

Rochas de plástico: Interação da poluição plástica com a geologia



Gerson Fernandino*



Carla I. Elliff**

Resumo: A presença e os impactos da poluição por plásticos e outros resíduos sólidos foram detectados em todas as esferas do nosso planeta: atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera. Mais recentemente, novos tipos de amostras, compostas principalmente - mas não exclusivamente - por plástico, têm sido encontradas na natureza e são descritas na literatura científica mundial integrando, interagindo, se assemelhando ou incorporando rochas. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi apresentar e debater esses diferentes tipos de relação entre o lixo no mar e materiais geológicos, trazendo uma reflexão sobre seu significado para a geologia e sobre nosso papel e responsabilidade como sociedade perante esse insistente problema.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a poluição tem figurado como uma das três principais ameaças ambientais do século, dividindo espaço com as mudanças climáticas e perdas da biodiversidade. Dentre as diversas formas de poluição que afetam o nosso planeta está o lixo no mar, que é gerado majoritariamente no continente e chega ao oceano, principalmente devido a falhas nas várias etapas da gestão dos nossos resíduos sólidos urbanos. Dada sua importância, essa problemática é destacada no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14: Vida na Água.

A magnitude da poluição de ambientes marinhos, costeiros e oceânicos por resíduos sólidos, em especial por plásticos, extrapola sua mera presença em praias ou seu impacto nos organismos que habitam esses ambientes. A interação com a biota, seja através da ingestão, emaranhamento, aprisionamento etc., tem sido amplamente reportada na literatura científica. Entretanto, a ocorrência de plásticos – em especial de microplásticos – já foi também evidenciada na atmosfera, hidrosfera, e litosfera, tanto em ambientes continentais, marinhos ou transicionais.

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Campus Litoral (UFRGS-Litoral) **Atlântico Consultoria Científica.

Palavras-chave: antropoceno; escala geológica; resíduos sólidos; lixo no mar

A litosfera, camada superior da Terra composta pelas rochas, pelos minerais, pelos sedimentos e por outros materiais geológicos, tem recebido, a partir de meados da segunda década do século XXI, crescente atenção no que tange possíveis impactos e evidências da poluição por lixo no mar e novas formas rochosas figurando o plástico e outros materiais na sua composição. No presente artigo, apresentaremos e discutiremos aspectos-chave sobre as relações entre a poluição por plásticos e o compartimento geológico, mas antes, é importante revisarmos alguns conceitos do estudo da Geologia.

GEOLOGIA: SEDIMENTOS, ROCHAS E PLÁSTICOS?

A Geologia (do grego: geo, Terra + logia, estudo) é o estudo do planeta Terra e tem a difícil tarefa de recontar a história do nosso planeta através da descrição e datação de rochas e do estudo e compreensão da dinâmica da Terra. O principal material-alvo desse ramo da ciência são as rochas (agregados naturais de um ou mais minerais), subdivididas em três tipos: i) rochas ígneas ou magmáticas, formadas pelo resfriamento e cristalização do magma (ex. basaltos e granitos); ii) rochas sedimentares, formadas através de um conjunto de processos físicos e químicos (diagênese) que compactam e cimentam os grãos sedimentares transformando-os em rocha (litificação) (ex. arenito, siltito); também podem ser formadas através do soterramento e alteração da matéria orgânica (ex. turfa, carvão mineral) ou da precipitação química de carbonatos e outros sais (ex. calcário, evaporito); e, por fim, iii) rochas metamórficas, formadas através da transformação, em estado sólido, de uma rocha pré-existente (protólito) – que pode ser tanto ígnea quanto sedimentar ou até mesmo outra rocha metamórfica – que, em função do aumento da pressão e da temperatura, tem sua estrutura reorganizada e, muitas vezes, sua composição mineralógica alterada, formando uma nova rocha (ex. quartzito, gnaiss, xisto, mármore).

