações sustentáveis e políticas públicas voltadas à proteção dos oceanos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste estudo, foi utilizada a função exponencial do tipo:

$$P(t) = P_0 \cdot e^{rt}$$

Onde:

- $P(t)$: quantidade de lixo (em milhões de toneladas) após t anos;
- P_0 : quantidade inicial de lixo plástico nos oceanos (em 2025);
- r : taxa de crescimento anual estimada;

- t: tempo em anos desde o ano base (2025);
- e: constante de Euler (aproximadamente 2,71828).

Esse modelo é comumente adotado para descrever fenômenos nos quais a taxa de crescimento de uma quantidade é proporcional ao valor atual dessa quantidade. É amplamente aplicado em contextos como crescimento populacional, acúmulo de resíduos, finanças e processos radioativos. No caso da poluição marinha, assume-se que, sem intervenção, o volume de lixo cresce continuamente, impulsionado pelo aumento do consumo e pelo descarte inadequado de resíduos.

Tomando como base dados da ONU e do Greenpeace, estima-se que há cerca de 137 milhões de toneladas de plástico nos oceanos em 2025, com uma taxa de crescimento anual de aproximadamente 7,33% (0,0733).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores $P_0 = 137$ e $r = 0,0733$, temos:

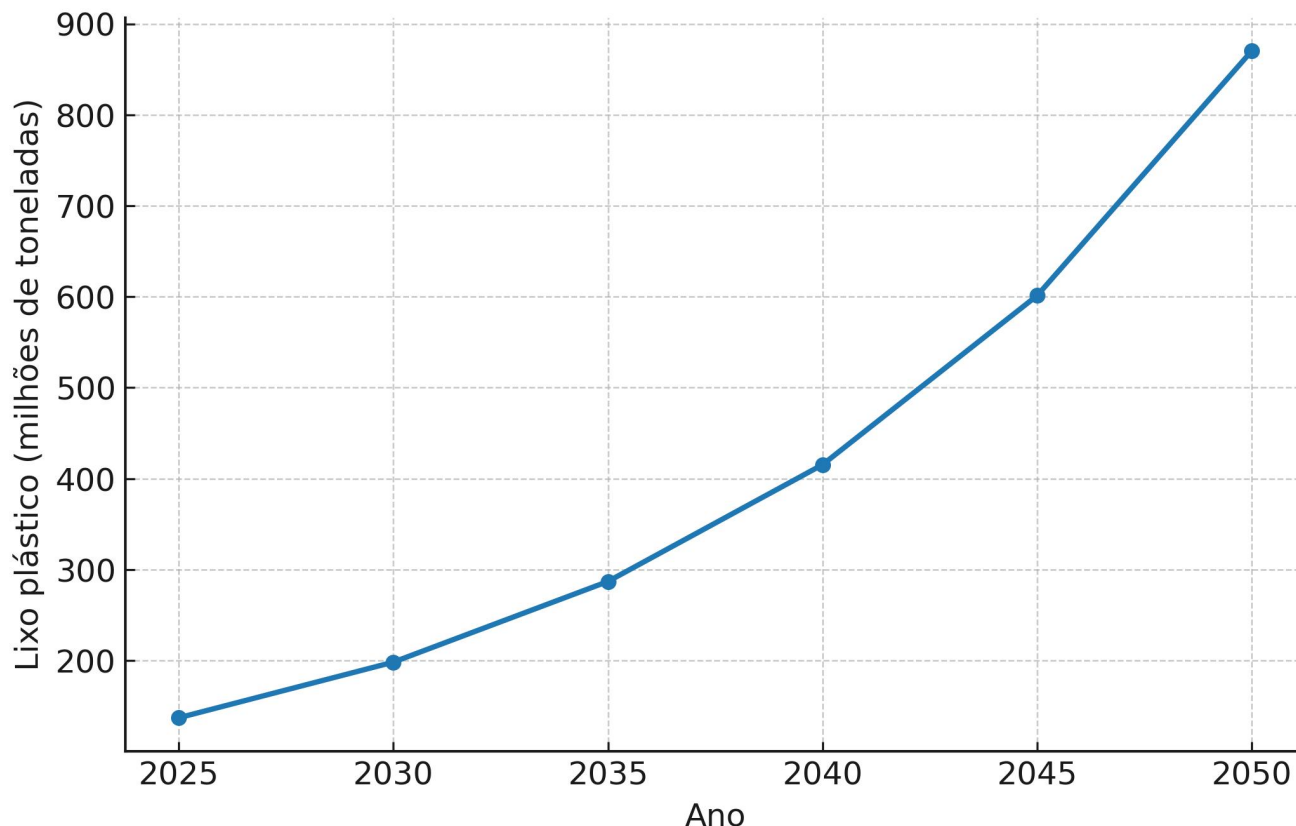
$$P(t) = 137 \cdot e^{0,0733t}$$

Tabela 1 – Projeção da quantidade de lixo plástico acumulado nos oceanos (2025–2050)

| Anos | t (anos desde 2025) | $P(t) = 137 \cdot e^{0,0733t}$ (milhões de toneladas) |
|------|---------------------|---|
| 2025 | 0 | 137,0 |
| 2030 | 5 | 198,2 |
| 2035 | 10 | 286,9 |
| 2040 | 15 | 415,3 |
| 2045 | 20 | 601,2 |
| 2050 | 25 | 870,2 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base no modelo exponencial contínuo.