Alguns autores advogam que podemos traçar paralelos entre algumas partículas antropogênicas (ex. microplásticos) e seu análogo natural (ex. areias, silte e argila) e que seu comportamento, dispersão e deposição no meio natural seguiria as mesmas ‘regras’ das partículas naturais. Assim, considerando que virtualmente nenhum ambiente deposicional moderno, como praias, desertos, lagos, bacias oceânicas, está livre da contaminação por plásticos, estudos de sedimentologia recente deveriam incluir esse componente antropogênico quando da análise e descrição sedimentar desses ambientes. Nesse sentido, podemos nos perguntar: se as rochas sedimentares que encontramos foram formadas a partir da diagênese e litificação de sedimentos de antigos ambientes deposicionais, tendo em sua composição os materiais presentes neles naquela época (grãos minerais, conchas e carapaças de organismos,

matéria orgânica), seria possível que o plástico e outros materiais antropogênicos integrariam as rochas sedimentares que estão sendo formadas nesse exato momento? É razoável inferir que sim. Mas o que a ciência tem a dizer sobre isso? Quais evidências já foram encontradas?

ENTENDENDO AS RELAÇÕES “PLÁSTICO VS. GEOLOGIA”

Há cerca de uma década, artigos científicos têm sido publicados relatando a relação de plásticos com o material geológico. Para melhor compreensão, vamos classificar abaixo, e na Figura 1, esses tipos de relação como:

- Integração (na matriz sedimentar): onde as partículas de lixo representam mais um componente do sedimento e, portanto, estão suscetíveis aos mesmos processos que seus pares naturais (Gabbott et al., 2020).
- Aparência: onde formas plásticas apresentam características externas similares a rochas naturais, como exemplificado na Tabela 1.

Formas plásticas antro-pogênicas	Rocha natural análoga	Referência
Plastiglomerado	Conglomerado	Corcoran et al., 2014
Pirolástico	Seixos líticos	Turner et al., 2019
Plastistones	Lajes rochosas	Santos et al., 2022

Tabela 1. Exemplos de formas plásticas de origem antropogênica e as rochas naturais análogas a elas.

- Aderência: onde o plástico se encontra aderido à superfície de rochas, como no caso das plasticrostas (Gestoso et al., 2020).
- Incorporação: onde os itens de lixo se encontram cimentados naturalmente a partículas naturais, fazendo parte da composição da nova rocha formada, como no caso das antropoquinas (Fernandino et al., 2020).