Figura 1 – Projeção do crescimento da quantidade de lixo plástico acumulado nos oceanos entre 2025 e 2050, segundo modelo exponencial contínuo.



Fonte: Próprio autor (2025).

A projeção mostra que, se nada for feito, a quantidade de lixo plástico nos oceanos pode sextuplicar em 25 anos. Isso representa uma ameaça não apenas à biodiversidade marinha, mas à própria segurança alimentar e saúde humana, já que muitos peixes ingerem microplásticos que acabam entrando na cadeia alimentar.

Além disso, estudos como o de Lebreton et al. (2018) evidenciam que regiões como o *Great Pacific Garbage Patch* acumulam plásticos em taxas alarmantes, confirmando a tendência de crescimento contínuo projetada no modelo. Da mesma forma, Cozar et al. (2014) destacam a dispersão de plásticos em mares abertos, reforçando que o problema não se restringe a zonas costeiras, mas tem alcance global.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da modelagem matemática ao estudo da poluição marinha revela que os oceanos enfrentam uma crise crescente que pode ser prevista com precisão. Ao integrar a Cultura Oceânica à

matemática, conseguimos não apenas ilustrar o impacto das ações humanas, mas também oferecer uma ferramenta para planejar e avaliar políticas públicas de mitigação.

É fundamental que essa perspectiva interdisciplinar seja incorporada ao ensino, à pesquisa e às práticas sociais, ampliando a consciência ecológica e fortalecendo o compromisso com o desenvolvimento sustentável.

6 AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Dalvandora, pelo apoio incondicional durante a produção deste artigo; ao meu amigo, Victor Gabriel, pela valiosa colaboração e auxílio ao longo do desenvolvimento do trabalho; e ao Instituto Federal do Tocantins – Campus Araguaína, pela oportunidade de representar a instituição na 16ª JICE.

REFERÊNCIAS

COZAR, Andrés et al. Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, v. 111, n. 28, p. 10239–10244, 2014. DOI: 10.1073/pnas.1314705111. Acesso em: 31 ago. 2025.

DE ANDRADE FLOR, Fernanda; ROSSATO, Rafael Antônio. MODELO MATEMATICO CLASSICO COM EQUACOES DIFERENCIAIS FRACIONARIAS: oscilador harmônico simples e crescimento populacional malthusiano. **XIII Semana de Matemática do Pontal**, p. 28. Disponível em: https://eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/anais_da_xiii_semana_de_matematica_do_pontal.pdf. Acesso em: 3 ago. 2025.

GALL, Sarah C.; THOMPSON, Richard C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>. Acesso em: 7 ago. 2025.

GHOBISH, Sarah A.; MOTTI, Cherie Ann; BISSEMBER, Alex C.; VAMVOUNIS, George. *Microplastics in the Marine Environment: Challenges and the Shift Towards Sustainable Plastics and Plasticizers*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 491, p. 137945, 1 jul. 2025. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2025.137945. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/389890169_Microplastics_in_the_Marine_Environment_Challenges_and_the_Shift_Towards_Sustainable_Plastics_and_Plasticizers. Acesso em: 3 ago. 2025.

JAMBECK, Jenna R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, v. 347, n. 6223, p. 768–771, 2015. DOI: 10.1126/science.1260352. Acesso em: 31 ago. 2025.

LEBRETON, Laurent C. M. et al. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific Reports*, v. 8, n. 4666, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-22939-w. Acesso em: 31 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Second World Ocean Assessment*. New York: United Nations, 2021. Disponível em: <https://www.un.org/regularprocess/second-cycle-world-ocean-assessment>. Acesso em: 31 ago. 2025.

ROCHMAN, Chelsea M. et al. Policy: Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, v. 494, p. 169–171, 2013. DOI: 10.1038/494169a. Acesso em: 31 ago. 2025.

UENO, Alessandra. Existem mais de 80 milhões de toneladas de plástico no mar, mas o total de resíduos é ainda maior. *Jornal da USP*, São Paulo, 13 out. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/existem-mais-de-80-milhoes-de-toneladas-de-plastico-no-mar-mas-o-total-de-residuos-e-ainda-maior>. Acesso em: 8 ago. 2025.