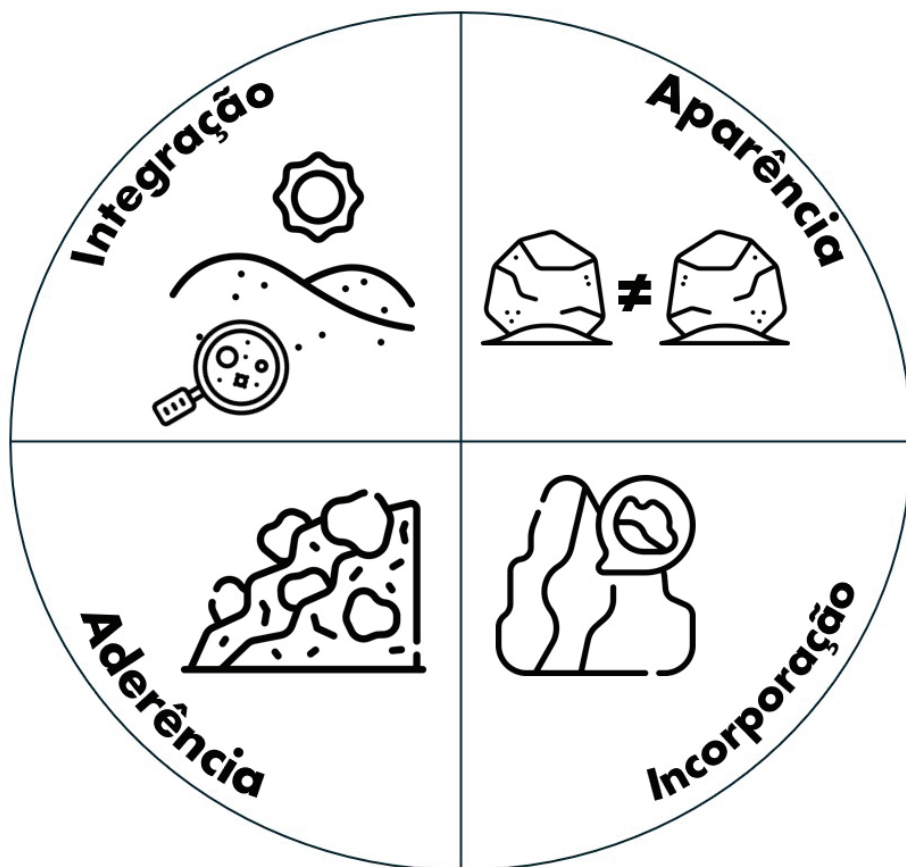


Figura 1. Esquema ilustrando os quatro tipos de interações entre o lixo no mar e materiais geológicos.

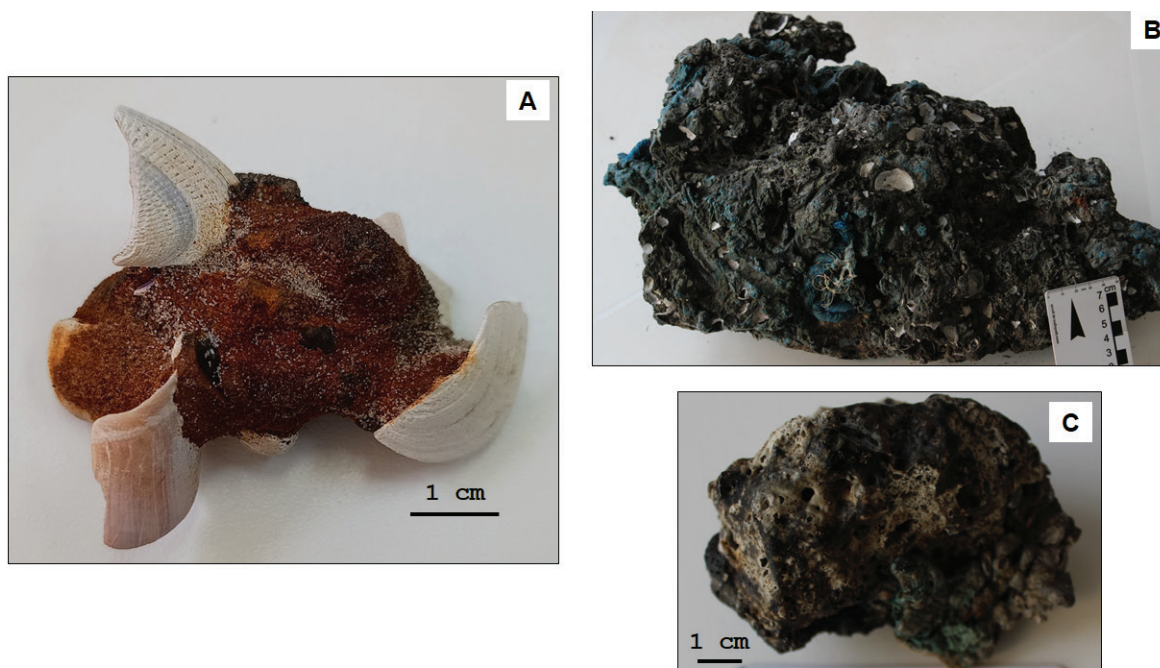


Figura 2. Exemplos de amostras representando interações entre o lixo no mar e materiais geológicos. A) Antropoquina formada por um item de lixo metálico com sedimento arenoso e bioclastos cimentados; B) Plastiglomerado formado por plástico fundido, fragmentos de cabos de pesca e conchas de moluscos bivalves; e C) Plastistone formado essencialmente por plástico fundido. Fotos: Gerson Fernandino.

Dentre os quatro tipos acima mencionados, a integração e incorporação são aqueles que evidenciam que de fato os componentes antropogênicos estão fazendo parte de ciclos naturais e participando de processos geológicos, como transporte, deposição, remobilização, diagênese e litificação, como as demais partículas sedimentares naturais. Dentre todos esses novos tipos de amostras acima mencionados, as antropoquinas se destacam como aqueles que de fato podem ser consideradas rochas e se configuram como importante evidência da integração do lixo produzido pela sociedade humana nos ciclos geológicos, contribuindo com mais um argumento para o debate do Antropoceno. Apesar de o Antropoceno ainda não ter sido formalizado pelos órgãos internacionais competentes como uma nova Época geológica e de ter tido seu pedido de formalização negado em 2024, é incontestável o fato de que as atividades humanas têm influenciado nos grandes ciclos naturais do planeta, em todas as suas esferas (atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera), impactando o balanço dos processos do Sistema Terra.

A pegada humana no planeta é profunda e sua persistência ao longo do tempo ainda é incerta. Porém, nossos rastros, em maior ou menor grau, deverão ficar registrados nas rochas sedimentares do futuro e poderão ser alvo de estudo e indagações por parte de geólogos de um futuro distante.

Reverter o problema da poluição marinha por plásticos é um desafio gigantesco, onde não é possível encontrar uma solução única e simples, dada a sua complexidade e múltiplas facetas. As mudanças devem vir em grande escala, em uma escala mundial de articulação da sociedade, impulsionadas por políticas públicas que combatam o problema desde sua fonte, na exploração de petróleo e gás, passando por processos industriais, chegando até o consumo, o descarte e o reaproveitamento/disposição final de resíduos sólidos. Mas temos tempo para aguardar essas mudanças em tão grande escala? Os ecossistemas marinhos, costeiros, oceânicos poderão aguardar? Nossa saúde poderá aguardar essas mudanças? Essas são algumas questões que precisamos refletir como indivíduos e como sociedade. Enquanto isso, seguimos dividindo espaço com o plástico, esse persistente – e insistente – poluente, que, inclusive, vem se tornando parte de nossas rochas.

REFERÊNCIAS

- CORCORAN, P. L.; MOORE, C. J.; JAZVAC, K. An anthropogenic marker horizon in the future rock record. **GSA Today**, v. 4, n.6, p. 4–8, 2014. <https://doi.org/10.1130/GSAT-G198A.1>.
- FERNANDINO, G.; ELLIFF, C. I.; FRANCISCHINI, H.; DENTZIEN-DIAS, P. Anthroquinas: First description of plastics and other man-made materials in recently formed coastal sedimentary rocks in the southern hemisphere. **Marine Pollution Bulletin**, v. 154, p. 111044, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111044>.
- GABBOTT, S.; KEY, S.; RUSSELL, C.; YOHAN, Y.; ZALASIEWICZ, J. The geography and geology of plastics: their environmental distribution and fate. In: LETCHER, T. M. (Ed.). **Plastic Waste and Recycling**. Academic Press, 2020. p. 33-63. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00003-7>.
- GESTOSO, I.; CACABELOS, E.; RAMALHOSA, P.; CANNING-CLODE, J. Plasticrusts: a new potential threat in the Anthropocene's rocky shores. **Science of the Total Environment**, v. 687, p. 413–415, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.123>.
- SANTOS, F. A.; DIORIO, G. R.; GUEDES, C. C. F.; FERNANDINO, G.; GIANNINI, P. C. F.; ANGULO, R. J.; DE SOUZA, M. C.; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F.; DOS SANTOS OLIVEIRA, A. R. Plastic debris forms: rock analogues emerging from marine pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 182, p. 114031, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114031>.
- TURNER, A.; WALLERSTEIN, C.; ARNOLD, R.; WEBB, D. Marine pollution from pyroplastics. **Science of the Total Environment**, v. 694, p. 133610, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133610>.

